



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2020 30 stp

Fakultet for kjemi, bioteknologi og matvitenskap (KBM)

Bruk av resirkulerbare emballasjematerialer til kyllingfilet: effekt av materialtykkelse, modifisert atmosfære pakking, karbon dioksid emitter og ulike fyllingsgrad på kvalitet og holdbarhet.

Use of recyclable packaging materials for chicken fillets: effects material thickness, modified atmosphere packaging, carbon dioxide emitter and different filling degree on quality and shelf life.

Hanna Marie Hauge

Matvitenskap og ernæring: produksjon og utvikling av næringsmidler

Sammendrag

Innenfor næringsmiddelindustrien er emballasje et viktig hjelpemiddel for å bevare matkvalitet og forhindre matsvinn. Emballasje er i denne sammenhengen nyttig i et miljøperspektiv. Likevel er ikke produksjonen av emballasje alene miljøvennlig, og en er interessert i å minske miljøpåvirkningene som er knyttet til emballasje. Dette kan for eksempel gjøres ved å redusere plastforbruket i form av å bruke tynnere materialer og ved å bruke resirkulerbare materialer.

Hensikten med dette forsøket er å undersøke om det er mulig å bruke materialer med mindre miljøpåvirkninger til termoforming av emballasje til kyllingfilet. Materialet som i dag brukes til dette formålet, er ikke- resirkulerbart. En er derfor interessert i å sammenligne dagens ikke- resirkulerbare materiale (materialtykkelse 540 μm) med de resirkulerbare materialene Nice Eco xx 12 (materialtykkelse 170 μm) og Nice Eco xx 17 (materialtykkelse 300 μm). Til dette ble kyllingfilet pakket i termoformet emballasje av referansematerialet (dagens ikke- resirkulerbare materiale) (trekkdybde 40 mm), og Nice Eco xx 12 (trekkdybde 40 mm) og Nice Eco xx 17 (trekkdybde 50 mm). En eventuell overgang til resirkulerbare og tynnere materialer skal ikke gå på bekostning av emballasjens funksjon. Til kontroll av dette ble det gjort utseendebedømmelser, luktsammenligninger, målinger av væsketap og mikrobiologiske analyser av kyllingfiletene fra de ulike pakningene etter ulike lagringstider.

Alle pakningene av de ulike materialene ble modifisert atmosfære pakket (MAP) med 60 % karbon dioksid (CO_2)/ 40 % nitrogen (N_2). Pakningene av Nice Eco ble også pakket med 100 % CO_2 (og tilsatt CO_2 emitter), samt at ulik fyllingsgrad/ forhold mellom gass og produkt (g/ p- forhold) ble benyttet for å undersøke om det var effekt/ behov for dette for å oppveie for redusert materialtykkelse.

Det var små forskjeller mellom materialenes oksygenbarriereegenskaper (OTR), til tross for ulik materialsammensetning, materialtykkelse og trekkdybde. Det var liten/ ingen effekt av de ulike materialene på utseendebedømmelser, luktsammenligninger, væsketap og de mikrobiologiske analysene. Dette indikerte derfor at det resirkulerbare materialet med laveste materialtykkelse (Nice Eco xx 12) kunne erstatte dagens ikke- resirkulerbare materiale uten at det senket holdbarheten og gikk på bekostning av matkvaliteten. Dette indikerte samtidig at det ikke var behov for pakking med 100 % CO_2 og ulike g/ p- forhold for å oppveie for redusert materialtykkelse.

MAP med 100 % CO₂ var mest effektivt for å hemme bakterievekst, men pakking med 100 % CO₂ førte til signifikant høyere væsketap og utseendevurderingene viste at disse pakningene fikk størst reduksjon i frivolumet. Resultatene indikerte dermed at CO₂ emitterene som ble tilsatt i pakningene med 100 % CO₂ ikke opprettholdt frivolumet i pakningene etter hvert som CO₂ ble absorbert i kyllingfiletene. Det var ikke signifikant effekt av g/ p- forhold på noen av responsene, mens derimot lagringstid hadde effekt på alle de analyserte responsene.

Abstract

In the food industry, packaging is an important tool for preserving food quality and preventing food waste. In this context, packaging is useful from an environmental perspective. Nevertheless, the production of packaging is not environmentally friendly alone, and there is a desire in reducing the environmental impact associated with packaging. This is possible by reducing plastic consumption in the form of using thinner materials and by using recyclable materials.

The purpose of this experiment is to investigate whether it is possible to use materials with less environmental impact for thermoforming of packaging for chicken fillets. The material which is used today for this purpose is non- recyclable. Therefore, there is a desire in comparing today's non- recyclable material (material thickness 540 μm) with the recyclable materials Nice Eco xx 12 (material thickness 170 μm) and Nice Eco xx 17 (material thickness 300 μm). Any transition to recyclable and thinner materials must not be at the expense of the function of the packaging, and to make sure of this, appearance assessments, odor comparisons, measurements of fluid loss and microbiological analyses of the chicken fillets from different packages were conducted after different storage times.

All the packages of the various materials were modified atmosphere packed (MAP) with 60 % carbon dioxide (CO_2) and 40 % nitrogen (N_2). The packages of Nice Eco were also packed with 100 % CO_2 (and added CO_2 emitter), and different filling degree/ gas-to-product ratios (g/ p- ratio) were used to check if there was an effect/ need for this to compensate for the reduced material thickness.

There were small differences between the oxygen barrier properties of the materials (OTR), despite different material composition, material thickness and drawing depth. There was little to no effect of the different materials on appearance assessments, odor comparisons, fluid loss and the microbiological analyses. Therefore, this indicated that the recyclable material with the lowest material thickness (Nice Eco xx 12) could replace today's non- recyclable material without compromising food quality and lowering its shelf life. At the same time, this also indicated that there was no need for packaging with 100 % CO_2 and different g/ p- ratios to compensate for reduced material thickness.

MAP with 100 % CO₂ was most effective in inhibiting bacterial growth, but packaging with 100 % CO₂ led to significantly higher fluid loss and the appearance assessments showed that these packages had the greatest reduction in free volume. The results thus indicated that the CO₂ emitters, which was added to the packages with 100 % CO₂, did not maintain the free volume in the packages as CO₂ was absorbed in the chicken fillets. There was no significant effect of g/ p- ratio on any of the responses, while storage time had an effect on all the analyzed responses.

Forord

Denne oppgaven er skrevet siste semester av et toårig masterprogram i Matvitenskap- og ernæring innen retningen Produksjon og utvikling av næringsmidler. Masterprogrammet har blitt utført ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU), mens oppgaven har blitt utført hos Nofima våren 2020. Det må rettes en stor takk til Nofima og ReducePack for finansiering av denne oppgaven, og for bruk av lokaler.

Det er mange som har bidratt med sin tid, veiledning og støtte dette halvåret. Dette har bidratt til at jeg har lært utrolig mye og hatt det gøy på veien. Først og fremst vil jeg takke min hovedveileder, Førsteamanuensis (NMBU) og Seniorforsker (Nofima) Marit Kvalvåg Pettersen. Takk for all tid du har brukt på planlegging, veiledning og god oppfølging under arbeidet med denne oppgaven. Du har gledelig delt av din kunnskap, gitt meg gode råd og kommet med konstruktive tilbakemeldinger som har gjort at jeg har lært utrolig mye.

Jeg vil også rette en stor takk til senioringeniør ved avdeling Trygg og holdbar mat hos Nofima, Magnhild Seim Grøvlén. Takk for all hjelp, veiledning, bistand og hyggelige samtaler i forbindelse med det praktiske arbeidet til denne oppgaven. Til det praktiske arbeidet i denne oppgaven har jeg også jobbet sammen med medstudent og venninne Ellen Medhus. Tusen takk for det gode samarbeidet og for at du bidro til en god gjennomføring.

Laboratorieleder Tove Maugesten fortjener også en takk for opplæring og god veiledning på laboratoriet i forbindelse med de mikrobiologiske undersøkelsene. Du har lært meg mye og har alltid vært behjelpelig med ting og spørsmål. Senioringeniør Anette Wold Åsli og senioringeniør Merete Rusås Jensen har også bistått i mitt arbeid på laboratoriet. Takk for deres tid og gode humør. I tillegg vil jeg takke de som bidro i luktvurderingene.

Takk til alle medstudenter for en fin tid i Ås. Jeg må også takke venner, kjæreste og familie for støtte og gode ord, spesielt i løpet av dette halvåret.

Hanna Marie Hauge

Ås, juni 2020.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	2
Abstract	4
Forord	6
1. Innledning	10
2. Teori	12
2.1 Plast	12
2.1.1 Polyolefiner	13
2.2 Termoforming	13
2.2.1 Nice-Eco	15
2.2.2 Materialtykkelse	16
2.3 Oksyngjennomgang (OTR)	16
2.4 Modifisert atmosfære	17
2.4.1 CO₂ til MAP og effekter på bakterievekst	17
2.4.2 O₂ og N₂ til MAP	18
2.4.3 MAP av fjærkre	19
2.5 Absorpsjon av CO₂ og forhold mellom gass og produkt (g/ p- forhold)	19
2.6 Aktiv pakking: CO₂ emitter	20
2.7 Holdbarhetstid	22
2.7.1 Fjærkre og holdbarhet	22
2.7.2 Bedervelsesbakterier ved ulike lagrings- atmosfærer	23
2.8 Livsløpsanalyse (Life Cycle Assessment= LCA)	23
3. Materialer og metoder	25
3.1 Emballeringsløsningene	25
3.1.1 Emballeringsløsningene med Nice Eco	25
3.1.2 Emballeringsløsningen med Multipet (referanse)	25
3.1.3 Life Cycle Assessment (LCA)	26
3.2 Forberedelser til pakking og lagringsforsøket	26
3.2.1 Utarbeidelse av kodesystem og skjemaer	26
3.2.2 Målinger av vekt og volum til pakkematerialene	27
3.2.3 G/ p- forhold: beregninger	27
3.2.4 OTR	28
3.3 Lagringsforsøket: praktiske opplysninger	28
3.3.1 Forsøksdesign	28
3.3.2 Pakking	29
3.3.3 Lagring	30
3.4 Lagringsforsøket: analyser	31
3.4.1 Gassmålinger av frivolum	31
3.4.2 Utseendebedømmelser	31

3.4.3	Væsketap	31
3.4.4	Luktsammenligninger	32
3.4.5	Mikrobiologi	33
3.4.5.1	Tillaging av medier	33
3.4.5.2	Prøvepreparering	33
3.4.5.3	Tillaging av 10-folds fortyninger	34
3.4.5.4	Mikrobiologiske analyser	35
3.4.5.5	Overflatespredning på PCA, MRS og STAA	36
3.4.5.6	Innstøping i VRGBA	36
3.4.5.7	Avlesing av skåler	37
3.5	Statistikk	39
4.	Resultater	40
4.1	Temperaturloggere	40
4.2	OTR	40
4.3	Gassmålinger av frivolum	41
4.4	Utseendevurderinger	42
4.5	Væsketap	45
4.6	Luktsammenligninger	47
4.7	Mikrobiologiske analyser	48
4.7.1	Totaltall (TVC)	48
4.7.2	Melkesyrebakterier	50
4.7.3	Brochotrix thermosphacta	51
4.7.4	Enterobacteriaceae	52
4.8	Statistisk analyse: variablenes effekt på responsene	54
4.9	LCA	57
5.	Diskusjon	59
5.1	Oksygenbarriereegenskaper og O ₂ i pakningenes frivolum	59
5.2	CO ₂ i pakningenes frivolum	60
5.3	Væsketap	61
5.4	Mikrobiologi	62
6.	Konklusjon	65
7.	Forslag til videre arbeid	67
8.	Litteraturliste	68
	Vedlegg	70

1. Innledning

Klimaendringer og andre miljøfarer har fått et økende fokus de seneste årene. På bakgrunn av at verden har begynt å forstå alvorlighetsgraden knyttet til disse utfordringene, har det blitt fattet en rekke vedtak både nasjonalt og internasjonalt i tråd med dette. FN's 12. bærekraftsmål "Ansvarlig forbruk og produksjon" omhandler at en må ha et bærekraftig forbruk, samtidig som at det må produseres mer med færre ressurser. Bærekraftig produksjon innebærer å minske ressursbruk, miljøødeleggelse og klimagassutslipp i produksjonen vår (FN-sambandet, (u.å.)). Dette punktet er spesielt rettet mot industrien, som er en stor bidragsyter til utslipp av klimagasser som karbon dioksid (CO₂), metan (CH₄) og nitrogen oksid (N₂O). I 2011 var EU ansvarlig for over 50 % av alle utslipp av klimagasser fra industrien (EU, 2010). Det er derfor spesielt viktig at industrien tar grep, da dette kan utgjøre store kutt i utslipp.

På bakgrunn av dette er det også viktig å ta grep innenfor matindustrien. Her er det bl.a. viktig å gjøre produksjonen mest mulig effektiv kombinert med at alt som produseres utnyttes til det fulle. Matsvinn og materialgjenvinning er derfor viktige nøkkelord i denne sammenhengen.

Emballering er et hjelpemiddel for å minske matsvinnet, da det beskytter maten mot ytre påvirkninger og har en preserverende effekt (A. Emblem, 2012). Selv om produksjonen av emballasje alene har negative miljøeffekter, viser studier at produksjon av mat som ender opp som matsvinn har en større klimabelastning enn produksjon av tilhørende emballasje. En vil derfor oppnå en større klimagevinst ved å redusere matsvinnet, fremfor å redusere emballasjen til denne maten, om dette fører til økt matsvinn. Av den grunn er det viktig og ikke gjøre tiltak som går på bekostning av emballasjens beskyttende egenskaper, for da vil klimaregnskapet gå i minus (*Veikart for sirkulær plastemballasje i Norge, 2019*).

Ved bruk av emballasje må en ta stilling til hele verdikjeden, slik at man ser på hvordan en kan minske miljøpåvirkningene av emballasje i alle ledd. Det er bl.a. viktig at produksjonen av emballasjen er effektiv, at den beskytter produktet tilstrekkelig og at den er designet for en enkel og effektiv materialgjenvinning. Hele 66 % av totalmengden plastemballasje og landbruksplast som ble forbrukt i Norge i 2017 ble ikke materialgjenvunnet. En av grunnene til lav gjenvinningsgrad er at emballasjen ikke er laget med tanke på gjenvinning. I dag blir feilsortering, etiketter, tilgriset emballasje og ulike plastmaterialer en ikke har gode gjenvinningsløsninger for sendt til forbrenning. Laminater er blant materialene en ikke har

gode gjenvinningsløsninger for. Dette kommer av at de er sammensatt av flere forskjellige materialer, som ulike typer plast, papir og aluminium. Om disse materialene skal resirkuleres, må lagene skilles fra hverandre i rene fraksjoner for å kunne brukes videre. Hovedproblemet er at separeringen må gjøres ved kjemisk behandling (pyrolyse). Dette er kostbart, energikrevende og kapasiteten for dette er i dag begrenset (*Veikart for sirkulær plastemballasje i Norge, 2019*).

Økt miljøfokus har bidratt til at nærmere 80 % av all emballasjen som settes på markedet (generelt) i dag er av monomaterialer (*Veikart for sirkulær plastemballasje i Norge, 2019*). Dette er materialer av én ren fraksjon, slik at minimal behandling kreves under resirkuleringsprosessen. I 2017 kom det nye bestemmelser vedrørende emballasje i avfallsforskriften. Noen av bestemmelsene omhandler at produsenter som tilfører markedet mer enn 1 000 kg av én emballasjetype pr. år plikter å være medlem av et returselskap. Medlemskapet vil finansiere innsamling, sortering, materialgjenvinning og annen behandling av brukt emballasje. Bestemmelsene fastsetter også at produsenter må jobbe med avfallsforebygging internt, og innsatsen og resultater må årlig innrapporteres (*Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall, kapittel 7 emballasjeavfall, 2015*). Dette viser at bransjen vil og må ta mer ansvar i forhold til miljøutfordringene vi står overfor.

Denne oppgaven er gjennomført hos Nofima og er tilknyttet innovasjonsprosjektet ReducePack og det strategiske forskningsprogrammet FoodMicro- Pack. ReducePack prosjektet har som mål "å redusere plastforbruk og de miljømessige utfordringene knyttet til plast. Samtidig skal emballasjens funksjon ivaretas: bevare matkvalitet og unngå/ redusere matsvinn" (Nofima, u.å).

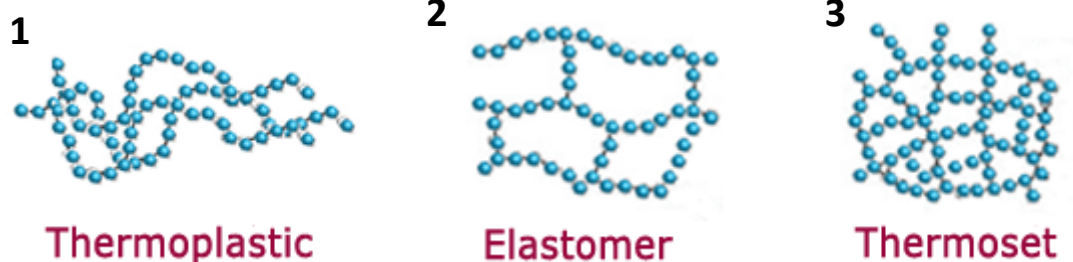
Til kommersiell pakking av kyllingfilet, blir det i dag brukt ikke- resirkulerbare materialer ved termoforming av emballasje til dette formålet. Hensikten med denne oppgaven er å undersøke om det er mulig å erstatte dagens ikke- resirkulerbare materialer (ved termoforming av emballasjen til kommersiell pakking av kyllingfilet) med gjenvinnbare materialer (Nice Eco). Det skal også sees på om det er mulig å redusere materialtykkelsene (Nice Eco xx 12 og Nice Eco xx 17) for å redusere materialforbruket og om det er behov for/ effekt av ulike fyllingsgrad/ forhold mellom gass og produkt (g/ p- forhold), 100 % CO₂ og CO₂ emitter for å oppveie for redusert materialtykkelse.

2. Teori

2.1 Plast

Plast defineres som prosessbare materialer som er basert på polymerer. Polymermolekyler er vanligvis bygd opp av ensartede strukturelle enheter (monomerenheter) som hver stammer fra ett monomermolekyl. Et eksempel på dette er polyvinylklorid som dannes av monomeren vinylklorid ($\text{CH}_2=\text{CHCl}$) og polyetylen av etylen ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$). Polymermolekylene er dermed bygd opp av henholdsvis monomerenhetene $-\text{CH}_2\text{CHCl}-$ og $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ (Helseth, 2020). Forskjeller i den kjemiske sammensetningen av monomerer, i strukturen til polymerkjedene og i de innbyrdes forholdene mellom kjedene bestemmer egenskapene til de ulike polymeriske materialene (plast) (Robertson, 1993).

Plast klassifiseres ut ifra om de er laget av konverterte naturlige produkter eller syntetiske produkter. Igjen kan de klassifiseres i henhold til om deres polymerisering skjedde ved enten kondensasjons- eller addisjonsreaksjon. De kan igjen bli klassifisert ytterligere, i forhold til deres fysiske egenskaper. Denne klassifiseringen er i termoplast, elastomerer eller termosetter. Termoplast er sammensatt av trådliknende molekyler i kjeder som er viklet sammen (1, Figur 1), og har sitt navn fra egenskapene som medfølger denne typen molekylstruktur. Termoplast blir mykere ved økende temperaturer. Dette gjør at de kan formes med varme, og deretter gjøres harde slik at de holder formen ved nedkjøling. De termoplastiske egenskapene kommer av at polymerkjedene kan bevege seg mer uavhengig, og termoplast skiller seg dermed fra elastomerer og termosetter. Elastomerer er bygget opp av nettverk av kovalentbindinger som kryssbinder polymerkjeder (2, Figur 1), mens termosetter er sammensatt av nettverk av primærvalensede molekylstrukturer som er kovalent kryssbundede (3, Figur 1). Disse to gruppene er varmestabile og dermed ikke formbare av varme (Piringer & Baner, 2008).



Figur 1: Illustrasjonsbilde av strukturen til termoplast (1), elastomer (2) og termosetter (3). Kilde: <https://www.adhesiveandglue.com/thermoplastic.html>

Til produsenter som ikke utfører plasticsyntesen selv, leveres termoplast i form av granulater eller pulver. Disse "rå" plastikkmaterialene blir ofte kalt for polymerer, men etter tilsetning av ulike tilsetningsstoffer blir det ferdige produktet referert til som plast (Piringer & Baner, 2008).

I henhold til hva som står skrevet i *Veikart for sirkulær plastemballasje i Norge (2019)*, har returselskapene problemer med å få solgt visse typer gjenvunnet plast, eventuelt blir de solgt til veldig lav pris. Dette er derimot ikke gjeldene for termoplast, da gruppen utgjør 85 % av den totale plastetterspørselen i EU. Det er dermed et stort marked for gjenvunnet termoplast, og derfor er det en fordel å bruke dette alternativet når en skal lage ny emballasje. Høy etterspørsel etter gjenvunnet termoplast gjør at nye materialer av termoplast potensielt forblir i kretsløpet over lenger tid (*Veikart for sirkulær plastemballasje i Norge, 2019*).

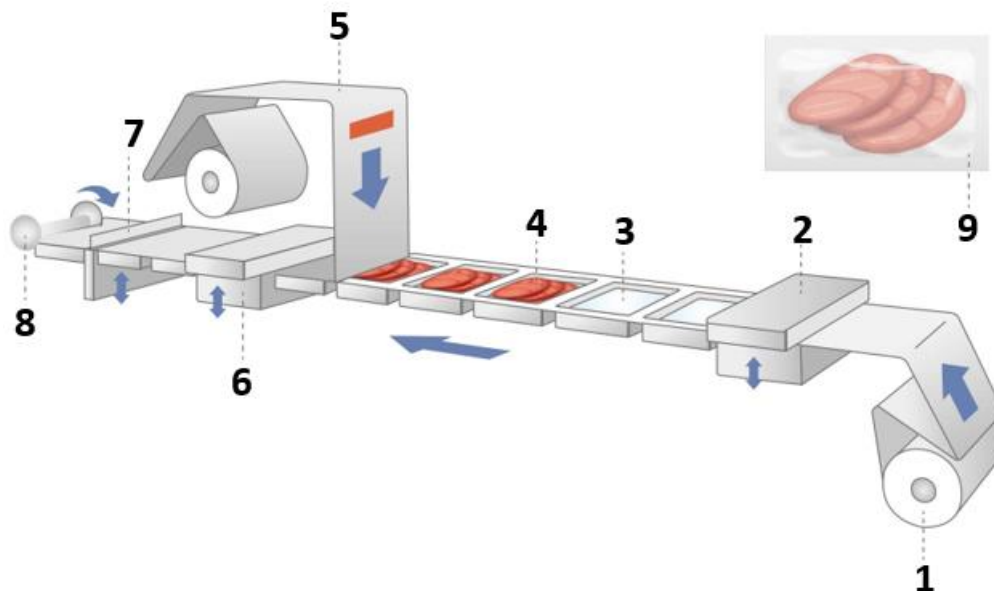
2.1.1 Polyolefiner

Polyolefiner er en viktig klasse innenfor termoplast og inkluderer (low, linear og high density) polyetylen (PE), polypropylen (PP), polybuten og poly(metyl penten) (Robertson, 1993). I følge Tolinski (2015) står PP og PE for over halvparten av etterspørselen etter termoplast i verden, og PE står for nesten 2/3 av alle polyolefiner som brukes. Blant alle områdene polyolefiner kan brukes til, blir de mest brukt som emballasjematerialer. Dette kommer av at de har mange termiske og mekaniske egenskaper som gjør de egnet til dette. De brukes av den grunn ofte til kommersielle applikasjoner som søppelsekker, brødposer, flasker og ulike beholdere. Polyolefiner kan også fabrikeres til for eksempel folie, filmer, plater og rør, for bl.a. videre salg og bearbeiding. Materialene innenfor gruppen polyolefiner er billige og har god resirkuleringsgrad, der PE og PP er de mest resirkulerbare kommersielle polymerene (Chung, 2002).

2.2 Termoforming

Termoforming er en teknikk der termoplastisk folie eller film (avhengig av tykkelse) kan oppvarmes og formes til ulike deler. Teknikken kan brukes til å forme emballasje til bruk i bl.a. næringsmiddelindustrien. Fordelene med teknikken er at den kan lage deler med fleksibel veggtykkelse (0,05-16 mm), den er kosteffektiv og innkjøp av nødvendig utstyr er rimelig. utfordringer med teknikken er at den kan gjøre at veggtykkelsen varierer innad samme produkt og temperaturkontroll er vanskelig (Engelmann, 2012).

En prinsippsskisse for en typisk termoformingsmaskin er illustrert i Figur 2. Dette er en skisse av en "Form-Fill-Seal"- maskin som utfører forming av plastfilm til skåler, fylling og forsegling av pakningene (sveiser skål og overbane) i én sammenhengende prosess. Prosessen starter med at ønsket film spennes fast i et kjedesystem (1). Deretter blir filmen mykgjort ved hjelp av infrarøde varmeelementer, etterfulgt av at filmen suges/ presses ned i en form ved hjelp av vakuu og/ eller trykkluft (2) slik at en får ferdigformede skåler (3). Næringsmiddelproduktet legges så i skålene (4), etterfulgt av at skålene og overbanen føres sammen inn slik at luften i pakningene fjernes og eventuell gassblanding tilsettes (5). Overbanen og skålene blir så sveiset sammen, slik at pakningen forsegles (6). Videre blir pakningene kuttet i lengden (7) og i bredden (8) og blir til enkeltpakninger (9) (PACKSKO, u.å.).



Figur 2: Prinsippsskisse for en typisk termoformingsmaskin som utfører forming, fylling og forsegling i én sammenhengende prosess. Filmen spennes fast (1), plastifiseres og formes (2) til ferdigformede underbaner (3). Produktet plasseres i underbanen (4), underbanen og overbanen føres inn (5), luften suges ut og eventuell gassblanding tilsettes før over- og underbanen sveises sammen (6). Pakningene kuttet i lengden (7), bredden (8) og blir til enkeltpakninger (9). Kilde: <http://www.packsko.com/our-products/about-thermoforming-vacuum-packaging/>

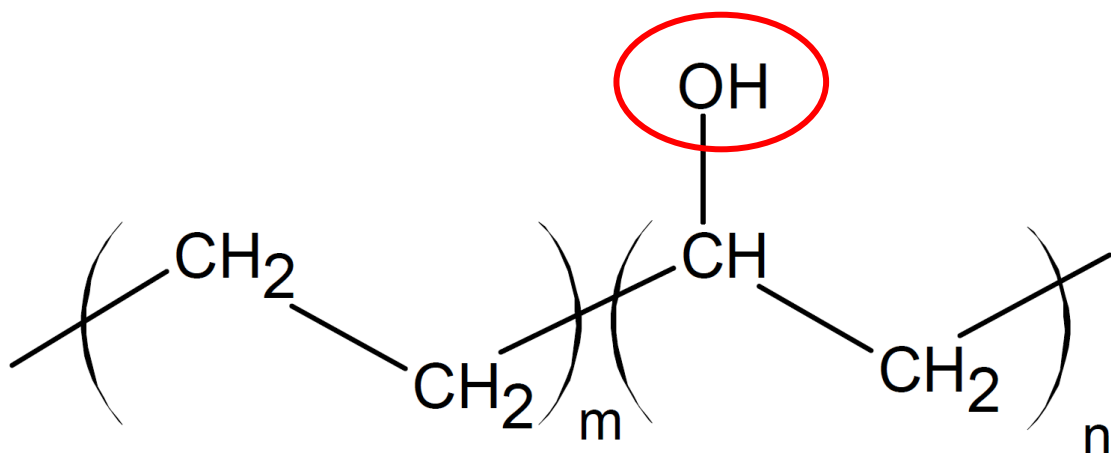
Hovedutfordringen ved termoforming er at materialet som termoformes blir strukket og dermed tynnere. Studier av Buntinx et al. (2014) har vist at hjørnene til termoformet emballasje er spesielt utsatt for å bli strekt for mye. Om materialer blir for tynne, kan det resultere i reduksjon i barriereegenskaper (Robertson, 1993), og kan dermed ha innvirkninger på bl.a. materialers oksygenbarriere (OTR).

2.2.1 Nice-Eco

Nice Eco (Wipak, Walsrode, Tyskland) er et termoformbart materiale og består av polyolefinene polyetylen (PE) og polypropylen (PP), i tillegg til etyl vinyl alkohol (EVOH). EVOH er ikke et polyolefin, men fordi laget er tynt og det er det eneste tilsetningsstoffet i blandingen vil resirkuleringsprosessen av Nice Eco fortsatt være effektiv (Mepex Consult AS *Basic Facts Report on Design for Plastic Packaging Recyclability* 2017). Dette gjør Nice Eco til et resirkulerbart materiale.

EVOH brukes i Nice Eco som et tynt barrieresjikt, og materialets oppbygging er illustrert i Figur 3. Laget er vanligvis 1-2 % av total materialmengde, og brukes for sine gode oksygenbarriereegenskaper (Zhang et al., 1998).

I Nice Eco er laget med EVOH mellom lagene med PP og PE fordi effekten av vann er plastifiserende på EVOH. Både PP og PE er hydrofobe og blir ikke påvirket av fuktighet. Det er hydroksylgruppen (-OH-) (markert med rød ring i Figur 3) i EVOH som er ansvarlig for materialets gode oksygenbarriere, men denne gruppen er også polar og grunnen til at EVOH er sensitiv mot fuktighet (hygroskopisk). Dette kommer av at når EVOH er i kontakt med fuktighet, dannes det bindinger mellom vannmolekyler og hydroksylgruppen. På bakgrunn av at vannmolekyler er små, blir de derfor lett inkorporert i EVOH sin struktur når de er bundet til hydroksylgruppen og resulterer i plastifiseringen (Mokwena & Tang, 2012). En må derfor forsikre seg om at Nice Eco ikke blir strukket for mye ved termoforming ved å bruke en passende trekkdybde, slik at laget med EVOH ikke blir eksponert for omgivelsene.



Figur 3: Illustrasjon av oppbygningen til EVOH, med rød ring som markerer hydroksylgruppen (-OH-) i EVOH. Kilde: polymerdatabase.com/Polymer%20Brands/EVOH.html

2.2.2 Materialtykkelse

Materialer av med ulike tykkelser kan formes ved termoforming. Å bruke materialer som har lav materialtykkelse, kan være et tiltak for å minske miljøpåvirkningene av emballasje. Dette kommer av at lavere materialtykkelse gjør at mindre råmateriale kreves pr. enhet. Tynnere materialer vil være mer fleksible enn tykkere materialer, og om dette brukes som emballasje til næringsmidler kan de emballerte produktene blir mindre beskyttet. Dette kommer av at mer fleksible materialer er mindre motstandsdyktige mot støt og press (Lange & Wyser, 2003).

2.3 Oksyngjennomgang (OTR)

Materialers OTR kan benevnes som $\text{ml O}_2 / (\text{pkn} \times \text{døgn})$, og sier noe om hvor mye O_2 som penetrerer materialet i løpet av ét døgn. OTR bestemmes av oksygenmolekylenes vandring gjennom polymerkjedene, der bl.a. polymerkjedenes oppbygging bestemmer hastigheten (Eie, 2005).

OTR øker med stigende temperaturer. Oksygen (O_2)-molekylene er avhengig av at polymerkjedene danner passasjer for at de kan bevege seg gjennom plasten. Ved økte temperaturer, øker kjedeledenes termiske energi og disse passasjene dannes fortere. I tillegg svekkes kreftene mellom kjedene slik at passasjene lettere dannes. Dette kan ikke skje i krystallinske områder (Eie, 2005).

Andre forhold som kan påvirke OTR er fuktighet. Om et materiale er hydrofilt (som for eksempel EVOH), vil det absorbere vann og gassbarriereegenskapene vil da bli påvirket i negativ retning (Robertson, 1993). Materialtykkelsen påvirker også OTR, i form av at OTR øker ved lavere materialtykkelse (Eie, 2005).

Dette er blant faktorene som spiller inn på materialers OTR. OTR vil igjen påvirke næringsmidler, da andel O_2 i næringsmidlers frivolum/ omgivelser kan ha innvirkninger på holdbarheten (A. Emblem, 2012). Mer O_2 rundt et næringsmiddel, vil øke vekst av aerobe mikroorganismer. I for eksempel fjærkre ønsker en å minske/ hindre tilgang til O_2 for å begrense bakterievekst (M. R. Adams, 2008), og derfor er en opptatt av at emballasjematerialer til fjærkre skal ha lav OTR.

2.4 Modifisert atmosfære

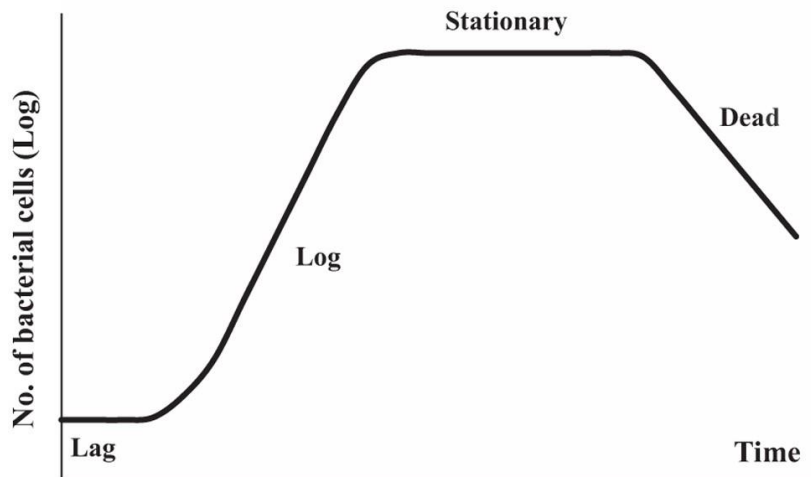
Allerede på begynnelsen av 1800-tallet var det bevissthet rundt at mat i kontakt med O₂ skapte forråtnelse, og at reduksjon av denne kontakten ville ha en preserverende effekt. Dette er noe av bakgrunnen til at modifisert atmosfære brukes i stor grad i næringsmiddelindustrien i dag (M. R. Adams, 2008).

Modifisering av atmosfæren kan deles inn i 3 grupper: vakuumpakking, modifisert atmosfære pakking (MAP)/ gass- pakking og kontrollert atmosfære pakking (CAP). Vakuumpakking går ut på at produktet plasseres i en pakning hvor all luft suges ut etterfulgt av forsegling av pakningen. Ved CAP blir forholdene rundt produktet holdt konstant gjennom hele lagringstiden. MAP skiller seg fra CAP ved at forholdene i pakningen vil forandre seg gjennom lagringstiden. Ved MAP blir luften i pakningen med produktet sugd ut og erstattet med en bestemt gassblanding. De vanligste gassene som brukes til MAP er CO₂, O₂ og N₂. Valg av gassblanding gjøres på bakgrunn av hvilket produkt som skal pakkes. En må også ta hensyn til hvilke forandringer som kan skje under lagringstiden for å bevare produktets kvalitet så godt som mulig over tid (M. R. Adams, 2008).

2.4.1 CO₂ til MAP og effekter på bakterievekst

CO₂ brukes ved MAP på bakgrunn av dens inhiberende effekt på ulike mikroorganismer (Robertson, 2010). Studier av bl.a. Holck et al. (2014) og Kennedy et al. (2005) har vist at pakking 100 % CO₂ i frivolumet har størst bakteriehemmende effekt, sammenlignet med pakking med mindre andeler CO₂ i pakningers frivolum. CO₂ har varierende virkning på ulike mikroorganismer. Gassen virker effektivt på mugg, gjærarter og gram- negative bakterier. Gram- positive bakterier hemmes i liten grad av CO₂ (Eie, 2005).

Alle mekanismene bak CO₂'s inhiberende effekt på mikroorganismer er ikke helt klare. Noe av det som er kjent er at dersom CO₂ er i kontakt med produktet før fordervelsesbakteriene begynner å vokse, vil gassen forlenge mikroorganismenes lag fase og senke vekstraten i log fasen (Farber, 1991). En illustrasjon av mikroorganismers vekstkurve vises i Figur 4. En ser her at log fasen vanligvis er fasen hvor flest bakterieceller dannes, slik at hemming av vekstraten i denne fasen er effektivt.



Figur 4: Mikroorganismers vekstkurve med ulike vekstfaser (lag-, log-, stasjonær- og dødsfase). Målt i antall bakterieceller som dannes (log) (y-aksen) pr. tid (x-aksen). Kilde: <https://www.nature.com/articles/srep15159>

Andre mekanismer som bl.a. bidrar til CO₂'s inhiberende effekt er penetrering av bakteriers membran slik at det oppstår intracellulære pH forandringer i bakteriene. I tillegg gjør CO₂ at enzymer inhiberes eller reduserer reaksjonshastigheten (T. Ohlsson, 2002).

CO₂ er høyt løselig i vann og fett, og er dermed løselig i kjøtt. Løseligheten av CO₂ i produktet øker med lavere temperaturer og høyere trykk rundt produktet, noe som vil øke gassens inhiberende effekt da mer CO₂ løses i produktet. Studier har vist at CO₂'s løselighet kan påvirke produktets vannholdingskapasitet, noe som kan føre til økt væsketap fra produkter som pakkes med CO₂ (T. Ohlsson, 2002).

2.4.2 O₂ og N₂ til MAP

Som nevnt, er også O₂ og N₂ vanlig å bruke ved MAP. En ønsker vanligvis å redusere tilgangen til O₂ for å hindre oksidasjon og for å hemme vekst av aerobe mikroorganismer i produktet (Yildirim et al., 2018). Ved MAP brukes likevel O₂ til for eksempel pakking av rødt kjøtt, der nærvær av O₂ gir kjøttet en frisk, rød farge på bakgrunn av at O₂ bindes til fargestoffet myoglobin. O₂ har også blitt brukt i atmosfæren til mager fisk for å redusere væsketap og fargeforandringer, samt i atmosfæren til respirerende produkter for å forhindre anaerob respirasjon. Opprinnelig ble O₂ til MAP brukt for å redusere risikoen for vekst av anaerobe patogene bakterier som *Clostridium botulinum*, men studier har vist at verken fravær eller tilstedeværelse av O₂ vil forhindre vekst av *C. botulinum* (T. Ohlsson, 2002).

N₂ er en inert og smakløs gass som vanligvis brukes i MAP som fyllgass, på bakgrunn av sin lave løselighet i vann og fett. N₂ blir på bakgrunn av dette ofte tilsatt for å unngå at pakninger

med næringsmidler og gasser som absorberes i produktet, ikke skal kollapse. N₂ kan også brukes for å erstatte O₂ i pakninger med O₂- sensitive produkter, slik at veksten til aerobe mikroorganismer inhiberes (T. Ohlsson, 2002).

2.4.3 MAP av fjærkre

Kommersiell MAP av fjærkre blir i Norge tilsatt en gassblanding av 50- 70 % CO₂ og 50- 30 % N₂. Ved lagring ved 0- 4°C skal produktet ha en holdbarhet på ca. 19 dager (Holck et al., 2014).

2.5 Absorpsjon av CO₂ og forhold mellom gass og produkt (g/ p- forhold)

Som tidligere nevnt, er CO₂ høyt løselig i kjøtt (dens vann- og fettfase). Løseligheten til CO₂- gass følger Henrys' Law. Denne sier at konsentrasjonen til oppløst gass er direkte proporsjonalt med partialtrykket til gassen over løsningen, altså vann- og fettfasen (Vallero, 2016). Partialtrykk er det trykket som en enkelt gass i en gassblanding utgjør i et gitt volum. Dette volumet kan bestå av flere gasser, og summen av trykket for hver enkelt gass er totalt gasstrykk. Partialtrykket for én enkelt gass beregnes ut ifra hvor stor andel av totaltrykket denne ene gassen utgjør (Hauge, 2020). Ut ifra Henrys' Law kan en for eksempel si at jo høyere andel av gassblandingen som utgjøres av CO₂, jo mer CO₂ vil løses i løsningen.

CO₂ sin løselighet i kjøtt gjør at det er en utfordring å bruke denne gassen til MAP, fordi etter hvert som CO₂- gass løses i kjøttet vil frivolumet i pakningen reduseres. Om denne reduksjonen i frivolumet er for høy, vil pakningene kollapse fordi det ikke er nok gass rundt produktet som kan holde pakningen oppe. 100 % CO₂ i pakningers frivolum er mest effektiv for bakteriehemming (sammenlignet med mindre andeler CO₂ i pakningers frivolum), men på bakgrunn av dette utfordrende.

CO₂ løses i kjøtt helt frem til likevekt nås, slik at konsentrasjonen av CO₂ i pakningenes frivolum synker helt frem til dette. Både for å unngå pakningskollaps og for å få best mulig bakteriehemmende effekt ønsker en derfor at det er høyest mulig konsentrasjon av CO₂- molekyler i pakningene. Ved å øke g/ p- forholdet og altså senke fyllingsgraden, kan en muliggjøre å ha mer CO₂- gass tilgjengelig i pakningenes frivolum ved likevekt. Ved mer CO₂- gass tilgjengelig i frivolumet, er det altså flere CO₂- molekyler tilgjengelig. Dette kan i teorien ha en viss positiv effekt i forbindelse med mikrobiologi, men dette er ikke optimalt i et miljøperspektiv. Ved å øke g/ p- forholdet senkes fyllingsgraden i pakningene, pakningsvolumene må økes og en får dårligere transporteffektivitet (Yildirim et al., 2018).

Det kan også være utfordrende å pakke med CO₂ i pakningers frivolum, da dette kan føre til økt væsketap fra produktet. Det kan være flere grunner til dette, bl.a. som tidligere nevnt at vannholdingskapasiteten til produkter kan reduseres når CO₂ absorberes i kjøttet. Det er gjort mange studier på hvorfor CO₂ kan ha en effekt på væsketapet til kjøtt, og dette er bl.a. skrevet om i en reviewartikkel av Jakobsen og Bertelsen (2002). I artikkelen skrives det bl.a. om at funn i tidligere studier har gitt indikasjoner om at økt væsketap skyldes at CO₂ fra frivolumet bandt seg til ulike proteiner i kjøtt og dermed senket deres evne til å holde på væsken. I artikkelen skrives det også andre ting som kan ha innvirkning på væsketapet, som bl.a. at væsketap kan forekomme om pH reduseres i kjøttet som følge av CO₂- absorpsjon. Senkning i pH kan skje som følge av at melkesyrebakterier kan produsere melkesyre gjennom lagringstiden og fordi CO₂ reagerer med vann og danner karbonsyre (Holck et al., 2014).

Økt væsketap kan også oppstå i pakninger med CO₂ i frivolumet, om pakningene kollapser under lagringstiden som følge av for lite gass i pakningens frivolum. I pakninger med 100 % CO₂ er det for eksempel ikke N₂ i pakningens frivolum som kan bidra som fyllgass når CO₂- gass absorberes i kjøttet. Dette øker sjansene for pakningskollaps og dermed økt press mot produktet i pakningen. Materialstivhet kan også ha innvirkninger på væsketapet. Denne stivheten kommer igjen an på bl.a. materialenes tykkelse, da tynnere materialer er mer fleksible enn tykkere materialer. Mer fleksible materialer vil ha mindre motstandsdyktighet mot pakningskollaps/ volumsammentrekning, sammenlignet med mer rigide (og dermed tykkere) materialer. Tykkere og dermed semi- faste materialer vil være mer resistent mot dette (Rotabakk et al., 2006).

Pakningskollaps og høyt væsketap kan føre til økonomiske tap, slik at en er opptatt av å forhindre dette. Studier har vist at pakking med 100 % CO₂ kan muliggjøres uten at dette fører til økt drypptap, ved å tilsette CO₂ emitter til pakningene (Holck et al., 2014).

2.6 Aktiv pakking: CO₂ emitter

Aktiv pakking er en innovativ tilnærming til å opprettholde eller forlenge holdbarheten til produkter, samtidig som at kvalitet og mattryggheten bevares (Yildirim et al., 2018). Europa kommisjonen definerer aktiv pakking i European regulations nr. 450/ 2009 som: "Aktiv pakking består av emballasjesystemer som samhandler med maten på en slik måte at de bevisst kan inkorporerer komponenter som vil frigjøre eller absorbere stoffer i eller fra den pakningsaldrede maten eller miljøet som omgir maten" (European Comission, 2009).

Aktive pakkesystemer kan deles inn i aktive absorberings-/ fjerningssystemer (absorbere) og aktive frigjøringsystemer (emittere). Absorbere fjerner uønskede komponenter fra maten eller dens omgivelser, som for eksempel fuktighet, CO₂, O₂ eller lukt. Emittere tilsetter/ frigjør komponenter til maten eller til dens frivolum. Dette kan være komponenter som CO₂, antimikrobielle komponenter, antioksidanter og etylen (Yildirim et al., 2018).

Ved MAP av kjøtt hvor det brukes en viss andel CO₂ i pakningers frivolum, kan CO₂ emittere brukes fordi de kan kompensere for absorbert CO₂ i næringsmidlet. Dette kan forhindre negativt trykk i MAP- pakningene som kan føre til deformasjon av pakninger (Yildirim et al., 2018). Studier av Holck et al. (2014) har vist at pakninger med kyllingfilet som har 100 % CO₂ i frivolumet, har hatt god effekt av å få tilsatt CO₂ emitter. Resultatene viste at CO₂- emitter forhindret forhøyede væsketap fra det emballerte produktet (sammenlignet med kyllingfilet i pakninger med 0, 30, 60 og 100 % CO₂ i frivolumet, uten CO₂ emitter).

Som tidligere nevnt, kan økt g/ p- forhold være hensiktsmessig fordi en får dermed flere CO₂- molekyler i pakningers frivolum, som igjen kan være gunstig for å hemme bakterievekst ytterligere. Det er i midlertidig utfordringer med dette i et miljøperspektiv. I en studie av Hansen et al. (2009b) ble det sammenlignet bakterievekst i pakninger med laks, hvor pakninger ble pakket med 60 % CO₂/ 40 % N₂ (i tillegg til en gruppe hvor det ble brukt vakuum). I den ene gruppen hadde pakningene g/ p- forhold 1 (lav) og var tilsatt CO₂ emitter, mens i den andre gruppen hadde pakningene g/ p- forhold 3 (høy) og var ikke tilsatt CO₂ emitter (med 60 % CO₂/ 40 % N₂ i de to nevnte gruppene). Resultatene viste at blant de testede gruppene med gassammensetning 60 % CO₂/ 40 % N₂, hadde pakningene med lavt g/ p- forhold og CO₂ emitter samme preserverende effekt på kvaliteten som ved pakking med høyt g/ p- forhold (og ingen tilsatt CO₂ emitter). Det var også ingen signifikant forskjell i væsketapet innad pakningene med 60 % CO₂/ 40 % N₂. Dette er eksempel på at å bruke CO₂ emittere ved MAP av kjøtt, gjør det mulig å øke fyllingsgraden og redusere pakningsstørrelsen uten at dette fører til økt væsketap og dårligere mikrobiologisk tilstand i kjøttet. Flere fordeler med å bruke CO₂ emittere til ulike næringsmidler og ved ulike gassammensetninger er presentert i en review artikkel av Yildirim et al. (2018).

CO₂ emittere til bruk i pakninger med kjøtt finnes ofte i form av en pose eller en pad. Denne skal plasseres under produktet, og utover i lagringstiden vil denne absorbere avgitt væske. Væsken fra kjøttprodukter vil inneholde vann med sarkoplastiske proteiner, og natrium

bikarbonat (NaHCO_3) og sitronsyre fra CO_2 emitteren vil så løses i dette vannet. Sitronsyren skaper et surt miljø og det dannes udisosiert karbonsyre. Dette vil videre endre likevekten mot vann og CO_2 -dannelse (Yildirim et al., 2018).

Utviklingen av CO_2 -gass i frivolumet er avhengig av CO_2 emitterens kapasitet. Denne blir igjen påvirket av mengden NaHCO_3 og sitronsyre som finnes i CO_2 emitteren. Før en skal pakke et produkt som trenger tilstedeværelse av CO_2 emitter, er en avhengig av å vite hvilken kapasitet som er nødvendig. Dette er for å sikre at nok gass produseres i løpet av lagringstiden eller at det ikke skal produseres for mye CO_2 i løpet av lagringstiden. Et eksempel på et studie der CO_2 emitterene ikke hadde optimal kapasitet, er det samme studiet som nevnt tidligere av Hansen et al. (2009b). Laksefileter ble pakket i 60 % CO_2 / 40 % N_2 og med CO_2 emitter, og etter 15 dager oversteg andel CO_2 i frivolumet 65 % og resulterte i at overbanen begynte å bule utover. Videre produksjonen av CO_2 fortsatte gjennom resten av lagringstiden (til 25 dagers lagring)

I en studie av Hansen et al. (2009a) har det blitt forsøkt å etablere en metode for å beregne optimal kapasitet for CO_2 emitter til MA pakking av laks. Det ble kommet frem til at flere forhold som andel CO_2 i gassblandingen, massen til fisken, overflaten til fisken, g/ p- forholdet og skålvolum måtte tas hensyn til for å finne optimal kapasitet. Det ble også funnet en regresjonskoeffisient, og ved å sammenfatte alt dette ble det kommet frem til en regresjonsmodell. Ved å legge inn forholdene som nevnt, kan formelen angi hvilken masse en CO_2 emitter må ha for å ha optimal kapasitet. Forholdet mellom NaHCO_3 og sitronsyre i CO_2 emitteren var 0,78 per. gram NaHCO_3 i det nevnte forsøket.

2.7 Holdbarhetstid

Kvaliteten til de fleste næringsmidler reduseres ved økt lagringstid, og tiden fra produksjon til produktet oppnår uakseptabel kvalitet defineres som produktets holdbarhetstid (holdbarhet) (Robertson, 2010). Det er spesielt ønskelig at produkter som i utgangspunktet har relativt kort holdbarhet (opptil 3- 4 uker), skal ha så lang holdbarhet som mulig. I et miljøperspektiv, er det også ønskelig å forlenge holdbarheten til denne typen produkter for å redusere matsvinn. Holdbarheten påvirkes av mange faktorer, og en av dem er produktets mikrobiologiske tilstand.

2.7.1 Fjærkre og holdbarhet

Rå fjærkre er lett bedervelig på bakgrunn av sin høye pH (5,7-6,7), og er dermed ekstra utsatt for vekst av mikroorganismer under lagring. Holdbarheten til fjærkre påvirkes av faktorer som

andel iboende psykotrofe bedervelsesorganismer, lagringstemperatur, muskel pH, type kjøtt, pakkemateriale og gass i omgivelsene. Når fjærkres holdbarhetstid har utløpt, sier en at produktet er bedervet. Dette defineres som når utseendet, lukten og/ eller smaken er negativt påvirket av fordervelsesbakterier (Robertson, 2010). Det er som sagt, mange forhold avgjør når holdbarhetstiden utløper/ når produktet er bedervet, og derfor kan en ikke fastsette en grense for når dette skjer. Det sies likevel at kjøtt får en ulukt når ca. 10^7 cfu/ cm^{-2} finnes på kjøttets overflate (Holck et al., 2014), men dette er bare veiledende.

2.7.2 Bedervelsesbakterier ved ulike lagrings- atmosfærer

Luft består av 78 % nitrogen (N_2), 21 % O_2 , 0,03 % CO_2 og 0,97 % edelgasser (Eie, 2005).

Ferskt kjøtt som lagres i luft (ved aerobe forhold) vil vanligvis utvikle en bakterieflora som domineres av arter av slekten *Pseudomonas*. Dette er bakterier som er obligat aerobe, og de trenger derfor O_2 for å leve og formere seg (Robertson, 2010).

I kjøtt med normal pH (mellom 5,4 og 5,8) som lagres ved anaerobe forhold (fravær av O_2), vil bakteriefloraen vanligvis domineres av melkesyrebakterier. Dette er en gruppe mikroorganismer som kjennetegnes ved at de er gram- positive og at de fleste er aerotolerante anaerobe. De metabolske bi- produktene fra melkesyrebakteriene har liten sensorisk innvirkning på kjøttet frem til maksimale bakterietall nås (ca. 10^8 cfu/ cm^{-2}) (Robertson, 2010).

Kjøtt med $\text{pH} > 5,8$ som lagres ved anaerobe forhold er også utsatt for de fakultativt anaerobe mikroorganismene *Brochothrix thermosphacta* (gram- negative) og psykotrofe *Enterobacteriaceae* (gram- positive). Disse har høyt bedervelsespotensiale, og kan gi kjøttet ubehagelig lukt og smak ved høye bakterietall (Robertson, 2010).

2.8 Livsløpsanalyse (Life Cycle Assessment= LCA)

LCA er et metodologisk rammeverk for å estimere og vurdere miljøpåvirkningene som kan tilskrives livssyklusen til et spesifikt produkt fra utvinning til gjenvinning. Analysen tar hensyn til de direkte miljøpåvirkningene som kommer av utslipp i forbindelse med ulike faser i produktets livssyklus, slik som utvinning av råmaterialer, material produksjon, distribusjon, bruk og resirkulering. Andre miljøpåvirkninger som bl.a. klimaforandringer, stratosfærisk ozonnedbrytning, troposfærisk ozondannelse (smog), overgjødning, forsuring, uttømming av ressurser, vannbruk, arealbruk og støy blir også tatt med i beregningene (Rebitzer et al., 2004).

Summen av miljøpåvirkningene som skyldes livsløpet til ett produkt blir gitt som en verdi. I forbindelse med global oppvarming, er det vanlig å karakterisere alle utslipp relatert i CO₂, slik at resultatet presenteres i CO₂ ekvivalenter. CO₂ har en verdi på 1, mens for eksempel metan har en verdi på 25 og betyr at metan bidrar potensielt til 25 ganger mer global klimaendring sammenlignet med CO₂ (K. A. Lyng et al., 2014). Ved å gjøre LCA for ulike produkter, får disse hver sine sammenlignbare verdier, slik at en kan ta bevisste valg for å bruke produkter med de laveste miljøpåvirkningene.

3. Materialer og metoder

3.1 Emballeringsløsningene

3.1.1 Emballeringsløsningene med Nice Eco

Nice Eco (Wipak, Walsrode, Tyskland) ble brukt til underbanene (skålene), og besto av PP/EVOH/ PE. Materialene Nice Eco xx 12 og Nice Eco xx 17 brukt, med materialtykkelsene 170 μm og 300 μm . Nice Eco xx 12 ble trekt 40 mm, mens Nice Eco xx 17 ble trekt 50 mm. Biaxop 70 XX PEEL (BOPP// PE XX PEEL) (Wipak, Nastola, Finland) ble brukt som overbane til skålene med Nice Eco.

Pakningene med Nice Eco xx 12 og Nice Eco xx 17 ble MAP- pakket med pakkegasskombinasjoner med 60 % CO_2 / 40 % N_2 og 100 % CO_2 . Pakningene med 100 % CO_2 , fikk tilsatt CO_2 emittere (McAirlaid's, Berlingerode, Tyskland). Det ble tilsatt 2 CO_2 emittere i én pakke for å få produsert CO_2 (240 ml gass) under lagringstiden (oppgitt av McAirlaid's pr. e- mail). Det ble benyttet g/ p- forhold 1 og 1,5 i pakningene. Oversikten over emballeringsløsningene med Nice Eco er presentert i Tabell 1.

3.1.2 Emballeringsløsningen med Multipet (referanse)

Referansematerialet besto av underbane (skålene) Multipet 550 (Wipak, Nastola, Finland). Disse hadde en materialtykkelse på 540 μm og er laget av APET/PE. Materialet til underbanen ble trekt 40 mm. Overbanen som ble brukt til referansematerialet var Biaxer XX 65 FP AFM (BOPET// PE XX AFM) (Wipak, Nastola, Finland).

Referansen ble MAP-pakket med 60 % CO_2 / 40 % N_2 og g/ p- forhold 1 ble benyttet. Oversikt over emballeringsløsningen av Multipet er presentert i Tabell 1.

Tabell 1 viser en oversikt over de 7 emballeringsløsningene med ulike kombinasjoner av underbaner, overbaner, gassammensetninger, pakkemetoder og g/ p forhold som ble brukt i lagringsforsøket.

Tabell 1: Oversikt over de 7 ulike emballeringsløsningene med kombinasjoner av underbaner (produkt navn, materiale, tykkelse og trekkdybde), overbaner (produkt navn og materiale), gassammensetning, pakkemetode og g/ p- forhold som ble brukt i lagringsforsøket.

Emballerings- løsning (nr.):	Produkt navn (underbane):	Materiale, tykkelse og trekkdybde (underbane):	Produkt navn og materiale (overbane):	Gassammen- setning:	Pakke- metode:	g/ p- forhold:
1	Nice Eco xx	PP/PE/EVOH,	Biaxop 70 XX	60 % / 40 % -	MAP	1
2	12	170 µm,	PEEL,	CO ₂ / N ₂		1,5
3		40 mm	BOPP// PE XX PEEL	100 % CO ₂	MAP+ CO ₂ emitter	1
4	Nice Eco xx	PP/PE/EVOH,		60 % / 40 % -	MAP	1
5	17	300 µm,		CO ₂ / N ₂		1,5
6		50 mm		100 % CO ₂	MAP+ CO ₂ emitter	1
7	Multipet 550	APET/PE, 540 µm, 40 mm	Biaxer XX 65 FP AFM, BOPET// PE XX AFM	60 % / 40 % - CO ₂ / N ₂	MAP	1

Materialene (over- og underbane) emballeringsløsning nr. 1-3 er sammensatt av blir heretter bare kalt for Nice Eco xx 12, nr. 4-6 blir heretter kalt for Nice Eco xx 17 og nr. 7 blir heretter kalt for referansen.

3.1.3 Life Cycle Assessment (LCA)

Informasjon om vekten til materialene (over- og underbanene) som ble brukt i lagringsforsøket ble funnet (3.2.2) og sendt til Østfoldforskning. Simon Saxegård som jobber i Østfoldforskning utførte så LCA på materialene, for å finne materialenes miljøpåvirkning gitt i CO₂ ekvivalenter pr. pakning (underbane med tilhørende overbane sammenlagt).

3.2 Forberedelser til pakking og lagringsforsøket

3.2.1 Utarbeidelse av kodesystem og skjemaer

På bakgrunn av det store forsøksoppsettet, var det behov for å lage et kodesystem slik at én kode symboliserte én kombinasjon av uttaksdag, emballeringsløsning og parallell.

Videre måtte utførelsen av pakkeforsøket planlegges, etterfulgt av at de nødvendige skjemaene måtte utarbeides. Dette var skjemaer for OTR, væsketap, utseendevurderinger, luktsammenligninger og de mikrobiologiske analysene.

3.2.2 Målinger av vekt og volum til pakkematerialene

Det ble gjort målinger av vekten til pakkematerialet (over- og underbane), for å utføre LCA-analyse på pakkematerialene (3.1.3). Verdiene er basert på gjennomsnittet til 6 paralleller, og presenteres i Tabell 2.

Volummålingene ble utført ved å fylle maksimal mengde vann i underbanene, for og deretter finne dette vannets volum (ml). Verdiene er basert på gjennomsnittet til 6 paralleller, og presenteres i Tabell 2.

3.2.3 G/ p- forhold: beregninger

Volumet til underbanene (funnet i 3.2.2), ble brukt til å beregne produktmengden som måtte tilsettes for å oppnå ulike g/ p- forhold i de ulike pakningene. Beregnet produktmengde presentert i Tabell 2 (regneeksempel for hvordan produktmengdene ble kommet frem til ligger i Vedlegg 7).

Tabell 2 viser en oversikt over produktnavnene til pakkematerialene, vekt og volum til underbanen og vekten til overbanene, samt beregnet produktvekt (g) for å oppnå ulike g/ p- forhold.

Tabell 2: Oversikt over underbanenes produktnavn, vekt (g) og volum (ml), samt overbanenes produktnavn og vekt (g). Tabellen viser også utregnet produktvekt (g) for å oppnå ulike g/ p- forhold i de ulike pakningene.

Underbaner:	<i>Produktnavn:</i>	Nice Eco xx 12	Nice Eco xx 17	Multipet 550 (Ref.)		
	<i>Vekt (g):</i>	1,86	8,38	20,63		
	<i>Volum (ml):</i>	993,00	1095,00	993,00		
Overbaner:	<i>Produktnavn:</i>	Biaxop 70 XX PEEL			Biaxer 65 XX FP	
	<i>Vekt (g):</i>	1,95			2,00	
	<i>G/ p- forhold:</i>	1	1,5	1	1,5	1
	<i>Produktvekt (g):</i>	546,15	364,10	602,25	401,5	546,15

3.2.4 OTR

Måling av pakningenes (underbane med tilhørende overbane) OTR ble gjort i henhold til Ambient Oxygen Ingress Rate (AOIR)- metoden (Larsen et al., 2000).

Alle underbanematerialene ble termoformet og satt sammen med tilhørende overbane (i henholdt til Tabell 1). Pakningene ble så fylt med 100 % N₂. Det ble laget 10 paralleller for hver pakning med ulikt underbanemateriale, og halvparten av disse ble fylt med 5 ml vann ved hjelp av en sprøyte med nål (100 % RH i pakningene). Nålen ble stukket gjennom septa (utskjært sirkel av gummi) som ble festet til pakningene for å hindre lekkasje av gass etter penetrasjon av nålen. Vann ble tilsatt pakningene for å se om materialenes oksyngjennomgang ble påvirket av fuktighet gjennom lagringstiden.

Alle pakningene ble så lagret ved 4°C, og første gassmåling ble gjort 18-24 timer etter pakking for at temperaturen skulle stabilisere seg. Målingene ble utført ved å bruke en O₂- og CO₂-måler (CheckMate 2, PBI Dansensor, Danmark), som målte gassene i prosent ved å suge til seg 3 ml gass fra pakningenes frivolum via en nål som ble stukket gjennom septa. Det ble gjort 2 målinger med 5 dagers mellomrom mens pakkene ble lagret ved 4°C. Etter dette ble pakkene overført til et rom som hadde 23°C, og første gassmåling ble gjort etter 18-24 timer. Det ble gjort 2 målinger med 5 dagers mellomrom ved disse betingelsene. Måletidspunkt og måldata i % ble notert.

Beregninger av OTR ved AOIR- metoden ble gjort slik det beskrives av (Larsen et al., 2000), og resultatene ble oppgitt som $[ml O_2 / (pkn \times d\ddot{o}gn)]$.

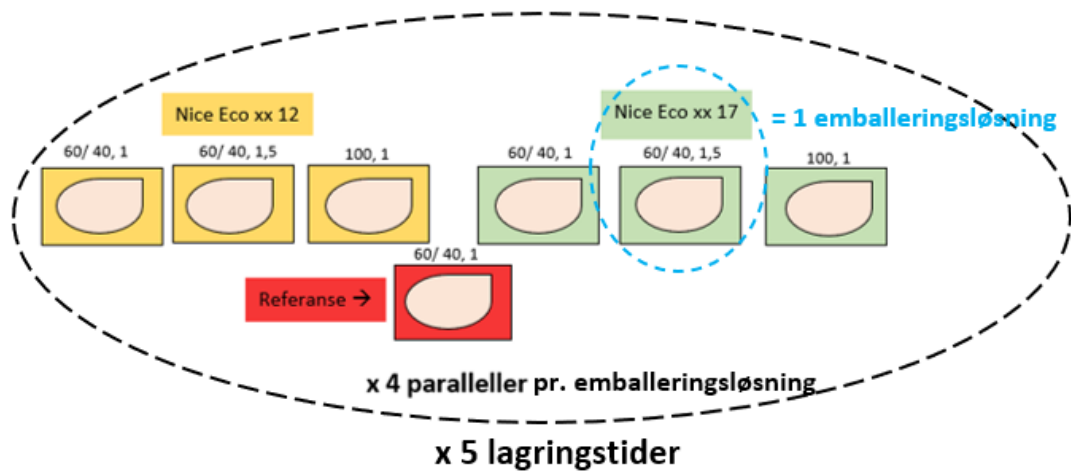
3.3 Lagringsforsøket: praktiske opplysninger

3.3.1 Forsøksdesign

Kvaliteten til kyllingfilet som ble lagret i 7 ulike emballeringsløsninger (se Tabell 1), ble undersøkt etter ulike lagringstider (7, 13, 16, 20 og 23 dager), og dermed varte lagringsforsøket i 23 dager.

Ved dag 0 ble 4 ferske kyllingfileter brukt til mikrobiologiske analyser, for å dokumentere startkvaliteten. Ved samme dag ble kyllingfileter fra samme batch, pakket til hele lagringsforsøket. Figur 5 illustrerer at det ble laget 4 paralleller pr. emballeringsløsning. På bakgrunn av at pakningene skulle lagres i 5 ulike lagringstider, måtte en gange dette med 5.

Dette resulterte i at det ble pakket (7 emballeringsløsninger x 4 paralleller x 5 lagringstider) 140 pakninger med kyllingfilet til hele lagringsforsøket ved dag 0, slik som illustrert i Figur 5.



Figur 5: Illustrasjon av pakningene som ble laget til hele lagringsforsøket. 1 emballeringsløsning illustreres innenfor den blå stiplede linjen. Innenfor den sorte stiplede linjen illustreres de 7 ulike emballeringsløsningene (se Tabell 1) med kyllingfilet, med tilhørende 4 paralleller per emballeringsløsning. Til hele lagringsforsøket ble alt innenfor den stiplede linjen pakket x 5 lagringstider.

Utseendebedømmelser, gassmålinger av frivolum, målinger av væsketap, luktsammenligninger og mikrobiologiske analyser ble gjort av alle pakningene etter deres spesifikke lagringstid.

Utseendebedømmelser, gassmålinger av frivolum, målinger av væsketap og luktsammenligninger var ikke relevant å gjøre med de ferske filetene ved dag 0.

3.3.2 Pakking

Kyllingbrystfileter ble slaktet og levert fra en kommersiell leverandør (Norsk kylling AS, Støren, Gauldal). Etter slakt ble den transportert til Nofima (Ås, Norge) og pakket i Nofima's lokaler av 4 personer, inkludert undertegnede.

Til pakkingen av kyllingfiletene ble det brukt termoformingsmaskinen Multivac R145 (Multivac, Wolfertschwenden, Tyskland). Termoformingsmaskinen startet med å forme de termoformbare materialene til skåler slik som illustrert i Figur 6 (venstre bilde). Noen skåler ble så tilsatt 2 CO₂-emittere slik som illustrert i Figur 6 (høyre bilde). I alle skålene ble kylling med riktig produktvekt så tilsatt, etterfulgt av at pakningene ble forsegle og MAP- pakket med sin spesifikke overbane og gassblanding. Oversikt over emballeringsløsningene som ble pakket er presentert i Tabell 1.



Figur 6: Figuren til venstre illustrere de ferdigformede skålene. Figuren til høyre illustrerer plassering av 2 emittere samt produkt i de ferdigformede skålen før forsegling og MAP-pakking. Foto: privat.

Det gikk under 24 timer fra slakt til ferdig pakking av kyllingfiletene.

Emballasje (g) + produkt (g) (+ evt. emitter (g)) ble notert for alle pakninger etter pakking (dag 0).

Gassmålinger av pakningenes frivolum ble utført umiddelbart etter pakking, i minst 3 pakninger pr. emballeringsløsning. Dette ble gjort for å kontrollere at de hadde rett gassammensetning i henhold til spesifiseringene (Tabell 1). Pakninger med $< 0,1\%$ O_2 og min. 55% CO_2 (men helst min. 58% CO_2) ble godtatt ved pakking ved 60% $CO_2/40\%$ N_2 . Ved pakking med 100% CO_2 ble pakninger med $< 0,1\%$ O_2 og min. 95% CO_2 (men helst min. 98% CO_2) godtatt.

3.3.3 Lagring

Alle pakningene ble lagret på kjølerom i ca. $4^\circ C$ i sin lagringstid. 3 temperaturloggere (Kooltrak, Kiedrich, Tyskland) ble plassert på ulike steder i kjølerommet, for å kontrollere temperaturen gjennom lagringstidene.

3.4 Lagringsforsøket: analyser

3.4.1 Gassmålinger av frivolum

Det ble gjort gassmålinger av frivolumet i alle pakningene etter deres ulike lagringstid. Til dette ble det brukt en O₂- og CO₂- måler (CheckMate 2, PBI Dansensor, Danmark), som målte gassene i prosent ved å suge til seg 3 ml gass fra pakningenes frivolum via en nål. Nålen ble stukket gjennom septa (utskjært sirkel av gummi) som ble festet til pakningene for å hindre lekkasje av gass etter penetrasjon av nålen.

Andel målt O₂ og CO₂ i alle pakningene ble notert, og et gjennomsnitt av 4 paralleller pr. emballeringsløsning med samme lagringstid ble funnet.

3.4.2 Utseendebedømmelser

Utseendebedømmelsene ble gjort ved å bruke en skala fra 1-5. 3 ble gitt om pakningen hadde et optimalt utseende, i form av passende gassmengde slik at overbanen var rett. 4 og 5 ble gitt om pakningen hadde for mye gass, slik at overbanen og/ eller underbanen bulte utover. 2 og 1 ble gitt om pakningen hadde for lite gass, slik at overbanen og/ eller underbanen bulte innover.

Resultatet av utseendebedømmelsene ble notert for alle pakningene etter de ulike lagringstidene. Et gjennomsnitt av resultatet fra utseendebedømmelsene til 4 paralleller pr. emballeringsløsning med samme lagringstid ble funnet.

3.4.3 Væsketap

Etter de ulike lagringstidene, ble emballasje (med væske og uten produkt) (g) (+ evt. emitter (g)) notert for alle pakningene. På bakgrunn av at vekten til emballasjen var kjent, kunne en beregne væsketapet (g) pr. mengde produkt: emballasje (med væske og uten produkt) (g) – tom emballasje (g) (- evt. emitter (g)).

Til videre beregning av væsketap (%) pr. mengde produkt, ble produktets eksakte vekt utregnet ved å bruke notert vekt ved dag 0: emballasje (g) + produkt (g) (+ evt. emitter (g)). Ved å trekke tom emballasje (g) (- evt. emitter (g)) fra dette, fant en produktets eksakte vekt ved dag 0. Denne ble brukt til videre beregninger: (væsketap (g) / vekt produkt ved dag 0 (g)) * 100. Svaret gir væsketap (%) pr. mengde produkt.

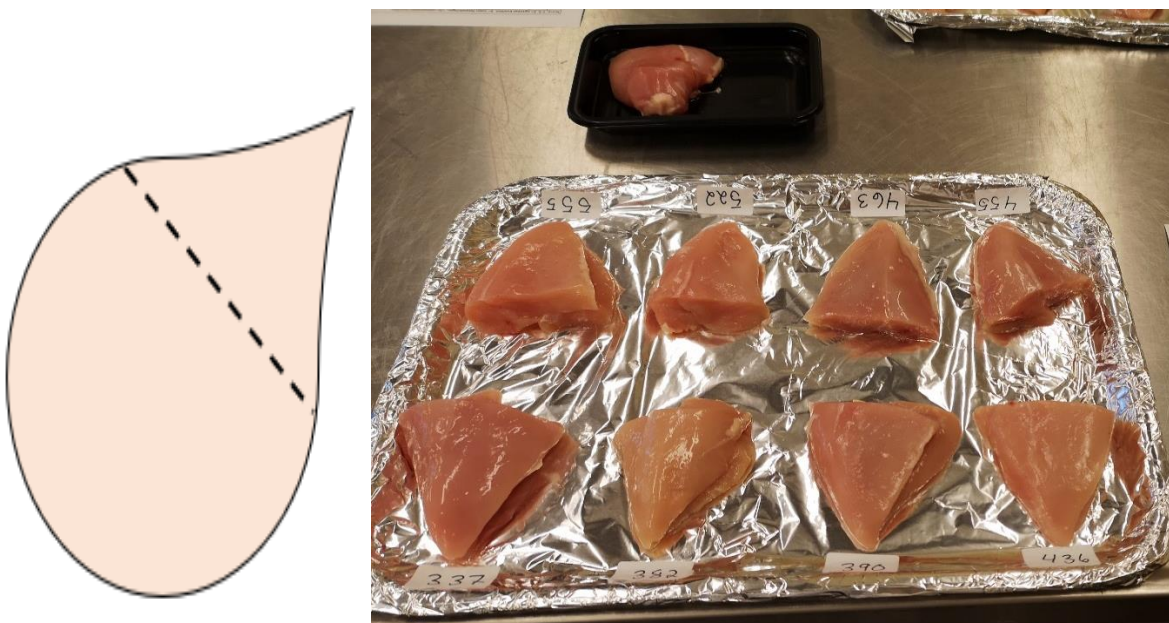
Et gjennomsnitt av væsketapet til 4 paralleller pr. emballeringsløsning med samme lagringstid ble funnet.

3.4.4 Luktsammenligninger

Ved dag 0 ble det fryst ned ferske kyllingfileter fra samme batch som resten av kyllingfiletene i lagringsforsøket. To av disse filetene (heretter kalt ferske fileter) ble senere tint opp i forkant av hver luktsammenligning. Dette ble gjort for å sammenligne kyllingfileter som ble lagret i emballeringsløsningene i ulik lagringstid, med de ferske filetene.

Det ble utført enkle lukttester av prøvene etter hver lagringstids slutt. I forkant av luktsammenligningene ble det utarbeidet 3-sifrede randomiserte koder som skulle identifisere hver enkelt prøve, inkludert de to ferske kyllingfiletene. Det var viktig at kyllingfiletenes identitet var ukjent for dommerne, men at de som organiserte luktsammenligningene kunne bruke kodene til å identifisere kyllingfiletene. Brett ble dekket med aluminiumsfolie, etterfulgt av at klistrelapper med de 3-sifrede kodene ble festet på slik som illustrert i Figur 7.

På forhånd ble det bestemt at "halen" til kyllingfiletene (venstre, Figur 7) skulle skjæres av med lik størrelse og brukes til luktsammenligningene ved at dommerne skulle lukte på disse. Dette ble bestemt på bakgrunn av at prøvene skulle ha likt utseende og være fra samme område på filetenene. De utkuttede halene ble overført til brettene med aluminiumsfoliene og plassert ved sin randomiserte kode slik som vist til høyre i Figur 7. Figuren viser også det sorte brettet som andre halvdel av den ferske fileten lå på under lukttesten. Det ble gjort kjent for dommerne at denne var fersk slik at de kunne bruke denne til sammenligningene.



Figur 7: Venstre figur viser en illustrasjon av "halen" til kyllingfiletene, som ble kuttet ut og brukt til luktsammenligningene. Høyre bilde viser brett kledd i aluminiumsfolie med de avkuttede "halene" som er lagt ved hver sin 3-sifrede randomiserte kode. En fersk filet ble plassert i den sorte skålen og brukt av dommerne til å sammenligne med de andre prøvene. Illustrasjon og foto: privat.

Ved alle luktsammenligningene ble prøvene bedømt av 4-5 dommere. Disse fikk utdelt hvert sitt skjema hvor de randomiserte 3-sifrede kodene var listet opp, og en skala fra 1-5 ble brukt for å bedømme hver enkelt prøve. 5 ble gitt om prøven var lik referansen, 4 om det var små forskjeller og 3 om prøven var annerledes fra referansen. Under 3 ble gitt om prøven var av uakseptabel kvalitet.

Et gjennomsnitt av resultatene fra luktsammenligningene til 4 paralleller pr. emballeringsløsning med samme lagringstid ble funnet.

3.4.5 Mikrobiologi

3.4.5.1 Tillaging av medier

Til de mikrobiologiske analysene ble Plate Count Agar (PCA) (CM 0463, Oxoid, UK), Man-Rogosa-Sharke (MRS) medium (MC 0361, Oxoid, UK), Streptomycin Thallus Acetate Actidione (STAA) agar (CM 0884, Oxoid, UK) + selektivt supplement (SR 0151E, Oxoid, UK) og Violet Red Bile Glucose Agar (VRBGA) (CM 1082, Oxoid, UK) tillaget for å dyrke ulike mikroorganismer i prøveløsningene av kyllingfiletene fra de ulike emballeringsløsningene som ble lagret i ulik lagringstid. Alle mediene ble tillaget i henhold til oppskriftene på tilhørende bokser av undertegnede.

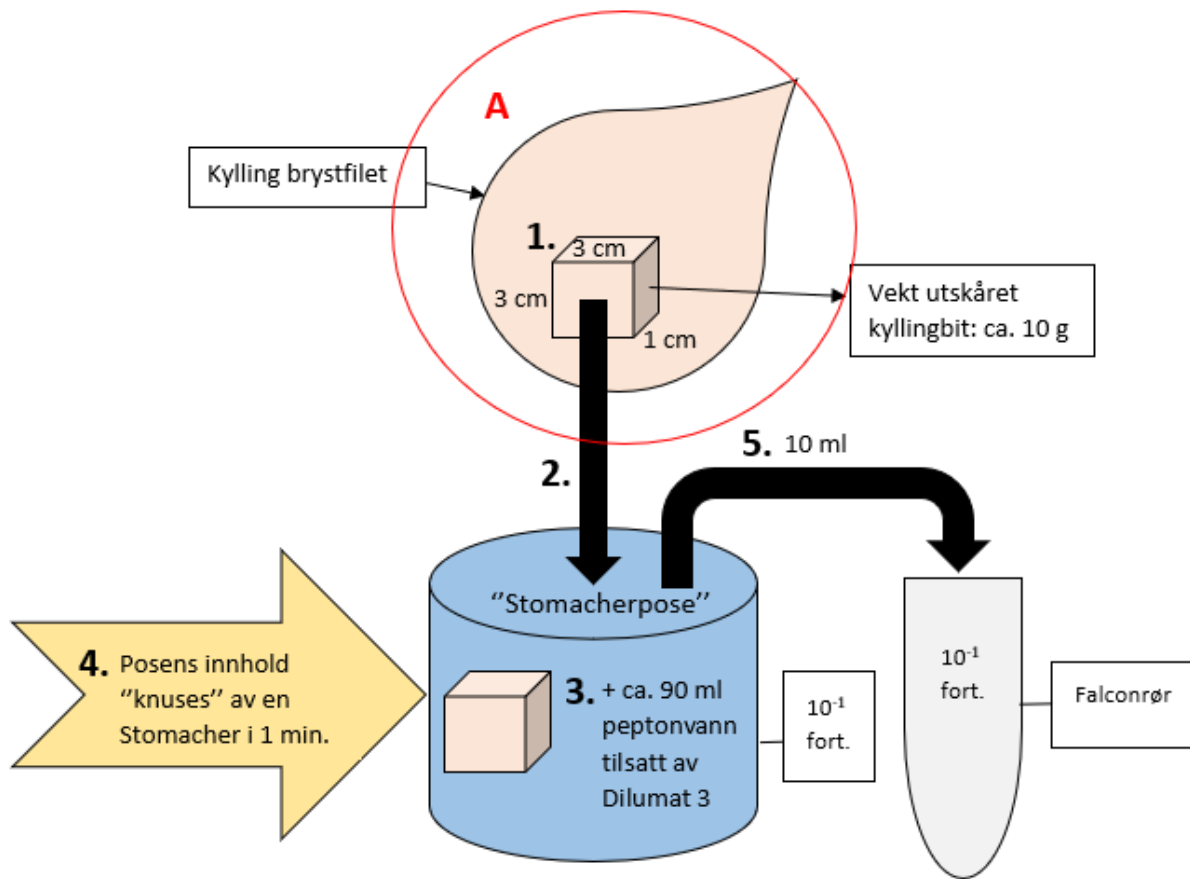
3.4.5.2 Prøvepreparering

Ved tillaging av prøvematerialet til de mikrobiologiske undersøkelsene ble det ved hjelp av skalpell og pinsett kuttet ut en bit av én kyllingfilet pr. pakning (1., Figur 8). Det ble på forhånd bestemt at biten alltid skulle skjæres ut i motsatt ende av "halen" (område A, Figur 8), slik at alle prøver ble tatt fra samme område på fileten. Målene på biten skulle være ca. 3 x 3 x 1 cm³, og ha en vekt på ca. 10 g. Kyllingbiten ble så overført til en stomacherpose (VWR International AS, Avantor™) (2., Figur 8).

Dilumat®3 MK2 (AES laboratorie (P) Ltd., Noida, India) ble så påskrudd og klargjort, og koblet til ønsket mengde peptonvann som ble tillaget etter oppskrift beskrevet i (NMKL, 2010b).

Det ble korrigert for vekten til stomacherposen, etterfulgt av at stomacherposen med den utkuttete biten ble plassert i Dilumat 3. Maskinen tilsatte ca. 90 g peptonvann til posen (3., Figur 8). Blandingsforholdet ble dermed 1 : 9, og prøveløsningen fikk en konsentrasjon på 10⁻¹. Posen med prøveløsningen ble så overført til en Stomacher (Smasher, AES laboratorie), der innholdet ble knust i 1 min (4., Figur 8). 10 ml med prøveløsning ble så overført til et falconrør (5., Figur 8) (NMKL, 2010b). Prosedyren ble gjentatt for alle 28 prøver (7 x 4

paralleller) etter hver lagringstids slutt.

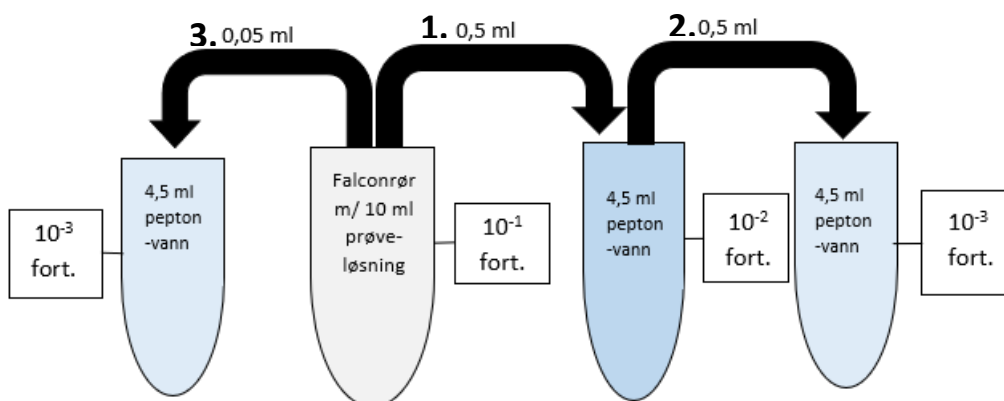


Figur 8: Illustrasjon av tillaging av prøvematerialet til de mikrobiologiske undersøkelsene. Biten ble kuttet ut (1.) i område A, og overført til en Stomacherpose (2.). Dilumat 3 tilsatte ca. 90 ml peptonvann (3.) i posen og posens innhold ble knust i en Stomacher i 1 min (4.). 10 ml av ferdigknust prøvematerialet ble så pipetert over i et falconrør (5.). Illustrasjon: privat.

3.4.5.3 Tillaging av 10-folds fortynninger

10-folds fortynninger ble tillaget med peptonvann og gjort etter spesifikasjoner av Nordisk metodikkomité for næringsmidler (NMKL, 2010b).

Illustrasjon av til 10-folds fortynninger er vist i Figur 9. Illustrasjonen viser at 0,5 ml prøveløsning (10⁻¹ fortynning) tilsettes fortynningsrør med 4,5 ml peptonvann slik at fortynningsrørets nye fortynning blir 10⁻² (1.). Ved å overføre 0,5 ml løsning fra dette fortynningsrøret og over i et nytt fortynningsrør med 4,5 ml peptonvann blir ny fortynning 10⁻³ (2.). Dobling av fortynningsfaktoren gjøres ved å overføre 0,05 ml av prøvematerialet over til et nytt fortynningsrør med 4,5 ml peptonvann, slik at fortynningsfaktoren dobles fra 10⁻¹ til 10⁻³ (3.).



Figur 9: Illustrasjon av 10-folds fortynninger ved å overføre bestemt mengde prøvemateriale til fortynningsrør med 4,5 ml peptonvann for å oppnå gitt fortynningsfaktor. Illustrasjon: privat.

Før hver ny overføring til nytt fortynningsrør, ble røret som inneholdt løsningen som skulle overføres kraftig Vortexet (Vortex mikser, Scientific Industries), slik at væsken ble homogen.

3.4.5.4 Mikrobiologiske analyser

Det ble gjort undersøkelser av totaltall (TVC), melkesyrebakterier, *Brochothrix thermosphacta* og *Enterobacteriaceae* i prøveløsningene fra kyllingfiletene som var pakket i alle emballeringsløsningene. Prøveløsningene ble spredt/ blandet med ulike medier for undersøkelser av de nevnte mikroorganismene, etterfulgt av at mediene ble oppbevart ved ulike betingelser. Oversikt over dette presenteres i Tabell 3.

I forkant av de mikrobiologiske undersøkelsene ble det bestemt hvilke fortynningsfaktorer en skulle bruke av prøvematerialet, for å få passende antall kolonier (spesifisert i 3.4.5.8) på de ulike deteksjonsmediene. 10- folds fortynningsmetoden (3.4.5.3) ble brukt til opparbeiding av fortynningene.

Til undersøkelser av totaltall, melkesyrebakterier og *Brochothrix thermosphacta* ble ferdigstøpte skåler med PCA, MRS og STAA brukt. Der en i forkant forventet skåler med lave bakterietall, ble det brukt manuell overflatspredning. I dette tilfellet ble samme prøvematerialet, med 1-2 ulike fortynninger overført til hver sin skål. Om en forventet skåler med høyere bakterietall, ble det brukt platespreder (Whitley Automatic Spiral Plater, Don Whitley Scientific LTD). Maskinen overflatespredte prøvematerialet med en spesiell teknikk som gjorde at en fikk 3 ulike fortynningsfaktorer pr. skål med medium. I tilfeller hvor en var usikker på hva en forventet, ble prøvemateriale overflatespredt både manuelt og maskinelt

for å sikre at en fikk tellbare skåler ved at en spredte prøvemateriale med flere ulike fortynningsfaktorer.

3.4.5.5 Overflatespredning på PCA, MRS og STAA

Manuell overflatespredning ble gjort ved å overføre 0,1 ml prøvemateriale til en ferdigstøpt skål med PCA, MRS- medium eller STAA- agar. Løsningen ble så fordelt utover i skålen med en vinkelstav og deretter tørket i avtrekkskap.

Ved maskinell overflatespredning ble en ferdigstøpt skål med PCA, MRS- medium eller STAA- agar plassert i platesprederen, etterfulgt av at 1 ml med prøveløsning ble sugd opp av maskinen. Videre ble prøveløsningen overført til skålen med medium. Skålen ble så tørket i et avtrekkskap.

PCA- skålene ble inkubert ved 30°C i ca. 72 timer (NMKL, 2013) ved anaerobe og aerobe forhold. Skålene som skulle inkuberes ved anaerobe forhold ble plassert i et anaerobt kar (GasPak™ EZ container system, Becton, Dickinson and Company, United States).

Skålene med MRS- medium ble inkubert ved 25°C i 2-5 dager (NMKL, 2007) ved aerobe forhold, mens skålene med STAA- agar ble inkubert ved 25°C i 48 timer (NMKL, 2010a) ved aerobe forhold.

3.4.5.6 Innstøping i VRGBA

Analyser av *Enterobacteriaceae* ble gjort ved innstøping av prøvematerialet i VRBGA og med overlag. Dette ble gjort ved at 1 ml prøvemateriale og ca. 15 ml flytende agar ble overført til en tom petriskål i et avtrekkskap. Petriskålen ble så ført rundt i en 8-tallsbevegelse for at innholdet i skålen skulle blandes. Da skålene hadde stivnet, ble et tynt lag med VRBGA helt over. Skålene ble inkubert ved 37°C i 22-26 timer (NMKL, 2005) ved aerobe forhold.

Tabell 3: Oversikt over analyserte mikroorganismer, tilhørende medium, sprednings/ blandingsmetode, inkubasjonstemperatur (°C), inkubasjonstid og inkubasjonsatmosfære.

Analyse av:	Medium:	Sprednings/ blandingsmetode:	Inkubasjons- temperatur (°C):	Inkubasjons- tid:	Inkubasjons- atmosfære:
Totaltall	PCA	Overflatespredning	30	72 timer	Anaerobe og aerobe
Melkesyrebakterier	MRS	Overflatespredning	25	2-5 dager	Aerobe
<i>Brochothrix thermosphacta</i>	STAA+ selektivt supplement	Overflatespredning	25	48 timer	Aerobe
<i>Enterobacteriaceae</i>	VRGBA	Innstøpning med overlag	37	22-26 timer	Aerobe

3.4.5.7 Avlesing av skåler

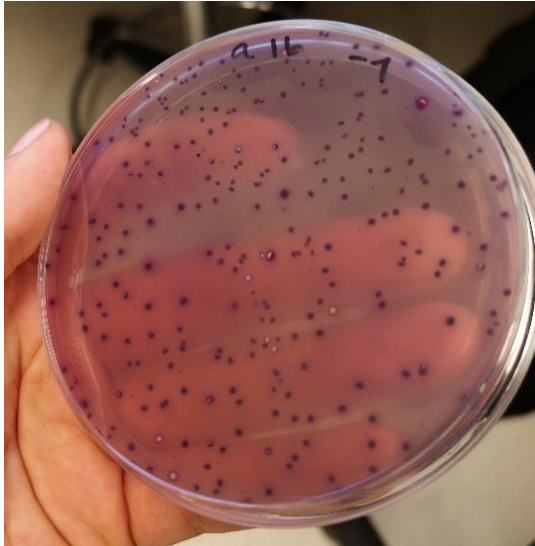
Etter inkubasjonstiden ble alle mediene avlest for å kunne si noe om veksten til de ulike mikroorganismene. Hvor mange kolonier som var ideelt å telle på de ulike mediene og hvordan koloniene skulle se ut varierte med medium og hvilke mikroorganismer som skulle analyseres.å.

Ved avlesning av PCA- skålene ble skåler med 25-250 kolonier telt, der det var mulig. Koloniene kunne sees ved at de var gul-hvite (NMKL, 2013).

MRS- agar ble avlest ved å telle skåler med 15-150 kolonier, der det var mulig. Koloniene kunne sees ved at de var hvite eller grå og hadde en diameter på $1,5 \pm 0,5$ mm (NMKL, 2007).

Der det var mulig, ble STAA- skåler med 25-250 kolonier telt. Disse kunne sees ved at de var distinkte, sirkelrunde, blanke, hvitlige og hadde en diameter på 1-2 mm (NMKL, 2010a).

Ved å telle VRGBA- skåler med 15-150 kolonier, der det var mulig, kunne en finne bakterietall for veksten til *Enterobacteriaceae*. Koloniene skulle være rosa og røde (NMKL, 2005), slik som illustrert i Figur 10.



Figur 10: Illustrasjon av detekterte kolonier av *Enterobacteriaceae*. Foto: privat.

Til identifisering av *Enterobacteriaceae*, ble én koloni fra den opprinnelige skålen med VRGBA utstrykt i en ny skål med PCA. Skålen ble så inkubert ved 37°C i 24 timer. Etter inkuberingstiden ble det bruk en podeøse til å overføre den isolerte kolonien til en oxidaseremse (Oxoid, MB 0266A). Om remsen forble hvit 10 sekunder etter utstrykning, var den isolerte kolonien oxidasenegativ og dermed *Enterobacteriaceae* (NMKL, 2005). Illustrasjon av isolering av koloni på PCA, samt positiv (høyre) og negativ (venstre) svar på oxidaseremsen vises i Figur 11.



Figur 11: Isolering av koloni fra skål med VRGBA (lilla) på PCA (gul-hvit skål) og oxidaseremse med utstrykt oxidase positiv (høyre) og oxidase negativ (venstre) koloni. Foto: privat.

Avlesning skålene hvor prøveløsningene hadde blitt manuelt overflatespredt og innstøpt, ble gjort ved manuell telling. Ved telling av skåler fra samme prøveløsning, men med forskjellig fortynningsfaktor, telte en skålen med det mest passende antallet kolonier i henhold til spesifiseringene.

Avlesning av skålene som var maskinelt overflatespredt, ble gjort av koloniteller (Protocol2, Symbiosis).

De talte koloniene ble oppgitt i gjennomsnittlig kolonidannende enheter per gram (CFU)/g, og en eventuell fortynningsfaktor måtte korrigeres for. Gjennomsnittlig bakterietall for 4 paralleller pr. emballeringsløsning med samme lagringstid ble funnet.

3.5 Statistikk

Programvaren Minitab® (State College, Pennsylvania, USA) ble brukt til statistiske analyser. Det ble brukt en-veis ANOVA med Tukey test på resultatene for utseendebedømmelsene, luktbedømmelsene, væsketap og de mikrobiologiske analysene. Dette var for å se om det var forskjelle mellom prøvene med samme lagringstid.

Det ble benyttet ANOVA general linear model (GLM) for alle materialene av Nice Eco for å evaluere effekten av de ulike variablene materiale (Nice Eco xx 12 og Nice Eco xx 17), g/ p-forhold (1 og 1,5), lagringstid (7, 13, 16, 20 og 23 dager) og pakkemetode (MAP og emitter). "MAP" ble brukt om pakningene uten CO₂ emitter, altså pakningene med gassammensetning 60 % CO₂/ 40 % N₂, mens "emitter" ble brukt om pakningene med CO₂ emitter og dermed med gassammensetning 100 % CO₂. Dette ble gjort for alle responsene som var utseendebedømmelsene, luktbedømmelsene, andel væsketap og de mikrobiologiske analysene for pakningene av de ulike emballeringsløsningene. ANOVA GLM ble brukt for å se hvilken effekt de ulike variablene har, og i denne modellen ble både hovedeffekter og samspillseffekter undersøkt.

4. Resultater

4.1 Temperaturloggere

3 temperaturloggere ble brukt for å kontrollere at temperaturen i kjølerommet som oppbevarte pakningene holdt ca. 4°C gjennom hele lagringsforsøket. Tabell 4 viser en oversikt over temperaturloggernes gjennomsnittlige målte temperatur, og viser at temperaturen i kjølerommet var relativt stabil gjennom lagringsforsøket.

Tabell 4: Gjennomsnittlig målt temperatur (°C) og standardavvik av temperaturmålerne i kjølerommet hvor pakningene til lagringsforsøket ble oppbevart.

Logger nr.:	Temperatur (°C):
1	4,20 ± 0,40
2	4,07 ± 0,35
3	3,75 ± 0,33

4.2 OTR

Materialenes (underbane med tilhørende overbane) OTR ble målt ved ulike temperatur- og fuktighetsbetingelser, og resultatene er presentert i Tabell 5.

Det var relativt små forskjeller i OTR mellom de ulike materialene. Materialene hadde generelt lavest OTR ved lagring ved 4°C, sammenlignet ved 23°C. Blant alle materialene var det referansematerialet som hadde høyest OTR ved 4°C. Ved 23°C var det Nice Eco xx 17 som hadde høyest OTR ved 100 % RH i pakningene, mens referansematerialet hadde høyest OTR ved 0 % RH i pakningene.

Tabell 5: Materialenes OTR (ml O₂ / (pkn × døgn)) ved ulike temperatur (°C)- og fuktighetsbetingelser (%).

	Temperatur (°C):	4			23		
	Materiale:	Nice Eco xx 12	Nice Eco xx 17	Referanse	Nice Eco xx 12	Nice Eco xx 17	Referanse
Relativ fuktighet i pakninger (%):	100	0,21 ± 0,04	0,14 ± 0,01	0,45 ± 0,07	0,56 ± 0,04	1,54 ± 0,10	0,77 ± 0,06
	0	0,03 ± 0,01	0,02 ± 0,01	0,39 ± 0,01	0,06 ± 0,04	0,09 ± 0,02	0,81 ± 0,24

4.3 Gassmålinger av frivolum

Ingen gassmålinger av pakningenes frivolum ble gjort like etter pakking (ved 0 dagers lagring). En må dermed anta at oppgitt gassammensetning (Tabell 1) for den aktuelle emballeringsløsningen er dens utgangspunkt.

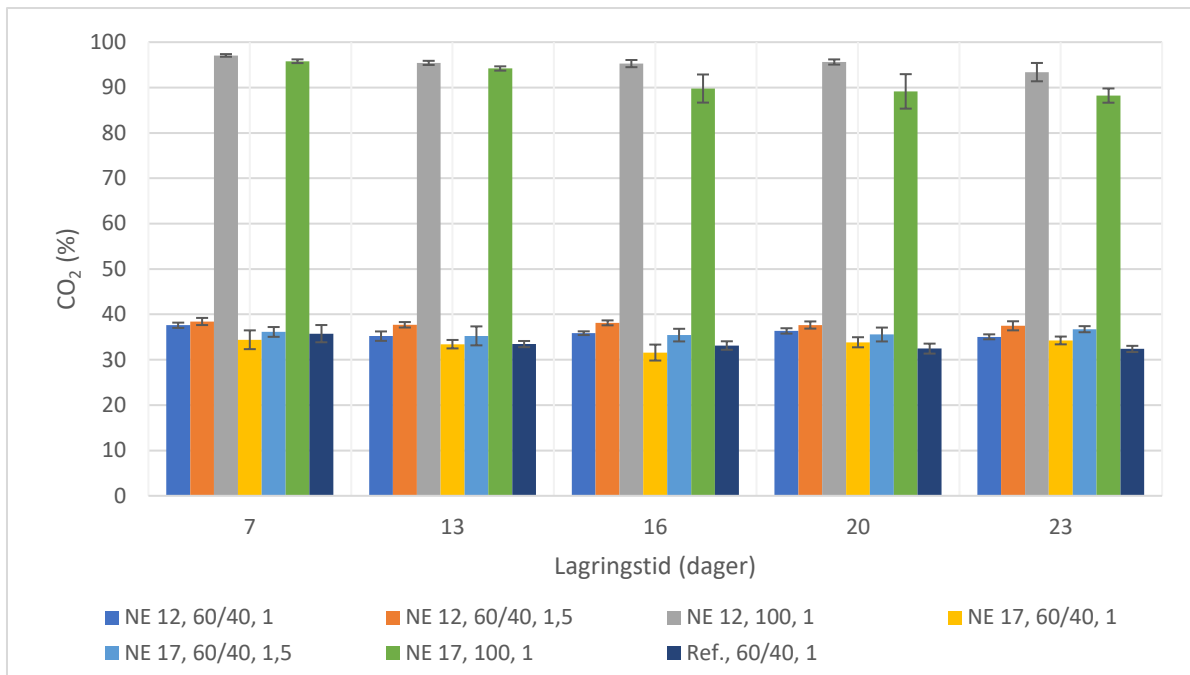
Gassmålinger av O₂ (%) i frivolumet til alle pakningene ble gjort etter de ulike lagringstidene. Resultatene presenteres Tabell 6. Tabellen viser at det generelt var liten/ingen tilstedeværelse av O₂ i alle pakningene etter alle lagringstidene. Det var mest O₂ i pakningene som ble lagret i 13 dager.

Tabell 6: Målinger av O₂ (%) i frivolumet til alle pakningene av Nice Eco xx 12 (NE 12), Nice Eco xx 17 (NE 17) og referansen (Ref.) etter ulike lagringstider (dager). Pakningene hadde gassammensetningene 60 % CO₂/ 40 % N₂ (60/40) og 100 % CO₂ (100), og g/ p- forhold 1 og 1,5.

Lagringstid (dager):	NE 12, 60/40, 1	NE 12, 60/40, 1,5	NE 12, 100, 1	NE 17, 60/40, 1	NE 17, 60/40, 1,5	NE 17, 100, 1	Ref., 60/40, 1
7	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
13	0,04 ± 0,07	0,07 ± 0,14	0,00 ± 0,00	0,05 ± 0,07	0,00 ± 0,00	0,01 ± 0,01	0,00 ± 0,00
16	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
20	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00
23	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,01 ± 0,01	0,00 ± 0,00

Gassmålingene av CO₂ (%) i alle pakningenes frivolum etter de ulike lagringstidene er fremstilt i Figur 12. Nedgangen i andel CO₂ i pakningenes frivolum, var størst i pakningene som ble pakket med 60 % CO₂/ 40 % N₂, sammenlignet med pakningene med 100 % CO₂. I pakningene med 60 % CO₂/ 40 % N₂, hadde alle pakningene ca. 35-40 % CO₂ i frivolumet etter de ulike lagringstidene. Ingen tydelige forskjeller i nedgang i andel CO₂ kunne sees mellom de ulike materialene.

I pakningene med 100 % CO₂, var fortsatt andel CO₂ i pakningenes frivolum relativt høye etter de ulike lagringstidene (sank fra ca. 100 % til ca. 98-89 % CO₂). Resultatene viser også at det generelt var mindre CO₂ i pakningene av Nice Eco xx 17 (med 100 % CO₂) sitt frivolum, sammenlignet med i pakningene av Nice Eco xx 12 (med 100 % CO₂), innenfor pakningene med samme lagringstid.



Figur 12: Målinger av CO₂ (%) i frivolumet til alle pakningene av Nice Eco xx 12 (NE 12), Nice Eco xx 17 (NE 17) og referansen (Ref.) etter ulike lagringstider (dager). Pakningene hadde gassammensetningene 60 % CO₂/ 40 % N₂ (60/ 40) og 100 % CO₂(100), og g/ p- forhold 1 og 1,5.

4.4 Utseendevurderinger

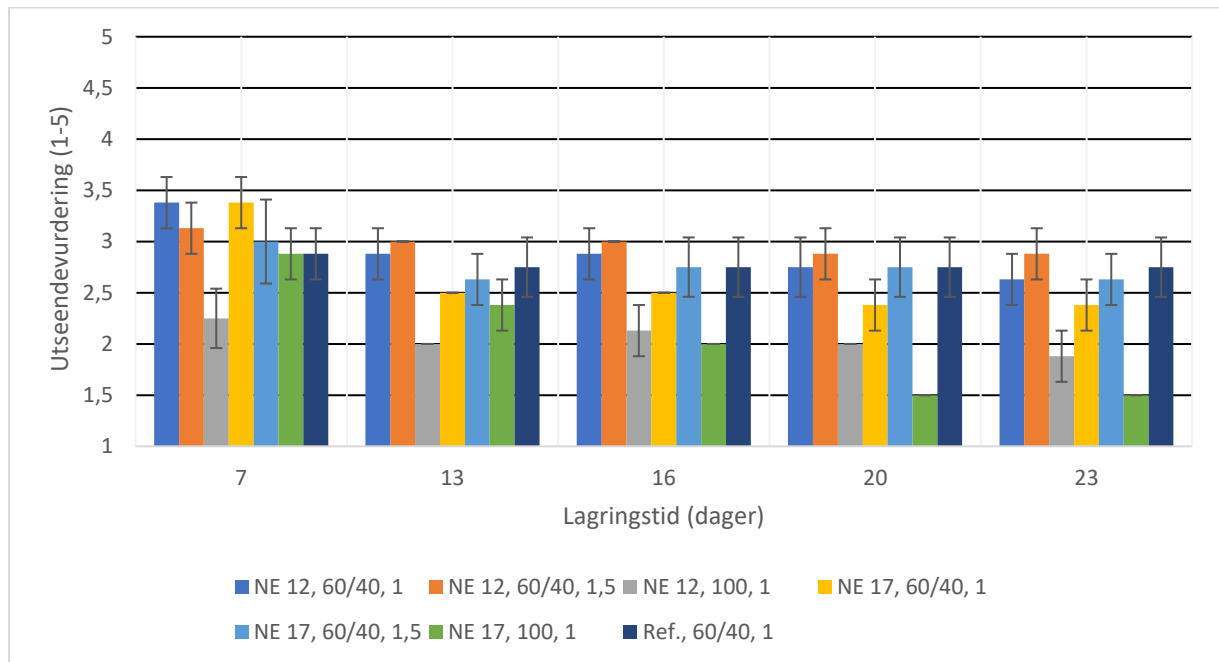
Det ble gjort utseendevurderinger av alle pakninger av de ulike emballeringsløsningene (etter de ulike lagringstidene), der skala fra 1-5 ble brukt. Resultatene presenteres i Figur 13. Generelt viste utseendevurderingene at pakningene med 100 % CO₂ ble rangert til å ha mindre frivolum enn pakningene med 60 % CO₂/ 40 % N₂ etter alle lagringstidene.

Resultatene viser at pakningene av emballeringsløsningen med Nice Eco xx 17 og 100 % CO₂ (og CO₂ emitter) skilte seg ut, ved at de fikk blant de laveste rangeringene. Pakningene ble rangert til å ha tilnærmet likt optimalt utseende etter 7 dagers lagring, men rangeringene tilsa at det var for lite gass slik at overbanene og/ eller underbanen bulte innover i alle pakningene som ble lagret i mer enn 7 dager. Figur 14 viser pakninger av denne emballeringsløsningen som ble lagret i 7, 20 og 23 dager, og en kan se at det var lite gass i frivolumet til pakningene som ble lagret i 20 og 23 dager.

Emballeringsløsningen av Nice Eco xx 12 med 100 % CO₂ (og CO₂ emitter) skilte seg også ut fra de andre emballeringsløsningene, ved at pakningene også fikk blant de laveste rangeringene. Resultatene viser at pakningene av denne emballeringsløsningen hadde for lite gass i frivolumet etter lagring i 7 dager, og at dette også var tilfellet i de andre pakningene som ble lagret lenger.

Figur 15 viser pakninger av Nice Eco xx 12 med 100 % CO₂ som ble lagret i 7, 20 og 23 dager, og illustrerer at disse hadde for lite gass i frivolumet.

Pakningene av emballeringsløsningen med Nice Eco xx 12, 60 % CO₂/ 40 % N₂ og g/ p- forhold 1,5, ble rangert til å ha tilnærmet likt optimalt utseende etter alle lagringstider. Figur 16 viser pakninger av denne emballeringsløsningen som ble lagret i 13, 20 og 23 dager, der det illustreres at gassmengden i frivolumet til disse pakningene var passende.



Figur 13: Utseendevurderinger av alle pakningene av Nice Eco xx 12 (NE 12), Nice Eco xx 17 (NE 17) og referansen (Ref.) etter ulike lagringstider (dager). Pakningene hadde gassammensetningene 60 % CO₂/ 40 % N₂ (60/ 40) og 100 % CO₂ (100), og g/ p- forhold 1 og 1,5. Pakningene ble rangert fra 1-5, der 3 symboliserte optimalt utseende. 4-5 ble brukt om pakningene hadde for mye gass, mens 2-1 ble brukt om pakningene hadde for lite gass.



Figur 14: Pakninger av Nice Eco xx 17 med 100 % CO₂ (og CO₂ emitter) som ble lagret i 7, 20 og 23 dager.



Figur 15: Pakninger av Nice Eco xx 12 med 100 % CO₂ (og CO₂ emitter) som ble lagret i 7, 20 og 23 dager.



Figur 16: Pakninger av Nice Eco xx 12 med 60 % CO₂/ 40 % N₂ og g/ p- forhold 1,5 som ble lagret i 13, 20 og 23 dager.

Det ble utført en-veis ANOVA med Tukey test på resultatene fra utseendevurderingene for å se om det var forskjeller mellom pakningene innenfor hver lagringstid. Resultatene presenteres i Tabell 7, og viser at variantene med 100 % CO₂ var forskjellige fra variantene med 60 % CO₂/ 40 % N₂ innenfor de ulike lagringstidene.

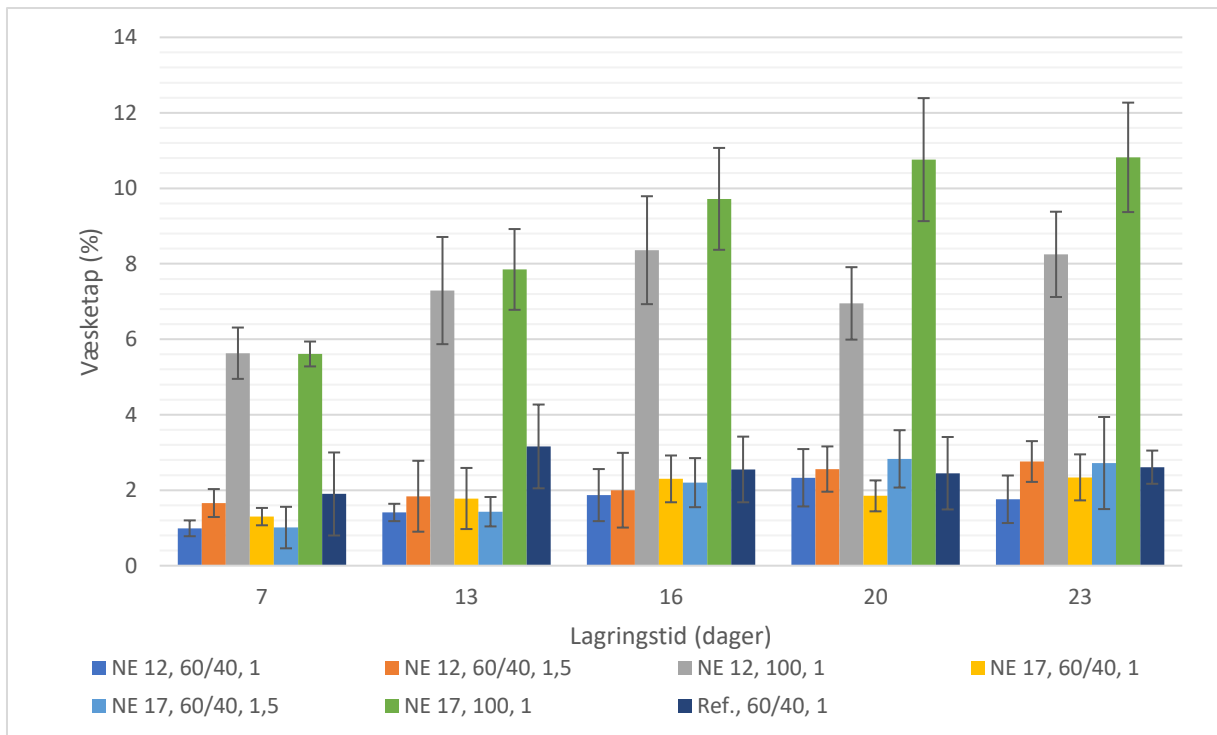
Tabell 7: De ulike emballeringsløsningene ble ansett som statistisk forskjellige ved p -verdier $\leq 0,05$. Forskjeller mellom emballeringsløsningene innenfor de ulike lagringstidene (7, 13, 16, 20 og 23 dager) er indikert med store bokstaver i henhold til en-veis ANOVA med Tukey test. Ulike bokstaver indikerer at emballeringsløsningene er signifikant forskjellige. NE 12: Nice Eco xx 12, NE17: Nice Eco xx17, Ref: referanse, 60/40: gassammensetning 60 % CO₂/ 40 % N₂, 100: 100 % CO₂, 1: g/p forhold 1, 1,5: g/p- forhold 1,5

Lagrings- tid (dager):	NE 12, 60/40, 1	NE 12, 60/40, 1,5	NE 12, 100, 1	NE 17, 60/40, 1	NE 17, 60/40, 1,5	NE 17, 100, 1	Ref., 60/40, 1
7	A	A	B	A	A	AB	AB
13	AB	A	D	BC	ABC	CD	ABC
16	AB	A	CD	BC	ABC	D	AB
20	A	A	BC	AB	A	CD	A
23	A	A	BC	AB	A	CD	A

4.5 Væsketap

Væsketapet ble målt i pakninger av alle emballeringsløsningene etter de ulike lagringstidene (Figur 17).

Væsketapet var generelt høyere i pakningene med lenger lagringstid. Det var høyere væsketap i pakningene med 100 % CO₂, sammenlignet med pakningene med 60 % CO₂/ 40 % N₂ innenfor hver lagringstid. Blant pakningene med 100 % CO₂, var det generelt høyest væsketap i pakningene av Nice Eco xx 17, der høyeste måling var ca. 10,8 % i pakningene som ble lagret i 20 og 23 dager. Innenfor pakningene med 60 % CO₂/ 40 % N₂ ble det målt ca. 1-3 % væsketap i pakningene etter alle lagringstidene.



Figur 17: Væsketap (%) i alle pakningene av Nice Eco xx 12 (NE 12), Nice Eco xx 17 (NE 17) og referansen (Ref.) etter ulike lagringstider (dager). Pakningene hadde gassammensetningene 60 % CO₂/ 40 % N₂ (60/ 40) og 100 % CO₂ (100), og g/ p- forhold 1 og 1,5.

En-veis ANOVA med Tukey test ble brukt på resultatene for væsketap for å se om det var forskjeller mellom pakningene innenfor hver lagringstid. Tabell 8 presenter resultatene, og viser at pakningene med 100 % CO₂, var signifikant forskjellige til pakningene med 60 % CO₂/ 40 % N₂ innenfor alle lagringstidene.

Innenfor de ulike lagringstidene, ble det ikke funnet forskjeller mellom pakningene med 100 % CO₂ som ble lagret i 7, 13 og 16 dager. Det var forskjell mellom pakningene med 100 % CO₂ (altså mellom Nice Eco xx 12 og Nice Eco xx 17) som ble lagret i 20 og 23 dager, innenfor de ulike lagringstidene. Det var ikke forskjell mellom pakningene med 60 % CO₂/ 40 % N₂, innad noen av lagringstidene.

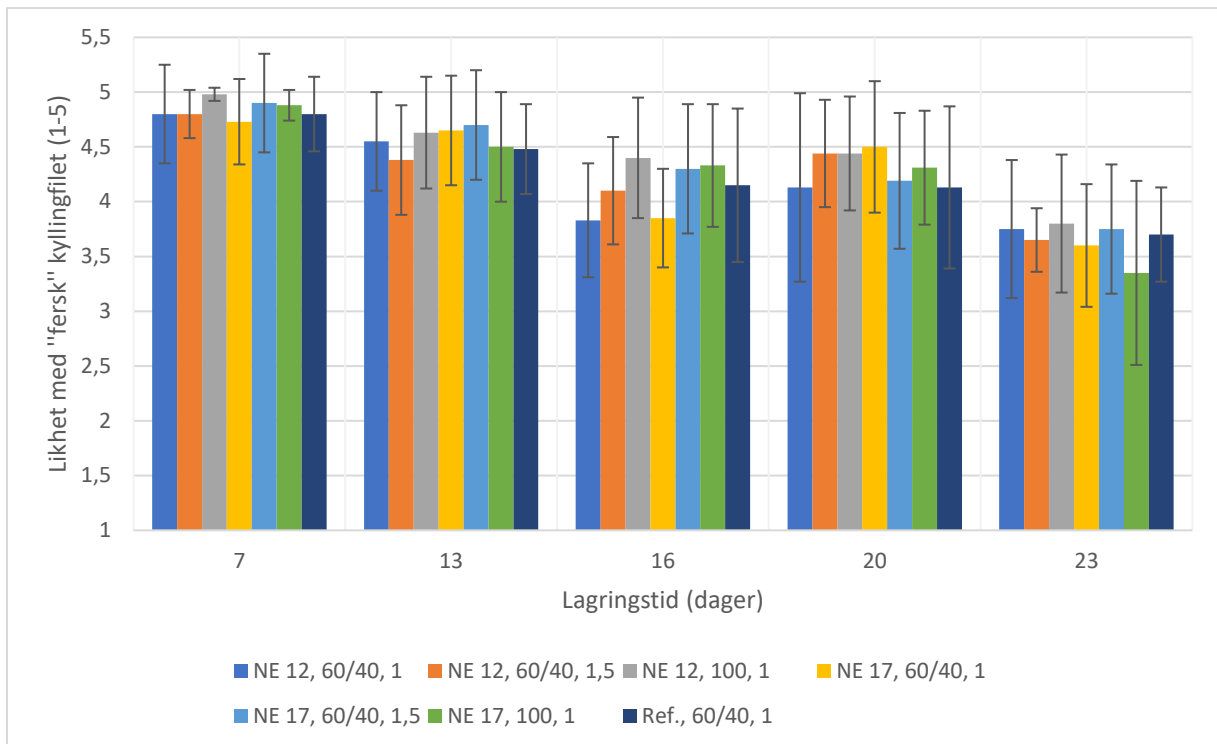
Tabell 8: De ulike emballeringsløsningene ble ansett som statistisk forskjellige ved p -verdier $\leq 0,05$. Forskjeller mellom emballeringsløsningene innenfor de ulike lagringstidene (7, 13, 16, 20 og 23 dager) er indikert med store bokstaver i henhold til en-veis ANOVA med Tukey test. Ulike bokstaver indikerer at emballeringsløsningene er signifikant forskjellige. NE 12: Nice Eco xx 12, NE17: Nice Eco xx17, Ref: referanse, 60/40: gassammensetning 60 % CO₂/ 40 % N₂, 100: 100 % CO₂, 1: g/p forhold 1, 1,5: g/p- forhold 1,5

Lagringstid (dager):	NE 12, 60/40, 1	NE 12, 60/40, 1,5	NE 12, 100, 1	NE 17, 60/40, 1	NE 17, 60/40, 1,5	NE 17, 100, 1	Ref., 60/40, 1
7	B	B	A	B	B	A	B
13	B	B	A	B	B	A	B
16	B	B	A	B	B	A	B
20	C	C	B	C	C	A	C
23	C	C	B	C	C	A	C

4.6 Luktsammenligninger

Det ble gjort luktsammenligninger mellom kyllingfileter fra alle emballeringsløsningene etter de ulike lagringstidene og fersk kylling. Kyllingfiletene ble rangert fra 1-5 ut ifra hvor like de var fersk kylling og resultatene presenteres i Figur 18.

Kyllingfiletene fra de ulike emballeringsløsningene ble generelt rangert til å være mer ulik fersk kylling, jo lenger de ble lagret. Ingen av kyllingene fra de ulike emballeringsløsningene skilte seg spesielt ut, og Tukey test viste at det ikke var forskjeller mellom pakningene som ble lagret i de ulike lagringstidene. Ingen av kyllingfiletene ble rangert til å være annerledes fra "fersk" kyllingen eller rangert til å være av uakseptabel kvalitet (rangert til 3 eller <3) etter de ulike lagringstidene.



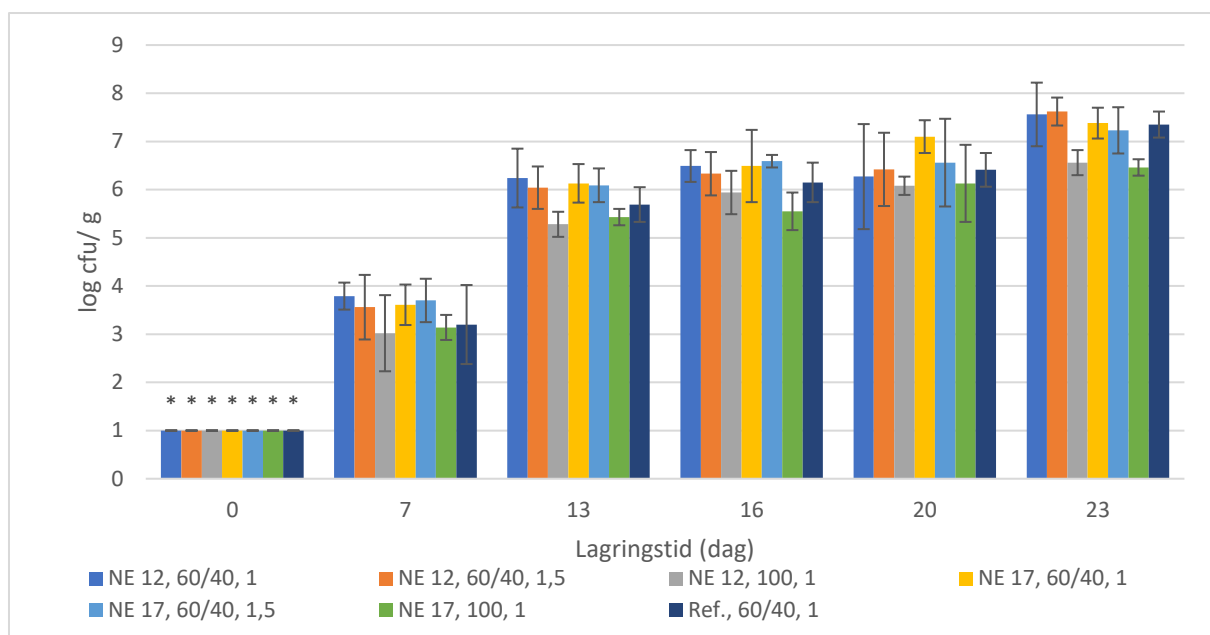
Figur 18: Luktsammenligninger mellom kylling fra alle pakningene av Nice Eco xx 12 (NE 12), Nice Eco xx 17 (NE 17) og referansemateriale (Ref.) etter ulike lagringstider (dager), og fersk kylling. Skala fra 1-5 ble brukt ved sammenligningene, der 5 symboliserte at prøven var lik fersk kylling, 4 ble gitt om det var små forskjeller mellom prøven og fersk kylling. 3 symboliserte at prøven var annerledes fra fersk kylling. Poeng under 3 ble gitt om prøven var av uakseptabel kvalitet. NE 12: Nice Eco xx 12, NE17: Nice Eco xx17, Ref: referanse, 60/40: gassammensetning 60 % CO₂/ 40 % N₂, 100: 100 % CO₂, 1: g/p forhold 1, 1,5: g/p- forhold 1,5

4.7 Mikrobiologiske analyser

4.7.1 Totaltall (TVC)

TVC ble analysert i kyllingfiletene fra emballeringsløsningene, etter at de ble lagret i ulike lagringstider. Resultatene presenteres i Figur 19. TVC i kyllingfiletene var høyere, jo lenger lagringstid de hadde. Kyllingfiletene som ble pakket i 100 % CO₂, hadde generelt lavere bakterietall enn kyllingfiletene som ble pakket i 60 % CO₂/ 40 % N₂ etter alle lagringstidene.

På bakgrunn av at det var liten forskjell i TVC mellom prøvene som ble inkubert ved ulike lagrings-atmosfærer (aerob og anaerob), er bare resultatene for prøvene som ble inkubert ved aerobe forhold vist i Figur 19 (TVC i prøvene som ble inkubert ved anaerobe forhold presenteres i Vedlegg 14).



Figur 19: TVC (log cfu/ g) i kylling pakningene av Nice Eco xx 12 (NE 12), Nice Eco xx 17 (NE 17) og referansen (Ref.) etter ulike lagringstider (dager). Pakningene hadde gassammensetningene 60 % CO₂/ 40 % N₂ (60/40) og 100 % CO₂ (100), og g/ p- forhold 1 og 1,5.

* Det ble ikke detektert bakteriekolonier her, og dermed er alle verdiene <. Deteksjonsgrense for alle ferske prøver var -1.

Det ble brukt en-veis ANOVA med Tukey test for å se om det var forskjeller i bakterietall mellom pakningene med samme lagringstid. Resultatene presenteres i Tabell 9. Det var ingen signifikant forskjell i bakterietall innad prøvene som ble lagret i 7, 16 og 20 dager. Det var forskjell innad prøvene som ble lagret i 13 dager, mens det var ingen forskjell mellom prøvene som ble lagret i 23 dager, utenom Nice Eco xx 17 med 100 % CO₂.

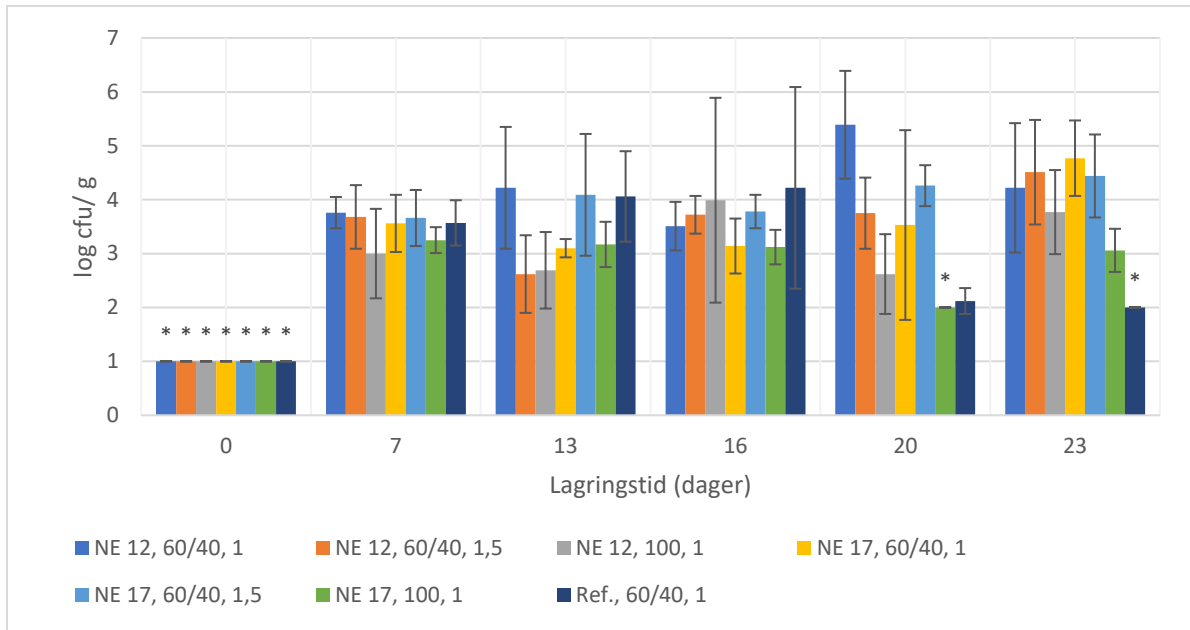
Tabell 9: De ulike emballeringsløsningene ble ansett som statistisk forskjellige ved p-verdier ≤ 0,05. Forskjeller mellom emballeringsløsningene innenfor de ulike lagringstidene (7, 13, 16, 20 og 23 dager) er indikert med store bokstaver i henhold til en-veis ANOVA med Tukey test. Ulike bokstaver indikerer at emballeringsløsningene er signifikant forskjellige. NE 12: Nice Eco xx 12, NE17: Nice Eco xx17, Ref: referanse, 60/40: gassammensetning 60 % CO₂/ 40 % N₂, 100: 100 % CO₂, 1: g/p forhold 1, 1,5: g/p- forhold 1,5. (Siden det ikke ble detektert bakteriekolonier i ferske prøver, er det ikke brukt en-veis ANOVA med Tukey test på disse resultatene).

Lagringstid (dager):	NE 12, 60/40, 1	NE 12, 60/40, 1,5	NE 12, 100, 1	NE 17, 60/40, 1	NE 17, 60/40, 1,5	NE 17, 100, 1	Ref., 60/40, 1
7	A	A	A	A	A	A	A
13	A	AB	B	AB	AB	AB	AB
16	A	A	A	A	A	A	A
20	A	A	A	A	A	A	A
23	A	A	A	A	A	B	A

4.7.2 Melkesyre bakterier

Vekst av melkesyre bakterier i kyllingfiletene fra emballeringsløsningene med ulik lagringstid ble analysert. Resultatene presenteres i Figur 20.

Figuren viser at det generelt var lavest forekomst av melkesyre bakterier i kyllingfiletene som ble pakket i 100 % CO₂, sammenlignet med de som ble pakket med 60 % CO₂/ 40 % N₂. Det var stor usikkerhet knyttet til noen av de målte verdiene.



Figur 20: Melkesyre bakterier (log cfu/ g) i kyllingfiletene fra pakningene av Nice Eco xx 12 (NE 12), Nice Eco xx 17 (NE 17) og referansen (Ref.) med ulike lagringstider (dager). Pakningene hadde gassammensetningene 60 % CO₂/ 40 % N₂ (60/ 40) og 100 % CO₂ (100), og g/ p- forhold 1 og 1,5.

*Det ble ikke detektert bakteriekolonier her, og dermed er alle verdiene <. Deteksjonsgrense for alle ferske prøver var -1, mens deteksjonsgrensen til prøvene som ble lagret i 20 og 23 dager var -2.

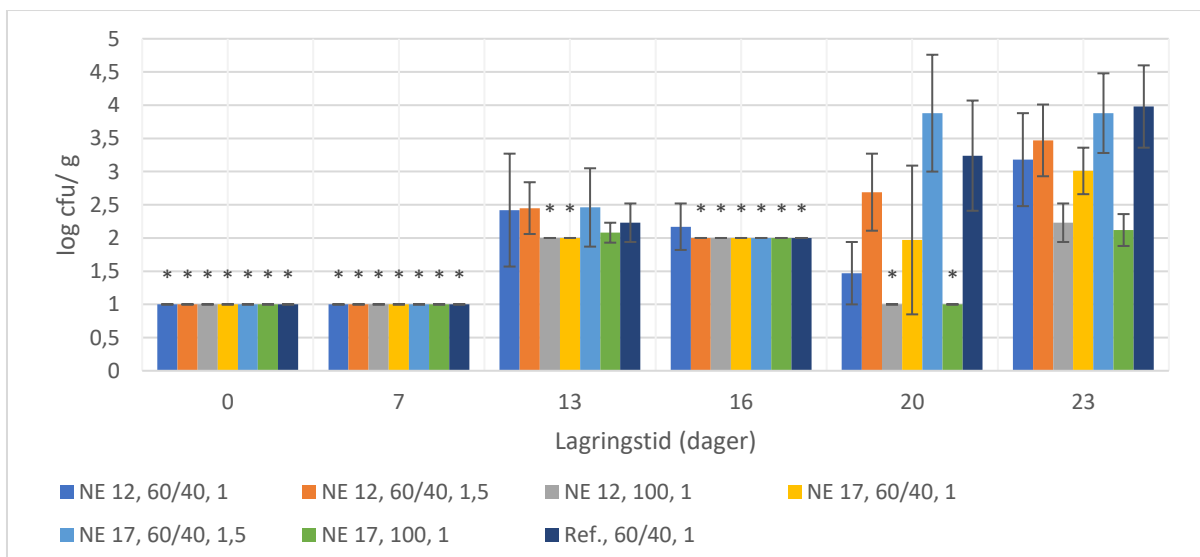
Forskjeller mellom pakningene ble avdekket ved å bruke en-veis ANOVA med Tukey test på resultatene fra analysene av TVC. Resultatene presenteres i Tabell 10. Resultatene viser at det ikke var signifikant forskjell mellom prøvene som ble lagret i 7, 13 og 16 dager, men det var forskjeller mellom prøvene som ble lagret innad 20 og 23 dager. Dette var i form av at pakningene med 100 % CO₂ og referansen skilte seg fra de andre pakningene med 60 % CO₂/ 40 % N₂.

Tabell 10: De ulike emballeringsløsningene ble ansett som statistisk forskjellige ved p -verdier $\leq 0,05$. Forskjeller mellom emballeringsløsningene innenfor de ulike lagringstidene (7, 13, 16, 20 og 23 dager) er indikert med store bokstaver i henhold til en-veis ANOVA med Tukey test. Ulike bokstaver indikerer at emballeringsløsningene er signifikant forskjellige. NE 12: Nice Eco xx 12, NE17: Nice Eco xx17, Ref: referanse, 60/40: gassammensetning 60 % CO₂/ 40 % N₂, 100: 100 % CO₂, 1: g/p forhold 1, 1,5: g/p- forhold 1,5. (Siden det ikke ble detektert bakteriekolonier i ferske prøver, er det ikke brukt en-veis ANOVA med Tukey test på disse resultatene).

Lagringstid (dager):	NE 12, 60/40, 1	NE 12, 60/40, 1,5	NE 12, 100, 1	NE 17, 60/40, 1	NE 17, 60/40, 1,5	NE 17, 100, 1	Ref., 60/40, 1
7	A	A	A	A	A	A	A
13	A	A	A	A	A	A	A
16	A	A	A	A	A	A	A
20	A	ABC	BC	ABC	AB	C	C
23	A	A	AB	A	A	AB	B

4.7.3 Brochotrix thermosphacta

Kyllingfiletene fra de ulike emballeringsløsningene med ulik lagringstid ble analysert for vekst av *Brochotrix thermosphacta*. Resultatene presenteres i Figur 21, og viser bl.a. at det ikke ble detektert bakteriekolonier i skålene fra spesielt kyllingfiletene som ble lagret i 7 og 16 dager. Forekomsten av *Brochotrix thermosphacta* i kyllingfiletene som ble lagret i 20 og 23 dager, var lavest i pakningene som ble pakket med 100 % CO₂.



Figur 21: *Brochotrix thermosphacta* (log cfu/ g) i kyllingfilet fra alle pakningene av Nice Eco xx 12 (NE 12), Nice Eco xx 17 (NE 17) og referansen (Ref.) etter ulike lagringstider (dager). Pakningene hadde gassammensetningene 60 % CO₂/ 40 % N₂ (60/40) og 100 % CO₂ (100), og g/ p- forhold 1 og 1,5.

*Det ble ikke detektert bakteriekolonier her, og dermed er alle verdiene $<$. Deteksjonsgrense for alle ferske prøver og prøver som ble lagret i 7 og 20 dager var -1, deteksjonsgrensen til prøvene som ble lagret i 13 og 16 dager var -2.

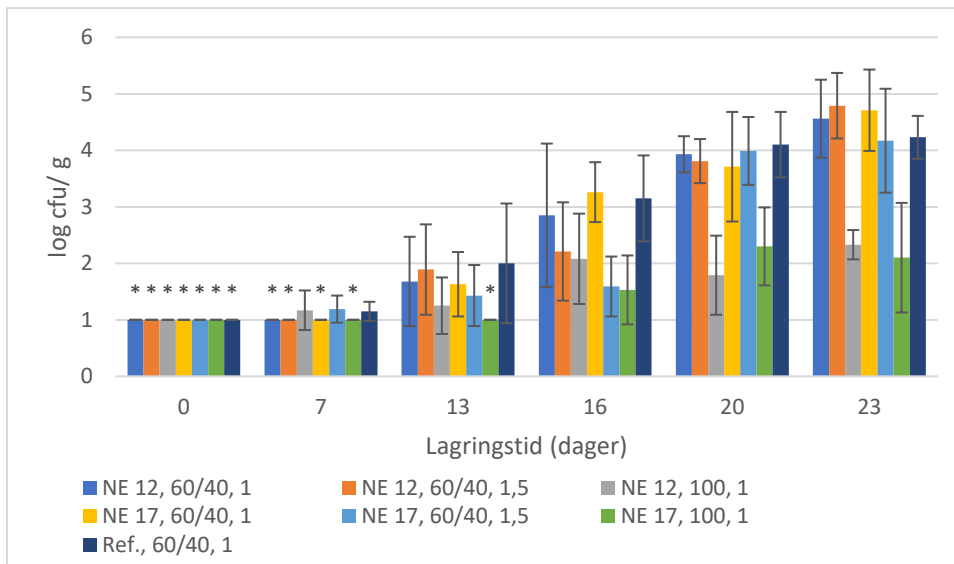
Det ble undersøkt om det var forskjeller mellom pakningene med samme lagringstid ved en-veis ANOVA med Tukey test. Resultatene presenteres i Tabell 11. Det var ingen signifikant forskjell mellom prøvene som ble lagret i 13 og 16 dager. Det var forskjell mellom prøvene som ble lagret innad 20 og 23 dager, der prøvene av kyllingfiletene som ble lagret i 100 % CO₂ skilte seg fra prøvene som ble lagret i 60 % CO₂/ 40 % N₂.

Tabell 11: De ulike emballeringsløsningene ble ansett som statistisk forskjellige ved p -verdier $\leq 0,05$. Forskjeller mellom emballeringsløsningene innenfor de ulike lagringstidene (7, 13, 16, 20 og 23 dager) er indikert med store bokstaver i henhold til en-veis ANOVA med Tukey test. Ulike bokstaver indikerer at emballeringsløsningene er signifikant forskjellige. NE 12: Nice Eco xx 12, NE17: Nice Eco xx17, Ref: referanse, 60/40: gassammensetning 60 % CO₂/ 40 % N₂, 100: 100 % CO₂, 1: g/p forhold 1, 1,5: g/p- forhold 1,5. (Siden det ikke ble detektert bakteriekolonier i ferske prøver og prøver som ble lagret i 7 dager, er det ikke brukt en-veis ANOVA med Tukey test på disse resultatene).

Lagringstid (dager):	NE 12, 60/40, 1	NE 12, 60/40, 1,5	NE 12, 100, 1	NE 17, 60/40, 1	NE 17, 60/40, 1,5	NE 17, 100, 1	Ref., 60/40, 1
13	A	A	A	A	A	A	A
16	A	A	A	A	A	A	A
20	CD	ABC	D	BCD	A	D	AB
23	AB	A	B	AB	A	B	A

4.7.4 Enterobacteriaceae

Vekst av *Enterobacteriaceae* i kyllingfiletene fra emballeringsløsningene med ulik lagringstid ble analysert. Resultatene presenteres i Figur 22. Det ble ikke detektert bakteriekolonier i mange av prøvene fra kyllingfiletene som ble lagret i 7 dager. Bakterietallene i kyllingfiletene som ble lagret i 13, 16, 20 og 23 dager viste at det var mindre forekomst av *Enterobacteriaceae* ved lagring i 100 % CO₂, sammenlignet med bakterietallene i kyllingfiletene som ble lagret i 60 % CO₂/ 40 % N₂.



Figur 22: Enterobacteriaceae (log cfu/ g) i kylling fra pakningene av Nice Eco xx 12(NE 12), Nice Eco xx 17 (NE 17) og referansen (Ref.) etter ulike lagringstider (dager). Pakningene hadde gassammensetningene 60 % CO₂/ 40 % N₂(60/40) og 100 % CO₂(100), og g/ p- forhold 1 og 1,5.

*Det ble ikke detektert bakteriekolonier her, og dermed er alle verdiene <. Deteksjonsgrense for alle ferske prøver og prøver som ble lagret i 7 og 13 dager var -1.

Det ble brukt en-veis ANOVA med Tukey test for å se om det var forskjeller i forekomst av Enterobacteriaceae innad pakningene med samme lagringstid. Resultatene gis i Tabell 12. Det var ingen forskjell mellom pakningene som ble lagret i 7, 13 og 16 dager, men det var forskjell mellom prøvene som ble lagret innad 20 og 23 dager. Testen viste at pakningene som ble pakket med 100 % CO₂ var forskjellige fra pakningene som ble pakket med 60 % CO₂/ 40 % N₂ (de som ble lagret i 20 og 23 dager).

Tabell 12: De ulike emballeringsløsningene ble ansett som statistisk forskjellige ved p-verdier ≤ 0,05. Forskjeller mellom emballeringsløsningene innenfor de ulike lagringstidene (7, 13, 16, 20 og 23 dager) er indikert med store bokstaver i henhold til en-veis ANOVA med Tukey test. Ulike bokstaver indikerer at emballeringsløsningene er signifikant forskjellige. NE 12: Nice Eco xx 12, NE17: Nice Eco xx17, Ref: referanse, 60/40: gassammensetning 60 % CO₂/ 40 % N₂, 100: 100 % CO₂, 1: g/p forhold 1, 1,5: g/p- forhold 1,5. (Siden det ikke ble detektert bakteriekolonier i ferske prøver, er det ikke brukt en-veis ANOVA med Tukey test på disse resultatene).

Lagringstid (dager):	NE 12, 60/40, 1	NE 12, 60/40, 1,5	NE 12, 100, 1	NE 17, 60/40, 1	NE 17, 60/40, 1,5	NE 17, 100, 1	Ref., 60/40, 1
7	A	A	A	A	A	A	A
13	A	A	A	A	A	A	A
16	A	A	A	A	A	A	A
20	A	A	C	AB	A	BC	A
23	A	A	B	A	A	BC	A

4.8 Statistisk analyse: variablenes effekt på responsene

Det ble brukt ANOVA GLM for å finne effekt av ulike variabler på responsene TVC (aerob), TVC (anaerob), melkesyrebakterier, *Brochotrix thermosphacta*, *Enterobacteriaceae*, lukt, utseende og væsketap (%). Resultatene presenteres i Tabell 13. Tabellverdiene (Adj SS) sier noe om hvor stor andel av variasjonen i resultatene som skyldes en spesifikk variabel i den antatte modellen. Analysen viser at pakkemetode og lagringstid hadde signifikant effekt på alle responsene. Materiale hadde signifikant effekt på utseendet og væsketapet, mens g/ p-forhold hadde signifikant effekt på *Brochotrix thermosphacta*.

Resultatene fra ANOVA GLM viser at interaksjonen mellom pakkemetode og lagringstid (PxT) er signifikant for MSB, *Brochotrix thermosphacta*, *Enterobacteriaceae* og væsketap. Interaksjonen mellom materiale og g/ p-forhold (MxGP) er signifikant for MSB og *Brochotrix thermosphacta*, og interaksjonen mellom g/ p- forhold og lagringstid (GPxT) er signifikant for *Brochotrix thermosphacta*, *Enterobacteriaceae* og utseende. Interaksjonen mellom materiale og lagringstid (MxT) er signifikant for *Brochotrix thermosphacta*, og interaksjonen mellom materiale og pakkemetode (MxP) er signifikant for væsketap. Verdiene for R-sq (adj) viste at alle modellene, utenom modellen for melkesyrebakterier, var relativt godt egnet. Dette ble gjenspeilet i Error, da denne var høy for melkesyrebakterier, i forhold til de andre resultatene.

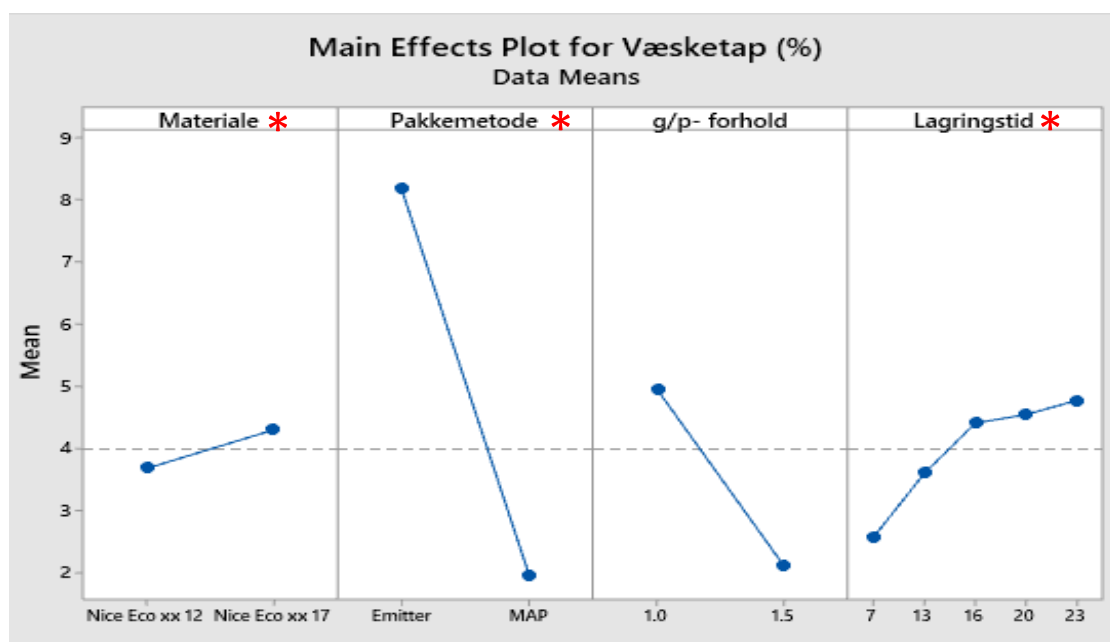
Tabell 13: Oversikt over ANOVA GLM sine resultater for hovedeffekter og samspillseffekter, samt error og R- sq (adj (%)). Variablene i testen var materiale (M), pakkemetode (P), g/ p- forhold (GP) og lagringstid (T). Tallene representerer andel forklart varians (Adj SS) (%) og verdiene er markert med stjerne (*) om effekten er signifikant ($p < 0,05$).

		TVC (aerob)	TVC (anaerob)	Melkesyre- bakterier	Brochotrix thermosphacta	Entero- bacteriaceae	Lukt	Utseende	Væsketap (%)
Materiale	M	0,00	0,00	0,03	0,73	0,54	0,05	9,07*	1,20*
Pakkemetode	P	4,47*	7,02*	13,02*	4,27*	18,29*	3,39*	61,40*	78,78*
G/ p- forhold	GP	1,62	0,01	0,06	6,18*	0,67	0,71	1,21	0,19
Lagringstid	T	79,44*	80,64*	6,44*	44,96*	41,06*	52,44*	20,93*	7,31*
	MxP	0,24	0,00	0,40	0,01	0,13	0,30	0,00	1,03*
	MxGP	0,00	0,04	4,14*	1,04*	0,34	0,05	0,00	0,07
	MxT	0,49	0,60	2,97	2,64*	0,56	0,28	0,00	0,70
	PxT	0,18	0,17	10,55*	4,04*	10,35*	3,64	2,00	2,21*
	GPxT	0,25	0,36	1,48	10,48*	2,92*	2,22	5,38*	0,16
	Error	13,32	11,16	60,93	25,62	25,15	36,91	0,00	8,35
	R-sq (adj)	88,11	90,58	27,90	78,86	79,23	65,56	74,34	91,78

Variablenes effekt på væsketap (Main Effects Plot for Væsketap (%)) vises i Figur 23. Rød stjerne markerer variablene som hadde signifikant effekt på væsketapet (fra Tabell 13). Pakkemetode hadde signifikant effekt (78,78) på væsketapet. Dette var i form av at pakningene med CO₂- emitter (emitter) hadde gjennomsnittlig høyest væsketap, sammenlignet med pakningene uten CO₂- emitter (MAP).

Lagringstiden hadde signifikant effekt på væsketapet (7,31), og Figur 23 viser at dette økte i pakningene som ble lagret med lenger lagringstid. Valg av materiale hadde signifikant effekt på væsketapet (1,20) i form av at pakningene av Nice Eco xx 17 hadde høyest væsketap.

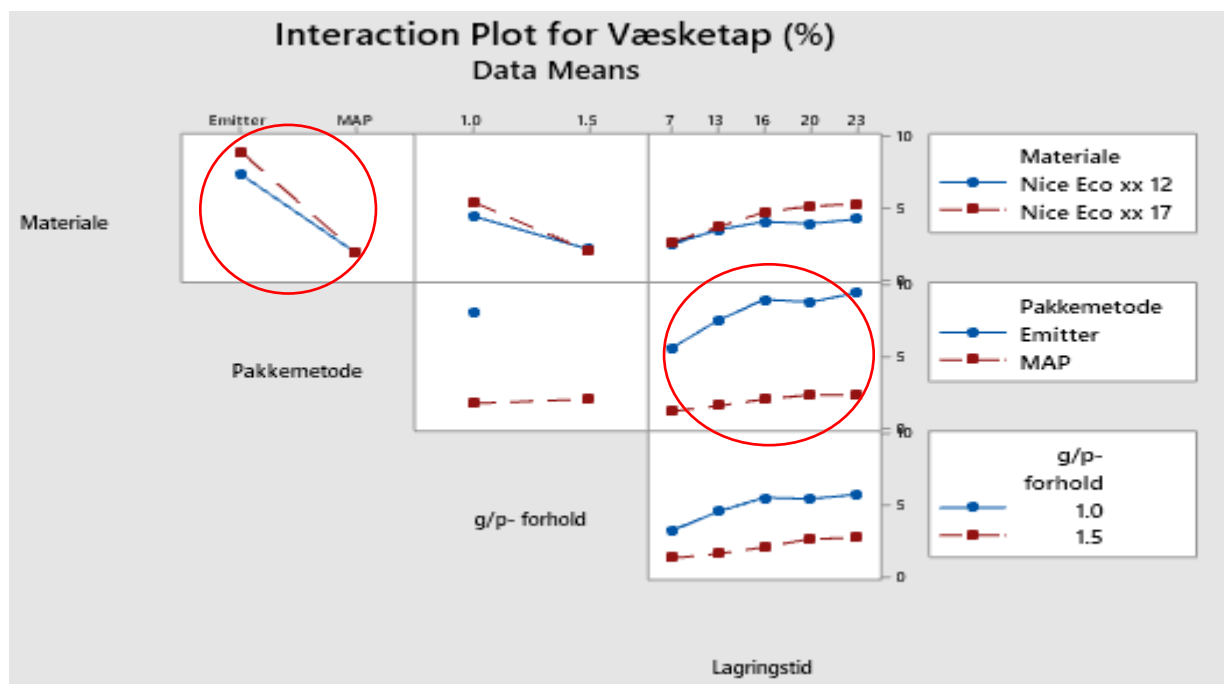
Figuren viser også at pakningene med g/ p- forhold 1 hadde gjennomsnittlig høyest væsketap, g/ p- forhold ikke signifikant forklarte variasjonen i resultatene.



Figur 23: Main Effects Plot for Væsketap (%) med variablene materiale (Nice Eco xx 12 og Nice Eco xx 17), pakkemetode (emitter og MAP), g/ p- forhold (1 og 1,5) og lagringstid (7, 13, 16, 20 og 23 dager) på x-aksen og gjennomsnittlig væsketap (%) på y-aksen. Variablene som hadde signifikant effekt på væsketapet (fra tabell x) er markert med rød stjerne. Figur hentet fra Minitab.

Samspillet mellom de ulike variablene illustreres i Interaction Plot for væsketap (%) og presenteres i Figur 24. Rutene der interaksjon mellom variablene er signifikant for væsketapet (fra Tabell 13), er markert med rød ring.

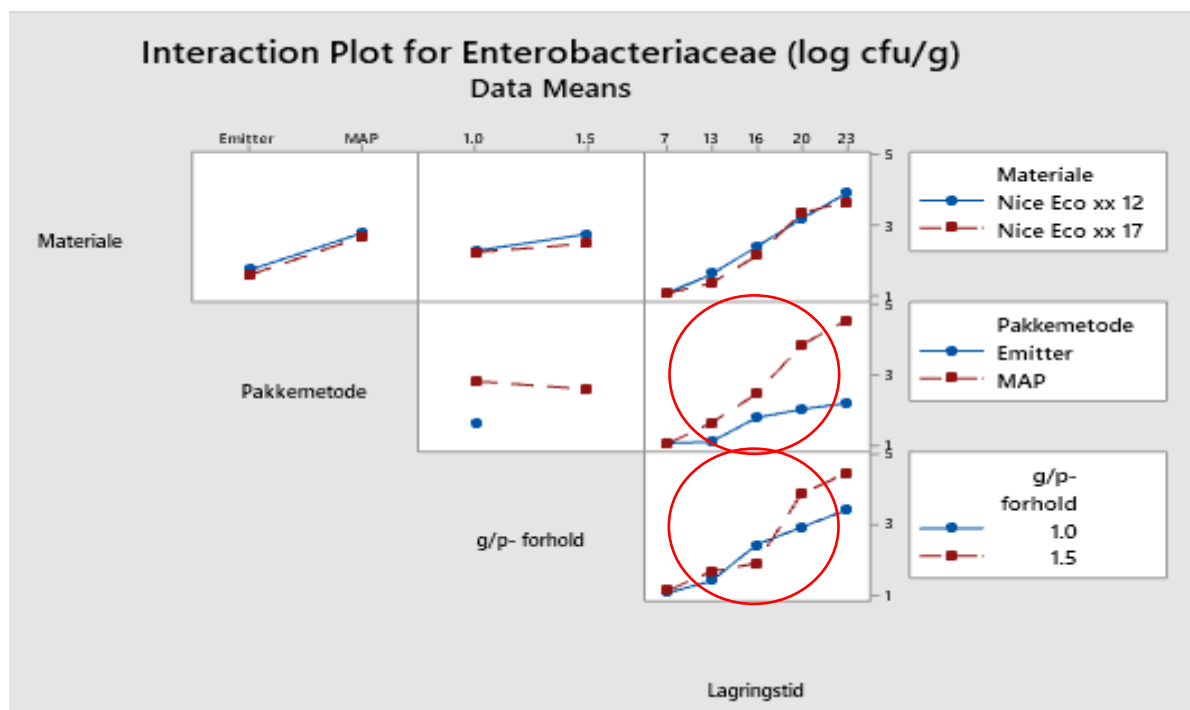
Pakkemetode og lagringstid hadde signifikant interaksjonseffekt (2,21) på væsketapet, og figuren viser at væsketapet i pakningene med ulike lagringstider varierte med hvilken pakkemetode som ble brukt. Interaksjon mellom materiale og pakkemetode hadde også signifikant effekt (1,03) på væsketapet, og figuren viser at materialets effekt på væsketapet varierer ved ulik pakkemetode.



Figur 24: Interaction Plot for Væsketap (%). Illustrasjon av samspillseffektene på resultatene. Hvite ruter som illustrerer samspillseffekter og som hadde signifikant effekt (fra tabell x) på variasjonen i resultatene er markert med rød ring. Figur hentet fra Minitab.

De ulike variablenes samspill illustreres i Interaction Plot for *Enterobacteriaceae* (log cfu/ g), og dette presenteres i Figur 25. Rutene der interaksjon mellom variabler er signifikant for *Enterobacteriaceae* (fra Tabell 13), er markert med rød ring.

Interaksjon mellom pakkemetode og lagringstid hadde signifikant effekt (10,35) på bakterietallet til *Enterobacteriaceae*, og figuren viser at lagringstidens effekt på bakterietallet varierte ved ulik pakkemetode. G/ p- forhold og lagringstid hadde også en signifikant interaksjonseffekt (2,92), og figuren viser at effekten av lagringstid varierer med ulikt g/ p- forhold.

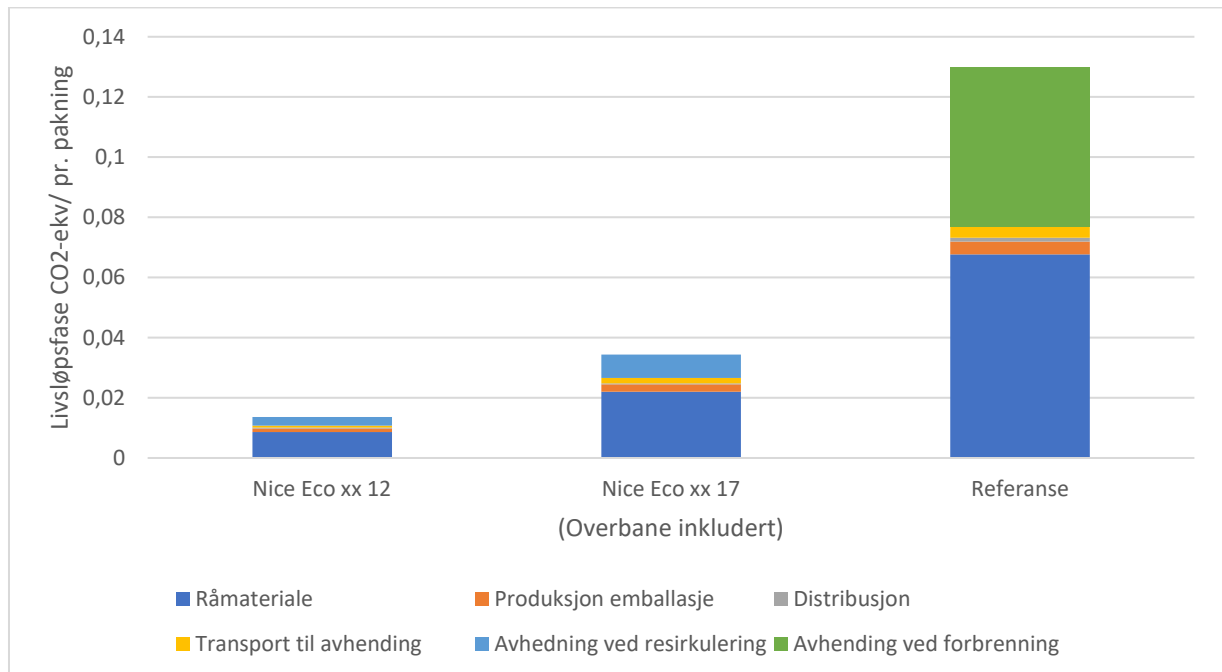


Figur 25: Interaction Plot for *Enterobacteriaceae* (log cfu/ g). Illustrasjon av samspillseffektene på resultatene. Hvite ruter som illustrerer samspillseffekter og som hadde signifikant effekt (fra tabell x) på variasjonen i resultatene er markert med rød ring. Figur hentet fra Minitab.

4.9 LCA

LCA ble utført på de ulike materialene som ble brukt i lagringsforsøket, og CO₂- ekvivalenter/ pr. pakning (over- og underbane sammenlagt) ble beregnet. Miljøpåvirkningene råmaterialet, produksjon av emballasjen, distribusjon, transport til avhending, avhending ved resirkulering og avhending ved forbrenning bidrar med ble beregnet for alle materialene som ble brukt i lagringsforsøket. Resultatene er gitt i Figur 26, og stolpene viser materialene sin totale beregnede miljøpåvirkning, gitt i CO₂- ekvivalenter. De ulike fargede feltene innad hver stolpe, symboliserer miljøpåvirkningen en spesifikk fase i de ulike materialenes livsløp har.

Figuren viser at referansematerialet bidrar til størst miljøpåvirkning, blant materialene som ble brukt i lagringsforsøket. Det er spesielt råmaterialet og avhending ved forbrenning som bidrar med flest CO₂-ekvivalenter i referansematerialets livsløp. Nice Eco xx 12 bidrar med færrest CO₂-ekvivalenter, etterfulgt av Nice Eco xx 17. Råmaterialet og avhending ved resirkulering bidrar med flest CO₂-ekvivalenter i disse materialenes livsløp.



Figur 26: CO₂ ekvivalent/ pr. pakning for de ulike materialene (over- og underbane sammenlagt) i lagringsforsøket. Miljøpåvirkningene råmaterialet (mørk blå), produksjon av emballasje (oransje), distribusjon (grå), transport til avhending (gul), avhending ved resirkulering (lys blå) og avhending ved forbrenning (grønn) kan bidra til ble beregnet for hvert materiale og stolpene er en sammenstilling av disse fasene. De ulike fargede feltene innad stolpene, symboliserer miljøpåvirkningen en spesifikk fase i materialenes livsløp har. Kilde: dataer beregnet og gitt av Simon Saxegård i Østfoldforskning.

5. Diskusjon

5.1 Oksygenbarriereegenskaper og O₂ i pakningenes frivolum

Det var variasjoner mellom tykkelsene og trekkdybdene til alle materialene, slik at forskjeller i materialenes oksygenbarriereegenskaper kunne forventes. Resultatene (Tabell 5) viste at det ikke var store forskjeller i OTR mellom materialene ved de ulike testede betingelsene. Blant alle de analyserte materialene hadde referansematerialet høyest OTR ved 4°C (både ved 0 og 100 % RH i pakningene), men alle målingene ved disse betingelsene var under 0,5 ml O₂ / (pkn × døgn). Nice Eco xx 17 hadde høyest OTR ved 23°C (ved 100 % RH i pakningene) (1,54 ml O₂ / (pkn × døgn)), mens de andre testede materialene hadde under 1 ml O₂ / (pkn × døgn)) ved 23°C (0 og 100 % RH i pakningene). Målingene av materialenes OTR var altså lavest ved lav temperatur (4°C), noe som var forventet og samstemte med teorien. Materialenes OTR var også lavest ved lav (0 %) RH i pakningene, sammenlignet med høy (100 %) RH i pakningene.

En studie av Pettersen et al. (2004) hvor liknende materialer (som Nice Eco og referansen) ble testet, ble det funnet at det ikke er et lineært forhold mellom OTR og trekkdybde (fra 25-70 mm trekkdybde). I studien blir det derfor antatt at OTR også er avhengig av orientering og dermed polymertypen. Resultatene i dette forsøket kan derfor tyde på at kombinasjonen mellom trekkdybdene og sammensetningen av Nice Eco er passende, da materialene av Nice Eco hadde tilnærmet lik OTR som referansematerialet..

Siden OTR er et mål for hvor mye O₂ som penetrerer materialene pr. døgn, forventes det at det er noe mer O₂ i tomme pakninger med lenger lagringstid. I pakninger med næringsmiddelprodukter vil derimot O₂ som penetrerer materialet forbrukes av de metabolske aktivitetene i selve kjøttet og forbrukes av aerobe mikroorganismer på næringsmiddelproduktet (McMillin, 2008). Utenom O₂ som penetrerer materialene, kan det også ha kommet noe luft i pakningene ved pakking, da pakninger med opp til 0,1 % O₂ (ved målinger like etter pakking) ble godtatt. På grunn av at O₂ i pakningene forbrukes, var det derfor forventet at det var lite eller fravær av O₂ i pakningene etter de ulike lagringstidene. Det var derfor noe uventet at det ble målt O₂ i noen av pakningene som ble lagret i 13 dager (Tabell 6). Disse resultatene var ikke i samsvar med en studie av Holck et al. (2014). I denne studien var det gjennomsnittlig 0,17 % O₂ i pakningene rett etter pakking, men etter 8 dager var all O₂ i pakningene forbrukt.

5.2 CO₂ i pakningenes frivolum

Nedgangen i andel CO₂ i pakningenes frivolum, var størst i pakningene som ble pakket med 60 % CO₂/ 40 % N₂, sammenlignet med pakningene med 100 % CO₂. I pakningene med 60 % CO₂/ 40 % N₂, hadde alle pakningene ca. 35-40 % CO₂ i frivolumet etter de ulike lagringstidene (Figur 12). Dette indikerte at likevekt mellom CO₂ i frivolumet og i kyllingfiletene ble nådd ved dette punktet (når andelen CO₂ i frivolumet hadde sunket fra ca. 60 % til ca. 35-40 %). Dette samsvarer med funn av Hansen et al. (2009b) som viste at likevekten mellom CO₂ i frivolumet og i fisk (laks) stabiliserte seg når andelen CO₂ i frivolumet hadde sunket fra 60 (resterende andel med N₂) (60 % CO₂ i pakningenes frivolum rett etter pakking/ dag 0) til 40 %.

I pakningene med 100 % CO₂, var andel CO₂ i pakningenes frivolum relativt stabile etter de ulike lagringstidene (sank fra ca. 100 % til ca. 98-89 % CO₂) (Figur 12). Fra utseendevurderingene av pakningene med 100 % CO₂ (Figur 13) kunne en se at pakningene hadde lite frivolum/ kollapset etter de ulike lagringstidene og det var størst grad av lite frivolum/ kollaps i pakningene som ble lagret lengst. Dette kunne forklares med at selv om prosentandelen CO₂ i frivolumet fortsatt var relativt høy etter de ulike lagringstidene (i pakningene med 100 % CO₂), så sank konsentrasjonen/ volumet som ble utgjort av CO₂ gjennom lagringstidene. Utseendevurderingene viste at frivolumet i pakningene med 60 % CO₂/ 40 % N₂ også sank i pakningene med ulik lagringstid, men reduksjonen av frivolum var høyest i pakningene med 100 % CO₂. Dette kan forklares med at selv om CO₂ i pakningene med 60 % CO₂/ 40 % N₂ ble absorbert i kjøttet, vil fortsatt N₂ oppta en del av frivolumet. Dette gjør at reduksjon av frivolumet ikke kan forekomme i like stor grad i disse pakningene.

Grad av frivolumsreduksjon i pakningene med 100 % CO₂ var noe uforventet, da disse pakningene hadde tilsatt CO₂ emitter. Det ble på forhånd antatt at CO₂ emitterene skulle opprettholde konsentrasjonen av CO₂ i disse pakningene gjennom de ulike lagringstidene, for å hindre reduksjon av frivolum og for å unngå pakningskollaps (Yildirim et al., 2018). I Hansen et al. (2009b) sitt forsøk som omhandler laks som ble pakket i 60 % CO₂/ 40 % N₂ og med CO₂ emitter, ble det funnet ut at ikke alle ingrediensene i CO₂ emitterne ble konvertert til CO₂-gass. Forklaringen på dette var at det ble skapt et relativt høyt press i pakningene mot CO₂ emitterene, noe som resulterte i at kontakten mellom væsketapet og emitteringrediensene ble begrenset. Dette kan være en forklaring på at det ikke ble produsert tilstrekkelig med CO₂-gass for å opprettholde pakningenes frivolum i dette forsøket. Ikke optimalisert

emitterkapasitet kan også være en mulig forklaring på at frivolumet i pakningene med 100 % CO₂ ble redusert gjennom de ulike lagringstidene. I en annen studie av Hansen et al. (2009a), ble det sett på hvordan en kan beregne optimal emitterkapasitet for laksefilet for å opprettholde frivolumet i pakningers lagringstid. Studien viste at for å oppnå dette, måtte en ta hensyn til alle forhold vedrørende pakningene som gassammensetning, fiskens masse og overflate, g/ p- forhold og skålvolum.

5.3 Væsketap

I dette forsøket hadde pakkemetoden størst effekt på væsketapet (78,78 % fra Tabell 13). Det var store gjennomsnittlige forskjeller i væsketap mellom pakkene med og uten CO₂ emitter (8 og 2 % fra Figur 24) (Tukey test viste også at pakningene med og uten CO₂ emitter var signifikant forskjellige innenfor alle lagringstidene). Tidligere studier av for eksempel Holck et al. (2014) viste at væsketapet fra kylling var likt i pakninger med 30 og 60 % CO₂ (uten CO₂ emitter), sammenlignet med pakninger med 100 % CO₂ og CO₂ emitter (2,5 % væsketap) hvor alle de sammenlignede pakningene hadde likt g/ p- forhold. Dette er et eksempel på at pakking med 100 % CO₂ (om CO₂ emitter tilsettes) kan være mulig uten å få forhøyede væsketap. Samme studie av viste også at kyllingfilet som ble pakket med 100 % CO₂, og uten CO₂ emitter (med g/ p- forhold 1,4) hadde 10,8 % væsketap etter 26 dager (Holck et al., 2014). I dette forsøket ble samme verdi (10,8 %) funnet for væsketapet til kyllingfiletene som ble lagret i Nice Eco xx 17 (med 100 % CO₂ og CO₂ emitter) i 23 dager. Dette styrker oppfatningen om at CO₂- emitterne i dette forsøket ikke produserte tilstrekkelig med CO₂- gass for å opprettholde frivolumet.

Det var kun pakningene med CO₂ emitter som hadde gassammensetningen 100 % CO₂, og det var høyest væsketap fra kyllingene som ble lagret i disse pakningene. Siden CO₂ kan senke pH i kjøtt, er det tidligere blitt foreslått at CO₂ kan føre til økt væsketap, da lavere pH reduserer kjøttets vannbindingsevne. På bakgrunn av dette kan det derfor tenkes at pH reduksjonen kan være høyere i produkter som lagres i 100 % CO₂, sammenlignet med 60 % CO₂. Det er imidlertid i en studie av Holck et al. (2014), målt lik pH i gruppen hvor kjøtt ble lagret i 100 % CO₂, sammenlignet med gruppen hvor kjøtt som ble lagret i 60 % CO₂/ 40 % N₂. Samtidig var det også lavt væsketap i begge de nevnte gruppene, og det ble derfor diskutert at høyere andel CO₂ i pakningenes frivolum ikke var viktig for væsketapet.

Lagringstid hadde også signifikant effekt på væsketapet og var den faktoren med nest størst innvirkning på variasjonen i resultatene fra analysene av væsketap (7,31 % fra Tabell 13) i dette forsøket. Det var gjennomsnittlig høyest væsketap i pakningene som hadde lengst lagringstid (Figur 23), noe som samstemmer med funn av bl.a. Marcinkowska-Lesiak et al. (2016). I den nevnte studien ble væsketapet til kyllingbryst analysert, hvor én gruppe ble vakuumpakket og én annen gruppe ble pakket i 30 % CO₂/ 70 % N₂. Det var signifikant forskjell i væsketap mellom gruppene (høyest i gruppen som ble pakket med 30 % CO₂/ 70 % N₂), i tillegg ble det demonstrert at lagringstid har negativ effekt på kjøtt og førte til økt væsketap (Marcinkowska-Lesiak et al., 2016).

Materiale hadde også effekt på væsketapet (1,20 % fra Tabell 13) i dette forsøket. Denne variabelen forklarte derimot lite av variasjonen, noe som viser at det trolig hadde lite innvirkning på væsketapet i praksis. Det ble også vist at g/ p- forhold ikke hadde effekt på væsketapet, noe som tyder på at forskjellen i væsketapet ved ulikt g/ p- forhold ikke var stor nok til å virke signifikant.

5.4 Mikrobiologi

Både lagringstid og pakkemetode hadde signifikant effekt på bakterietallene til alle de analyserte mikroorganismene i dette forsøket, hvor lagringstid hadde større effekt enn pakkemetode (Tabell 13). Det var generelt høyere bakterietall i kyllingfiletene fra pakningene som ble lagret lenger. Det ble funnet generelt lavere bakterietall i kyllingfilet som ble lagret i pakningene med 100 % CO₂ i frivolumet, sammenlignet med i kyllingfilet som ble lagret med lavere prosentandel (60 %) CO₂ i frivolumet. Det var dermed best effekt av å pakke med 100 % CO₂ fremfor 60 % CO₂, for å hemme bakterievekst i dette forsøket. CO₂ 's effekt i dette forsøket samstemmer dermed med funn av bl.a. Kennedy et al. (2005) som viser at høyere prosentandel CO₂ i pakningenes frivolum resulterte i lavere bakterievekst, sammenlignet med pakking med lavere andeler CO₂ i pakningers frivolum.

Tukey test viste at det ikke var forskjell i bakterieveksten i pakningene som ble lagret i 7, 13 og 16 dager (utenom for TVC, hvor det var forskjell i bakterievekst mellom pakningene som ble lagret i 13 dager). Etter både 20 og 23 dagers lagring var det forskjell i bakterievekst mellom pakningene med 100 % CO₂ og 60 % CO₂/ 40 % N₂ (utenom for TVC, hvor det var ingen forskjell). Dette kunne tyde på at pakningene måtte lagres lenger, før effekten av økt prosentandel (100 %) CO₂ i frivolumet var fremtredende med hensyn på bakteriehemming.

Dette samstemmer også med hva som ble funnet av Kennedy et al. (2005). Her ble TVC i lammekjøtt som ble pakket med 100 % CO₂ sammenlignet med lammekjøtt pakket i 80 % CO₂/ 20 % N₂. Studien antydte at lenger eksponering for høye andeler CO₂ i frivolumet er mer effektivt for bakteriehemming (målt i TVC). I Holck et al. (2014) ble det funnet at vekstraten i log fasen til melkesyrebakteriene var lik i pakninger med 100 %, 60 % og 30 % CO₂. Dette kan være en indikasjon på at det tar tid før en ser en fremtredende bakteriehemmende effekt av høye andeler med CO₂ i frivolumet, fordi den mer effektive bakteriehemmingen skjer i påfølgende faser. I praksis kan dette bety at pakking med 100 % CO₂ kan virke holdbarhetsforlengende, ved at det kan ha en fremtredende bakteriehemmende effekt senere i produkters lagringstid.

Ved analysene var det lav forekomst av *Brochotrix thermosphacta* i noen av prøvene (Figur 21), og ingen kolonier ble detektert i prøvene som ble lagret i 7 dager. Da prøvene som ble lagret i 16 dager skulle analyseres, var det forventet at det var mer/ tilnærmet lik vekst av *Brochotrix thermosphacta* i prøvene som ble lagret i 13 og 16 dager (og dermed ble lik fortykning av prøvene brukt ved analysene). Resultatene viste imidlertid at det ikke ble brukt optimal fortykning av prøvene som ble lagret i 16 dager, og ingen kolonier ble detektert i disse prøvene. I prøvene som ble lagret i 20 og 23 dager var det mer vekst av *Brochotrix thermosphacta* i noen av prøvene, der bakterietallene i pakningene med 60 % CO₂/ 40 % N₂ var høyere enn i pakningene med 100 % CO₂ (Tukey test viste at det var signifikant forskjell mellom disse gruppene). Liknende funn ble også gjort for *Enterobacteriaceae* i dette forsøket, der forekomst av denne gruppen også var lavest i pakningene med 100 % CO₂. Resultatene i dette forsøket vedrørende bakterietallene til *Brochotrix thermosphacta* og *Enterobacteriaceae* samstemmer med funn av Holck et al. (2014). I nevnt studie ble det rapportert at høyere CO₂- konsentrasjoner senket vekstraten til bl.a. *Brochotrix thermosphacta* og *Enterobacteriaceae*. I samme studie ble det også rapportert om veldig liten vekst av *Brochotrix thermosphacta* og *Enterobacteriaceae* i pakningene med 100 % CO₂.

I dette forsøket hadde g/ p- forhold kun signifikant effekt på *Brochotrix thermosphacta* (6,18%) (fra Tabell 13) blant de analyserte mikroorganismene. Siden g/ p- forhold forklarte relativt lite av variasjonen i bakterietallene for *Brochotrix thermosphacta*, hadde dette trolig liten innvirkning på bakterietallene for *Brochotrix thermosphacta* i praksis. Utenom dette hadde g/ p- forhold ingen effekt på bakterietallene i dette forsøket. Dette var noe uventet, da pakninger

med g/ p- forhold 1,5 har flere CO₂- molekyler i sitt frivolum, sammenlignet med pakninger med g/ p- forhold 1. I en studie av Holck et al. (2014) ble det bl.a. sammenlignet å pakke med høye (2,5) og lave (1,4) g/ p- forhold, i pakninger med samme gassammensetning. Gassammensetningene i forsøket inneholdt 100 %, 60 %, 30 % og 0 % CO₂ (resterende andeler bestod av N₂). Bakterietallene i prøvene med høye og lave g/ p- forhold (med samme gassammensetning) var tilnærmet identisk like. Dette kan tyde på at enda større økning i g/ p- forhold kreves for å få effekt på bakterievekst. Om dette stemmer, vil det altså trenges enda flere CO₂- molekyler i frivolumet for at økt g/ p- forhold skal få en merkbar bedre bakteriehemmende effekt.

I dette forsøket var det bare kyllingfileten i pakningene med 100 % CO₂ som ikke overskred log 10⁻⁷ CFU etter lagring i 23 dager. Likevel ble alle pakningene som ble lagret i 23 dager bedømt til å ha akseptabel kvalitet ved luktbedømmelsene, og det var ingen signifikant forskjell innad denne gruppen (Tukey test av luktbedømmelsene mellom pakninger som ble lagret i 23 dager). Dette tyder på at alle kyllingfiletene fortsatt hadde relativt god mikrobiologisk kvalitet etter 23 dagers lagring.

6. Konklusjon

Det ble i dette forsøket sett på om det er mulig å erstatte dagens ikke- resirkulerbare materiale til kyllingfilet (ved termoforming) med et resirkulerbart og tynnere materiale, uten at dette går på bekostning av emballasjens funksjon som er å bevare matkvaliteten og redusere/ unngå matsvinn. Målingene av OTR viste at det var relativt små forskjeller mellom oksygenbarriere egenskapene til materialene i dette forsøket, til tross for ulike materialsammensetninger, materialtykkelser og trekkdybder. Samtidig viste også resultatene at materialet hadde liten/ ingen innvirkning på variasjonen i resultatene for væsketap, luktsammenligningene, utseendevurderingene og de mikrobiologiske analysene. Dette indikerer derfor at Nice Eco fungerer, ut ifra analysene som er gjort i dette forsøket, like godt som det ikke- resirkulerbare emballasjematerialet (referansen) som i dag brukes som materiale ved termoforming av emballasje til kyllingfilet.

I dette forsøket ble det brukt to varianter av Nice Eco med ulik materialtykkelse (Nice Eco xx 12 og Nice Eco xx 17, materialtykkelse 170 μm og 300 μm) i tillegg til referansematerialet (materialtykkelse 540 μm). Resultatene indikerer på bakgrunn av at det var ingen/ små forskjeller mellom de testede materialene, at det er mulig å bruke den tynneste varianten av Nice Eco (Nice Eco xx 12) som emballasje til kyllingfilet, uten at det går på bekostning av emballasjens funksjon. Det er derfor mulig å redusere materialtykkelsen fra 540 μm til 170 μm , for å redusere materialforbruket. LCA av materialene viste også at Nice Eco xx 12 bidro med minst miljøpåvirkninger blant de testede materialene i dette forsøket.

På bakgrunn av at det var ingen/ små forskjeller mellom de teste materialene, var materialtykkelse relativt lite viktig for resultatene. Dermed var det ikke behov for å oppveie for materialtykkelsen ved å bruke ulike g/ p- forhold og pakking med 100 % CO_2 (og CO_2 -emitter). Pakkemetoden hadde likevel effekt på alle de analyserte mikroorganismene, og dette forsøket viste at å pakke med 100 % CO_2 hadde best bakteriehemmende effekt, sammenlignet med pakking med 60 % CO_2 / 40 % N_2 . Resultatene i dette forsøket viste derfor at pakking med 100 % CO_2 kan virke holdbarhetsforlengende. Luktsammenligningene viste samtidig at alle kyllingfiletene fra de ulike emballeringsløsningene hadde relativt god kvalitet etter lagring i 23 dager, og at det ikke var forskjell mellom prøvene.

Bruk av CO_2 emitter for å opprettholde frivolumet i pakningene med 100 % CO_2 hadde ikke ønsket effekt i dette forsøket. Utseendevurderingene viste at frivolumet i pakningene med

100 % CO₂ sank gjennom de ulike lagringstidene, og det oppsto pakningskollaps. Dette resulterte i at det var høyere væsketap i pakningene med denne gassammensetningen, sammenlignet med væsketapet i pakningene med 60 % CO₂/ 40 % N₂.

Det var liten/ ingen effekt av g/ p- forhold i dette forsøket, og resultatene ga indikasjoner på at ytterligere økning i g/ p- forhold, utover det som ble testet i dette forsøket, var nødvendig for å få effekt.

7. Forslag til videre arbeid

Som tidligere nevnt, må en ved bruk av emballasje ta stilling til hele verdikjeden, slik at man ser på hvordan en kan minske miljøpåvirkningene av emballasje i alle ledd. Nice Eco materialene ble sammenlignet mot referansematerialet (dagens ikke- resirkulerbare materiale ved termoforming av emballasje til kyllingfilet) og det viste seg, ut ifra analysene som ble gjort i dette forsøket, at det var små/ ingen forskjeller. I tillegg til faktorene som ble undersøkt i dette forsøket, er det flere faktorer som spiller inn på om Nice Eco er like egnet som referansematerialet til ulike næringsmiddelformål. Det kan derfor dannes et enda større bilde av Nice Eco sin egnethet til næringsmiddelformål, ved å undersøke flere faktorer enn hva som ble gjort i dette forsøket.

Til videre arbeid kunne det bl.a. vært interessant å se om det var sammenheng mellom slag- og presskader på produktene (ved f.eks. transport og stabling) og materialtykkelse. Ved å gjøre dette kan en finne ut om forskjellen i materialtykkelsene (hos materialene av Nice Eco og referansen) er stor nok til å ha innvirkning på eventuelle slag- og presskader. Da kan en finne ut om produkter er nok/ like godt beskyttet i materialene av Nice Eco som i referansematerialet. Det er som tidligere nevnt, viktig å ikke la reduksjon og justering av materialer gå på bekostning av emballasjens beskyttende egenskaper overfor produktet.

Redusert materialtykkelse har innvirkning på materialers rigiditet og dermed stabilitet. Om Nice Eco eventuelt skulle blitt kommersialisert i fremtiden, ville det vært interessant og nødvendig å undersøke hvor egnet emballerte næringsmidler med Nice Eco er for stabling. Det er bl.a. nødvendig å stable pakninger ved transport for å spare plass og dermed gjøre transporten mer effektiv. Om pakninger av Nice Eco skal selges i butikk, er det også nødvendig å stable disse pakningene for maksimal plassutnyttelse.

I dette forsøket klarte ikke de tilsatte CO₂ emitterene å opprettholde frivolumet i pakningene med 100 % CO₂ gjennom de ulike lagringstidene. Dette gjorde at det oppsto pakningskollaps noe som resulterte i høye væsketap i pakningene med denne gassammensetningen. Til videre arbeid ville det også vært nødvendig å undersøke om reduksjon av frivolum og pakningskollaps kan unngås ved å bruke en mer optimalisert emitter og/ eller eventuelt utrede hvorfor CO₂ emitterene i dette forsøket ikke fungerte som en hadde ønsket. Om pakninger av Nice Eco med 100 % CO₂ i fremtiden skal bli kommersialisert, er det viktig å finne en løsning på dette da væsketap bl.a. kan bidra til økonomiske tap.

8. Litteraturliste

- A. Emblem, H. E. (red.). (2012). *Packaging technology: fundamentals, materials and processes*. Sawston, Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Basic Facts Report on Design for Plastic Packaging Recyclability*. (2017). I: AS, M. C. (red.). grøntpunkt.no.
- Buntinx, M., Willems, G., Knockaert, G., Adons, D., Yperman, J., Carleer, R. & Peeters, R. (2014). Evaluation of the Thickness and Oxygen Transmission Rate before and after Thermoforming Mono- and Multi-layer Sheets into Trays with Variable Depth. *Polymers*, 6 (12): 3019-3043.
- Chung, T. C. M. (2002). *Functionalization Of Polyolefins*. The Pennsylvania State University: Academic Press.
- Commission, E. (2009). *EU Guidance to the Commission Regulation (EC) No 450/2009 of May 2009 on active and intelligent materials and articles intended to come into the contact with food*.
- Eie, T. (red.). (2005). *Emballering av næringsmidler bind 1 og 2: Innføring i emballasje- og emballeringsteknologi*, b. 2. Asker/ Ås: MATFORSK.
- Engelmann, S. (2012). *Advanced thermoforming: methods, machines and materials, applications and automation*, b. 8: John Wiley & Sons.
- EU. (2010). Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council of 24 November 2010 on industrial emissions (integrated pollution prevention and control) Text with EEA relevance. *Official Journal of the European Union*, 15: Kap. 15, s. 159-261.
- Farber, J. M. (1991). Microbiological Aspects of Modified-Atmosphere Packaging Technology- A review. *Journal of Food Protection*, 54 (1): 58-70.
- FN-sambandet. ((u.å.)). *FN's bærekraftsmål*. FN.no: FN-sambandet. Tilgjengelig fra: <https://www.fn.no/Om-FN/FNs-baerekraftsmaal>.
- Forskrift om gjenvinning og behandling av avfall, kapittel 7 emballasjeavfall*. (2015). lovdata.no.
- Hansen, A. Å., Høy, M. & Pettersen, M. K. (2009a). Prediction of optimal CO2 emitter capacity developed for modified atmosphere packaging of fresh salmon fillets (*Salmo salar* L.). *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 22 (4): 199-208.
- Hansen, A. Å., Mørkøre, T., Rudi, K., Rødbotten, M., Bjerke, F. & Eie, T. (2009b). Quality changes of prerigor filleted Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) packaged in modified atmosphere using CO2 emitter, traditional MAP, and vacuum. *Journal of Food Science*, 74 (6): M242-M249.
- Hauge, A. (2020). *Partialtrykk*. Pedersen, B. (red.). Store Norske Leksikon. snl.no.
- Helseth, L. E. (2020). *Monomer*. Store Norske leksikon. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/monomer>.
- Holck, A. L., Pettersen, M. K., Moen, M. H. & Sørheim, O. (2014). Prolonged Shelf Life and Reduced Drip Loss of Chicken Filets by the Use of Carbon Dioxide Emitters and Modified Atmosphere Packaging. *Journal of Food Protection*, 77 (7): 1133-1141. doi: 10.4315/0362-028x.Jfp-13-428.
- Jakobsen, M. & Bertelsen, G. (2002). The use of CO2 in packaging of fresh red meats and its effect on chemical quality changes in the meat: A review. *Journal of Muscle Foods*, 13 (2): 143-168.
- K. A. Lyng, A. R., M. Vold, E. Svanes. (2014). *Karbonopptak i betong i LCA og EPD: Østfoldforskning*.
- Kennedy, C., Buckley, D. & Kerry, J. (2005). Influence of different gas compositions on the short-term storage stability of mother-packaged retail-ready lamb packs. *Meat science*, 69 (1): 27-33.
- Lange, J. & Wyser, Y. (2003). Recent innovations in barrier technologies for plastic packaging—a review. *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 16 (4): 149-158.
- Larsen, H., Kohler, A. & Magnus, E. M. (2000). Ambient oxygen ingress rate method—an alternative method to Ox-Tran for measuring oxygen transmission rate of whole packages. *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 13 (6): 233-241.
- M. R. Adams, M. O. M. (2008). *Food Microbiology*. 3rd utg. University of Surrey, Guildford, UK: The Royal Society of Chemistry.
- Marcinkowska-Lesiak, M., Zdanowska-Sąsiadek, Ż., Stelmasiak, A., Damaziak, K., Michalczyk, M., Poławska, E., Wyrwicz, J. & Wierzbička, A. (2016). Effect of packaging method and cold-storage time on chicken meat quality. *CyTA-Journal of Food*, 14 (1): 41-46.

- McMillin, K. W. (2008). Where is MAP going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat science*, 80 (1): 43-65.
- Mokwena, K. K. & Tang, J. (2012). Ethylene vinyl alcohol: a review of barrier properties for packaging shelf stable foods. *Critical reviews in food science and nutrition*, 52 (7): 640-650.
- NMKL, N. m. f. n. (2005). *Enterobacteriaceae. Bestämning i livsmedel och foder*. Oslo, Norway: Veterinærinstituttet.
- NMKL, N. M. f. n. (2007). *Melkesyrebakterier. Bestemmelse i næringsmidler i forbindelse med bederving*. NMKL-metode nr. 140.
- NMKL, N. m. f. n. (2010a). *BROCHOTHRIX spp. Bestemmelse i kød og kødvarer*. Helsinki, Finland: Dep. of Food and Environmental Hygiene, University of Helsinki.
- NMKL, N. m. f. n. (2010b). *Prøveudtagning og forbehandling af levnedsmidler og foderstoffer til kvantitativ mikrobiologisk undersøgelse*. 2. utg. utg. NMKL metode nr. 91.
- NMKL, N. M. f. n. (2013). *Aerobe mikroorgansimer. Bestemmelse i næringsmidler ved 37 °C, 30 °C, 25 °C, 20 °C, 17/7 °C eller 6,5 °C efter kolonitalsmetoden*. NMKL-metode nr. 86.
- Nofima. (u.å.). *ReducePack*: Nofima. Tilgjengelig fra: <https://nofima.no/prosjekt/reducepack/>.
- PACKSKO. (u.å.). *About Thermoforming Vacuum Packaging*. u.s.: PACKSKO CO., LTD. Tilgjengelig fra: <http://www.packsko.com/our-products/about-thermoforming-vacuum-packaging/>.
- Petterson, M. K., Gällstedt, M. & Eie, T. (2004). Oxygen barrier properties of thermoformed trays manufactured with different drawing methods and drawing depths. *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 17 (1): 43-52.
- Piringer, O. G. & Baner, A. L. (2008). *Plastic packaging materials for food: barrier function, mass transport, quality assurance, and legislation*: John Wiley & Sons.
- Rebitzer, G., Ekvall, T., Frischknecht, R., Hunkeler, D., Norris, G., Rydberg, T., Schmidt, W.-P., Suh, S., Weidema, B. P. & Pennington, D. W. (2004). Life cycle assessment: Part 1: Framework, goal and scope definition, inventory analysis, and applications. *Environment international*, 30 (5): 701-720.
- Robertson, G. L. (1993). *Food Packaging: Principles and practice*. Massey University, New Zealand: Marcel Dekker, Inc.
- Robertson, G. L. (red.). (2010). *Food packaging and shelf life: a practical guide*. University of Queensland, Brisbane, Australia: Taylor & Francis Group.
- Rotabakk, B. T., Birkeland, S., Jeksrud, W. K. & Sivertsvik, M. (2006). Effect of modified atmosphere packaging and soluble gas stabilization on the shelf life of skinless chicken breast fillets. *Journal of food science*, 71 (2): S124-S131.
- T. Ohlsson, N. B. (red.). (2002). *Minimal processing technologies in the food industry*. Cambridge, England: Woodhead Publishing Limited.
- Tolinski, M. (2015). *Additives for polyolefins: getting the most out of polypropylene, polyethylene and TPO*: William Andrew.
- Vallero, D. A. (2016). *Environmental Biotechnology*: Elsevier.
- Veikart for sirkulær plastemballasje i Norge*. (2019). I: Emballasjeforeningen (red.).
- Yildirim, S., Röcker, B., Petterson, M. K., Nilsen-Nygaard, J., Ayhan, Z., Rutkaite, R., Radusin, T., Suminska, P., Marcos, B. & Coma, V. (2018). Active packaging applications for food. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 17 (1): 165-199.
- Zhang, Z., Britt, I. J. & Tung, M. A. (1998). Oxygen ingress in plastic retortable packages during thermal processing and storage. *Journal of Plastic Film & Sheeting*, 14 (4): 287-307.

Vedlegg

Vedlegg 1: Multipet 550 (databled)

Vedlegg 2: Nice Eco xx 12 (databled)

Vedlegg 3: Nice Eco xx 17 (databled)

Vedlegg 4: Biaxer 65 XX FP AFM (databled)

Vedlegg 5: Biaxop 70 XX PEEL (databled)

Vedlegg 6: Termoformingsspesifikasjoner

Vedlegg 7: Beregning av produktmengde

Vedlegg 8: Skjema til luktsammenligninger

Vedlegg 9: Rådata OTR målinger

Vedlegg 10: Gassmålinger av pakningenes frivolum

Vedlegg 11: Utseendevurderinger

Vedlegg 12: Væsketap i de ulike pakningene

Vedlegg 13: Luktsammenligninger

Vedlegg 14: Analyser av TVC

Vedlegg 15: Analyser av melkesyrebakterier

Vedlegg 16: Analyser av *Brochotrix thermosphacta*

Vedlegg 17: Analyser av *Enterobacteriaceae*

Vedlegg 18: Output fra ANOVA GLM på resultatene

Vedlegg 1. Multipet 550 (datablad)

WIPAK OY TECHNICAL DATA SHEET

KE84009SX1

MULTIPET 550 BLACK

Sorte Sikaler til Dynopakker

PROPERTY	UNIT	METHOD	NOMINAL VALUE
THICKNESS	µm		540
WEIGHT	g/m ²		703
YIELD	m ² /kg		1,4
WVTR	g /m ² /24h	ASTM E-96	0,6
OXYGEN TRANSMISSION	cc/m ² /24h, 23°C/50%RH	ASTM D 3985	7
OXYGEN TRANSMISSION	cc/m ² /24h, 4°C/50%RH	CALC.	<1
CARBON DIOXIDE TRANSMISSION	cc/m ² /24h, 23°C/50%RH	CALC.	35
PUNCTURE RESISTANCE	N (outside/inside)	EN 14477	40/36
FLEX CRACK, 900 cycles	Pinholes/dm ²	ASTM F 392-74	-
DEEP DRAW RANGE	mm		0-55
SEALING TEMP	°C		110-150
RUNNING METERS / ROLL, 76 mm core	m		130
RM / PALL, width >325 mm, 16 rll/pall	m		2 080
RM / PALL, width <325 mm, 24 rll/pall	m		3 120
STRUCTURE			APET// PE EVA

All packaging films comply with EC Plastic Directive 2002/72/EC, EC Waste Directive 94/62/EC and their subsequent amendments. All raw materials are also in compliance with FDA regulations for food packaging materials.

Recommended storage conditions: T = 18 – 24 °C, relative humidity = 40 – 50 %, no exposure to direct sun light.

Material should be kept in the original packing. Allow the film at least 24 hours acclimatisation to working conditions.

Recommended usage within 12 months.

The data is for customer's information only and is in no respect legally binding. Changes due to product improvement are possible.

Total thickness tolerances +/- 10 %. This information does not release the buyer from the obligation to examine suitability of the film for his own intended food application and further processing.



Released 12.11.2009

Mail address:
P.O.Box 45, FI-15561 Nastola
Visiting address:
Wipakie 2, FI-15560 Nastola

tel: +358-(0) 20-510 311
fax: +358-(0) 20-510 3300
E-mail: info.finland@wipak.com
Website: www.wipak.com

Vedlegg 2. Nice Eco xx 12 (datablad)



preliminary TECHNICAL DATA		valid: 13.12.2018		
Product:		NICE ECO XX 12		
1. PRODUCT - INFORMATION				
Description:	Composite film of unoriented Polypropylene, oxygen barrier and a Polyethylene, thermoformable			
Options:	one side heat sealable			
Print options:				
Main application:	bottom film			
Validity:	Qualified for packaging in direct contact with food according to separate Wipak- declaration of conformity			
Processability:	at least 12 month from production date when stored as recommended below.			
2. STORAGE RECOMMENDATIONS				
<ul style="list-style-type: none"> - Don't stack pallets on top of each other; climate conditions: 18 - 24 °C, 40 - 80 % r.h. (acc. to VDMA- sheet 8748) - Do not store reels near heated radiators, protect them from direct sunlight and frost - Reels should be stored in their original packaging, remaining reels should be repacked - Prior to use and if necessary, reels should be adjusted to the processing room climate 				
3. PROPERTIES				
Property	Value	Unit	Test method	Remarks
Thickness	170	µm	DIN 53370	
Grammage	157	g/m ²	ISO 2286-2	
Recommended sealing range	120 .. 180	°C		
Temperature resistance		90	°C	treatment time: 60 min.
Water vapour transmission rate*	≤ 1	g/m ² -d	ISO 15106-2/-3	23°C / 85% r. h.
Oxygen transmission rate*	≤ 1	cm ³ /m ² -d- bar	DIN 53380-3	23°C / 50% r. h.
Seal strength (b/PE)	≥ 25	N/15mm	DIN 55529	temp.: 140°C press: 50 N/cm ² time: 0,5 sec
Rec. forming temperature range	90 .. 115	°C		
*) The film is conditioned for measurement at relative humidity given under "remarks"				
Wipak TQM PS				

Vedlegg 3. Nice Eco xx 17 (datablad)



preliminary TECHNICAL DATA		valid: 30.01.2019		
Product: NICE ECO XX 17				
1. PRODUCT - INFORMATION				
Description:	Composite film of unoriented Polypropylene, oxygen barrier and Polyethylene sealant, thermoformable			
Options:	one side heat sealable			
Print options:				
Main application:	bottom film			
Validity:	Qualified for packaging in direct contact with food according to separate Wipak- declaration of conformity			
Processability:	at least 12 month from production date when stored as recommended below.			
2. STORAGE RECOMMENDATIONS				
<ul style="list-style-type: none"> - Don't stack pallets on top of each other; climate conditions: 18 - 24 °C, 40 - 60 % r.h. (acc. to VDMA- sheet 8748) - Do not store reels near heated radiators, protect them from direct sunlight and frost - Reels should be stored in their original packaging, remaining reels should be repacked - Prior to use and if necessary, reels should be adjusted to the processing room climate 				
3. PROPERTIES				
Property	Value	Unit	Test method	Remarks
Thickness	300	µm	DIN 53370	
Grammage	275	g/m ²	ISO 2266-2	
Recommended sealing range	120 .. 180	°C		
Temperature resistance		90	°C	treatment time: 60 min.
Water vapour transmission rate*	≤ 1	g/m ² -d	ISO 15106-2/-3	23°C / 85% r. h.
Oxygen transmission rate*	≤ 1	cm ³ /m ² -d- bar	DIN 53380-3	23°C / 50% r. h.
Seal strength (b/PE)	≥ 25	N/15mm	DIN 55529	temp.: 140°C press: 50 N/cm ² time: 0,5 sec
Rec. forming temperature range	90 .. 115	°C		
*) The film is conditioned for measurement at relative humidity given under "remarks"				
Wipak TQM PS				

Vedlegg 4. Biaxer 65 XX FP AFM (datablad)

WIPAK OY TECHNICAL DATA SHEET

BIAXER 65 XX FP AFM

PROPERTY	UNIT	METHOD	NOMINAL VALUE
THICKNESS	µm		63
WEIGHT	g/m ²		63
YIELD	m ² /kg		15,9
WVTR	g /m ² /24h	ASTM E-96	<2
OXYGEN TRANSMISSION	cc/m ² /24h, 23°C/50%RH	ASTM D 3985	<5
OXYGEN TRANSMISSION	cc/m ² /24h, 4°C/50%RH	CALC.	<1
CARBON DIOXIDE TRANSMISSION	cc/m ² /24h, 23°C/50%RH	CALC.	<20
PUNCTURE RESISTANCE	N (outside/inside)	WIPAK METHOD	8/10
FLEX CRACK, 900 cycles	Pinholes/dm ²	ASTM F 392-74	<5
DEEP DRAW RANGE	mm		-
SEALING TEMP	°C		110-150
RUNNING METERS / ROLL, 76 mm core	m		1 100
RM / PALL, width >325 mm, 16 rll/pall	m		17 600
RM / PALL, width <325 mm, 24 rll/pall	m		26 400

STRUCTURE

BOPET//PE XX AFM

All packaging films comply with Regulation (EU) No 10/2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food, EC Waste Directive 94/62/EC and their subsequent amendments.

All raw materials are also in compliance with FDA regulations for food packaging materials.

Recommended storage conditions: T = 18 – 24 °C, relative humidity = 40 – 60 %, no exposure to direct sun light.

Material should be kept in the original packing. Allow the film at least 24 hours acclimatization to working conditions.

Recommended usage within 12 months.

The data is for customer's information only and is in no respect legally binding. Changes due to product improvement are possible.

Total thickness tolerances +/- 10 %. This information does not release the buyer from the obligation to examine suitability of the film for his own intended food application and further processing.



Released 26.8.2015

Wipak Oy

Wipak Nastola
Wipaktie 2,15560 Nastola
Wipak Valkeakoski
Kaivolankatu 5, 37630 Valkeakoski

tel:+358-(0) 20-510 311
fax:+358-(0) 20-510 3300
E-mail:info.finland@wipak.com
Website:www.wipak.com

Vedlegg 5. Biaxop 70 XX PEEL (datablad)

TECHNICAL DATA SHEET

BIAXOP 70 XX PEEL

PROPERTY	UNIT	METHOD	NOMINAL VALUE
THICKNESS	µm		70
WEIGHT	g/m ²		67
YIELD	m ² /kg		14,9
WVTR	g /m ² /24h	ASTM E-96	<0,6
OXYGEN TRANSMISSION	cc/m ² /24h, 23°C/50%RH	ASTM D 3985	<5
OXYGEN TRANSMISSION	cc/m ² /24h, 4°C/50%RH	CALC.	<1
CARBON DIOXIDE TRANSMISSION	cc/m ² /24h, 23°C/50%RH	CALC.	<20
PUNCTURE RESISTANCE	N (outside/inside)	WIPAK METHOD	9/10
FLEX CRACK, 900 cycles	Pinholes/dm ²	ASTM F 392-74	<1
DEEP DRAW RANGE	mm		-
SEALING TEMP	°C		120-150
RUNNING METERS / ROLL, 76 mm core	m		1 000
RM / PALL, width >325 mm, 16 rll/pall	m		16 000
RM / PALL, width <325 mm, 24 rll/pall	m		24 000

STRUCTURE

BOPP//PE XX PEEL

All packaging films comply with Regulation (EU) No 10/2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food, EC Waste Directive 94/62/EC and their subsequent amendments.

All raw materials are also in compliance with FDA regulations for food packaging materials.

Recommended storage conditions: T = 18 – 24 °C, relative humidity = 40 – 60 %, no exposure to direct sun light.

Material should be kept in the original packing. Allow the film at least 24 hours acclimatization to working conditions.

Recommended usage within 12 months.

The data is for customer's information only and is in no respect legally binding. Changes due to product improvement are possible.

Total thickness tolerances +/- 10 %. This information does not release the buyer from the obligation to examine suitability of the film for his own intended food application and further processing.



Released 4.9.2015

Wipak Oy

Wipak Nastola
Wipaktie 2, 15560 Nastola
Wipak Valkeakoski
Kaivolankatu 5, 37630 Valkeakoski

tel:+358-(0) 20-510 311
fax:+358-(0) 20-510 3300
E-mail:info.finland@wipak.com
Website:www.wipak.com

Vedlegg 6. Termoformingsspesifikasjoner

Oversikt over innstillinger og spesifikasjoner vedrørende termoforming og materialene.

Tabell 6.1: Oversikt over underbaner og variabler, med tilhørende formingstemperatur (°C), sveisetemperatur (°C), trekkdybde (mm) og klosser (cm).

Underbane	Variabel	Formingstemp. (°C)	Sveisetemp. (°C)	Trekkdybde (mm)	Klosser (cm)
Multipet 550	$g/p=1$	110	135-140	40	8
Nice Eco xx 12	$g/p=1$	100	135	40	8
Nice Eco xx 12	$g/p=1.5$	100	135	40	8
Nice Eco xx 17	$g/p=1.5$	102	135	50	7
Nice Eco xx 17	$g/p=1$	102	135	50	7
Nice Eco xx 17	100% CO2. emitter	102	135	40	8
Nice Eco xx 12	100% CO2. emitter	100	135	40	8

Vedlegg 7. Beregning av produktmengde

Regneeksempelet nedenfor viser hvordan en kommer frem til hvilken produktvekt som trengs for å oppnå ulike g/ p- forhold.

Omgjøring fra volum (V_{produkt}) til gram (g_{produkt}), ble gjort ved i å multiplisere volum (V_{produkt}) med 1,1 (tetthet kylling som er basert på tidligere gjennomførte forsøk av Nofima).

$$\frac{g}{p} = \frac{V_{\text{gass}}}{V_{\text{produkt}}} = \frac{(V_{\text{skål}} - V_{\text{produkt}})}{V_{\text{produkt}}}$$

$$\frac{g}{p} = 1 \text{ og } V_{\text{skål}} = X$$

$$1 = \frac{X - V_{\text{produkt}}}{V_{\text{produkt}}} \rightarrow 1 * V_{\text{produkt}} = X - V_{\text{produkt}}$$

$$V_{\text{produkt}} + V_{\text{produkt}} = \frac{X}{1} \rightarrow V_{\text{produkt}} = \left(\frac{X}{1 * 2} \right)$$

$$g_{\text{produkt}} = V_{\text{produkt}} * 1,1$$

Ved g/ p- forhold 1,5, ble $\frac{g}{p} = 1,5$.

Regneeksempelet ble brukt til å finne produktvektene (g) som er oppført i Tabell 2.

Vedlegg 8. Skjema til luktsammenligninger

Eksempel på skjemaet som ble gitt til dommerne som skulle utføre luktsammenligningene.

Score: 1-5. 5= optimal kvalitet. 3= noen forandringer. <3= uakseptabel kvalitet.					
Kode	Score	Kommentar	Kode	Score	Kommentar
299			769		
305			883		
329			884		
365			906		
376			931		
378			963		
435			991		
442			996		
447					
453					
457					
585					
592					
616					
618					
635					
679					
2749					

Vedlegg 9. Rådata OTR målinger

Pack.type / variant	Temperature	% RH inside	% RH outside (room)	Time- 1	Time- 2	O2 -1	O2 -2	Volume	OTR
Nice eco 12	4	100	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:54	0,081	0,106	993	0,23
40 mm	4	100	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:54	0,076	0,102	993	0,24
60 % CO2	4	100	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:54	0,017	0,042	993	0,23
	4	100	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:54	0,065	0,087	993	0,20
	4	100	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:54	0,018	0,033	993	0,14
									0,21
									0,04
	4	0	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:54	0,068	0,072	993	0,04
	4	0	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:54	0,084	0,087	993	0,03
	4	0	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:54	0,062	0,064	993	0,02
	4	0	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:54	0,069	0,072	993	0,03
	4	0	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:54	0,074	0,077	993	0,03
									0,03
									0,01
Nice eco 12	23	100	50	19.02.2020 10:14	04.03.2020 08:41	0,193	0,372	993	0,62
40 mm	23	100	50	19.02.2020 10:14	04.03.2020 08:41	0,183	0,349	993	0,57
	23	100	50	19.02.2020 10:14	04.03.2020 08:41	0,133	0,284	993	0,52
	23	100	50	19.02.2020 10:14	04.03.2020 08:41	0,173	0,332	993	0,55
	23	100	50	19.02.2020 10:14	04.03.2020 08:41	0,132	0,292	993	0,55
									0,56
									0,04
	23	0	50	19.02.2020 10:14	04.03.2020 08:41	0,082	0,098	993	0,05
	23	0	50	19.02.2020 10:14	04.03.2020 08:41	0,100	0,109	993	0,03
	23	0	50	19.02.2020 10:14	04.03.2020 08:41	0,074	0,087	993	0,04
	23	0	50	19.02.2020 10:14	04.03.2020 08:41	0,083	0,121	993	0,13

	23	0	50	19.02.2020 10:14	04.03.2020 08:41	0,100	0,309	993		*uteligger (0,72)
									0,06	
									0,04	
ref	4	100	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:59	0,074	0,116	993	0,39	
	4	100	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:59	0,072	0,130	993	0,54	
	4	100	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:59	0,061	0,159	993		* uteligger (0,91)
	4	100	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:59	0,057	0,109	993	0,48	
	4	100	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:59	0,075	0,117	993	0,39	
									0,45	
									0,07	
	4	0	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:59	0,065	0,108	993	0,40	
	4	0	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:59	0,041	0,082	993	0,38	
	4	0	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:59	0,048	0,175	993		* uteligger (1,18)
	4	0	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:59	0,071	0,112	993	0,38	
	4	0	50	19.02.2020 10:14	24.02.2020 12:59	0,068	0,111	993	0,40	
									0,39	
									0,01	
ref	23	100	50	27.02.2020 14:54	04.03.2020 08:41	0,164	0,264	993	0,83	
	23	100	50	27.02.2020 14:54	04.03.2020 08:41	0,177	0,274	993	0,81	
	23	100	50	27.02.2020 14:54	04.03.2020 08:41	0,248	0,424	993		* uteligger (1,48)
	23	100	50	27.02.2020 14:54	04.03.2020 08:41	0,155	0,241	993	0,72	
	23	100	50	27.02.2020 14:54	04.03.2020 08:41	0,164	0,250	993	0,72	
									0,77	
									0,06	
	23	0	50	27.02.2020 14:54	04.03.2020 08:41	0,151	0,228	993	0,64	
	23	0	50	27.02.2020 14:54	04.03.2020 08:41	0,131	0,230	993	0,82	
	23	0	50	27.02.2020 14:54	04.03.2020 08:41	0,259	0,645	993		* uteligger (3,26)

	23	0	50	27.02.2020 14:54	04.03.2020 08:41	0,154	0,229	993	0,63	
	23	0	50	27.02.2020 14:54	04.03.2020 08:41	0,153	0,289	993	1,14	
									0,81	
									0,24	
Nice eco 17	4	100	50	19.02.2020 10:20	24.02.2020 12:45	0,188	0,200	1095	0,12	
50 mm	4	100	50	19.02.2020 10:20	24.02.2020 12:45	0,221	0,236	1095	0,16	
	4	100	50	19.02.2020 10:20	24.02.2020 12:45	0,214	0,228	1095	0,15	
	4	100	50	19.02.2020 10:20	24.02.2020 12:45	0,190	0,203	1095	0,13	
	4	100	50	19.02.2020 10:20	24.02.2020 12:45	0,204	0,216	1095	0,12	
									0,14	
									0,01	
	4	0	50	19.02.2020 10:20	24.02.2020 12:45	0,185	0,188	1095	0,03	
	4	0	50	19.02.2020 10:20	24.02.2020 12:45	0,229	0,231	1095	0,02	
	4	0	50	19.02.2020 10:20	24.02.2020 12:45	0,009	0,010	1095	0,01	
	4	0	50	19.02.2020 10:20	24.02.2020 12:45	0,205	0,206	1095	0,01	
	4	0	50	19.02.2020 10:20	24.02.2020 12:45	0,217	0,216	1095		*Utgår (neg.OTR- verdi)
									0,02	
									0,01	
Nice eco 17	23	100	50	27.02.2020 14:50	04.03.2020 08:32	0,280	0,451	1095	1,59	
50 mm	23	100	50	27.02.2020 14:50	04.03.2020 08:32	0,336	*	1095		* lekk
	23	100	50	27.02.2020 14:50	04.03.2020 08:32	0,303	0,460	1095	1,46	
	23	100	50	27.02.2020 14:50	04.03.2020 08:32	0,289	0,468	1095	1,66	
	23	100	50	27.02.2020 14:50	04.03.2020 08:32	0,292	0,450	1095	1,47	
									1,54	
									0,10	
	23	0	50	27.02.2020 14:50	04.03.2020 08:32	0,192	0,204	1095	0,11	
	23	0	50	27.02.2020 14:50	04.03.2020 08:32	0,234	0,244	1095	0,09	
	23	0	50	27.02.2020 14:50	04.03.2020 08:32	0,015	0,023	1095	0,07	

	23	0	50	27.02.2020 14:50	04.03.2020 08:32	0,209	0,242	1095		* uteligger (0,30)
	23	0	50	27.02.2020 14:50	04.03.2020 08:32	0,221	0,231	1095	0,09	
									0,09	
									0,02	

Vedlegg 10. Gassmålinger av pakningenes frivolum

Tabell 10.1: Gassmålinger O₂(%) og CO₂(%) av pakningenes frivolum etter ulike lagringstider (dager).

Materiale:	Nice Eco xx 12			Nice Eco xx 17			APET/PE	
Gassammen- setning:	60 %/ 40 % - CO ₂ / N ₂		100% CO ₂	60 %/ 40 % - CO ₂ / N ₂		100% CO ₂	60 %/ 40 % - CO ₂ / N ₂	
Pakkemetode:	MAP	MAP	MAP+ emitter	MAP	MAP	MAP+ emitter	MAP	
G/ p- forhold:	1	1,5	1	1	1,5	1	1	
O ₂ (%)	7	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	
	13	0,04 ± 0,07	0,07 ± 0,14	0,00 ± 0,00	0,05 ± 0,07	0,00 ± 0,00	0,01 ± 0,01	
	16	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	
	20	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	
	23	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,01 ± 0,01	
CO ₂ (%)	7	37,60 ± 0,58	38,43 ± 0,79	97,08 ± 0,29	34,40 ± 2,07	36,13 ± 1,08	95,80 ± 0,41	35,75 ± 1,90
	13	35,20 ± 1,04	37,70 ± 0,60	95,43 ± 0,46	33,43 ± 0,93	35,26 ± 2,09	94,20 ± 0,47	33,45 ± 0,68
	16	35,85 ± 0,41	38,13 ± 0,54	95,28 ± 0,79	31,58 ± 1,76	35,43 ± 1,39	89,78 ± 3,10	33,13 ± 0,94
	20	36,35 ± 0,59	37,65 ± 0,79	95,63 ± 0,57	33,85 ± 1,11	35,56 ± 1,53	89,15 ± 3,80	32,45 ± 1,1
	23	35,05 ± 0,545	37,48 ± 1,00	93,4 ± 2,02	34,25 ± 0,86	36,73 ± 0,67	88,23 ± 1,57	32,38 ± 0,68

Vedlegg 11. Utseendevurderinger

Tabell 11.1: Utseendevurderinger av pakningene etter ulike lagringstider (dager).

	Materiale:	Nice Eco xx 12			Nice Eco xx 17			APET/PE
	Gassammen- setning:	60 %/ 40 % - CO ₂ / N ₂		100 % CO ₂	60 %/ 40 % - CO ₂ / N ₂		100 % CO ₂	60 %/ 40 % - CO ₂ / N ₂
	G/ p- forhold:	1	1,5	1	1	1,5	1	1
Lagringstid (dager):	7	3,38 ^A ± 0,25	3,13 ^A ± 0,25	2,25 ^B ± 0,29	3,38 ^A ± 0,25	3,00 ^A ± 0,41	2,88 ^{AB} ± 0,25	2,88 ^{AB} ± 0,25
	13	2,88 ^{AB} ± 0,25	3,00 ^A ± 0,00	2,00 ^D ± 0,00	2,50 ^{BC} ± 0,00	2,63 ^{ABC} ± 0,25	2,38 ^{CD} ± 0,25	2,75 ^{ABC} ± 0,29
	16	2,88 ^{AB} ± 0,25	3,00 ^A ± 0,00	2,13 ^{CD} ± 0,25	2,50 ^{BC} ± 0,00	2,75 ^{AB} ± 0,29	2,00 ^D ± 0,00	2,75 ^{AB} ± 0,29
	20	2,75 ^A ± 0,29	2,88 ^A ± 0,25	2,00 ^{BC} ± 0,00	2,38 ^{AB} ± 0,25	2,75 ^A ± 0,29	1,50 ^C ± 0,00	2,75 ^A ± 0,29
	23	2,63 ^A ± 0,25	2,88 ^A ± 0,25	1,88 ^{BC} ± 0,25	2,38 ^{AB} ± 0,25	2,63 ^A ± 0,25	1,50 ^C ± 0,00	2,75 ^A ± 0,29

* Emballeringsløsningene ble ansett som statistisk forskjellige ved p -verdier $\leq 0,05$. Forskjeller innenfor de ulike lagringstidene (7, 13, 16, 20 og 23 dager) er indikert med store bokstaver i henhold til en-veis ANOVA med Tukey test, der ulike bokstaver indikerer at emballeringsløsningene er signifikant forskjellige.

Vedlegg 12. Væsketap i de ulike pakningene

Tabell 12.1: Målt væsketap i pakningene etter de ulike lagringstidene (dager).

Materiale:	Nice Eco xx 12			Nice Eco xx 17			APET/PE	
Gassammen- setning:	60 %/ 40 % - CO ₂ / N ₂		100 % CO ₂	60 %/ 40 % - CO ₂ / N ₂		100 % CO ₂	60 %/ 40 % - CO ₂ / N ₂	
G/ p- forhold:	1	1,5	1	1	1,5	1	1	
Lagringstid (dager):	7	0,99 ^B ± 0,21	1,66 ^B ± 0,37	5,63 ^A ± 0,68	1,30 ^B ± 0,23	1,01 ^B ± 0,55	5,61 ^A ± 0,33	1,90 ^B ± 1,10
	13	1,41 ^B ± 0,23	1,84 ^B ± 0,94	7,29 ^A ± 1,42	1,78 ^B ± 0,81	1,43 ^B ± 0,39	7,85 ^A ± 1,07	3,16 ^B ± 1,11
	16	1,87 ^B ± 0,69	2,00 ^B ± 0,99	8,36 ^A ± 1,43	2,30 ^B ± 0,62	2,20 ^B ± 0,65	9,72 ^A ± 1,35	2,55 ^B ± 0,87
	20	2,33 ^C ± 0,76	2,56 ^C ± 0,60	6,95 ^B ± 0,96	1,85 ^C ± 0,41	2,83 ^C ± 0,76	10,76 ^A ± 1,63	2,45 ^C ± 0,96
	23	1,76 ^C ± 0,63	2,76 ^C ± 0,54	8,25 ^B ± 1,13	2,34 ^C ± 0,61	2,72 ^C ± 1,22	10,82 ^A ± 1,45	2,61 ^C ± 0,44

* Emballeringsløsningene ble ansett som statistisk forskjellige ved p -verdier $\leq 0,05$. Forskjeller innenfor de ulike lagringstidene (7, 13, 16, 20 og 23 dager) er indikert med store bokstaver i henhold til en-veis ANOVA med Tukey test, der ulike bokstaver indikerer at emballeringsløsningene er signifikant forskjellige.

Vedlegg 13. Luktsammenligninger

Tabell 13.1: Resultatene fra luktsammenligningene (1-5) av kyllingfiletene som ble lagret i ulike emballeringsløsninger med ulik lagringstid.

	Materiale:	Nice Eco xx 12			Nice Eco xx 17		APET/PE	
	Gassammen- setning:	60 %/ 40 % - CO2/ N2		100% CO2	60 %/ 40 % - CO2/ N2		100% CO2	60 %/ 40 % - CO2/ N2
	G/ p- forhold:	1	1,5	1	1	1,5	1	1
Lagringstid (dag):	7	4,80 ± 0,45	4,80 ± 0,45	4,98 ± 0,06	4,73 ± 0,39	4,90 ± 0,14	4,88 ± 0,22	4,80 ± 0,34
	13	4,55 ± 0,45	4,38 ± 0,50	4,63 ± 0,51	4,65 ± 0,50	4,70 ± 0,50	4,50 ± 0,50	4,48 ± 0,41
	16	3,83 ± 0,52	4,10 ± 0,59	4,40 ± 0,55	3,85 ± 0,45	4,30 ± 0,56	4,33 ± 0,49	4,15 ± 0,70
	20	4,13 ± 0,86	4,44 ± 0,62	4,44 ± 0,52	4,50 ± 0,60	4,19 ± 0,52	4,31 ± 0,49	4,13 ± 0,74
	23	3,75 ± 0,63	3,65 ± 0,59	3,80 ± 0,63	3,60 ± 0,56	3,75 ± 0,84	3,35 ± 0,29	3,70 ± 0,43

* Emballeringsløsningene ble ansett som statistisk forskjellige ved p-verdier $\leq 0,05$. En- veis ANOVA på luktsammenligningene viste at det ikke var forskjeller innenfor de ulike lagringstidene (7, 13, 16, 20 og 23 dager).

Vedlegg 14. Analyser av TVC

Tabell 14.1: Analyser av totaltall (log cfu/g) i kyllingfiletene fra de ulike emballeringsløsningene med ulik lagringstid (dager). Prøver der ingen kolonier ble detektert, illustreres med gul rute. Prøvene ble inkubert ved aerobe og anaerobe forhold.

Materiale:		Nice Eco xx 12			Nice Eco xx 17			APET/ PE	
Gassammen- setning:	60 %/ 40 % - CO2/ N2	100% CO2	60 %/ 40 % - CO2/ N2	100% CO2	60 %/ 40 % - CO2/ N2	100% CO2	60 %/ 40 % - CO2/ N2		
G/ p- forhold:	1	1,5	1	1	1,5	1	1		
Lagringstid (dager) og inkubasjons - atmosfære:	0	Aerob/ anaerob	$<1,00 \pm 0,00$						
	7	Aerob	3,79 ^A ± 0,28	3,56 ^A ± 0,67	3,02 ^A ± 0,79	3,61 ^A ± 0,42	3,70 ^A ± 0,45	3,14 ^A ± 0,26	3,20 ^A ± 0,82
		Anaerob	3,79 ^A ± 0,34	3,55 ^A ± 0,67	3,05 ^A ± 0,73	3,71 ^A ± 0,45	3,62 ^A ± 0,63	3,08 ^A ± 0,28	3,68 ^A ± 0,25
	13	Aerob	6,24 ^A ± 0,61	6,04 ^{AB} ± 0,44	5,28 ^B ± 0,26	6,13 ^{AB} ± 0,40	6,09 ^{AB} ± 0,35	5,43 ^{AB} ± 0,17	5,69 ^{AB} ± 0,36
		Anaerob	6,25 ^{AB} ± 0,56	6,56 ^A ± 0,79	5,27 ^B ± 0,24	6,03 ^{AB} ± 0,40	6,33 ^{AB} ± 0,83	5,38 ^{AB} ± 0,14	5,79 ^{AB} ± 0,48
	16	Aerob	6,49 ^A ± 0,33	6,33 ^A ± 0,45	5,94 ^A ± 0,45	6,49 ^A ± 0,75	6,59 ^A ± 0,13	5,55 ^A ± 0,39	6,15 ^A ± 0,41
		Anaerob	6,11 ^{AB} ± 0,30	6,32 ^{AB} ± 0,39	5,93 ^{AB} ± 0,41	6,66 ^A ± 0,34	6,29 ^{AB} ± 0,39	5,61 ^B ± 0,43	6,37 ^{AB} ± 0,48
	20	Aerob	6,27 ^A ± 1,09	6,42 ^A ± 0,76	6,08 ^A ± 0,19	7,10 ^A ± 0,34	6,56 ^A ± 0,91	6,13 ^A ± 0,80	6,41 ^A ± 0,35
		Anaerob	6,98 ^{AB} ± 0,10	6,94 ^{AB} ± 0,15	6,12 ^C ± 0,24	7,24 ^A ± 0,23	7,16 ^{AB} ± 0,22	6,59 ^{BC} ± 0,48	6,94 ^{AB} ± 0,22
	23	Aerob	7,56 ^A ± 0,66	7,62 ^A ± 0,29	6,56 ^A ± 0,26	7,38 ^A ± 0,32	7,23 ^A ± 0,48	6,46 ^B ± 0,17	7,35 ^A ± 0,27
		Anaerob	7,74 ^A ± 0,62	7,61 ^A ± 0,27	6,60 ^B ± 0,23	7,42 ^{AB} ± 0,29	7,22 ^{AB} ± 0,48	6,62 ^B ± 0,32	7,43 ^{AB} ± 0,28

* Emballeringsløsningene ble ansett som statistisk forskjellige ved p-verdier $\leq 0,05$. Forskjeller innenfor de ulike lagringstidene (7, 13, 16, 20 og 23 dager) er indikert med store bokstaver i henhold til en-veis ANOVA med Tukey test, der ulike bokstaver indikerer at emballeringsløsningene er signifikant forskjellige.

Vedlegg 15. Analyser av melkesyre bakterier

Tabell 15.1: Melkesyrebakterier (log cfu/ g) i kyllingfiletene fra de ulike emballeringsløsningene med ulik lagringstid (dager). Prøver der ingen kolonier ble detektert, illustreres med gul rute. Prøvene ble oppbevart ved aerobe forhold.

Materiale:	Nice Eco xx 12			Nice Eco xx 17			APET/ PE	
Gassammen- setning:	60 %/ 40 % - CO2/ N2		100% CO2	60 %/ 40 % - CO2/ N2		100% CO2	60 %/ 40 % - CO2/ N2	
G/ p- forhold:	1	1,5	1	1	1,5	1	1	
Lagrings- tid (dag):	0	<1,00 ± 0,00						
	7	3,76 ^A ± 0,29	3,68 ^A ± 0,59	3,00 ^A ± 0,83	3,56 ^A ± 0,53	3,66 ^A ± 0,52	3,25 ^A ± 0,24	3,57 ^A ± 0,42
	13	4,22 ^A ± 1,13	2,62 ^A ± 0,72	2,69 ^A ± 0,71	3,10 ^A ± 0,17	4,09 ^A ± 1,13	3,17 ^A ± 0,42	4,06 ^A ± 0,84
	16	3,51 ^A ± 0,45	3,72 ^A ± 0,35	3,99 ^A ± 1,90	3,14 ^A ± 0,51	3,78 ^A ± 0,31	3,12 ^A ± 0,32	4,22 ^A ± 1,87
	20	5,39 ^A ± 1,00	3,75 ^{ABC} ± 0,66	2,62 ^{BC} ± 0,74	3,53 ^{ABC} ± 1,76	4,26 ^{AB} ± 0,38	<2,00 ^C ± 0,00	2,12 ^C ± 0,24
	23	4,22 ^A ± 1,20	4,51 ^A ± 0,97	3,77 ^{AB} ± 0,78	4,77 ^A ± 0,70	4,44 ^A ± 0,77	3,06 ^{AB} ± 0,40	<2,00 ^B ± 0,00

* Emballeringsløsningene ble ansett som statistisk forskjellige ved p-verdier ≤ 0,05. Forskjeller innenfor de ulike lagringstidene (7, 13, 16, 20 og 23 dager) er indikert med store bokstaver i henhold til en-veis ANOVA med Tukey test, der ulike bokstaver indikerer at emballeringsløsningene er signifikant forskjellige.

Vedlegg 16. Analyser av *Brochotrix thermosphacta*

Tabell 16.1: Forekomst av *Brochotrix thermosphacta* (log cfu/g) i kyllingfiletene fra de ulike emballeringsløsningene med ulik lagringstid (dager). Prøver der ingen kolonier ble detektert, illustreres med gul rute. Prøvene ble oppbevart ved aerobe forhold.

	Materiale:		Nice Eco xx 12		Nice Eco xx 17		APET/ PE	
	Gassammen- setning:	60 %/ 40 % - CO2/ N2		100% CO2	60 %/ 40 % - CO2/ N2		100% CO2	
		G/ p- forhold:	1	1,5	1	1	1,5	1
Lagrings- tid (dager):	0	$<1,00 \pm 0,00$						
	7	$<1,00 \pm 0,00$						
	13	2,42 ^A ± 0,85	2,45 ^A ± 0,39	$<2,00^A \pm$ 0,00	$<2,00^A \pm$ 0,00	2,46 ^A ± 0,59	2,08 ^A ± 0,15	2,23 ^A ± 0,29
	16	2,17 ^A ± 0,35	$<2,00^A \pm$ 0,00	$<2,00^A \pm$ 0,00	$<2,00^A \pm$ 0,00	$<2,00^A$ ± 0,00	$<2,00^A$ ± 0,00	$<2,00^A \pm$ 0,00
	20	1,47 ^{CD} ± 0,47	2,69 ^{ABC} ± 0,58	$<1,00^D \pm$ 0,00	1,97 ^{BCD} ± 1,12	3,88 ^A ± 0,88	$<1,00^D$ ± 0,00	3,24 ^{AB} ± 0,83
	23	3,18 ^{AB} ± 0,70	3,47 ^A ± 0,54	2,23 ^B ± 0,29	3,01 ^{AB} ± 0,35	3,88 ^A ± 0,60	2,12 ^B ± 0,24	3,98 ^A ± 0,62

* Bakterietallene ble ansett som statistisk forskjellige ved p-verdier $\leq 0,05$. Forskjeller innenfor de ulike lagringstidene (7, 13, 16, 20 og 23 dager) er indikert med store bokstaver i henhold til en-veis ANOVA med Tukey test, der ulike bokstaver indikerer at emballeringsløsningene er signifikant forskjellige.

Vedlegg 17. Analyser av *Enterobacteriaceae*

Tabell 17.1: Forekomst av *Enterobacteriaceae* (log cfu/g) i kyllingfiletene fra de ulike emballeringsløsningene med ulik lagringstid (dager). Prøver der ingen kolonier ble detektert, illustreres med gul rute. Prøvene ble oppbevart ved aerobe forhold.

Materiale:	Nice Eco xx 12			Nice Eco xx 17			APET/ PE	
Gassammen- setning:	60 %/ 40 % - CO2/ N2		100% CO2	60 %/ 40 % - CO2/ N2		100% CO2	60 %/ 40 % - CO2/ N2	
G/ p- forhold:	1	1,5	1	1	1,5	1	1	
Lagrings- tid (dager):	0	<1,00 ± 0,00						
	7	<1,00 ^A ± 0,00	<1,00 ^A ± 0,00	1,17 ^A ± 0,35	<1,00 ^A ± 0,00	1,19 ^A ± 0,24	<1,00 ^A ± 0,00	1,15 ^A ± 0,17
	13	1,68 ^A ± 0,79	1,89 ^A ± 0,80	1,25 ^A ± 0,50	1,63 ^A ± 0,57	1,43 ^A ± 0,54	<1,00 ^A ± 0,00	2,00 ^A ± 1,06
	16	2,85 ^A ± 1,27	2,21 ^A ± 0,87	2,08 ^A ± 0,80	3,26 ^A ± 0,53	1,59 ^A ± 0,53	1,53 ^A ± 0,61	3,15 ^A ± 0,76
	20	3,93 ^A ± 0,32	3,81 ^A ± 0,39	1,79 ^C ± 0,70	3,71 ^{AB} ± 0,97	3,99 ^A ± 0,60	2,30 ^{BC} ± 0,69	4,10 ^A ± 0,58
	23	4,56 ^A ± 0,69	4,79 ^A ± 0,58	2,33 ^B ± 0,26	4,71 ^A ± 0,72	4,17 ^A ± 0,92	2,10 ^B ± 0,97	4,23 ^A ± 0,38

* Emballeringsløsningene ble ansett som statistisk forskjellige ved p-verdier ≤ 0,05. Forskjeller innenfor de ulike lagringstidene (7, 13, 16, 20 og 23 dager) er indikert med store bokstaver i henhold til en-veis ANOVA med Tukey test, der ulike bokstaver indikerer at emballeringsløsningene er signifikant forskjellige.

Vedlegg 18. Output fra ANOVA GLM på resultatene

General Linear Model: TVC, aerob (log cfu/g) versus Materiale; Pakkemetode; g/p- forhold; Lagringstid

The following terms cannot be estimated and were removed:
Pakkemetode*g/p- forhold

Method

Factor coding (-1; 0; +1)
Rows unused 3

Factor Information

Factor	Type	Levels Values
Materiale	Fixed	2 Nice Eco xx 12; Nice Eco xx 17
Pakkemetode	Fixed	2 Emitter; MAP
g/p- forhold	Fixed	2 1.0; 1.5
Lagringstid	Fixed	5 7; 13; 16; 20; 23

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Materiale	1	0.002	0.0015	0.01	0.940
Pakkemetode	1	8.267	8.2666	31.85	0.000
g/p- forhold	1	0.032	0.0322	0.12	0.726
Lagringstid	4	147.132	36.7831	141.71	0.000
Materiale*Pakkemetode	1	0.445	0.4446	1.71	0.194
Materiale*g/p- forhold	1	0.003	0.0025	0.01	0.922
Materiale*Lagringstid	4	0.897	0.2243	0.86	0.489
Pakkemetode*Lagringstid	4	0.330	0.0824	0.32	0.866
g/p- forhold*Lagringstid	4	0.459	0.1148	0.44	0.778
Error	95	24.658	0.2596		
Lack-of-Fit	8	1.778	0.2223	0.85	0.566
Pure Error	87	22.880	0.2630		
Total	116	253.331			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.509471	90.27%	88.11%	85.21%

General Linear Model: TVC, anaerob (log cfu/g) versus Materiale; Pakkemetode; g/p- forhold; Lagringstid

The following terms cannot be estimated and were removed:
Pakkemetode*g/p- forhold

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels Values
Materiale	Fixed	2 Nice Eco xx 12; Nice Eco xx 17
Pakkemetode	Fixed	2 Emitter; MAP
g/p- forhold	Fixed	2 1.0; 1.5
Lagringstid	Fixed	5 7; 13; 16; 20; 23

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Materiale	1	0.001	0.0008	0.00	0.949
Pakkemetode	1	11.792	11.7924	61.65	0.000
g/p- forhold	1	0.020	0.0204	0.11	0.745
Lagringstid	4	135.432	33.8579	177.01	0.000
Materiale*Pakkemetode	1	0.003	0.0032	0.02	0.898
Materiale*g/p- forhold	1	0.057	0.0567	0.30	0.588
Materiale*Lagringstid	4	1.000	0.2500	1.31	0.273
Pakkemetode*Lagringstid	4	0.292	0.0731	0.38	0.821
g/p- forhold*Lagringstid	4	0.611	0.1528	0.80	0.529
Error	98	18.746	0.1913		
Lack-of-Fit	8	1.113	0.1391	0.71	0.682
Pure Error	90	17.633	0.1959		
Total	119	241.592			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.437357	92.24%	90.58%	88.37%

General Linear Model: MRS (log cfu/g) versus Materiale; Pakkemetode; g/p- forhold; Lagringstid

The following terms cannot be estimated and were removed:
Pakkemetode*g/p- forhold

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Rows unused 2

Factor Information

Factor	Type	Levels Values
Materiale	Fixed	2 Nice Eco xx 12; Nice Eco xx 17
Pakkemetode	Fixed	2 Emitter; MAP
g/p- forhold	Fixed	2 1.0; 1.5
Lagringstid	Fixed	5 7; 13; 16; 20; 23

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Materiale	1	0.025	0.0254	0.04	0.850
Pakkemetode	1	14.444	14.4443	20.52	0.000
g/p- forhold	1	0.067	0.0671	0.10	0.758
Lagringstid	4	7.136	1.7839	2.53	0.045
Materiale*Pakkemetode	1	0.440	0.4400	0.63	0.431
Materiale*g/p- forhold	1	4.591	4.5910	6.52	0.012
Materiale*Lagringstid	4	3.293	0.8231	1.17	0.329
Pakkemetode*Lagringstid	4	11.701	2.9252	4.16	0.004
g/p- forhold*Lagringstid	4	1.635	0.4087	0.58	0.677
Error	96	67.576	0.7039		
Lack-of-Fit	8	9.874	1.2343	1.88	0.073
Pure Error	88	57.701	0.6557		
Total	117	114.233			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.838995	40.84%	27.90%	10.87%

General Linear Model: Brochotrix thermospacta (log cf versus Materiale; Pakkemetode; g/p- forhold; Lagringstid

The following terms cannot be estimated and were removed:
Pakkemetode*g/p- forhold

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels Values
Materiale	Fixed	2 Nice Eco xx 12; Nice Eco xx 17
Pakkemetode	Fixed	2 Emitter; MAP
g/p- forhold	Fixed	2 1.0; 1.5
Lagringstid	Fixed	5 7; 13; 16; 20; 23

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Materiale	1	0.501	0.50100	2.81	0.097
Pakkemetode	1	2.915	2.91518	16.37	0.000
g/p- forhold	1	4.211	4.21076	23.64	0.000
Lagringstid	4	30.634	7.65849	43.00	0.000
Materiale*Pakkemetode	1	0.012	0.01164	0.07	0.799
Materiale*g/p- forhold	1	0.712	0.71173	4.00	0.048
Materiale*Lagringstid	4	1.795	0.44866	2.52	0.046
Pakkemetode*Lagringstid	4	2.750	0.68744	3.86	0.006
g/p- forhold*Lagringstid	4	7.137	1.78422	10.02	0.000
Error	98	17.453	0.17809		
Lack-of-Fit	8	1.342	0.16779	0.94	0.490
Pure Error	90	16.110	0.17901		

Total 119 100.235

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.422007	82.59%	78.86%	73.89%

General Linear Model: Enterobacteriaceae (log cfu/g) versus Materiale; Pakkemetode; g/p- forhold; Lagringstid

The following terms cannot be estimated and were removed:

Pakkemetode*g/p- forhold

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels Values
Materiale	Fixed	2 Nice Eco xx 12; Nice Eco xx 17
Pakkemetode	Fixed	2 Emitter; MAP
g/p- forhold	Fixed	2 1.0; 1.5
Lagringstid	Fixed	5 7; 13; 16; 20; 23

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Materiale	1	0.822	0.8215	2.11	0.149
Pakkemetode	1	27.746	27.7459	71.28	0.000
g/p- forhold	1	1.020	1.0198	2.62	0.109
Lagringstid	4	62.288	15.5720	40.00	0.000
Materiale*Pakkemetode	1	0.191	0.1913	0.49	0.485
Materiale*g/p- forhold	1	0.521	0.5208	1.34	0.250
Materiale*Lagringstid	4	0.849	0.2123	0.55	0.703
Pakkemetode*Lagringstid	4	15.697	3.9243	10.08	0.000
g/p- forhold*Lagringstid	4	4.426	1.1066	2.84	0.028
Error	98	38.148	0.3893		
Lack-of-Fit	8	2.242	0.2803	0.70	0.688
Pure Error	90	35.906	0.3990		
Total	119	223.013			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.623914	82.89%	79.23%	74.35%

General Linear Model: Lukt (1-5) versus Materiale; Pakkemetode; g/p- forhold; Lagringstid

The following terms cannot be estimated and were removed:
Pakkemetode*g/p- forhold

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels Values
Materiale	Fixed	2 Nice Eco xx 12; Nice Eco xx 17
Pakkemetode	Fixed	2 Emitter; MAP
g/p- forhold	Fixed	2 1.0; 1.5
Lagringstid	Fixed	5 7; 13; 16; 20; 23

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Materiale	1	0.0080	0.00800	0.11	0.744
Pakkemetode	1	0.6661	0.66613	8.95	0.004
g/p- forhold	1	0.1361	0.13612	1.83	0.179
Lagringstid	4	10.3692	2.59231	34.82	0.000
Materiale*Pakkemetode	1	0.0605	0.06050	0.81	0.370
Materiale*g/p- forhold	1	0.0080	0.00800	0.11	0.744
Materiale*Lagringstid	4	0.0553	0.01383	0.19	0.945
Pakkemetode*Lagringstid	4	0.7232	0.18081	2.43	0.053
g/p- forhold*Lagringstid	4	0.4382	0.10956	1.47	0.217
Error	98	7.2952	0.07444		
Lack-of-Fit	8	0.7477	0.09346	1.28	0.262
Pure Error	90	6.5475	0.07275		
Total	119	25.7199			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.272838	71.64%	65.56%	57.47%

General Linear Model: Utseende (1-5) versus Materiale; Pakkemetode; g/p- forhold; Lagringstid

The following terms cannot be estimated and were removed:
Materiale*Pakkemetode; Materiale*g/p- forhold; Materiale*Lagringstid; Pakkemetode*g/p- forhold

Method

Factor coding (-1; 0; +1)

Factor Information

Factor	Type	Levels Values
Materiale	Fixed	3 APET/PE; Nice Eco xx 12; Nice Eco xx 17
Pakkemetode	Fixed	2 Emitter; MAP
g/p- forhold	Fixed	2 1.0; 1.5
Lagringstid	Fixed	5 7; 13; 16; 20; 23

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Materiale	2	1.5000	0.7500	11.01	0.000
Pakkemetode	1	10.1531	10.1531	148.99	0.000
g/p- forhold	1	0.2000	0.2000	2.93	0.090
Lagringstid	4	3.4563	0.8641	12.68	0.000
Pakkemetode*Lagringstid	4	0.3312	0.0828	1.22	0.309
g/p- forhold*Lagringstid	4	0.8937	0.2234	3.28	0.014
Error	107	7.2917	0.0681		
Lack-of-Fit	14	2.6042	0.1860	3.69	0.000
Pure Error	93	4.6875	0.0504		
Total	123	32.6673			

Model Summary

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.261049	77.68%	74.34%	70.03%



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway