



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2016

Institutt for kjemi, bioteknologi og matvitenskap.

Effekt av ulike emballasjematerialer på kvaliteten til Stabburet sin ”fersk leverpostei” under kjølelagring ved 4°C.

The Effect of Different Packaging Materials on the
Quality of Stabburets ”fersk leverpostei” during Cold
Storage, at 4°C.

Trine Sjaastad
Matvitenskap

Førord

Denne masteroppgaven er skrevet som et avsluttende arbeid i min mastergrad innen matvitenskap ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) i Ås, våren 2016.

Jeg er svært takknemlig for Orkla Foods Norge sin finansiering av prosjektet.

Jeg vil først og fremst takke mine veiledere, Marit Kvalvåg Pettersen, ved Nofima, og Elling Rukke, ved NMBU, for god veiledning og verdifulle innspill gjennom oppgavens forløp.

En stor takk bør også rettes Randi Helene Kvarberg for deling av sin kompetanse og engasjement i oppgaven. I den anledning ønsker jeg også å takke Torunn Merete Teigo og Laila Horgen for god oppfølging av prosjektet underveis.

Flere personer har også vært viktig for utførelsen av laboratoriearbeidet i oppgaven. Dette inkluderer Randi Rånes Jensen og Anita Magnussen ved laboratoriet ved Stabburet, Reidar Barfod Scüller for hjelp ved laboratoriet ved NMBU og Aud Espedal for praktisk hjelp med analyser gjort ved Nofima. I tillegg ønsker jeg å takke alle som har bidratt i den sensoriske utførelsen av oppgaven.

Avslutningsvis ønsker jeg også å gi en stor takk til min samboer for støtte underveis og for å ha fungert utmerket som husmor den siste tiden før innlevering av oppgaven.

Ås, Mai 2016

Trine Sjaastad

Sammendrag

Siden andre verdenskrig har plastproduksjonen og bruken av plast økt drastisk. Omtrent 7% av dagens forbruk av petroleum kan knyttes til plast og plastproduksjon. I et miljøperspektiv kan det være hensiktsmessig å redusere bruken fossile råvarer, deriblant også ved emballering av næringsmidler. Viktige klimatiltak en stor merkeleverandør som Orkla Norge Foods kan gjøre i en slik sammenheng, er å benytte materialer basert på biologisk råvare eller erstatte deler av den fossilbaserte råvaren i emballasjen, med fyllstoff.

Hensikten med oppgaven var å undersøke effekten av fem ulike emballasjematerialer på kvaliteten og holdbarheten til Stabburet sin ”fersk leverpostei” lagret i 125 dager ved 4°C. Det ble valgt å se nærmere på kvalitetsparameterne farge, tekstur, vanninnhold, mikrobiologi i tillegg til flere viktige sensoriske egenskaper ved leverposteien.

Leverposteien ble produsert og deretter emballert i de fem ulike materialene som hadde ulike kjemisk oppbygning og var basert på ulike råvarer. Dagens benyttede emballasjemateriale bestående av PP/ EVOH/ PP, var blant disse materialene. I tillegg ble det benyttet tre materialer som var tilsatt 52% fyllstoff; (PP + CaCO₃)/ PP, (PP + CaCO₃)/ EVOH/ PP samt (HDPE + CaCO₃)/ HDPE), hvor resten av materialet var basert på biologisk råvare. Det siste begeret bestod av PP/ EVOH/ PP fra fossilbasert råvare. Tykkelse på emballasjematerialene og oksygengjennomgangen i de, ble målt til hensikt å kunne forklare deler av kvalitetsutviklingen til leverposteien under lagringsperioden. Det ble utført analyser av leverposteien fem ganger i løpet av lagringsperioden.

Resultatene fra analysene gjort på leverposteien, viste at det var effekt av emballasjematerialene på flere av de målte kvalitetsparameterne. I den sensoriske delen av oppgaven ble det påvist klar forskjell mellom prøver emballert i de ulike materialene for attributtene farge, leverposteilukt, leverposteismak, smørbarhet og plast-/ kjemismak. Leverposteien emballert i biomaterialet (HDPE + CaCO₃)/ HDPE hadde størst uønsket endring i disse attributtene utover i lagringsperioden, mens små endringer ble påvist for prøver emballert i materialene som inneholdt et EVOH-sjikt. Ved de instrumentelle målingene ble det påvist økt hardhet i alle prøvene utover i lagringsperioden. Prøver emballert i biomaterialet, etterfulgt av prøver emballert i (PP + CaCO₃)/ PP økte mest i hardhet. Det ble målt minst endring i hardhet i prøver emballert dagens benyttede emballasjemateriale i løpet av lagringsperioden. For alle prøvene gikk de tre fargeparameterne L*, b* og a* ned i løpet av lagringsperioden. For målingene gjort

på utsiden av prøvene, var den totale fargeendringen størst for prøver lagret i biomaterialet, etterfulgt av prøver lagret i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP. Den totale endringen var minst for leverposteien lagret i dagens benyttede, etterfulgt av prøver lagret i materialet bestående av PP/ EVOH/ PP. For målingene gjort på overflaten av prøvene var den totale fargeendringen størst for prøver lagret i materiale bestående av (PP + CaCO₃)/ PP, og minst for prøver lagret i dagens beger. Den mikrobiologiske kvaliteten var god for leverposteien emballert i alle materialene gjennom hele lagringsperioden. Den mikrobiologiske kvaliteten og vanninnholdet i leverposteien var opprettholdt gjennom hele lagringsperioden.

For de instrumentelle målingene gjort på fargen og teksturparameteren hardhet, var det effekt av emballasjemateriale. Leverposteien emballert i dagens begeret og det andre begeret bestående av PP/ EVOH/ PP endret seg minst. I og med at det ikke ble påvist signifikante forskjeller mellom prøvene emballert i dagens beger, PP/ EVOH/ PP og begeret med (PP + CaCO₃)/ EVOH/ PP i den sensoriske delen av oppgaven, er det grunn til å tro at forskjellen mellom disse emballasjematerialene ikke er av betydning for forbrukeraksepten. Den mikrobiologiske kvaliteten og vanninnholdet i leverposteien var opprettholdt gjennom hele lagringsperioden, og emballasjemateriale var dermed ikke viktig for disse kvalitetsparameterne.

Abstract

Since World War II, plastics production and the use of plastics has increased drastically. Approximately 7% of the current consumption of petroleum can be linked to plastic and the production of it. From an environmental perspective, it may be important to reduce the use of fossil raw materials, including the packaging of food products. An important climate action that a major brand supplier like Orkla Norway Foods can do in such a perspective, is to use materials based on biological raw materials or replacing part of the fossil-based raw materials in the packaging, with fillers.

The aim of this study, was to investigate the effect of five different packaging materials on Stabburets "*fersk leverpostei*", regarding to the quality development and the shelf life during 125 days of cold storage. In order to measure quality and shelf life of the liver paste, the research had a focus on the quality parameters colour, texture, water content, microbiology as well as several important sensory characteristics of the liver paste.

The liver paste was produced and then packaged in the five different packaging materials. The materials had different chemical structure and was based on different raw materials. Among them, was the packaging material used on the liver paste today, witch consists of PP / EVOH / PP. The other materials consisted of (PP + CaCO₃) / PP, (PP + CaCO₃)/ EVOH/ PP and (HDPE + CaCO₃) / HDPE, where the HDPE was based on biological raw materials. The last material consisted of PP/ EVOH/ PP from fossil-based raw materials. Thickness of the packaging materials and the oxygen transmission rate in them, was measured in order to explain parts of the quality development of the liver paste. Analyses on the liver paste were conducted five times during the storage period.

Results from the analyses on the liver paste, showed that it was an effect of packaging materials on several of the measured quality parameters. In the sensory evaluation, a significant difference between samples packaged in the various materials was found for the sensory attributes colour, smell of liver past, taste of liver paste, spreadability and plastic / chemical taste. The liver paste packed in the material based on (HDPE + CaCO₃)/ HDPE had the most undesirable changes in these attributes throughout the storage period. Only minor changes were detected for the samples of liver paste packaged in the materials containing an EVOH-layer. The instrumental measurements proved increased hardness in all samples throughout the storage period. Samples packaged in the bio-based material, followed by samples packaged in

the material based on (PP + CaCO₃) / PP, had the highest increase in hardness. The least change in hardness during the storage period, was measured in samples packaged in the material used today. For all samples the three colour parameters L *, b * and a * decreased during the storage period. For the measurements made on the outside of the samples, the total colour change was greatest for samples stored in the bio-based material, followed by samples stored in the material consisting of (PP + CaCO₃) / PP. The liver paste stored in today's used packaging material showed the smallest overall change in colour. For the measurements made on the surface of the samples, the total colour change was greatest for samples stored in the material consisting of (PP + CaCO₃) / PP, and least for the samples stored in the material used on the liver paste today. The microbiological quality was good for the liver pate wrapped in all materials throughout the storage period. The microbiological quality and the water content in the liver pate was maintained throughout the storage period.

It was showed significant effect of packaging material on the instrumental measurements of colour and the texture parameter hardness. The liver paste packed in the material used today, consisting of PP / EVOH / PP, changed the least for these parameters. No significant differences were found between the samples packaged in the material used today and the ones consist of PP/ EVOH/ PP and (PP + CaCO₃)/ EVOH/ PP in the sensory part of the study. Therefore, there is a reason to believe that the different effect between these packaging materials on the liver paste, is not critical for the consumer acceptance. The microbiological quality and the water content in the liver paste was maintained throughout the storage period. The packaging material seemed therefore, not to be important for these quality parameters.

INNHALDSFORTEGNELSE

Forord	
Oppsummering	
Summary	
Definisjoner	3
Forkortelser	3
1 Innledning	4
1. 1 Målsetting	5
2 Teori	6
2. 1 Matemballering.....	6
2. 2 Polymerer	7
2. 2. 1 <i>Permeabilitet</i>	8
2. 2. 2 <i>Polypropylen (PP)</i>	10
2. 2. 3 <i>Polyetylen (PE)</i>	11
2. 2. 4 <i>Etylen vinyl alkohol (EVOH)</i>	11
2. 2. 5 <i>Polyetylen tereftalat</i>	12
2. 3 Dagens plastproduksjon.....	13
2. 4 Stabburet sin "Fersk leverpostei", Produktkvalitet og holdbarhet.....	16
2. 4. 1 <i>Sensorisk evaluering</i>	17
2. 4. 2 <i>Tekstur og reologisk karakteristikk</i>	18
2. 4. 3 <i>Fargeforandringer og oksidasjon</i>	21
2. 4. 4 <i>Mikrobiologisk forringelse</i>	24
3. Materialer og metoder	27
3. 1 Emballasjematerialene	27
3. 1. 1 <i>Måling av oksyngjennomgang</i>	28
3. 1. 2 <i>Måling av tykkelse på begrene</i>	28
3. 2 Prøver og produksjon	29
3. 3 Analyser av produktet	31
3. 3. 1 <i>Sensorisk profilering ved hjelp av et trent panel</i>	31
3. 3. 2 <i>Teksturanalyser</i>	34
3. 3. 3 <i>Vannanalyse</i>	36
3. 3. 4 <i>Fargemålinger</i>	37
3. 3. 5 <i>Mikrobiologiske analyser</i>	38
3. 4 Statistiske analyser	40
4. Resultater	41
4. 1 Oksyngjennomgang i materialene.....	41

4. 2 Tykkelse på materialene	42
4. 3 Sensorisk evaluering av leverpostei under lagring.....	43
4. 4 Tekstur og reologiske tester.....	50
4. 5 Vanninnhold	53
4. 6 Fargemålinger	54
4. 7 Mikrobiologisk vekst.....	57
5. Diskusjon	59
5. 1 Emballasjematerialene.....	59
5. 2 Sensorisk analyse	61
5. 3 Tekstur og reologiske endringer.....	66
5. 3. 1 <i>Hardhet</i>	66
5. 3. 2 <i>Ytterligere teksturparametre</i>	68
5. 3. 3 <i>Reologisk egenskaper - oscillasjonstest</i>	70
5. 4 Vanntap.....	72
5. 5 Fargeforandringer	73
5. 6 Mikrobiologisk kvalitet	76
6. Konklusjon.....	77
Referanser.....	78

DEFINISJONER

Bio-plast

Begrepet bio-plast kan ha flere betydninger og beskriver gjerne ulike ting som ofte blir forvekslet. Biologisk nedbrytbar plast og plast som er basert på biologisk råvare trenger nødvendigvis ikke å ha lik betydning. Samtidig som plast laget av fornybare råvarer ikke behøver å være biologisk nedbrytbar, trenger ikke biologisk nedbrytbar plast å være basert på fornybare råvarer. I dag finnes det en rekke ulike sammensetninger av emballasjematerialer som har ulike egenskaper. De kan brytes ned i ulike grad og ha forskjellig grad av innblanding av fornybart råstoff.

Den europeiske standarden EN 13432 (compostable packaging) ble utarbeidet av den europeiske standardiseringsorganisasjonen ([CEN](#)) for å løse problemet med at begrepene stadig blir forvekslet og misbrukt. Standarden beskriver flere kriterier som skal være med å avgjøre om et materiale kan betraktes som "komposterbart" eller ikke. Den skiller altså ikke fossilbasert plast fra plast basert på fornybar råvare, men om de er komposterbare eller ikke ([CEN 2000](#)).

I denne oppgaven vil fokuset være på bio-baserte polymerer som baserer seg på fornybare råvarer, ikke på komposterbarheten til materialene. Det som videre blir omtalt som biomaterialer henspiller derfor til materialer som er basert på *biomasse*.

FORKORTELSER

PP:	Polypropylen
PE:	Polyetylen
HDPE:	High density polyetylen
LDPE:	Low density polyetylen
EVOH:	Etylen vinyl alkohol
PET:	Polyetylentereftalat
APET:	Amorf polyetylentereftalat
CPET:	Krystallinsk polyetylentereftalat
PLA:	Polyactic acid
PVC:	Polyvinylklorid
OTR:	Oxygen transmission rate
AOIR:	Ambient oxygen ingress rate
PUFA:	Polyunsaturatet fatty acids

1 INNLEDNING

Økt fokus på helse og sunnhet blant befolkningen den senere tiden, har ført at flere produsenter av kjøttprodukter har endret fettinnhold og fettsyresammensetning i de. Flere industrielle kjøttprodukter inneholder nå både mindre fett og har en sunnere fettkomposisjon enn tidligere. Stabburet endret resepten på sitt produkt ”fersk leverpostei” i 2014, da deler av det animalske fettene ble byttet ut til fordel for mer umettet fett fra rapsolje.

I leverpostei, foreligger lipidene i en emulsjonslignende form. Matemulsjoner med et høyt innhold av fett, vil være spesielt utsatt for oksidasjonsprosesser. Såkalt autooksidasjon oppstår når flerumettede fettsyrer (PUFAs- polyunsaturated fatty acids) kommer i kontakt med oksygen (luft). Reaksjonen vil ha en kvalitetsforringende effekt på alt fra farge, smak og aroma til tekstur og matsikkerheten i leverposteien. Fordi leverpostei i nærvær av oksygen, raskt vil føre til kvalitetsforringelse, vil oksygenbarriereegenskapene til materialet som emballerer produktet være vesentlig for å begrense prosessen. Dagens benyttede emballasjemateriale til Stabburet sin ”fersk leverpostei” består av fossilbasert plast. Materialet har gode barriereegenskaper og egner seg godt til emballering av leverpostei.

Når plastmaterialer brytes ned eller brennes, frigjøres CO₂. For at en stor merkeleverandør som Orkla Foods Norge skal kunne redusere sitt CO₂ avtrykk, kan en løsning være å redusere bruken av plast. Et klimatiltak kan i den forstand være å bytte ut en del av den oljebaserte råvaren med annet fyllstoff. Fyllstoffet kan for eksempel være mineraler som tilsettes i emballasjematerialet. Et annet klimatiltak kan være såkalt bioplast, hvor fornybare ressurser benyttes til å lage plasten og dermed redusere bruken av fossile råvarer.

Denne masteroppgaven tar for seg et utvalg av både bioplast, plast tilsatt mineraler og rent fossilbasert plast og sammenligner effekten de har på kvaliteten til Stabburet sin ”fersk leverpostei”.

1.1 MÅLSETTING

Hensikten med masteroppgaven var å undersøke effekten av fem ulike emballasjematerialer på produktkvaliteten til Stabburet sin "fersk leverpostei" under kjølelagring, ved 4°C. Blant de undersøkte emballasjematerialene, var dagens benyttede emballasjeløsning for leverposteien. Det var ønskelig å evaluere egnetheten av de fire andre emballasjematerialene opp mot denne. Dette ble gjort ved å

- Sammenligne tykkelse og oksygenbarriereegenskaper til materialene.
- Undersøke kvalitetsutviklingen av leverposteien jevnlig gjennom en lagringsperioden på 125 dager ved 4°C.

For å kunne evaluere kvaliteten til leverposteien, ble det i oppgaven fokusert på kvalitetsparameterne farge, tekstur, vanntap, ulike sensoriske egenskaper og mikrobiologisk kvalitet. Fem uttak med analyser ble gjennomført i løpet av kjølelagringsperioden. Like betingelser ble sikret ved at samme batch med leverpostei ble pakket i de fem ulike emballasjematerialene og deretter oppbevart under like lagringsforhold.



2 TEORI

2.1 MATEMBALLERING

Emballeringen til næringsmidler har flere funksjoner og formål. Hensiktsmessig emballering vil kunne stoppe eller forsinke at uønskede effekter skjer med matproduktet og dermed føre til opprettholdelse av produktkvalitet, økt holdbarhet og mattrygghet ([Robertson 2012](#)).

Først og fremst må forpakningen kunne inneslutte produktet uten noen form for uønsket lekkasje. Emballeringen bør i tillegg gi beskyttelse mot ekstern kontaminasjon. Miljøfaktorer som lys, varme, oksygen, fuktighet, enzymer, mikroorganismer, insekter, støv, gassutslipp og trykk vil kunne føre til forringelse av matproduktet ([Robertson 2012](#)). For å gi best mulig beskyttelse av næringsmiddelet, må emballeringen også være egnet til transport og lagring gjennom hele verdikjeden. I det produktet når butikkhyllene, er markedsføringen gjennom emballasjen viktig. Produktet og emballeringen må kunne appellere til forbrukere for å selge. Med både en aldrende befolkning, endrede spisevaner og større andel av single husholdninger, vil blant annet faktorer som enhetsstørrelse og åpne-lukke-mekanisme på produktet være vesentlige faktorer for både salg og for å unngå matsvinn ([Marsh and Bugusu 2007](#)).

Emballering fører i den forstand også til beskyttelse og konservering av energien brukt under produksjon og prosessering av produktet. Tap av energi gjennom produktforringelse er mye større enn energien brukt til produksjon av tilstrekkelig og egnet emballasjemateriale ([Robertson 2012](#)).

I tillegg til funksjonelle egenskaper ved emballeringen er ofte kostnader og miljø noe som spiller en mer eller mindre viktig rolle i valg av materiale og løsninger ([Robertson 2012](#)).

Mer enn 90% av fleksible materialer er laget av plast og emballeringsindustrien er den største forbrukeren av vanlige polymerer. Grunnen til at plastemballasje er så mye brukt, skyldes platen sin unike karakter ([Ghasemzadeh-Barvarz, Rodrigue et al. 2014](#))

2. 2 POLYMERER

Plast er et syntetiske stoff som består av velorganiserte makromolekyler. Stoffet lages ved polymerisasjon, som er en fellesbetegnelse på kjemiske reaksjoner der relativt små molekyler, kalt monomerer, reagerer med hverandre og binder seg sammen til større molekyler. Disse større molekylene kalles polymerer ([Ore and Stori 2009](#)). Egenskapene til polymerene bestemmes ut i fra molekylstruktur, molekylvekt, grad av krystallisering og kjemisk oppbygning. Det er nettopp disse faktorene som også bestemmer polymerens tetthet og ved hvilken temperatur de går gjennom fysisk omdanning ([Robertson 2012](#), [Ghasemzadeh-Barvarz, Rodrigue et al. 2014](#)).

Det finnes to hovedtyper av polymerer, homopolymerer og heteropolymerer. Homopolymerer består av de samme repeterende enhetene mens heteropolymerer, også kalt kopolymerer, består av to eller flere ulike monomerer som er polarisert sammen. Ved å fremstille kopolymerer, oppnås produkter med andre egenskaper enn de rene homopolymerenes ([Ore and Stori 2009](#)).

Etter polymeriseringen av monomererne polymerer følger en såkalt kompondering prosess. Her tilsettes stoffer som stabilisatorer, hjelpemidler, fyllstoffer, pigmenter, myknere og lignende til polymeren. Egenskapene til plasten endres med slike tilsetningsstoffer. Fyllstoffer kan eksempelvis gjøre polymeren betraktelig stivere og mykgjørere kan gjøre stive polymerer mer fleksible. Antioksidanter blir tilsatt for å forhindre at oksidasjon av plastmaterialet og stabilisatorer tilsettes for å forhindrer degradering av materialet når det blir varmet opp eller eksponert for UV-stråling ([Ghasemzadeh-Barvarz, Rodrigue et al. 2014](#)).

En enkelt polymer er sjelden egnet til forpakning alene. Som regel består emballasjematerialer av flere lag med ulike polymerer. Hvert lag bidrar da til den totale emballeringsytelsen ([Ghasemzadeh-Barvarz, Rodrigue et al. 2014](#)).

Orientering er en vanlig industriell teknikk brukt for å øke krystalliniteten og dermed forbedre den mekaniske styrken og barriereegenskapene til polymeren. Under orientering blir polymerkjedene dratt eller strekt i en spesifikk retning. Orienteringen kan skje i en retning (uniaxial) eller i to retninger (biaxial). Biaksial orientering er vanskeligere å kontrollere, men gir høyere krystallinitet og bedre barriereegenskaper ([Mokwena and Tang 2012](#)).

2. 2. 1 PERMEABILITET

Med permeabilitet menes gjennomtrengeligheten av et stoff (væske, damp, gass eller flyktige komponenter) gjennom en polymerisk membranbarriere. Permeabiliteten styres gjerne ved fire steg:

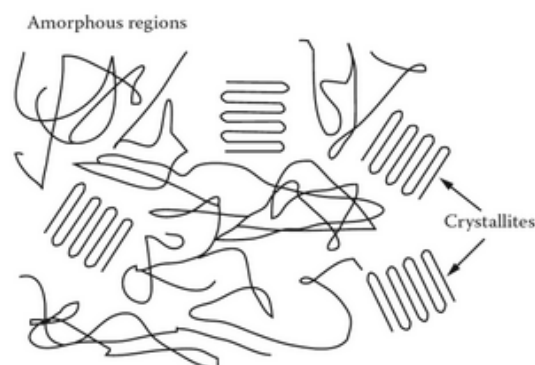
- 1) *absorpsjon* til overflaten av den polymeriske membranen
- 2) *oppløsning* inn i matrisen av membranen
- 3) *diffusjon* gjennom membranveggen langs en konsentrasjonsgradient
- 4) *desorpsjon* fra den andre overflaten av den polymeriske membranen

Som oftest skjer diffusjon likevel på grunn av sprekker, hulrom og små porer i materialet som fører til tap av barriereegenskaper ([Ghasemzadeh-Barvarz, Rodrigue et al. 2014](#)).

Hastigheten på gjennomtrengeligheten er styrt av flere faktorer. Enkelte faktorer er avhengig av egenskapene til stoffet som går gjennom (penetranten) og av egenskapene til membranen. Andre faktorer kan være styrt av graden av interaksjon mellom membranen og penetranten. I tillegg vil ulike miljøbetingelser være av betydning for hastigheten.

Barriereegenskapene til en polymer er i stor grad avhengig av dens spesifikke molekylstruktur:

- **Krystalliniteten** til polymeren bestemmer graden av ordnet struktur. Krystallinske områder fører til en ordnet struktur og gjør at molekyler har vanskeligheter med å diffundere gjennom. I amorfe områder er det mer uordnet struktur som gjør det mulig for molekyler å diffundere gjennom. Krystallinske polymerer, har derfor ofte gode barriereegenskaper mens amorfe polymerer motsatt har dårlige barriereegenskaper.



Figur 1 Skjematisk fremstilling av amorfe (uordnede) og krystallinske (ordnede) områder i en semikrystallinsk polymer ([Robertson 2012](#)).

- **Forgreininger**, både grad og lengde, i strukturen har mye å si for mulighetene for en ordnet organisering av kjedene og dermed krystallinske områder.

- **Kryssbindingsstruktur** i en polymerbarriere vil på samme måte senke permeabiliteten på grunn av nedgang i diffusjonskoeffisienten.
- **Polariteten** til polymeren kan være avgjørende for interaksjonen med andre molekyler og dermed påvirke barriereegenskapene. Polare polymerer har ofte gode barriereegenskaper mot gass og dårlige barrierer for vanndamp. Grunnen er at vannet kan mykgjøre den hydrofile polymeriske barrieren. Upolare hydrofobe polymerer kan motsatt ha utmerket vannbarriereegenskaper og dårlige gassbarriereegenskaper.
- **Inerte tilsetningsstoffer** inkorporert inn i den polymeriske blandingen, som for eksempel mykgjøringsmidler, fyllstoff eller forsterkninger, kan både senke og øke barriereegenskapene til materialet. Graden av adhesjon og kompatibilitet mellom polymeren sin matriks og tilsetningsstoffet vil avgjøre dette.
- **Kopolymerisasjon** kan senke barriereegenskapene, spesielt når fleksible eller kopolymerer med dårlige barrierer blir brukt.
- **Aromatiske eller sykliske ringer** inkorporert i polymerens kjedestruktur, som PET og polyamider, gir membraner med gode barriereegenskaper. Materialene viser gjerne også god kjemisk og vannmotstand.
- **Bevegeligheten** til polymerkjeden bestemmes av kjemiske komposisjonen, kjedesequensdistribusjon, og inter-og intrakjedeinteraksjoner som igjen vil kunne bestemme diffusjonshastigheten til penetranter gjennom membranen ([Robertson 2012](#), [Ghasemzadeh-Barvarz, Rodrigue et al. 2014](#))

Permeabiliteten er uavhengig av polymerenes tykkelse, men gjennomtrengelighetshastigheten er omvendt proporsjonal med tykkelsen av polymerfilmen og antallet av porer. Økt tykkelse fører til lengre diffusjonsvei for penetrantmolekylene. Tykkere film eller ved tilsetning av fyllstoff, kan derfor den netto transporten av penetranten gjennom en membran, senkes.

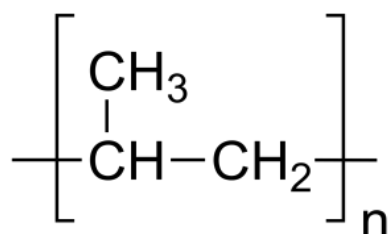
Molekylstrukturen til gassen eller væsken er også avgjørende for permeabiliteten. Permeabiliteten er avhengig av den steriske hindringen og interaksjonen med den polymeriske membranen. Små molekyler diffunderer raskere enn større eller "klumpete" molekyler. På samme måte vil upolare diffundere raskere i upolare barrierer og vil være mindre diffunderbar i polare barrierer ([Ghasemzadeh-Barvarz, Rodrigue et al. 2014](#))

Lagringsfaktorer som temperatur og trykk vil også i de fleste tilfeller påvirke permeabiliteten. Ved økende temperatur, vil permeabiliteten også øke. For polymerer som viser ingen interaksjon med gass eller damp vil permeabiliteten være uavhengig av trykket til den diffundererte gassen. Dersom det er sterk interaksjonen mellom polymeren og gassen eller dampen, vil permeabiliteten være trykkavhengig og generelt øke ettersom trykket øker.

Kvaliteten på et næringsmiddel er i stor grad avhengig av vanninnhold, grad av oksidasjon og konsentrasjon av smak og luktkomponenter. Opprettholdelse av disse faktorene på et akseptabelt nivå reguleres av permeabiliteten til emballasjesystemet og av forholdene under transport og lagring ([Ghasemzadeh-Barvarz, Rodrigue et al. 2014](#)).

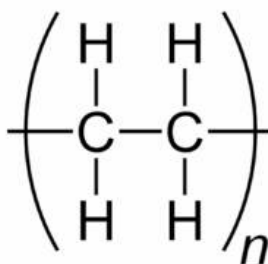
2. 2. 2 POLYPROPYLEN (PP)

Polypropylen (PP) er en av poleofinene og av de mest brukte polymeren til matemballering. Polymeren er lineær med metylgrupper bundet til kjeden. Stereokonfigurasjonen, med ulik plassering av metylgruppene, er avhengig av typen katalysator og polymeriseringsforhold. Isotaktisk PP er den vanligste kommersielle formen av PP og gir et høyt krystallinsk materiale med god stivhet og høyt smeltepunkt ([Robertson 2012](#)). Materialet har også god motstand mot kjemikalier og fett, god klarhet og glans og kan forsegles i et stor temperaturområde. PP har i tillegg høy strekkfasthet, rivningsstyrke og slagfasthet, da spesielt i forhold til sin lette vekt. Sjelden brukt alene, mye på grunn av kun medium gassbarriereegenskaper ([Ghasemzadeh-Barvarz, Rodrigue et al. 2014](#))



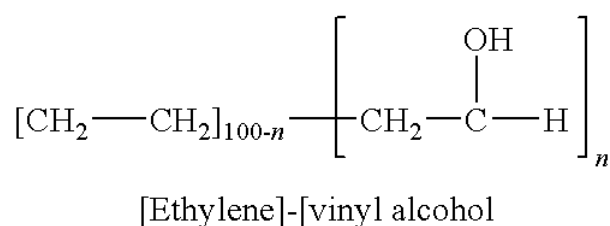
2. 2. 3 POLYETYLEN (PE)

PE er den andre av polyolefinene og er en av de mest brukte polymerene. PE molekylet er bygd opp av monomerer av etylen (C_2H_4) og er en av de enkleste av polymeren ([Robertson 2012](#)). Det finnes ulike typer polyetylen, high density polyetylen (HDPE), low density polyetylen (LDPE) og linear low density polyetylen (LLPE). HDPE, er blant materialene benyttet i denne oppgaven, og er både stivere, mer slitesterk og har lavere permeabilitet til gasser enn LDPE. HDPE tåler også høyere temperaturer enn LDPE ([Ghasemzadeh-Barvarz, Rodrigue et al. 2014](#)). Mye av forskjellene mellom typene av PE ligger i graden av kjedeforgreininger og dermed mulighetene kjedene har til organisert ordning og dannelse av krystallinske områder ([Robertson 2012](#)). HDPE kan ha opptil 90% krystallinitet som gir i tillegg til høyere styrke også en mer opak farge. HDPE har bedre kjemisk motstand enn LDPE, spesielt mot olje og fett. I tillegg gir HDPE en svært god fuktighetsbeskyttelse. Lik PP, har PE forholdsvis dårlig gassbarriereegenskaper, og brukes derfor sjeldent alene ([Robertson 2012](#)).



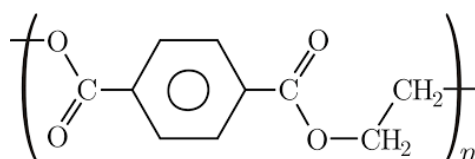
2. 2. 4 ETYLEN VINYL ALKOHOL (EVOH)

EVOH er en kopolymer fra etylen og vinylacetat. Den relative konsentrasjonen av kopolymeren vil påvirke egenskapene og krystalliniteten. Ettersom etylenkonsentrasjonen øker, vil gassbarriereegenskapene gå ned, mens fuktbarrieren igjen vil bli bedre. Generelt fungerer EVOH likevel som en svært god barriere mot gasser, lukt- og aromakomponenter og løsemidler. Hydroksylgruppene i molekylstrukturen gjør EVOH hydrofilt og hygroskopisk. Ettersom fukt absorberes, vil gassbarriereegenskapene bli påvirket negativt. Det er derfor vanlig å omslutte EVOH-lag med polymerer med høy fuktbarriere, slik som polyolefinene. EVOH er generelt i stor grad krystallinsk, har høy mekanisk styrke og elastisk ([Robertson 2012](#)). EVOH er spesielt viktig for kjølelagrede næringsmidler med lang holdbarhet der oksygen er den forringende faktoren for produktkvaliteten ([Mokwena and Tang 2012](#)).



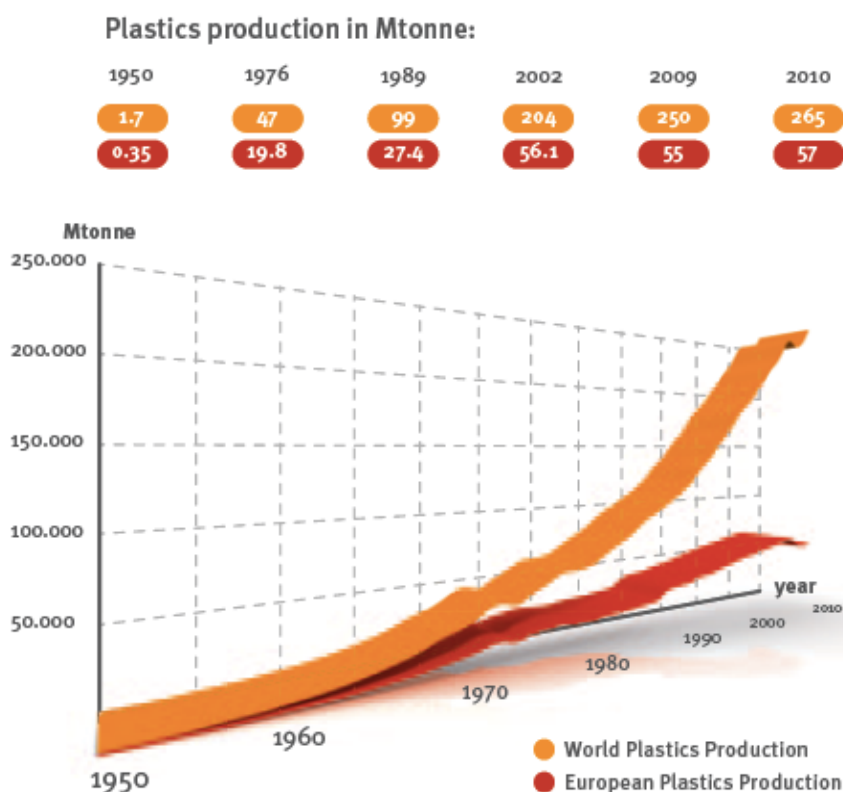
2. 2. 5 POLYETYLEN TEREFTALAT (PET)

Polyetylen tereftalat er også kjent som polyester. Dette er en stor gruppe av polymerer med esterbindinger i polymerkjeden. PET er stabil over et stort temperaturområde og har gunstige egenskaper som god slagbestandighet, stivhet og gassbarriereegenskaper ([Ghasemzadeh-Barvarz, Rodrigue et al. 2014](#)). Dette er ofte svært ønskede egenskaper for et matemballeringsmaterialet og gjør at tilsetningsstoffer som antioksidanter, mykgjørere, varme eller UV-stabilisatorer må tilsettes. Det finnes flere varianter av PET, deriblant amorf polyetylen tereftalat (APET) og krystallinsk polyetylen tereftalat (CPET). Som navnene tilsier, har CPET høyere grad av krystallinske områder og mer opak enn APET ([Robertson 2012](#)). På grunn av at en del av kjeden er aromatisk (benzenring), vil strukturen i hovedsak være amorf, selv for CPET. Avhengig om filmen er orientert eller ikke vil strukturen være omtrent 25-40% krystallinsk for CPET og 0-20% krystallinsk for APET ([Robertson 2012](#), [Ghasemzadeh-Barvarz, Rodrigue et al. 2014](#)).



2.3 DAGENS PLASTPRODUKSJON

Siden andre verdenskrig har plastproduksjonen og bruken av plast økt drastisk. Figur 2 viser den kontinuerlige veksten av plastproduksjon fra 1,5 millioner tonn i 1950 til 230 millioner tonn i 2009. Dette tilsvarer en gjennomsnittlig vekst på rundt 9% årlig (Plastic Europe [2010](#)).

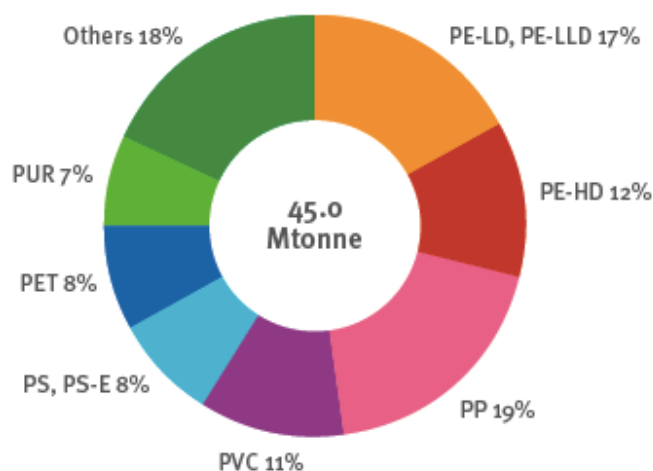


Figur 2: Utviklingen av plastproduksjonen i verden fra 1950-2009. Rød graf viser veksten av den europeiske plastproduksjonen og gul graf viser verdens plastproduksjon. (Plastic Europe [2010](#))

Av denne plastproduksjonen går den største delen til emballering, omtrent 40% (Europe 2010). Det finnes to typer plast, termoplaster og herdeplaster. Termoplast utgjør den største av de to gruppene og er den av betydning for denne oppgaven. Blant hovedtypene av termoplaster finnes det i henhold til ([Opdal A. O. and Storm M. 2011](#)), fem store ”polymerfamilier” som til sammen utgjør 75% av det totale forbruket av plast i Europa:

- Polyetylen (PE) med sine undergrupper.
- Polypropylen (PP).
- Polyvinylklorid (PVC) med sine undergrupper.
- Polystyren (PS) med sine undergrupper.
- Polyetentereftalat med sine undergrupper

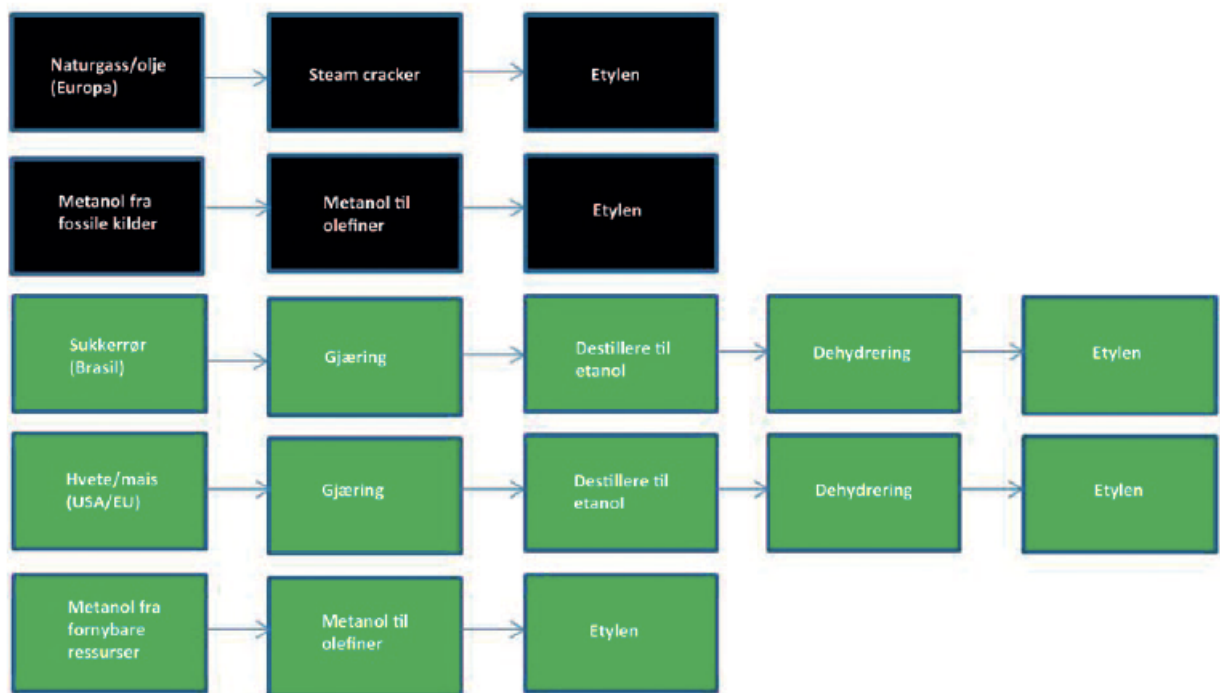
PP og PE, med sine varianter, utgjør omtrent 50% av all etterspørselen av plast. Fordelingen av de ulike typene plastfamilier etter tonn etterspørsel i Europa, er vist i Figur 3 (Europe 2010).



Figur 3: Prosentvisfordeling av plasttype på bakgrunn av etterspørselen i Europa. (Plastic Europe [2010](#))

Syv prosent av dagens forbruk av petroleum kan knyttes til plast og plastproduksjon. Henholdsvis omtrent 4% som råstoff til plastproduksjon og 3% til prosessenergi for plastproduksjon. Å benytte bioplast som baserer seg på biologisk råvare kan være et godt tiltak for å redusere bruken av petroleum ([Opdal A. O. and Storm M. 2011](#)).

I denne oppgaven blir HDPE basert på sukkerrør benyttet. Bio-polyetylen (bio-PE) er forholdsvis nytt, men har allerede vist seg å virke svært lovende med tanke på miljø, økonomi og som potensial i matemballasje. Omtrent 29 % av Europas plastforbruk er dekket av fossilbasert PE, et tall som også sier noe om bio-PE sitt potensial på dagens marked. At etylen også danner utgangspunkt for flere andre plaster er et annet argument. Økonomisk sett, vil konkurransedyktigheten være svært avhengig av oljeprisen. Figur 4 viser ulike måter å produsere etylen på. Produksjon av etylen med naturgass/olje som råvare ved hjelp av en damp-cracker, er som nevnt, den mest brukte metoden. Figuren viser også den fornybare ruten, der sukkerrør er råvaren for produksjonen.



Figur 4: Ulike prosesser for produksjon av etylen (Opdal A. O. and Storm M. 2011).

Bio-basert PE er altså kjemisk likt fossilbasert PE og kvalitetsmessig vil det bio-baserte produktet også ha de samme egenskapene som den fossilbaserte (Opdal A. O. and Storm M. 2011). At den bio-baserte platen er kjemisk lik den fossilbaserte platen, betyr da også at ved nedbrytning eller brenning, vil CO₂ bli frigitt.

Et annet tiltak for å redusere bruken av petroleum (olje og gass) i matsektoren med tanke på emballasje, er ved å bytte ut en del av den oljebaserte råvaren med fyllstoff og forsterkninger. Tilsetning av fyllstoff kan også ha til hensikt å redusere kostnader eller forbedre mekaniske egenskaper. Kalsiumkarbonat (CaCO₃) er det mest brukte fyllstoffet i plater og blir også benyttet i tre av fem emballasjematerialer i denne oppgaven. Kalsiumkarbonat er rimelig og store mengder stoff kan bli tilsatt uten at de mekaniske egenskapene blir dramatisk forandret. Stoffet kan også øke stivheten og styrken til materialet. Ulemper som kan oppstå med bruk av kalsiumkarbonat er et mindre slitesterkt materiale, mer sprøtt og lavere motstand mot organiske syrer. Effekten av fyllstoffet avhenger også i stor grad av størrelsen på partiklene, distribusjonen av de, størrelsesforholdet mellom det og polymeren og fordelingen i polymeren. (Maier and Calafut 1998).

2. 4 STABBURET SIN ”FERSK LEVERPOSTEI”, PRODUKTKVALITET OG HOLDBARHET.

Produktkvalitet kan defineres på flere måter, men som regel vil konsumenters tilfredsstillelse og aksept være et godt mål på kvaliteten. Egenskaper som utseende, tekstur, lukt- og smaks til produktet, vil ha signifikant innflytelse på forbrukernes forventninger og tilfredsstillelse. Ofte kan fokuset være på avvik eller grad av samsvar med spesifikasjoner. I slike tilfeller kan det være hensiktsmessig å knytte sensorisk evaluering opp mot instrumentelle analyser ([Lawless and Heymann 2010](#)).

Leverpostei har en kompleks sammensetning av ulike komponenter og de fysiokjemiske-, sensoriske- og ernæringsegenskapene er avhengig av type ingredienser tilstede, lokalisasjonen av de og interaksjonen de har med hverandre ([McClements 2015](#)). lipid og pigmentoksidasjon er hovedårsaken til kvalitetsforringelse

Foringelsen kan være et resultat av både biologisk aktivitet i selve produktet og fra eksterne agenter som påvirker produktet negativt. Emballasjen sin avgjørende rolle for kvalitetsutviklingen og holdbarheten hos næringsmidler har tidligere blitt nevnt. Lagringsforhold som temperatur, gassforhold, lys- og fukttilgang er andre viktige faktorer som vil ha innflytelse på kvalitetsutviklingen i produktet ([Kerry 2012](#)). Graden av kvalitetsforringelse reflekteres gjerne av usmaker, lukt og mikrobiologisk vekst i tillegg til forandring i utseende, deriblant farge og teksturendringer ([Ghasemzadeh-Barvarz, Rodrigue et al. 2014](#)).

Stabburet sin *fersk leverpostei* har i dag en holdbarhetstid på 100 dager under kjølelagring. Holdbarhetsstemplingen er satt ut i fra tidligere undersøkelser og erfaringer. Under produksjonen gjennomgår leverposteien en tøff varmebehandling, der kjernetemperaturen er på 80°C i 5 minutter. Varmebehandlingen gjør at mikrobiologisk forringelse ikke har vært et stort problem i dagens benyttede emballasjeløsning. Erfaringer tilsier at det heller er andre kvalitetsforringende faktorer som først vil opptre produktet og dermed virke som begrenset faktor for forbrukeraksept (Randi Helene Kvarberg, Produktutvikler, samtale, 12.04.2016).

2. 4. 1 SENSORISK EVALUERING

Sensorisk evaluering kan defineres som en metode som benyttes til å analysere, måle, tolke og vekke de menneskelige sansenes responser på produkter ([Lawless and Heymann 2010](#)).

Mennesket er utstyrt med de fem sansene syn, hørsel, lukt, smak og følesans. Omtrent hele sanseapparatet vil være aktivert når en matvare skal bedømmes og alle sanser vil være med på å gi den totale smaksopplevelsen. Egenskapene til et produkt vil normalt bli opplevd i rekkefølgen:

- utseende
- lukt/aroma
- konsistens/tekstur
- smak

Oppfatningen av de ulike sensoriske egenskapene vil likevel gjerne overlappe og det kan være svært vanskelig å gi en individuell bedømmelse av hver enkelt ([Meilgaard, Carr et al. 2006](#)).

Kontrollerte omgivelser og minimalt med støy er derfor viktig når en sensorisk bedømmelse blir gjennomført. For god gjennomføring av sensorisk evaluering er kontrollerte miljøbetingelser som lys og temperatur, individuelle båser for dommere, randomisert serveringsrekkefølge, tresifret merking av prøver, og gode instruksjoner blant flere viktige verktøy ([Lawless and Heymann 2010](#)).

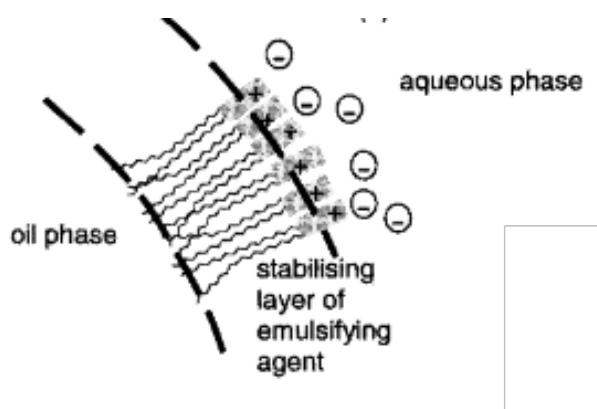
Ulike sensoriske metoder benyttes for ulike problemstillinger. Såkalte objektive tester benyttes ofte i vitenskapelig sammenheng, der panelet består av et trent personell. Et slikt panel har evne til å gi en utfyllende profilering av egenskapene i et produkt. Panelet bør ha god kjennskap til produktet, gjenkjenne sensoriske attributter og kunne skalere disse. ([Lawless and Heymann 2010](#)).

En beskrivende test ([ISO:13299 2003](#)) gir en slik detaljert kvantitativ informasjon om produktet. Metoden muliggjør utfyllende og objektiv beskrivelse av den sensoriske kvaliteten til produktet som blir evaluert. Egenskaper som skal beskrives, er gjerne valgt ut på bakgrunn av noe man ønsker å avdekke eller forklare i forhold til utseende, smak, lukt eller tekstur ved produktet. Beskrivende tester kan være nyttig å bruke dersom man ønsker å etablere en sensorisk profil på et produkt, utvikle et nytt produkt eller endre noe ved et eksisterende produkt. Ved sammenligning av svært like produkter eller ved holdbarhetstester vil beskrivende tester ofte også være hensiktsmessig å bruke ([Lawless and Heymann 2010](#)).

2. 4. 2 TEKSTUR OG REOLOGISK KARAKTERISTIKK

Teksturendringer over tid er forventet å opptre i kjølelagrede produkter som leverpostei. Hvor rask endringene oppstår, vil blant være avhengig av leverposteiens sammensetning, distribusjon av komponenter i produktet, lagringsforhold og kontakt med eksterne agenter.

Leverpostei kan også karakteriseres som en olje-i-vann-lignende emulsjon der fett er den dispergerte fasen. Med emulsjonslignende karakteristikk i legges det at leverpostei er et komplekst materiale, slik at fettpartiklene ikke vil være fullstendig omringet av proteiner fra leveren. Med tid vil emulsjoner begynne å separeres til to faser, et oljelag med lavere tetthet på toppen og et vandig lag med høyere tetthet under. For å skape emulsjoner som er kinetisk stabile i en lengre periode tilsettes kjemiske substanser, kjent som emulgatorer ([McClements 2015](#)). Emulgatorer er overflateaktive molekyler med en hydrofil- og en hydrofob ende. Den hydrofile enden vil binde seg til vannet og den hydrofobe (eller lipofile) enden vil binde seg til fett. På denne måten vil emulgatoren nedsette overflatespenningen mellom fasene og gjerne føre til en elektrisk oppladning av den dispergerte fasen (fettet) slik at fettpartiklene frastøter hverandre og ikke klumper seg sammen eller flyter opp (Emulgator [2009](#)).



Figur 5: Del av en overflate på en oljedråpe i en olje-i-vann emulsjon, som stabiliseres av en emulgator. Molekylet er orientert slik at de polare gruppene er i kontakt med vannfasen. Med en lav pH vil de ioniserbare gruppene til emulgeringsmiddelet eksempelvis et fosfolipid, få en positiv netto ladning.

Fettinnhold og fettsyresammensetning i leverposteien vil i stor grad innvirke på teksturegenskapene til leverposteien. Stabburet sin ”fersk leverpostei” består i dag av 19g fett per 100 gram vare, hvorav 5, 3g er mettet fett. Mengde mettet fett var tidligere en del høyere. I 2014 ble det gjort en endring i resepten, da en del av det animalske fett ble erstattet med rapsolje. Endringen førte blant annet til at fortykningsmidler ble nødvendig som tilsetning (Randi Helene Kvarberg, Produktutvikler, samtale, 12.04.2016).

Et høyere innholdet av umettet fett vil gjerne være gunstig ernæringsmessig, men vil også ha stor påvirkning på de funksjonelle egenskapene til leverposteien. Generelt sett er umettet fett flytende ved romtemperatur mens mettet fett er i fast form ved romtemperatur. Grunnet til at de umettede fettsyrene opptrer som flytende ved romtemperatur, skyldes at dobbeltbindingene i kjedene har en såkalt cis-



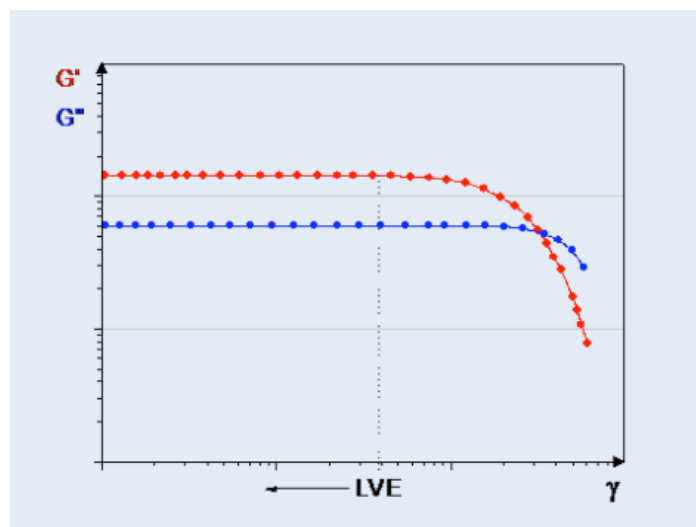
konformasjon. Dette fører til en strukturell retningsendring som gjør at molekylene ikke kan pakkes så lett sammen slik som er tilfelle for de mettede fettsyrene med dobbeltbindinger i kjeden. Fettet vil dermed også opptre som mindre fast. Figur 6 viser hvordan en fettsyre får en slik retningsendring i strukturen. Et høyere innhold av umettede fettsyrer vil også kunne føre til oksidasjonsutfordringer. ([Coulate 2002](#)).

Figur 6: Figur 5: Et triglyserid der fettsyre 1 og 2 er mettede, og der fettsyre 3 er umettet med cis-konformasjon som skaper en retningsendring i strukturen.

Leverpostei er med andre ord et temperatursensitivt produkt der fastheten til produktet i stor grad vil være påvirket av temperaturen i omgivelsene. Teksturen er i tillegg påvirket av den generelle vevstrukturen i produktet. Som næringsmidler flest, er leverpostei et komplekst strukturelt materiale, som består av en blanding av både faste og flytende komponenter. Dette gjør at produktet ikke kan beskrives ut i fra Hooks lov eller Newtons lov, for faste stoffer og flytende væsker. Leverpostei er forventet å være fast nok til å holde på sin egen vekt, samtidig som den ved påført kraft, lett skal kunne smøres ut på for eksempel brødkiven. Disse forventningene korresponderer med leverposteiens fasthet og flytespenninger ([Dajnowiec and Zander 2009](#)).

Reologi er vitenskapen som studerer et materialets flyt og deformasjon under påvirkning av mekaniske krefter og man snakker gjerne om stoffets konsistens og viskositet i slike sammenhenger ([James F. Steffe 1996](#)).

Oscillatoriske tester kan benyttes for å karakterisere et materiale sin viskoelastisk atferd. Elastisiteten til et materiale korresponderer til konservasjonen av energi, mens viskositeten korresponderer til tap av energi. I oscillasjonstesten blir disse egenskapene fremvist som lagringsmodul (G') og tapsmodulen (G''). Amplitude Sweep, er en type oscillatorisk test som utføres ved varierende amplitude, der γ (Gamma) blir presentert på en x-akse og både G' og G'' blir representert på y-aksen. Det såkalte flytpunktet til materialet, er punktet der G' -og G'' -kurven krysses ($G' < G''$). Dette punktet er der hvor den interne strukturen i materialet brytes i en slik grad at materialet flyter. Punktet kalles gjerne strukturstyrken til materialet, da prøven går fra å være i fast form til flytende form. Skjærspenningen ved dette punktet angir hvilken kraft som må til for å nå dette punktet, mens tøyningen angir hvor mye prøven kan strekkes før den går over fra fast til flytende form ([Mezger 2006](#)). Figur viser en typisk kurve fra en slik oscillatorisk test for leverpostei. At lagringsmodulen (G') er større enn tapsmodulen, tilsier at leverpostei oppfører seg mer som et viskoelastisk fast stoff enn en viskoelastisk væske.



Figur 7: Typiske kurver av lagringsmodulen (G') og tapsmodulen (G'') fra en oscillatorisk test.

Økningen i hardhet under kjølelagring av lignende produkter som leverpostei, har blitt beskrevet i flere studier. Den økte hardheten har da blant annet blitt relatert til uttørring av produktet, emulsjonsdestabilisering på grunn av vann og fettseparasjon fra proteinmatriksen ([Fernández-López, Sayas-Barberá et al. 2004](#)) og oksidativ ødeleggelse av proteiner som har ført til aggregering og kompleksdannelse på grunn av kryssbindinger ([Estévez, Ventanas et al. 2006](#)) ([Karel, Schaich et al. 1975](#)) ([Estévez, Kylli et al. 2008](#)).

2. 4. 3 FARGEFORANDRINGER OG OKSIDASJON

Fargen til kjøttprodukter er en svært viktig kvalitetsparameter som har stor betydning for forbrukeraksept. Under kjølelagring har fargeforandringer i kokte kjøttprodukter blitt relatert til oksidasjon av lipider og pigmenter. Fordi leverpostei har et høyt innhold av fett og jern i tillegg til lavt innhold av naturlige antioksidanter, vil oksidativ nedbrytning være en viktig kvalitetsforringende faktor ([Estévez and Cava 2004](#)).

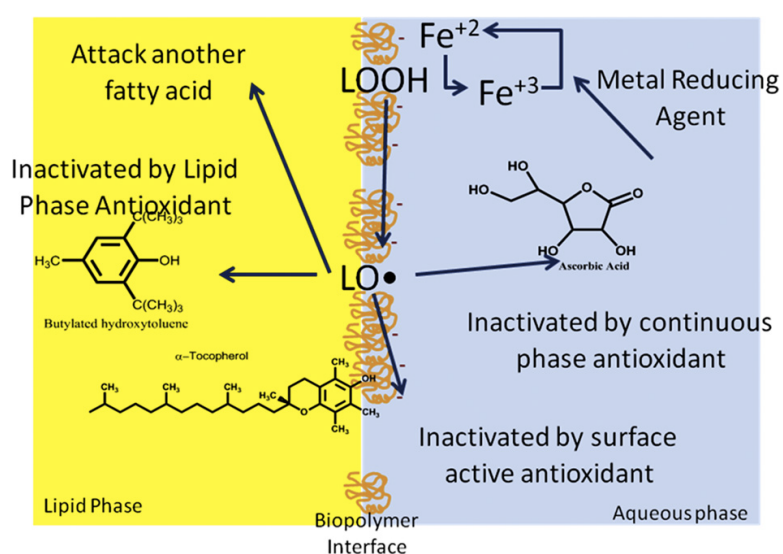
Myoglobin er et vannløselig protein som har hovedansvaret for fargen i kjøttprodukter. Molekylet binder jern og oksygen. Det består av en proteindel (globin) og en hem-gruppe, der åtte helikssegmenter danner en hul boks rundt den hydrofobe hem-gruppen. Myoglobin kan eksistere i tre hovedformer som hver gir opphav til en karakteristisk farge; lilla deoksymyoglobin (Mb), rød oksymyoglobin (MbO₂) og brun metmyoglobin (metMb). Ved oppvarming begynner myoglobinet, i liket med de andre proteinene i farsen, å denaturere. De ulike formene av myoglobin har ulik følsomhet til varme. ([Cornforth 1994](#))

Det finnes tre ulike lipidoksidasjonsprosesser som forekommer på næringsmidler; autooksidasjon, fotooksidasjon og enzymatisk oksidasjon. Autooksidasjon er den største utfordringen, da denne typen oksidasjon opptrer når flerumettede fettsyrer kommer i kontakt med oksygen (luft). Fotooksidasjon oppstår når produktet blir utsatt for UV-lys og enzymatisk oksidasjon skjer når enzymer i produktet spalter fett slik at oksygenet reagerer med de umettede fettsyrene. Oksidasjonshastigheten til lipider er proporsjonal med antall dobbeltbindinger i fettsyren. Derfor kan man på generell basis si at ved å tilføre en ekstra dobbeltbinding, så vil oksidasjonshastigheten dobles ([Frankel 2014](#)).

At leverposteien er en olje-i-vann emulsjon har også stor innflytelse på oksidasjonen og dens reaksjonsvei. Oksidasjonsprosessen i en olje-i-vann emulsjon er signifikant ulik det den er hos rene fett og oljer. Emulsjoner har en vannfase som inneholder både prooksidanter og antioksidanter og en olje-vann grenseflate som påvirker interaksjonene mellom olje- og vannkomponenter. Det er derfor mange faktorer som potensielt kan påvirke oksidasjonen og hastigheten av den. Oksidasjon i emulsjoner er enda ikke fullstendig forstått og forklart, men man vet at faktorene som potensielt kan være av større eller mindre betydning for prosessen er:

- Fettsyrekomposisjon
- pH i vannfase og ionisk sammensetning
- Type og konsentrasjon av antioksidanter og prooksidanter
- Oksygenkonsentrasjon
- Lipiddråpe-karakteristika, slik som partikkelstørrelse, konsentrasjon og fysisk tilstand
- Grenseflateegenskaper til emulsjonsdråpene, slik som tykkelse, ladning, reologi og permeabilitet (Waraho, McClements et al. 2011).

Lipidoksidasjon kan oppstå raskt i emulsjoner, mye på grunn av fettets store overflateareal og at interaksjoner mellom lipidene og de vannløselige prooksidantene blir lettere. Emulsjonen påvirker som nevnt beliggenheten og reaktiviteten til prooksidasjonsmetaller, hydroperoksider, mindre lipidkomponenter og antioksidanter (Waraho, McClements et al. 2011). Figur 8 viser mulige veier for et fritt radikal i en emulsjon med både prooksidanter og antioksidanter tilstede.



Figur 8: Mulige reaksjonsveier for et fritt radikal i en emulsjon med prooksidanter og antioksidanter tilstede (Waraho, McClements et al. 2011)

Proteiner fra animalsk vev er også utsatt for oksidasjon, men lite er kjent rundt den oksidative nedbrytningen av proteiner og følgene av reaksjonen på produktkvaliteten. ([Estévez and Cava 2004](#)). Studier har antydnet at aldehydprodukter fra fettoksidasjon kan sette i gang konformasjonsendringer i myoglobin, som igjen kan resultere i økt hem-oksidasjon og bruning ([Alderton 2003](#)). Fritt jern fra termisk denaturerte hemproteiner, har også vist å fungere som effektive katalysatorer for fettoksidasjon og dermed være en viktig faktor for negativ påvirkning av stabilitet og kvalitet på prosesserte kjøttprodukter som leverpostei ([Frankel 2014](#)) ([Estévez and Cava 2004](#)).

I tillegg til metallioner som jernet gir, vil oksygen, lys og økt temperatur også kunne fungere som såkalte pro-oksidanter som kan sette i gang oksidasjonsreaksjoner. På denne måten vil misfarging, eksempelvis opptre raskere ved romtemperatur og med tilstedeværelse av oksygen enn ved kjøletemperatur og uten oksygen tilstede ([Frankel 2014](#)).

2. 4. 4 MIKROBIOLOGISK FORRINGELSE

I tillegg til forringende prosesser, som harskning og bruningsreaksjoner, vil holdbarheten til et leverposteien i stor grad bli avgjort av hvilke, og hvor mange, mikroorganismer og sporer som er tilstede i produktet. Fordi leverpostei er et kokt produkt, skal det normalt ikke inneholde annet enn sporer dersom rekontaminering etter varmebehandlingen er unngått. At den naturlige mikrofloraen i leverposteien blir eliminert under kokingen, gjør derimot også at produktet er et lett substrat for kontaminering etter varmebehandling. Leverpostei blir også konsumert uten videre varmebehandling noe som gjør at den mikrobiologiske tilstanden til produktet er veldig viktig.

En rekke forhold er av betydning for veksten av mikroorganismer. De viktigste er temperatur, pH, vann- og næringstilgang, konkurrerende flora og atmosfæriske forhold. I et vekstmedium benyttet på laboratoriet er forholdene lagt til rette for optimal vekst av bakterier. Dette er svært sjeldent tilfelle i matvarer. Ofte benyttes nettopp disse forholdene til å utelukke eller begrense veksten i matvarer ([Granum 2007](#)).

Bakterier blir ofte delt inn i psykrotrofe, mesofile og termofile bakterier, avhengig av hvilke temperaturforhold de vokser best ved. Termofile bakterier har en vekstoptimumstemperatur på godt over 40°C og vokser derfor i spesielle nisjer som ikke finnes i næringsmidler. Mesofile bakterier vokser best ved temperaturer rundt 35-40°C. De fleste patogene bakterier er representert i denne gruppen. Psykrotrofe bakterier vokser godt ved lave temperaturer og er dermed en utfordring for kjølelagrede produkter som leverpostei. De har stort sett en vekstoptimumstemperatur rundt 20°C, men kan også formere seg ved kjøletemperaturer ved 0-4°C. ([Granum 2007](#)).

Forskjellige mikroorganismer har også ulike krav til oksygentilgang. Obligat anaerobe mikroorganismer kan bare vokse i et miljø uten fritt molekylært oksygen tilstede. Motsatt vil obligat aerobe mikroorganismer være avhengig av fritt oksygen for å leve. I mellom disse ytterpunktene finnes også fakultativt anaerobe organismer som kan vokse både med og uten oksygen. Gjærsopp tilhører blant annet denne gruppen ([Bøvre and Tønjum 2015](#)).

Enkelte mikroorganismer kan danne sporer som de benytter som en slags overlevelsesstrategi. Sporene er dehydrerte og tåler mye mer stress og varme enn vegetative celler. Ytre betingelser som tilgang til vann, næring og riktig temperatur, avgjør om de skal gå ut av sin hvilefase og dermed germinere. Oftest skjer germineringen etter varmebehandlingen. De vil da kunne vokse og formere seg i temperaturområdet mellom øvre og nedre grense for vekst for hver enkelt bakterie. Et temperaturområde mellom 10-50°C er derfor noe som bør bli unngått for kokte produkter over lengre perioder. Rask avkjøling etter produksjon, til under 10°C, er derfor også viktig ([Granum 2007](#)).

Næringsbehovet til bakterier er meget variert og man skjelner gjerne mellom *autotrofe* og *heterotrofe* bakterier. Autotrofe bakterier kan vokse med kun enkle uorganiske næringsmidler og kan bli til dels hemmet i veksten av organiske stoff. Heterotrofe bakterier trenger sammensatte organiske stoffer. Enkelte av de heterotrofe bakteriene kan vokse med kun enkle stoffer som glukose og sitrat mens andre trenger bestemte aminosyrer, vitaminer og andre vekstfaktorer. Noen av disse bakteriene er så kresne at de ikke vil kunne vokse uten tilgang til svært næringsrike substrat som for eksempel blod ([Henriksen, Bøvre et al. 2015](#)).

Bacillus Cereus er en slik kresen bakterie som krever et næringsrikt substrat for vekst. Dette gjør den som oftest konkurransesvak i forhold til andre mikroorganismer. Bakterien trives derimot godt dersom andre konkurrenter blir utryddet, som for eksempel etter varmebehandling. Bakterien er i tillegg sporedannende og kan vokse under både aerobe og anaerobe betingelser. Ved koking ved 100°C vil noen sporer kunne overleve. *B. Cereus* produserer to ulike toksiner som forårsaker hver sin type matforgiftning, emetisk- og diaretype. Antallet celler per gram matvare som skal til for å få dannet tilstrekkelig med de ulike toksinene til å forårsake matforgiftning, er noe uklart. Alt fra 10^5 - 10^8 celler/ gram matvare er beskrevet for den emetiske typen og alt fra 10^3 til 10^5 celler/ gram matvare er beskrevet som infektiv dose for diarétypen ([Granum 2007](#)).

Clostridium perfringens er en annen Gram-positiv sporedannende bakterie. Bakterien vokser i anaerobe miljøer og kan deles opp i flere ulike typer på bakgrunn av hvilke toksiner som den produserer. Kun type A og C kan forårsake sykdom gjennom mat. Type A er helt klart den mest vanlige, og den som er aktuell i næringsmiddelsammenheng i Norge. Denne typen forårsaker kun en forholdsvis mild matforgiftning til sammenligning med type C som kan gi en alvorlig matforgiftning ved stort nok inntak ([Blystad 2015](#)). For at *C. perfringens* skal forårsake matforgiftning må forholdsvis mange celler, omtrent 10^6 celler/ gram matvare eller mer være tilstede i matvaren. Fordi bakterien mangler evnen til å produsere 13 av de 20 aminosyrene som inngår i proteiner, er det spesielt kjøttholdige matvarer som forårsaker matforgiftning av *C. perfringens*. Sporene er svært varmestabile og kan tåle koking i flere timer ([Granum 2007](#)).

Forurensning og vekst av mugg og gjær kan oppstå etter varmebehandlingen av farsen, både under emballeringen av produktet i produksjonsanlegget og under selve lagringsperioden. Vekst vil påvirke de ernæringsmessige og sensoriske egenskapene til produktet. Enkelte muggarter er også i stand til å produsere giftstoffer kalt mykotoksiner. Mykotoksiner kan også komme fra råvarer eller utstyr i produksjonen og trenger ikke å bli fullstendig eliminert ved varmebehandlingen. Fungier kan reproducere seg ved å danne sporer. Sporene kan bli transportert i både luft og vann og kan overleve i lengre perioder under både tørre og svært varme eller kalde omgivelser. Selv om de fleste muggsorter trives i varmere omgivelser kan de vokse ved kjøletemperaturer under 5°C . Fungi vokser bedre i miljø med en pH rundt 5, som er for surt for vekst av de fleste bakterier. Nesten alle mugg er aerobe og de fleste gjær er fakultativt anaerobe ([Tortora, Funke et al. 2010](#)).

3. MATERIALER OG METODER

3.1 EMBALLASJEMATERIALENE

Leverposteien ble emballert i de 5 ulike emballasjematerialene som fremkommer i Tabell 1.

Dagens benyttede beger, fra leverandøren EDV Packaging, består av sjiktene PP/ EVOH/ PP. Det biobaserte materialet består av (HDPE + CaCO₃)/ HDPE. Alle materialene fra leverandøren Scanfill, inneholder 52% kalsiumkarbonat (CaCO₃). Overfilmen var lik for de fem ulike begrene, med PP i det innerste sjiktet.

Tabell 1: Oversikt over de ulike materialene som ble brukt i oppgaven. Struktur og oppbygning av begrene og overfilmen, samt leverandør fremkommer også.

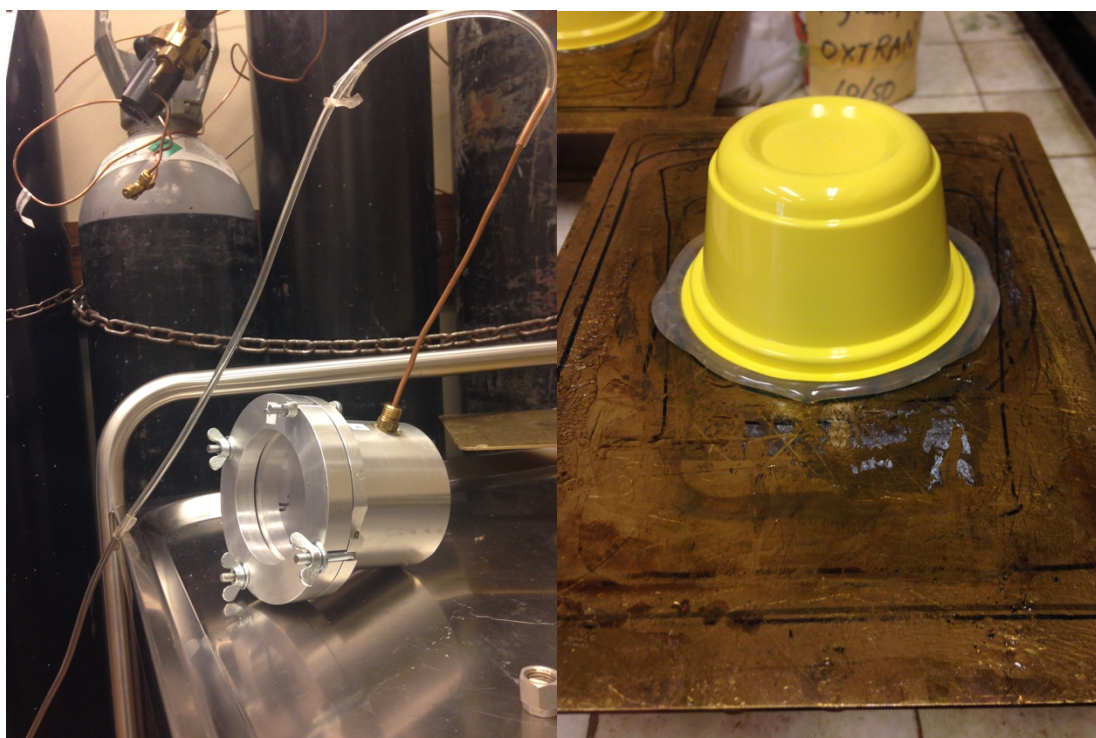
MATERIALE	STRUKTUR (EKSTERNT → NÆRINGSMIDDELKONTAKT)	LEVERANDØR
BEGER 1	PP/ EVOH/ PP	EDV Packackaging
BEGER 2	PP/ EVOH/ PP	RPC Bebo Plastik
BEGER 3	(HDPE + CaCO ₃)/ HDPE	Scanfill
BEGER 4	(PP + CaCO ₃)/ PP	Scanfill
BEGER 5	(PP + CaCO ₃)/ EVOH/ PP	Scanfill
OVERFILM	PET/ SiO _x / PET/ PP	Mondi Solec

3. 1. 1 MÅLING AV OKSYGENGJENNOMGANG

Oksyngjennomgangen (OTR-oxygen transmission rate) i begrene ble undersøkt ved bruk av AOIR (Ambient Oxygen Ingress Rate)-metode (Systech Illinois Inc., Illinois, USA) og et Mocon Ox-Tran 2/20 instrument (Modern Controls Inc., Minneapolis, USA) ble brukt til analyser av oksyngjennomgang i overfilmen. Begrene ble limt på en plate og flushet med nitrogen for å fjerne oksygenet inne i begrene. Overfilmen ble klippet opp i sirkulær form og festet på celler av rustfritt stål. Cellene ble sikret tette ved bruk av fett, før de ble skrudd sammen. Etter nitrogen-flushing, ble alle prøvene overført til et skap som holdt en relativ fuktighet på omtrent 80% og 4°C. Det ble utført analyser ved to ulike målebetingelser

- 1) med 0% innvendig fuktighet
- 2) med 100 % innvendig fuktighet hvor begrene ble fylt med 10ml vann.

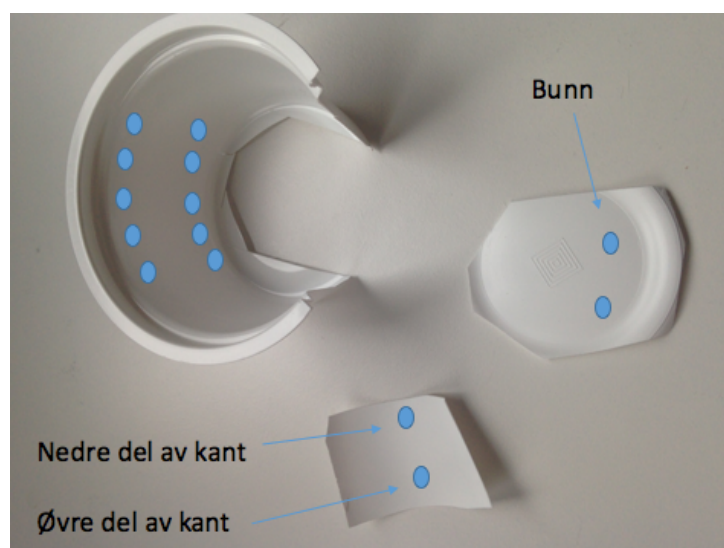
En gassanalysator (CheckMate 3., PBI Dansensor, Denmark) målte gass-sammensetningen av prosentvis oksygen og karbondioksid inne i begrene og cellene. Oksyngjennomgangen i begrene ble kalkulert som OTR i ml O₂/ 24 timer og oksyngjennomgangen i overfilmen ble kalkulert som OTR i m² O₂/ 24 timer. Det ble utført 4 paralleller av hvert emballasjemateriale. Analysemetoden har en usikkerhet på verdier under 0,1.



Figur 9: Flushing av nitrogen i celle med overfilm og påliming av beger på plate før flushing.

3. 1. 2 MÅLING AV TYKKELSE PÅ BEGRENE

Tykkelsen på emballasjematerialene ble målt (Digimatic Indicator, Mitutoyo, Tokyo, Japan) på tre ulike områder på begrene; på både øvre og nedre del av kanten, og på undersiden av begrene. Punktområdene på begeret, er vist i Figur . Det ble tatt to målinger på hvert punkt og fem beger av hvert emballasjemateriale ble testet. Tykkelsen på overfilmen ble også målt. Et gjennomsnitt og standardavvik for målingene ble utregnet.

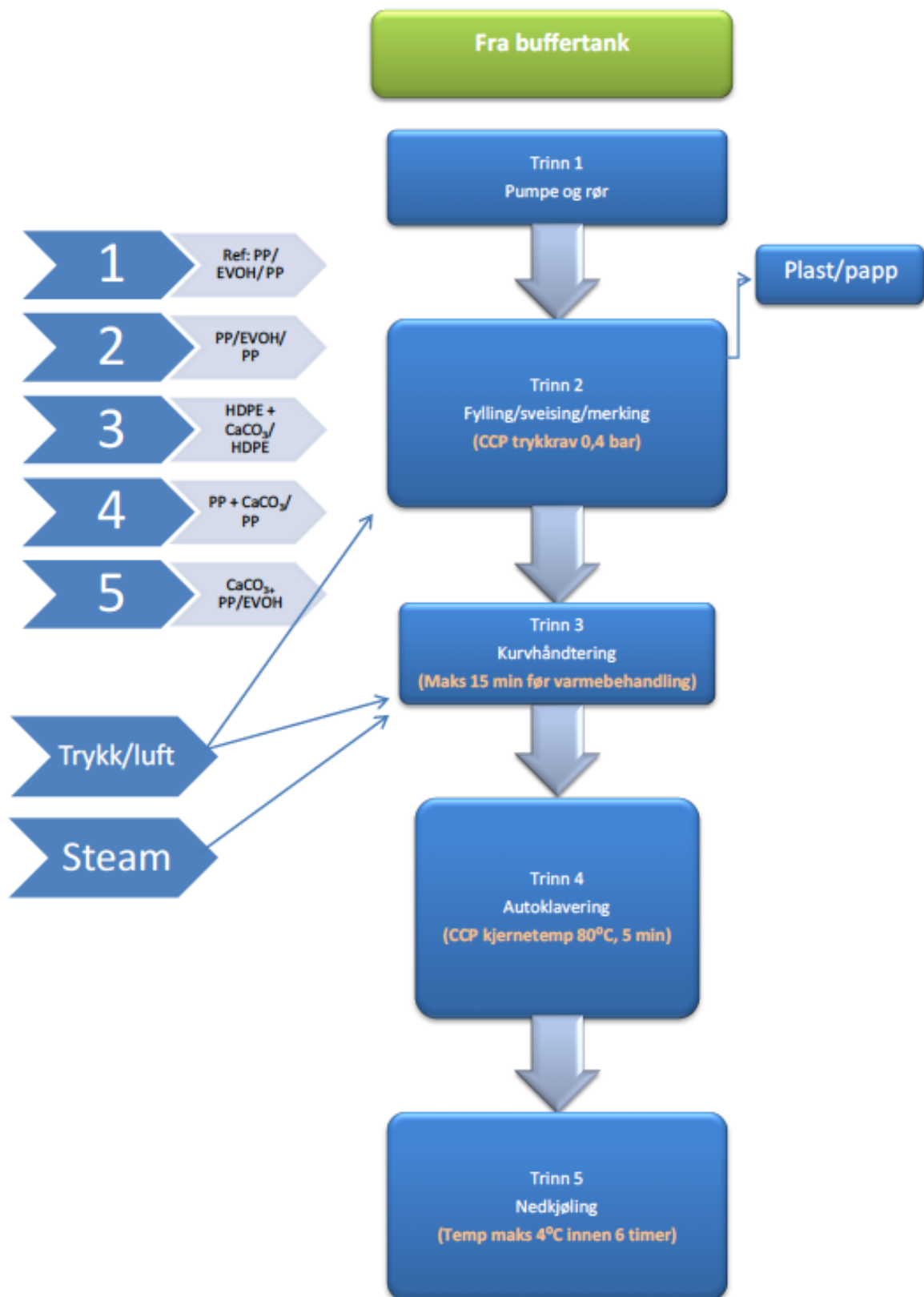


Figur 10: Punktområdene som ble målt på begrene.

3. 2 PRØVER OG PRODUKSJON

Stabburet sin *fersk leverpostei* ble produsert i en batch og deretter pakket i de fem ulike emballasjematerialene. Produksjonen skjedde den 5. November 2015 i Stabburet sine lokaler på Råbekken. Omtrent 50 prøver av hvert materiale ble fylt med leverpostei. På grunn av problemer under fyllingen, ble det noen færre ferdige prøver for to av materialene. Alle prøvene ble oppbevart i et mørkt kjølerom som skulle holde 4°C gjennom hele lagringsforsøket som varte i 125 dager. Ved hjelp av temperaturloggere i bakkene ble temperaturen i kjølerommet dokumentert. Svarte heldekkende poser rundt bakkene sikret til en hver tid mørke forhold under lagringsperioden. Flytskjema over produksjonen er vist Figur 11.

Flytskjema for "fersk leverpostei"



Figur 11: Flytskjema over produksjonen av leverpostei.

3.3 ANALYSER AV PRODUKTET

I løpet av lagringstiden ble det gjennomført følgende analyser for å vurdere kvaliteten på leverposteien:

- Mikrobiologiske analyser
- Teksturanalyser
- Fargeanalyse
- Sensorisk analyse
- Vannanalyse

Analysene ble gjennomført etter 1, 40, 75, 100 og 125 dager etter produksjon. Av praktiske årsaker ble analysene utført over flere dager. De mikrobiologiske analysene, samt farge-, tekstur- og vannanalyse ble derfor utført på de ovennevnte dagene, mens den sensoriske delen av studien ble gjennomført så nær denne datoen som det lot seg gjøre. Det ble i tillegg utført ytterligere teksturanalyser av produktet omtrent 100 og 125 dager etter pakking.

3.3.1 SENSORISK PROFILERING VED HJELP AV ET TRENT PANEL

For å utvikle en sensorisk profilering av leverposteien ved hvert uttak i lagringsperioden, ble et trent panel og en beskrivende analyse (ISO:13299 2003) benyttet. Valget av sensoriske egenskaper som ble bedømt, var basert på erfaringer fra tidligere arbeid og på bakgrunn av oppgavens formål. Egenskapene ble rangert på en poengskala fra 1 til 9.

SENSORISK PANEL

Dommerpanelet bestod av syv personer, tre menn og fire kvinner. Alle var fast ansatt i Orkla og med erfaring fra sensorisk vurdering av ulike produkter. Alle var god kjent med produktet ”fersk leverpostei” fra Stabburet men hadde ulik erfaring med å sensorisk profilere det. Ansatte som til daglig jobber med leverpostei og som kjenner til produktet svært godt, ble ikke vurdert til å delta som dommere.

INNLEDENDE PROFILERINGSRUNDE

I en innledende profileringsrunde ble fire prøver med leverpostei vurdert av det utvalgte panelet. Ulike emballasjematerialer og lagringstider, skilte prøvene fra hverandre. Det var forventet at disse forskjellene, ville gi merkbare utslag på de sensoriske egenskapene til leverposteien og at store deler av poengskalaen skulle bli benyttet. Hver enkelt prøve ble servert etter tur og de sensoriske egenskapene ble evaluert og diskutert. Paneldeltakerne fikk informasjon om bakgrunn og målsetting for oppgaven samt en innføring i hvordan uttestingen skulle gjennomføres. De ble blant annet informert om at farge og lukt skulle bedømmes før de andre egenskapene. De fikk god tid til å evaluere og poengsette de ulike sensoriske egenskapene, før svarene ble gjennomgått i plenum. Det ble sett på om dommerne var enige i skaleringen eller om noen hadde svar som avviket fra resten. En person som hadde god kjentskap til produktet var tilstede og kunne veilede dersom det var usikkerhet rundt en egenskap.

Da alle prøvene var testet, ble selve gjennomføringen og valg av egenskaper diskutert. Alle eventuelle nye eller overflødige ord ble notert slik at justeringer kunne gjøres til hovedprofileringen. I Tabell 2 fremgår en oversikt over de utvalgte lukt-, smaks-, tekstur- og fargeegenskapene fra den innledende profileringsrunden. Resultatene fra skaleringen i denne runden, ga et godt grunnlag og en god indikasjon på hvilke egenskaper som var egnet til å bruke for hovedprofileringen videre i studien.

Tabell 2: Sensorisk bedømmelse over lukt-, smaks-, tekstur-, og fargeegenskaper brukt i innledende testrunde.

Lukt	Smak	Tekstur	Farge
Frisk → ufrisk	Frisk →Gammel/ufrisk	Fasthet/ hardhet	Rosa → Gråbrun
Plast/kjemi	Lerversmak Syrlig smak Plast/kjemi	Smørbarhet	
	Ettersmak		

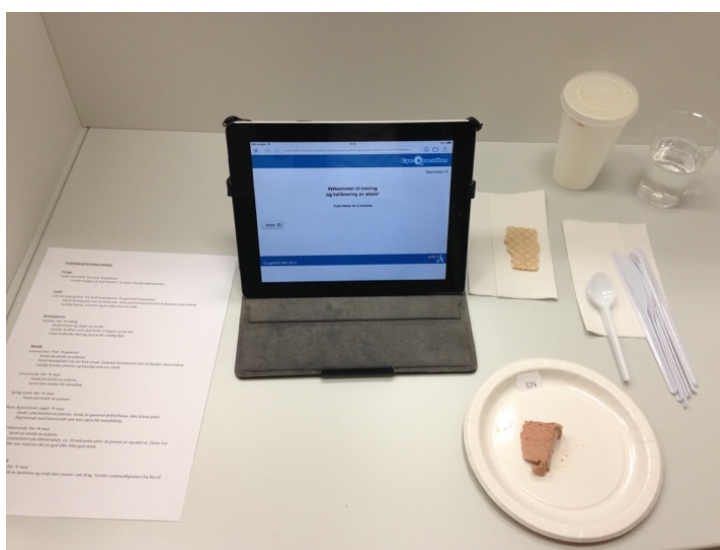
Under den innledende profileringsrunden kunne det se ut til at panelet hadde noe vanskeligheter med å gjenkjenne lukten plast/ kjemi. Det ble derfor valgt å ta bort egenskapen til hovedprofileringen.

PANELTRENING

På grunn av tiden mellom hver gang panelet evaluerte de sensoriske egenskapene til leverposteien, ble det utført en treningsrunde før selve hovedanalysen for hvert uttak. Treningsrunden ble utført på samme måte som hovedprofileringsrunden, men etter endt besvarelse ble prøvene og egenskapene diskutert i plenum, slik det ble gjort ved den innledende profileringsrunden. På bakgrunn av diskusjonen fra den innledende testrunden og for å sikre at dommerne utførte testen likt for hver gang, ble det utarbeidet en veileder for paneldeltakerne. Veilederen var i samsvar med opplæringen fra den innledende runden og ble utdelt både under treningene og ved selve hovedprofileringsrundene. Veilederen er vedlagt i vedlegg 1. Den gir en konkret beskrivelse på hvordan de sensoriske egenskapene skulle evalueres og rekkefølge for evalueringen.

HOVEDPROFILERING

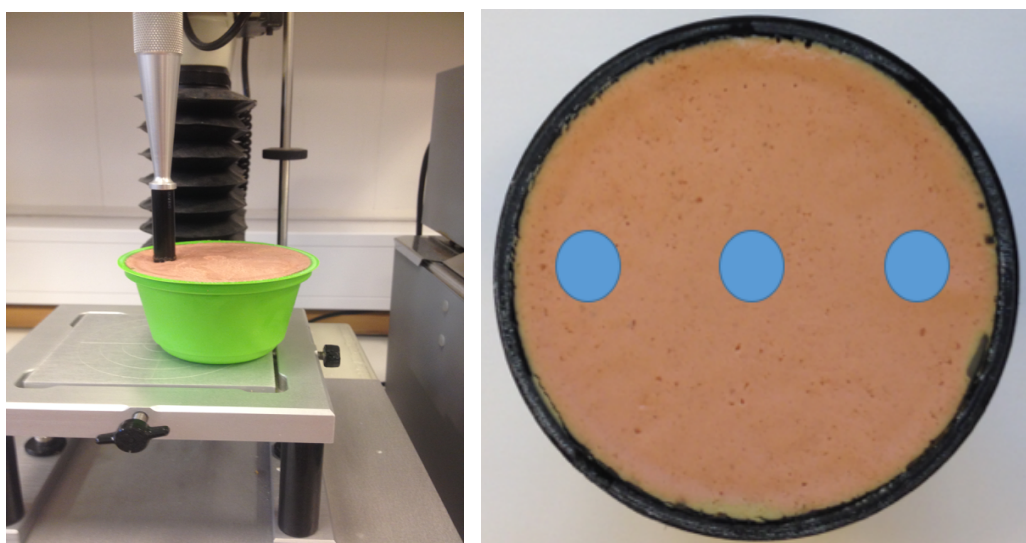
Leverposteien ble tatt ut av begeret som hadde stått på et kjølelager, som holdt 4°C. Prøven ble delt opp i 8 små deler som ble lagt på hvert sitt fat merket med et tresifret nummer. Prøvene ble delt ut til panelet i en tilfeldig rekkefølge. Det ble benyttet gjentak av to materialer for hver analysedag. Paneldeltakerne hadde romtemperert vann, en boks for å spytte ut produktet i etter smaking, en tørr kjeke, serviett, skjeer, kniver og veilederen i sitt separate avlukke hvor evalueringen tok sted. Det ble lagt inn korte pauser i dersom noen i panelet hadde behov for det. Egenskapsskjemaet var oppdatert etter den innledende treningsrunden og observasjonene gjort fra treningen og diskusjoner. Paneldeltakerne fikk utdelt et eget dommernummer som ble lagt inn i programmet EyeQuestion (Logic8 BV, Utrecht, Nederland) sammen med bedømmelsene sine. Videre analyser av besvarelsene fra panelet ble så gjort i programvaren SYSTAT (Systat Software Inc, San Diego, USA).



Figur 12: En av paneldeltakernes avlukke under en profileringsrunde.

3.3.2 TEKSTURANALYSER

Teksturen på leverposteien ble analysert med TA.XTplus Texture Analyser (Stable Micro Systems, UK). En programvare (Exponent, Stable Micro Systems, UK) var koblet til instrumentet og presenterte resultatene etter hvert som målingene ble gjort. En kraft-distanseprofil ble oppnådd ved at en probe fra instrumentet ble senket ned for å komprimere prøven. Proben gikk så tilbake til sin utgangsstilling. Det ble tatt målinger av midten og ytterkantene på prøvene, vist i Figur 13. Etter at alle målingene var gjennomført, ble resultatene overført til excel for videre behandling. Det ble utført tre paralleller av hvert emballasjemateriale ved hvert uttak.



Figur 13: Måling av tekstur samt viste punktområder som ble målt ved tekstur- og fargeanalyser.

Ytterligere teksturanalyser av et utvalg prøver ble utført etter 100 dager lagringstid. Instrumentet Texture Profile Analyser TA-HDi TPA (Stable Micro System, UK), utstyrt med databehandlingsprogrammet Texture Expert Exceed (Exponent, Stable Micro Systems, UK), ble programmert til å utføre to-bits tester. Det ble utført 5 tester i hver prøve.

Reologiske analyser

Det samme utvalget av prøver ble også undersøkt for sin reologiske karakteristik. Et Physica UDS200 reometer (Paar Physica, Anton Paar, Germany) installert med en MP31 toppplate og en Peltier bunnplate, ble benyttet. Instrumentet ble programmert til å utføre en Amplitude Sweep-test. Omtrent en spiseskje med prøvematerialet ble lagt på midten av måleplaten på reometeret. Med en innstilt hastighet (v) beveget sylindren seg ned til 1,00 mm over den nedre platen. Temperaturen var innstilt på 4°C under hele forsøket. Reometeret utførte rotasjonsmålinger, bestående av 20 målepunkter. Etter 125 dager lagringstid ble tilsvarende reologiske målinger utført på et nytt utvalg av prøver. I tillegg ble det utført målinger av ferske leverpostei-prøver lagret i dagens benyttede emballasjemateriale. Til behandling av data ble RheoPlus/32 (v.3.40) benyttet.



Figur 14: Reologiske analyser av leverpostei-prøver.

3.3.3 VANNANALYSE

Før beregning av vanninnhold ble en vekt (PB3002 DeltaRange, Mettler Toledo, Norge) med to desimaler, aluminiumskåler og et varmeskap benyttet. Vekten ble nullstilt med en tørr og ren aluminiumskål. Deretter ble nøyaktig 10,00 gram av leverpostei prøvene veid inn og fordelt utover bunnen på skålene og plassert på et brett i et tørkeskap ved 102-105°C. Tidlig neste dag ble skålene tatt ut av skapet og henstilt ved romtemperatur i omtrent 5 minutter. Vekten ble igjen nullstilt men en tørr og ren aluminiumskål og prøvene kunne på nytt veies. Vanninnholdet kunne så beregnes ut i fra formelen:

$$\% \text{ vann} = (a - b) * 10$$

der a er vekt av prøve før tørking og b er vekt av prøve etter tørking.

Det ble utført 3 paralleller av hvert materiale til analysen.

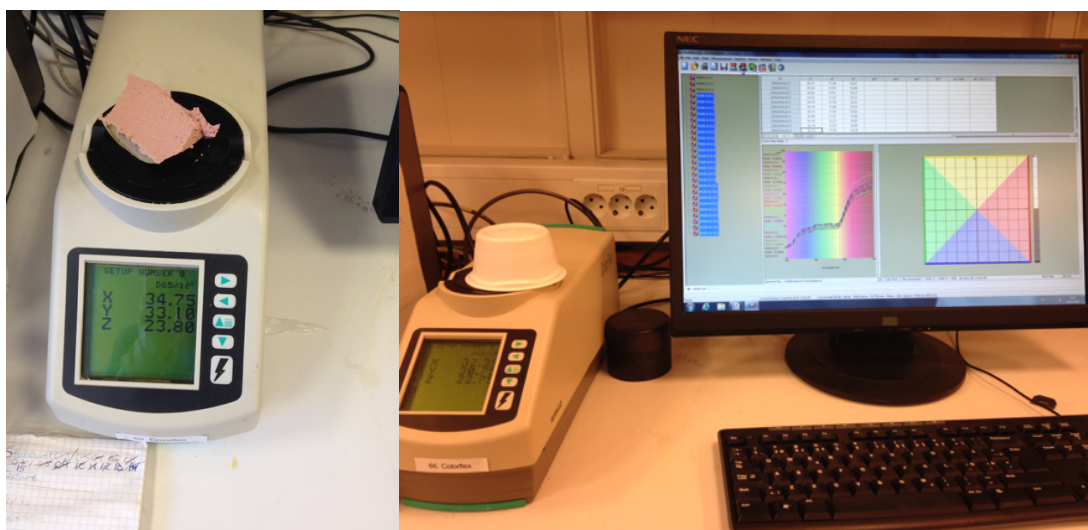
3.3.4 FARGEMÅLINGER

For å analysere fargenyanser mellom prøvene lagret i de ulike emballasjematerialene samt se på fargeendring over tid, ble et kolorimeter (Colorflex Color Measurement Spectrophotometer, Hunter Associates Laboratory Inc., USA) benyttet. Apparatet målte fargen på overflaten og fargen på utsiden av produktet, som vist i Figur . Spektrometeret ble kalibrert ved å skanne en svart og en hvit standardisert brikke. Det ble tatt målinger på både midten og ved ytterkanten av overflaten på leverposteien. Disse punktområdene er vist i Figur 15. Deretter ble produktet tatt ut av begeret og skjært opp i mindre biter for å utføre målinger av utsiden på produktet, som hadde vært i kontakt med emballasjematerialet. Det ble passet på at produktbiten dekket hele den sirkulære måleoverflaten, og ikke slapp inn noe lys. Et dataprogrammet (EasyMatchQC, Hunter Associates Laboratory, Inc, USA) som var koblet til spektrometeret oppga L*-, a*- og b*-verdier for hver måling. L*-verdien ga uttrykk for prøvens lyshetsgrad, a*-verdien for prøvens rødhet og b*-verdien for prøvens gulhet.

Den total fargeforskjell (ΔE) mellom prøver lagret i 1 dag og prøver lagret i 125 dager ble kalkulert ut i fra ligningen:

$$\Delta E_{(0-125)} = [(L_{125} - L_1)^2 + (a_{125} - a_1)^2 + (b_{125} - b_1)^2]^{1/2}$$

Det ble også her utført 3 parallelle målinger for hvert materiale. Målingene ble registrert med navn og kopiert over til et excel-ark. Deretter kunne videre behandling av dataene gjøres.



Figur 15: Fargemålinger utført på utside og på overflaten av leverpostei prøve

3.3.5 MIKROBIOLOGISKE ANALYSER

Leverposteien ble undersøkt for tilstedeværelsen av mugg og gjær, *C.perfringens*, *B.cereus*, i tillegg til det totale antallet av bakterier ved hver uttaksdato. Det ble utført tre paralleller av hvert emballasjemateriale for hver analysedato. Videre fremkommer beskrivelse av metoder benyttet med anvendt agar, inkubasjonstid og -forhold for deteksjon av de spesifikke mikroorganismene.

ANVENDT AGAR

For å detektere den mikrobiologiske veksten i prøvene ble det laget ulike agarløsninger. For undersøkelse av mugg og gjær ble Saubouraud-4% glukoseagar (105438, Merck, Germany) benyttet. For *Clostridium perfringens* ble Perfringens agar base (CM0587, OXOID, UK) benyttet, og for totalt antall bakterier ble Plate Count agar, PCA (CM0325, OXOID, UK) benyttet. Columbia Blood agar base (CM0331, OXOID, UK) ble benyttet for tillaging av blodagar-skålene for *Bacillus cereus* deteksjon. Mengden tørket agarpulver som skulle løses opp i destillert vann under oppkoking, var beskrevet på beholderne til hver enkelt av de. Denne mengden ble derfor regnet om og veid ut i forhold til flaskene som ble brukt. Ionebyttevann ble deretter tilsatt flaskene før de ble autoklaver ved 121°C i 15 minutter, for sterilisering. Flaskene ble så gradvis nedkjølt i et vannbad som holdt 45-50°C. Denne temperaturen var høy nok til å hindre at løsningene begynte å koagulere. I det, løsningene var tilstrekkelig nedkjølt, ble skålene med blodagar lagd. 5% sterilt hesteblood ble da tilsatt agarløsningen Colombia blood agar. Dette tilsa, 25ml av blod i 0,5L agar. Petriskåler ble så fylt med blandingen til bunden var dekket. Skålene ble så tørket og lagt på 4°C frem til benyttelse for utsåing av prøvemateriale.

PREPARERING AV PRØVER FOR MIKROBIOLOGISKE ANALYSER PÅ MEDIUM

Leverpostei fra hvert enkelt beger ble overført til en steril blenderpose (3M Sample Bag, 3M, Tyskland) der 10 ±0,5 gram ble veid ut på en benvekt (BBA231, Mettler Toledo, Norge). Prøvemateriale ble deretter fortynnet 1:10 med peptonvann. For å få en homogen blanding, ble posen overført til en Stomacher Maskin (Masticator, IUL Instruments, England), som ristet prøven i 30 sekunder ved romtemperatur. Petriskåler ble merket med prøvenummer, agartype og eventuell fortynning før riktig mengde av prøvemateriale ble overføres med en steril engangspipette. På grunn av en forventet økt vekst av bakterier utover i lagringsperioden, ble det etter hvert nødvendig med fortynninger for å få tellbare kolonier på skålene. Fortynningene ble enten oppnådd ved å ta ut 500 µl av prøvemateriale over i en sterilisert tube som inneholdt 4,5 ml peptonvann, eller ved å tilsette 0,1 ml fremfor 1,0 ml i petriskålene.

INNSTØPNING OG OVERFLATESPREDNING

Analyse for vekst av mikroorganismer ble gjennomført ved å benytte to metoder; innstøpnings- og overflatespredningsteknikk. Overflatespredningsteknikk ble brukt for blodagarskålene som var laget i forveien. Prøvematerialet ble overført og fordelt i skålene ved hjelp av ei steril podeøse. Innstøpningsteknikk ble benyttet for mugg og gjær, *Cl. Perfringens* og totalt antall bakterier. Prøvematerialet ble da overført til tomme merkede skåler, for deretter å tilsette agaren. Fordi *Clostridium perfringens* vokser under anaerobe forhold, ble det innstøpt en ny porsjon med agar etter at den første porsjonen som ble innstøpt var stivnet. Både disse skålene og halvparten av blodskålene ble lagt i en anaerob kolbe (AG0025A, OXOID, USA) for anaerob inokulering. En pose av AnaeroGen (AN0025A, OXOID, UK) ble også tilsatt for å sikre anaerobe vekstforhold for bakteriene under lagringsperioden.

INOKULERING

Etter at agaren var størknet ble skålene inokulert under optimale forhold for vekst for de ulike bakteriene i sitt spesifikke vekstmedium. Informasjon om temperatur og inokuleringstid for de ulike vekstmediene, samt forkortelse for mediene, er gitt i tabell Tabell 3 under.

Tabell 3: Oversikt over de ulike vekstmediene som ble benyttet for deteksjon av bakterier, i tillegg fremkommer Lagringstemperatur (°C) og lagringstid (timer/døgn) for de ulike mediene i tabellen.

Medium	Forkortelse	Bakterie	Inokuleringstemperatur (°C)	Inokuleringstid
Plate Count Agar	PCA	Totalt antall, (mesofile aerobe bakterier)	30	3 dager
Columbia Blood agar	CBA	<i>Bacillus cereus</i>	37	24 timer (Aerobt)
			37	48 timer (Anaerobt)
Perfringens agar	PA	<i>Clostridium</i> <i>Perfringens</i>	37	18-24 timer
Sabouraud-4% glukose agar	Sa4A	Mugg og gjær	20-25 (romtemperatur)	5 dager

TELLING AV KOLONIER

Etter den spesifikke inokuleringstiden, ble antall kolonier på skålene telt. På blodagarskålene ble antallet hemolytiske kolonier registrert samt de som var typisk *Bacillus cereus* kolonier. Resultatene ble uttrykt som kolonidannende enheter per gram matvare (cfu/ g).

3. 4 STATISTISKE ANALYSER

Statistiske analyser (ANOVA) ble brukt for å bestemme signifikante forskjeller ($P < 0,05$). For å finne hvor det var signifikante forskjeller mellom nivåene ble Tuckey test benyttet. De statistiske analysene ble gjort ved bruk av programvarene Minitab, R-commander og SYSTAT.

4. RESULTATER

4.1 OKSYGENGJENNOMGANG I MATERIALENE

Emballasjematerialene ble i oppgaven undersøkt for sine barriereegenskaper ved å måle oksyngjennomgangen og tykkelsen på begrene. Variansanalyse ($p < 0,05$) viste signifikant effekt av emballasjemateriale på oksyngjennomgang, ved begge lagringsbetingelsene som var satt i denne oppgaven. De gjennomsnittlige verdiene med standardavvik for analysen, er oppgitt i Tabell 4. En sammenligning av gjennomsnittene ble også utført. Ulike bokstaver (A-C) i tabellen, indikerer signifikant forskjell i oksyngjennomgang mellom materialene. Analysemetoden har en usikkerhet på verdier under 0,1.

Tabell 4: Oksyngjennomgang i de ulike emballasjematerialene, målt i milliliter oksygen per pakning i løpet av 24 timer ved 4°C. For overfilmen er oksygenoverføringshastigheten oppgitt i konsentrasjon per areal i løpet av 24 timer ved 4°C. Verdier med ulik bokstav (A-C) innad i en kolonne, tilsier signifikante forskjeller. Standardavviket er oppgitt i parentes.

Emballasjemateriale	Oksyngjennomgang med 0% innvendig fuktighet (ml/ 24t)	Oksyngjennomgang med 100% innvendig fuktighet (ml/ 24t)
PET/ SiO _x / PET/ PP (Overfilm)	3,39^D* (0,6695)	
PP/EVOH/PP (referanse)	0,0224^A (0,0337)	0,0024^A (0,0005)
(PP + CaCO ₃)/ PP	0,0620^B (0,0018)	0,0999^A (0,1005)
(HDPE + CaCO ₃)/ HDPE	0,1302^C (0,0058)	0,1059^A (0,0027)
(PP + CaCO ₃)/ EVOH/ PP	0,0028^A (0,0017)	0,0518^A (0,1028)
PP/ EVOH/ PP	0,0015^A (0,0005)	0,0006^A (0,0004)

*Oksyngjennomgangen i overfilmen er uttrykt som cc/m² 24h.

Oksyngjennomgangen i alle begrene er svært lave og kun overfilmen og biomaterialet ((HDPE + CaCO₃)/ HDPE) viser verdier høyere enn måleusikkerheten ($<0,1$) til metoden. Biomaterialet ser dermed ut til å være det materialet med lavest oksygenbarriere. For de andre materialene er det en stor usikkerhet i måleverdiene fra analysen. Det kan i midlertidig se ut til å være en trend til at materialene som inneholder et EVOH-sjikt har lavere oksyngjennomgang enn materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP samt biomaterialet. Trenden gjelder for målingene gjort under begge lagringsforholdene, men det ble ikke funnet noen signifikante forskjeller i oksyngjennomgang mellom materialene lagret ved 100% innvendig fuktighet.

4. 2 TYKKELSE PÅ MATERIALENE

Det ble også vist signifikant effekt ($p < 0,05$) av tykkelse på de ulike begrene, ved alle tre målepunktene. Signifikante forskjeller i gjennomsnittstykkelse ved de ulike målepunktene mellom materialene, er vist som ulike bokstaver (A-C) i Tabell 5.

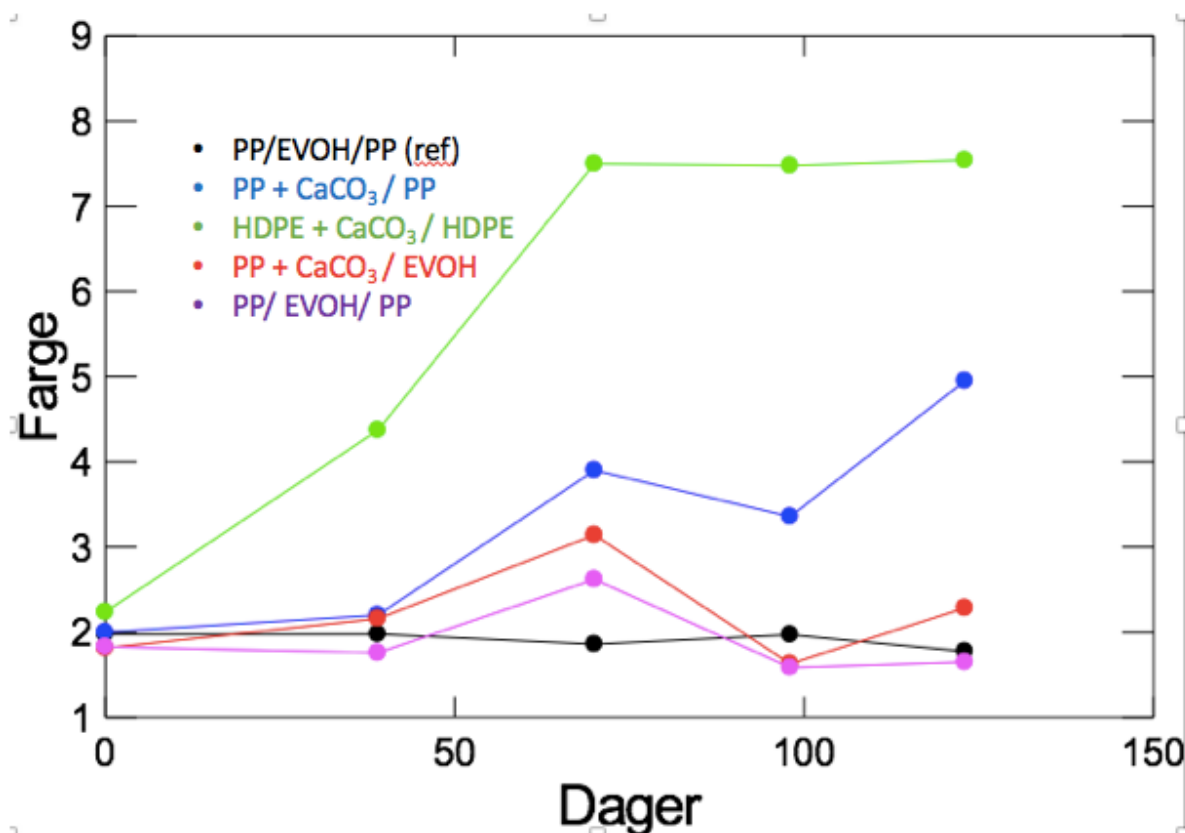
Tabell 5: Materialtykkelse i bunn og øvre og nedre del av kanten på de ulike emballasjebegrene, samt gjennomsnittstykkelse på overfilmen. Signifikante forskjeller mellom materialer ved samme målepunkt, er vist med ulike bokstaver (A-C).

Emballasjemateriale	Tykkelse (μm)		
	Bunn	Øvre del Kant	Nedre del kant
PET/ SiO_x/ PET/ PP (Overfilm)	0,120		
PP/ EVOH/ PP (referanse)	0,96212 ^C	0,49490 ^C	0,46940 ^B
(PP + CaCO₃)/ PP	0,77300 ^{BC}	0,40325 ^B	0,53700 ^C
(HDPE + CaCO₃)/ HDPE	0,33230 ^A	0,28720 ^A	0,30510 ^A
(PP + CaCO₃)/ EVOH/ PP	0,73600 ^B	0,42920 ^B	0,51040 ^{BC}
PP/ EVOH/ PP	0,74730 ^B	0,39710 ^B	0,48150 ^{BC}

Det er signifikante forskjeller i materialtykkelsen mellom begrene ved alle målepunktene. Biomaterialet ((HDPE + CaCO₃)/ HDPE) er signifikant tynnere enn de andre materialene på alle målepunktene. Dagens benyttede beger bestående av PP/ EVOH/ PP, er signifikant tykkere enn de andre begrene i øvre del av kanten på begeret og også det tykkeste materialet i bunnen av begeret. Begeret bestående av (PP + CaCO₃)/ PP er signifikant tykkere enn dagens benyttede beger og biomaterialet i den nedre delen av kanten. Overfilmen er signifikant tynnere enn alle begrene på alle målepunktene.

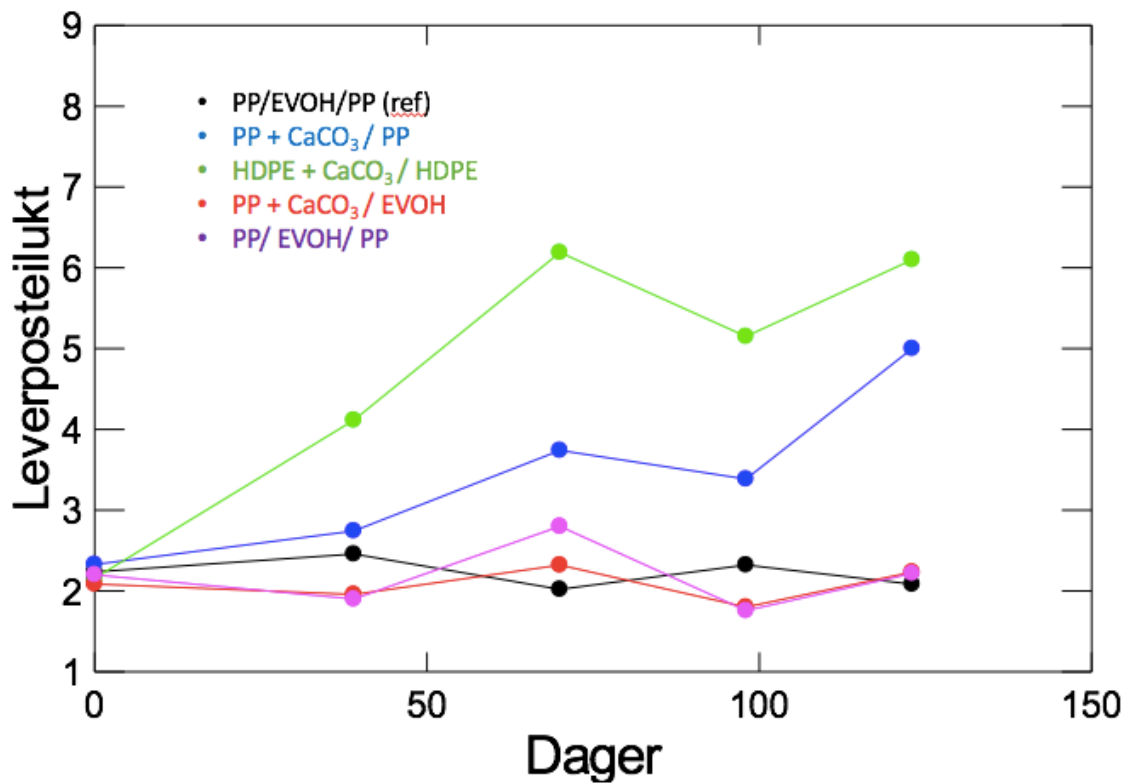
4.3 SENSORISK EVALUERING AV LEVERPOSTEI UNDER LAGRING

Leverposteien, lagret i de fem ulike emballasjematerialene ved 4°C, ble evaluert av et trent sensorisk panel 5 ganger i løpet av lagringsperioden på 125 dager. Variansanalyse viste signifikant effekt av flere sensoriske attributter ved de ulike lagringstidspunktene. I vedlegg 2 er alle gjennomsnittsverdier for egenskapene gitt. Signifikante forskjeller mellom leverpostei prøvene lagret i ulike emballasjematerialene fremgår også i tabellen i vedlegget. Egenskapene hvor det ble funnet signifikante forskjeller av emballasjematerialet ved hvert lagringstidspunkt, er vist i Figur 16 -22.



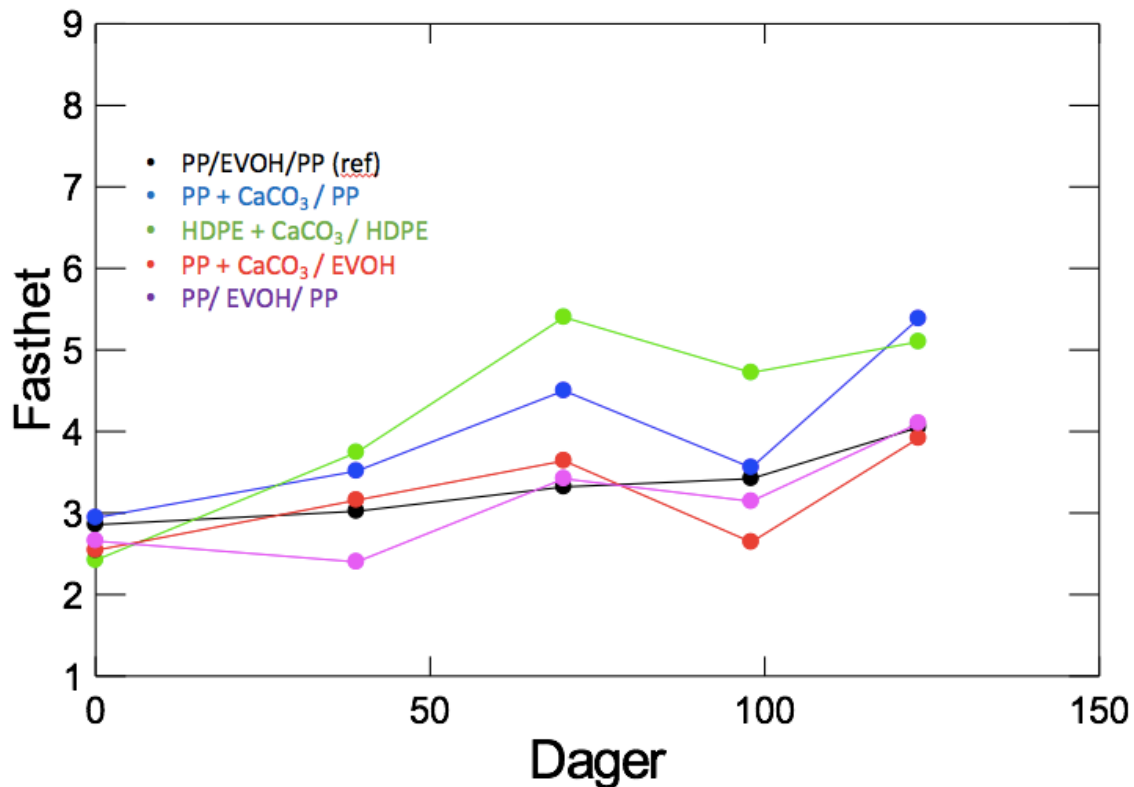
Figur 16: Fargeendringer ut mot kanten av leverpostei prøven, fra rosa til gråbrun ut mot kanten, lagret i de fem ulike emballasjematerialene. Sensorisk bedømmelse utført etter 1, 40, 75, 100 og 125 dager lagring ved 4 °C.

Figuren viser at det skjer synbare endringer i fargen ut mot kanten av leverposteien i løpet av lagringsperioden for prøver emballert i biomaterialet ((HDPE + CaCO₃)/ HDPE) og materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP. Etter 40 dager lagring er leverposteien emballert i biomateriale, signifikant mer gråbrun mot kanten enn de andre prøvene. Leverposteien emballert i (PP+CaCO₃)/ PP er også signifikant mer gråbrun mot kanten enn leverposteien emballert i dagens benyttede (ref) emballasjemateriale etter 75 dager. Leverposteien emballert i materialene med et EVOH-sjikt ser ikke ut til å endre seg mye i farge i løpet av lagringsperioden.



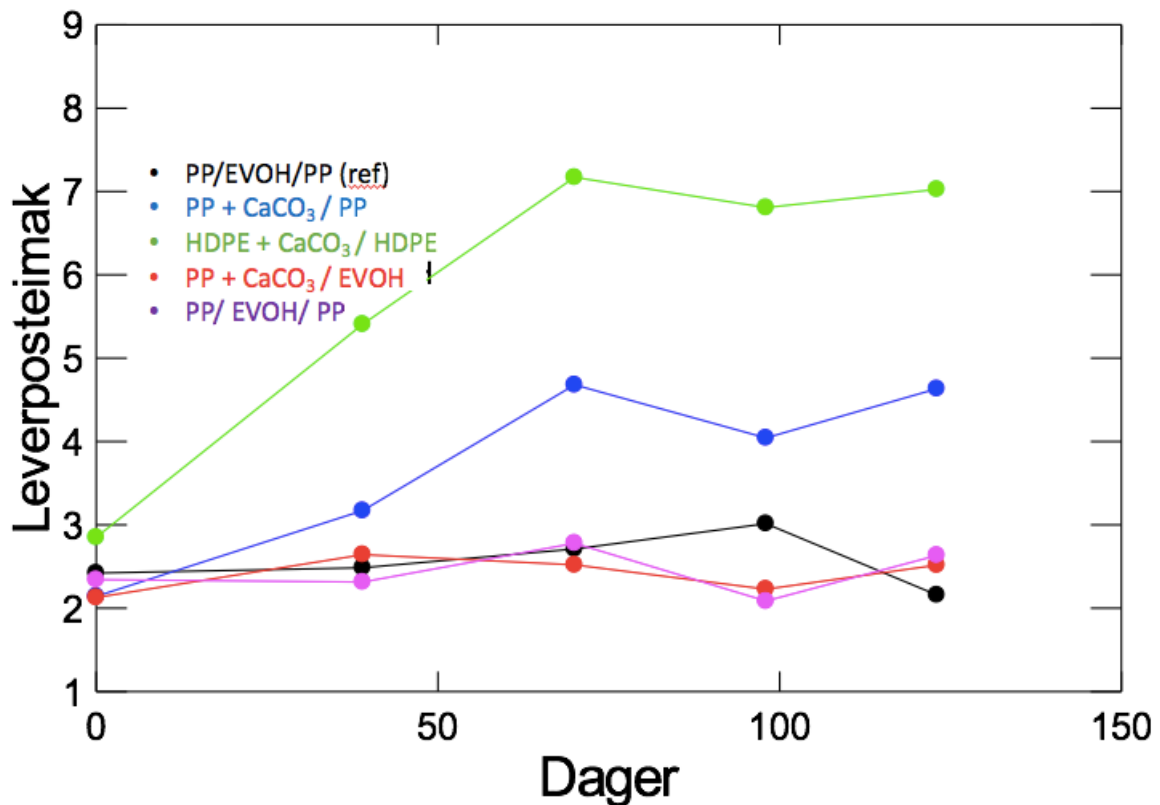
Figur 17: Utvikling av leverposteilukt, fra frisk til gammel, i produktprøver lagret i de fem ulike emballasjematerialene, sensorisk bedømt etter 1, 40, 75, 100 og 125 dager lagring ved 4°C.

Evalueringen av attributten leverposteilukt, fra frisk til gammel, viser at leverposteien lagret i biomaterialet skiller seg ut fra de andre materialene allerede etter 40 dager kjølelagring. Leverposteien har etter 40 dager en signifikant mer gammel leverposteilukt enn de andre prøvene. Også etter 75 dager lagring blir leverposteien lagret i biomaterialet evaluert til å ha en signifikant mer gammel leverposteilukt. Etter 100 dager lagring har også leverposteien emballert i (PP + CaCO₃)/PP utviklet en signifikant mer gammel leverposteilukt, enn prøvene emballert i dagens benyttede emballasje og de to andre materialene som inneholder et EVOH-sjikt. Etter 125 dager lagringstid er det ikke signifikant forskjell mellom ferskheten av leverposteilukt i prøver lagret i (PP + CaCO₃)/PP sammenlignet med biomaterialet. Leverposteien emballert i materialene som inneholder et EVOH-sjikt, deriblant dagens benyttede beger, ser ikke ut til å ha store forandringer i ferskhet av lukt i løpet av lagringstiden.



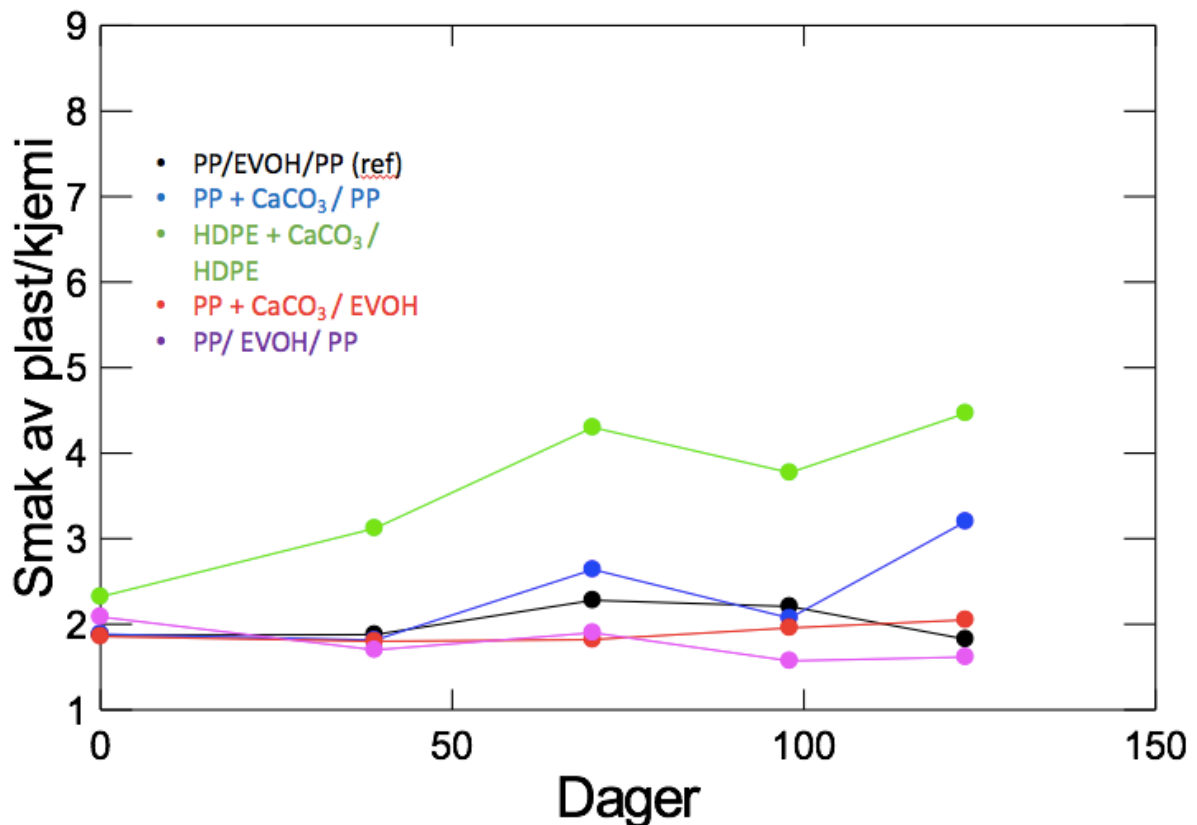
Figur 18: Utvikling av fasthet i leverpostei prøver lagret i de fem ulike emballasjematerialene, sensorisk bedømt etter 1, 40, 75, 100 og 125 dager lagring ved 4 °C.

Fastheten til leverposteien, emballert i alle materialene, ser ut til å øke noe i løpet av lagringsperioden. Etter 40 dager lagring er leverposteien emballert i biomaterialet signifikant fastere enn leverposteien emballert i PP/ EVOH/ PP. Etter 75 dager lagring, har leverposteien lagret i biomaterialet blitt enda fastere, men det er likevel ikke signifikant forskjell i fasthet mellom prøvene på dette tidspunktet. Etter 100 dager er leverposteien emballert i biomaterialet signifikant fastere enn leverposteien emballert i alle materialene med et EVOH-sjikt. Etter 125 dager lagring er leverposteien emballert i (PP + CaCO₃)/ PP mye fastere enn den var ved forrige uttak. Likevel er det ikke signifikante forskjeller i hardhet mellom prøvene etter 125 dager.



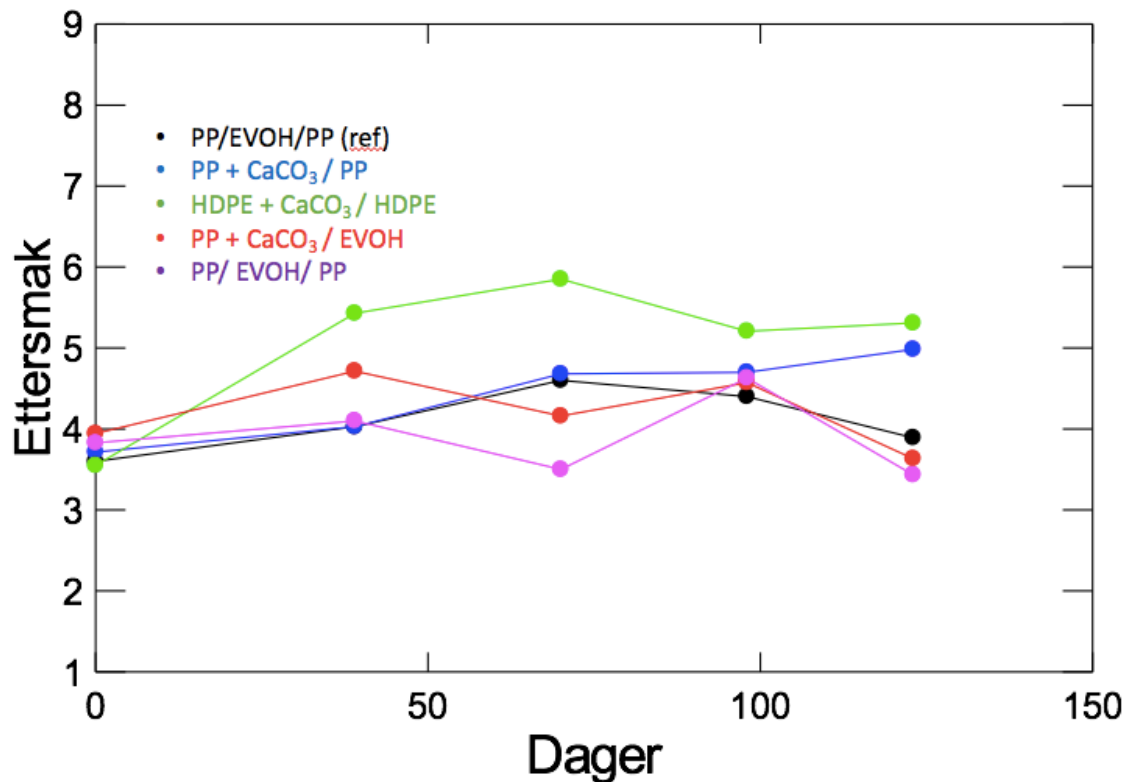
Figur 19: Leverposteismaksendringer, fra fersk til gammel, i prøver emballert i de ulike emballasjematerialene. Sensorisk bedømt etter 1, 40, 75, 100 og 125 dager lagring ved 4°C.

Figuren viser at leverposteismaken, evaluert på en skala fra frisk til gammel, endrer seg i løpet av lagringsperioden for de to materialene som ikke inneholder et EVOH-sjikt. Leverposteien emballert i biomaterialet (HDPE + CaCO₃)/ HDPE viser allerede etter 40 dager lagring en signifikant mer gammel smak av leverpostei enn de andre prøvene. Etter 75 dager lagring viser også leverposteien emballert i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP en signifikant mer gammel smak av leverpostei sammenlignet med leverposteien emballert i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ EVOH. Leverposteien emballert i materialene som inneholder et EVOH-sjikt, ser ikke ut til å endre mye i leverposteismak i løpet av lagringsperioden.



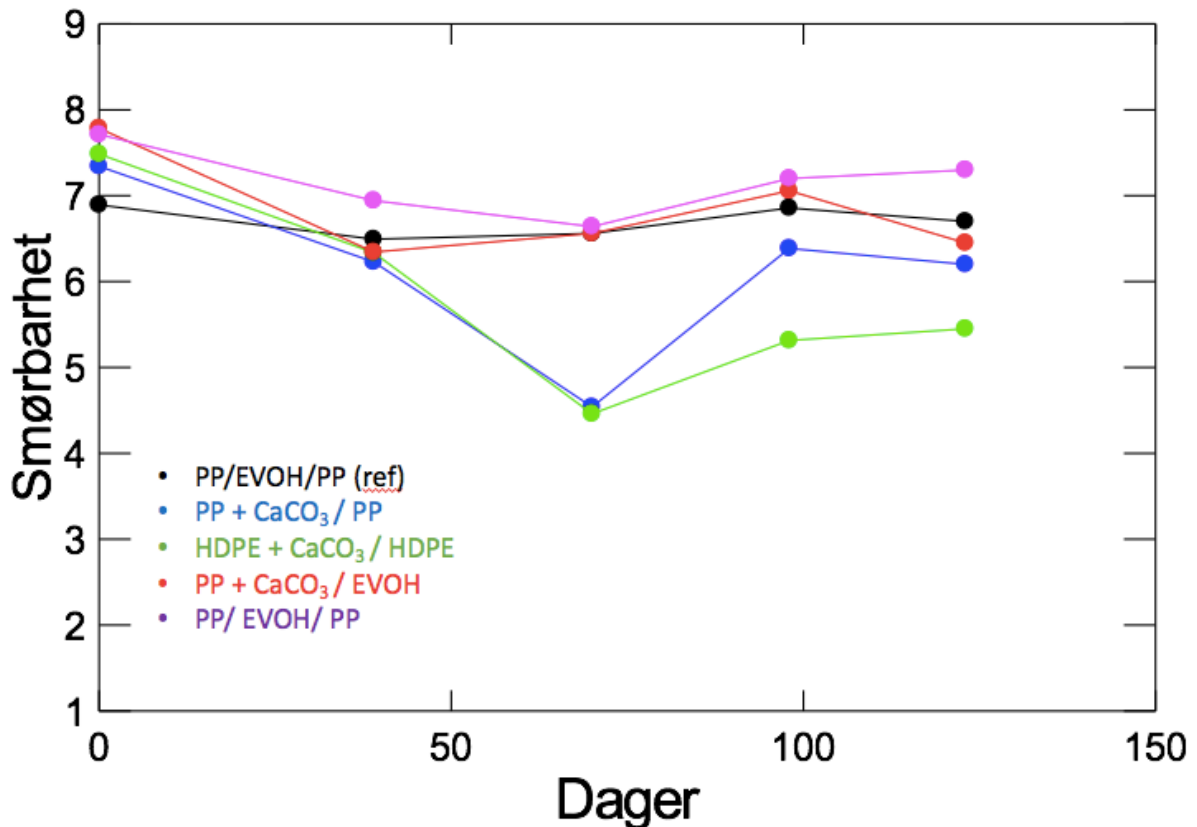
Figur 20: Utvikling av plast/kjemismak i leverposteien emballert i de fem ulike emballasjematerialene, sensorisk bedømt etter 1, 40, 75, 100 og 125 dager lagring ved 4 °C.

Graden av plast/kjemismak øker i løpet av lagringsperioden for leverposteien emballert i biomaterialet og viser en signifikant høyere grad av plast/kjemilukt allerede etter 40 dager lagringstid. Leverposteien lagret i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/PP, øker mye i graden av plast/kjemismak fra 100 til 125 dager lagring. Det er ingen signifikante forskjeller mellom leverposteiprøvene emballert i de tre andre materialene med tanke på plast/kjemilukt. Det skjer heller ikke store endringer i egenskapen i løpet av lagringsperioden for leverposteien lagret i materialene med et EVOH-sjikt.



Figur 21: Endringer i grad av ettersmak i leverposteiemballert i de ulike emballasjematerialene, sensorisk evaluert etter 1, 40, 75, 100 og 125 dager lagring ved 4°C.

Den totale ettersmaken i leverposteiemballert ser ut til å øke noe for enkelte emballasjematerialer i løpet av lagringsperioden. Etter 40 dager lagringstid er den totale ettersmaken signifikant mindre merkbar i leverposteiemballert i dagens benyttede beger samt begrene besående av (PP + CaCO₃)/PP og PP/EVOH/PP, sammenlignet med leverposteiemballert i biomaterialet. Etter 75 dager lagring er det kun leverposteiemballert i PP/EVOH/PP som har signifikant mindre merkbar ettersmak enn leverposteiemballert i biomaterialet. Videre i lagringsperioden er det ingen signifikante forskjeller mellom leverposteiemballertprøvene.



Figur 22: Grad av smørbarhet for leverposteien emballert i de ulike emballasjematerialene, sensorisk bedømt etter 1, 40, 75, 100 og 125 dager lagring ved 4°C.

Smørbarheten til leverposteien ser ut til å gå noe ned i løpet av lagringsperioden, spesielt for prøvene lagret i emballasjematerialene uten EVOH-sjikt. Det er etter 75 dager lagring at signifikante forskjeller mellom prøvene blir merkbare. Leverposteien emballert i biomaterialet og (PP + CaCO₃)/PP er etter 75 dager signifikant mindre smørbar enn leverposteien emballert i de andre tre materialene. Etter 100 og 125 dager lagring har smørbarheten til leverposteien emballert i biomaterialet og (PP + CaCO₃)/PP blitt mer smørbar igjen. Leverposteien emballert i de andre materialene endrer seg ikke mye videre utover i lagringsperioden.

- Graden av leversmak i prøvene ble også evaluert. Her ble det ikke registrert store endringer i løpet av lagringsperioden og heller ikke store forskjeller mellom prøvene. Figur er derfor ikke tatt med i resultatdelen, men gjennomsnittverdier er oppgitt i tabellen i vedlegg 3. Etter 40 dager lagring ble leverposteien emballert i biomaterialet evaluert til å ha signifikant mer leversmak i seg enn leverposteien emballert i materialet bestående av PP/EVOH/PP.
- Det ble heller ikke funnet noen signifikante forskjeller av syrlig smak mellom prøvene emballert i de ulike emballasjematerialene. Det var heller ikke merkbare endringer i løpet av lagringsperioden.

4.4 TEKSTUR OG REOLOGISKE TESTER

Hardheten til leverposteiene ble studert gjennom hele lagringsforsøket. Det ble funnet signifikant effekt av emballasjemateriale og lagringstid på teksturegenskapen hardhet. I

Tabell 6 er de gjennomsnittlige målingene av hardhet vist. Signifikante forskjeller i hardhet mellom leverposteiene lagret i de ulike emballasjematerialene ved hvert måletidspunkt, er vist med ulike bokstaver (A-C). Etter 125 dager lagring ble det målt svært høye hardhetsverdier som ikke samsvarer med tidligere forsøk gjort på leverposteiene. De unormalt høye verdiene skyldes sannsynligvis tekniske problemer, enten på grunn av dataverktøyet eller på grunn av selve måleapparatet. I videre diskusjonen, velges det derfor å se bort i fra resultatene fra siste uttak, selv om de er vist i tabellen under.

Tabell 6: Gjennomsnittlig hardhet, uttrykt i gram, for leverposteiene emballert i de fem ulike emballasjematerialene målt etter 1, 40, 75, 100 og 125 dager lagring ved 4°C. Standardavviket for gjennomsnittet samt signifikante forskjeller i hardhet mellom materialene ved hvert måltidspunkt, vist med ulike bokstaver (A-C), fremgår i tabellen.

	Tid	(HDPE+ CaCO ₃)/ HDPE	PP+ CaCO ₃ /PP	Ref: PP/EVOH/PP	PP/EVOH/P P	PP+CaCO ₃ / EVOH/ PP	SEM
Hardhet	1	30,78 ^A	31,30 ^A	30,10 ^A	31,09 ^A	31,91 ^A	1,85
	40	34,48 ^B	33,50 ^{AB}	31,24 ^A	31,29 ^A	32,98 ^{AB}	1,85
	75	37,94 ^C	36,35 ^{BC}	31,76 ^A	34,67 ^{AB}	36,15 ^{BC}	1,85
	100	54,15 ^C	51,83 ^{BC}	43,46 ^A	45,65 ^{AB}	45,82 ^{AB}	1,85
	125	317,24 ^B	315,90 ^B	267,96 ^A	298,13 ^{AB}	289,10 ^{AB}	1,85
	SEM	1,85	1,85	1,85	1,85	1,85	4,13

Hardheten til leverposteiene øker i løpet av lagringsperioden for leverposteiene lagret i alle materialene. Det er ingen signifikant forskjell i hardhet mellom leverposteiene emballert i de ulike materialene etter 1 og 40 dager lagring. Etter 75 dager lagring er leverposteiene emballert i biomaterialet signifikant hardere enn leverposteiene emballert i dagens benyttede beger (ref) og leverposteiene emballert i materialet bestående av PP/ EVOH/ PP. Leverposteiene emballert i dagens benyttede emballasjemateriale er også signifikant mindre hard enn leverposteiene emballert i (PP + CaCO₃)/ PP og (PP + CaCO₃)/ EVOH/ PP. Etter 100 dager lagring er fortsatt leverposteiene lagret i dagens benyttede emballasjematerialet minst hard, og leverposteiene emballert i biomaterialet signifikant hardere enn leverposteiene som er emballert i materialene som inneholder et EVOH-sjikt.

Ytterligere tekstur og reologisk tester ble utført etter 100 og 125 dager lagring. På grunn av et begrenset antall prøver tilgjengelig fra lagringsforsøket, ble kun et utvalg av prøvene videre studert. I

Tabell 7 er gjennomsnittsverdier samt standardavvik for målingene av hver teksturvariabel fra tobits-testen vist. Det ble utført 5 parallelle målinger fra én prøve av hvert materiale. Statistiske analyser viste signifikant effekt av emballasjemateriale på alle teksturparameterne unntatt klebrighet.

Tabell 7: Gjennomsnittsverdier for teksturparametre, undersøkt på leverpostei emballert i fire ulike emballasjematerialer lagret i 100 dager ved 4°C. Adhesiveness er uttrykt som gram sekunder(g*s) og springiness i millimeter (mm), mens de andre parameterne har ingen enhet. Gjennomsnittsverdiene er fra fem parallelle målinger av hver prøve.

Emballasjemateriale	Teksturparametere					
	Adhesiveness (g * s)	Springiness (mm)	Cohesiveness	Gumminess	Chewiness	Resilience
Ref: PP/ EVOH/ PP						
<i>Gjennomsnitt</i>	-301,94 ^A	0,98 ^A	0,58 ^A	212,61 ^A	208,60 ^A	0,08 ^B
(PP + CaCO₃)/ PP						
<i>Gjennomsnitt</i>	-309,50 ^A	0,98 ^A	0,57 ^A	245,67 ^B	241,08 ^{AB}	0,08 ^A
PP/ EVOH/ PP						
<i>Gjennomsnitt</i>	-381,44 ^A	0,99 ^A	0,58 ^A	237,37 ^B	235,93 ^{AB}	0,08 ^{AB}
(HDPE + CaCO₃)/ HDPE						
<i>Gjennomsnitt</i>	-249,31 ^A	1,38 ^A	0,57 ^A	284,45 ^C	397,60 ^B	0,08 ^{AB}

Leverpostei prøver emballert i dagens beger viser signifikant høyere *resilience* sammenlignet med leverpostei prøvene emballert i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP. Prøver emballert i dagens benyttede emballasjebeger viser også signifikant lavere verdier av *chewiness* sammenlignet med leverpostei lagret i biomaterialet og signifikant lavere verdier av *gumminess* sammenlignet med alle de andre prøvene. Signifikant høyest verdi av *chewiness* viser leverpostei lagret i biomaterialet. Det er ikke signifikant forskjell i *springiness* og *cohesiveness* mellom leverpostei prøver emballert i de fire ulike emballasjematerialene. Verdiene av *springiness* til prøvene lagret i materialet bestående av PP/ EVOH/ PP viser riktignok høyest verdi, etterfulgt av prøvene emballert i dagens benyttede emballasjemateriale.

Reologiske analyser, gjennom oscillasjonsmålinger, ble utført etter både 100 og 125 dager lagringstid ved 4°C. Det ble i tillegg foretatt målinger av ferske prøver fra en annen produksjonsbatch, emballert i dagens benyttede emballasje. Det ble valgt å se nærmere på prøvens tøyning ((Gamma (%)), elastisitetsmodul (G` (Pa)) og skjærspenning (Tau (Pa)). Det ble funnet statistisk signifikante forskjeller mellom de ferske og lagrede prøvene emballert i dagens benyttede beger for alle de tre reologiske variablene. Alle gjennomsnittlige reologiske variabler er vist i Tabell 8.

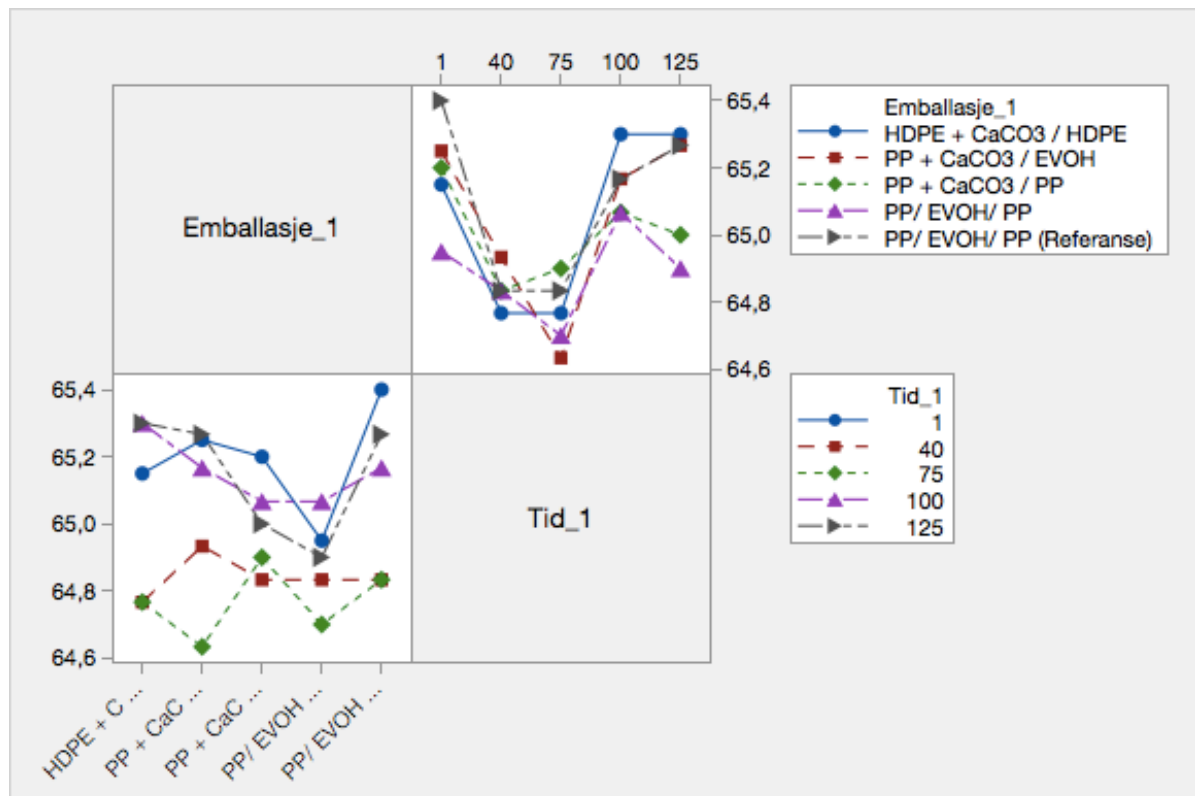
Tabell 8: Gjennomsnittsverdier for reologiske variabler undersøkt på leverpostei lagret i forskjellige emballasjematerialer under ulik lagringstid ved 4°C. Antall prøver (N) for hver prøve testet oppgitt i kolonnen til høyre.

Lagringstid i døgn	Emballasje	Reologiske variabler			N
		Gamma (%)	Tau (Pa)	G` (Pa)	
1	PP/ EVOH/ PP (Ref)	0,6705	257,3	3,89E+04	3
125	PP/ EVOH/ PP (Ref)	0,5517	180,7	3,32E+04	4
100	PP/ EVOH/ PP (Ref)	0,6177	230,3	3,77E+04	1
100	(PP + CaCO ₃)/ PP	0,6535	247,2	3,82E+04	1
100	PP/ EVOH/ PP	0,4117	142,8	3,39E+04	1
100	(HDPE + CaCO ₃)/ HDPE	0,4098	176,2	4,19E+04	1
125	(PP + CaCO ₃)/ EVOH/ PP	0,5648	170,6	3,05E+04	3
125	(PP + CaCO ₃)/ PP	0,4655	180,2	3,94E+04	2
125	PP/ EVOH/ PP	0,5709	180,0	3,25E+04	3

For leverposteien lagret i dagens benyttede emballasje, ser det ut til at de ferske prøvene har høyere verdier for alle de reologiske parameterne enn de lagrede prøvene. Den samme tendensen kan også sees for prøvene emballert i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP, som ble testet både etter 100 og 125 dager lagring. Prøvene har en høyere tøyning (Gamma) og skjærspenning (Tau) etter 100 dager enn ved 125 dager lagring. For leverpostei prøvene emballert i PP/ EVOH/ PP er det motsatt tendens å se. Etter 100 dager lagring ser det ut til at leverposteien emballert i biomaterialet, har lavest tøyingsverdier (Gamma) og høyest elastisitetsmodul (G`). Leverposteien emballert i PP/ EVOH/ PP, ser ut til å ha lavest elastisitetsmodul og lavest skjærspenning (Tau). Etter 125 dager lagringstid viser leverposteien emballert i (PP + CaCO₃)/ PP lavest tøyingsverdier, mens leverpostei emballert i PP/ EVOH/ PP viser høyest tøyingsverdier. Leverposteien emballert i (PP + CaCO₃)/ EVOH ser ut til å ha både lavest skjærspenningsverdier og elastisitetsmodul etter 125 dager lagringstid.

4.5 VANNINNHOLD

Variansanalyse viste signifikant effekt av emballasje og tid med tanke på vanninnhold i leverposteien. Sammenhengen mellom emballasjemateriale, tid og vanninnhold er vist i interaksjonsplotet i Figur under.



Figur 23: Gjennomsnittlig vanninnhold i leverposteien lagret i de ulike emballasjematerialene målt etter 1, 40, 75, 100 og 125 dager lagringstid ved 4°C.

Grafene viser at det er en tendens til at vanninnholdet i leverposteien emballert i alle materialene, er lavest ved målingene gjort etter 40 og 75 dager lagring. Videre utover i lagringsperioden ser det ut til at innholdet av vann i leverposteien går opp igjen. Vanninnholdet i leverposteien emballert i biomaterialet ser ut til å øke mye mot slutten av lagringsperioden.

4.6 FARGEMÅLINGER

Det ble utført fargemålinger på overflaten og utsiden av leverpostei prøvene. Det ble funnet signifikant effekt av både emballasjemateriale og lagringstid med tanke på fargemålingene på begge områder. Gjennomsnittlige L^* -, a^* - og b^* -verdier fra analysene, standardavvik av gjennomsnitt og den totale fargeendringen i løpet av lagringsperioden ved hver måling for de fem ulike emballasjematerialene, er vist i Tabell 9 og Tabell 10. Signifikante forskjeller ($P < 0,05$) mellom emballasjematerialene ved hver lagringstid, fremkommer som ulike bokstaver (A-C).

Tabell 9: Utvikling av fargeparameterne L^* , a^* og b^* målt ut mot kanten av leverpostei prøvene, med standardavvik av gjennomsnittene, utført etter 1, 40, 75, 100 og 125 dager lagring ved 4 °C. Total farge forandring i løpet av lagringsperioden (ΔE) og signifikante forskjeller mellom prøver emballert i ulike emballasjematerialer ved samme måletidspunkt(A-C) er også vist.

	<i>Tid i dogn</i>	<i>(HDPE + CaCO₃)/HDPE</i>	<i>PP + CaCO₃/PP</i>	<i>Ref: PP/EVOH/P</i>	<i>PP/EVOH /PP</i>	<i>PP+CaCO₃ /EVOH/PP</i>	<i>SEM</i>
L^*	1	73,30 ^A	74,64 ^A	71,98 ^A	73,98 ^A	75,53 ^A	0,15
	40	64,85 ^{AB}	64,50 ^A	64,49 ^A	66,04 ^B	65,77 ^{AB}	0,15
	75	63,70 ^A	64,35 ^{AB}	65,14 ^B	65,20 ^B	64,17 ^{AB}	0,15
	100	66,14 ^A	66,938 ^A	66,36 ^A	65,73 ^A	66,42 ^A	0,15
	125	66,36 ^A	65,95 ^A	66,83 ^A	66,72 ^A	66,24 ^A	0,15
	SEM	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,33
a^*	1	19,10 ^A	19,99 ^A	19,29 ^A	19,89 ^A	20,88 ^A	0,07
	40	9,15 ^{AB}	11,43 ^A	12,02 ^A	12,06 ^B	12,03 ^{AB}	0,07
	75	6,14 ^A	10,81 ^{AB}	12,20 ^B	12,25 ^B	12,05 ^{AB}	0,07
	100	5,23 ^A	9,79 ^A	11,95 ^A	12,01 ^A	11,58 ^A	0,07
	125	4,50 ^A	8,25 ^A	11,95 ^A	11,93 ^A	11,11 ^A	0,07
	SEM	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,15
b^*	1	22,61 ^A	23,64 ^A	22,13 ^A	22,69 ^A	24,37 ^A	0,05
	40	17,99 ^{AB}	17,27 ^A	16,96 ^A	16,60 ^B	16,76 ^{AB}	0,05
	75	17,70 ^{AB}	17,25 ^{AB}	16,83 ^B	16,39 ^B	16,86 ^{AB}	0,05
	100	17,54 ^A	17,25 ^A	16,43 ^A	16,09 ^A	16,35 ^A	0,05
	125	17,76 ^A	17,42 ^A	16,40 ^A	15,99 ^A	16,71 ^A	0,05
	SEM	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,12
ΔE		16,87	15,87	10,63	12,68	15,51	

Tabellen viser at alle fargeparametere går ned i løpet av lagringsperioden, selv om L*-verdiene virker å være på sitt lavest etter 75 dager lagring for alle materialene. Ved første måling av de tre fargeparametere ble det ikke funnet signifikante forskjeller mellom emballasjematerialene. Etter 40 dager lagring, har alle parametere målt på leverposteien, gått mye ned og det er signifikante forskjeller mellom materialene på dette tidspunktet. Leverposteien emballert i materialet bestående av PP/ EVOH/ PP har signifikant høyere L*-verdier og a*-verdier enn leverposteien emballert i dagens brukte materiale og materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP. Etter 75 dager skiller leverposteien emballert i dagens brukte beger og materialet bestående av PP/ EVOH/ PP seg ut med å ha signifikant høyere L*- og a*-verdier sammenlignet med leverposteien emballert i biomaterialet. Leverposteien emballert i materialene basert på PP/ EVOH/ PP har også en lavere b*-verdi enn de andre prøvene etter 75 dager lagring. Etter 100 dager er det ingen signifikante forskjeller mellom leverposteien emballert i de ulike materialene, for noen av fargeparametere. Den totale fargeendringen over tid er størst for leverposteien emballert i biomaterialet og minst for leverposteien emballert i dagens benyttede beger.

Tabell 10: Utvikling av fargeparameterne L*, a* og b* målt på overflaten av leverpostei prøvene, med gjennomsnittlig standardavvik for målingene gjort etter 1, 40, 75, 100 og 125 dager lagring ved 4°C og total fargeforandring (ΔE) for materialene i løpet av lagringsperioden. Signifikante forskjeller er merket med ulike bokstaver (A-C).

	Tid i døgn	(HDPE + CaCO ₃)/ HDPE	(PP + CaCO ₃)/ PP	Ref: PP/EVOH/PP	PP/EVOH/ PP	(PP+CaCO ₃)/ EVOH/ PP	SEM
L*	1	70,86 ^A	71,79 ^{AB}	70,66 ^A	72,71 ^B	72,07 ^{AB}	0,23
	40	57,36 ^B	56,23 ^{AB}	61,39 ^C	60,09 ^C	55,45 ^B	0,23
	75	58,32 ^A	57,03 ^A	63,77 ^C	61,45 ^B	58,31 ^A	0,23
	100	59,98 ^A	58,45 ^A	62,89 ^B	63,66 ^B	58,78 ^A	0,23
	125	60,66 ^{AB}	59,07 ^A	62,53 ^B	62,43 ^B	62,11 ^{AB}	0,23
	SEM	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,51
a*	1	19,32 ^{AB}	19,70 ^B	19,07 ^A	19,71 ^B	20,64 ^C	0,12
	40	12,15 ^B	11,69 ^A	12,10 ^B	12,13 ^B	11,43 ^A	0,12
	75	12,18 ^A	11,93 ^A	12,13 ^A	12,24 ^A	12,06 ^A	0,12
	100	11,95 ^{AC}	11,65 ^A	12,12 ^C	12,05 ^{BC}	11,79 ^{AB}	0,12
	125	12,02 ^B	11,76 ^{AB}	12,16 ^B	12,18 ^B	9,57 ^A	0,12
	SEM	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,2654
b*	1	21,81 ^B	22,87 ^C	21,10 ^A	22,52 ^C	23,64 ^D	0,07
	40	16,26 ^C	15,67 ^B	16,43 ^{CD}	16,66 ^D	15,28 ^A	0,07
	75	15,95 ^{AB}	15,73 ^A	16,17 ^{AB}	16,43 ^B	15,64 ^A	0,07
	100	15,64 ^{AB}	15,37 ^A	15,94 ^{BC}	16,17 ^C	15,33 ^A	0,07
	125	15,72 ^A	15,64 ^A	16,03 ^{AB}	16,06 ^{AB}	16,66 ^B	0,07
	SEM	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,15
ΔE		13,94	16,65	11,81	14,28	16,45	

Alle tre fargeparameterne målt på leverposteien endrer seg utover i kjølelagringsperioden. Spesielt store endringer skjer fra første til andre måling. Alle parameterne går ned i løpet av perioden, men alle er ikke på sitt laveste ved siste måling. Allerede ved første måling er det signifikante forskjeller mellom leverposteien emballert i de ulike emballasjematerialene med tanke på de tre fargeparameterne. Det er en tendens til at det skjer en raskere fargeendring i leverposteien emballert i materialene bestående av (PP + CaCO₃)/ PP, (HDPE + CaCO₃)/ HDPE og (PP+CaCO₃)/ EVOH/ PP sammenlignet med leverposteien emballert i dagens benyttede beger og det andre materialet bestående av PP/ EVOH/ PP. Den totale fargeforandringen er størst for leverposteien emballert i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP og minst for leverposteien emballert i dagens benyttede beger.

4. 7 MIKROBIOLOGISK VEKST

Leverposteien, emballert i de fem forskjellige materialene, ble undersøkt for tilstedeværelse og vekst av totalt antall bakterier, mugg og gjær i tillegg til de sporedannende bakteriene *B.cereus* og *C. perfringens*. Gjennomsnittsverdier for utviklingen av mikrobiologisk vekst i lagringsperioden for leverposteien er vist i Tabell 11. Deteksjonsgrensen for *C. perfringens* og mugg og gjær var på 10 cfu/ g og *B. cereus* var på 100 cfu/ g. For det totale antallet av bakterier var deteksjonsgrensen på 10 cfu/ g frem mot 75 dagers lagring og på 100 cfu/ g videre utover i lagringsperioden.

Tabell 11: utvikling av mikrobiologisk vekst i leverposteien emballert i de ulike materialene gjennom lagringsperioden på 125 dager ved 4°C. Veksten er oppgitt som gjennomsnittsverdier av kolonidannende enheter per gram leverpostei (cfu/ g). Rutene merket u. d står for under deteksjonsgrensen, og tilsier at det ikke ble påvist vekst.

Emballasje	Tid i døgn	Totalkim (cfu/g)	Mugg og gjær (cfu/g)	<i>B. cereus</i> (cfu/g)	<i>C. perfringens</i> (cfu/g)
Ref: PP/ EVOH/ PP	1	u. d	u. d	u. d	u. d
	40	u. d	u. d	u. d	u. d
	75	u. d	u. d	u. d	u. d
	100	u. d	u. d	u. d	u. d
	125	u. d	u. d	u. d	u. d
(HDPE + CaCO ₃)/ HDPE	1	u. d	u. d	u. d	u. d
	40	u. d	u. d	u. d	u. d
	75	33	u. d	u. d	u. d
	100	u. d	u. d	u. d	u. d
	125	u. d	u. d	u. d	u. d
(PP + CaCO ₃)/ PP	1	u. d	u. d	u. d	u. d
	40	u. d	u. d	u. d	u. d
	75	33	3	u. d	u. d
	100	u. d	u. d	u. d	u. d
	125	789	u. d	u. d	u. d
(PP+CaCO ₃)/ EVOH/ PP	1	u. d	u. d	u. d	u. d
	40	u. d	u. d	u. d	u. d
	75	33	3	u. d	u. d
	100	33	u. d	u. d	u. d
	125	u. d	u. d	u. d	u. d
PP/ EVOH/ PP	1	u. d	u. d	u. d	u. d
	40	u. d	u. d	u. d	u. d
	75	33	u. d	u. d	u. d
	100	u. d	u. d	u. d	u. d
	125	u. d	u. d	u. d	u. d

Den mikrobielle veksten i leverposteien er svært lav gjennom hele lagringsperioden for alle emballasjematerialene. Ingen vekst av verken *C. perfringens* eller *B. cereus* er påvist i løpet av lagringsperioden. Etter 75 dager under kjølelagring er det påvist mikrobiologisk vekst på PCA-skålene for leverpostei prøver emballert i materialet bestående av (HDPE+ CaCO₃)/ HDPE, (PP + CaCO₃)/ PP, (PP+CaCO₃)/ EVOH/ PP og PP/EVOH/PP. Mugg og gjær er på samme tidspunkt detektert i én prøve emballert i (PP + CaCO₃)/ PP og (PP+CaCO₃)/ EVOH. Etter 100 dager lagringstid er det kun funnet vekst i prøver fra materialet bestående av (PP+CaCO₃)/ EVOH og etter 125 dagers lagring ble det kun funnet vekst i prøver emballert i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP.

5. DISKUSJON

Hovedformålet med oppgaven var å studere effekten av fem ulike emballasjematerialer på kvaliteten til Stabburet sin ”fersk leverpostei” under kjølelagring ved 4 °C i 125 dager. Det ble derfor utført analyser av både emballasjematerialene og av viktige kvalitetsparametere på leverposteien som var lagret i de ulike emballasjematerialene.

5.1 EMBALLASJEMATERIALENE

I oppgaven ble de fem ulike emballasjematerialenes oksygenbarrierer og tykkelse undersøkt. Hensikten med disse målingene, var å kunne underbygge og forklare noe av funnene fra analysene gjort på selve leverposteien i løpet lagringsperioden.

Variansanalysen viste effekt ($P < 0,05$) av emballasjemateriale på den registrerte oksyngjennomgangen i begrene under begge lagringsbetingelsene som ble satt i oppgaven. Før en videre diskusjonen av resultatene, er det viktig å påpeke at oksyngjennomgangen i fire av materialene, var lavere enn måleusikkerheten (0,1) til OTR-analysemetoden. Kun biomaterialet og overfilmen viste en oksyngjennomgang over måleusikkerheten. Lagringsforholdene som var satt under analysen, var vesentlig for det lave utslaget. I oppgaven var det hensiktsmessig å teste barriereegenskapene ved 4°C, fordi leverpostei er et produkt som skal oppbevares ved kjøletemperaturer. Lav temperatur, i tillegg til små beger har gjort at verdiene, oksygen i ml per pakning i løpet av 24 timer, også blir lave. I tillegg kan det antas at oksygenbarrieren til materialene er forholdsvis gode. Likevel ville en annen metode, som kunne registrert lavere verdier av oksygen, vært hensiktsmessig og bruke i oppgaven.

Til tross for at usikkerheten er høy for OTR-målingene, kan det se ut til å være en sammenheng i de målte resultatene. Materialene som inneholder et EVOH-sjikt virker å ha bedre oksygenbarriere enn de uten. Det er signifikant mindre oksygen som går gjennom begrene som inneholder et EVOH-sjikt sammenlignet med de andre to begrene, ved 0% innvendig fuktighet. Resultatet er i overensstemmelse med det teorien sier om at EVOH har gode barriereegenskaper i forhold til gasser ([Mokwena and Tang 2012](#)) ([Robertson 2012](#)). Under samme lagringsbetingelser viste også materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP signifikant bedre barriere mot oksygen enn biomaterialet bestående av (HDPE + CaCO₃)/ HDPE. Dette kan skyldes både innholdet av HDPE kontra PP, men også tykkelsen på begrene. Under lagringsbetingelsene med 100% innvendig fuktighet, ble det ikke funnet signifikante forskjeller mellom materialene når det kom til oksyngjennomgang. Likevel er det den samme trenden i

resultatene her som ved 0% innvendig fuktighet. Materialet bestående av PP/ EVOH/ PP har de laveste verdiene, etterfulgt av dagens benyttede beger og begeret bestående av (PP + CaCO₃)/ EVOH/ PP. Høyest gjennomgang av oksygen i løpet av 24 timer, er det for biomaterialet. EVOH er fuktømfintlig, og barriereegenskapene til kopolymeren vil bli svekket dersom den kommer i kontakt med fukt ([Mokwena and Tang 2012](#)). Fordi EVOH-sjiktet i materialene er omringet med et annet sjikt, enten PP eller (PP + CaCO₃), er det grunn til å tro at fukt ikke har påvirket barriereegenskapene til materialet i vesentlig grad.

Standardavviket for målingene av oksyngjennomgang gjort ved 100% innvendig fuktighet, for materialene (PP + CaCO₃)/ PP og (PP + CaCO₃)/ EVOH/ PP, er mye høyere enn for de andre målingene. Dette skyldes én enkeltmåling gjort for hver av de to materialene, som avviker en god del fra de andre målingene. Avviket kan muligens skyldes en liten lekkasje av oksygen inn i begrene under analysen. Bortsett fra de to målingene, var de andre målingene forholdsvis like.

Tykkelsen på begrene vil også ha noe å si for hvor raskt stoffer kan trenge gjennom materialet. Resultatene viste at det var forskjell i tykkelse mellom emballasjematerialene ved de ulike områdene som ble målt. Biomaterialet, bestående av (HDPE + CaCO₃)/ HDPE, var signifikant tynnere enn de andre materialene ved alle målepunktene. Det er dermed heller ikke uventet at oksyngjennomgangen ble målt til å være høyere i dette materialet. Dagens benyttede beger bestående av PP/ EVOH/ PP, var signifikant tykkere enn de andre begrene i øvre del av kanten og i bunnen av begeret. Begret bestående av (PP + CaCO₃)/ PP var signifikant tykkere enn dagens benyttede beger og biomaterialet i den nedre delen av kanten. Teorien sier at gjennomtrengelighetshastigheten til stoffer er avhengig av diffusjonsveilegden, altså tykkelsen på begrene ([Robertson 2012](#)). Det er dermed grunn til å tro at endringer i produktkvalitet som skyldes påvirkning av penetranter, eksempelvis oksygen, vil opptre raskere i produkter emballert i et tynnere materiale, enn i et tykkere.

Under analysene av leverposteien, ble det observert at materialene som inneholdt fyllstoff (CaCO₃), var svært sprø. Spesielt de to materialene uten EVOH-sjiktet, var meget sprø. Ved fysisk påkjenning, kan begrene ha vært utsatt for sprekkdannelse. Dette kan ha ført til porer i materialet og at produktet har blitt utsatt for luft.

5.2 SENSORISK ANALYSE

I den sensoriske delen av oppgaven ble leverposteien bedømt i forhold til 9 ulike smaks, lukt, farge og teksturegenskaper som kan assosieres med produktets kvalitet. For å på en best mulig måte kunne studere effekten av emballasjematerielene på produktet, ble farge og smaksattributter evaluert ut mot kanten av prøven. Denne delen hadde vært i kontakt med emballasjematerialet.

Det ble påvist signifikante forskjeller mellom leverpostei prøver emballert i de ulike emballasjematerialene for nesten alle egenskapene ved minst ett tidspunkt i løpet av lagringsperioden. Syrlig smak, var den eneste egenskapen som det ikke ble påvist signifikante forskjeller mellom prøvene i løpet av lagringsperioden. Det ble riktignok påvist signifikant effekt av emballasjemateriale på egenskapen. Under treningsrundene viste det seg at flere av paneldeltakerne hadde problemer med å gjenkjenne egenskapen, og det er dermed mulig at dette har vært tilfelle under hovedprofileringen også.

For de fleste egenskapene er det leverposteien emballert i biomaterialet etterfulgt av leverposteien emballert i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP som skiller seg mest ut fra de andre prøvene, og som også endrer seg mest i løpet av lagringsperioden. Resultatene fra den sensoriske evalueringen av leverposteien kan derfor stemme med det som var å forvente med tanke på målingene gjort på emballasjematerialene.

Fordi fargen på leverposteien endrer seg raskt etter åpning av pakken, evaluerte paneldeltakerne denne egenskapen først. Fargen ble bedømt på en skala fra rosa til gråbrun. Fargeendringer utover i lagringsperioden var tydelige for leverposteien emballert i biomaterialet og i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP. For leverposteien emballert i de andre materialene, var det ikke klare endringer i farge utover i lagringsperioden. Biomaterialet ble målt til å være signifikant tynnere enn de andre materialene ved alle målepunktene. At fargeendringen først ble synlig på leverpostei prøver emballert i biomaterialet kan derfor forklares med at gjennomtrengelighetshastigheten til stoffer er avhengig av tykkelsen på polymerfilmen. Gjennomtrengeligheten er ikke minst også avhengig av antallet porer i polymermembranen ([Robertson 2012](#)). Like polymerer har likt smeltepunkt. Fordi biomaterialet består av HDPE i sveisesjiktet, vil ikke en PP-overfilm sitte like godt på et slikt begeret. Det ble observert at overfilmen satt klart løsere på biomaterialet, enn på de andre begrene som hadde PP i sveisesjiktet. Dårligere feste, kan ha ført til små mikroporer i sveisesjiktet, og dermed til at

biomaterialet var mer utsatt for oksyngjennomgang på grunn av disse. Dette er en antagelse som kan benyttes for alle de målte kvalitetsparameterne i oppgaven.

Lukten av leverposteien ble evaluert på en skala fra frisk til gammel. Paneldeltakerne kunne forbinde gammel leverposteilukt med maling (veldig harsk), emmen og kanskje noe sur lukt. Det var en klar utvikling av mer gammel leverposteilukt utover i lagringsperioden for de to materialene som ikke inneholdt et EVOH-sjikt. Biomaterialet hadde allerede etter 40 dager kjølelagring en signifikant mer gammel lukt av leverpostei, enn de andre prøvene. Lukten av en mer gammel leverpostei økte også mye for prøvene emballert i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP etter 100 dager lagring. Leverposteien emballert i de tre andre materialene, hadde ikke merkbare endringer i lukt utover i lagringsperioden. Tap av fersk lukt i leverposteien kan skyldes diffusjon av lukt- og aromakomponenter fra produktet og gjennom polymermembranen. Gammel leverposteilukt kan igjen skyldes at produktet har blitt påvirket av eksterne komponenter som har diffundert gjennom polymermembranen og/eller at uønskede kjemiske prosesser har tatt sted i selve produktet. Barriereegenskapene og tykkelsen på polymerene vil kunne avgjøre hvor godt leverposteien holder på sin ferskhet. Dette gjelder også når det kommer til smaken på leverposteien. Leverposteismaken ble også bedømt på en skala fra frisk til gammel. For denne egenskapen var det leverposteien lagret i de to samme materialene som utviklet en signifikant mer gammel leverposteismak i løpet av lagringsperioden. I likhet med lukten av leverposteien, skjedde også utviklingen av en signifikant mer gammel leverposteismak raskere i biomaterialet, enn i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP. Forskjellene mellom prøver fra de to materialene, kan relateres til tykkelsen på begrene. Viktigheten av EVOH-sjiktet for gassbarriereegenskapene til materialene, kan forklare at prøver lagret i et materiale med et slikt sjikt, ikke utviklet en gammel leverposteismak i løpet av lagringsperioden på 125 dager.

Fastheten økte noe utover i lagringsperioden for alle prøvene med leverpostei. Det ble kun påvist signifikante forskjeller ved dag 40 mellom prøver emballert i biomaterialet og materialet bestående av PP/ EVOH/ PP og etter 100 dager lagring mellom prøver emballert i biomaterialet og prøver emballert i de tre materialene bestående av et EVOH-sjikt. Den økte fasthet til leverposteien er i samsvar med flere studier gjort på lignende kjølelagrede produkter. Økningen i hardhet har da blitt relatert til uttørking, emulsjonsdestabilisering ([Fernández-LÓpez, Sayas-Barberá et al. 2004](#)), oksidativ ødeleggelse av proteiner ([Estévez, Ventanas et al. 2006](#)) ([Karel, Schaich et al. 1975](#)) ([Estévez, Kylli et al. 2008](#)) og polymerisering av lipider og/eller proteiner ([Estévez, Ventanas et al. 2006](#)). Dersom oksidasjon av produktet er årsaken til økt hardhet

gjennom lagringsperioden, er det som forventet at prøver lagret i materialene med et EVOH-sjikt endrer seg minst i løpet av lagringsperioden. Biomaterialet ble både målt til å være det tynneste materialet, og det med høyest oksyngjennomgang. At endringer i fasthet først blir merkbare i prøver i dette materialet, er derfor ikke uventet. Fastheten til leverposteien emballert i (PP + CaCO₃)/ PP øker mye mot slutten av lagringsperioden. En antagelse kan være at tykkelsen til materialet av (PP + CaCO₃)/ PP gjør at endringer skjer langsommere her sammenlignet med biomaterialet, fordi oksygenet har lengre diffusjonsvei.

Den totale ettersmaken til leverposteien ble evaluert i forhold til intensitet, omtrent 20 sekunder etter at prøven var spyttet ut. Attributten endret seg noe i løpet av lagringsperioden, spesielt hos leverposteien emballert i biomaterialet. Etter 75 dager var det stor forskjell i intensiteten på ettersmaken mellom prøver emballert i biomaterialet og prøver emballert i materialet av PP/EVOH/ PP. Leverposteien emballert i biomaterialet hadde mye mer ettersmak i seg. Det var kun intensiteten som ble skalert, ikke om ettersmaken var god eller dårlig. Flere dommere oppga likevel kommentarer som ”søtlig”, ”bitter” og ”emmen” for beskrivelse av ettersmaken fra prøver lagret i biomaterialet. Prøver lagret i dagens benyttede beger og prøver lagret i (PP + CaCO₃)/ PP og (PP+CaCO₃)/ EVOH/ PP fikk også kommentarer på å ha bitter, metallisk og sur ettersmak på et tidspunkt i løpet av lagringsperioden. Både lever og ulike usmaker i leverposteien vil kunne gi fra seg en kompleks og kraftig smak, som kan sitte igjen i munnen lenge etter at prøven er spyttet ut.

Graden av plast-/kjemismak økte utover i lagringsperioden for leverposteien emballert i biomaterialet. En signifikant forskjell fra de andre prøvene var fremtredende allerede etter 40 dager lagring. Graden av plast-/kjemismak økte også en del fra 100 dager til 125 dager lagring i leverposteien lagret i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP. For de andre prøvene var det ikke merkbare endringer i graden av plast-/kjemismak i løpet av lagringsperioden. Migrering av stoffer fra emballasjen kan føre til usmaker i næringsmiddelet ved lagring. Fete næringsmidler som leverpostei, er spesielt utsatt for migrering av fettløselige stoffer fra emballasjen. For plast, foreligger det lister over tillate stoffer og spesifikke migrasjonsgrenser ([Steffensen 2016](#)). Undertegnede har fått tilgang på dokumentasjon om at fire av de fem materialene i oppgaven, er egnet som emballasjemateriale til leverposteien. For materialet bestående av (PP+CaCO₃)/ EVOH/ PP er dokumentasjonen per dags dato, enda ikke tilgjengelig. Plast-/kjemismak kan trolig være vanskelig å skille fra andre smaker i et komplekst næringsmiddel som leverpostei. Det kan derfor være en fare for at paneldeltakerne har forvekslet egenskapen med

andre ”usmaker” i produktet. Plast-/kjemismak kan også kunne forveksles med den naturlige metalliske smaken som leveren gir til produktet.

Panelet ble instruert til å bedømme smørbarheten til leverposteien ved å ta en bit av prøven og smøre den utover i ett drag. Smørbarheten til leverposteien lagret i biomaterialet og materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP gikk mye ned frem til 3 uttak, etter 75 dager lagring. Videre i lagringsperioden gikk smørbarheten til leverposteien opp igjen i disse to emballasjematerialene. Egenskapen kan bare til dels relateres til fastheten til leverposteien. De indre kreftene i produktet som holder prøven sammen, vil være lik så viktig. Leverposteien lagret i biomaterialet og i materialet av (PP + CaCO₃)/ PP, ble bedømt til være fastere etter 75 dager enn ved 100 og 125 dager lagring. Dette resultatet kan forklare noe av den lave smørbarheten til leverposteien lagret i de to materialene. Oksidasjon av produktet kan ha ført til en fastere proteinmatriks, som nevnt tidligere, og dermed en mindre smørbar leverpostei. Dersom det er tilfelle, er det vanskelig å forklare at leverposteien blir mer smørbar igjen etter 75 dager lagring. Hypotesen kan muligens likevel forklare at smørbarheten til leverposteien lagret i materialene som inneholdt et EVOH-sjikt, ikke endret seg mye i løpet av lagringsperioden på grunn av en bedre oksygenbarriere.

Graden av leversmak i leverposteien endret seg lite i lagringsperioden og det var små forskjeller i leversmak mellom prøvene. Det ble kun funnet signifikante forskjeller i graden av leversmak etter 40 dager lagring mellom prøver emballert i biomaterialet og prøver emballert i materialet bestående av PP/ EVOH/ PP. Det er naturlig å anta at leversmaken fra råmaterialene er mer tydelig i ferske prøver sammenlignet med lagrede prøver. Dette av flere grunner. Det har allerede blitt nevnt at stoffer vil kunne diffundere både inn og ut av materialene under lagring. Lukt og aromastoffer i produktet som påvirker den totale smaksopplevelsen av produktet, vil kunne diffundere ut. Andre stoffer fra omgivelsene, eksempelvis oksygen, vil kunne diffundere gjennom materiale under lagring og dermed påvirke produktet. Migrering av ulike stoffer fra emballasjen kan også tilføre smak til produktet og dermed bidra til kamuflere de naturlig råvaresmakene i produktet. Det er en mulighet at panelet ikke har forstått eller klart å skille ut attributen leversmak, i bedømmelsen. I og med at leversmak kan assosieres med metallisk smak, kan det være at attributen også har blitt forvekslet med smaken av plast/kjemi.

Å bruke mennesker som instrumenter kan være en utfordring. I lagringstester som denne, er det spesielt en utfordring at det går forholdsvis lang tid mellom hver bedømmelse. Etter 75 dager lagring var kun 5 paneldeltakere tilstede under evalueringen, noe som også kan ha hatt noe å si

for resultatene ved dette uttaket. I diskusjonen av resultatene er det likevel gått ut i fra at dommerne var tilstrekkelig trent. Ved å ha treningsrunder før hver evaluering, samt utdeling av egenskapsskjema ved evalueringen, prøvde man å unngå feilkilder i form av dommerprestasjon. At det ikke ble påvist signifikante forskjeller for noen av attributtene ved første evaluering, kan være et mål på dommerprestasjonene. De ferske prøvene var ikke forventet å være forskjellig, fordi effekten av emballasjematerialene ved dette tidspunktet var lite trolig å ha oppstått.

5.3 TEKSTUR OG REOLOGISKE ENDRINGER

5.3.1 HARDHET

I

Tabell 6 er resultater over leverposteien sin hardhet lagret i de ulike emballasjematerialene gjennom kjølelagringsperioden på 125 dager, vist. Det var tydelig at hardheten økte utover i lagringsperioden for alle prøvene. Dette var et forventet resultat som er i overensstemmelse med både tidligere studier gjort på lignende kjølelagrede produkter samt tidligere erfaringer fra lagringsstudier på Stabburet sin ”ferske leverpostei” (Randi Helene Kvarberg, Produktutvikler, samtale, 12.04.2016). Resultatet samsvarer i tillegg også godt med det som ble funnet i den sensoriske delen av oppgaven. Leverposteien ble sensorisk bedømt til å være noe faster utover i lagringsperioden for alle prøvene.

Det er også de samme tendensene som blir sett mellom prøver lagret i de forskjellige materialene for de to analysene. Leverposteien emballert i biomaterialet var etter 40 dager lagring, signifikant hardere enn leverposteien emballert i dagens benyttede beger og begeret bestående av PP/EVOH/ PP. I den sensoriske delen av oppgaven, ble leverposteien emballert i biomaterialet bedømt til å være signifikant fastere enn leverposteien emballert i materialet bestående av PP/EVOH/ PP etter 40 dager lagring. Samtidig var det først etter 100 dager lagring at det sensorisk ble påvist en signifikant hardere leverpostei lagret i biomaterialet sammenlignet med leverpostei lagret i dagens benyttede beger. Etter 75 dager var også leverposteien emballert i (PP + CaCO₃)/PP og (PP + CaCO₃)/EVOH/ PP signifikant hardere enn leverposteien emballert i dagens brukte materiale. Det ble på dette tidspunktet ikke funnet noen signifikante forskjeller i fasthet i den sensoriske bedømmelsen av prøvene. Likevel var det samme tendens i at prøvene lagret i materialene uten et EVOH-sjikt var fastere enn de med et EVOH-sjikt.

Det kan dermed se ut til at EVOH-sjiktet i materialene er av stor betydning for å senke hastigheten på utviklingen av en hardere leverpostei. Begrene med et EVOH-sjikt ble målt til å ha bedre oksygenbarriere, selv om begeret bestående av (PP + CaCO₃)/PP også ble målt til å ha lavere oksygengjennomgangsverdier enn måleusikkerheten til analysemetoden. At begeret med (PP + CaCO₃)/PP ble målt til å være det tykkeste i nedre del av kant og i tillegg av de tykkeste begrene på de andre målområdene, bekrefter effekten av EVOH-sjiktet. Endringen i hardhet skjer også raskere i leverposteien emballert i biomaterialet, som både er det signifikant tynneste materialet og det med høyest oksygengjennomgang.

Av de tre materialene som inneholder et EVOH-sjikt, skjer utviklingen av en hardere leverpostei langsommere i prøvene lagret i dagens benyttede beger. Dagens benyttede beger består av de samme sjiktene som materialet fra leverandøren EDV Packaging, nemlig PP/ EVOH/ PP. Det kan dermed se ut til at tykkelsen på begrene eller tykkelsen på de ulike sjiktene har spilt en vesentlig rolle for utviklingen av hardhet under kjølelagringen. Dagens beger ble målt til å være signifikant tykkere enn begeret bestående av PP/ EVOH/ PP, både i bunn og i øvre del av kant. Tykkelsen på hvert enkelt sjikt i materialet, vil også være av betydning for egenskapene til materialet. Selv om dette ikke er tilgjengelig informasjon for undertegnede, er det grunn til å tro at et tykkere lag av EVOH vil gi bedre gassbarriere mens tykkere lag med PP vil kunne gi bedre fuktbarriere til materialet ([Robertson 2012](#)).

Ved å vurdere resultatene fra leverposteien lagret i materialene bestående av PP/ EVOH/ PP (inkluderer dagens beger), med resultatene fra leverposteien lagret i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ EVOH/ PP, kan man få en indikasjon på effekten av fyllstoffet (CaCO₃). Det ble kun funnet signifikant forskjell i hardhet mellom leverposteien emballert i materialet av (PP + CaCO₃)/ EVOH/ PP og dagens beger etter 75 dager lagring. Likevel viste leverposteien lagret i (PP + CaCO₃)/ EVOH/ PP høyere verdier av hardhet enn de andre to prøvene gjennom hele lagringsperioden. Tykkelsen og oksyngjennomgangen i begrene bestående av (PP + CaCO₃)/ EVOH/ PP og PP/ EVOH/ PP var forholdsvis like, og kan derfor sammenlignes bedre enn dagens beger som ble målt å være signifikant tykkere i både bunn og øvre del av kant. Tatt i betraktning at tykkelsen på EVOH-sjiktene kan være ulike i de to materialene, ser det ut til at fyllstoffet ikke har tilført fordelaktige egenskaper til materialet med tanke på kvalitetsparameteren hardhet.

Økt hardhet under kjølelagring, har som nevnt tidligere blant annet blitt relatert til uttørring, emulsjonsdestabilisering ([Fernández-López, Sayas-Barberá et al. 2004](#)), oksidativ ødeleggelse av proteiner, ([Estévez, Ventanas et al. 2006](#)) ([Karel, Schaich et al. 1975](#)) ([Estévez, Kylli et al. 2008](#)) og polymerisering av lipider og proteiner ([Estévez, Ventanas et al. 2006](#)). Studien av [Estévez, Ventanas et al. \(2006\)](#) viste også at tilsetning av antitoksidanter i produktet førte til langsommere utvikling av en hardere leverpostei. Uten videre analyser, kan ikke en fullstendig forklaring gis for den økte hardheten i leverposteien. Trolig er prosessen kompleks, fordi hardheten øker i alle prøvene. Oksidasjon og uttørring av produktet, kan muligens forklare at hardheten økte mest for prøver som var lagret i det tynneste materialet og de to som ikke inneholdt et EVOH-sjikt.

5. 3. 2 YTTERLIGERE TEKSTURPARAMETRE

For å få mer informasjon om leverposteien sin teksturkarakteristikk, ble det valgt å utføre en såkalt to-bitstest på et utvalg prøver etter 100 dager lagring. Det ble kun påvist signifikante forskjeller i parameterne *chewiness*, *gumminess* og *recilience* mellom prøver fra disse målingene.

Leverposteien emballert i dagens materiale hadde signifikant lavere verdier av *gumminess* enn de andre prøvene. Leverposteien emballert i biomaterialet hadde motsatt signifikant høyere verdier av *gumminess* enn de andre prøvene. Fordi *gumminess* er definert som et produkt av hardhet * *cohesiveness*, vil parameteren være påvirket av begge disse to variablene. I studien av ([Estévez, Ventanas et al. 2005](#)) ble det funnet at verdiene av *gumminess* økte for wienerpølser under kjølelagring. Resultatene fra studien kan sammenlignes med de fra denne oppgaven, fordi både wienerpølser og leverpostei har en emulsjonslignende tekstur med forholdsvis lik kjemisk innhold. I den samme studien, ble det også påvist signifikant korrelasjon mellom karbonylforbindelser fra proteinoksidasjon og *gumminess*. Dette, kan i utgangspunktet ikke forklare resultatene i denne oppgaven uten videre uttesting av oksidasjonsprodukter i prøvene. De kan likevel gi en mulig forklaring i forskjellene som ble påvist mellom prøvene. Det er mulig at høyere verdier av *gumminess* i prøvene lagret i biomaterialet skyltes høyere innhold av karbonylforbindelser. Og på samme måte, at lavere verdier i leverposteien lagret i dagens beger, skyltes et lavere innhold av karbonylforbindelser i leverposteien. Dersom denne forklaringen sees i sammenheng med de målte resultatene gjort på emballasjematerialene, kan det gi mening. Biomaterialet var det klart tynneste materialet, der oksyngjennomgangen ble målt til å være høyest. Dagens benyttede materiale var til sammenligning det tykkeste materialet ved to av de tre punktene på begeret som ble målt.

Resultatene i

Tabell 7 viser at leverpostei emballert i biomaterialet, har signifikant høyere verdier av *chewiness* sammenlignet med leverpostei emballert i dagens beger. *Chewiness* er et produkt av *gumminess* * *springiness* (som igjen er lik hardhet * *cohesiveness* * *springiness*). Parameteren *chewiness* er altså påvirket av enhver endring i en av disse parameterne i leverposteien. ([Lorenzo, Pateiro et al. 2014](#)) undersøkte endringer i ulike teksturparametere under kjølelagring av leverpostei med ulikt fettinnhold. Resultatene fra studien viste at i tillegg til hardhet, så økte også parameteren *chewiness* under lagring, dette uavhengig av fettinnhold. Som nevnt tidligere, har endringer i tekstur blitt relatert til oksidativ påvirkning. At leverposteien emballert i

biomaterialet hadde høyest verdier av *chewiness*, kan derfor tyde på at en dårligere oksygenbarriere og tynnere materiale, fører til raskere endring i parameteren.

Leverposteiens *recilience* var signifikant høyere i prøver lagret i dagens brukte materiale sammenlignet med prøver lagret i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP. *Resilience* kan beskrives som et mål på prøvens elastiske gjenoppretning etter deformasjon. *Resilience*-verdiene var svært lave, men tyder altså på at prøver lagret i dagens benyttede materiale hadde større evne til å gjenopprette seg etter deformasjon, enn prøver lagret i biomaterialet. ([Acton and Dick 1984](#)) mente at den karakteristiske teksturen til prosesserte kjøttprodukter i stor grad var bestemt av egenskapene til proteinmassen og dens spesifikke interaksjon med den kontinuerlige vannfasen og den dispergerte fettfasen. Det er også kjent at leverpostei er et svært temperatursensitivt produkt. Oppholdstiden i romtemperatur ved utføring av analysene vil blant annet ha hatt stor innvirkning på teksturresultatene. Med så få prøver testet, er det derfor stor usikkerhet i resultatene og vanskelig å vite om de representerer et virkelighetsbilde av teksturen til leverposteien etter 100 dager lagring. For parameterne hvor det ikke ble funnet signifikante forskjeller, velges det derfor å ikke diskutere resultatene ytterligere. Flere analyser gjennom lagringsforsøket ville også gitt et bedre bilde på leverposteien sin teksturkarakteristikk og emballasjematerialenes rolle i utviklingen av hver enkelt teksturparameterne.

5. 3. 3 REOLOGISKE EGENSKAPER - OSCILLASJONSTEST

Leverposteiens viskoelastiske atferd ble bestemt ved bruk av oscillasjonstest. Det var grunn til å tro at de reologiske parameterne kunne gi en indikasjon på egenskapene til leverposteiens proteinmatriks. Hensikten med å benytte ferske prøver fra en annen produksjonsbatch i testen, var å få et sammenligningsgrunnlag til videre diskusjon av resultatene. Det var forventet at disse prøvene i større grad ville representere de viskoelastiske egenskapene til en ”typisk fersk” prøve, enn prøver som var lagret i 100 og 125 dager.

Det ble valgt å se nærmere på prøvenes tøyning (Γ), elastisitetsmodul (G') og skjærspenning (τ) ved skjæringspunktet mellom G' og G'' , der G' og G'' representerer den elastiske og viskøse karakteren til prøven. At lagringsmodulen for alle prøvene var større enn tapsmodulen ($G' > G''$), vist i Figur , tyder på at leverposteien oppfører seg mer som et viskoelastisk fast stoff enn en viskoelastisk væske.

Alle de tre reologiske variablene var høyere for ferske prøver sammenlignet med prøver lagret i 125 dager i dagens materiale. Tendensen i at verdiene var lavere ved økt lagringstid, gjaldt for flere av de målte prøvene. Det er likevel vanskelig å si noe sikkert om forskjellene mellom prøvene lagret i de ulike emballasjematerialene, fordi det er liten sammenheng i resultatene gjort etter 100 dager lagringstid og etter 125. Det var også bare prøver fra tre av materialene som ble målt ved begge uttakene.

Tøyningen (Γ) angir hvor mye prøven kan strekkes før den går over fra fast til flytende form. Tøyningen sier altså noe om strukturstyrken til leverpostei prøvene og hvor den interne strukturen brytes. Resultatene i Tabell 8, kan derfor indikerer at en ”typisk fersk” leverpostei kan strekkes i større grad enn en som har vært lagret lenger. Dette gjelder altså alle prøvene bortsett fra leverposteien emballert i materialet bestående av PP/ EVOH/ PP, hvor tøyningen går opp fra 100 til 125 dager lagring. Resultatene viser ingen trend til at det er forskjell i tøyning mellom prøver emballert i de forskjellige materialene ved de to analysetidspunktene.

Skjærspenningen (τ) i punktet hvor G' og G'' krysser, angir hvilken skjærkraft som må til for å nå dette punktet hvor prøven går fra å være i fast til flytende form. Fra resultatene kan det antydes en tendens til at skjærspenningen går ned fra de ferskere prøvene til de lagret lenger. Også her viser leverposteien emballert i PP/ EVOH/ PP motsatt tendens. Skjærkraften kan til dels relateres til leverposteiens smørbarhet som ble undersøkt i den sensoriske delen av

oppgaven. Etter 100 dager lagringstid ble leverposteien emballert i biomaterialet og materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP bedømt til å være signifikant mindre smørbar enn prøver emballert i de tre andre materialene. Resultatet fra den sensoriske delen av oppgaven, samsvarer dermed ikke helt med resultatene fra den reologiske testen. Å måle teksturen i fettrike produkter som leverpostei er, som nevnt tidligere, en utfordring på grunn av temperatursensitiviteten. Det er derfor også en utfordring å sammenligne resultatene fra den reologiske testen med resultatene fra den sensoriske delen av oppgaven. Under den reologiske testen var temperaturen innstilt på 4°C gjennom hele testen. I den sensoriske delen av oppgaven, var prøvenes oppholdstid i romtemperatur i stor grad avhengig av paneldeltakernes hastighet på bedømmelsen. Dette kan være en mulig forklaring på at den sensoriske attributten smørbarhet, ikke fullstendig korrelerer med den reologiske variabelen.

Verdien på elastisitetensmodulen (G') fra analysen, er et mål på deformasjonsenergien som er lagret i prøvene under en skjærprosess og representerer elastisiteten til materialet. Ut ifra resultatene kan virke som om elastisiteten går ned i løpet av lagringsperioden. Kun prøver emballert i (PP + CaCO₃)/ PP har høyere verdier av G' etter 125 dager enn etter 100 dager. Det er også for denne variabelen, vanskelig å si noe om forskjellene mellom prøver emballert i de ulike materialene. Det er helt klart en gjennomgående utfordring at resultatene baserer seg på svært få prøver. Det er stor usikkerhet i resultatene og det kan være vanskelig å si om resultatene representerer den faktiske virkeligheten av leverposteiens tekstur og reologiske egenskaper eller om det er tilfeldigheter.

5.4 VANNTAP

Figur viser det målte vanninnholdet i leverposteien etter 1, 40, 75, 100 og 125 dager lagring. I henhold til ANOVA (vedlegg 3) var det signifikant effekt ($P < 0,05$) av både emballasjemateriale og lagringstid. Vanninnholdet var lavere ved slutten av lagringsperioden enn ved start, for leverpostei prøver lagret i dagens benyttede materiale og materialene bestående av PP/ EVOH/ PP og (PP + CaCO₃)/ PP. Alle prøvene fra disse materialene hadde likevel lavere innhold av vann etter både 40 og 75 dager enn etter 125 dager lagring. I de andre prøvene var vanninnholdet målt til å være høyere ved slutten av lagringsperioden, enn ved start. Dette er uventede resultater som det kan være vanskelig å gi en god forklaring på. Feilberegninger eller unøyaktigheter kan være mulige årsaker til at vanninnholdet har blitt målt høyere mot slutten av lagringsperioden.

Næringsmidler med lavt vanninnhold kan ha en tendens til å ta opp vann fra atmosfæren. Men siden leverpostei er et næringsmiddel med forholdsvis høyt vanninnhold, er det heller forventet at produktet vil miste vann til atmosfæren under lagring. Tap av vann vil kunne resultere i vekttap og forringelse av utseende og tekstur. Emballasjematerialer med lav permeabilitet til vanddamp og som er godt forseglet vil derfor forhindre minst mulig kvalitetsforringelse av produktet. Alle materialene undersøkt i denne oppgaven ser dermed ut til å være tilstrekkelig til emballering av leverposteien med tanke på vanntap i 125 dager ved 4°C.

Tap av vann har tidligere kunnet forklare en økning i hardhet i lignende produkter under kjølelagring. I denne oppgaven ble det observert økt hardhet i leverposteien både under den sensoriske delen av oppgaven og ved de instrumentelle målingene. Leverposteien emballert i biomaterialet viste spesielt en klar økning i hardhet. Økningen i hardhet kan altså ikke forklares ut i fra vanntap for noen av prøvene i denne oppgaven. Resultatene er i overensstemmelse med både ([Lorenzo, Pateiro et al. 2014](#)) og ([Estévez, Ventanas et al. 2005](#)) sine resultater på lignende kjølelagrede produkter. I studiene ble det påvist økt hardhet i leverpostei under kjølelagring, men ingen endring i den kjemiske komposisjonen av prøvene. Den økte hardheten ble da heller relatert til oksidativ ødeleggelse av proteiner som kunne ha hatt innflytelse på proteinløseligheten og dermed ført til kompleksdannelse på grunn av kryssbindinger. Studien av ([Estévez, Ventanas et al. 2005](#)) viste blant annet positiv sammenheng mellom karbonylinnhold (oksidasjonsprodukt) og hardhet, som kunne understøtte hypotesen.

5.5 FARGEFORANDRINGER

Det var forventet å observere fargeforandringer i leverposteien under kjølelagringen. Hensikten med å undersøke fargen på utsiden av prøvene, var å i større grad kunne relatere endringen i farge til emballasjemateriale. Det er likevel fargen på overflaten av produktet som til enhver tid vil være synlig for forbruker og dermed være avgjørende for forbrukeraksept. Det ble derfor valgt å se nærmere på fargeendringer på overflaten også.

L*-verdiene forteller om lysheten til leverposteien. Resultatene i Tabell 9 og Tabell 10 viser at alle L*-verdiene er på sitt laveste etter 40 eller 75 dager lagring, før de går noe opp igjen utover i lagringsperioden. Det ble registrert lavere L*-verdier på overflaten enn på utsiden av prøvene, ved hvert tidspunkt for alle materialene. Dette betyr at fargen på utsiden av prøvene var lysere enn overflaten. De instrumentelle målingene gjort på utsiden av prøvene viste at leverposteien emballert i materialet bestående av PP/ EVOH/ PP var signifikant lysere etter 40 dager, enn leverposteien emballert i dagens brukte materiale og materiale bestående av (PP + CaCO₃)/ PP. Etter 75 dager var leverposteien emballert i biomaterialet blitt signifikant mørkere enn leverposteien emballert i dagens brukte beger og begeret bestående av PP/ EVOH/ PP. Videre i lagringsperioden ble det ikke funnet signifikante forskjeller mellom materialene når det kom til lyshet.

For målingene gjort på overflaten av prøvene, ble det allerede ved første måling funnet signifikante forskjeller i lyshet mellom materialene. Signifikante forskjeller i de to andre fargeparameterne ble også registrert på dette tidspunktet mellom prøvene målt på overflaten av leverposteien. Dette var et overraskende resultat, i og med at målingene ble gjort dagen etter at samme farse av leverpostei ble pakket i de ulike materialene. Resultatet kan dermed muligens si noe om den naturlige variasjonen som kan forventes å være i leverposteien eller ved slike målinger. Lysheten (L*-verdien) var signifikant høyere i leverposteien emballert i dagens beger og begeret bestående av PP/ EVOH/ PP sammenlignet med leverposteien emballert i (PP + CaCO₃)/ PP fra 40 dager og ut i lagringsperioden. Leverposteien i disse to materialene var også lysere enn leverposteien lagret i biomateriale og (PP + CaCO₃)/ EVOH/ PP gjennom hele lagringsperioden. [Lorenzo, Pateiro et al. \(2014\)](#) observert også at lysheten på den studerte leverposteien, gikk ned i løpet av lagringsperioden. ([Estévez and Cava 2004](#)) observert det motsatte i sin studie på leverpostei, der lysheten til prøvene signifikant økte underkjølelagring. I studien ble det antydnet at endringen i farge likevel ikke direkte skyltes oksidative prosesser, nemlig fordi endringen ikke gjaldt prøvene som var tilsatt antioksidanter.

Rødheten (a^* -verdiene) til leverposteiene gikk også ned i løpet av lagringsperioden. Ved de instrumentelle målingene gjort på utsiden av prøvene, gikk spesielt rødheten på leverposteiene emballert i biomaterialet ned. Leverposteiene emballert i (PP + CaCO₃)/ PP gikk også forholdsvis mye ned i rødhet i løpet av lagringsperioden. Leverposteiene emballert i dagens beger og materialet bestående av PP/ EVOH/ PP, gikk minst ned. Det kan derfor antas at det har vært en effekt av EVOH-sjiktet, fordi materialene som inneholdt et slikt lag har hatt minst nedgang i rødhet. Nedgangen i rødhet i løpet av lagringsperioden er i overensstemmelse med resultatene fra studien utført av ([Lorenzo, Pateiro et al. 2014](#)). I følge studien, skyltes også den fremtredende mørke fargen som ble utviklet på leverposteiene under kjølelagringen, en høyere rødhet (a^* -verdi) og en lavere lyshet (L^* -verdi). Dette er noe som ikke nødvendigvis samsvarer helt med observasjonene gjort i denne oppgaven. Det ble registrert mørkere områder på utsiden av leverposteiene prøvene som var emballert i biomateriale og i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP allerede etter 40 dager. Dette var riktignok de prøvene som hadde lavest verdier av lyshet, men også de prøvene med størst nedgang i rødhet utover i lagringsperioden. I den sensoriske delen av oppgaven var det også leverposteiene emballert i biomaterialet og materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP, som skilte seg klart ut med en mer grå farge ut mot kanten.

Rødheten på overflaten av leverposteiene gikk mye ned fra første måling til målingen gjort etter 40 dager lagring. Etter 40 dager lagring var det verken tendens til at rødheten gikk opp eller ned. Det ble funnet signifikante forskjeller mellom prøvene emballert i de ulike emballasjematerialene, der leverposteiene emballert i dagens materiale og materiale av PP/ EVOH/ PP hadde noe høyere rødhetsverdier. Dette kan relateres til materialenes oksyngjennomgang og effekten av EVOH-sjiktet.

Gulheten (b^* -verdien) til leverposteiene gikk også ned i løpet av kjølelagringsperioden. Den største endringen var også her fra 1 til 40 dager lagring. For målingene av gulhet på utsiden av prøvene var endringen størst for leverposteiene lagret i materialene bestående av PP/ EVOH/ PP (deriblant dagens brukte beger). Målingen viste en kontinuerlig nedgang i fargeparameteren. For de andre prøvene var ikke nedgangen kontinuerlig med lavest b^* -verdi mot slutten av lagringsperioden. De instrumentelle målingene gjort på overflaten av b^* -verdi, viste ingen klar trend til forskjell mellom emballasjematerialene, til tross for at det ble funnet signifikante forskjeller. Resultatet samsvarer godt med ([Estévez, Ventanas et al. 2006](#)) sine resultater av gulhet, hvor b^* -verdiene ikke viste en definert trend, men variert med og gå både opp og ned i løpet av lagringsperioden for leverposteiene. Prøvene emballert i materialet bestående av PP/

EVOH/ PP hadde av de høyeste b^* -verdiene ved hvert måletidspunkt. Dette er i kontrast til de målte resultatene gjort på utsiden av de samme prøvene. Resultatene over b^* -verdier i studien av ([Lorenzo, Pateiro et al. 2014](#)) viste at gulheten økte under hele lagringsperioden og hadde høyest verdi ved slutten av lagringen. Resultatene for denne fargeparameteren samsvarer derfor ikke med resultatene funnet i denne oppgaven.

Den totale fargeforskjell (ΔE) mellom prøver lagret i 1 dag og prøver lagret i 125 dager viste at det var forskjell mellom målingene gjort på overflaten og utsiden av prøvene. Den totale fargeforskjellen på utsiden av prøvene, viste at leverposteien lagret i biomaterialet endret seg mest i løpet av lagringsperioden. Den totale fargeforandringen var minst i leverpsoteien lagret i dagens beger, etterfulgt at leverposteien lagret i materialet av PP/ EVOH/ PP. Flere studier har forklart fargeforandringer under kjølelagring av varmebehandlede kjøttprodukter med oksidativ nedbrytning av pigmenter og lipidoksidasjon. I likhet med flere av de andre kvalitetsparametrene, er det vanskelig å si hva fargeforandringene skyldes, uten videre undersøkelser. Likevel samsvarer resultatene fra målingene gjort på tykkelse og oksyngjennomgang i materialene godt, dersom oksidasjon har vært årsaken til fargeforandringen på leverposteien.

På overflaten var den totale fargeforandringen størst i leverposteien lagret i materialet bestående av (PP + CaCO_3)/ PP og minst i dagens benyttede beger. Overfilmen var lik for alle materialene og det kan derfor være vanskelig å anta effekten av emballasjemateriale på fargen på overflaten.

5.6 MIKROBIOLOGISK KVALITET

Hensikten med de mikrobiologiske analysene var å undersøke tilstedeværelse og vekst av uønskede mikroorganismer i produktet. I oppgaven var det hensiktsmessig å undersøke tilstedeværelsen av mugg og gjær, *C. perfringens*, *B.cereus* i tillegg til det totale antallet av bakterier ved hver uttaksdato. Dette er bakterier som kan forekomme i et slikt produkt som leverpostei og som derfor kan virke forringende på produktkvaliteten.

Den mikrobielle kvaliteten i leverposteien var forventet å være god gjennom hele lagringsperioden på grunn av den forholdsvis høye varmebehandlingen under produksjonen av produktet ([Tortora, Funke et al. 2010](#)). Resultatene i denne oppgaven bekrefter dermed at varmebehandlingen har vært tilstrekkelig, fordi det ikke ble påvist mye vekst i leverpostei prøvene emballert i noen av emballasjematerialene. Det var svært tilfeldig hvor det ble påvist vekst, og det så ikke ut til å være relatert til emballasjemateriale. I de få prøvene hvor det ble påvist vekst, kan veksten trolig skyldes en ikke tilstrekkelig forseglet overfilm på begeret, mikroporer tilstede, eller forurensning under utarbeidelse av prøvestoff. I den sammenhengen, kunne det vært forventet at biomaterialet, som består av HDPE i innerste lag som sveises med overfilmen, hadde hatt flere mikroporer, eller ikke tilstrekkelig forseglet overfilm. Noen indikasjon på dette gir altså ikke resultatene. Det er ingen tendens til at et eller flere beger har hatt større mikrobiologisk vekst enn andre.

Det ble verken funnet vekst av *C. perfringens* eller *B. cereus* i leverposteien. Sporer fra disse bakteriene kan overleve varmebehandlingen, men det er sjeldent. Det ble påvist vekst av mugg og gjær etter 75 dager, i én prøve fra emballasjematerialene (PP + CaCO₃)/ PP og (PP+CaCO₃)/ EVOH/ PP. Ved samme uttak, ble det også påvist vekst av mugg og gjær i én prøve emballert i (PP+CaCO₃)/ EVOH/ PP og (PP + CaCO₃)/ PP. Det var den samme prøven som ga opphav til vekst, og det er dermed trolig at en forurensning har skjedd under utsåing av prøvene eller at begeret ikke har vært tilstrekkelig tett. Det ble også påvist vekst i en av skålene med blodagar inokulert under aerobe forhold. Prøvematerialet var fra samme prøve hvor det ble påvist vekst av totalantall bakterier fra materialet (PP+CaCO₃)/ EVOH/ PP etter 100 dager lagring. Fordi koloniene påvist i disse skålene ikke hadde typiske *B. cereus* hemolytiske ringer rundt seg, er de ikke lagt inn i resultattabellen. Fordi blodagar er et rikt medium hvor det fleste bakterier kan vokse, kan det være de samme bakteriene som ble påvist i PCA-skålene som ble påvist her.

6. KONKLUSJON

Hensikten med oppgaven var å undersøke effekten av de fem ulike emballasjematerialene på kvaliteten til leverposteien under kjølelagring ved 4°C. Analyser av sensoriske egenskaper, tekstur- og reologiske egenskaper, fargeforandringer, vanntap og mikrobiologisk vekst har gitt en indikasjon på de ulike materialenes egnethet som emballering til Stabburet sin ”fersk leverpostei”.

- Biomaterialet viste seg å være minst egnet til emballering av leverposteien for de fleste målte kvalitetsparameterne. Dette kan skyldes både begerets tykkelse og oksygenbarriereegenskaper. Kvalitetsutviklingen til leverposteien emballert i materialet bestående av (PP + CaCO₃)/ PP, er heller ikke like bra som dagens brukte materiale og de to andre som inneholder et EVOH-sjikt.
- Det er tydelig at EVOH-sjiktet er viktig for flere av kvalitetsparameterne.
- Det ble påvist signifikante forskjeller ved de instrumentelle målingene mellom prøver lagret i de tre materialene som inneholder et EVOH-sjikt ved flere tidspunkt. Kvalitetsutviklingen til leverposteien lagret i dagens benyttede materiale var bedre enn de to andre materialene, for flere av de instrumentelle målingene.
- Det ble ikke påvist signifikante forskjeller mellom prøvene emballert i materialene med et EVOH-sjikt i den sensoriske delen av oppgaven. Det er dermed grunn til å tro at forskjellen som ble påvist instrumentelt, ikke nødvendigvis vil ha påvirkning for forbrukeraksepten.
- Den mikrobiologiske kvaliteten og vanninnholdet i leverposteien var opprettholdt gjennom hele lagringsperioden. Emballasjemateriale var dermed ikke viktig for disse kvalitetsparameterne.
- For de ytterligere tekstur og reologiske parameterne bør en konklusjon basere seg på flere observasjoner.

Emballasjematerialene bestående av (PP + CaCO₃)/ EVOH/ PP og PP/ EVOH/ PP beviste å være gode konkurrenter til dagens benyttede beger for leverposteien. Fordi dagens benyttede beger ble målt til å være tykkere enn de to andre begrene og baserer seg kun på fossile råvarer, kan materialbruk og miljø være argumenter for å bytte emballasjemateriale på Stabburet sin ”fersk leverpostei”.

REFERANSER

Emulgator: emulgeringsmiddel (2009). Hentet 12.april, 2016, fra; <https://snl.no/emulgator%2Femulgeringsmiddel>.

Plastic Europe. Plastics - the Facts 2010. An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2009 (2010). Hentet 2. februar 2016 fra; <http://www.plasticseurope.org/Document/the-unknown-life-of-plastics---january-2016.aspx>

Acton, J. and R. Dick (1984). Protein-protein interaction in processed meats. Reciprocal Meat Conference Proceedings. Department of Food Science, Clemson University, Clemson.

Akelah, A. (2013). "Polymers in Food Packaging and Protection." 293-347.

Alderton, A. L., C. Faustman, D. C. Liebler, and D. W. Hill (2003). "Induction of redox instability of bovine myoglobin by adduction with 4-hydroxy-2-nonenal. ." Biochemistry 42:4398–4405.

Blystad, H. (2015). Clostridium perfringens matforgiftning-veileder for helsepersonell. Oppslagsverk for helsepersonell, Folkehelseinstituttet.

Bøvre, K. and T. Tønjum (2015). Aerob, Det Store medisinske leksikon. Hentet 5. februar 2016 fra; <https://sml.snl.no/aerob>

CEN (2000). EN 13432, Packaging - Requirements for Packaging Recoverable Through Composting and Biodegradation - Test Scheme and Evaluation Criteria for the Final Acceptance of Packaging.

Cornforth, D. (1994). Color — its basis and importance. Quality Attributes and their Measurement in Meat, Poultry and Fish Products. A. M. Pearson and T. R. Dutson. Boston, MA, Springer US: 34-78.

Coultate, T. (2002). Food - The Chemistry of its Components, Fourth Edition. Cambridge, UK, The Royal Society of Chemistry

Dajnowiec, F. and L. Zander (2009). "Application of vane impeller for assessment of rheological properties of poultry liver pate." Acta Agrophysica 13(1): 29-38.

Estévez, M. and R. Cava (2004). "Lipid and protein oxidation, release of iron from heme molecule and colour deterioration during refrigerated storage of liver pâté." Meat Science 68(4): 551-558.

Estévez, M., P. Kylli, E. Puolanne, R. Kivikari and M. Heinonen (2008). "Fluorescence spectroscopy as a novel approach for the assessment of myofibrillar protein oxidation in oil-in-water emulsions." Meat Science 80(4): 1290-1296.

Estévez, M., S. Ventanas and R. Cava (2005). "Protein Oxidation in Frankfurters with Increasing Levels of Added Rosemary Essential Oil: Effect on Color and Texture Deterioration." Journal of Food Science 70(7): c427-c432.

Estévez, M., S. Ventanas and R. Cava (2006). "Effect of natural and synthetic antioxidants on protein oxidation and colour and texture changes in refrigerated stored porcine liver pâté." Meat Science **74**(2): 396-403.

Fernández-López, J., E. Sayas-Barberá, E. Sendra and J. A. Pérez-Alvarez (2004). "Quality Characteristics of Ostrich Liver Pâté." Journal of Food Science **69**(2): snq85-smq91.

Frankel, E. N. (2014). Lipid oxidation, Elsevier. Amsterdam, The Netherlands.

Ghasemzadeh-Barvarz, M., D. Rodrigue and C. Duchesne (2014). "Multivariate image analysis for inspection of multilayer films." Polymer Testing **40**: 196-206.

Granum, P. E. (2007). Matforgitning; Næringsmiddelbårne infeksjoner og intoksikasjoner Norway, HøyskoleForlaget.

Henriksen, S. D., K. Bøvre and K. Høiland (2015). Bakterier, Stor norske leksikon. Hentet 15. februar 2016 fra; <https://snl.no/bakterier>

ISO:13299 (2003). Sensory analysis. Methodology. General Guidance for establishing a sensory profile, European committee for standardization.

James F. Steffe, P. D., P.E. (1996). Rheological Methods in Food Process Engineering, Second Edition. USA, Freeman Press.

Karel, M., K. Schaich and R. B. Roy (1975). "Interaction of peroxidizing methyl linoleate with some proteins and amino acids." Journal of Agricultural and Food Chemistry **23**(2): 159-163.

Kerry, J. P. (2012). Advances in Meat, Poultry and Seafood Packaging, Elsevier Science.

Lawless, H. T. and H. Heymann (2010). Sensory Evaluation of Food; Principles and Practices. Second Edition. USA, Springer.

Lorenzo, J. M., M. Pateiro, M. C. G. Fontán and J. Carballo (2014). "Effect of fat content on physical, microbial, lipid and protein changes during chill storage of foal liver pâté." Food Chemistry **155**: 57-63.

Maier, C. and T. Calafut (1998). Polypropylene: The Definitive User's Guide and Databook, Elsevier Science. Norwich, NY: Plastics Design Library.

Marsh, K. and B. Bugusu (2007). "Food Packaging—Roles, Materials, and Environmental Issues." Journal of Food Science **72**(3): R39-R55.

McClements, D. J. (2015). Food Emulsions: Principles, Practices, and Techniques, Third Edition, CRC Press.

Meilgaard, M. C., B. T. Carr and G. V. Civille (2006). Sensory Evaluation Techniques, Fourth Edition, Taylor & Francis.

Mezger, T. G. (2006). The Rheology Handbook: For Users of Rotational and Oscillatory Rheometers, Vincentz Network.

Mokwena, K. K. and J. Tang (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.

Opdal A. O. and Storm M. (2011). "Utslippsfri plast; Et prosjekt omkring mulighetene for klimagassreduksjoner i plastsektoren med fokus på bio-basert plast."

Ore, S. and A. Stori. (2009). Plast. I Store norske leksikon. Hentet 29. februar 2016 fra; <https://snl.no/plast>.

Ore, S. and A. Stori (2009). Polymerer. I Store norske leksikon. Hentet 29. februar 2016 fra; <https://snl.no/polymerer>

Robertson, G. L. (2012). Food Packaging: Principles and Practice, Third Edition, CRC Press.

Steffensen, I.-L. (2016). "10. Stoffer i matemballasje." Kapittel i Kunnskapsbasen Miljø og helse. Hentet 10. mai, 2016 fra; http://www.fhi.no/eway/default.aspx?pid=239&trg=Content_6493&Main_6157=6287:0:25,5497&MainContent_6287=6493:0:25,8947&Content_6493=6441:112534::0:6446:7::0:0

Tortora, G. J., B. R. Funke and C. L. Case (2010). Microbiology- an introduction. San Francisco, USA, Pearson Education, Ink.

Waraho, T., D. J. McClements and E. A. Decker (2011). "Mechanisms of lipid oxidation in food dispersions." Trends in Food Science & Technology **22**(1): 3-13.

Farge

Farge mot kant: fra rosa → gråbrun

- Vurder fargen ut mot kanten. Se bort i fra den grå bunnen.

Lukt

Lukt av leverpostei: fra frisk leverpostei → gammel leverpostei

- Fersk lever har en frisk lukt. Gammel leverpostei kan forbindes med maling, emmen og kanskje noe sur lukt.

Konsistens

Fasthet: lite → veldig

- Bruk kniven og skjær av en bit. Utfør på så lik måte som mulig for alle prøvene.

Smak

Leverpostei: frisk → gammel

- Smak på utside av prøven.

Lever smak: lite → mye

- Lever kan smake litt metallisk.

Syrlig smak: lite → mye

Plast-/kjemismak: ingen → mye

- Smak i ytterkanten av prøven. Smak av gammel drikkeflaske. Ikke bland plast-/kjemismak med leversmak som kan være litt metallaktig.

Total ettersmak: lite → mye

- Intensiteten på ettersmaken, ca. 20 sekunder etter at prøven er spyttet ut. Dette har ikke noe med om det er god eller ikke god smak.

Konsistens

Smørbarhet: lite → mye

- Ta en bit av posteien og smør den utover i ett drag. Vurder smørbarheten fra lite til mye smørbar.

Tabell 1: Gjennomsnittsverdier for de sensoriske egenskapene med signifikante forskjeller (A-C) mellom emballasjematerialene.

Uttak	Sensorisk egenskap	Emballasjematerialer				
		Bio-HDPE	PP + CaCO ₃	Ref: PP/EVOH/PP	PP/EVOH/PP	PP+CaCO ₃ / EVOH
1	Farge	2,24 ^A	2,00 ^A	1,97 ^A	1,83 ^A	1,81 ^A
	Lukt leverpostei	2,16 ^A	2,33 ^A	2,24 ^A	2,20 ^A	2,08 ^A
	Fasthet	2,42 ^A	2,94 ^A	2,85 ^A	2,65 ^A	2,54 ^A
	Smak leverpostei	2,85 ^A	2,14 ^A	2,42 ^A	2,34 ^A	2,13 ^A
	Smak lever	3,44 ^A	3,40 ^A	3,26 ^A	3,58 ^A	3,27 ^A
	Syrlig smak	2,20 ^A	2,23 ^A	2,07 ^A	2,27 ^A	2,36 ^A
	Smak plast/kjemi	2,32 ^A	1,89 ^A	1,87 ^A	2,08 ^A	1,86 ^A
	Ettersmak	3,55 ^A	3,71 ^A	3,60 ^A	3,83 ^A	3,94 ^A
2	Farge	4,37 ^A	2,20 ^B	1,98 ^B	1,76 ^B	2,16 ^B
	Lukt leverpostei	4,11 ^A	2,74 ^B	2,46 ^B	1,90 ^B	1,96 ^B
	Fasthet	3,74 ^A	3,51 ^{AB}	3,02 ^{AB}	2,40 ^B	3,16 ^{AB}
	Smak leverpostei	5,41 ^A	3,17 ^B	2,49 ^B	2,31 ^B	2,64 ^B
	Smak lever	4,34 ^A	3,26 ^{AB}	3,50 ^{AB}	2,94 ^B	3,60 ^{AB}
	Syrlig smak	2,52 ^A	2,41 ^A	2,08 ^A	2,44 ^A	2,41 ^A
	Smak plast/kjemi	3,12 ^A	1,81 ^B	1,88 ^B	1,70 ^B	1,80 ^B
	Ettersmak	5,43 ^A	4,03 ^B	4,03 ^B	4,10 ^B	4,71 ^{AB}
3	Farge	7,50 ^A	4,40 ^B	1,86 ^C	2,62 ^{BC}	3,14 ^{BC}
	Lukt leverpostei	6,19 ^A	3,90 ^B	2,02 ^B	2,80 ^B	2,32 ^B
	Fasthet	5,40 ^A	4,52 ^A	3,32 ^A	3,42 ^A	3,64 ^A
	Smak leverpostei	7,17 ^A	6,30 ^A	2,71 ^{BC}	2,78 ^{BC}	2,52 ^C
	Smak lever	4,34 ^A	4,8 ^A	3,5 ^A	3,74 ^A	3,52 ^A
	Syrlig smak	3,85 ^A	3,90 ^A	3,06 ^A	2,70 ^A	2,38 ^A
	Smak plast/kjemi	4,30 ^A	3,40 ^A	2,28 ^A	1,90 ^A	1,82 ^A
	Ettersmak	5,85 ^A	4,70 ^{AB}	4,60 ^{AB}	3,50 ^B	4,16 ^{AB}
4	Farge	7,48 ^A	3,36 ^B	1,97 ^C	1,59 ^C	1,63 ^C
	Lukt leverpostei	5,15 ^A	3,39 ^B	2,32 ^{BC}	1,76 ^C	1,80 ^C
	Fasthet	4,72 ^A	3,55 ^{AB}	3,42 ^B	3,14 ^B	2,64 ^B
	Smak leverpostei	6,81 ^A	4,04 ^B	3,01 ^B	2,09 ^C	2,23 ^C
	Smak lever	3,08 ^A	4,36 ^A	4,07 ^A	4,30 ^A	3,96 ^A
	Syrlig smak	2,82 ^A	2,22 ^A	1,91 ^A	1,66 ^A	1,89 ^A
	Smak plast/kjemi	3,77 ^A	2,07 ^{AB}	2,21 ^{AB}	1,57 ^B	1,96 ^{AB}
	Ettersmak	5,21 ^A	4,70 ^A	4,40 ^A	4,63 ^A	4,57 ^A
5	Farge	7,54 ^A	5,28 ^B	1,78 ^C	1,65 ^C	2,28 ^C
	Lukt leverpostei	6,10 ^A	5,04 ^A	2,08 ^B	2,21 ^B	2,23 ^B
	Fasthet	5,10 ^A	5,50 ^A	4,05 ^A	4,10 ^A	3,92 ^A
	Smak leverpostei	7,03 ^A	4,94 ^B	2,16 ^C	2,63 ^C	2,52 ^C
	Smak lever	3,70 ^A	4,10 ^A	3,48 ^A	3,35 ^A	3,18 ^A
	Syrlig smak	2,97 ^A	2,48 ^A	2,10 ^A	2,37 ^A	2,17 ^A
	Smak plast/kjemi	4,47 ^A	3,42 ^A	1,83 ^A	1,62 ^A	2,05 ^A
	Ettersmak	5,31 ^A	5,06 ^A	3,89 ^A	3,43 ^A	3,63 ^A

Tabell 2: Variansanalyse (ANOVA) over faktorene som ga signifikant effekt av materiale eller tid på de ulike responsene.

Variansanalyse		
Respons	Faktor	p-verdi < 0,5
Vanntap	Materiale	0,0230
	Tid	< 0,0001
	Materiale * tid	0,2390
G´	Tid	0,0313
Tau	Tid	0,1337
Gamma	Tid	0,4253
Hardhet	Tid	<0,0001
	Materiale	<0,0001
	Materiale * tid	<0,0001
Spenst	Materiale	0,186
Gummihet	Materiale	<0,0001
Elastisitet	Materiale	0,0134
Sammenhengbarhet	Materiale	0,3100
Tyggbarhet	Materiale	0,0377
L* (Kant)	Tid	<0,0001
	Materiale	0,0006
	Materiale * tid	<0,0001
A* (Kant)	Tid	<0,0001
	Materiale	<0,0001
	Materiale * tid	<0,0001
B* (Kant)	Tid	<0,0001
	Materiale	<0,0001
	Materiale * tid	<0,0001
L*(overside)	Tid	<0,0001
	Materiale	<0,0001
	Materiale * tid	<0,0001
A* (Overside)	Tid	<0,0001
	Materiale	0,0117
	Materiale * tid	<0,0001
B* (Overside)	Tid	<0,0001
	Materiale	<0,0001
	Materiale * tid	<0,0001
Oksyngjennomgang (ml/pkg. 24h)	Emballasjemateriale	0,0873
Oksyngjennomgang (ml/pkg. 24h med 10 ml vann)	Emballasjemateriale	<0,0001
Tykkelse på begrene	Bunn	<0,0001
	Nedre del kant	<0,0001
	Øvre del kant	<0,0001



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway