

Birk Krogstad Abelvik
Erlend Stangebye Madsen

Farge i kjøttdeig

Påvirkningsfaktorer og forbrukeroppfattelse

Masteroppgave i matvitenskap, teknologi og bærekraft
Veileder: Åse Strand og Lene Waldenstrøm
Juni 2023

Birk Krogstad Abelvik
Erlend Stangebye Madsen

Farge i kjøttdeig

Påvirkningsfaktorer og forbrukeroppfattelse

Masteroppgave i matvitenskap, teknologi og bærekraft
Veileder: Åse Strand og Lene Waldenstrøm
Juni 2023

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for naturvitenskap
Institutt for bioteknologi og matvitenskap



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Denne masteroppgaven undersøker hvordan fargevariasjoner i kjøttdeig oppstår, og forbrukernes oppfatninger knyttet til farge på kjøttdeig. Fire ulike produksjonsmetoder (1, 2, 3 og 4), som Nortura benytter seg av i sin kjøttdeigproduksjon, er beskrevet og fulgt for å undersøke fargestabilitet i ferdig produkt. En digital forbrukerundersøkelse med 219 deltakere er gjennomført for å få svar på hva forbrukerne synes er viktig når de handler kjøttdeig fra butikken. Oppgavens problemstilling er:

Hva er årsaken til uønsket misfarging av emballerte kjøttdeigprodukter i Norturas produksjon, og hvordan påvirker misfargingen forbrukeres oppfatning av kjøttdeigen?

For å kunne besvare denne problemstillingen ble det gjennomført målinger av CO₂-nivå, mengde restoksygen, pH og farge, samt utført sensoriske vurderinger av lukt og utseende for ulike pakker produsert etter produksjonsmetode 1-4. I tillegg ble det sett på fargeforandring etter tining for frysede pakker. På siste holdbarhetsdato ble det gjennomført et oksygeneksponeringsforsøk, hvor pakker ble målt for rødfarge etter å ha ligget åpent i luft i ulike tidsintervaller. Forbrukerundersøkelsen besto av demografiske spørsmål, samt spørsmål relatert til kjøttdeigfarge og andre faktorer som spiller inn på antatt holdbarhet og kjøpvillighet.

Resultatene ga ikke et tydelig svar på hva som forårsaker misfarging av emballerte kjøttdeigpakker. Det ble derimot sett flere signifikante forskjeller i parameterne mellom de ulike produksjonsmetodene, f.eks. ujevnt gassinhold i pakkene. Produksjonsmetode 1 som bruker 30 % fryst kjøtt som nedkjølingsmetode i kvernemaskinen ga svakere rødfarge sammenliknet med de andre produksjonsmetodene som brukte CO₂ eller N₂ som nedkjøling. Basert på resultatene og litteratur om emnet kan det virke som at frysing og tining øker dannelsen av metmyoglobin som forårsaker grå nyanser i kjøttdeigen. Forbrukerundersøkelsen viste at deltakerne heller kjøper rød kjøttdeig enn kjøttdeig med gråere fargetone, og at de også antar at holdbarheten er lengere jo rødere kjøttet er. Pris ble ansett som signifikant viktigere enn merke (brand), holdbarhet og farge når deltakerne ble spurt om å vekte disse fire faktorene. Fargen hadde likevel stor betydning for hvilke kjøttdeigpakker deltakerne ville ha prioritert å kjøpe til normalpris.

Samlet sett bidrar denne studien til å forstå faktorer som påvirker fargestabiliteten i pakket kjøttdeig og gir innsikt i forbrukeres oppfatninger knyttet til kjøttdeigfarge. Videre forskning er nødvendig for å finne de eksakte årsakene til misfarging og utvikle strategier for å redusere denne utfordringen i Norturas produksjonsprosesser.

Abstract

This master's thesis investigates the causes of undesired discoloration in packaged minced meat products in Nortura's production and how it affects consumer perception. Four different production methods (1, 2, 3 and 4) employed by Nortura in minced meat production were described and monitored to assess color stability in the final product. A digital consumer survey involving 219 participants was conducted to understand what consumers find important when purchasing minced meat from stores. The research question addressed in this thesis is:

What is the cause of unwanted discoloration in packaged minced meat products in Nortura's production, and how does the discoloration affect consumer perception of packaged minced meat products?

In the study, CO₂-levels, residual oxygen content, pH, and color were measured, and sensory evaluations of smell and appearance were conducted for different packages produced using production methods 1-4. Additionally, color changes after thawing were examined for frozen packages. On the final expiration date, an oxygen exposure experiment was conducted, where packages were measured for red color (a*-value) after being exposed to air over different time intervals. The consumer survey consisted of demographic questions and inquiries related to minced meat color, perceived shelf life, and purchase intent, among other factors.

The results did not provide a clear answer to what causes discoloration in packaged minced meat packages. However, several significant differences in parameters were observed between the different production methods, such as uneven gas content in the packages. Production method 1, which uses 30 % frozen meat as a cooling method in the grinder, resulted in weaker red color compared to the other production methods that used CO₂ or N₂ for cooling. Based on the results and literature on the subject, it appears that freezing and thawing increase the formation of metmyoglobin, which causes gray shades in minced meat.

The consumer survey revealed that the participants prefer to buy red minced meat over meat with a grayer color tone, and they assume that the redder the meat, the longer its shelf life. Price was considered significantly more important than brand, shelf life, and color when participants were asked to rank these four factors. However, color still had a significant influence on which minced meat packages participants would prioritize purchasing at the regular price.

Overall, this study contributes to understanding the factors that affect color stability in packaged minced meat and provides insights into consumer perceptions related to minced meat color.

Further research is needed to identify the exact causes of discoloration and develop strategies to reduce this challenge in Nortura's production processes.

Forord

Alt som kan gjøres for å minske matsvinn er bærekraftig og verdt å bruke tid på. Denne oppgaven handler om å identifisere faktorer som skaper grå farge i kjøttdeigprodukter. Med dette ønsker vi å bidra til en mer bærekraftig produksjon gjennom reduksjon av matsvinn. Vi syntes denne masteroppgaven framsto som interessant fordi den ga oss muligheten til å jobbe med matproduksjon på land. Fra før har vi skrevet bacheloroppgave om matproduksjon i havet, nærmere bestemt lakseproduksjon. Med denne master oppgaven fikk vi dermed muligheten til anvende ny kunnskap på et felt vi fra tidligere har lite erfaring fra. Oppgaven ga oss muligheten til å jobbe med og lære om kjøttdeigproduksjon og hva som påvirker fargen på kjøttdeigen.

Vi har opplevd dette prosjektet som tøft til tider med både oppturer og nedturer. Veien har vært preget av personlige utfordringer som har ført til stopp i progresjonen. Vi ønsker å rekke en takk til Nortura og veilederne våre Åse Strand og Lene Walsenstrøm som har vært forståelsesfulle og tålmodige med oss.

Åse Strand og Lene Waldenstrøm har lagt inn mange timer med meget verdifull veiledning som vi er svært takknemlige for. Vi ønsker også å rekke en stor takk til Synne Hysten Røsten som har bidrat med sin kompetanse innenfor statistikk og databehandling når vi har møtt på problemer.

Til slutt vil vi takke familie, venner og kjærester som har hjulpet oss igjennom prosessen det er å skrive masteroppgave. Dere har vært til svært god nytte under en stressende periode og har forsørget oss med gode middagsselskaper, oppmuntrende ord og sosialesammenkomster.

Trondheim 30. juni 2023

Birk Krogstad Abelvik & Erlend Stangebye Madsen

Innholdsfortegnelse

1. Introduksjon	1
1.1 Problemstilling.....	2
2. Farge i storfekjøttdeig i forbrukerpakker (400 g).....	3
2.1 Myoglobin.....	3
2.2 Alder på slaktedyr.....	7
2.3 Hvilke faktorer som påvirker farge i forbrukerpakker.....	7
2.3.1 Emballasje.....	7
2.3.2 Modifisert Atmosfære Pakking (MAP).....	8
2.3.3 Karbonmonoksid (CO)	9
2.3.4 Tid og Temperatur	9
2.3.5 Lysforhold	10
2.3.6 pH	11
2.4 Fargemålinger.....	11
3. Forbrukerundersøkelser	14
4. Produksjonslinje for storfekjøtt ved Nortura Malvik	18
5. Forsøks- og uttaksdesign	23
5.1 Analyser av prøver.....	29
5.1.1 Måling av CO ₂ -innhold og restoksygen ved hjelp av Dansensor CheckMate3.....	31
5.1.2 PH måling ved hjelp av Mettler Toledo pH 1120x.....	32
5.2 Fargeanalyse ved hjelp av DigiEye.....	33
5.2.1 Data fra DigiEye	33
5.3 Sensorisk vurdering av lukt og utseende.....	34
5.4 Visuell fargevurdering av fryste pakker etter tining.....	35
5.5 Fargeendring etter oksygeneksponering.....	35
5.6 Forbrukerundersøkelse	36
5.6.1 Deltakerne	36
5.7 Dataanalyse	37
6. Resultater	39
6.1 Gass-, pH- og fargemåling	39
6.1.1 Produksjonsmetode 1 (30 % fryst råstoff med ett døgn på henstandslagring)	40
6.1.2 Produksjonsmetode 2 (Nedkjøling med N ₂ med fem døgn på henstandslagring)	41
6.1.3 Produksjonsmetode 3 (Nedkjøling med CO ₂ med ett døgn på henstandslagring)	43
6.1.4 Produksjonsmetode 4 (Nedkjøling med CO ₂ med fem døgn på henstandslagring).....	44
6.1.5 Sammenlikning mellom produksjonsmetode 1 og 3.....	45

6.1.6 Sammenlikning mellom produksjonsmetode 2 og 4.....	47
6.2 Sensorisk vurdering av lukt og utseende.....	48
6.3 Visuell fargevurdering av fryste pakker.....	48
6.4 Fargeendring etter oksygeneksponering.....	49
6.5 Resultater fra forbrukerundersøkelsen.....	51
6.5.1 Utvalg av kommentarer.....	56
7. Diskusjon	57
7.1 Produksjonsmetode 1 (30 % fryst råstoff med ett døgn på henstandslagring)	57
7.2 Produksjonsmetode 2 (Nedkjøling med N ₂ med fem døgn på henstandslagring)	58
7.3 Produksjonsmetode 3 (Nedkjøling med CO ₂ med ett døgn på henstandslagring)	59
7.4 Produksjonsmetode 4 (Nedkjøling med CO ₂ med fem døgn på henstandslagring).....	60
7.5 Sammenlikning av produksjonsmetode 1 og 3	61
7.6 Sammenlikning av produksjonsmetode 2 og 4	63
7.7 Sensorisk vurdering av lukt og utseende.....	64
7.8 Visuell fargevurdering av fryste pakker.....	65
7.9 Fargeendring etter oksygeneksponering.....	65
7.10 Forbrukerundersøkelse	66
7.10.1 Betalingsvillighet og pris.....	66
7.10.2 Merkevarens betydning for kjøpsvillighet.....	66
7.10.3 Fargens betydning for kjøpsvillighet	68
7.10.4 Antatt holdbarhet og kjøpsvillighet.....	69
8. Konklusjon	70
9. Videre arbeid	72
Litteraturliste.....	73
Vedleggsoversikt	77

1. Introduksjon

I dag spiser den norske befolkningen i gjennomsnitt 6,5 kilo kjøttdeig og karbonadedeig per år (MatPrat, 2023). Kjøttdeig er et forbrukervennlig produkt som kan anvendes i mange forskjellige matretter. Basert på kjøttets næringsprofil er det utsatt for en rekke risikoer knyttet til uønsket bakterievekst og oksidasjon. Modifisert atmosfære pakking (MAP) spiller en viktig rolle for å øke holdbarhet og bevare friskheten til kjøttdeigprodukter. CO₂-gassen i emballasjen forhindrer oksidasjon og vekst av uønskede mikroorganismer (Ozturk et al., 2010). Selv om MAP har mange fordeler, så har man også sett utfordringer med å opprettholde en stabil rødfarge i kjøttet, der det i noen tilfeller blir grått tidlig innenfor holdbarhetsdatoen. Forbrukere vurderer kjøtt basert på utseende, tekstur og smak, og kjøttfargen er en nøkkelindikator for kvalitet, der fargen er den første sensoriske egenskapen kundene legger merke til (Li & Liu, 2012). Sensoriske forskjeller i emballerte kjøttdeigprodukter på markedet har ført til at forbrukerne er selektive, der kjøtt som har mistet sitt friske røde utseende ofte ender opp som svinn (Hallenstvedt, 2022). Storfeproduksjon har et høyt miljøavtrykk, og det er dermed lite bærekraftig at en stor andel storfeprodukter ikke er ønsket i markedet på grunn av deres mangel på rødfarge.

Dette prosjektet er i samarbeid med Nortura og deres fabrikk lokalisert i Malvik. Norturas hensyn til neste generasjon har høyt fokus i deres produksjon (Nortura, 2022). Mangel på konsistent fargestabilitet i deres kjøttdeigprodukter har ført til utfordringer innen økonomi, miljø og bærekraft. Selv om kjøttet går gjennom de samme produksjonstegene og innpakning blir det observert at noen produkter får uønskede fargeendringer.

Ved å ta utgangspunkt i FNs bærekraftsmål 9 (industri, innovasjon og infrastruktur) og 12 (ansvarlig forbruk og produksjon) (FN, 2023) vil man ved å løse denne utfordringen bidra til en mer ressurseffektiv produksjon som støtter bærekrafts målet 12.3 der målet er å halvere matsvinnet innen 2030. Ved å identifisere mulige årsaker til fargeendringen i kjøttdeigen kan nåværende systemer utvikles for å oppnå en mer bærekraftig infrastruktur (9.4). Dette kan bidra til å redusere matsvinn relatert til kjøttdeigproduksjon i fremtiden.

1.1 Problemstilling

Oppgaven ser på ulike parametere relatert til kjøttdeigproduksjon på Nortura. Parameterne undersøkes for å få en bedre oversikt over mulige årsaker til uønsket misfarging av emballerte kjøttdeigpakker. Problemstillingen for denne oppgaven er todelt, og blir besvart ved å undersøke og analysere parameterne relatert til ulike produksjonsmetoder. Samtidig skal det gjennomføres en forbrukerundersøkelse for å se nærmere på forbrukeres oppfatninger av kjøttdeig med ulike fargenyanser.

Problemstillingen i denne oppgaven er: *Hva er årsaken til uønsket misfarging av emballerte kjøttdeigprodukter i Norturas produksjon, og hvordan påvirker misfargingen forbrukeres oppfatning av kjøttdeigen?*

Det ble utrettet fire delmål for å kunne jobbe systematisk opp imot problemstillingen. Hvert av de fire delmålene tar for seg ett hovedpunkt hver. Til sammen kan disse hovedpunktene hjelpe å besvare problemstillingen. De fire delmålene i oppgaven er å

- undersøke en rekke parametere knyttet til Nortura-kjøttdeigproduksjon som kan bidra til at emballerte kjøttdeigpakker blir misfarget.
- analysere hvordan fargen på kjøttdeigen og de ulike parameterne samsvarer.
- diskutere resultatene for finne ut av hva som er årsaken til forekomst av kjøttdeigpakker med ulik farge.
- analysere resultatene fra forbrukerundersøkelsen og identifisere faktorer som påvirker forbrukeres oppfatninger av kjøttdeig med ulikt utseende.

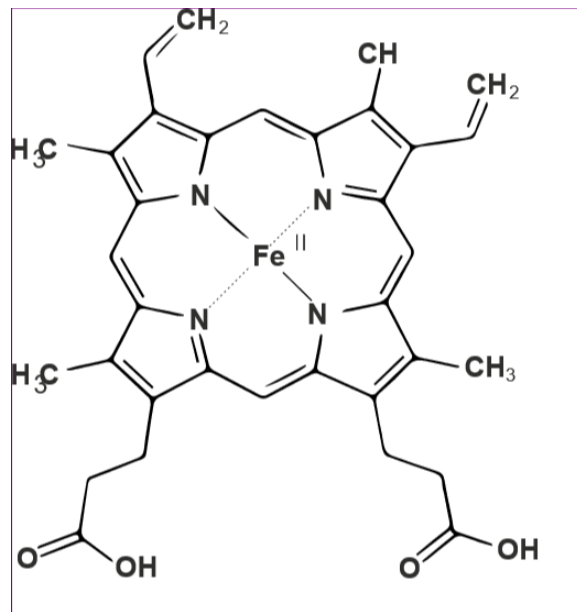
2. Farge i storfekjøttdeig i forbrukerpakker (400 g)

Kjøttdeig er kvernet, malt eller hakket kjøtt av storfe, svin eller kylling som er delvis skåret fritt for sener og fett. Begrepet «deig» betyr malt eller hakket kjøtt. Kjøttdeigen kan bestå av 1 % salt og 5 % is eller vann (Meny, 2023). Det finnes forskjellige typer kjøttdeig av storfe. De to vanligste er kjøttdeig 14 % Fett uten salt og vann og kjøttdeig 14 % Fett med salt og vann (Gilde, 2023b).

Fargeforskjeller i kjøttdeig av storfe er et fenomen som har oppstått i sammenheng med salg og distribusjon av kjøttdeig emballert med modifisert atmosfære pakking (MAP). Dette er en metode der karbondioksid (CO₂) og Nitrogen (N₂) brukes framfor oksygen i emballasjen for å øke holdbarheten og senke mikrobiell vekst. I dagens marked har rød farge på kjøttet stor betydning for forbrukerens oppfatning av kvalitet (Wang et al., 2021), og de grå produktene ender ofte opp som svinn (Hallenstvedt, 2022). I dette kapittelet presenteres det teoretiske rammeverket for oppgaven. I delkapittelet 2.1 redegjøres det for myoglobinet og dets oppbygning. I delkapittel 2.2 nevnes det hvilken betydning alder på slaktedyret kan ha for fargeforandring. I delkapittel 2.3 redegjøres faktorer i forbrukerpakker som kan påvirke fargen. I delkapittel 2.4 redegjøres det for ulike instrumenter og metoder som kan benyttes for å undersøke farge.

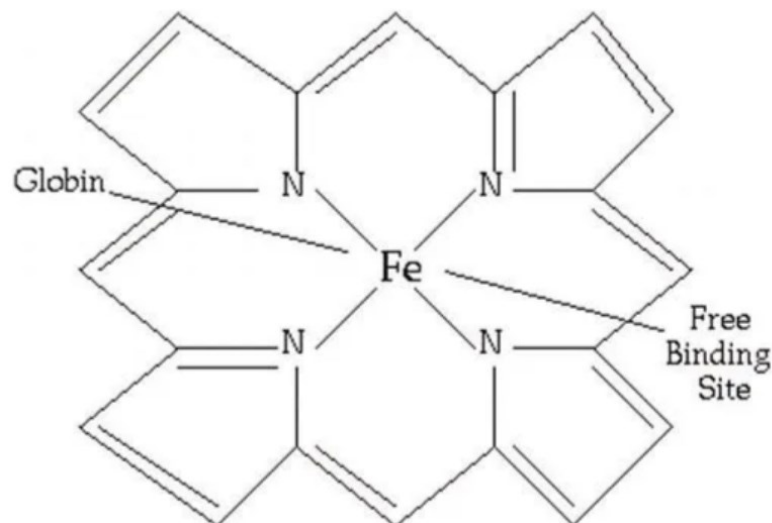
2.1 Myoglobin

Den røde fargen i ferske storfeprodukter kommer hovedsakelig fra myoglobin. Myoglobin er et protein som befinner seg naturlig i muskelfibrene og er sammensatt av globin og en hem-gruppe. Myoglobin utgjør om lag 2,5 % av kjøttets tørrstoff og opererer som et oksygenlager i musklene. Myoglobin tar opp oksygen gjennom blodstrømminger der proteinet har en sterkere tiltrekning til O₂ sammenliknet med hemoglobinet (Hannisdal, 2017). Hemoglobin befinner seg i blodet og består av frie proteinkjeder kalt globiner. Disse er bundet til jernmolekyler kalt heme som binder seg til O₂ og CO₂. Sentralt i hem-gruppen er et jernion (se bilde 1). Når forholdene rundt jernionet endres vil dette påvirke bindingsevnen til hem-gruppen, noe som igjen fører til endringer i myoglobinet. Bilde 1 nedenfor viser oppbygningen av hemoglobin hvor jernionet er i midten, illustrert med Fe.



Bilde 1 viser oppbygningen av hemoglobin hvor jernionet er i midten illustrert med Fe. Bildet er hentet fra AAMP (2023).

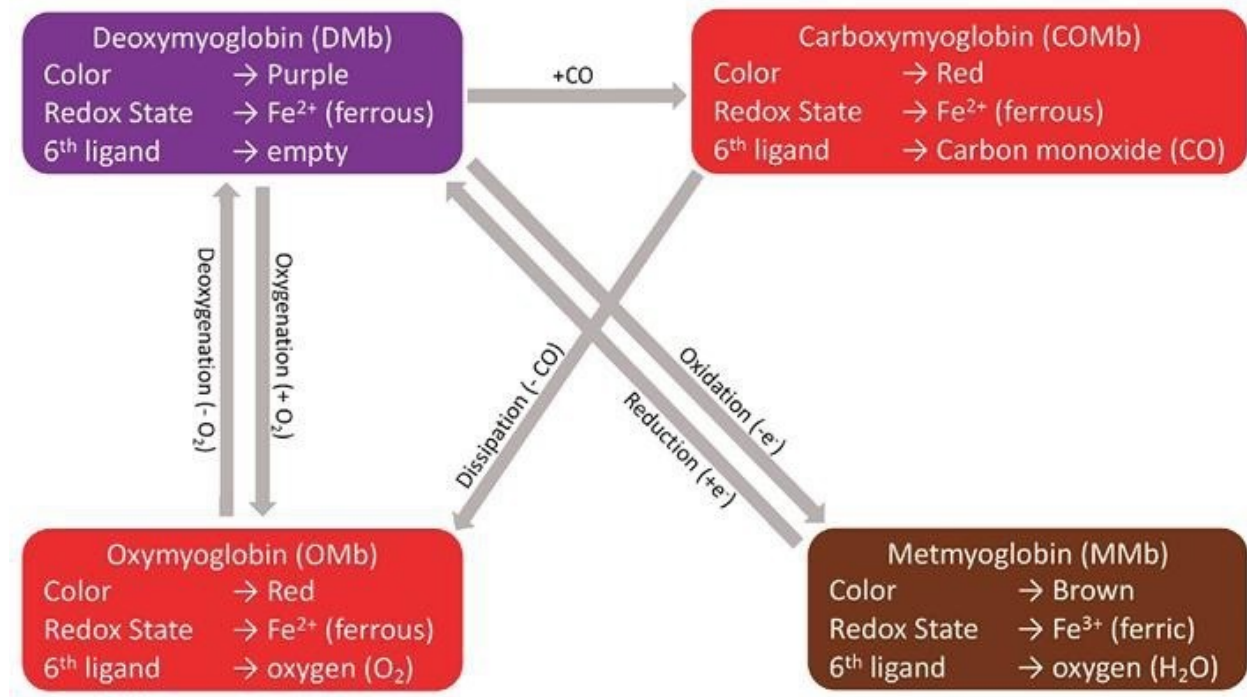
Mengden myoglobin i musklene avhenger i stor grad av hvilke fysiske belastninger musklene går igjennom. Dette fordi aktive muskler har et større behov for oksygentilførsel og energilagring i musklene (Hannisdal, 2017). Bilde 2 viser myoglobinets oppbygning.



Bilde 2 viser oppbygningen av myoglobin hvor jernionet er i midten illustrert med Fe. Bildet er hentet fra AAMP (2023).

Myoglobin kan eksistere i mange forskjellige former, der de fire vanligste er; oksymyoglobin, carboksymyoglobin, deoksymyoglobin og metmyoglobin. Graden av de ulike formene utgjør hvilken farge kjøttet avgir (Bekhit & Faustman, 2005). Når myoglobin blir utsatt for oksygen øker dannelsen av pigmentet oxymyoglobin som er årsaken til dannelsen av den røde fargen i overflaten på muskelfibrene (Hannisdal, 2017).

Figur 1 illustrer overgangen mellom de ulike tilstandene for myoglobin i kjøttet. Det forekommer en redoksreaksjon der det skjer overføringer av elektroner mellom de ulike tilstandsformene. Reduksjon i denne sammenheng er når et elektron går tapt, og oksidasjon er når et elektron blir tatt imot (Baron & Andersen, 2002). Jernionet er som illustrert i figuren bundet til en ligand i den sjette koordinaten. De fire kjemiske tilstandene viser hvordan liganden endrer seg i forhold til jernionet og hvordan dette påvirker fargestabiliteten til de ulike tilstanden (AAMP, 2023).



Figur 1 Illustrerer hvordan de ulike tilstandene for myoglobin kan påvirke hverandre i kjøttet. Figuren er hentet fra AAMP (2023).

Oksymyoglobin (Omb) dannes fra deoksymyoglobin (DMb) når oksygen binder seg til jernet i myoglobin. Denne prosessen forekommer naturlig når kjøttet eksponeres for oksygen. Ved første eksponering for oksygen endrer derfor fargen seg fra lilla til rød.

Fargen på intramuskulært vev er naturlig lilla. Bearbeiding av kjøttet fører til at denne fargen vil endre seg som følge av lufteksponering og andre faktorer. Muskelcellene tar i bruk oksygenet som er bundet til myoglobin for å produsere energi. Da omdannes oksymyoglobin (OMb) til deoksymyoglobin (DMb) Dette skjer gradvis og blir påvirket av temperatur og pH-verdier i kjøttet.

Frie radikaler kan oksidere jernatomene i myoglobin og dermed danne metmyoglobin (MMb) fra deoksymyoglobin (DMb). Denne omdannelsen skjer raskere ved høyere temperaturer og høyere pH-verdier.

Når metmyoglobin (MMb) omdannes til deoksymyoglobin (DMb), skjer det en reduksjonsreaksjon der jernet i myoglobin reduseres fra en høyere valens (Fe^{3+}) til en lavere valens (Fe^{2+}). Dette reduserer oksidasjonsgraden til jernet, og gjør at deoksymyoglobin (DMb) får tilbake sin naturlige røde farge.

Oksymyoglobin (OMb) dannes når myoglobinet bindes til oksygen. Etter som oksygenet blir fjernet eller brukt opp vil myoglobinet omdannes til deoksymyoglobin (DMb). Hvis oksygen mangelen fortsetter vil jernet oksidere fra Fe^{2+} til Fe^{3+} og danne metmyoglobin (MMb).

Lav pH og lav lagrings temperatur hemmer enzymatiske reaksjoner i kjøttet og kan øke oxymyoglobin-dannelsen. Høy pH vil føre til kjøtt med lav oxymyoglobin-dannelse som resulterer i et mørkere kjøtt (Hannisdal, 2017).

Resultatet av dannelsen av metmyoglobin er at grå og mørke farger oppstår i muskelfibrene. Dette kan være en av årsakene til at storfeprodukter får en grå misfarging under diverse forhold. Høye konsentrasjoner av CO_2 og for lite O_2 -tilførsel under pakking kan føre til grått kjøtt (Esmer et al., 2011). Faktorer som oksygentrykk, temperatur, pH, redusert aktivitet i kjøttet og mikrobiell vekst kan alle være årsaker til økt dannelse av metmyoglobin i kjøtt (Mancini & Hunt, 2005). En studie fra Trout (1990) har også vist at økt konsentrasjon av natriumklorid øker hastigheten av metmyoglobin-dannelse i storfekjøttdeig.

Hvor fort metmyoglobin-akkumulering forekommer på biff avhenger av hvilke muskler kjøttstykket er hentet fra. Forskjellen i fargestabiliteten mellom muskler har en viktig faktor for kjøttpakkesystemer. Studier utført tidligere viser til fundamentale forskjeller av alder på kjøtt post mortem og lagringstemperatur påvirker fargestabiliteten på kjøttet (O'keeffe & Hood, 1982).

En studie gjennomført av Raines et al. (2009) har sett på biff-kuer og melke-kuer. Her ble det sett at melke-kuer hadde en mørkere farge enn biff-kuer og oppnådde lengre farge holdbarhet, mindre lipidoksidering og lavere dannelse av metmyoglobin i MAP-pakking.

Metmyoglobin dannes fra oxymyoglobin når jernionet oksiderer fra toverdigg (Fe^{2+}) til treverdigg (Fe^{3+}) samtidig som at vann erstatter oksygen på den siste bindingen til hemgruppen. Metmyoglobin-dannelsene starter når myoglobinet ikke lenger klarer å binde seg til oksygen.

Dette kan skje ved at proteinet har blitt utsatt for lavt oksygentrykk på mindre enn 1,4 mm hg partikletrykk. Lav pH kan føre til at jernionet i myoglobin mister evnen til å binde seg til oksygen. Dette vil resultere i dannelse av metmyoglobin (Raines et al., 2009).

Kjøttdeig lages av varierte deler av storfekjøtt, og forskning har sett at ulike kilder av dyret kan ha ulik påvirkning på fargestabiliteten i kjøttdeigprodukter. En studie fra Suman et al. (2004) har vist at kjøttkaker laget av høyfargestabilitetsmuskler reduserte metmyoglobin og ga en klarere rødfarge. Funnene indikerer at en blanding av kjøtt med mindre fargestabilitet og kjøtt med høyere fargestabilitetsmuskler kan bidra til en mer konsistent fargestabilitet i kjøttdeigproduksjon (Suman et al., 2004).

2.2 Alder på slaktedyr

Økende alder har en svak akselererende effekt på fargeforandringen. Desto eldre dyret er før slakt jo høyere er myoglobin konsentrasjonen i kjøttet (Hannisdal, 2017; Hood, 1980). Målinger har vist at eldre storfe kan ha opptil 16-20 mg/g myoglobin sammenliknet med unge som har mellom 4-10 mg/g i vått muskelvev (Seideman et al., 1984).

2.3 Hvilke faktorer som påvirker farge i forbrukerpakker

Kjøttdeig er et sårbart produkt som har stor risiko for kontaminering, misfarging og fysisk skade. Det har blitt rapportert om flere utbrudd relatert til kontaminert storfekjøtt (Choi et al., 2020). En god emballasje og ideale lagringsforhold er derfor et kritisk punkt for å senke den mikrobielle veksten, gi lengre holdbarhet og god kvalitet. Internmuskulær variasjon er den viktigste enkeltfaktoren for fargekvalitet og spenner fra *M. longissimus dorsi* til den mer ustabile *M. psoas major*. Graden av misfarging av sistnevnte muskel er nesten åtte ganger større etter 96 timer lagring ved 0 °C. Det er også flere andre faktorer som er viktige for fargekvalitet. Videre redegjøres det for faktorer som påvirker kjøttdeigens fargekvalitet. Faktorene det blir gjort rede for er emballasje, Modifisert atmosfære pakking (MAP), karbondioksid (CO₂), tid og temperatur, lysforhold og pH.

2.3.1 Emballasje

Emballasje har mange egenskaper og spiller en viktig rolle i distribusjon og salg av kjøttdeigprodukter. Forbrukerpakninger er den mest vanlige emballaseløsningen som selges gjennom matvarebutikker. Emballasje gir en robust beskyttelse som hindrer oksygentilgang og beskytter produktet mot fysiske belastninger gjennom distribusjonsleddene. En god emballasje

gir bedre kvalitet og lengre holdbarhet som bidrar til redusert matsvinn og brukervennlige egenskaper for forbrukerne. Gjennom merking gir emballasjen informasjon om næringsinnhold og holdbarhetsdato. Forbrukeremballasje av kjøttdeig er transparent, noe som vil si at forbrukeren selv kan vurdere kjøttet basert på det visuelle (Doberenz).

2.3.2 Modifisert Atmosfære Pakking (MAP)

Modifisert atmosfære pakking (MAP) er en pakkemetode som går ut på å forhindre tilgangen til oksygen i pakken ved å modifisere atmosfæren ved bruk av ulike gasskombinasjoner. Den vanligste metoden er en blanding av karbondioksid (CO₂) og Nitrogen (N₂), som omgir produktet før forsegling av pakken. Bruken av MAP forlenger kjøttets holdbarhet og gir gode mikrobiellreduserende egenskaper (McMillin, 2008).

MAP blir implementert i emballasjen for kjøttprodukter for å forlenge holdbarheten og forbedre kvaliteten på kjøtt under lagring. Farge, mikrobiell vekst og lipidoksidasjon er alle viktige faktorer for holdbarheten og forbrukernes aksept av ferskt kjøtt (Jakobsen & Bertelsen, 2000). Studie gjennomført av Nissen et al. (2000) viste en sterk reduksjon i vekst av farlige patogener i emballerte storfeprodukter med høyt CO₂ og N₂ innhold sammenliknet med emballasje bestående av høyt O₂ innhold.

Når CO₂ brukes i MAP har kjøttets opptaksevne av CO₂ stor innvirkning på gasssammensetningen i pakningen over tid. Faktorer som påvirker kjøttets opptaksevne er sammensetning av vann og fett, temperatur, pH, trykk og volumforhold (Jakobsen & Bertelsen, 2000, 2004). Enzymer og mikrober i kjøtt vil bruke tilgjengelig oksygen til å gjennomføre biokjemiske prosesser i en MAP-pakning. Gjennom metabolisme av tilgjengelige næringsmidler vil ulike mikrober og biokjemiske prosesser føre til økt CO₂-innhold. Mengden mikrober og enzymer vil derfor ha en stor innvirkning på utviklingen av O₂ og CO₂-innhold i pakkede kjøttprodukter over tid. Faktorer som lyseksponering og temperaturforskjeller vil også ha stor påvirkning på dette.

I en MAP bør ikke oksygeninnholdet overstige 0,1 %. Dette øker sannsynligheten for irreversibel misfarging av kjøttet (Gill, 1996). I et forsøk gjennomført av Venturini et al. (2006) blir det sett at restoksygen (O₂) øker i MAP-pakninger for kjøtt frem til dag fem under lagring før den synker til dag syv. I det samme forsøket blir det sett at O₂ "scavanger" (oksygenabsorbator) oppnår et mye lavere restoksygennivå i MAP-pakninger gjennom en 42 dagers periode. Det ble også vist at de helhetlige sensoriske egenskapene ble sterkt påvirket ut

ifra O₂-nivå der pakker med over 0,1 % oksygen scoret dårligere etter 28 dagers lagring sammenliknet med de mindre enn 0,1 %. Det blir henvist til større misfarging med mindre visuell rødfarge i kjøttet som tilsier en høyere forekomst av metmyoglobin-dannelse.

I en studie gjennomført av Esmer et al. (2011) ble det sett at bruk av 50 % og 70 % CO₂ i MAP-pakket storfekjøttdeig førte til sterk reduksjon i målt rødhet (a*verdi), og ga en a*verdi på under 10 etter lagring på 9 dager. Denne verdiskalaen for rødhet utdypes nærmere i delkapittel 2.4. Studiet fant at bruk av 30 % CO₂ ga en bedre stabil rødfarge i storfekjøttdeig gjennom holdbarhetsperioden.

2.3.3 Karbonmonoksid (CO)

Studier har vist at en mengde på bare 0,4 % CO i en MAP-pakning er nok til å gi stor økning i fargestabilitet sammenliknet med kun 100 % CO₂, uten at det påvirker veksten av uønskede bakterier og patogen. Et forsøk gjennomført av Jayasingh et al. (2001) konkluderte med at bare 0,5 % CO i MAP-pakket kjøttdeig ga en frisk rødfarge i opptil fem uker. Fra 2004 har CO vært ulovlig som gasstilsetning i emballasje for kjøttprodukter i EU. CO gir en misvisende farge der kvaliteten kan oppfattes som høyere enn den egentlig er. CO i emballasjen vil gi stabil rød farge i kjøttet selv om harskning og mikrobiell vekst er over de akseptable grensene. Dette skjer ved at jernionet binder seg til CO som danner carboxymyoglobin (se figur 1). Dette vil forhindre at de naturlige sansene til forbrukerne klarer å skille mellom ferskt og dårlig kjøtt basert på de sensoriske egenskapene til kjøttet. Dette fordi kjøttet vil ha stabil rødfarge selv med høye nivåer av mikrobiell kontaminering (Jeong & Claus, 2011). På grunn av at CO ikke gir noen helsefarer til forbrukeren så brukes dette kommersielt i andre land. I USA anvendes CO i store deler av kjøttproduksjon. Emballert storfekjøtt har derfor en mer kirsebærrød farge på markedene i USA sammenliknet med markedene i EU.

2.3.4 Tid og Temperatur

Av de ytre faktorene kan temperaturen ha den største innvirkningen på fargen. Graden av misfarging etter 96 timers lagring ved 10 °C varierer det fra to til fem ganger det ved 0 °C avhengig av muskelen (Jakobsen & Bertelsen, 2000).

Temperaturen kan bli sett på som den viktigste faktoren for å opprettholde den røde oksymyoglobinfargen og holde lipidoksydasjonen på et minimum. Ved en lav temperatur på under 4 °C blir lipidoksydasjonen nesten helt forhindret uavhengig av oksygenivået. Ved en

økning av temperaturen til 8 °C blir oksygenivået mer kritisk for å holde på den røde fargen til oksymyoglobin (Jakobsen & Bertelsen, 2000).

Studien til Jakobsen & Bertelsen (2000) kommer fram til at for å holde en kirsebærrød farge gjennom en lagringsperiode på ti dager, er det nødvendig med en lav temperatur og et oksygenivå over 20 %. Gjennom deres forsøk finner de også ut at å heve oksygenivået over 55 % ikke forbedrer fargestabiliteten ytterligere ved å lagre kjøttet i ti dager med 55 % oksygen ved 2 °C. Med disse parameterne holdt kjøttet fargen gjennom hele lagringsperioden, men ved en økning av temperaturen til 5°C kunne kjøttet kun holde fargen i seks og en halv dag.

Frigjøring av enzymer, osmotisk fjerning av vann, denaturering av muskelfibre og mekanisk skade er alle potensielle bivirkninger av fryselagring og tining av storfekjøtt. Fryse-og-tineprosesser kan akselerere overflatemisfaring av kjøtt og skape ugunstige teksturendringer (Jeong et al., 2011). Dannelsen av metmyoglobin økes under fryselagring over tid. For fryst kjøttdeig er det påvist at metmyoglobin-dannelsen økte med 10 % over en lagringsperiode på ti dager i -5 °C (Ledward & Macfarlane, 1971). Under fryselagring kan iskrystaller formere seg i muskelfibrene. Dette kan skade muskelcellene som fører til frigjøring av enzymer, noe som kan føre til økt metmyoglobin (Hannisdal, 2017). I et forsøkt gjennomført av Jeong et al. (2011) ble det sett at ferskt lagret kjøtt oppnådde høyere verdier av oxymyoglobin sammenliknet med kjøtt som hadde blitt utsatt for frysing og tining. Gjennom en syv dagers periode ble det sett at kjøttprøver utsatt for fryse-tining resulterte i fargeforringelse med høyere konsentrasjoner av metmyoglobin.

2.3.5 Lysforhold

Effekten av UV-lys på ferskt kjøtt er interessant uavhengig av hvilken muskel man tar for seg. Lys øker dannelse av metmyoglobin i kjøtt (Hannisdal, 2017). Myoglobin oksiderer fortere og går over til en mer brunere farge etter bare en kort eksponeringstid. UV-lys brukes noen ganger i kjøttkjølere, og kan ha en negativ effekt på kjøttets sensoriske kvalitet. Selv der kjøttet holdes kaldt kan fargen endres fra en ønskelig rødfarge til en mer avvisende brun farge (Hood, 1980).

Det har blitt vist at MAP-pakket kjøttdeig har ulik forekomst av metmyoglobin-dannelse ut ifra hvor stor lyseksponering de blir utsatt for. Under lagringsforhold har enkelte studier sett en større dannelse av metmyoglobin i pakker som ligger øverst, altså eksponert mot lys, sammenliknet med pakker som ligger under og derfor har liten, til ingen lyseksponering

(Mancini & Hunt, 2005). Burger patties av storfe som var eksponert for lys sammenliknet med pakker som ikke var eksponert av lys så en tydelig forskjell i fargeutviklingen. Resultatet var 62 % metmyoglobin i de øverste pakkene sammenliknet med 25 % i pakkene uten lyseksponering (Mancini & Hunt, 2005).

2.3.6 pH

Forskere og fagfolk har akseptert at det er en sammenheng mellom kjøttproduktets farge og pH (Brewer et al., 2001). Ett forsøk hvor storfeprøver ble delt inn i to grupper basert på pH ble gjennomført av Abril et al. (2001). Gruppefordelingen besto av gruppe 1: prøver med endelig pH >6,1 og gruppe 2: prøver med endelig pH <6,1. Forsøket kom fram til at i gruppe 1, pH >6,1 var farge-endringen synlig for det blotte øyet. I gruppe 2, hvor pH <6,1, var fargeforandringen minimal og vanskelig å oppdage visuelt.

Fall i pH kan være en av årsakene til metmyoglobin i reduserende aktivitet i vevet til post rigor kjøtt (O'keeffe & Hood, 1982). Storfekjøtt har en naturlig pH fra 5,5-6,1 (Cárdenas et al., 2008). Dersom denne verdien overstiges eller synker i kjøttet kan dette føre til økt dannelse av metmyoglobin. CO₂ kan være med på å bidra til økt pH-verdi i kjøttet som resulterer i en økt metmyoglobin-dannelse (O'keeffe & Hood, 1982).

En studie har vist at natriumklorid i sammenheng med oksiderte lipider vil forsterke frie aminosyrer sin evne til å øke pH-en. Dette er derfor en årsak til at pH øker gjennom en lagringsperiode av storfekjøtt (Farouk & Swan, 1998).

2.4 Fargemålinger

Det finnes ulike instrumenter og metoder for å undersøke farge. Ulikt prøvemateriale egnes til ulike metoder og verktøy. Noen av instrumentene og metodene som kan benyttes til fargemåling er Nær-infrarød spektroskopi (NIRS), kolorimeter, vurdere prøver visuelt opp imot en standard og DigiEye. CIELAB kan brukes til å beskrive farge på en målbar måte ved bruk av L*, a* og b* verdier. Dette gir en universal standard for å karakterisere farge i ulike fargeinstrumenter og kan enkelt benyttes til å kommunisere på tvers av ulike systemer og enheter (Ganesan et al., 2010).

Hvilken farge et objekt avgir påvirkes av lys i ulike bølgelengder som i ulik grad påvirker sansecellene i øyet. Hjernen oppfatter disse bølgelengdene som ulik stimuli og basert på stimuleringsmengden vil hjernen tolke og oppleve de forskjellige fargenyansene (Studiegruppe,

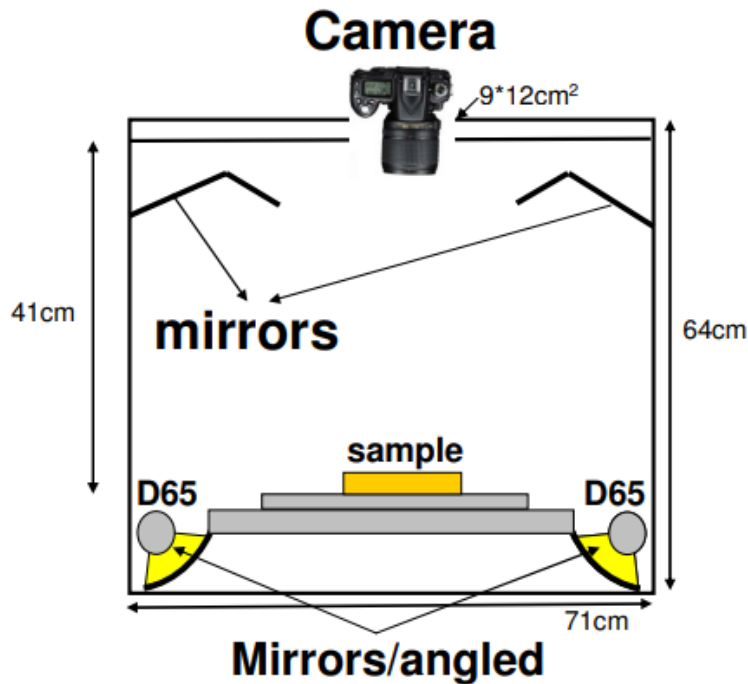
2015). Fargetonen i et objekt sier hvilke farger av ulike nyanser som eksisterer i et objekt. Om fargen er sterk eller mer dempet sier noe om hvor mettet fargene er i en nyanse. En sterk og ren farge refereres til som en mettet farge, der en mer gråaktig og blek farge refereres til som en lav mettet farge. Lysstyrken i et objekt refereres til hvor lys eller mørkt en farge er (Studiegruppe, 2015).

Nær-infrarød spektroskopi (NIRS) gjør det mulig å vurdere mange forskjellige egenskaper ved kjøtt (Prevolnik et al., 2004). NIRS kan brukes til å kvantifisere fargen ved å måle absorptansen av nær infrarød lys som reflekteres fra prøven. NIRS brukes til å predikere forskjellige fargeparametere i en prøve ved bruk av CIELAB-verdier (Prevolnik et al., 2004).

Et kolorimeter er et annet instrument som måler absorpsjonen av lysbølger. Instrumentet benyttes ved å sammenlikne mengden lys som passerer gjennom en prøve med mengden lys som passerer gjennom en prøve av rent løsningsmiddel. Et kolorimeter kan brukes til karakterisering av farge, men egner seg best til homogene farger. Dette vil si farger som kun inneholder én fargenyanse over hele prøven (Choudhury, 2014).

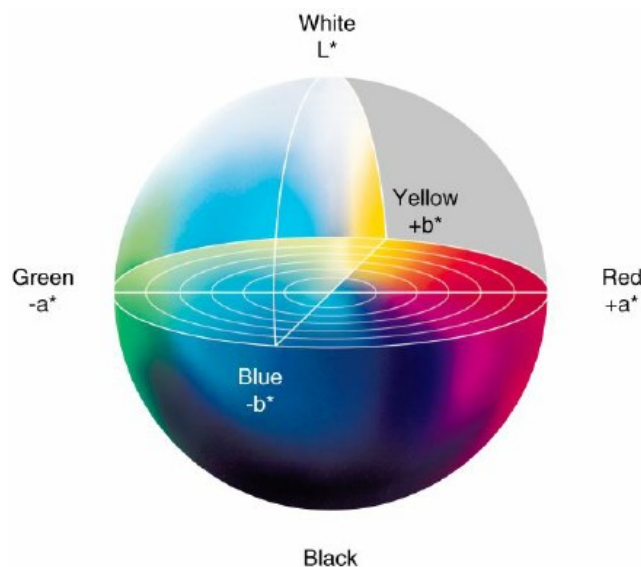
Det å vurdere prøver visuelt opp imot ønsket standard er en enkel måte å gjennomføre en fargeanalyse på. Visuell vurdering gjennomføres ved å sammenlikne og vurdere fargen på en prøve uten tekniske verktøy der det er mulig å se sammenheng mellom de ulike sensoriske aspektene. Denne metoden fungerer best i sammenheng med andre analyseinstrumenter for å gi en mer detaljert vurdering av en prøve (Raines et al., 2009).

DigiEye er et bildebehandlingssystem som kan ta kolorimetrisk presise bilder for å analysere fargeuniformitet, utseende og form (Van Dalen et al., 2010). Denne metoden kan gi presise målinger selv med ikke-homogent prøvemateriale. Ikke-homogent prøvemateriale inneholder flere farger og ulike nyanser i overflaten (Van Dalen et al., 2010). DigiEye gir detaljert informasjon om fargen, selv med forskjellige farge og tekstur forskjeller i prøvene som analyseres. Instrumentet bruker en standardisert lyskilde under billedtakning som gir en presis eksponering av det samme lysspektret i hver prøvetakning. Se figur 2 for skjematisk oversikt av DigiEye. Dette gir jevne resultater der alle prøvene kan sammenliknes (Matusiak, 2015). Dette verktøyet har blitt utnyttet i testing av kjøttdeigpakker i denne studien.



Figur 2. Skjematisk oversikt over oppsett som brukes til bildetaking (sett forfra inne i belysningsskapet til DigiEye-systemet) (Van Dalen et al., 2010).

CIELAB brukes som et verktøy for å vurdere lyshet (L^*), samt rødgrønne (a^*) og blågule (b^*) nyanser i en prøve. CIELAB er et enhetsuavhengig fargerom som vil si at fargene som blir representert skal se helt like ut uavhengig av hvilke typer skjerm eller skriver man bruker. L^* -verdien gir en indikator over hvor lys eller mørk en prøve er fra skala 0-100 der 0 er helt svart og 100 er helt hvitt. Den rødgrønne (a^*) og blågule (b^*) verdien har derimot et skaleringsystem som går ut på at negative verdier indikerer grønne eller blå fargenyanser og positive verdier gir røde og gule fargenyanser (Ganesan et al., 2010). Dette er illustrert i figur 3 under.



Figur 3 Color space stereoscopic image of $L^*A^*B^*$ colorimetric system (Pardo, 2014). Lastet ned 27.01.2023

3. Forbrukerundersøkelser

I gjennomførelsen av denne studien ble det utført en forbrukerundersøkelse for å belyse hva forbrukere vektlegger ved kjøp av kjøttdeig. Forbrukerundersøkelser er datainnsamlingsmetoder som går ut på å spørre forbrukere om å gi tilbakemeldinger på varer eller tjenester. I kvantitative forbrukerundersøkelser stilles en rekke spørsmål til forbrukere, der spørsmålene gjerne er utformet med fastsatte svaralternativer som forbrukeren skal velge mellom. Det er flere metoder å utføre en forbrukerundersøkelse på, som intervju eller spørreskjema. Intervjuene kan være ansikt til ansikt, over telefon, eller ved at forbrukeren selv leser og svarer på spørsmålene gjennom et spørreskjema i papirform eller over nett (Hellevik, 2015).

Metodevalget bør i all type forskning bestemmes ut ifra problemstillingen, og hvilken fremgangsmåte som kan gi best mulig informasjon på det som skal undersøkes (Kaarbø, 2009). Tradisjonelt er det to typer fremgangsmåter med hver sine tankemåter, nemlig kvantitativ og kvalitativ tilnærming. Begge har egne metoder forskere kan velge å benytte. Det argumenteres for og har blitt mer aksept rundt en tredje fremgangsmåte som kombinerer de øvrige, som forskere har begynt å kalle for “*Mixed Methods*” (Kaarbø, 2009).

Kvalitative undersøkelser er definert som enhver form for informasjonssamling som er ment å beskrive, men ikke forutsi – for eksempel kvantitative undersøkelser. Metoden blir som oftest benyttet til å lage hypoteser. Undersøkelsen er gjerne mindre strukturert enn kvantitative undersøkelser. Kvalitative undersøkelser blir benyttet for å få dyptgående informasjon om personers underliggende begrunnelse og motivasjon. Målet med en kvalitativ undersøkelse er å utvikle en dyp forståelse for ett emne eller problem fra et individuelt perspektiv (Momentive, 2023a). Fordelen med kvalitative undersøkelser er at undersøkelsen hjelper med å gi kjennskap til en gruppes generelle holdninger, meninger og hvilke ord de benytter når de beskriver et emne. Kvalitative undersøkelser er utforskende og hjelper forskeren med å forstå detaljert informasjon, samt utvikle hypoteser om et emne eller problem (Momentive, 2023a). Ulempen med kvalitative undersøkelser er at informasjonen om emnet eller problemet innhentes fra en liten gruppe. På grunn av dette er det utfordrende å benytte en kvalitativ undersøkelse for å komme til en beslutning eller kunne konkludere (Momentive, 2023a).

Kvantitative undersøkelser er data i form av tall eller andre mengdemater, noe som står i kontrast til kvalitative undersøkelser som gjerne uttrykkes i form av verbaltekst. Kvantitative undersøkelser omfatter flere enheter. Eksempler på enheter kan være mange individer,

organisasjoner eller lokalsamfunn og stater. Studien baserer seg på en begrenset mengde data fra hvert individ. Statistiske analyser blir benyttet for å behandle dataen og for eksempel vise fordelingen av individer på de utvalgte svaralternativer i en forbrukerundersøkelse. Dette gjør det enkelt å skille, men også sammenlikne variablene opp imot hverandre (Grønmo, 2023a). Fordelen med en god kvantitativ undersøkelse er at den kan benyttes til å avkrefte eller bekrefte satte hypoteser for undersøkelsen. Det er viktig under bruk av kvantitative undersøkelser at undersøkelsen får fram en av tre følgende mål (Momentive, 2023b):

1. **Definere et kjennetegn for respondentene i undersøkelsen:** Alle spørsmål har som mål å bedre definere en karakteristikk av respondentene. For eksempel innhenting av en egenskap, oppførsel eller mening eller holdning.
2. **Måling i trender i dataene som innhentes:** Følge trender over tid gir resultatene fra undersøkelsen kontekst.
3. **Sammenlikne grupper:** Ved å sammenlikne forskjellige grupper, vil det bli mulighet til å mål rette seg en viss gruppe individer, eller tilpasse seg et spesifikt marked.

Noen ganger kan det å kombinere kvantitative og kvalitative metoder være det beste alternativet for kunnskapsutvikling (Kaarbø, 2009). I en og samme studie kan kvalitative og kvantitative undersøkelser kjøres samtidig, men bli analysert hver for seg. Forskerne kan med dette la den ene formen for data spille en støttende rolle til den andre dataen. Dette kan virke tryggende på resultatet og konklusjonen de kommer fram til. Denne metoden kalles mixed methods av flere forskere. En utfordring med denne metoden er at metodene kjøres parallelt og kan kontaminere svarene som blir gitt av individene som deltar i undersøkelsen (Kaarbø, 2009).

I arbeidet med denne oppgaven har det blitt gjennomført en forbrukerundersøkelse. Det er flere faktorer å tenke over når man skal lage en forbrukerundersøkelse. Faktorer som er viktige å tenke over er produkt håndtering, målgruppe, utvalg, personvern og spørsmålstype. Når en sensorisk test skal gjennomføres er produktutvelgelse en viktig del av testen. Det er viktig at prøven som deltakerne tester er representativ for et større parti av varen eller produksjonen av produktet som testes. Det er viktig at prøvene blir behandlet så likt som mulig gjennom hele prosessen slik at deltakerne kan gi en objektiv tilbakemelding (Studiegruppe, 2015).

Begrepet målgruppe kan brukes som en betegnelse på en gruppe mottakere eller kategori av personer, foretak eller organisasjoner som en kommunikasjons- eller markedsføringsinnsats er rettet mot (Vikøren & Pihl, 2020). Målgruppen kan bli valgt ut etter bestemte kriterier. Disse kriteriene kan variere ut ifra hensikten med undersøkelsen. Det er vanlig å velge målgruppe ut

ifra to hovedgrupper demografiske og psykografiske kriterier. Eksempler på demografiske kriterier er kjønn, alder, inntekt, utdanning, bosted, forbruk og kundeforhold. Eksempler på psykografiske kriterier er holdninger, personlighet og livsstil, eller atferdsmessige kriterier som brukerhyppighet og merkeloyalitet. Målgruppen blir somregel valgt ut ifra en kombinasjon av disse kriteriene (Vikøren & Pihl, 2020).

Utvalg blir benyttet i forskningsmetoder som et samlebegrep for en del av en større gruppe, ofte en populasjon. Ofte er det for utfordrende og komplisert å gjennomføre en undersøkelse på hele populasjonen i en populasjonsstudie. Derfor tar man et utvalg av populasjonen som er mest relevant for studien til å gjennomføre testen. Dette kalles for en utvalgsundersøkelse. Ofte kan slike undersøkelser generaliseres, og man kan med dette anta at svarene de gir gjelder for hele populasjonen (Grønmo, 2023b).

Utvalg blir ofte delt inn i to hovedtyper. Den ene er sannsynlighetsutvalg, som benyttes i kvantitative studier og som har som mål å få en representativ oversikt, statistisk generalisering eller teste hypoteser og teorier. Den andre er strategiske utvalg, som blir benyttet i kvantitative studier med mål om en helhetlig forståelse, teoretisk generalisering eller lage hypoteser og teorier (Grønmo, 2023b).

Når man gjennomfører en forbrukerundersøkelse, er det nødvendig å beskytte deltakernes personvern. Personvern er retten til et privatliv og retten til å bestemme over egne personopplysninger (Datatilsynet, 2019). Personvernbegrepet refererer til mer enn vernet av privatlivets fred og den enkeltes personlige integritet. Begrepet tar også for seg vernet om enkeltpersoners rett til innflytelse på bruk og spredning av personopplysninger om seg selv (Datatilsynet, 2019). For å sikre deltakeren av undersøkelsen disse rettighetene er det gunstig for utvikleren av undersøkelsen å være oppdatert på personopplysningsloven som består av nasjonale regler og EUs personvernforordning kaldt General Data Protection Regulation (GDPR). Forordningen inneholder regler som gjelder for EU/EUs medlemsland, med noen særlovgivninger for enkelte land (Datatilsynet, 2018). Det er viktig ved gjennomføring av en undersøkelse der noen form for personopplysninger innhentes og lagres at det blir informert på en ryddig måte til utvalget før de gjennomfører undersøkelsen (Sikt, 2023).

En god forbrukerundersøkelse starter med gjennomtenkte og godt formulerte spørsmål som gir pålitelige svar. Det er viktig for undersøkelsen at spørsmålene blir utformet på en måte som ikke leder deltakerne til et svar. Det er også viktig at spørsmålene som stilles er relevante til hva som er ønskelig å finne ut av i undersøkelsen. En god regel er at om du ikke kan bruke

svaret, så ikke spør (Momentive, 2023c). Det finnes flere typer spørsmål som kan deles inn i to hovedkategorier. Åpne og lukkede spørsmål. Åpne spørsmål er spørsmål som lar respondentene legge til egne kommentarer og tanker i en tekstboks under spørsmålet. Lukkede spørsmål gir faste svaralternativer respondentene kan velge fra. Eksempler på lukkede spørsmålstyper er ja- og nei- spørsmål, flervalgspørsmål og likert-vurderingsskalaer (Momentive, 2023c).

4. Produksjonslinje for storfekjøtt ved Nortura Malvik

Et av delmålene i denne oppgaven har vært å undersøke en rekke parametere knyttet til Norturas kjøttdeigproduksjon som kan bidra til at emballerte kjøttdeigpakker blir misfarget. For å kunne undersøke kjøttdeigproduksjonen hos Nortura, ble det tildelt til sammen 328 kjøttdeigpakker til gjennomførelsen av studien. Kjøttdeigpakkene er produsert og lagret hos Nortura Malvik, Stavsjøveien 14, 7550 Hommelvik. Flytskjemaet for produksjon av kjøttdeig ved Nortura Malvik er illustrert i figur 4. Det er tatt utgangspunkt i at denne prosessen starter når produksjonskjøtt blir lagt på transportbåndet til hakkemaskinen. Hakkemaskinen fra Laska (KU 330 VBX mod.334) er en mixer kvern som benyttes til å grovhakke kjøttet. Grovhakket kjøtt illustrert på bilde 3 er kjøtt hakket i små og mellomstore biter som gjør det enklere å kontrollere og bearbeide kjøttet under kverneprosessen. Hakkemaskinen fungerer også som en standardiseringsmaskin ved å balansere fettinnholdet i batchen (Hammer, 2023). Dette skjer automatisk ved hjelp av sensorer festet på hakkemaskinen som kontrollerer at blandingen inneholder 14 % fett.



Bilde 3 viser grovhakket kjøtt som inneholder 14% fett i en 400 kg kasse som er klar for kverneprosessen. (Foto: Erlend S. Madsen)

Etter hakkeprosessen blir kjøttet plassert på henstandslagring (korttidslagring før bruk) med en lagringstemperatur på $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ før videre prosessering. Det grovhakkede kjøttet blir bevart på henstand i ett eller fem døgn basert på produksjonsdag. Kjøttet blir deretter prosessert videre til kjøttdeig. Dette kan gjøres på tre ulike metoder, se bilde 4.

Kvernemaskinen fra Seydelmann (PU 200) har egenskapen til å bearbeide og kverne dypfrost råmateriale og kapasiteten er ett tonn av gangen (Seydelmann, 2010). Det som skiller de ulike kvernemetodene fra hverandre er valg av nedkjølingsmetode av kjøttet under kverning. Kverning av grovhakket kjøtt gjør kjøttet om til kjøttdeig, se bilde 4.



Bilde 4 viser kvernemaskinen fra toppen (a) hvor kjøttet blir puttet oppi sammen med den valgte nedkjølingsmetoden og hvor kjøttet kommer ferdig kvernet ut (b) som kjøttdeig (Foto: Erlend S. Madsen)

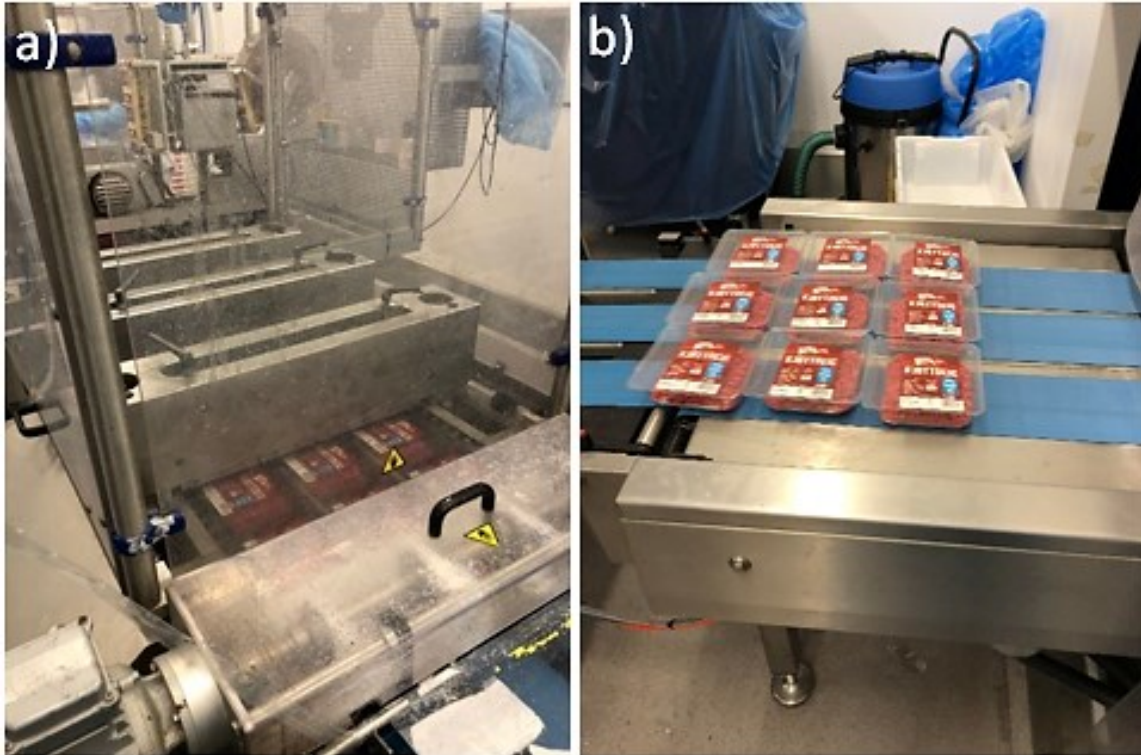
Den første metoden (K1) går ut på å tilsette 1/3 fryst grovt hakket kjøtt. Dette vil si med 400 kg ferskt råmateriale vil 200 kg fryst råmateriale tilsettes for å senke temperaturen og holde et godt nedkjølt kjøtt gjennom hele prosessen. Den andre kvernemetoden (K2) går ut på å tilsette CO₂ til å nedkjøle kjøttet. I den tredje kvernemetoden (K3) tilsettes N₂ for å nedkjøle kjøttet. CO₂ og N₂ tilføres i nedkjølt gassform hvor kjøttet er i kontakt med gassene (Hammer, 2023).

Kjøttdeigen som kommer ut av kverneprosessen går i 150 kg vemavogner før de blir fraktet over til porsjoneringsmaskinen. Fra porsjoneringsmaskinen blir de lagt på et matark i rekker på tre. De går så over på sorterings båndet hvor de blir nøye plassert tre i bredden og tre i lengden. De kommer fram slik til emballeringsmaskinen som pakker 3x3 pakker samtidig, se bilde 5.

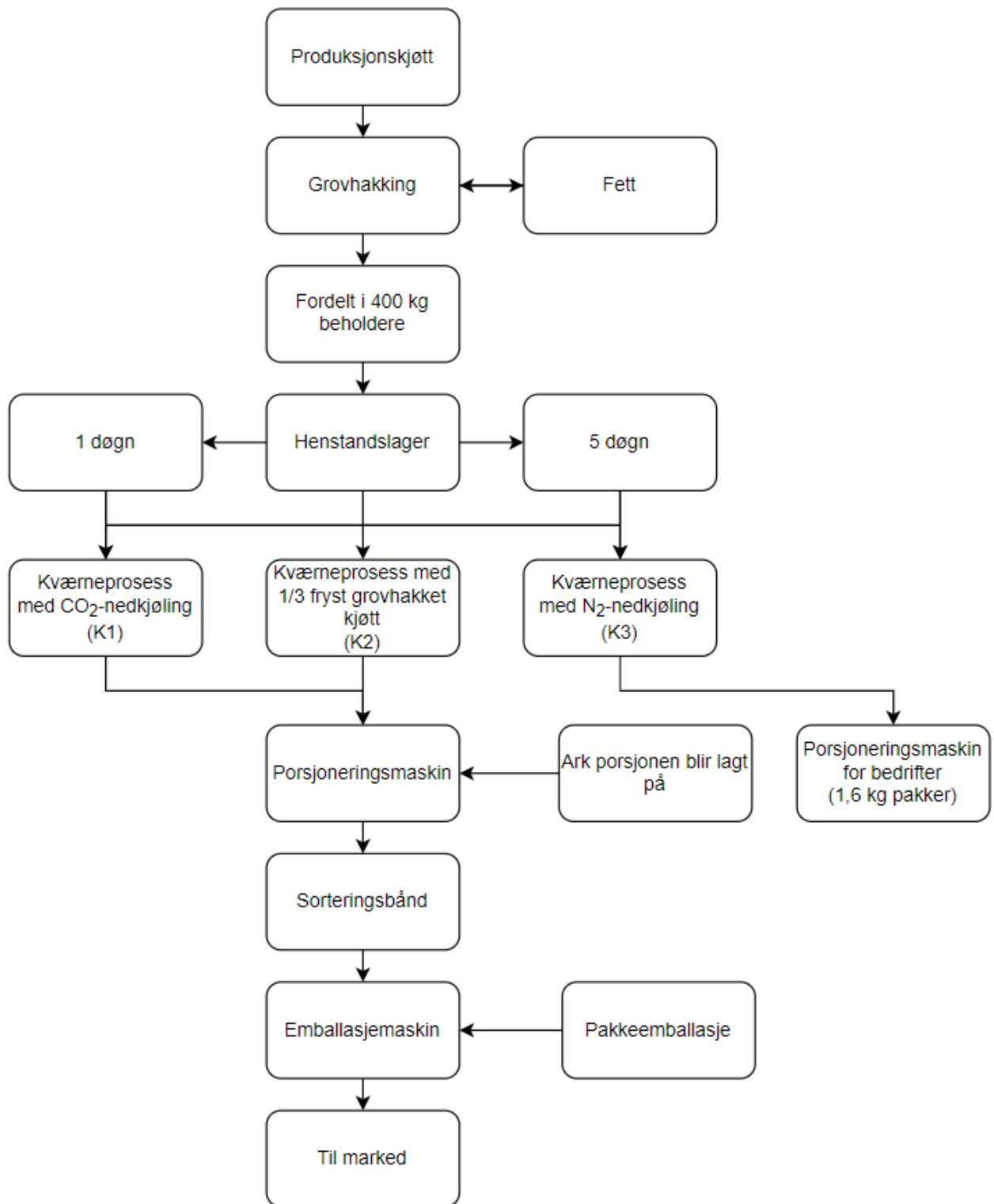


Bilde 5 viser hvordan kjøttdeigen kommer ut på samlebånd fra porsjoneringsmaskinen med 3x3 pakker samtidig (Foto: Erlend S. Madsen)

Dyptrekkeren som brukes til emballeringen er en Powerpack 680 fra Tiromat. Powerpack-maskinen fjerner alt tilgjengelig oksygen og tilsetter en gass bestående av 60 % CO₂ og 40 % N₂. For kvalitetsbevis for pakkegassene brukt i emballeringen se vedlegg 1. Pakkene blir så forseilet før de fraktes videre med transportbånd til palletering og lagring (bilde 6).



Bilde 6 viser Dyptrekkeren (a) som brukes til emballering og gasstilsetning i pakkene bestående av 60 % CO₂ og 40 % N₂. (b) viser hvordan pakkene kommer ut av dyptrekkeren klare til palletering og lagring. (Foto: Erlend S. Madsen)



Figur 4 viser produksjonslinjen til Nortura Malvik hvor det er tatt utgangspunkt i at produksjonen starter med hakkemaskinen og slutter med emballasjemaskinen.

5. Forsøks- og uttaksdesign

I denne masteroppgaven er det gjennomført en todelt studie. Del 1 går ut på å se ulike parametere som påvirker fargeforandring kjøttdeig. Det har blitt utført undersøkelser av forskjellige produksjonsmetoder som i dag anvendes i kjøttdeigproduksjon hos Nortura, med hensikt å følge fargestabiliteten gjennom holdbarhetsperioden i de ulike produksjonsmetodene. Prøvetakingen av CO₂-restoksygen og pH er blitt gjennomført på anlegget i Nortura Malvik sitt laboratorium. Fargeanalysen har blitt gjennomført ved Prosesslaboratoriet på NTNU-Kalvskinnet, Sverres gate 12, 7012 Trondheim. Del 2 er en forbrukerundersøkelse for å kartlegge forbrukeres oppfatninger relatert til fargeforskjeller som oppstår i kjøttdeig.

Det grovhakkede kjøttet som brukes i forsøket ble produsert 27.01.2023 og 31.01.2023. 800 kg grovhakket kjøtt ble produsert den 27.0, fordelt på to bokser (400 kg hver) og henstandslegret (korttidslagring før bruk) i fem døgn før prøveuttakene startet. Det grovhakkede kjøttet som ble produsert den 31.01 sto ett døgn på henstand fordelt på to bokser med 400 kg hver, se bilde 7. Dette er standard prosedyre for hvordan Nortura Malvik gjennomfører henstandslagring av kjøtt før videre prosessering til kjøttdeig.



Bilde 7 viser hvordan kjøttet ble lagret i 400 kg bokser på kjølelageret før de ble tatt ut til produksjon. (Foto: Erlend S. Madsen)

Temperaturen under henstandslagring var $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, se bilde 8. Boksene stod med lokk på, og det var dermed ingen lystilgang direkte på kjøttet (se bilde 7). Boksene ble markert med produksjonsdato for å holde oversikt over de ulike henstandsdatoen. En termometer ble plassert i en av boksene som ble lagret fra 27.01 for å følge temperaturforandringene i kjøttet gjennom henstandsperioden.



Bilde 8 viser termometeren som ble lagt ned i en av boksene under lagring for å følge med på temperaturen til kjøttet under lagringen. (Foto: Erlend S. Madsen)

Prosjektet har sett på fire forskjellige produksjonsmetoder for kjøttdeig med 14 % fett. Metodene anvendes daglig i Norturas produksjon. Figur 5 nedenfor beskriver forskjellene mellom de ulike produksjonsmetodene som er anvendt i dette prosjektet. Det som skiller de ulike metodene fra hverandre er henstandslagring og ulike nedkjølingsmetoder i kverneprosessen. Boksene med 400 kg grovhakket kjøtt ble fraktet fra henstandslagring over til kvernemaskinen den 01.02.2023 for videre prosessering til kjøttdeig. Etter at kjøttet fra en 400 kg boks er kvernet ble disse lagret i 150 kg Vemagvognen. I denne prosessen er det viktig å tømme kvernemaskinen mellom hver batch for å hindre at kjøtt med ulik henstandslagring og ulik nedkjølingsmetode blandes.

Termometermåling gjennomføres etter kverneprosessen for å sikre ønsket nedkjøling til $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Målingen ble gjennomført etter at kjøttet ble plassert i Vemagvognene. Vognene ble så fraktet til pakkelinja hvor kjøttdeigen ble porsjonert før en ny termometermåling ble gjennomført. Videre ble kjøttet emballert i en dyptrekker og uttak av prøvene ble gjort like etter emballeringsprosessen.

Produksjonsmetode 1:

Standardisert hakket kjøtt (400 kg) lagres på henstand i $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ i ett døgn. Etter henstandsperioden blir den kvernet med ca. 30 % fryst råstoff. Her blir 200 kg fryst kjøttdeig tilsatt i kverneprosessen for å senke temperaturen. Dette gjøres med den hensikt å oppnå et nedkjølt råstoff gjennom hele pakkeprosessen. Uttak av emballert kjøttdeig skjer like etter pakkeprosessen hvor det blir totalt tatt ut 90 pakker hvorav 45 markeres med “Fersk” og 45 markeres med “Fryst”. Fryste pakker lagres på $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, og ferske lagres på $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Produksjonsmetode 2:

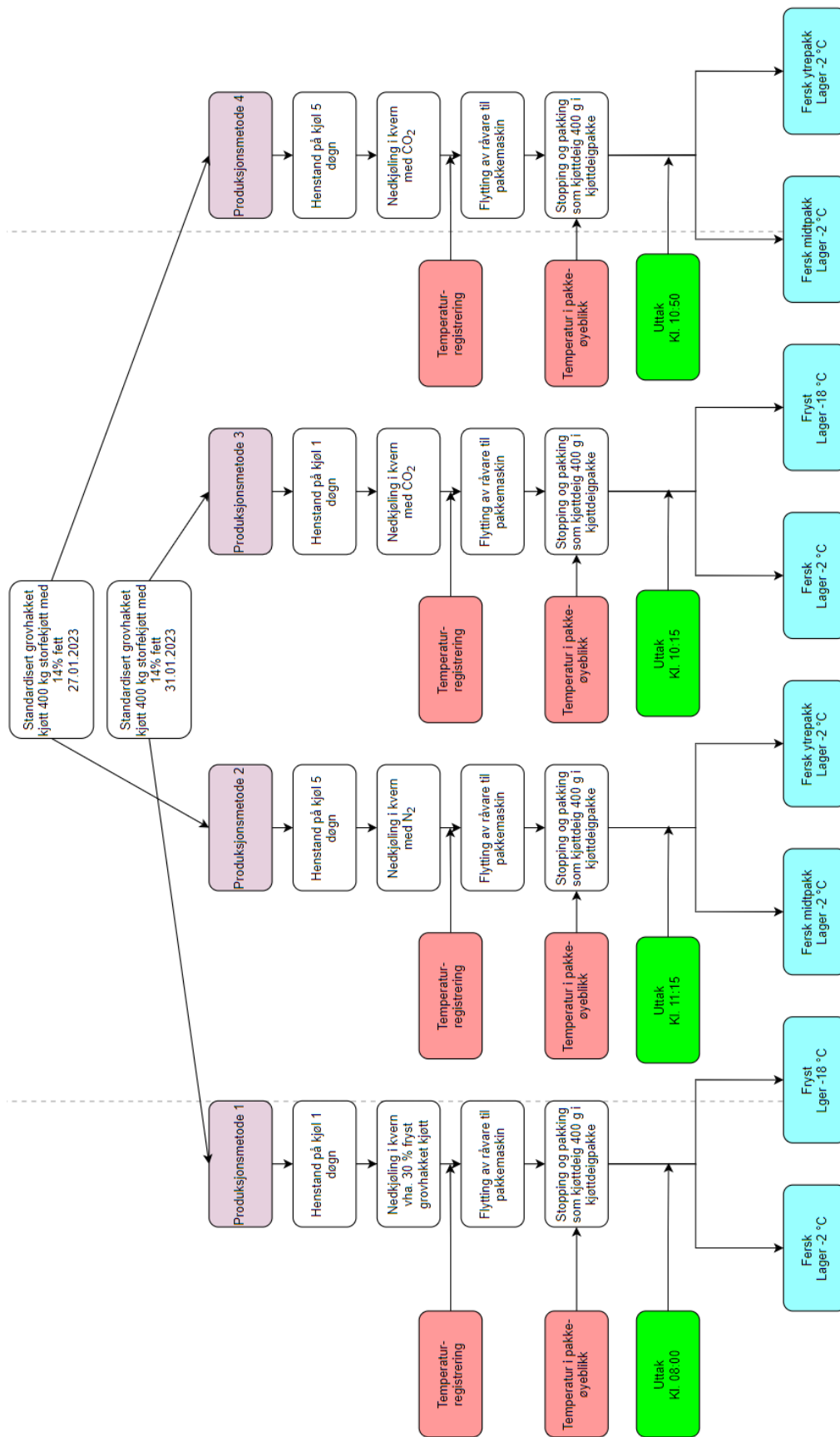
Standardisert grovhakket kjøtt (400 kg) blir lagret på henstand i fem døgn. Etter lagringsperioden blir kjøttet kvernet i kvernemaskinen med N_2 -nedkjøling. Kjøttet blir så fraktet til pakkeprosessen der porsjonering og emballering blir gjennomført. Fra denne metoden ble det tatt ut 45 “Midtpakk” og 45 “Ytterpakk”. Disse begrepene beskriver hvor i emballeringsmaskinen pakkene ble tatt ut ifra. “Midtpakk” er pakken som blir emballert i midten og “Ytterpakk” er pakkene som blir emballert ved en av kantene av maskinen. På bilde 9 er disse pakkene utringet med en rød sirkel. Disse ble deretter merket og fraktet til kjøll for lagring ved $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Produksjonsmetode 3:

Standardisert hakket kjøtt (400 kg) blir lagret på henstand i ett døgn. I kverneprosessen blir kjøttet nedkjølt med CO_2 før det fraktes til pakkeprosessen. Her blir det tatt ut 90 prøver hvor 45 markeres med “Fryst” og 45 markeres med “Fersk”. De som er merket med “Fryst” blir lagret på fryserom med $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, og “Fersk” lagres på $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Produksjonsmetode 4:

Standardisert hakket kjøtt (400 kg) lagres på henstand i fem døgn før det blir nedkjølt i kverneprosessen med CO_2 . De blir så porsjonert og emballert før uttak av prøver gjennomføres. 90 prøver blir tatt ut hvor 45 blir markert med “Midtpakk” og 45 med “Ytterpakk”. De blir merket før de fraktes til lagring ved $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$.



Figur 5 viser flytskjema over produksjonsmetodene som ble brukt i forsøket. Røde bokser viser temperaturmålinger, grønne bokser viser uttak for produksjonsmetodene og blå bokser viser hvilken pakke det er og hvordan pakken ble lagret.

Produktet anvendt i dette prosjektet er Gilde storfekjøttdeig (400 g) med 14 % fett og tilsatt salt og vann. Kjøttdeigen pakkes i plastbeholdere med modifisert atmosfære med 60 % CO₂ og 40 % N₂ for å blokkere oksygentilgang. Produktet har en holdbarhet på 28 dager i lagringstemperatur på 0-4 °C. Næringsinnholdet per 100 g kjøttdeig er illustrert i vedlegg 2.

For å sikre at uttakene kun inneholder kjøtt fra riktig produksjonsmetode er det viktig at porsjonerings- og pakke-prosessen får gå i noen minutter etter tilsetning av ny batch i porsjoneringsmaskinen. Hvis uttak gjennomføres like etter tilsetning av en ny batch i pakkeprosessen er det stor sannsynlighet for at uttaket vil bestå av pakker med blanding av to forskjellige produksjonsmetoder. For oversikt over tidspunktene for uttak, se tabell 1.

Tabell 1 viser tidspunktene for de fire uttakene.

Uttak 1, 08:00	Produksjonsmetode 1
Uttak 2, 10:15	Produksjonsmetode 3
Uttak 3, 10:50	Produksjonsmetode 4
Uttak 4, 11:15	Produksjonsmetode 2

Porsjonene ble fraktet på et samlebånd tre i bredden og tre lengden (bilde 9a). Etter sortering ble de emballert i pakkemaskinen. Pakkene ble tatt ut av linjen manuelt der fokus var å ta ut halvparten midtpakker og halvparten ytterpakker for å se nærmere på om gass-sammensetningen er ulik basert på plasseringen av pakkene i emballeringsmaskinen (bilde 9b). De frysede og ferske pakkene, slik de er beskrevet i figur 5, ble tatt fra både midtpakker og ytterpakker på transportbåndet. Pakkene ble fordelt mellom "Fersk" og "Fryst" der hensikten var å se på innvirkning av lagringstemperaturen.

Det ble tatt ut noen ekstra pakker fra hver av produksjonsmetodene i tilfelle uønskede hendelser skulle oppstå. Dette ble gjort for at pakker som eventuelt ble skadet under prosessen kunne bli erstattet.

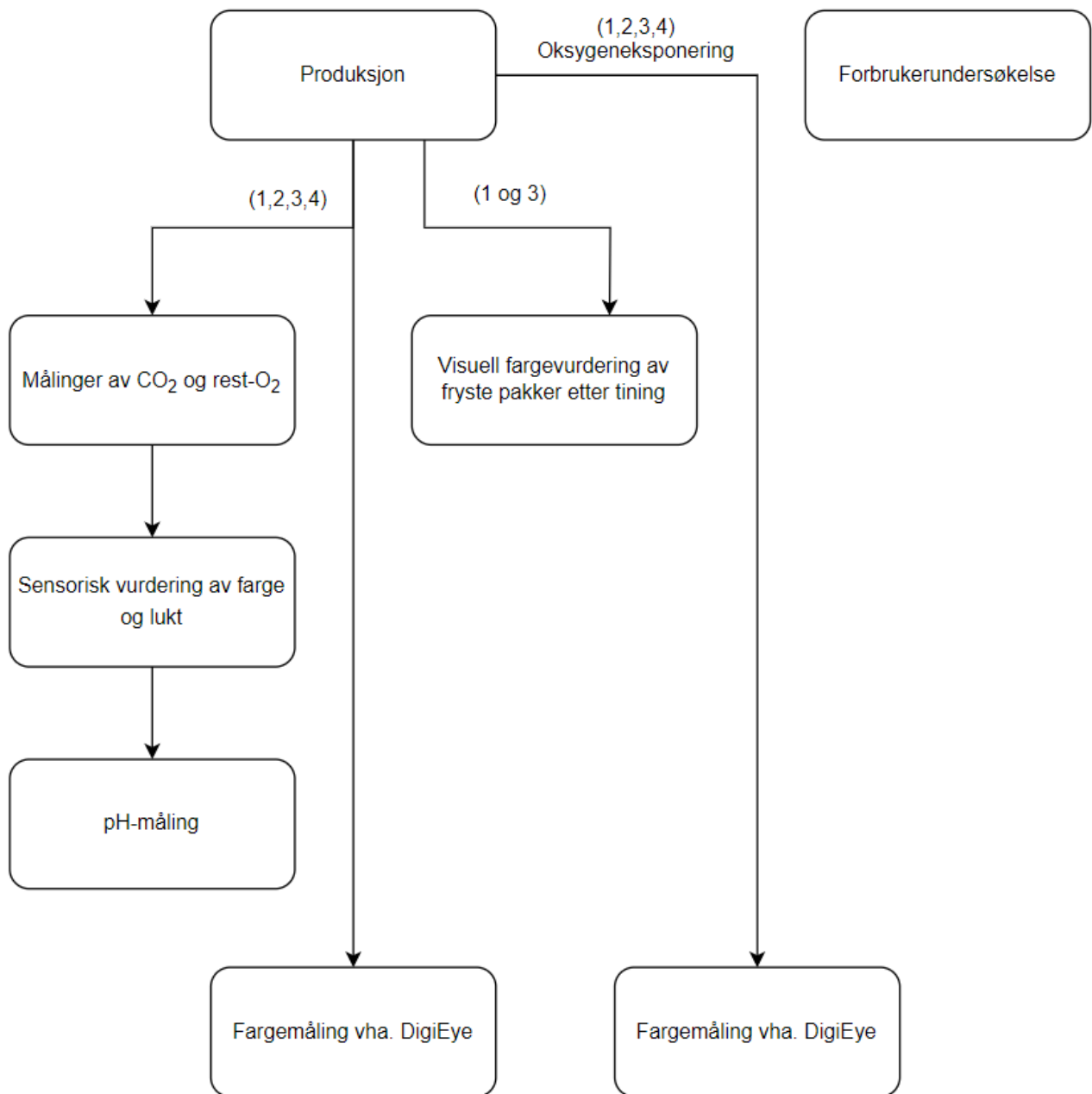


Bilde 9 viser hvordan pakkene ble lagt på båndet på vei inn i pakkemaskinen og hvilke pakker som ble plukket ut (Midtpakk og Ytterpakk). (Foto: Erlend S. Madsen)

Uttaket av pakker foregikk ved slutten av transportbåndet etter emballeringsmaskinen. Kasser med kapasitet på 30 pakker ble plassert strategisk ved siden av traller spesiallaget for kassene. Den strategiske plasseringen av kassene gjorde det enkelt å sortere pakkene som ble tatt av transportbåndet. En person plukket pakker av transportbåndet og ga pakkene til den andre som sorterte pakkene i kasser. De ble deretter markert med merkelapper for å enkelt holde oversikt over hvilken produksjonsmetode de forskjellige kassene tilhørte. Pakken ble så plassert på lager som vist i figur 5.

5.1 Analyser av prøver

I denne studien har det blitt gjennomført en rekke ulike forsøk med tilhørende analyser. Figur 6 viser rekkefølgen for de ulike forsøkene fra venstre mot høyre og hvilke analyser som har blitt utført under hvert forsøk. Fem pakker ble først målt for mengde karbondioksid som var i pakningen (CO_2) og mengde restoksygen (O_2) før de ble åpnet og vurdert for de sensoriske egenskapene lukt og utseende. Det ble så gjennomført pH-målinger på de samme fem pakkene. Én ny representativ pakke fra hver av de ulike produksjonsmetodene ble så analysert for farge i DigiEye. Dette var en forseglet pakke hvor det ikke har blitt gjennomført gass- eller pH-måling. Til neste forsøk ble det på dag 14, 21 og 25 tatt ut én ekstra pakke fra produksjonsmetode 1 og 3. Forsøket gikk ut på å observere virkningen av tining gjennom lagringsperioden, hvor disse pakkene ble visuelt vurdert opp imot hverandre på dag 28. På dag 28 ble det ytterligere tatt opp én ekstra pakke fra hver produksjonsmetode. Disse pakkene ble brukt til å måle virkningen av oksygeneksponering etter åpning, for å se hvordan dette kunne påvirke fargeutviklingen. Siste forsøk var en forbrukerundersøkelse som ble gjennomført for å se hvordan forbrukere innenfor forskjellige demografiske inndelinger forholder seg til kjøttdeig med ulike farger.



Figur 6 viser hvilke analyser som ble gjort for de ulike forsøkene som ble gjennomført, der tallene som står i parentes viser hvilke produksjonsmetoder som har blitt brukt i de ulike forsøkene.

Analyse av kjøttdeig-pakkene ble gjennomført på syv forskjellige dager med hensikt å dekke hele holdbarhetsperioden på pakkene. Tabell 2 viser oversikt over antall pakker som ble analysert og vurdert de ulike dagene.

Tabell 2 Oversikt over antall pakker som blir analysert og vurdert på de forskjellige dagene.

Uttak av pakker	Produksjonstype 1 (Henstand 1 døgn, nedkjøling 30% fryst)		Produksjonstype 2 (Henstand 5 døgn, nedkjøling N2)		Produksjonstype 3 (Henstand 1 døgn, nedkjøling CO2)		Produksjonstype 4 (Henstand 5 døgn, nedkjøling CO2)		CO2, Restoksygen og pH måling	Visuell test	DigiEye
	Fersk	Fryst	Midtpakke	Ytterpakke	Fersk	Fryst	Midtpakke	Ytterpakke			
Dag 0	6		6	6	6		6	6	30		6
Dag 3	6		6	6	6		6	6	30		6
Dag 7	6	7	6	6	6	7	6	6	40	2	8
Dag 14	6	7	6	6	6	7	6	6	40	2	8
Dag 21	6	7	6	6	6	7	6	6	40	2	8
Dag 25	6	7	6	6	6	7	6	6	40	2	8
Dag 28	7	7	7	7	7	7	7	7	40		16
								Sum	260	8	60

I dette prosjektet ble det valgt å bruke fem paralleller for gass- og pH-måling per produksjonsmetode. Dette ble gjort for å øke påliteligheten til testresultatene, men også for å begrense påvirkning av avvik som oppstår.

De fryste pakkene ble ikke testet før dag syv for at de skulle oppnå fullstendig nedfrysning. To dager før prøvetakning ble de fryste pakkene lagret i kjøleskap slik at de ble tint til testene skulle gjennomføres. Dette var nødvendig får å kunne gjennomføre pH-måling av kjøttdeigen. De ferske pakkene ble hentet fra kjølerommet like før målingene ble gjort. Én pakke fra hver gruppe innenfor produksjonsmetodene ble brukt til fargemåling ved hjelp av DigiEye. Disse ble plassert i kjøleskap fram til alle gass- og pH-målinger var gjennomført. Målinger av CO₂-innhold, restoksygen og pH ble gjennomført på alle parallellene innenfor en produksjonsmetode før man begynte på neste.

5.1.1 Måling av CO₂-innhold og restoksygen ved hjelp av Dansensor

CheckMate3

Dansensor CheckMate3 er et måleverktøy som hovedsakelig brukes i sammenheng med Modifisert lufteemballasje for å nøyaktig kunne måle karbondioksid og oksygeninnhold, se bilde 10.

Til måleverktøyet er det festet et sampling kit bestående av en tynn nål og en tynn plastikkslange som går fra nålen til maskinen. For å gjennomføre målingene blir nålen på sampling kit stukket ned i kjøttdeigpakken gjennom merkelappen. Idet nålen har stukket hull på pakken, må prøven tas relativt raskt. Dette fordi CO₂ kan lekke ut eller O₂ trenge inn i pakken og gi falske resultater.

Nålen holdes rolig og må ikke komme i kontakt med selve kjøttdeigen i pakken. Prøvetakingen startes ved å trykke på den røde knappen på maskinen som har et bilde av nålen. Når baren på displayet har fylt seg opp og resultatet av prøven vises på displayet, kan nålen tas ut av pakken.



Bilde 10 Dansensor ChecMate3 viser restoksygen øverst på displayet og CO₂ nederst på displayet. (Foto: Erlend S. Madsen)

5.1.2 PH måling ved hjelp av Mettler Toledo pH 1120x

PH-meteret som ble brukt i studien er modellen pH 1120x fra Mettler Toledo, se bilde 11. Den er forholdsvis enkel å bruke, der framgangsmåten kan beskrives med få steg: Kalibrering av pH-sensitiviteten ble gjennomført for at verktøyet skulle kunne oppnå nøyaktig måling av prøvene. Se vedlegg 3 for kalibreringsprosedyre. Kjøttdeigpakken ble først skåret opp med en skalpell. pH-elektroden ble så vasket med destillert vann før den ble plassert skrått midt i kjøttdeigen slik at den kun berørte kjøttdeig. Når pH-en var stabil, ble resultatet lest av og notert. pH-elektroden ble så tatt ut av kjøttdeigen og vasket på nytt med destillert vann.



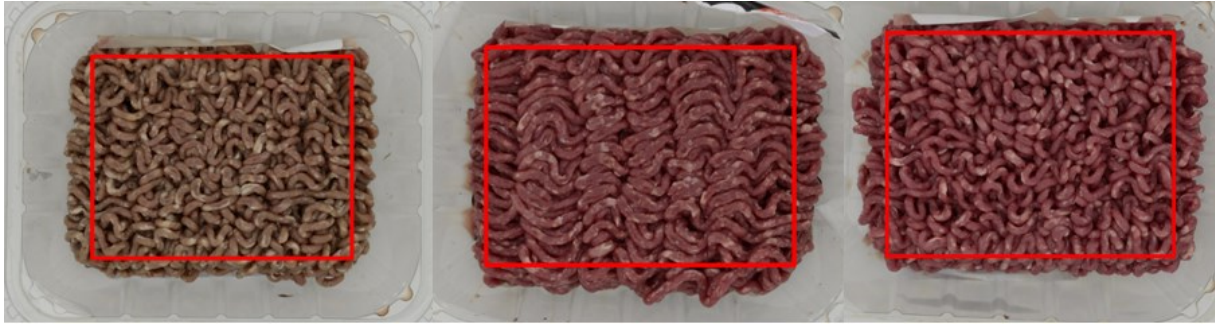
Bilde 11 viser pH-måleren som ble brukt gjennom hele forsøket (Foto: Erlend S. Madsen)

5.2 Fargeanalyse ved hjelp av DigiEye

Pakkene som ble brukt til fargeanalyse ble transportert fra Nortura Malvik med bil til NTNU Kalvskinnet. Kun pakker som skulle måles av den aktuelle dagen ble tatt med fra Nortura. Tabell 2 viser hvilke dager og antall pakker som ble testet i DigiEye. Ved ankomst på NTNU Kalvskinnet ble pakkene lagt i kjøleskap inne på prosesslaboratoriet. Én og én pakke ble tatt ut av kjøleskapet for bildetaking i DigiEye. Før bildetaking må instrumentet kalibreres og midtstilles for å få en nøyaktig og standardisert fargeprofil på bildene. Se vedlegg 4 for prosedyrer for kalibrering og generell bildetaking i DigiEye.

5.2.1 Data fra DigiEye

For å ta bilder og utføre fargeanalyse ved hjelp av DigiEye må prøvene markeres med et rødt rektangel over området det er ønskelig å få fargedata fra, se bilde 12. Det er viktig å sette markørene innenfor prøven for å få korrekt analyse av fargen. Det er også hensiktsmessig å markere størst mulig areal av prøven for å få en mer presis analyse av fargen. Bildene fikk en gjennomsnittlig fargekode i CIELAB (som beskrevet i underkapittel 2.4) med L*-, a*-, b*-, C*- og H*-verdier. Etter utført fargeanalyse av pakkene kunne verdiene enkelt overføres til et mer oversiktlig Excel-dokument (se vedlegg 4).



Bilde 12 Viser hvordan kjøttdeigpakkene ble markert i DigiEye for fargemåling innenfor det markerte området. (Foto: Birk K. Abelvik)

Det ble observert at fargen på kjøttdeigen endret seg raskt når kjøttet ble utsatt for oksygen i luften. Derfor ble tidsbruken fra åpning av pakkene til bildene ble tatt i DigiEye et kritisk punkt. Pakkene ble effektivt åpnet ved hjelp av en skalpell rett før de ble plassert i instrumentet og bildene ble tatt så raskt som praktisk mulig. Hvis pakkene blir stående bare få minutter med åpen tilgang til oksygen kan dette gi feil verdier i fargemålingen.

5.3 Sensorisk vurdering av lukt og utseende

Det ble gjennomført en sensorisk vurdering av lukt og utseende av alle prøvene som ble brukt til gass- og pH-målingene fra dag 7. Prøvene ble vurdert på en skala fra 1-9 (se tabell 3) der 1-3 (rød) er ikke godkjent kvalitet, 4-6 (gul) er godkjent, men ikke optimal kvalitet, og 7-9 (grønn) er optimal kvalitet. Vurderingen ble utført etter CO₂- og O₂-målingene ved først å lukte på pakkene direkte etter åpning, og deretter vurdere utseende. Observasjonene ble notert før pH-målingene ble gjennomført.

Tabell 3 viser tabellformen som ble brukt til vurdering av lukt og utseende.

1-3 (Rød)			4-6 (Gul)			7-9 (Grønn)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

5.4 Visuell fargevurdering av fryste pakker etter tining

Visuell fargevurdering av fryste pakker ble gjennomført for å se hvordan fryselagring påvirker fargen etter tining over tid. Metoden ble å ta ut én fryst pakke fra produksjonsmetode 1 og én fra produksjonsmetode 3 på dag 14, 21 og 25. Tabell 4 viser hvilke dager uttak av pakkene ble gjennomført, og hvilke dager det ble gjennomført visuell vurdering av pakkene. Dette ga mulighet for å observere forandringer i fargen basert på fryseperiode og lagringsperiode i kjøleskap.

Den visuelle testen foregikk ved å la pakkene som ble tatt opp på dag 14, ligge i kjøleskap til dag 21 for å så bli visuelt vurdert. Pakkene fra dag 14 og dag 21 ble videre lagret i kjøleskapet for å bli visuelt vurdert opp imot hverandre på dag 25. På dag 28 ble alle pakkene visuelt vurdert opp imot hverandre for å se om det var noen visuelle forandringer på pakkene og om forandringen var større på pakkene fra dag 14, 21 eller 25 innenfor de ulike produksjonsmetodene.

Tabell 4 viser uttak av én pakke fra fryst 1 og 3 på dag 14, 21 og 25 og hvilke dager disse pakkene ble visuelt vurdert.

	Uttak			Visuelt vurdert		
	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 21	Dag 25	Dag 28
Fryst 1	X			X	X	X
Fryst 3	X			X	X	X
Fryst 1		X			X	X
Fryst 3		X			X	X
Fryst 1			X			X
Fryst 3			X			X

5.5 Fargeendring etter oksygeneksponering

For å få et bedre innblikk i hvilken effekt oksygen har på fargeutviklingen ble det gjennomført et forsøk. Dette forsøket gikk ut på å åpne pakker for å analysere dem i DigiEye over en tidsperiode på 25 minutter. Forsøket ble gjennomført på dag 28, den siste holdbarhetsdatoen på kjøttdeigen. Første måling ble gjort direkte etter åpning (minutt 0), og de neste målingene ble utført henholdsvis 5, 10, 15 og 25 minutter etter åpning. Det ble målt for utvikling i a*-verdi og gjennomført en visuell vurdering av bildene fra DigiEye-analysen, hvor pakkene ble sett på og vurdert for fargen.

5.6 Forbrukerundersøkelse

For å få innsikt i forbrukeres holdninger til sensoriske parametere for kjøttdeigens farge, ble det foretatt en forbrukerundersøkelse over internett. Målgruppen for undersøkelsen var voksne over 18 år som spiser kjøttdeig minst én gang i året. Infoskriv og spørsmålssett ble utformet (vedlegg 5 og 6). Infoskrivet lå øverst i forbrukerundersøkelsen for å informere deltakerne om deres rettigheter. Infoskrivet inkluderte informasjon om hvor lenge vi skal bruke informasjon som blir samlet inn og hvordan de eventuelt kan få kontakt om det er noe usikkerhet rundt undersøkelsen.

Forbrukerundersøkelsen ble meldt inn til Sikt (kunnskapssektorens tjenesteleverandør) da infoskrivet og spørsmålene var ferdigstilt. Forbrukerundersøkelsen ble vurdert 09.03.2023 (ref.nr. 499414). Spørsmålene ble så lagt inn i EyeQuestion som er et sensorisk og forbrukerforskningsprogramvareverktøy. Spørsmålene ble laget slik at deltakere enkelt kunne gjennomføre undersøkelsen på pc, nettbrett og/eller mobil. Spørsmålene i forbrukerundersøkelsen var lukkede spørsmål av typen flervalg hvor deltakerne kunne krysse av på flere alternativer på samme spørsmål. Eksempel på spørsmål som ble stilt var “*Hva ser du etter når du handler kjøttdeig på butikken?*”. Deltakerne fikk mulighet på slutten av undersøkelsen til å svare på ett åpent spørsmål, hvor de kunne legge igjen en kommentar til undersøkelsen. Undersøkelsen ble lagt ut på internett og delt gjennom private kanaler slik som Facebook med en oppfordring til videre spredning den 17.03.2023, og var åpen for deltakere fram til 30.03.2023. I alt var det 220 personer som svarte på undersøkelsen.

5.6.1 Deltakerne

For å kartlegge de demografiske faktorene til panelet ble det stilt spørsmål om alder, daglig virke, innkjøpsfrekvens og innkjøp. Dette bidrar til å få en overordnet beskrivelse av deltakerne og deres forhold til forbruk av kjøttdeig. Tabell 5 viser kjønnsfordelingen i panelet og antall deltakere som identifiserer seg innenfor de ulike demografiske inndelingene. Dette gjør det mulig å sammenlikne besvarelsene for de ikke-sosialdemografiske spørsmålene opp imot de sosialdemografiske. Dette gjøres for å se om deltakerne har ulikt syn på kjøttdeig basert på demografi.

Tabell 5: Sosialdemografiske faktorer hos deltakerne (n = 219)

Sosialdemografiske faktorer	Total n (%)
<i>Kjønn</i>	
Mann	82 (37.34)
Kvinne	136 (61.64)
Annet	1 (0.5)
<i>Aldersgrupper</i>	
18-30 år	96 (43.84)
31-40 år	28 (12.79)
41-50 år	32 (14.61)
51-60 år	41 (18.72)
61-70 år	16 (7.31)
71-80 år	6 (2.74)
<i>Daglig virke</i>	
Jobber hel- eller deltid	146 (67.59)
Går på skole eller studerer	53 (24.54)
Pensjonist	17 (7.87)
<i>Ansvar for dagligvareinnkjøp</i>	
Jeg	119 (54.34)
Partner	14 (6.39)
Vi deler omtrent likt	73 (33.33)
Andre	13 (5.94)

5.7 Dataanalyse

Et av delmålene i studien har vært å analysere hvordan fargen på kjøttdeigen og de ulike parameterne samsvarer. Dataene som er samlet inn gjennom forsøkene er analysert ved hjelp av SPSS og Excel. SPSS ble benyttet til å gjennomføre statistiske analyser av de ulike forsøksmetodene. ANOVA test ble brukt for å sammenlikne gjennomsnittsverdiene for gass-, pH- og farge-målinger for de ulike produksjonsmetodene. Det ble brukt en post hoc-test for å se hvilke grupper som er signifikant forskjellig fra hverandre i de ulike faktorene. Her ble en Tukey-test benyttet for å sammenlikne alle par av gjennomsnitt for å se hvilke pargrupper som er signifikant ulik hverandre. For å illustrere de signifikante forskjellene mellom gruppene i en Tukey-test blir det bruk alfabetisk navngivning for å skille hvilke grupper som er signifikant forskjellig fra hverandre. Gruppe a er signifikant forskjellig fra gruppe b, mens gruppe ab er ikke-signifikant forskjellig fra gruppe a og gruppe b.

Dette er en nyttig test å gjennomføre etter at en ANOVA-test har indikert signifikante forskjeller i gruppene slik at man kan se hvilke grupper som er signifikant forskjellig fra hverandre. Programmet Excel ble benyttet til å lage linjediagrammene. Linjediagram er et godt verktøy for å vise fram innhentet data over en gitt tidsperiode. Linjediagrammet gjør det enkelt å analysere utviklingen over tid.

General Linear Model (GLM) er en hoved-effektsanalyse som ble brukt for å undersøke effekten av de uavhengige variablene mot de avhengige variablene. I dette prosjektet er CO₂, restoksygen, pH og a*-verdi de avhengige variablene, mens “Dag”, “Produksjonsmetode” “Fryst/Fersk” og “Midtpakk/Ytterpakk” er de uavhengige variablene. p-verdien ble brukt til å indikere signifikante forskjeller og F-verdi brukes til å teste om en av de uavhengige variablene har en signifikant effekt på den avhengige variabelen. F-verdien brukes i sammenheng med p-verdien for å styrke effekten av den signifikante forskjellen. En høy F-verdi i sammenheng med en lav p-verdi tilsier at de signifikante forskjellene er lite tilfeldig og det kan sies at det er en lineær sammenheng.

For dette prosjektet ble a*-verdien i CIELAB den viktigste parameteren. Det ble derfor bestemt å vektlegge a*-verdien og se bort ifra L*-, b*-, C*- og H*-verdiene der disse har liten relevans mot problemstillingen. For framvisningen av a*-verdien i de ulike produksjonsmetodene ble linjediagram brukt for å illustrere utviklingen av rødfargen gjennom forsøksperioden. Stolpediagram ble brukt for forsøket i underkapittelet 4.4.3 for dag 28 over tid til å illustrere utviklingen av a*-verdi for pakker eksponert for oksygen over tid.

Dataen fra forbrukerundersøkelsen ble hentet fra dataprogrammet EyeQuestion. Programmet la fram resultatene for svaralternativene i prosentvis andel og antall besvarelser. Tallene fra EyeQuestion ble deretter behandlet i Excel hvor linjediagram ble brukt for å illustrere fordeling av besvarelsene. Dette ga en framstilling av deltakerens vurdering av ulike kjøttdeigpakker med ulike fargenyanser. GLM ble brukt for å undersøke signifikante forskjeller i frekvens mellom svaralternativene. Det ble også utført GLM mellom frekvensen til besvarelsene av de ulike svaralternativene opp imot de demografiske faktorene.

6. Resultater

Denne delen presenterer resultatene fra de ulike analysene som har blitt gjennomført for de forskjellige produksjonsmetodene (se figur 6). Først blir resultater fra gass-, pH- og fargemålingene for de ulike produksjonsmetodene presentert, før ulikheter og likheter mellom produksjonsmetodene blir framstilt. Det ble også gjort et forsøk der fryste pakker ble tint for å så bli visuelt vurdert med hensyn til farge gjennom holdbarhetsperioden. Det neste forsøket som blir presentert er et fargeanalyse-forsøk hvor pakker ble utsatt for oksygen (fra lufta) og analysert etter forskjellige tidsintervaller. Resultatene fra forbrukerundersøkelsen framstiller hvordan deltakere med ulik demografisk inndeling oppfatter kjøttdeig med forskjellige fargenyanser. Undersøkelsen inkluderer hvilke kriterier og faktorer som påvirker valg og kjøp av kjøttdeig.

6.1 Gass-, pH- og fargemåling

Resultatene i dette prosjektet framstiller de ulike produksjonsmetodene der det blir sett på utvikling i mengde CO₂ (målt i %), restoksygen (målt i %), pH og rødfarge (a*-verdien) gjennom forsøket. Resultatene ser på korrelasjoner mellom mengden gass i pakkene opp imot rødfargen (a*) målt i DigiEye. I analyse av farge ble CIELAB-verdiene fra DigiEye benyttet for å sette verdi på fargen til pakkene. a*-verdien er den mest relevante verdien fordi den sier i hvor stor grad de ulike pakkene har rødlige nyanser. Desto høyere a*-verdien er desto, rødere er kjøttet. Det har blitt gjort måling på én representativ pakke for hver dag.

I resultatene for CO₂- og restoksygen-målingene har store avvik blitt ekskludert. Dette er avvik hvor det er åpenbare feil med gassinnholdet som skyldes lekkasje gjennom skade under lagring eller feil under pakkeprosessen. Dette er gassmålinger fra fire pakker markert rødt i rådatasettet, se vedlegg 7.

Resultatene fra pH-målingene ble vektlagt mindre, da de viste liten eller ingen sammenheng med gass- og fargeparameterne. pH-måleren brukt i forsøket ga ustabile data, noe som reduserte troverdigheten til eventuelle signifikante forskjeller som ble observert i dataene.

Samlet sett gir resultatene et innblikk i hvordan ulike produksjonsmetoder påvirker CO₂-mengde, restoksygen, pH og farge i kjøttdeigpakkene. Analysene av disse parameterne bidrar til å forstå sammenhengen mellom produksjonsprosessen og kvaliteten på produktet.

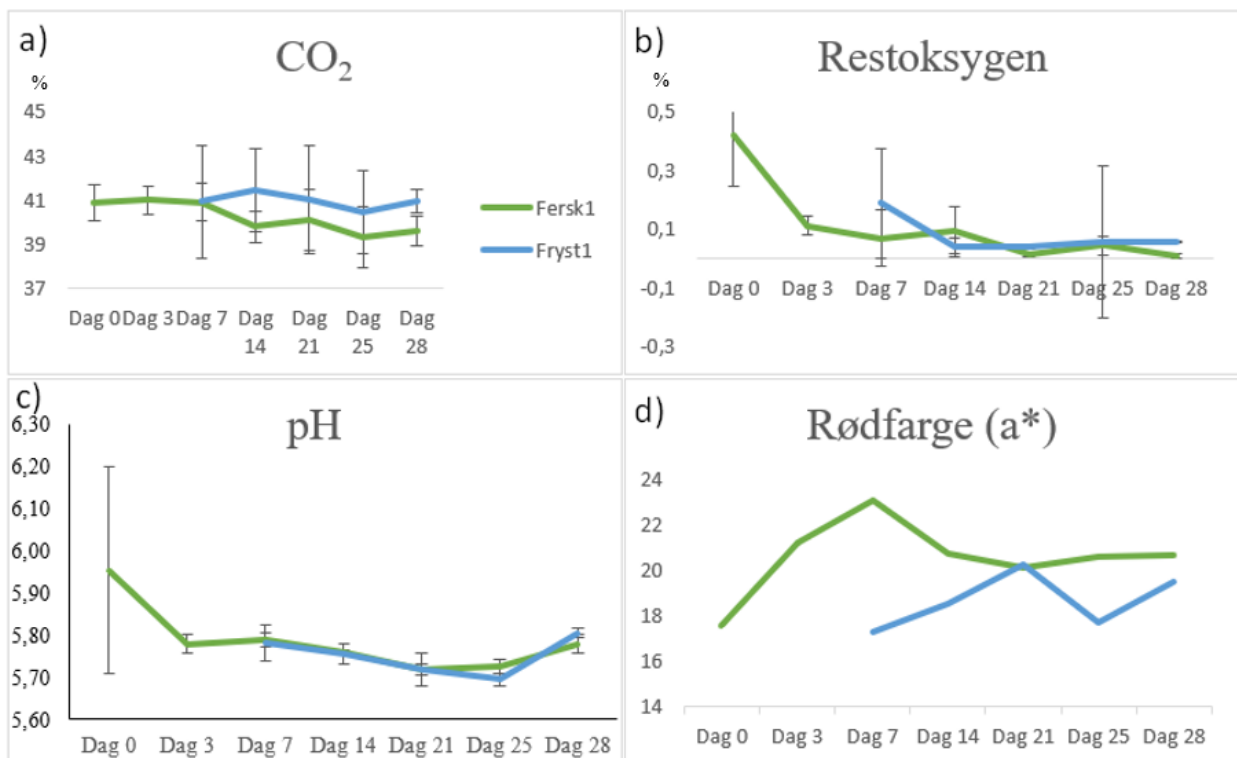
6.1.1 Produksjonsmetode 1 (30 % fryst råstoff med ett døgn på henstandslagring)

I denne metoden ble kjøttdeig nedkjølt ved hjelp av 30 % fryst råstoff med ett døgn på henstandslagring, illustrert i flytskjema (se figur 5). Det ble sett signifikante forskjeller i p-verdien i CO₂-nivå mellom “Fersk” og “Fryst” med General Linear Model-verdien (GLM) for Fersk/Fryst som er 0,048 (vedlegg 8). Det kan også sees på graf a i figur 7 at “Fryst” holder et høyere gjennomsnittsnivå av CO₂ sammenliknet med “Fersk” gjennom forsøksperioden.

Graf b for restoksygen i figur 7 viser at “Fersk” starter med et gjennomsnittsnivå 0,42 før den synker til dag 3 og holder et gjennomsnittsnivå på $\leq 0,1$ med ingen signifikante forskjeller sammenliknet med “Fryst” fra dag 7 til dag 28 (vedlegg 8).

Det ble vist signifikante forskjeller i pH mellom “Fersk” og “Fryst” på dag 25 der “Fersk” er høyest samt på dag 28 der er “Fryst” som er høyest (vedlegg 8). Graf c i figur 7 viser at pH har et jevnt gjennomsnittsnivå med liten forskjell mellom “Fersk” og “Fryst”.

For a*-verdien ble det sett stor forskjell på dag 7 mellom “Fersk” med 23,08 og “Fryst” med 17,29 (vedlegg 8). På dag 21 ser man at a*-verdien er lik mellom “Fersk” og “Fryst”, før den igjen faller for “Fryst” i dag 25, se graf d i figur 7.



Figur 7 viser CO₂-målingene på graf a, restoksygen-målingene på graf b, pH-målingene på graf c og Rødfarge (a*) på graf d for produksjonsmetode 1. Fersk er grønn linje og Fryst er blå linje.

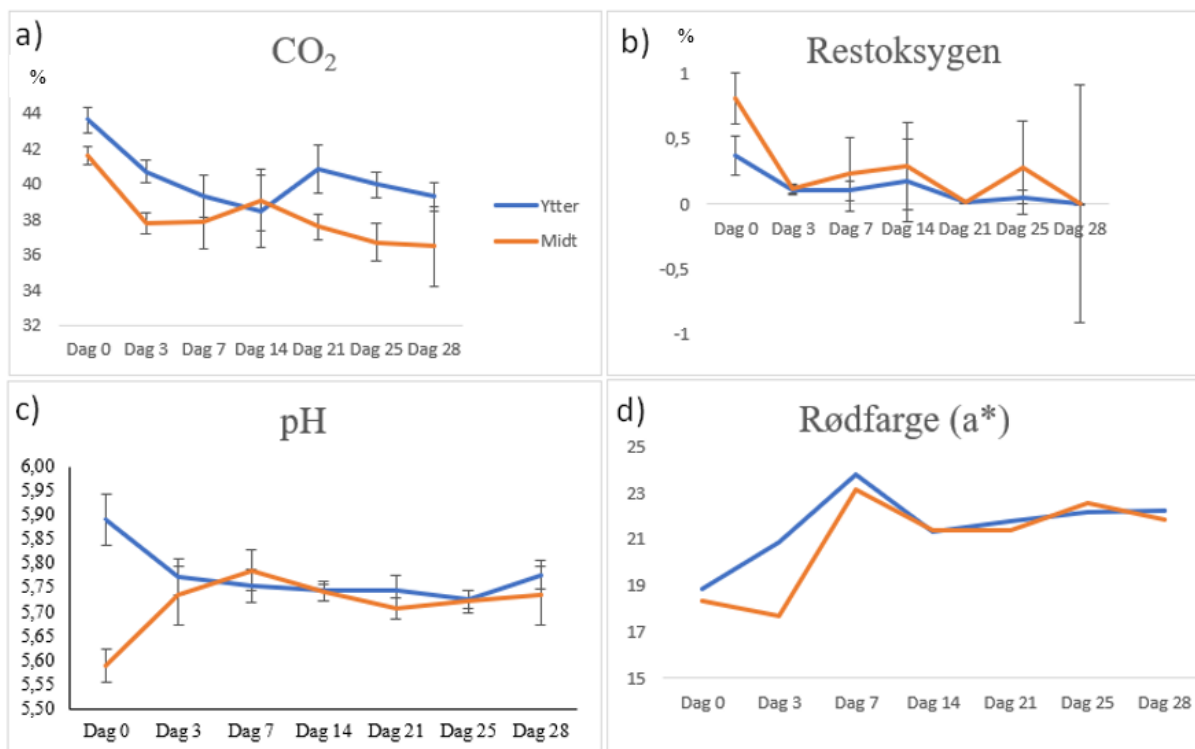
6.1.2 Produksjonsmetode 2 (Nedkjøling med N₂ med fem døgn på henstandslagring)

Figur 8, graf a viser signifikant forskjell i CO₂ i de ulike dagene med en GLM_{Dag} p-verdi $\leq 0,001$ (se vedlegg 9). Det er også en signifikant forskjell mellom “Ytterpakk” og “Midtpakk” med GLM_{Pakke} p-verdi $\leq 0,001$. $GLM_{Interaction} = 0,012$ tilsier en signifikant interaksjon mellom forsøksdagene, type pakke og CO₂ nivå. Det ble sett signifikant forskjell i CO₂-nivå mellom “Ytterpakk” og “midtpakk” på dag 0, 3, 21, 25 og dag 28 med p-verdi $\leq 0,05$ (vedlegg 9). CO₂-målingene viser at “Ytterpakk” har et høyere gjennomsnittsnivå sammenliknet med “Midtpakk” alle dagene bortsett fra dag 14. Det blir ikke sett signifikant forskjell på dag 7 (p-verdi = 0,128)- og på dag 14 (p-verdi = 0,617) (vedlegg 9).

For restoksygen er $GLM_{Dag} \leq 0,001$ og $GLM_{Pakke} = 0,004$ som sier at det er signifikant forskjell mellom dagene og signifikant forskjell mellom “Ytterpakk” og “Midtpakk”. Derimot sier $GLM_{Interaction} = 0,159$ (vedlegg 9) at interaksjonen mellom GLM_{Dag} og GLM_{Pakke} er ikke-signifikant. Figur 8, graf b viser at “Midtpakk” har høyere restoksygen på dag 0, 3, 7, 14 og 25, men viser bare signifikant forskjell på dag 0.

Det ble målt signifikant forskjell på pH i dag 0. Med $p \leq 0,001$ (vedlegg 9). Figur 8, graf c viser at det ble målt stor forskjell på dag 0, før målingene ble stabile med ingen signifikante forskjeller gjennom resten av forsøksdagene.

For a*-verdien ble den største differensen sett på dag 3, før de følger hverandre jevnt gjennom resten av prøvetakningene. Figur 8, graf d viser at “Midtpakk” og “Ytterpakk” har den høyeste a*-verdimålingen på dag 7, før den synker til dag 14 og holder et stabilt nivå resten av dagene.



Figur 8 viser CO₂-målingene på graf a. Restoksygenmålingene på graf b, pH-målingene på graf c og Rødfarge (a*) på graf d for produksjonsmetode 2. Ytterpakk er blå linje og Midtpakk er oransje linje.

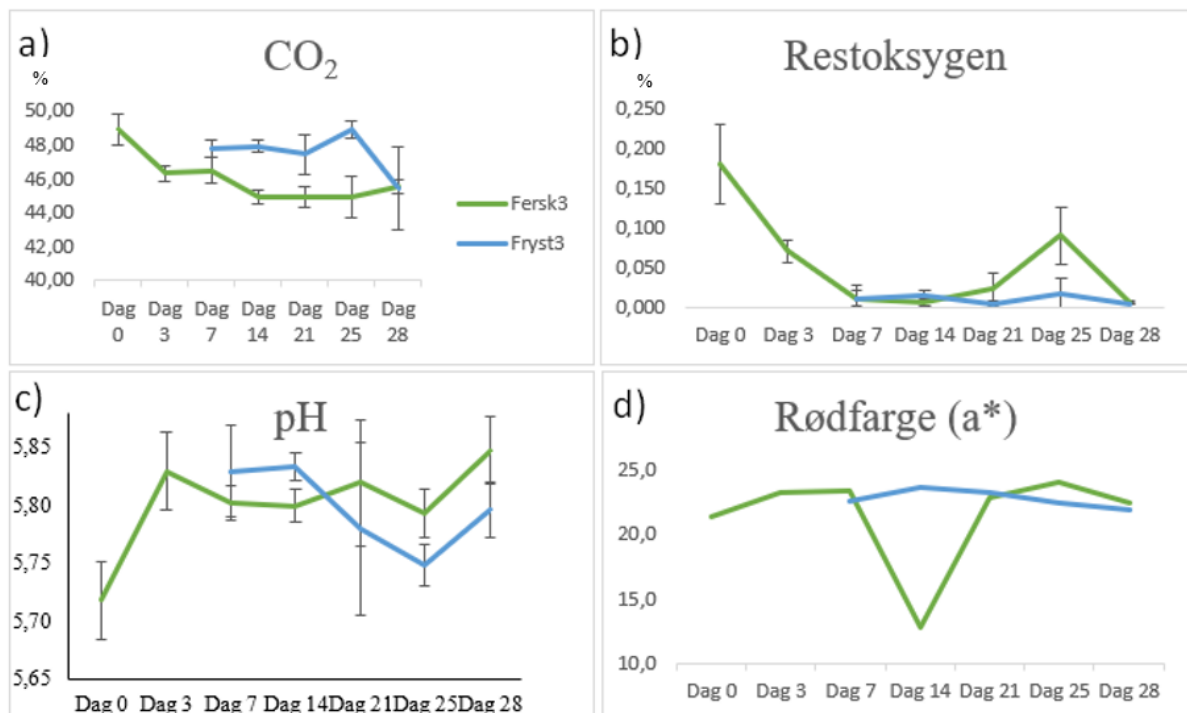
6.1.3 Produksjonsmetode 3 (Nedkjøling med CO₂ med ett døgn på henstandslagring)

For denne produksjonsmetoden viser GLM-verdiene signifikant forskjell $\leq 0,001$ i faktorene “Dag”, “Fersk/Fryst” og “Interaction” for CO₂-nivå (vedlegg 10). Det ble sett signifikant forskjell mellom “Fersk” og “Fryst” på dag 14, 21 og 25 der p-verdien er $\leq 0,05$ for disse dagene. Figur 9, graf a viser at “Fryst” har et høyere CO₂-nivå sammenliknet med “Fersk” for dag 7, 14, 21 og 25 før de på dag 28 har samme gjennomsnittsnivå.

For restoksygen er det ingen signifikante forskjeller mellom “Fersk” og “Fryst” på et signifikansnivå $\leq 0,05$. GLM_{Dag} viser signifikant forskjell i restoksygen mellom dagene med $p \leq 0,001$ (vedlegg 10). Figur 9, graf b viser at restoksygen starter med 0,18 % for “Fersk” på dag 0, men fra dag 7 har “Fryst” og “Fersk” likt gjennomsnittsnivå før det ble sett en økning på dag 25 for “Fersk”.

For pH er GLM_{Interaksjon} og GLM_{Dag} signifikant med p-verdi $\leq 0,05$. Det ble sett signifikant forskjell i pH-verdi mellom “Fersk” og “Fryst” på dag 14, 25 og 28 (vedlegg 10). Grafene for pH er illustrert i figur 9, graf c.

Figur 9, graf d viser at a*-verdien var stabil for både “Fersk” og “Fryst” alle dagene, bortsett for “Fersk” dag 14 som skilte seg betydelig fra de andre.



Figur 9 viser CO₂-målingene på graf a, restoksygen målingene på graf b, pH målingene på graf c, Rødfarge (a*) på graf d for produksjonsmetode 3. Fersk er grønn linje og Fryst er blå linje.

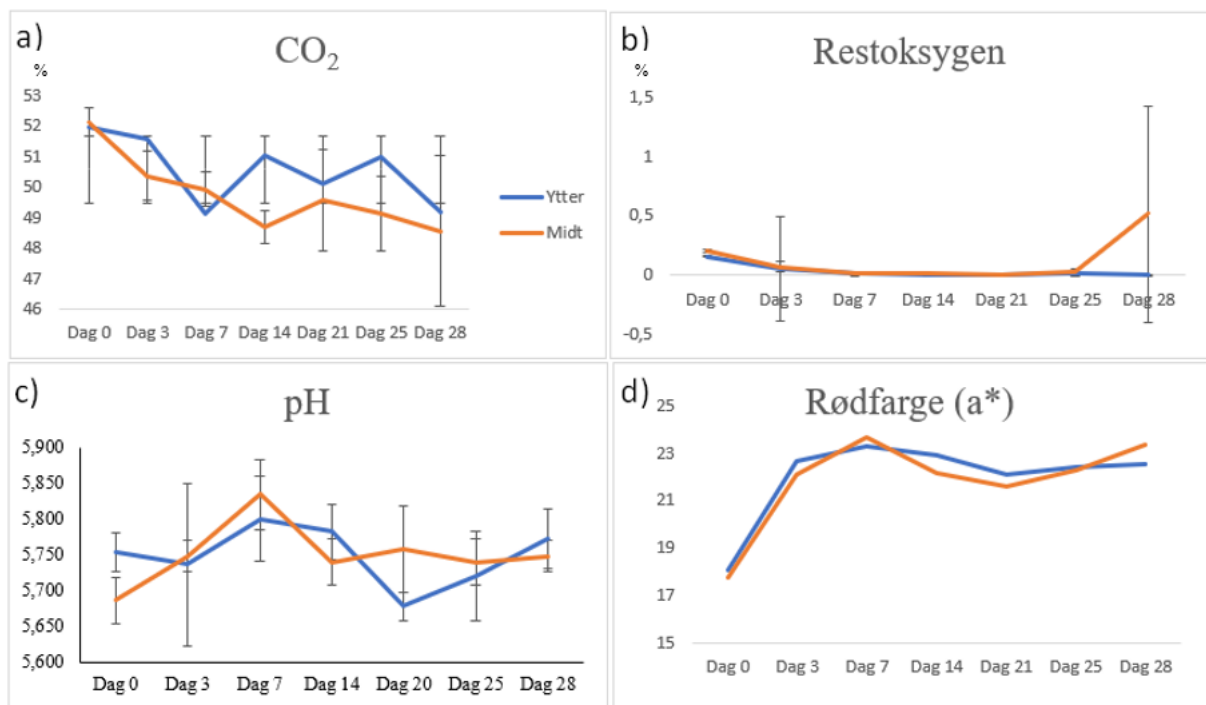
6.1.4 Produksjonsmetode 4 (Nedkjøling med CO₂ med fem døgn på henstandslagring)

Figur 10, graf a viser signifikant forskjell i CO₂ på de ulike dagene med en GLM_{Dag} p-verdi < 0,001. Det ble også sett signifikant forskjell mellom “Ytterpakk” og “Midtpakk” med GLM_{Pakke} p-verdi = 0,002. Interaksjonen mellom “Dag”, “Pakke” og CO₂-verdi er signifikant med en GLM_{Interaction} p-verdi = 0,012 (vedlegg 11). Det er signifikant forskjell mellom “Midtpakk” og “Ytterpakk” på dag 3, 7, 14 og 25 med p-verdi ≤ 0,05. Figur 10, graf a for CO₂-verdiene viser at “Ytterpakk” har høyere gjennomsnittsverdier for CO₂ på alle dagene bortsett fra dag 0 og dag 7.

Det ble ikke sett noen signifikante forskjeller i GLM-verdiene for restoksygen. Det ble sett signifikante forskjeller mellom “Ytterpakk” og “Midtpakk» på dag 0 og 14 (vedlegg 11). Figur 10, graf b viser at utviklingen i restoksygen gjennom dagene er lik mellom “Ytterpakk” og “Midtpakk”, før det ble sett en økning i “Ytterpakk” på dag 28.

For pH ble det sett signifikant forskjell for GLM_{Dag} med p-verdi ≤ 0,001. For GLM_{Interaction} ble det sett signifikant interaksjon mellom “Dag”, “Pakke” og CO₂ med en p-verdi = 0,002. Det ble sett signifikant forskjell mellom “Ytterpakk” og “Midtpakk” på dag 0 og dag 21, se figur 10, graf c.

Figur 10, graf d for a*-verdien viser at “Midtpakk” og “Ytterpakk” fikk en økning fra dag 0 til dag 3. De synker deretter på dag 14 og dag 21 før det igjen ble sett en økning på dag 28.



Figur 2 viser CO₂-målingene på graf a, restoksygen målingene på graf b, pH-målingene på graf c og Rødfarge (a*) på graf d for produksjonsmetode 4. Ytterpakk er blå linje og Midtpakk er oransje linje.

6.1.5 Sammenlikning mellom produksjonsmetode 1 og 3

Produksjonsmetode 1 og 3 inneholdt begge “Ferskt” og “Fryst”, og det ble derfor valgt å se på forskjeller og likheter mellom disse to produksjonsmetodene. Figur 11, graf a viser CO₂-nivå for begge produksjonsmetodene. Ved å sammenlikne produksjonsmetode 1 og 3 på graf a kommer det fram at produksjonsmetode 3 har et høyere CO₂-nivå enn produksjonsmetode 1. Det kommer også fram at “Fryst” har høyere CO₂-nivå sammenliknet med “Fersk” for begge produksjonsmetodene.

GLM_{Fersk/Fryst} mellom produksjonsmetode en 1 og 3 har en p-verdi=0,012. Dette sier at det er en signifikant forskjell mellom “Fersk” og “Fryst” mellom disse produksjonsmetodene. GLM_{Produksjon} har en p-verdi≤0,001 som tilsier at produksjonsmetoden har en signifikant effekt på CO₂-nivået uavhengig om prøvene er “Fersk” eller “Fryst”. GLM_{Ferskt/Fryst} har F-verdi= 6,55 og GLM_{Produksjon} har F-verdi=200,40. Basert på den høye F-verdien til GLM_{Produksjon} tilsier det at valg av produksjonsmetode påvirker CO₂-nivået mer enn om pakkene er “Fersk” eller “Fryst” i dette forsøket. Vedlegg 12 viser tabell for CO₂-verdiene og GLM-verdiene.

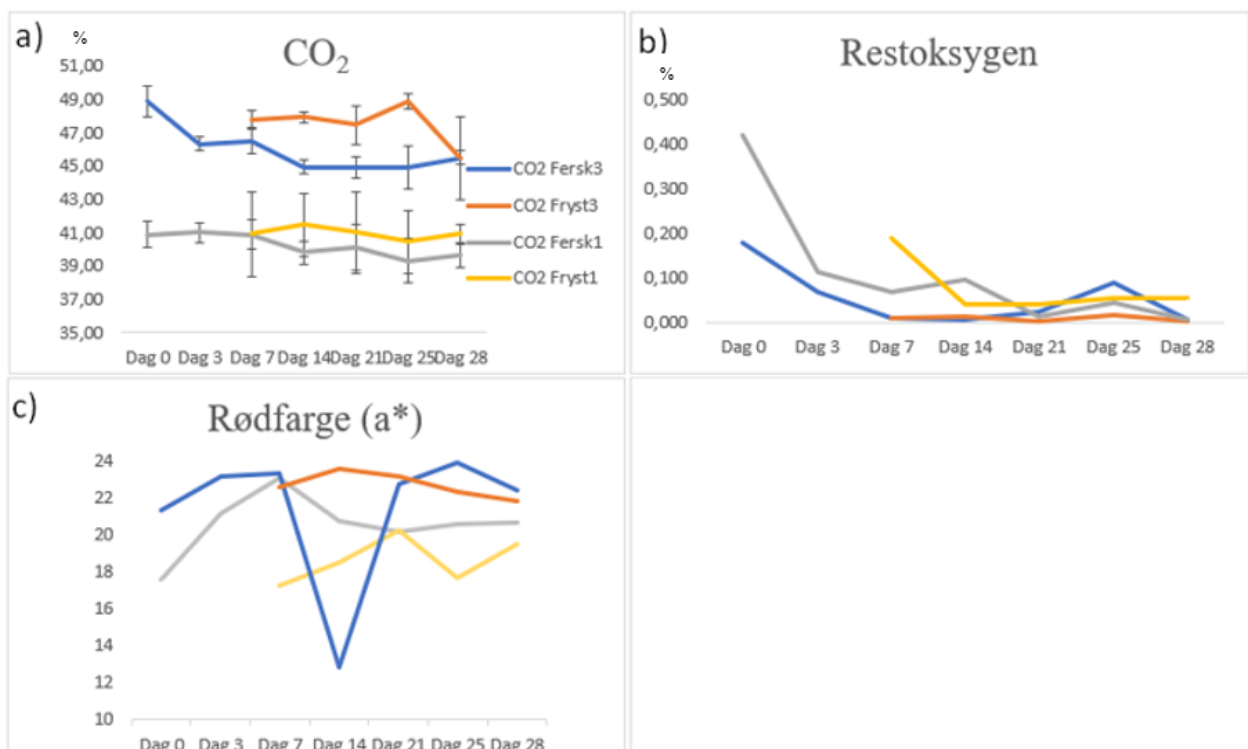
Basert på Tukey-testen ble det sett at “Fersk1” er signifikant forskjellig fra “Fersk3” på alle dagene for CO₂ bortsett fra dag 14 med p-verdi≤0,05. “Fryst1” er signifikant forskjellig fra

“Fryst3” på alle dagene bortsett fra dag 21 med $p\text{-verdi} \leq 0,05$. Det ble sett signifikant forskjell mellom Produksjonsmetode 1 og 3 på dag 7, 25 og 28 ($p \leq 0,01$).

Figur 11, graf b for restoksygen viser at produksjonsmetode 3 har lavere restoksygen sammenliknet med produksjonsmetode 1 på de fleste dager med unntak av dag 21 og 25. Det blir ikke sett signifikante forskjeller i GLM verdiene, som tilsier liten sammenheng mellom de uavhengige faktorene og restoksygen. Oversikt over gjennomsnittsverdiene og GLM verdiene kan sees i vedlegg 12.

Rødfargeverdiene (a^*) for produksjonsmetodene er vist i figur 11, graf c. Det kommer fram i denne grafen at a^* -verdien for “Fersk3” er høyere en for a^* -verdien til “Fersk1” på alle dagene med et unntak på dag 14. Det kommer også fram i grafen at “Fryst3” har høyere a^* -verdi en “Fryst1”.

For pH ble det sett signifikante forskjeller i GLM_{Dag} med $p=0,010$ og i $GLM_{\text{Produksjon}}$ med $p=0,033$. For GLM_{Dag} er F-verdien= 2,97 og for $GLM_{\text{Produksjon}}$ er F-verdi=4,67, se vedlegg 12. De lave F-verdiene tyder på at de signifikante forskjellene som oppstår, kan antas å være tilfeldige og at de uavhengige faktorene har liten betydning på pH-nivået.



Figur 11 viser CO₂-målingene for både produksjonsmetode 1 og 3 på graf a, restoksygenmålingene for produksjonsmetode 1 og 3 på graf b og Rødfarge (a^*) målingene for produksjonsmetode 1 og 3 på graf c. For produksjonsmetode 1 er Fersk grå og Fryst er gul. For produksjonsmetode 3 er Fersk blå og Fryst er oransje. Det ble valgt å ikke ta med ST.AV på restoksygen fordi grafen ble uoversiktlig, ST.AV for restoksygen kan bli sett i vedlegg 12.

6.1.6 Sammenlikning mellom produksjonsmetode 2 og 4

I produksjonsmetode 2 og 4 ble det sett på “Ytterpakk” og “Midtpakk”. Det er interessant å sammenlikne disse for å kartlegge mulige forskjeller mellom produksjonsmetodene. Figur 12, graf a viser at produksjonsmetode 4 (“Ytter4” og “Midt4”) gir høyere CO₂-nivå sammenliknet med produksjonsmetode 2 (“Ytter2” og “Midt2”) for alle dagene bortsett fra dag 7 der “Ytter4” har samme gjennomsnitt som “Ytter2”.

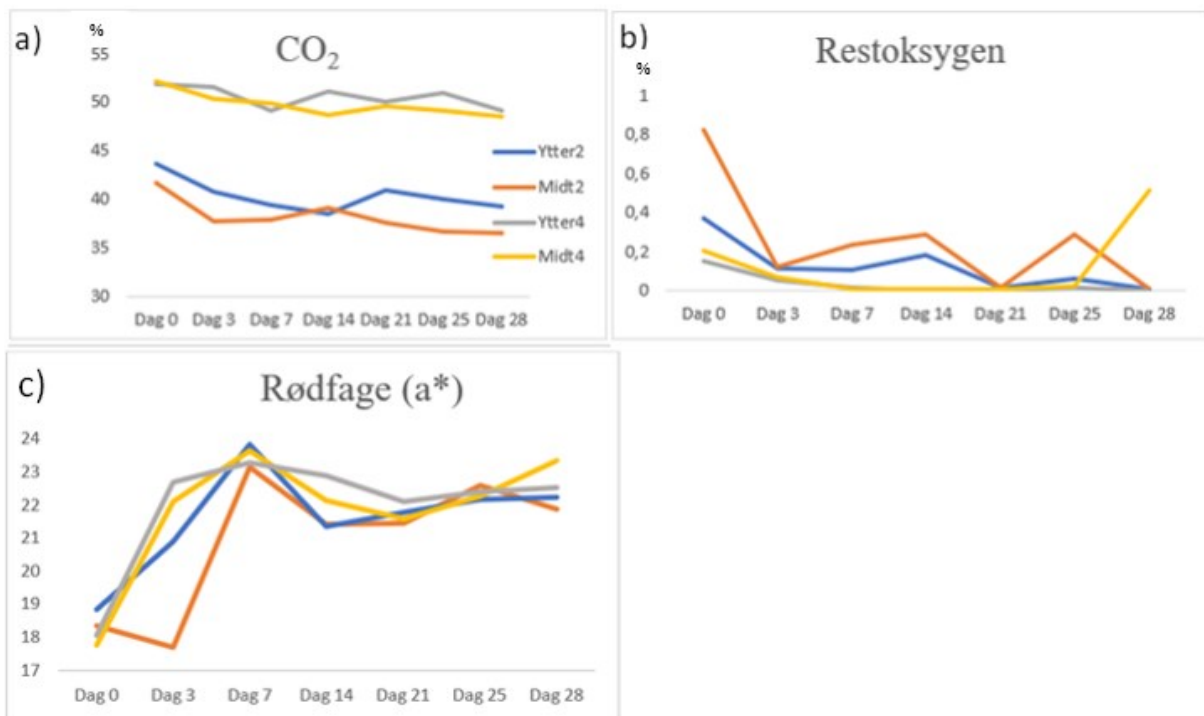
Alle GLM-verdiene er signifikante med p-verdi $\leq 0,001$. Dette tilsier at de uavhengige faktorene har en signifikant effekt på CO₂ (vedlegg 13). F-verdien er høyest for GLM_{Produksjon} med 331,80 som indikerer at produksjonsmetodene har en sterk innvirkning på CO₂ nivået. Selv om det blir sett signifikant forskjell i CO₂ for GLM_{Dag} og GLM_{Ytterpakk/Midtpakk} med p-verdi $\leq 0,001$, har de vesentlig lavere F-verdi. Dette tyder på at det ble sett en sterk forskjell i CO₂ basert på disse faktorene, men at effekten er lavere enn GLM_{Produksjon}.

Tukey-testen (vedlegg 13) viser signifikant forskjell i CO₂-nivå mellom “Ytter2” og “Ytter4” for alle dagene bortsett fra dag 28. “Midt2” er også signifikant forskjellig fra “Midt4” på alle dagene bortsett fra dag 28. På dag 3 og dag 25 er alle signifikant forskjellig fra hverandre med p-verdi $\leq 0,001$.

Det høyeste gjennomsnittsnivået av restoksygen ble målt på dag 0 for prøven “Midt2” (figur 12, graf b). Fra dag 3 til dag 25 ble det sett at “Midt 4” og “Ytter4” har lavere restoksygen-nivå sammenliknet med “Midt2” og “Ytter2”. Fra dag 7 til dag 14 ble det sett en økning i restoksygen-nivå for produksjonsmetode 2, men for produksjonsmetode 4 holder den seg stabilt under 0,01 % O₂. Vedlegg 13 viser oversikt over GLM-verdiene og tabell over gjennomsnittsverdier. Det blir ikke sett noen signifikante effekter av GLM-verdiene.

For pH blir det sett signifikant forskjell i GLM_{Dag} med p-verdi=0,002 og i GLM_{Ytter/Midt} med p-verdi=0,006. Dette viser at det er signifikant forskjell mellom “Ytterpakk” og “Midtpakk”, og signifikant forskjell på dagene. F-verdien for GLM_{Dag} er F=3,65 og for GLM_{Ytter/Midt} er F=7,83. Dette tyder på at effekten av “Ytterpakk” og “Midtpakk” har en større sammenheng i forhold til CO₂-nivå sammenliknet med “Dag”.

Utviklingen av a*-verdien ble illustrert på graf c i figur 12. Her ble det sett at produksjonsmetodene følger den samme utviklingen med unntak av “Midtpakk2” som synker fra dag 0 til dag 3. Grafen viser at a*-verdien øker fra dag 3 til dag 7 for alle pakkene, før den synker fra dag 7 til dag 14. Etter dag 14 ble det sett en mer stabil a*-verdi fram til dag 28.



Figur 12 viser CO₂-målingene for både produksjonsmetode 1 og 3 på graf a, restoksygenmålingene for produksjonsmetode 1 og 3 på graf b og Rødfarge (a*) for produksjonsmetode 1 og 3 på graf c. For produksjonsmetode 1 er Fersk grå, og Fryst er gul. For produksjonsmetode 3 er Fersk blå og Fryst er oransje.

6.2 Sensorisk vurdering av lukt og utseende

Ved den sensoriske vurderingen av lukt og utseende ble det funnet liten/ingen forskjell i lukt mellom pakkene fra de ulike produksjonsmetodene. Det ble derimot sett forskjell i utseende for “Fryst” i produksjonsmetode 1 sammenliknet med de andre produksjonsmetodene. Pakkene fra “Fryst1” framsto som mer gråaktige med mer væske i bunnen, i motsetning til pakkene fra de andre produksjonsmetodene som framsto som mer mørk rød/lilla med mindre væskeutskillelse. Det ble observert størst forskjell i utseende på dag syv, hvor pakkene fra “Fryst1” lå mellom tre og fem på skalaen vist i tabell 3 (kap. 5.3). Pakkene fra resten av produksjonsmetodene lå mellom seks og ni på skalaen.

6.3 Visuell fargevurdering av frysede pakker

Denne testen gikk ut på å tine frysede pakker for å se hvordan fargen utviklet seg over en lagringsperiode etter tining. Her ble det tatt ut én fryst pakke fra produksjonsmetode 1 og 3 på dag 14, 21 og 25 for å så tine dem i kjøleskaptemperatur på 4 °C. Det ble sett for produksjonsmetode 1 at pakken som ble tint fra dag 14 er gråere enn de som ble tint fra dag 21 og dag 25 (se bilde 13). For produksjonsmetode 3 ble det sett liten fargeendring etter tining (se bilde 14). Det ble observert at produksjonsmetode 3 har mer rødfarge sammenliknet med

produksjonsmetode 1 i dette forsøket. Det ble også observert forskjell i mengde væskeutskillelse der produksjonsmetode 1 har mer væske i pakkene fra dag 14 og 21 sammenliknet med pakkene fra produksjonsmetode 3. Bilde 13 og 14 viser hvordan pakkene så ut på dag 28.

Produksjonsmetode 1.



Bilde 13 viser de tre pakkene som ble tatt ut fra Produksjonsmetode 1 og visuelt vurdert på dag 28. Fra venstre: pakke tatt ut på dag 14, 21 og 25 vist siden av hverandre på dag 28. (Fotograf Birk K. Abelvik)

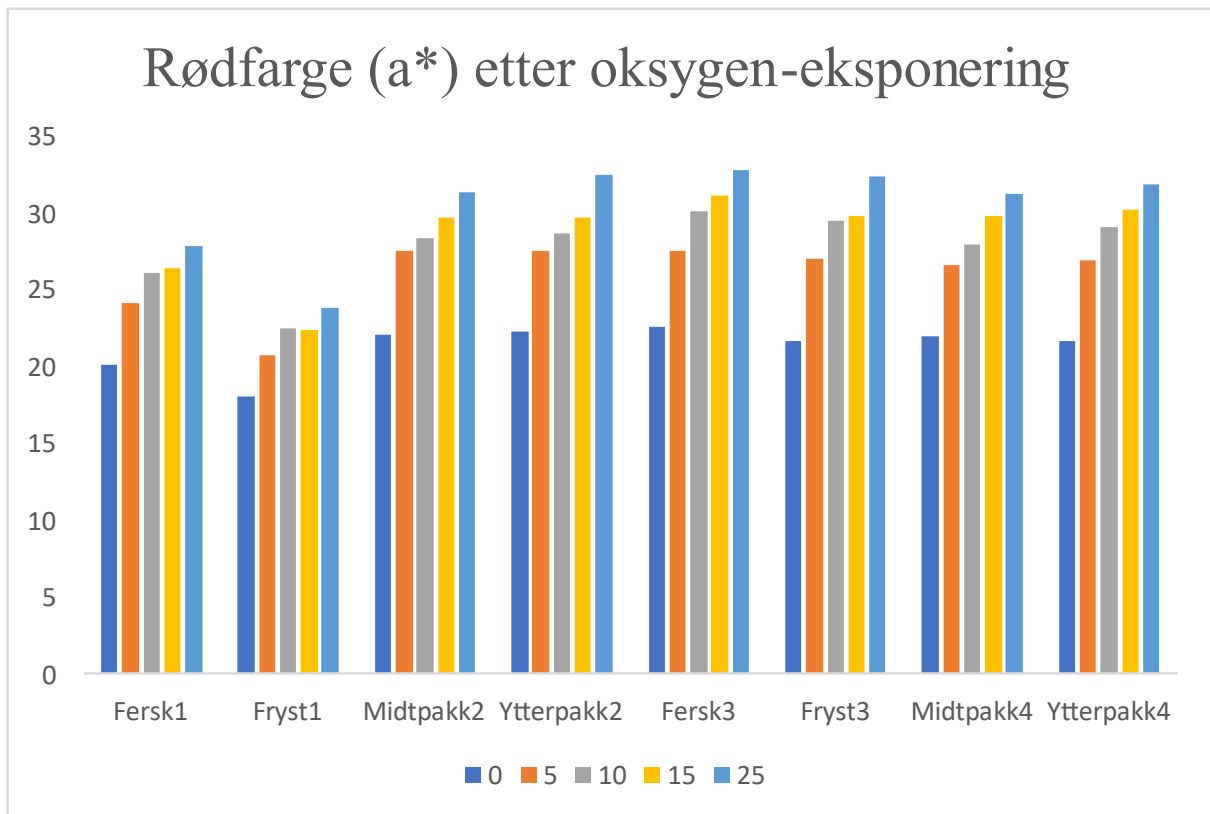
Produksjonsmetode 3.



Bilde 14 viser de tre pakkene som ble tatt ut fra Produksjonsmetode 3 og visuelt vurdert på dag 28. Fra venstre: pakke tatt ut på dag 14, 21 og 25 vist siden av hverandre på dag 28. (Fotograf Birk K. Abelvik)

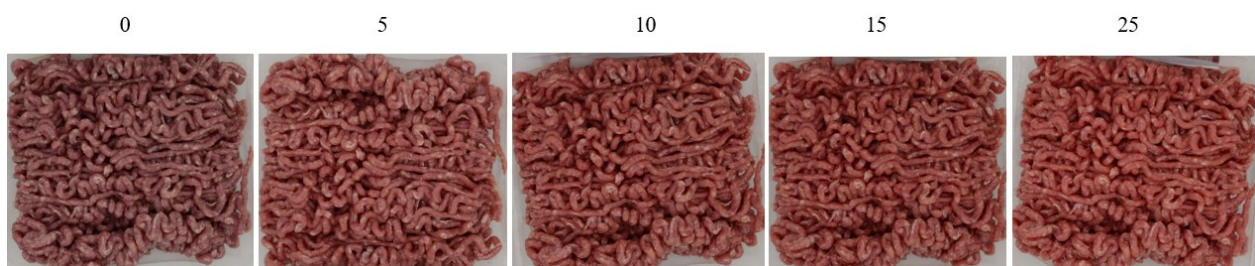
6.4 Fargeendring etter oksygeneksponering

I dette forsøket ble det sett på effekten av oksygeneksponering i kjøttdeigpakkene. Det ble sett en økning i a^* -verdien for alle produksjonsmetodene, der stor forskjell ble observert bare fem minutter (T5) etter åpning av pakkene (se figur 13, bilde 15 og vedlegg 14). Rødfargen (a^*) økte relativt jevnt videre etter 10, 15 og 25 minutter. Produksjonsmetode 1 skiller seg noe fra de andre metodene der “Fersk1” og “Fryst1” har lavere a^* -verdi i utgangspunktet (T0) sammenliknet med de andre produksjonsmetodene. “Fryst1” har den laveste a^* -verdien i alle tidsintervallene. “Fryst3” har noe lavere a^* -verdi sammenliknet med “Fersk3”, mens for “Midtpakk” og “Ytterpakk” ble det sett veldig lik utvikling i både produksjonsmetode 2 og 4 (Figur 13).



Figur 3 viser rødfarge (a^*) etter oksygen-eksponering i 0, 5, 10, 15, og 25 minutter.

Bilde 15 illustrerer utviklingen av rødhet i kjøttdeigen etter åpning. Det er samsvar mellom a^* verdien i figur 13 og de visuelle observasjonene hvor det blir sett at pakkene etter 0 minutter er mørkere og mindre røde sammenliknet med pakkene som ble eksponert for oksygen fra luft i 5, 10, 15 og 25 minutter etter åpning.

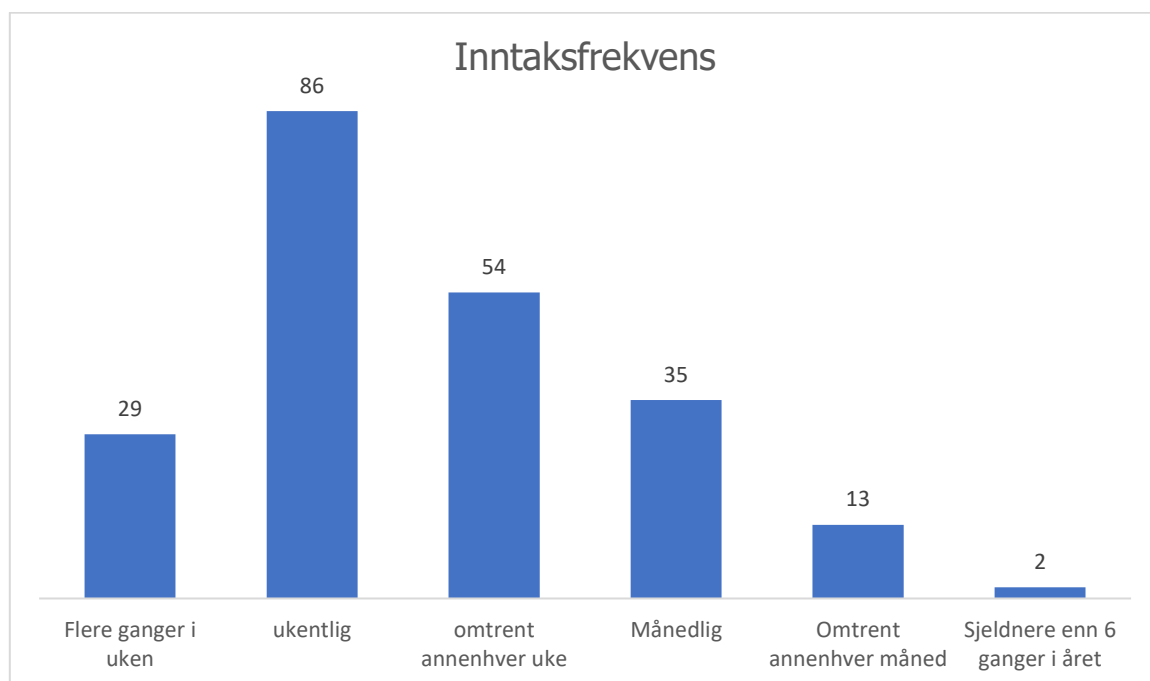


Bilde 15 viser "Ytterpakk" for produksjonsmetode 2, etter oksygen-eksponering i 0, 5, 10, 15 og 25 minutter.

6.5 Resultater fra forbrukerundersøkelsen

Et av delmålene som er satt for studien er å analysere resultatene fra forbrukerundersøkelsen og identifisere faktorer som påvirker forbrukeres oppfatning av kjøttdeig med ulikt utseende. Resultatene fra forbrukerundersøkelsen viser hvordan deltakerne vurderer fire ulike pakker av kjøttdeig med ulike farger (se bilde 16). Signifikante forskjeller mellom viktigheten av parameterne farge, pris, holdbarhetsdato og merke ble undersøkt, og det blir sett nærmere på hvordan den sosiodemografiske inndelingen mellom deltakerne påvirker svarene.

Inntaksfrekvensen av kjøttdeig ble delt opp i 6 grupper; flere ganger i uken, ukentlig, omtrent annenhver uke, månedlig, omtrent annenhver måned og sjeldnere enn 6 ganger i året. I undersøkelsen svarer 93 % av deltakerne at de spiser kjøttdeig månedlig eller oftere, se figur 14. Av de totalt 219 deltakerne svarer 39 % at de spiser kjøttdeig ukentlig og 13 % spiser kjøttdeig flere ganger i uken.



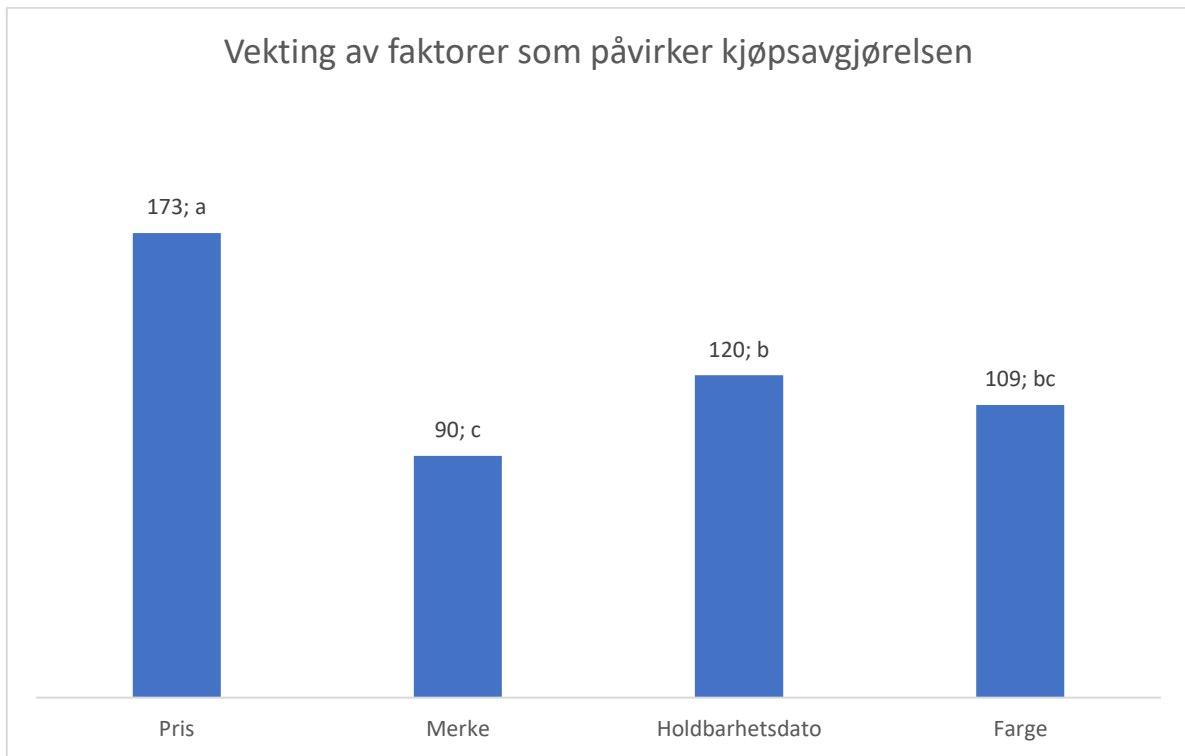
Figur 4 viser Inntaksfrekvensen til deltakerne som deltok på undersøkelsen. Tallene over stolpene viser frekvensen av $n=219$ for de ulike svaralternativene.

I undersøkelsen ble pris, holdbarhetsdato, farge og merke vurdert av deltakerne for å få en bedre oversikt over de viktigste faktorene som spiller inn i en kjøpsavgjørelse av kjøttdeig. Pris ble vektlagt høyest med 35 %, deretter holdbarhetsdato med 24 %, farge 22 % og merke 18 % (se figur 15).

Resultatene fra Tukey-testen viser at pris (a) er signifikant viktigere i kjøpsavgjørelsen sammenliknet med de andre faktorene. Merke (c) er signifikant mindre viktige en holdbarhet

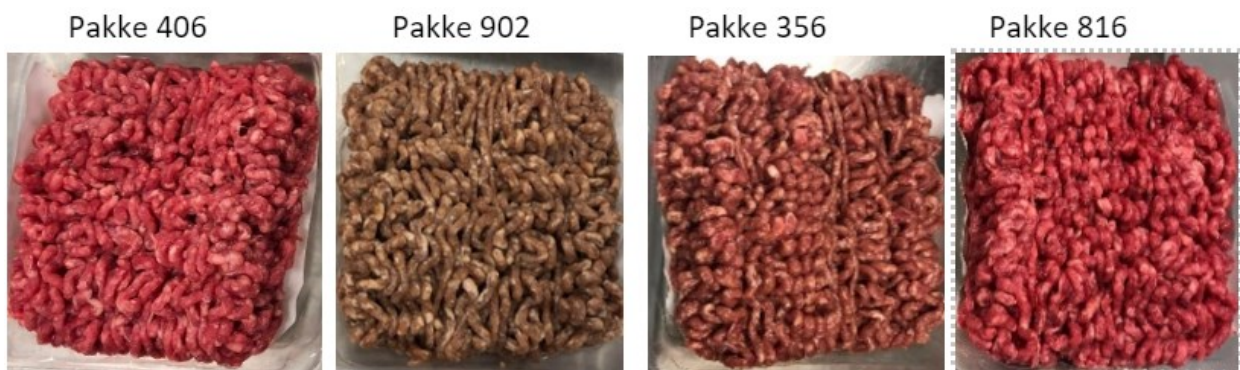
(b) og pris (a). Farge (bc) er signifikant mindre viktig enn pris (a), men er ikke-signifikant forskjellig fra merke (c) og holdbarhet (b).

Av andre faktorer som deltakerne i denne undersøkelsen har nevnt gjennom muligheten til å gi frie kommentarer, kommer det fram at *næringsinnhold*, *norskprodusert* og *trygg emballasje* også er viktige for kjøpsavgjørelsen (se vedlegg 15).



Figur 15 viser vekting av faktorer som påvirker kjøpsavgjørelsen til deltakerne. Tallene over stolpene viser svarfrekvensen (492 avkryssninger). Her kunne deltakerne krysse av for flere faktorer. Bokstavene a, b og c angir signifikans (p -verdi $\leq 0,05$) utført med Tukey-test.

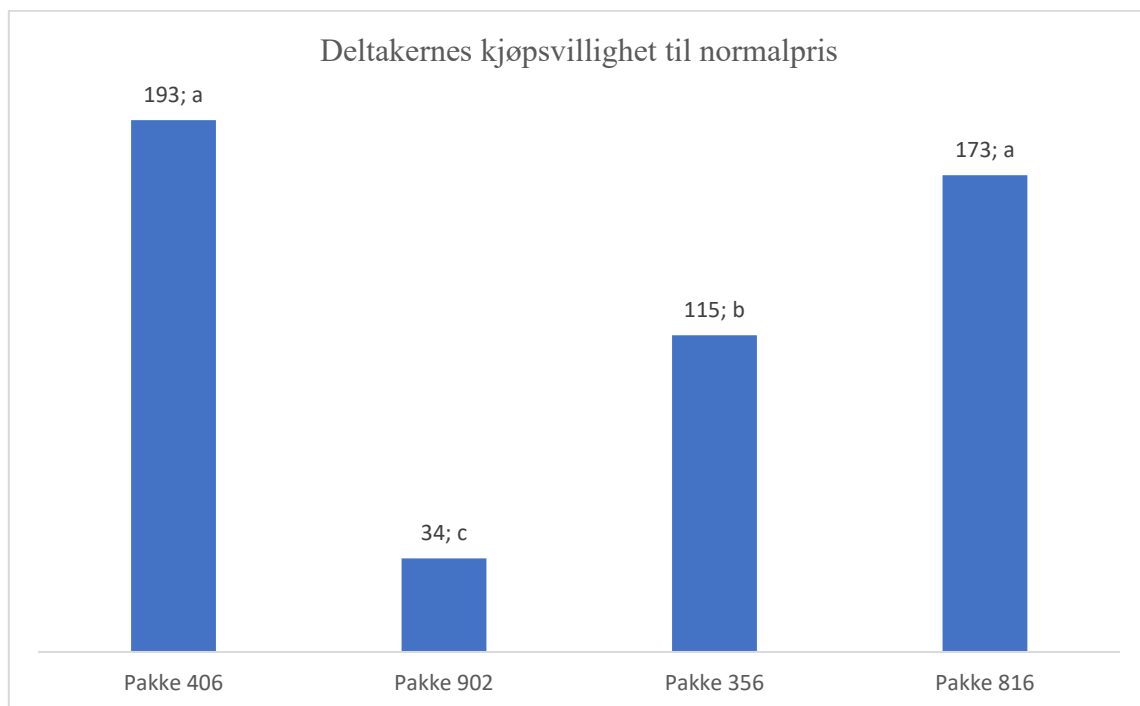
Fire forskjellige kjøttdeigpakker (bilde 16) med ulik farge ble brukt i undersøkelsen for å få et bedre innblikk i deltakernes vurdering av kvalitet.



Bilde 16 viser kjøttdeigpakkene som ble framstilt for deltakerne i undersøkelsen.

Resultat for hvilken pakke deltakerne kunne kjøpt til normalpris (spørsmål 7, vedlegg 6) viser at pakke 406 og 816 er mest appellerende for forbrukerne med henholdsvis 37 % og 34 %, mens pakke 902 scorer dårligst med 7 % (se figur 16).

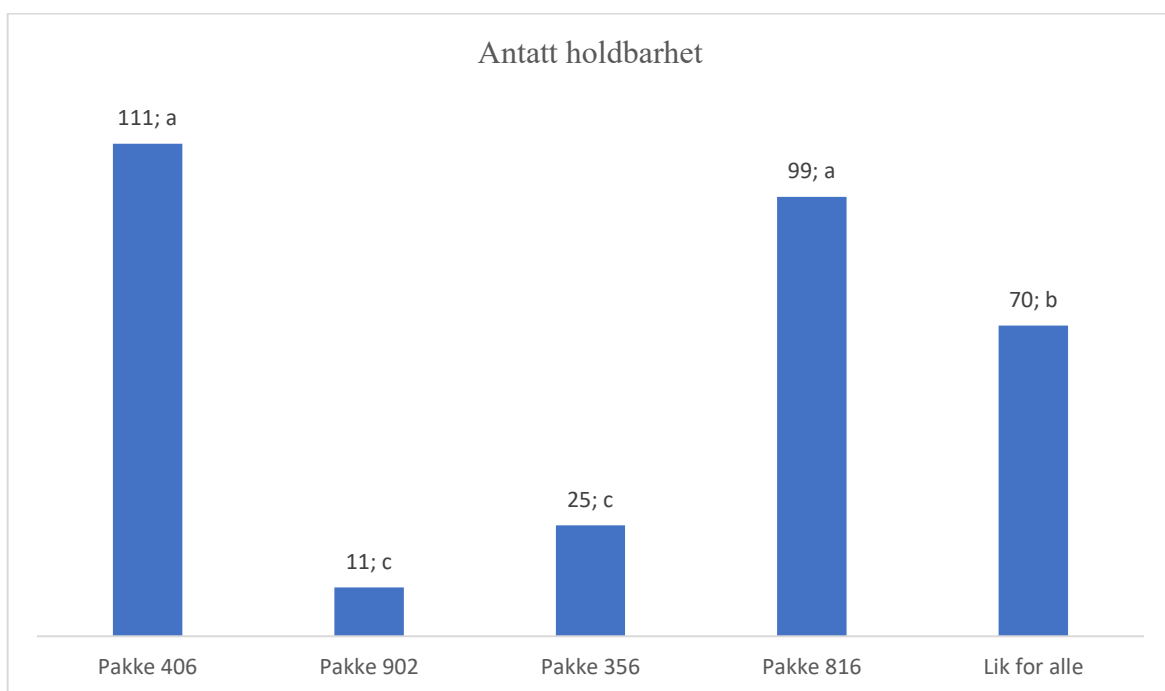
Tukey-testen viser at pakke 406 (a) og pakke 816 (a) får signifikant høyere score enn pakke 902 (c) og pakke 356 (b) med hensyn til kjøpsvillighet til normalpris. Pakke 902 (c) får signifikant lavere score enn de andre pakkene og er den pakken færrest av deltakeren ville kjøpt til normalpris.



Figur 5 viser hvilke pakker deltakerne ville ha kjøpt til normalpris. Over stolpene vises frekvensen (515 avkryssninger). Her kan deltakerne krysse av flere pakker. Bokstavene a, b og c skiller grupper med signifikante forskjeller der $p\text{-verdi} \leq 0,05$.

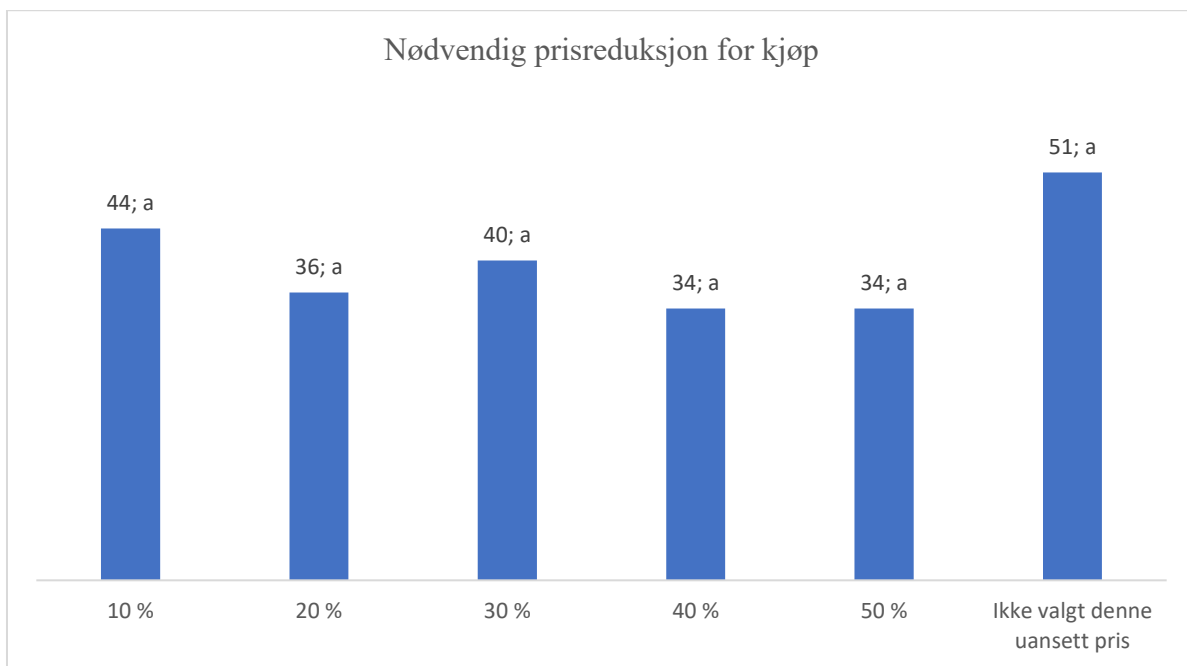
På spørsmålet om hvilken pakke deltakerne tror har lengst holdbarhet (spørsmål 8, vedlegg 6) mener 66 % av deltakerne at pakke 406 og 816 har lengst holdbarhet, mens 22 % tror at alle pakkene har like lang holdbarhet. Kun 4 % mener pakke 902 har lengst holdbarhet, og 8 % tror 356 har lengst holdbarhet (figur 17).

Tukey-testen viser at pakke 406 (a) og pakke 816 (a) har signifikant høyere score for antatt lengst holdbarhet sammenliknet med pakke 902 (c) og pakke 356 (c). Svaralternativet “Likt for alle” (b) får signifikant høyere score enn pakke 902 (c) og pakke 356 (c), men signifikant lavere score enn pakke 406 (a) og pakke 816 (a).



Figur 17 viser hvilken av pakkene deltakerne tror har lengst holdbarhet. Over stolpene vises frekvensen (316 avkryssninger). Deltakerne kunne krysse av flere pakker. Bokstavene a, b og c skiller grupper med signifikante forskjeller (p -verdi $\leq 0,05$).

Deltakerne fikk spørsmål om hvor mye prisen på pakken/pakkene skulle vært nedsatt for at de skulle valgt den/dem framfor de andre pakkene dersom de fikk informasjon om at alle pakkene hadde god kvalitet og kun hadde fargeforskjeller (spørsmål 9, vedlegg 6). Figur 18 viser at 21 % ikke ville valgt pakken/pakkene de anser som dårligere kvalitet uavhengig av prisreduksjon. Det ble også sett at deltakere er villige til å kjøpe pakken/pakkene som de anser som dårligere dersom prisreduksjonen samsvar med deres syn på kvaliteten.



Figur 18 viser hvor mye nedsatt pakken/pakkene deltakeren ikke ville valgt måtte være for at de hadde kjøpt dem. Over stolpene vises frekvensen (239). Her kunne deltakerne krysse av flere alternativer. Det er ingen signifikante forskjeller der alle gruppene har bokstaven a (p -verdi $\leq 0,05$).

Den demografiske delen av forbrukerundersøkelsen (tabell 5) ble brukt for å kartlegge inndeling basert på kjønn, alder, daglig virke og hvem som er innkjøpsansvarlig i husholdningen. Denne inndelingen ble brukt for å vurdere om det er en sammenheng mellom deltakernes sosiodemografiske faktorer og deres kjøpsatferd og vurdering av kjøttdeig. Det ble sett én signifikant sammenheng mellom alder og pris der gruppe 1 (18-30 år) var signifikant mer opptatt av pris sammenliknet med gruppe 4 (51-60 år) og gruppe 6 (71-80 år) med $p \leq 0,001$. For de andre sosiodemografiske faktorene ble det ikke sett noen signifikante sammenhenger.

6.5.1 Utvalg av kommentarer

Deltakeren fikk muligheten til å formulere egne kommentarer på slutten av undersøkelsen i spørsmålet kalt “Frivillig kommentar”. Kommentarene kan sees i vedlegg 15. Flere av kommentarene var knyttet opp imot farge og kvalitet som tyder på at farge er et viktig kvalitetsstempel for flere av deltakerne. Det var også flere kommentarer knyttet opp imot deltakerens egen kompetanse og kjøpsvaner som de ble oppmerksomme på ved å delta på undersøkelsen. Flere av deltakerne var også opptatt av hvor kjøttet kommer fra.

Flere av deltakerne skrev at kjøttdeigen skulle være rød, og en av deltakerne kommenterte *“Når jeg kjøper kjøttdeig, har fargen betydning. Den skal være rød.”*. Det var også deltakere som ikke var like bastante på at fargen måtte være rød, men fortsatt hadde en mening om hvordan fargen burde være. Et eksempel på dette er deltakeren som skrev *“Brun er ok. Grå er ikke ok”*. En av deltakerne skrev også at sterk rødfarge assosieres med tilsetningsstoffer. *“Tenker at desto sterkere farge jo flere tilsetningsstoffer.. assosierer det med dansk salami”*.

Det kom også fram at det er stor forskjell i kompetanse om emnet, der noen av deltakerne har god kunnskap om myoglobin og fargeutvikling. En av deltakerne forklarte myoglobinoksidering på følgende måte *“Hvis en av pakkene var mer lilla/mørk så ville jeg ha kjøpt den fordi det betyr at myoglobinet ikke har oksidert enda og at den da er ferskere enn rød kjøttdeig”*, som viser god forståelse for myoglobin og farge i kjøttdeig. Flere kommenterte hva de mente var årsaken til at pakke 902 var brun. Et eksempel på dette er kommentaren *“Uten annen informasjon om den brune kjøttdeigen ville jeg trodd fargen skyldes hull i emballasjen.”*

Undersøkelsen fikk også flere av deltakerne til å reflektere over sine egne kjøpsvaner. En deltaker kommenterte: *“Dette var en særdeles god undersøkelse. Den fikk meg virkelig til å tenke gjennom hvilke adferd som reflekterer gjennom mine kjøpsvaner.”* Det var også flere av deltakerne som etter undersøkelsen ble mer bevisst på hvilket produkt de velger i butikken, hvor én skrev: *“Interessant undersøkelse og jeg blir vel litt mer bevisst og oppmerksom på bl.a merke og holdbarhetsdato”*.

En viktig faktor for flere av deltakerne var hvor kjøttet kom ifra. Dette kom fram i kommentarer som: *“Om det er norskt kjøtt er avgjørende for om jeg kjøper det.”* og *“Opprinnelsesland er det største ankerpunktet ved kjøp/ikke kjøp.”* Det var også deltakere som i tillegg til opprinnelsesland var opptatt av hvordan kjøttet var produsert. En deltaker kommenterte *“Jeg kjøper kun fra lokal økobonde”*. Dette indikerer at deltakeren er opptatt av at kjøttet ikke bare skal være produsert lokalt, men også økologisk produsert.

7. Diskusjon

I denne diskusjonsdelen vil det videre bli satt fokus på det tredje delmålet i studien, som har vært å diskutere resultatene for å finne ut av hva som er årsaken til forekomst av kjøttdeigprodukter med ulik farge. Diskusjonsdelen følger samme oppsett som resultatdelen. Først blir hver produksjonsmetode diskutert, før en sammenlikning av produksjonsmetode 1 og 3, og 2 og 4 blir presentert. Videre blir det sett på sensorisk vurdering av lukt og utseende og fargeforandring etter oksygeneksponering før det til slutt blir diskutert rundt forbrukerundersøkelsen.

7.1 Produksjonsmetode 1 (30 % fryst råstoff med ett døgn på henstandslagring)

Det ble sett signifikant forskjell i CO₂-nivå mellom “Fersk” og “Fryst”, med GLM-verdi $p=0,048$ der de fryste pakkene hadde signifikant høyere CO₂-nivå sammenliknet med de ferske. En mulig årsak til dette kan være redusert enzymatisk og mikrobiell aktivitet i pakkene lagret ved -18 °C sammenliknet med de som er lagret ved -2 °C . Disse faktorene vil kunne påvirke CO₂ innholdet, og kan føre til et økt CO₂ nivå i de “Fryste” sammenliknet med de “Ferske” (Jakobsen & Bertelsen, 2000, 2004). En annen mulig årsak er økt opptaksevne av CO₂ i muskelfibrene hos de “Ferske” pakkene der fryst kjøtt potensielt sett har lavere absorpsjonsevne. Dette kan skyldes iskrystalldannelse som kan forekomme under lave temperaturer, der isen vil fungere som en barriere på muskelcelleoverflaten, som reduserer absorpsjonsevnen (Jakobsen & Bertelsen, 2000, 2004).

For restoksygen ble det sett at de “Ferske” pakkene har et gjennomsnittsnivå på 0,4 % på dag 0, og at denne verdien synker til under akseptabelt grensenivå på 0,1 % til dag 7. Restoksyngrensen satt av Nortura er 0,1% i kjøtt/kjøttdeig pakket i modifisert atmosfære, der overstigelse av denne kan føre til irreversibel misfarging av kjøttet (Gill, 1996). Det samme ble sett for “Fryst” som går fra et gjennomsnittsnivå på 0,2 % på dag 7 til å være innenfor akseptabel grenseverdi resten av holdbarhetsperioden. Basert på Jakobsen & Bertelsen (2000,2004) og Venturini et al., (2006) vil enzymer og mikroorganismer som finnes naturlig i kjøttet bruke tilgjengelig oksygen til å gjennomføre biokjemiske prosesser i kjøtt/kjøttdeig som er pakket i modifisert atmosfære. Dette vil redusere mengde oksygen i pakkingen. Dette stemmer godt overens med funnene i dette prosjektet der på både de “Ferske” og “Fryste” produktene får redusert oksygenivå over lagringsperioden.

For måling av rødfarge ble det sett en høyere a^* -verdi for “Fersk” sammenliknet med “Fryst” på alle dagene bortsett fra dag 21. En studie fra Ledward & Macfarlane (1971) ser noe av de samme resultatene der fryst kjøttdeig får en økning i metmyoglobin-nivå på 10 % over en lagringsperiode på ti dager i $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ og følgelig en mer grå/brunfarge. De målte a^* -verdiene for kjøttdeig pakket etter produksjonsmetode 1 stemmer godt overens med de visuelle observasjonene som har blitt gjennomført, der det kan sees at de fryselaagrede pakkene får mer grå nyanser sammenliknet med de ferske. Basert på bildene tatt vha. DigiEye og de visuelle observasjonene ble det sett at de fryste pakkene framstår som noe blekere. De har også noe mer væske i bunnen av pakkene. Hannisdal (2017) forklarer at dannelse av iskrystaller i kjøttet vil kunne frigjøre enzymer og skade cellematerialet. Dette kan være årsaken til at det ble observert større væsketap i de “Fryste” pakkene sammenliknet med de “Ferske” i dette forsøket.

7.2 Produksjonsmetode 2 (Nedkjøling med N_2 med fem døgn på henstandslagring)

For produksjonsmetode 2 ble det sett en signifikant forskjell i CO_2 -nivå mellom «Ytterpakk» og «Midtpakk» med GLM verdi $p \leq 0,001$. “Ytterpakk” hadde høyere gjennomsnittsnivå av CO_2 for alle dagene bortsett fra dag 14. Basert på denne trenden og de signifikante forskjellene tyder dette på at pakkene fra yttersidene i emballeringsmaskinen får høyere CO_2 -innhold sammenliknet med pakkene som ligger i midten.

For restoksygen blir det målt høyere verdier for “Midtpakk” i alle dagene bortsett fra dag 28, med en GLM p -verdi=0,004. “Midtpakk” oversteg den akseptable grensen på 0,1 % på alle dagene bortsett fra dag 21 og dag 28 for restoksygen, mens “Ytterpakk” oversteg alle dagene bortsett fra dag 21, 25 og 28. De høyeste verdiene ble observert for “Midtpakk” (figur 8), og det ble kun observert signifikante forskjeller mellom “Midtpakk” og “Ytterpakk” på dag 0 og 3. Basert på resultater publisert av Venturini et al., (2006) kan overstigelse av 0,1 % restoksygen føre til nedsatte sensoriske egenskaper med økt dannelse av metmyoglobin. Totalt 16 pakker fra “Midtpakk” oversteg det akseptable grense-nivået, der 11 av pakkene er fra dag 3. For “Ytterpakk” var det totalt 13 pakker som oversteg grensen, der 7 av pakkene er fra dag 3. En hypotese fra Nortura (Hammer, 2022) er at emballeringsmaskinens evne til å trekke ut O_2 fra midt-pakken er dårligere enn for ytter-pakkene. Basert på målingene for denne produksjonsmetoden kan det se ut som at hypotesen er bekreftet, men at forskjellene ikke er store nok til å gi utslag i fargemålingene.

Basert på trenden av a*-verdimålingene ble det sett at “Ytterpakk” har høyere a*-verdi på dag 0, 3 og 7 sammenliknet med “Midtpakk”. Det ble derimot sett liten eller ingen forskjell fra dag 14 der verdiene for både “Midtpakk” og “Ytterpakk” holdt seg stabilt på 21-22 (vedlegg 9). Selv om det ble observert noen fargeforskjeller i målt a*-verdi, oppnådde både “Midtpakk” og “Ytterpakk” en fin mørk rødfarge gjennom alle målingene. Dette tyder på at CO₂- og O₂-forskjellene som blir observert har liten innvirkning og skaper liten/ingen forskjell i fargen mellom “Midtpakk” og “Ytterpakk”.

7.3 Produksjonsmetode 3 (Nedkjøling med CO₂ med ett døgn på henstandslagring)

For CO₂-nivå ble det sett mange signifikante forskjeller i denne produksjonsmetoden. Det ble sett en GLM p-verdi $\leq 0,001$ hos “Fersk/Fryst” som viser en signifikant forskjell i CO₂-nivå mellom “Fersk” og “Fryst”. Det ble sett at “Fryst” hadde signifikant høyere CO₂-nivå på dag 14, 21 og 25. Effekten av frysetemperatur på -18 °C ga dermed en signifikant forskjell i CO₂-nivå sammenliknet med kjølelagring på -2 °C for denne produksjonsmetoden, på samme måte som for produksjonsmetode 1. Årsakene vil sannsynligvis også være de samme.

For restoksygen blir det sett at “Fersk” overstiger den akseptable grensen på dag 0 og er på 0,18 %. Den synker til dag 3 og er innenfor den akseptable grensen resten av holdbarhetsperioden, noe som stemmer overens med Venturini et al., (2006). “Fryst” holder et veldig lavt restoksygennivå gjennom hele lagringsperioden. “Fersk” får derimot et hopp i gjennomsnittsnivå i restoksygen på dag 25 hvor det ble sett at nivået overstiger den akseptable grensen for én av de fem parallelle pakkene (vedlegg 7). Det ble observert noe lavere CO₂ for denne pakken som kan indikere en liten lekkasje, f.eks. fra et mikrohull i emballasjen, eller at det er oppstått en feil under pakkeprosessen.

Resultatene fra a*-verdimålingene viser relativt jevne verdier for både “Fersk” og “Fryst” der disse skiller seg lite fra hverandre, med en verdi mellom 21-24. Basert på visuelle observasjoner og bilder fra DigiEye blir det sett kontinuerlig mørk lilla/rødfarge på pakkene uavhengig av om de er “Fersk” eller “Fryst”. Unntaket er den ene “Ferske” pakken på dag 14 hvor det ble målt 12,8 i a*-verdi. Dette er et stort avvik som tyder på en vesentlig høyere metmyoglobin-dannelse. Årsaken er ikke lett å peke på da verken CO₂-nivå, restoksygen-nivå eller pH skiller seg ut på dag 14 (se figur 9). Bilde 17 viser hvordan pakken fra dag 14 skiller seg fra tilsvarende pakke fra dag 21.



Bilde 17 viser hvordan pakken på dag 14 skiller seg fra pakken på dag 21

7.4 Produksjonsmetode 4 (Nedkjøling med CO₂ med fem døgn på henstandslagring)

Det ble sett signifikant forskjell i CO₂ nivå mellom “Ytterpakk” og “Midtpakk” med GLM p-verdi=0,002. Der det ble sett at “Ytterpakk” er signifikant høyere enn “Midtpakk” på dag 3, 14 og 25, og hadde høyere gjennomsnittverdier på alle dagene bortsett fra dag 0 og 7 (se figur 10). Basert på disse målingene tyder det på at pakkene plassert på yttersidene i emballeringsmaskinen gir noe høyere gjennomsnittsnivå av CO₂ sammenliknet med pakkene plassert i midten av emballeringsmaskinen. Dette gir igjen indikasjoner på at plasseringen i emballasjemaskinen vil kunne påvirke CO₂-nivået.

For restoksygen ble det ikke sett en signifikant forskjell mellom “Ytterpakk” og “Midtpakk” i GLM-verdien. På dag 28 ble det sett stor forskjell i målingene mellom “Ytterpakk” og “Midtpakk” der gjennomsnittet for “Midtpakk” viser 0,51 % (vedlegg 11). To av fire parallelle pakker oversteg den akseptable grensen, og hadde henholdsvis 0,14 % og 1,88 % restoksygen (vedlegg 7). Det ble observert normale mengder CO₂ for pakkene, med unntak av én som er noe lavere. Dette tyder på at det ikke har vært lekkasje som har vært årsaken for disse nivåene, og er derfor ikke vurdert som avvik. Basert på forsøket til Venturini et al., (2006) vil storfekjøtt som overstiger 0,1 % O₂ få dårligere sensoriske egenskaper gjennom holdbarhetsperioden. Når kjøttdeigen blir utsatt for oksygen over tid vil myoglobin oksidere fra oksymyoglobin til metmyoglobin der jernet oksideres og kjøttet mister sin bindingsevne til O₂ (se figur 1). Dette kan dermed være en mulig årsak til at misfarget kjøtt oppstår i emballerte pakker. Dette kan

potensielt bidra som en av hovedårsakene til at noen kjøttdeigpakker har dannelse av metmyoglobin, der disse avvikene oppstår i relativ høy frekvens.

For a^* -verdien ble det målt stabile verdier der alle målingene var på 22-23 bortsett fra dag 0 som var på 17-18. Basert på bildene fra DigiEye viser a^* -verdiene at denne produksjonsmetoden gir en fin mørk rødfarge gjennom hele holdbarhetsperioden. Det ble sett liten/ingen forskjell mellom “Ytterpakk” og “Midtpakk”, og de signifikante forskjellene som blir observert i CO₂ virker å være lite utslagsgivende for fargen.

7.5 Sammenlikning av produksjonsmetode 1 og 3

Det ble sett en signifikant forskjell i CO₂-nivå mellom produksjonsmetode 1 og produksjonsmetode 3 med $GLM_{Produksjon}$ p -verdi $\leq 0,001$, der produksjonsmetode 3 holder et høyere gjennomsnittsnivå over hele lagringsperioden. Det som skiller disse to produksjonsmetodene, er nedkjølingsmetoden anvendt i kvernemaskinen. Basert på CO₂-målingene kan det virke som at bruk av fryst råstoff som nedkjølingen i kvernen (produksjonsmetode 1) gir et lavere CO₂-nivå i de emballerte pakkene sammenliknet med bruk av CO₂ som nedkjølingsmetode (produksjonsmetode 3). En mulig årsak kan være at under CO₂-nedkjølingen vil kjøttdeigen kunne absorbere noe av gassen som senere blir sluppet ut i forpakningen, noe som kan føre til høyere CO₂-nivå for produksjonsmetode 3. En annen årsak kan være at kjøttet fra produksjonsmetode 3 oppnår sin maksimale opptaksevne av CO₂ under nedkjølingen, sammenliknet med produksjonsmetode 1 som ikke blir utsatt for CO₂ før i emballeringsprosessen. Dette vil kunne føre til større absorpsjonsevne for produksjonsmetode 1 som igjen fører til lavere CO₂ i emballasjeatmosfæren.

Det ble sett signifikante forskjeller i CO₂-nivå mellom “Fersk” og “Fryst” i begge produksjonsmetodene. $GLM_{Fryst/Fersk}$ viser at fryst har signifikant høyere CO₂-innhold for begge produksjonsmetodene. Basert på at mikrober og enzymer produserer CO₂ når de gjennomfører metabolske prosesser av tilgjengelig næringsressurser, ville det vært nærliggende å anta at de ferske pakkene generelt ville oppnådd høyere CO₂-mengde enn fryst. Dette på grunn av at høyere temperaturer er mer gunstig for metabolsk aktivitet. I dette forsøket ser dette derimot ikke ut til å være utslagsgivende da lavere temperaturer har gitt høyere CO₂-nivå. Dette kan tyde på at den høye CO₂ konsentrasjonen i emballasjen senker lagfasen til mikroorganismene. Det vil si at metabolsk aktivitet bli inhibert (Djordjevic et al., 2017). Det kan også tyde på at temperaturene for lagring av “Fersk” og “Fryst” (hhv. -2 og -18 °C) i seg selv er så lave at både den mikrobielle og enzymatiske aktiviteten er såpass lav at den ikke bidrar særlig til CO₂-

produksjon. En annen mulig årsak til det generelt lavere CO₂-nivået hos “Fersk” både i produksjonsmetode 1 og 3 kan, som tidligere nevnt, være at “Fersk” kjøtt generelt absorberer mer CO₂ i kjøttet som medfører lavere CO₂ nivå i emballasje-atmosfæren, eller at fryselagring fører til lavere absorpsjon av CO₂ på grunn av krystalldannelse (Jakobsen & Bertelsen, 2000; Jakobsen & Bertelsen, 2002).

En mulig årsak for at restoksygen synker gjennom holdbarhetsperioden kan være at tilgjengelig O₂ blir brukt til å gjennomføre metabolske prosesser av tilstedeværende mikroorganismer, eller at det blir absorbert av kjøttet. Dette vil forklare utviklingen som ble sett i figur 11, graf b der de ferske pakkene på dag 0 overstiger den akseptable grensen, før de synker utover holdbarhetsperioden og er innenfor den akseptable grensen fra dag 7. For produksjonsmetode 1 ble det observert 17 pakker som oversteg den akseptable grensen på 0,1 % der ni av dem er fra dag 7 og utover. I produksjonsmetode 3 var det derimot kun seks pakker som oversteg grensen, der en pakke oversteg grensen fra dag 7. Basert på dette kan det virke som at overtredelse av akseptabelt restoksygen-nivå forekommer hyppigere i produksjonsmetode 1. En mulig teori er at nedkjøling med 30 % fryst råstoff påvirker kjøttets opptaksevne, men basert på at dette kun forekommer i noen pakker kan det også tyde på tilfeldig avvik som oppstår i emballeringsprosessen. Høyere dannelse av metmyoglobin kan føre til lavere bindingsevne til O₂. Basert på at det har blitt observert gråere fargenyanser i produksjonsmetode 1 kan dette være årsaken til at det blir observert flere pakker som overstiger akseptabel grense for restoksygen.

Det ble sett i a*-verdimålingene at “Fersk3” har høyere a*-verdi sammenliknet med “Fersk1” på alle dagene. Gjennom observasjon fra bildene tatt i DigiEye og de målte a*-verdiene framstår “Fersk1” som mer gråaktig i fargen med blekere nyanser sammenliknet med “Fersk3”. Dette tyder på at nedkjøling med CO₂ gir kjøttet mer rød farge sammenliknet med bruk av fryst råstoff til nedkjøling.

Tilsvarende trend mht. bruk av fryst kjøtt vises også dersom “Fryst1” og “Fryst3” sammenliknes. “Fryst3” har høyere a*-verdi på alle dagene sammenliknet med “Fryst1”. “Fryst3” har også høyere a*-verdi sammenliknet med “Fersk1” alle dagene, bortsett fra dag 7.

I forsøk gjennomført av Jeong et al, (2011) ble det også sett at kjøtt utsatt for frysing og tining førte til dannelse av mer gråbrunt metmyoglobin sammenliknet med kjøtt som ikke har blitt fryst. Det er også i samsvar med Hannisdal (2017) som beskrev hvordan fryselagring kan frigjøre visse enzymer som potensielt kan øke metmyoglobin dannelsen.

Ut fra a^* -verdi og vurdering av bildene fra DigiEye oppnår “Fryst1” den svakeste rødfargen i dette forsøket. Årsaken til dette kan være at 30 % av kjøttet blir utsatt for frysetemperaturer gjennom to omganger. Under nedkjøling i kvernemaskinen ble det fryste kjøttet tint og blandet med det ferske, før det igjen ble fryselaagret etter emballeringen.

Disse resultatene tyder på at produksjonsmetodene har en innvirkning på fargen, og at produksjonsmetode 1 (30 % fryst kjøtt) gir en svakere rødfarge sammenliknet med produksjonsmetode 3 (nedkjøling med CO₂).

7.6 Sammenlikning av produksjonsmetode 2 og 4

For CO₂-nivå ble det sett at produksjonsmetode 4 (nedkjøling med CO₂) ligger signifikant høyere enn produksjonsmetode 2 (nedkjøling med N₂) med en GLM_{Produksjon} p-verdi $\leq 0,001$. Basert på Tukey-testen blir det sett signifikant forskjell i CO₂ mellom produksjonsmetodene på alle dagene bortsett fra dag 28. Dette indikerer derfor en klar sammenheng mellom brukt av nedkjølingsmetode og CO₂-nivåer i pakkene. Som det ble diskutert i sammenlikningen av produksjonsmetode 1 og 3, ble det også her sett at bruk av CO₂ i kvernemaskinen som nedkjølingsmetode gir høyere CO₂ i emballerte pakker sammenliknet med N₂ som nedkjølingsmetode. Basert på denne trenden kan det virke som at CO₂ brukt i nedkjølingen absorberes i kjøttet (Jakobsen & Bertelsen, 2000, 2004). Dette kan være grunnen til at det ble sett omtrent 10 % høyere CO₂-nivåer i pakkene fra produksjonsmetode 4 i forhold til produksjonsmetode 2.

Det blir sett store svingninger i gjennomsnittlig restoksygen-nivå for disse produksjonsmetodene hvor både “Midtpakk” og “Ytterpakk” i produksjonsmetode 2 igger over den akseptable grensen på 0,1 % fram til dag 14. “Midtpakk” overstiger grensen igjen på dag 25. I produksjonsmetode 4 overstiger både “Midtpakk” og “Ytterpakk” grensen på dag 0, men holder seg under grensen for resten av forsøket med unntak av “Midtpakk” som igjen overstiger grensen på dag 28. En årsak til at O₂-nivået synker gjennom holdbarhetsperioden kan forklares med at tilgjengelig O₂ blir brukt av mikroorganismer til å gjennomføre metabolske prosesser, eller blir absorbert i kjøttet. Fellestrekk for begge produksjonsmetodene er at “Midtpakk” har større svingninger i gjennomsnittsnivå for restoksygen sammenliknet med “Ytterpakk”. Disse funnene stemmer godt overens med hypotesen til Nortura (Hammer, 2022) om at “Midtpakk” inneholder mer O₂ sammenliknet med “Ytterpakk”.

Ved å inkludere alle avvikene (markert i rødt, vedlegg 7) og målingene fra og med dag 0 blir det totalt målt 23 pakker som overstiger den akseptable grensen på 0,1 % for “Midtpakk”. Uten avvikene og dag 0-målingene er det 13 pakker som overstiger grensen. For “Ytterpakk” ble det medberegnet avvik og dag 0 målt 18 pakker over den akseptable grensen. Uten avvikene og dag null endte “Ytterpakk” på åtte pakker over grensen. Det er et høyt antall pakker, både med hensyn til “Midtpakk” og “Ytterpakk” som overskrider grensen. Basert på Venturini et al, (2006) kan overskridelse av grensen gi dårligere sensoriske egenskaper med irreversibel misfarging og derfor generelt være uheldig.

Basert på a*-verdimålingene og bildene tatt i DigiEye gir produksjonsmetode 2 og 4 stabil mørk rødfarge til kjøttdeigen i dette forsøket. Det blir heller ikke sett noen tydelig sammenheng mellom a*-verdimålingene og målt CO₂ mellom disse produksjonsmetodene. Dette indikerer at valg av N₂ eller CO₂ for nedkjølingen ikke påvirker kjøttdeigfargen i betydelig grad. Det samme gjelder O₂-nivå, hvor det ikke ble observert noen pakker med tydelig gråfarge i dette forsøket.

7.7 Sensorisk vurdering av lukt og utseende

I dette delforsøket ble lukt og utseende for kjøttdeigpakkene vurdert i vektingstabeller. For lukt ble det kun vurdert grad av friskhet (“vanlig kjøttdeiglukt”) som er en subjektiv og relativ vurdering. Det ble observert at pakkene i “Fryst” for produksjonsmetode 1 var mer gråaktige og hadde mer væske i bunnen av pakkene i forhold til de andre pakkene. Den største forskjellen ble sett på dag 7. Årsaken til økt væskeinnhold i de fryste pakkene skyldes antageligvis iskrystalldannelse, som påvirker kjøttets cellestruktur. Dette kan føre til økt væskeutskillelse og frigjøring av enzymer som kan påvirke konsistensen, teksturen og fargen i form av økt metmyoglobin-dannelse i kjøttet (Ledward & Macfarlane, 1971).

Det var vanskelig å skille mellom hva som var en syver og hva som var en nier på skalaen da begge disse scorene er god kvalitet i dette forsøket (tabell 3). Det kan diskuteres for og imot om noen av pakkene også burde vært oppe på syv eller åtte om de ikke hadde ligget direkte ved siden av de “finere” pakkene. Derimot var det enkelt å vurdere “Fryst1” som mindre appellerende både ved siden av de andre pakkene og alene.

7.8 Visuell fargevurdering av fryste pakker

I dette forsøket ble det vurdert hvordan fryste pakker fra produksjonsmetode 1 og 3 som ble tatt ut av fryseren og plassert i kjøleskap forandret farge over noen dager. Det ble sett forskjell i utseende for produksjonsmetode 1 og produksjonsmetode 3. Pakkene fra produksjonsmetode 1 var mer gråaktig i fargen med noe mer væskedannelse. En mulig årsak, kan som nevnt tydeligere, være at 30 % av kjøttet har blitt utsatt for gjentagende frysing og tining som følge av bruk av fryst kjøtt i nedkjølingsprosessen og deretter fryselagring etter pakking. Dette kan ha forårsaket større grad av denaturering i muskelfibre gjennom iskrystalldannelse som har akselerert væske-utskillelse og økt dannelse av metmyoglobin (Jeong et al., 2011). Dette kan også forklare hvorfor pakkene fra dag 14 og 21 er mer grå sammenliknet med pakken fra dag 25 for produksjonsmetode 1 (se bilde 13). Pakkene som ble lagret lengre i tint tilstand etter frysing har mer misfarging, noe som kan tyde på endring i myoglobinets over tid forårsaket av fryselagringen.

7.9 Fargeendring etter oksygeneksponering

Undersøkelsen fargeendring etter oksygeneksponering ble gjennomført for å se nærmere på hvilken effekt oksygen fra luften har på dannelse av rødfarge i kjøttdeig i løpet av 25 minutter. Basert på teori gitt om myoglobin i kap. 2.1, vil myoglobinets omdannes til oksymyoglobin som gir en skarpere rødfarge. Her ble det sett at produksjonsmetode 1 gir en lavere a^* -verdi sammenliknet med de andre produksjonsmetodene. En mulig årsak til dette kan være at kjøttet har lavere bindingsevne til oksygen grunnet bruk av 30 % fryst kjøtt som nedkjølingsmetode. Det er ingen betydelig forskjell mellom de andre produksjonsmetodene, som tyder på at nedkjøling med N_2 og CO_2 gir lik utvikling i oksymyoglobin. Det ble ikke sett noen tydelig forskjell mellom “Fryst”, “Fersk”, “Ytterpakk” og “Midtpakk” for produksjonsmetode 1-3, som styrker hypotesen om at det er produksjonsmetode 1 som er utslagsgivende for svakere rødfarge i dette forsøket.

Årsaken til at det blir sett en lavere a^* -verdiutvikling for produksjonsmetode 1 kan være at den gir noe høyere dannelse av metmyoglobin sammenliknet med de andre pakkene. Hvis myoglobinets har bundet seg til H_2O , blir den nødt til å omdanne denne bindingen for å kunne binde seg til O_2 fra luften. Dette vil kunne forklare hvorfor det ble sett en lavere start a^* -verdi for denne produksjonsmetoden og en svakere utvikling gjennom tidsintervallene (Baron & Andersen, 2002).

7.10 Forbrukerundersøkelse

Den digitale forbrukerundersøkelsen om kjøttdeig ble besvart av 219 deltakere. Undersøkelsen ble gjennomført for å få svar på hva forbrukerne synes er viktig når de handler kjøttdeig fra butikken. Det har blitt sett på sammenhengen mellom sosiodemografiske inndelinger opp imot parametere som spiller inn i kjøpsavgjørelse av kjøttdeig.

7.10.1 Betalingsvillighet og pris

Pris er den faktoren som ble funnet viktigst når deltakerne i forbrukerundersøkelsen skulle vekte ulike faktorer for kjøp av kjøttdeig. Selv om deltakerne mener at pakke 406 og 816 (se figur 17) har signifikant høyere holdbarhet, og ville valgt disse til normalpris, kommer det fram at pris er signifikant viktigere enn farge. Dette tyder på at pris blir prioritert høyere enn farge når de tar en kjøpsavgjørelse.

Aldergruppen 18-30 år var signifikant mer opptatt av pris sammenliknet med de andre aldersgruppene. En mulig årsak for dette kan være at en stor andel av deltakerne er studenter som generelt sett har et lavere matbudsjett. Dette samsvarer også med litteraturen til Paul R et al. (2012). som sier at yngre mennesker som regel prioriterer pris foran andre faktorer. Dette kan forklare hvorfor deltakerne kunne ha valgt en pakke, som i deres øyne er dårligere, om den er redusert nok i pris.

Når deltakerne fikk informasjon om at pakkene har lik kvalitet uavhengig av farge, ble det sett at mange ville valgt å kjøpe pakken/pakkene som hadde "dårligere" farge. Dette indikerer at om tilstrekkelig informasjon om pakkenes kvalitet er til stede, vil prisen få et større fokus og betydningen av farge vil reduseres under kjøpsavgjørelsen. 51 av 219 svarte likevel at de ikke ville kjøpt pakkene med nedsatt farge uavhengig av prisreduksjonen. For dette segmentet av deltakere virker det som at det er andre faktorer enn pris som har størst betydning. Andre faktorer som påvirker at pris er viktig for deltakerne kan være de økte levekostnadene i Norge på grunn av usikkerhet rundt krig, naturkatastrofer, økte strømgjeldninger og dyrere lån som følge av en svak krone. Dette kan føre til at folk flest blir mer prisbevisste og prøver å spare der de kan. En måte å spare på er å se etter prisreduerte varer i butikkene.

7.10.2 Merkevarens betydning for kjøpsvillighet

Det er flere produsenter som selger kjøttdeig i norske butikker, der Gilde, Folkets og Nordfjord er blant de større produsentene. Butikkene har også sine egne, billigere varianter. Eksempler på

disse er First Price hos NorgesGruppen og Prima hos Rema 1000. Makens (1965) skriver om at det er vist at forbrukere ofte favoriserer merkevarer som de er kjent med og har ett godt inntrykk av framfor billig varianten av samme produkt. Forbrukerne legger også godviljen til og mener at det smaker bedre med merkevaren framfor billig varianten. Dette kan være en årsak til at kjente merkevarer kan ta mer betalt for sine produkter da forbrukerne føler at de får et bedre produkt som de er sikre på.

I forbrukerundersøkelsen kommenterer noen av deltakerne at det viktigste for dem er hvor kjøttet kommer fra, altså at det er norskprodusert. Det er også noen av deltakerne som er opptatt av at kjøttet skal være økologisk. Dette kan være kvaliteter som deltakerne er villige til å betale litt ekstra for. Merkevarer slik som Gilde benytter ofte sine reklamer til å appellere til forbrukeren om hvor kjøttet kommer ifra. Dette ser vi i reklamen Gilde publiserte på YouTube 20.01.2023 med tittelen «*Alltid fra små og store gårer. Alltid 100 % norsk kjøtt fra Gilde*» (Gilde, 2023a). First Price derimot benytter sine reklamer til å fortelle forbrukerne om hvorfor deres billigere produkt er sunt for forbrukeren som sett i YouTube reklamen publisert 07.08.2017 fra Kiwi Minipris med tittelen «*First Price – billigere og sunnere deiger!*» (Minipris, 2017).

På Spørsmål 6 i forbrukerundersøkelsen blir det sett at deltakerne vurderte merke som den minst viktigste parameteren under en kjøpsavgjørelse. Dette tyder på at deltakerne ikke vurderte merke som en viktig faktor i forhold til de andre parameterne. Ut ifra hva Makens (1965) hevder kan det se ut som at ved et valg mellom flere parametere velger deltakerne pris og farge framfor merkevare. Samtidig viser Makens (1965) forskning at det kan være noe i underbevisstheten til deltakerne som gjør at i kjøpsøyeblikket velger forbrukere merkevaren framfor billig versjonen da de allerede assosierer merkevaren med bedre kvalitet enn den billigere varen.

7.10.3 Fargens betydning for kjøpsvillighet

Resultatene fra denne studiens forbrukerundersøkelse viste at rød farge var viktig for kjøpsvilligheten til normalpris. Dette stemmer overens med resultatene fra andre studier som har undersøkt rød farge i kjøtt/kjøttdeig og forbrukerholdninger. Hood and Mead (1993) beskriver at ved salgsøyeblikket er fargen den viktigste egenskapen til kjøttet for forbrukerne, og de benytter dette til å bedømme om kjøttet har god holdbarhet og smaks kvalitet. Forbrukerne er ifølge Taylor (1996) svært opptatt av hvordan kjøttet ser ut selv om dette ikke er godt korrelert med spisekvaliteten og forbrukerne «krever» at biffstykkene skal ha lys kirsebær rød farge. I studien til Font-i-Furnols and Guerrero (2014) blir det sett at sterk lyserød farge er foretrukket framfor blekere rødfarge. Dette stemmer overens med teori fra Carpenter et al. (2001) der rødt kjøtt fikk en høyere score i utseende, etterfulgt av mørkerødt og brunt kjøtt.

Forbrukerundersøkelsen og den ovennevnte litteraturen viser at deltakerne og forbrukere velger kjøttdeig/kjøtt ut ifra hva de mener er den fineste. Fargen er med på å gjøre produktet appellerende til forbrukere. Det er vist at forbrukere velger de pakkene som ansees som finest når de handler (Jang & Cho, 2022). Butikkene er klare over dette, og velger derfor å ikke akseptere produkter fra leverandøren som ikke oppnår ønsket standard i utseende. I studien fra Jang & Cho, (2022) diskuteres det også at selv om maten ser mindre innbydende ut, kan man oppnå samme smak som med det kjøttet som ser mer delikat ut. Det kreves bedre opplysning og informasjon blant forbrukerne for å oppnå en høyere aksept for kjøttdeig med svakere rødfarge.

Hood og Mead (1993) og Taylor (1996) nevner i sine undersøkelser at forbrukere tenker at rød fargen henger sammen med holdbarhet og spisekvalitet. Den samme tendensen blir sett i forbrukerundersøkelsen i denne studien, hvor deltakerne foretrekker pakke 406 og 816, altså de pakkene med det rødeste kjøttet, om de skulle ha kjøpt pakkene til normalpris. Det kommer frem at 66 % av deltakerne tror disse pakkene har lengst holdbarhet. Det kan tyde på at det eksisterer en oppfatning hos forbrukerne om at farge og kvalitet henger sammen.

7.10.4 Antatt holdbarhet og kjøpsvillighet

Hood and Mead (1993) og Taylor (1996) nevner i sine undersøkelser at forbrukere tenker at rødfargen henger sammen med holdbarhet og spisekvalitet. Den samme tendensen blir sett i forbrukerundersøkelsen i denne studien, hvor deltakerne foretrekker pakke 406 og 816, altså de pakkene med det rødeste kjøttet, om de skulle ha kjøpt pakkene til normalpris. Det kommer frem at 66 % av deltakerne tror disse pakkene har lengst holdbarhet. Flere av deltakerne kom også med utsagn der de relaterer grått/brunt kjøtt til hull i emballasjen (vedlegg 15). Dette tyder på at flere av deltakerne relaterer kjøttdeigpakker med gråfarge til dårlig innpakning og dermed redusert holdbarhet.

Det kan altså tyde på at deltakerne i forbrukerundersøkelsen antar at holdbarheten er lengre på kjøttdeig med rød farge (oksymyoglobin) sammenliknet med dypere rødfarge (deoksymyoglobin) og grå farge (metmyoglobin). Som forklart i delkapittel 2.1 er ikke dette nødvendigvis sant, da hull i pakken, altså oksygentilgang kan føre til rødere farge i form av oksymyoglobin samtidig som at holdbarheten reduseres betraktelig. Likevel virker denne sammenhengen mellom sterk rødfarge og økt holdbarhet til å være dominerende. Når deltakerne vurderte bildene av de fire kjøttdeigpakkene så ble pakkene de med sterkest rødfarge oppfattet som signifikant mer holdbare enn pakkene med grå og mørkerøde nyanser.

Det er vanskelig å påvirke forbrukere til å velge kjøttdeigpakker med gråe nyanser, selv om aktørene forsikrer om at kjøttet er av like god kvalitet. Dette indikerer at forbrukerens holdning til kjøttdeig styres i stor grad av fargen. Dette kan ha med at forbrukeren ikke tror på utsagende til aktørene. Forskningen kan oppfattes som selektiv, og at den gagnar produsenten sine interesser (Waldenstrøm et al., 2022). Troverdigheten er derimot større til mattilsynet der forbrukerne mener mattrygghet har et større fokus, og deres interesser blir i større grad ivarett (Waldenstrøm et al., 2022).

8. Konklusjon

Problemstillingen i denne oppgaven har vært: *Hva er årsaken til uønsket misfarging av emballerte kjøttdeigprodukter i Norturas produksjon, og hvordan påvirker misfargingen forbrukeres oppfatning av kjøttdeigen?* Ut ifra denne studien ble det sett at den største innvirkningen på fargeforandring var relatert til produksjonsmetoden, og mindre relatert til faktorene pH, CO₂-nivå og mengde restoksygen. Det ble heller ikke sett noen klar sammenheng mellom “Midtpakk” eller “Ytterpakk”. Resultatene tyder derimot på at tilsetning av 30 % fryst kjøtt som nedkjølingsmetode i kvernemaskinen kan gi utslag på fargen, da pakkene fra denne metoden oppnår lavere a*-verdi sammenliknet med de andre produksjonsmetodene. “Fryst1” hadde lavest målt a*-verdi etterfulgt av “Fersk1”. Dette resultatet stemmer godt overens med den subjektive, sensoriske vurderingen av utseende der kjøttdeigpakker fra produksjonsmetode 1 scoret dårligere enn de andre. Kjøttdeigpakkene fra produksjonsmetode 1 scorer også dårligst i oksygeneksponeringsforsøket hvor det igjen ble målt lavest a*-verdi for denne produksjonsmetoden i alle tidsintervallene.

Resultatene tyder på at kjøttdeig fra produksjonsmetode 1 har høyere metmyoglobin-innhold. Selv om pakkene fra denne produksjonsmetoden oppnår lavere rødhet, er ikke kjøttet grått, men har gråe nyanser, som altså tyder på høyere konsentrasjon av metmyoglobin, spesielt i de “Fryste” pakkene. Årsaken kan trolig komme av tilsetning av 30 % fryst kjøtt som nedkjølingsmateriale i kvernemaskinen for denne produksjonsmetoden. Litteraturen forklarer at iskrystalldannelse i muskelfibrene kan øke dannelsen av metmyoglobin. Det blir også forklart at gjentagende frysing og tining kan føre til kjøtt med høyere metmyoglobin-dannelse sammenliknet med kjøtt som ikke har blitt utsatt for denne prosessen.

Resultatene fra forbrukerundersøkelsen viser at deltakerne legger stor vekt på fargen på kjøttdeigen. De foretrakk pakkene med klareste rødfarge (høyt oksymyoglobin-innhold) betydelig mer enn pakken med dypere rødtoner (hovedsakelig deoksymyoglobin-innhold) og pakken med gråbrune fargetoner (metmyoglobinnhold). Deltakerne uttrykte også misoppfatninger om at fargen på kjøttdeigen kunne ses i sammenheng med kjøttets holdbarhet, med antagelser om at brunere kjøtt indikerte dårligere holdbarhet. Dette viser at rødheten vil ha stor påvirkning på kjøpsavgjørelsen til deltakerne dersom pakkene har samme pris. Imidlertid viser det seg at det som er aller viktigst for dem i kjøpsavgjørelsen er prisen. Dette indikerer at selv om farge spiller en rolle, er deltakerne mer opptatt av å få et godt tilbud. Det er spesielt de yngre deltakerne (18-30 år) som er prisbevisst når de handler kjøttdeig.

Spørsmålet om hvor mye nedsatt kvalitet deltakerne anser som dårligst, under forutsetningen om at alle pakkene har samme kvalitet (spørsmål 9, vedlegg 6), blir vurdert. Det blir observert at deltakerne er villige til å kjøpe pakken de anser å ha den svakeste rødfargen dersom prisen er lavere. Imidlertid viser resultatene ingen signifikante forskjeller og indikerer dermed at kjøpsviljen til deltakerne ikke endres som følge av prisreduksjonsnivået.

9. Videre arbeid

Hvis dette forsøket gjøres på nytt, kan det være gunstig å kjøpe inn en bærbar fargemåler. Dette verktøyet gjør at de samme pakkene som ble analysert for gassinnhold kan bli testet for farge rett etter gass-analysen for så å teste pH. På denne måten kan det gjøres rede for eventuelle signifikante sammenhenger som igjen vil gi større grunnlag for teorier om fargeforandringer.

Dette forsøket tok for seg mange parametere samtidig. Videre hadde det vært interessant å se nøyere på produksjonsmetode 1. Selv om denne produksjonsmetoden ikke er signifikant dårligere fra de andre produksjonsmetodene på alle aspekter, samsvarer det som ble observert visuelt med datainnsamlingen om at det potensielt kan være svakere rødfarge i denne produksjonsmetoden. Etter dette forsøket kan vi komme med en kvalifisert gjetting om at det er gunstig å utforske denne produksjonsmetoden ytterligere og prøve å framprovosere gråe/brune pakker i denne produksjonsmetoden, da det ser ut som at det er her utfordringen med misfarget kjøttdeig kan ligge.

Ett annet interessant aspekt som ikke ble grundig sett på i denne oppgaven var henstandslagring. En forskning som tar for seg forskjellen på samme produksjonsmetode, men med forskjellig henstandslagring kunne vært interessant for å utelukke at det er dette som gir et utslag i farge forandringen.

Litteraturliste

- Abril, M., Campo, M., Önenç, A., Sañudo, C., Albertí, P., & Negueruela, A. (2001). Beef colour evolution as a function of ultimate pH. *Meat Science*, 58(1), 69-78.
- Baron, C. P., & Andersen, H. J. (2002). Myoglobin-induced lipid oxidation. A review. *Journal of agricultural and food chemistry*, 50(14), 3887-3897.
- Bekhit, A., & Faustman, C. (2005). Metmyoglobin reducing activity. *Meat Science*, 71(3), 407-439.
- Brewer, M., Zhu, L., Bidner, B., Meisinger, D., & McKeith, F. (2001). Measuring pork color: effects of bloom time, muscle, pH and relationship to instrumental parameters. *Meat Science*, 57(2), 169-176.
- Cárdenas, F. C., Giannuzzi, L., & Zaritzky, N. (2008). Mathematical modelling of microbial growth in ground beef from Argentina. Effect of lactic acid addition, temperature and packaging film. *Meat Science*, 79(3), 509-520.
- Carpenter, C. E., Cornforth, D. P., & Whittier, D. (2001). Consumer preferences for beef color and packaging did not affect eating satisfaction. *Meat Science*, 57(4), 359-363.
- Choi, H., Hwang, B. K., Kim, B.-S., & Choi, S. H. (2020). Influence of pathogen contamination on beef microbiota under different storage temperatures. *Food Research International*, 132, 109118.
- Choudhury, A. K. R. (2014). *Principles of colour and appearance measurement: Object appearance, colour perception and instrumental measurement*. Elsevier.
- Datatilsynet. (2018, 12.10.2021). *Om personopplysningsloven med forordning og når den gjelder*. Datatilsynet. Retrieved 17.04 from <https://www.datatilsynet.no/regelverk-og-verktoy/lover-og-regler/om-personopplysningsloven-og-nar-den-gjelder/>
- Datatilsynet. (2019, 17.07.2019). *Hva er personvern?* Datatilsynet. Retrieved 19.04 from <https://www.datatilsynet.no/rettigheter-og-plikter/hva-er-personvern/>
- Djordjevic, J., Boskovic, M., Dokmanovic, M., Lazic, I. B., Ledina, T., Suvajdzic, B., & Baltic, M. Z. (2017). Vacuum and modified atmosphere packaging effect on Enterobacteriaceae behaviour in minced meat. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(2), e12837.
- Doberenz, C. MAT, MAKT, MENING.
- Esmer, O. K., Irkin, R., Degirmencioglu, N., & Degirmencioglu, A. (2011). The effects of modified atmosphere gas composition on microbiological criteria, color and oxidation values of minced beef meat. *Meat Science*, 88(2), 221-226.
- Farouk, M., & Swan, J. (1998). Effect of muscle condition before freezing and simulated chemical changes during frozen storage on the pH and colour of beef. *Meat Science*, 50(2), 245-256.
- FN. (2023, 04.04.2023). *FNs bærekraftsmål*. FN. Retrieved 09.06 from <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>
- Font-i-Furnols, M., & Guerrero, L. (2014). Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science*, 98(3), 361-371.
- Ganesan, P., Rajini, V., & Rajkumar, R. I. (2010). Segmentation and edge detection of color images using CIELAB color space and edge detectors. *INTERACT-2010*, 393-397.
- Gilde. (2023a). *Alltid fra små og store gårer. Alltid 100 % norsk kjøtt fra Gilde*. <https://www.youtube.com/watch?v=9I5ep7XkQIA>
- Gilde. (2023b). *Kjøttdeig Sf 14% 400g Enh*. Gilde.no. Retrieved 23.03 from <https://www.gilde.no/produkter/000000005000005885>
- Gill, C. (1996). Extending the storage life of raw chilled meats. *Meat Science*, 43, 99-109.
- Grønmo, S. (2023a, 16.01). *Kvantitativ Metode*. Store norske leksikon. Retrieved 14.04 from https://snl.no/kvantitativ_metode
- Grønmo, S. (2023b, 15.04). *Utvalg*. Store Norske Leksikon. Retrieved 10.05 from <https://snl.no/utvalg>
- Hallenstvedt, E. (2022). *Oppstart av oppgave* [Interview].
- Hammer, R. (2023). Maskin info. In B. K. Abelvik (Ed.), (pp. 1).
- Hannisdal, A. (2017). Kjøtt-teknologi. 230.

- Hellevik, O. (2015, 18.05). *Spørreundersøkelser*. De nasjonale forskningsetiske komiteene. Retrieved 27.03 from <https://www.forskningsetikk.no/ressurser/fbib/metoder/sporreundersokelser/>
- Hood, D. (1980). Factors affecting the rate of metmyoglobin accumulation in pre-packaged beef. *Meat Science*, 4(4), 247-265.
- Hood, D., & Mead, G. (1993). Modified atmosphere storage of fresh meat and poultry. *Principles and applications of modified atmosphere packaging of foods*, 269-298.
- Jakobsen, M., & Bertelsen, G. (2000). Colour stability and lipid oxidation of fresh beef. Development of a response surface model for predicting the effects of temperature, storage time, and modified atmosphere composition. *Meat Science*, 54(1), 49-57.
- Jakobsen, M., & Bertelsen, G. (2002). The use of CO₂ in packaging of fresh red meats and its effect on chemical quality changes in the meat: A review. *Journal of Muscle Foods*, 13(2), 143-168.
- Jakobsen, M., & Bertelsen, G. (2004). Predicting the amount of carbon dioxide absorbed in meat. *Meat Science*, 68(4), 603-610.
- Jang, H.-W., & Cho, M. (2022). The relationship between ugly food value and consumers' behavioral intentions: Application of the Theory of Reasoned Action. *Journal of Hospitality and Tourism Management*, 50, 259-266.
- Jayasingh, P., Cornforth, D. P., Carpenter, C. E., & Whittier, D. (2001). Evaluation of carbon monoxide treatment in modified atmosphere packaging or vacuum packaging to increase color stability of fresh beef. *Meat Science*, 59(3), 317-324.
- Jeong, J.-Y., Kim, G.-D., Yang, H.-S., & Joo, S.-T. (2011). Effect of freeze-thaw cycles on physicochemical properties and color stability of beef semimembranosus muscle. *Food Research International*, 44(10), 3222-3228.
- Jeong, J. Y., & Claus, J. R. (2011). Color stability of ground beef packaged in a low carbon monoxide atmosphere or vacuum. *Meat Science*, 87(1), 1-6.
- Kaarbø, E. (2009). Kombinerte metoder. *Sykepleien forskning*, 4(3), 244-248.
- Ledward, D., & Macfarlane, J. (1971). Some observations on myoglobin and lipid oxidation in frozen beef. *Journal of Food Science*, 36(7), 987-989.
- Li, Y., & Liu, S. (2012). *Reducing lipid peroxidation for improving colour stability of beef and lamb: on-farm considerations*.
- Makens, J. C. (1965). Effect of brand preference upon consumers perceived taste of turkey meat. *Journal of Applied Psychology*, 49(4), 261.
- Mancini, R., & Hunt, M. (2005). Current research in meat color. *Meat Science*, 71(1), 100-121.
- MatPrat. (2023). *TALL OG FAKTA OM STORFEKJØTT*. Retrieved 15.06 from <https://www.matprat.no/artikler/ravarer/tall-og-fakta-om-storfekjott/>
- Matusiak, M. (2015). Digieye application in cotton colour measurement. *Autex Research Journal*, 15(2), 77-86.
- McMillin, K. W. (2008). Where is MAP going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat Science*, 80(1), 43-65.
- Meny. (2023). *Hva er egentlig i kjøttdeig?* meny. Retrieved 03.02 from <https://meny.no/tema/kjott/hva-er-egentlig-i-kjottdeig/>
- Minipris, K. (2017). *First Price - billigere og sunnere deiger!* <https://www.youtube.com/watch?v=BM0cvqbt6Gs>
- Momentive. (2023a, 10.10.2022). *Fordelen med kvalitative undersøkelser*. Momentive.ai. Retrieved 14.04 from <https://no.surveymonkey.com/mp/conducting-qualitative-research/>
- Momentive. (2023b, 10.10.2022). *Fordelen med kvantitative undersøkelser*. momentive. Retrieved 14.04 from <https://no.surveymonkey.com/mp/using-quantitative-research-effectively/>
- Momentive. (2023c). *Skrive gode spørreundersøkelsesspørsmål*. Momentive. Retrieved 14.04 from <https://no.surveymonkey.com/mp/writing-survey-questions/>
- Nissen, H., Alvseike, O., Bredholt, S., Holck, A., & Nesbakken, T. (2000). Comparison between the growth of *Yersinia enterocolitica*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157: H7 and *Salmonella* spp. in ground beef packed by three commercially used packaging techniques. *International journal of food microbiology*, 59(3), 211-220.

- Nortura. (2022). *Om oss*. Nortura SA. Retrieved 14.09.2022 from <https://www.nortura.no/assets/documents/2020-Samfunnsrapport-Nortura.pdf>
- O'keeffe, M., & Hood, D. (1982). Biochemical factors influencing metmyoglobin formation on beef from muscles of differing colour stability. *Meat Science*, 7(3), 209-228.
- Ozturk, A., Yilmaz, N., & Gunes, G. (2010). Effect of different modified atmosphere packaging on microbial quality, oxidation and colour of a seasoned ground beef product (meatball). *Packaging Technology and Science: An International Journal*, 23(1), 19-25.
- Pardo, P. J. (2014). *A Low-Cost Real Color Picker Based on Arduino*. Retrieved 27.01 from https://www.researchgate.net/figure/CIE-LAB-1976-color-space_fig2_263697963
- Paul R, W., Loreen, M., Julie, H., Anne W, T., Samantha B, M., & John, C. (2012). The social determinants of food purchasing practices: who chooses price-before-health, taste-before-price or organic foods in Australia? *Food and Nutrition Sciences*, 2012.
- Prevolnik, M., Čandek-Potokar, M., & Škorjanc, D. (2004). Ability of NIR spectroscopy to predict meat chemical composition and quality—a review. *Czech Journal of Animal Science*, 49(11), 500-510.
- Raines, C. R., Hunt, M. C., & Unruh, J. A. (2009). Cow biological type affects ground beef colour stability. *Meat Science*, 83(4), 752-758.
- Seideman, S., Cross, H., Smith, G., & Durland, P. (1984). Factors associated with fresh meat color: A review. *Journal of Food Quality*, 6(3), 211-237.
- Seydelmann. (2010, 29.04.2010). *Mixers Mixer-Grinders*. Seydelmann. Retrieved 29.03 from https://foodmachines.rs/tehnicka-dokumentacija/Mixers_Mixer-Grinders.pdf
- Sikt. (2023). *Melde inn forskningsprosjekter som bruker spørreskjema*. Sikt. Retrieved 19.04 from <https://sikt.no/personvern-i-sporreundersokelser>
- Studiegruppe, S. (2015). Sensorikk-Måling med menneskelige sanser. In: Oslo: Kopinor Pensum.
- Suman, S., Faustman, C., Lee, S., Tang, J., Sepe, H., Vasudevan, P., Annamalai, T., Manojkumar, M., Marek, P., & DeCesare, M. (2004). Effect of muscle source on premature browning in ground beef. *Meat Science*, 68(3), 457-461.
- Taylor, S. (1996). Modified atmosphere packing of meat. *Meat quality and meat packaging. JM Ecceamst, Utrecht, The Netherlands*, 301-308.
- Trout, G. R. (1990). The rate of metmyoglobin formation in beef, pork, and turkey meat as influenced by pH, sodium chloride, and sodium tripolyphosphate. *Meat Science*, 28(3), 203-210.
- Van Dalen, G., Osman, F., & Don, A. (2010). Colour and appearance analysis of fruit and vegetable soup using a digital colour imaging system. Conference on Colour in Graphics, Imaging, and Vision,
- Venturini, A., Contreras, C. C., Sarantópoulos, C., & Villanueva, N. D. M. (2006). The effects of residual oxygen on the storage life of retail-ready fresh beef steaks masterpackaged under a CO2 atmosphere. *Journal of Food Science*, 71(7), S560-S566.
- Vikøren, B. M., & Pihl, R. (2020, 15.11.2020). *målgruppe*. Store Norske Leksikon. Retrieved 28.03 from <https://snl.no/m%C3%A5lgruppe>
- Waldenstrøm, L., Wahlgren, M. B., Strand, Å., Lerfall, J., & Gaarder, M. Ø. (2022). Norwegian Consumers' Skepticism towards Smoke-Flavoring of Salmon—Is It for Real? *Foods*, 11(14), 2170.
- Wang, X., Wang, Z., Zhuang, H., Nasiru, M. M., Yuan, Y., Zhang, J., & Yan, W. (2021). Changes in color, myoglobin, and lipid oxidation in beef patties treated by dielectric barrier discharge cold plasma during storage. *Meat Science*, 176, 108456.
- AAMP. (2023). *MEAT COLOR: THE SCIENCE BEHIND WHAT YOU SEE*. AMERICAN ASSOCIATION OF MEAT PROCESSORS. Retrieved 03.02 from https://digital.bnppmedia.com/publication/?i=649153&article_id=3598219&view=articleBrowser

Vedleggsoversikt

- Vedlegg 1 – **Kvalitetsbevis for pakkegassene til Nortura Malvik**
- Vedlegg 2 – **Næringsinnhold per 100 g i kjøttdeig**
- Vedlegg 3 – **Kalibrering av Mettler Toledo pH-måler**
- Vedlegg 4 – **Kalibrering og bildetaking for DigiEye**
- Vedlegg 5 – **Infoskriv til forbrukerundersøkelsen**
- Vedlegg 6 – **Spørsmålssett for forbrukerundersøkelsen**
- Vedlegg 7 – **Rådata fra CO₂, restoksygen og pH-målinger**
- Vedlegg 8 – **Produksjonsmetode 1 (30 % fryst råstoff med ett døgn henstandslagring)**
- Vedlegg 9 – **Produksjonsmetode 2 (Nedkjøling med N₂ med fem døgn på henstandslagring)**
- Vedlegg 10 – **Produksjonsmetode 3 (Nedkjøling med CO₂ med ett døgn henstandslagring)**
- Vedlegg 11 – **Produksjonsmetode 4 (Nedkjøling med CO₂ med fem døgn henstandslagring)**
- Vedlegg 12 – **Sammenlikning av produksjonsmetode 1 og 3**
- Vedlegg 13 – **Sammenlikning av produksjonsmetode 2 og 4**
- Vedlegg 14 – **Pakker utsatt for oksygen over tid**
- Vedlegg 15 – **Kommentarer fra forbrukerundersøkelsen**

Vedlegg 1 – Kvalitetsbevis for pakkegassene til Nortura Malvik

Making our world more productive



Kundenavn / Customer name: Utstedelsesdato / Date of issue: 10.06.2021
 Sertifikatnummer: 2021-1968-1
 Varenummer / Gas code: 105328
 Side / Page: 1(1)

Kvalitetsbevis / Certificate of Conformity
 BIOGON® N liquid, E941

Analysene er utført på lagertank / The analysis have been performed on the storagetank

Komponent / Component	Bestilt / Ordered	Enhet / Unit	Frekvens / Frequency
Nitrogen / Nitrogen N ₂	≥ 99,95	vol %	Årlig/Yearly
Oksygen / Oxygen O ₂	≤ 20	vppm	Månedlig / Monthly
Vann / Water H ₂ O	≤ 20	vppm	Månedlig / Monthly
Hydrokarboner / Total hydrocarbons THC	≤ 100	vppm	Årlig/Yearly
Karbonmonoksid / Carbon monoxide CO	≤ 10	vppm	Årlig/Yearly
Nitrogenoksider / Nitrogen oxides NO+NO ₂	≤ 10	vppm	Årlig/Yearly
Lukt / Odor	Ingen fremmed lukt / No foreign smell		Årlig/Yearly

Kommentar / Comments:

Spesifikasjon i henhold til gjeldende JECFA/EIGA retningslinjer / Specification accordingly to current versions of JECFA/EIGA guidelines.

Signatur / Signature

Blokkbokstaver / Clarification of signature: PETER RÖNNING

Linde Gas AS | Organisasjonsnummer: 934 863 909 | Gjerdrumsvei 8 | 0484 Oslo | Norge
 Telefon: +47 23 17 72 00 | E-post: post.no@linde.com | www.linde-gas.no

Vedlegg 2 – Næringsinnhold per 100 g i kjøttdeig.

Tabell 5. Viser næringsinnhold per 100 g (Gilde, 2023b).

Energi kJ	790,5
Energi kcal	189,9
Fett	13,2 g
Hvorav mettede fettsyre	5,9 g
Hvorav enumettede fett	5 g
Hvorav flerumettede fett	0,6 g
Karbohydrater	0 g
Sukkerarter	0 g
Proteiner	17,9 g
Salt	0,8 g

Vedlegg 3 – Kalibrering av Mettler Toledo pH måler

Tre glass ble satt opp, en med syre, en med base og en kontroll løsning med pH 7.

Temperaturen på verktøyet ble stilt inn til romtemperatur før kalibreringen startet. Før bruk er det viktig å skylle pH – elektroden med destillert vann og tørke av for å få presis måling. For å starte kalibreringen trykker man “Cal” og putter pH-elektroden ned i syreblandingen. Når parameterer piper er den ferdig, og viser at den er klar for kalibrering nummer to, med beskjeden “Cal 2” på displayet. Deretter gjennomfører man skylleprosessen og tørker pH-elektroden og putter den i Base løsningen og trykker på “Cal” for å starte kalibrering nummer to. pH elektroden blir skylt og tørket før den puttes oppi i kontroll løsningen. Hvis verktøyet viser en måling på 7 i pH har man gjennomført kalibreringen korrekt.

Vedlegg 4 – Kalibrering og bildetaking for DigiEye

Oppstart:

På-knapp “2” på kontrollpanelet er “på” knappen for bildetakningskameraet. Maskinen starter da en oppvarmingsprosess på 10 minutter med nedtelling som må gjennomføres før nødvendig kalibrering kan bli gjennomført.

Kalibrering:

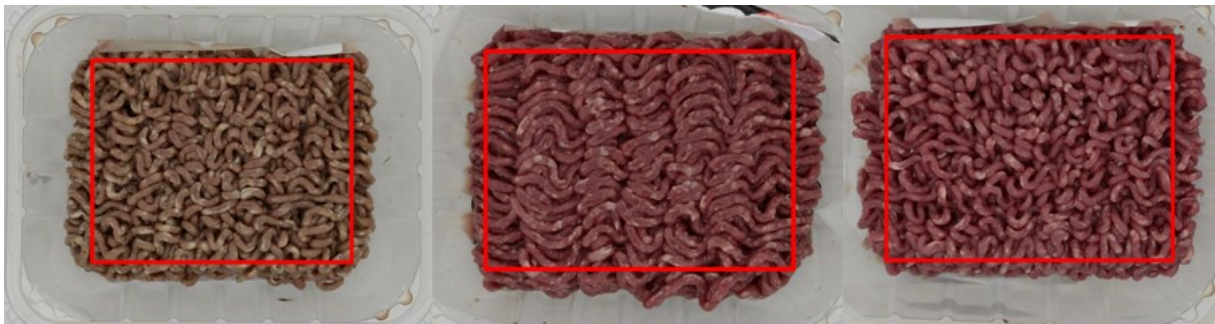
1. Her er det bruk for DigiTizer Calibration mappe (DigiEye Service Pack DE01559) som besto av et DigiTizer kalibrerings kart og en hvit kalibrerings tavle “
2. Trykk deretter på “Camera” inne på programvaren DigiProduction. Videre ble intruksene på “Calibration Wizard” brukt for å gjennomføre kalibreringen.
3. Før kalibreringen ble akseptert ble verdiene kontrollert for å sikre seg at kalibreringen har blitt gjennomført korrekt. “R,G og B” verdiene bør være mellom 210 og 220 ± 5 . “Average” skal være 1,5 eller mindre. “Median” skal være 1,2 eller mindre, og “Maximum” skal være mindre enn 6.

Om verdiene på gjennomført kalibrering ikke stemmer overens med disse er det nødvendig å gjennomføre en ny kalibrering til tallene stemmer.

4. Trykk “Accept Calibrering” når de korrekte verdiene oppnås

Ta bilder:

1. En hvit skjærefjøl som er i DigiTizer kalibrerings mappen ble brukt som en bunnskive i DigiEye maskinen, før kjøttdeigprøven ble lagt oppå denne.
2. For å ta bilder må “Camera Controll” stå åpent. For å åpne den gå inn på “Camera” deretter trykk “Camera Controll”
3. Det kan være hensiktsemessig å bruke “Live View” for å forsikre seg om at prøven ligger korrekt i maskinen.
4. Prøvene ble markert med et rødt rektangel over område det er ønskelig å få fargedata fra, slik som det er illustrert på figur 2. Det er viktig å sette markørene innenfor prøven for å få korrekt analyse av prøven. Det er også hensiktsmessig å markere størst mulig areal av prøven for å få en mer presis analyse av fargen.
5. Bruk “Capture” funksjonen til venstre side i programmet for å ta bilde.



Bildet viser arealet DigiEye tar fargeanalysen fra (Fotograf Birk K. Abelvik).

6. Av bildene fikk man en gjennomsnitts fargekode med CIELAB L*, a*, b*, C* og H* verdier. En mappe med disse verdiene blir lagret for hver prøve.
7. Tallene ble deretter overført til Excel ved å høyre-klikke på hvert av prøvene og trykk overfør til Excel.

	A	B	C	D	E	F	G
1				DigiEye Colour Measurement			
2							
3	DigiEye Location			Trondheim Prosesslab			
4	DigiEye Serial Number			DE0098701			
5	Tolerance			DefaultCM using CIELAB and D65/10			
6							
7		Sample	L*	a*	b*	C	h
8		Pakke 1 -001	39,270802	12,582779	13,025618	18,110579	45,9907
9		Pakke 2 -002	35,626846	24,850502	8,913022	26,400557	19,731169
10		Pakke 3-003	35,928875	23,587719	9,5057783	25,431089	21,949282

Bildet viser hvordan data overført fra DigiEye til Excel blir satt opp i Excel..

Dette ble gjort ved å markere alle prøvene samtidig og trykke på «eksport to Excel».

Vedlegg 5 – Infoskriv til Forbrukerundersøkelsen

Har du lyst til å delta i en spørreundersøkelse om kjøttdeig?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et prosjekt der vi blant annet skal undersøke forbrukernes oppfatninger av utseende på kjøttdeig.

Formål

Formålet med dette prosjektet er å undersøke ulike parametere som påvirker sensoriske kvalitet og er en del av vårt mastergradsprosjekt ved NTNU (Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet) ved studieprogram Matvitenskap, teknologi og bærekraft.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

NTNU

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du får spørsmål om å delta i undersøkelsen fordi du er en forbruker av kjøttdeig og er 18 år eller eldre.

Hva innebærer det for deg å delta?

Deltagelse innebærer utfylling av et elektronisk spørreskjema. Det vi ta deg 5-10 min. Datamaterialet vil være anonymisert gjennom hele prosjektperioden, og du vil ikke være identifiserbar.

Husk at du må trykke send inn helt i slutten av undersøkelsen for at vi skal få tilgang til svarene dine.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i undersøkelsen og du kan når som helst trekke deg uten å måtte oppgi grunn. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Involverte veiledere og studenter ved NTNU vil, etter anonymisering, kun ha tilgang til anonymiserte data (kun tallverdier).

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil etter planen avsluttes 31 august 2023. Etter prosjektslutt vil det anonymiserte datamaterialet lagres (passordbelagt) for mulig videre forskning ved NTNU.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler kun opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag NTNU har Sikt – Kunnskapssektorens tjenesteleverandør vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg

- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Veileder ved NTNU: Lene Waldenstrøm (lene.waldenstrom@ntnu.no), tlf: 40888974
- Studenter ved NTNU: Birk Krogstad Abelvik (birk_99@hotmail.com), tlf: 48241538 og Erlend Stangebye Madsen (erlenmad@stud.ntnu.no), tlf: 46678914
- Personvernombud ved NTNU: Thomas Helgesen (thomas.helgesen@ntnu.no), tlf: 93079038

Hvis du har spørsmål knyttet til vurderingen som er gjort av personverntjenestene fra Sikt, kan du ta kontakt via: Epost: personverntjenester@sikt.no eller telefon: 73 98 40 40.

Med vennlig hilsen

Veileder Lene Waldenstrøm og studentene Birk K. Abelvik og Erlend S. Madsen

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om forbrukerundersøkelsen, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

[Kontroll] å delta i en elektronisk spørreundersøkelse

[Kontroll] at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

Vedlegg 6 – Spørsmålssett for forbrukerundersøkelsen

Utvelgelseskriterier

Over 18 år spiser kjøttdeig

Først ønsker vi å vite litt om deg

1: Kjønn:

- Kvinne
- Mann
- Annet

2: Alder:

- 18-30 år
- 31-40 år
- 41-50 år
- 51-60 år
- 61-70 år
- 71 - 80 år
- 81 år eller eldre

3: Daglig virke (hovedbeskjeftigelse):

- Jobber
- Går på skole/Studerer
- Arbeidssøkende
- Pensjonist
- Annet (kommentarmulighet)

4: Hvor ofte spiser du kjøttdeig?

- Sjeldnere enn 6 ganger per år
- Omtrent annenhver måned
- Månedlig
- Omtrent annenhver uke
- Ukentlig
- Flere ganger i uken

5: Hvem har hovedansvaret for innkjøp av mat og drikke i din husholdning?

- Jeg
- Partner
- Vi deler omtrent likt
- Andre

6: Hva ser du etter når du skal handle kjøttdeig på butikken? Du kan krysse av på flere (Flervalg)

- Pris
- Merke
- Holdbarhetsdato
- Farge
- Annet (Kommentarmulighet)

7: Hvilke av disse pakkene ville du ha kjøpt til normalpris? Du kan krysse av på flere (Flervalg)

- Pakke 406
- Pakke 902
- Pakke 356
- Pakke 816



8: Hvilke pakker tror du har lengst holdbarhet? Du kan krysse av på flere (Flervalg)

- Pakke 406
- Pakke 902
- Pakke 356
- Pakke 816
- Alle pakkene har samme holdbarhetsdato.

9: Du får informasjon om at alle pakkene har god kvalitet og at det kun er fargen som skiller dem. Hvor mye måtte den pakken/de pakkene du ikke hadde kjøpt til normalpris være nedpriset for at du skulle ha kjøpt den/de?

- ca. 10 % billigere
 - ca. 20 % billigere
 - ca. 30 % billigere
-

- ca. 40 % billigere
- ca. 50 % billigere
- Jeg hadde ikke valgt den/de uansett pris

Frivillig kommentar:

Vedlegg 7 – Rådata fra CO₂, restoksygen og pH målinger.

Frysst og yterpakke	Prod. 3		Prod. 2		Prod. 1		Prod. 4		S1		S2		
	L1 (Frysst)	L1	L1	L2 (Yterpakke)	L2	L2	L2	S1 (Frysst)	S1	S1	S1	S2 (Yterpakke)	S2
CO₂													
Dag 0				44,1	42,5	43,7	44,4					52,3	51,5
Dag 3				40,8	40,4	39,8	41,5	41,1				51,6	51,1
Dag 7				38,1	38	40,4	40,1	40	41,4	42,8	36,5	42,1	41,9
Dag 14				47,9	47,3	48,2	47,3	37,4	25,0	38,7	42,9	42,1	42,2
Dag 20				47,2	48,0	48,2	47,0	41,3	42,2	38,8	42,9	42,1	41,5
Dag 25				48,5	48,4	48,3	49,2	39,1	38,9	42,2	42,8	39,2	34,2
Dag 28				46,6	46,7	46,2	41,0	39,6	40,1	39,6	40,9	40,0	40,3
Restoksygen													
Dag 0				0,31	0,638	0,282	0,318	0,318					
Dag 3				0,109	0,107	0,195	0,092	0,095					
Dag 7				0,202	0,16	0,016	0,107	0,035	0,478	0,012	0,13	0,05	0,118
Dag 14				0,017	0,015	0,001	0,022	0,082	0,148	0,054	0,020	0,007	0,079
Dag 20				0,010	0,012	0,001	0,021	0,000	0,004	0,001	0,004	0,003	0,004
Dag 25				0,009	0,005	0,004	0,010	0,005	0,041	0,155	0,080	0,047	0,060
Dag 28				0,005	0,004	0,002	0,004	0,008	0,011	0,008	0,003	0,009	0,007
pH													
Dag 0				5,95	5,93	5,87	5,88	5,82					
Dag 3				5,9	5,82	5,75	5,76	5,73					
Dag 7				5,79	5,83	5,84	5,89	5,81	5,73	5,75	5,83	5,79	5,81
Dag 14				5,83	5,82	5,84	5,83	5,85	5,72	5,77	5,78	5,74	5,72
Dag 20				5,89	5,82	5,75	5,71	5,73	5,71	5,71	5,72	5,71	5,74
Dag 25				5,75	5,76	5,73	5,72	5,71	5,69	5,72	5,70	5,68	5,69
Dag 28				5,77	5,79	5,83	5,81	5,78	5,82	5,80	5,81	5,79	5,77
Fersk og midtpakke													
Co ₂													
Dag 0				49,9	48	47,9	49,4	49,3	41	41,9	42,1	40,8	40,4
Dag 3				46,3	46,7	45,8	46	46,8	37,6	37,6	37,9	40,8	40,9
Dag 7				46,9	47,5	46,3	46,3	48	38,1	36,9	40,4	41,1	39,6
Dag 14				46,1	46,6	46,2	47,1	46,7	40,7	38,2	39,4	39,7	39,3
Dag 20				44,2	45,0	44,5	45,1	45,8	38,3	37,7	37,7	39,0	41,3
Dag 25				43,1	45,0	44,8	46,1	44,6	36,9	35,3	36,1	37,4	37,9
Dag 28				45,5	45,7	46,0	44,9	45,4	37,8	38,5	37,9	39,2	38,6
Restoksygen													
Dag 0				0,14	0,245	0,234	0,155	0,15	0,805	1,1	0,733	0,27	0,371
Dag 3				0,084	0,057	0,068	0,085	0,057	0,144	0,196	0,151	0,141	0,126
Dag 7				0,002	0,002	0,042	0,003	0,003	0,255	0,059	0,023	0,105	0,023
Dag 14				0,007	0,013	0,009	0,002	0,002	0,008	0,7	0,057	0,022	0,016
Dag 20				0,035	0,010	0,009	0,006	0,052	0,014	0,009	0,023	0,011	0,011
Dag 25				0,287	0,041	0,082	0,012	0,018	0,883	0,372	0,084	0,058	0,025
Dag 28				0,003	0,004	0,004	0,008	0,004	0,007	0,005	0,007	0,006	0,006
pH													
Dag 0				5,7	5,73	5,73	5,7	5,67	5,55	5,57	5,6	5,64	5,81
Dag 3				5,88	5,80	5,83	5,84	5,84	5,75	5,78	5,74	5,77	5,75
Dag 7				5,80	5,80	5,78	5,81	5,82	5,74	5,80	5,75	5,80	5,81
Dag 14				5,79	5,81	5,78	5,81	5,81	5,72	5,73	5,76	5,75	5,76
Dag 20				5,77	5,85	5,78	5,90	5,8	5,71	5,70	5,74	5,68	5,71
Dag 25				5,82	5,81	5,77	5,78	5,79	5,69	5,75	5,74	5,72	5,74
Dag 28				5,81	5,80	5,80	5,83	5,84	5,75	5,78	5,74	5,77	5,81

Vedlegg 8 – Produksjonsmetode 1 (30 % fryst råstoff med 1 døgn henstandslagring)CO₂, GLM_{Dag} = 0,297, GLM_{Fryst/Fersk} = 0,048, GLM_{Interaction} = 0,798

	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28	p-verdi
Fersk	40,90	41,00	40,90	39,80	40,10	39,32	39,52	=0,036
Fryst			40,94	41,48	41,02	40,46	40,98	=0,852
p-verdi			= 0,974	= 0,104	= 0,527	=0,303	= 0,190	

ST.AV	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28
Fersk	40,90 \pm 0,82	41,00 \pm 0,63	40,90 \pm 0,86	39,80 \pm 0,69	40,10 \pm 1,39	39,32 \pm 1,36	39,52 \pm 0,68
Fryst			40,94 \pm 2,53	41,48 \pm 1,88	41,02 \pm 2,44	40,46 \pm 1,88	40,98 \pm 0,54

Restoksygen, GLM_{Dag} \leq 0,001, GLM_{Fryst/Fersk} = 0,113, GLM_{Interaction} = 0,115

	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28	p-verdi
Fersk	0,418a	0,113b	0,070b	0,095b	0,013b	0,044b	0,008b	< 0,001
Fryst			0,188	0,040	0,040	0,056	0,056	= 0,183
p-verdi			= 0,377	= 0,240	= 0,103	= 0,252	= 0,409	

ST.AV	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28
Fersk	0,418 \pm 0,17	0,113 \pm 0,03	0,070 \pm 0,10	0,095 \pm 0,08	0,013 \pm 0,01	0,044 \pm 0,03	0,008 \pm 0,01
Fryst			0,188 \pm 0,19	0,040 \pm 0,03	0,040 \pm 0,01	0,056 \pm 0,26	0,056 \pm 0,00

pH, $GLM_{Dag} \leq 0,001$, $GLM_{Fryst/Fersk} = 0,864$, $GLM_{Interaction} = 0,947$

	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28	p-verdi
Fersk	5,95 ^a	5,78 ^{ab}	5,79 ^{ab}	5,76 ^b	5,72 ^b	5,73 ^b	5,78 ^{ab}	= 0,012
Fryst			5,78 ^{ab}	5,76 ^{bc}	5,72 ^{cd}	5,70 ^d	5,81 ^a	< 0,001
p-verdi			= 0,697	= 0,740	= 0,916	= 0,018	= 0,049	

ST.AV	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28
Fersk	5,95 \pm 0,25	5,78 \pm 0,02	5,79 \pm 0,02	5,76 \pm 0,01	5,72 \pm 0,04	5,73 \pm 0,02	5,78 \pm 0,02
Fryst			5,78 \pm 0,04	5,76 \pm 0,03	5,72 \pm 0,01	5,70 \pm 0,02	5,81 \pm 0,01

Produksjonsmetode1		
a*		
	Fersk	Fryst
Dag 0	17,56543	
Dag 3	21,222561	
Dag 7	23,081631	17,295778
Dag 14	20,755604	18,521563
Dag 21	20,152613	20,301819
Dag 25	20,641922	17,697111
Dag 28	20,658895	19,488291

Vedlegg 9 - Produksjonsmetode 2 (Nedkjøling med N₂ med fem døgn på henstandslagring)

CO₂, GLM_{Dag} ≤0,001, GLM_{Pakke}≤0,001, GLM_{Interaction} = 0,012

	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28	p-verdi
Ytterpakk	43,68 ^a	40,72 ^{bc}	39,32 ^{bc}	38,50 ^c	40,86 ^b	39,98 ^{bc}	39,30 ^{bc}	<0,001
Midtpakk	41,63	37,78	37,88	39,12	37,60	36,72	36,50	<0,001
p-verdi	= 0,002	< 0,001	= 0,128	= 0,617	= 0,001	< 0,001	= 0,032	

ST.AV	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28
Ytterpakk	43,68 _{±0,72}	40,72 _{±0,65}	39,32 _{±1,17}	38,50 _{±2,04}	40,86 _{±1,34}	39,98 _{±0,71}	39,30 _{±0,82}
Midtpakk	41,63 _{±0,49}	37,78 _{±0,59}	37,88 _{±1,49}	39,12 _{±1,71}	37,60 _{±0,71}	36,72 _{±1,04}	36,50 _{±2,28}

Restoksygen, GLM_{Dag} ≤0,001, GLM_{Pakke}=0,004, GLM_{Interaction} = 0,159

	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28	p-verdi
Ytterpakk	0,373 ^a	0,112 ^{ab}	0,104 ^{ab}	0,183 ^{ab}	0,012 ^b	0,056 ^b	0,007 ^b	=0,004
Midtpakk	0,82 ^a	0,177 ^b	0,233 ^b	0,290 ^b	0,014 ^b	0,284 ^b	0,006 ^b	<0,001
p-verdi	= 0,002	= 0,040	= 0,362	= 0,618	= 0,942	= 0,201	= 0,656	

ST.AV	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28
Ytterpakk	0,373 _{±0,15}	0,112 _{±0,04}	0,104 _{±0,08}	0,183 _{±0,32}	0,012 _{±0,01}	0,056 _{±0,06}	0,007 _{±0,92}
Midtpakk	0,82 _{±0,19}	0,177 _{±0,03}	0,233 _{±0,29}	0,290 _{±0,34}	0,014 _{±0,01}	0,284 _{±0,36}	0,006 _{±0,00}

pH, $GLM_{Dag} = 0,088$, $GLM_{Pakke} \leq 0,001$, $GLM_{Interaction} \leq 0,001$

	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28	p-verdi
Ytterpakk	5,89 ^b	5,77 ^a	5,75 ^a	5,74 ^a	5,74 ^a	5,73 ^a	5,78 ^a	<0,001
Midtpakk	5,59 ^b	5,73 ^a	5,77 ^a	5,74 ^a	5,71 ^a	5,72 ^a	5,73 ^a	<0,001
p-verdi	< 0,001	= 0,264	= 0,214	= 0,740	= 0,075	= 0,784	= 0,200	

ST.AV	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28
Ytterpakk	5,89 \pm 0,05	5,77 \pm 0,04	5,75 \pm 0,03	5,74 \pm 0,02	5,74 \pm 0,03	5,73 \pm 0,02	5,78 \pm 0,03
Midtpakk	5,59 \pm 0,03	5,73 \pm 0,06	5,77 \pm 0,04	5,74 \pm 0,02	5,71 \pm 0,02	5,72 \pm 0,02	5,73 \pm 0,06

Produksjonsmetode 2		
	Ytter	Midt
Dag 0	18,839195	18,336981
Dag 3	20,89183	17,675697
Dag 7	23,828283	23,13681
Dag 14	21,334515	21,415339
Dag 21	21,78228	21,437332
Dag 25	22,172823	22,582844
Dag 28	22,240236	21,887735

**Vedlegg 10 - Produksjonsmetode 3 (Nedkjøling med CO₂ med ett døgn
henstandslagring)**

CO₂, GLM_{Dag} ≤ 0,001, GLM_{Fryst/Fersk} ≤ 0,001, GLM_{Interaction} ≤ 0,001

	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28	p-verdi
Fersk	48,90 ^a	46,32 ^{bcd}	46,48 ^b	44,92 ^{bc, x}	44,92 ^{d, x}	44,92 ^{d, x}	45,50 ^{cd}	<0,001
Fryst			47,80 ^{ab}	47,94 ^{a, y}	47,46 ^{ab, y}	48,90 ^{a, y}	45,44 ^b	=0,006
p-verdi			= 0,080	< 0,001	= 0,003	< 0,001	= 0,959	
ST.AV	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28	
Fersk	48,90 _{±0,90}	46,32 _{±0,43}	46,48 _{±0,75}	44,92 _{±0,42}	44,92 _{±0,61}	44,92 _{±1,30}	45,50 _{±0,41}	
Fryst			47,80 _{±0,48}	47,94 _{±0,32}	47,46 _{±1,16}	48,90 _{±0,47}	45,44 _{±2,49}	

Restoksygen, GLM_{Dag} ≤ 0,001, GLM_{Fryst/Fersk} = 0,113, GLM_{Interaction} = 0,115

	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28	p-verdi
Fersk	0,18 ^a	0,070 ^b	0,010 ^b	0,006 ^b	0,022 ^b	0,090 ^{ab}	0,005 ^b	0,215
Fryst			0,011	0,014	0,003	0,016	0,004	< 0,001
p-verdi			= 0,931	= 0,090	= 0,066	= 0,190	= 0,447	

ST.AV	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28
Fersk	0,18 _{±0,05}	0,070 _{±0,01}	0,010 _{±0,02}	0,006 _{±0,01}	0,022 _{±0,02}	0,090 _{±0,04}	0,005 _{±0,00}
Fryst			0,011 _{±0,01}	0,014 _{±0,01}	0,003 _{±0,00}	0,016 _{±0,02}	0,004 _{±0,00}

pH, $GLM_{Dag} \leq 0,001$, $GLM_{Fryst/Fersk} = 0,135$, $GLM_{Interaction} = 0,012$

	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28	p-verdi
Fersk	5,72 ^b	5,83 ^a	5,80 ^a	5,80 ^{a, x}	5,82 ^a	5,75 ^{a, x}	5,85 ^{a, x}	< 0,001
Fryst			5,83 ^a	5,83 ^{a, y}	5,78 ^{ab}	5,75 ^{b, y}	5,80 ^{ab, y}	= 0,016
p-verdi			= 0,175	= 0,003	= 0,359	= 0,006	= 0,014	

ST.AV	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28
Fersk	5,72 \pm 0,03	5,83 \pm 0,03	5,80 \pm 0,01	5,80 \pm 0,01	5,82 \pm 0,05	5,75 \pm 0,02	5,85 \pm 0,03
Fryst			5,83 \pm 0,04	5,83 \pm 0,01	5,78 \pm 0,07	5,75 \pm 0,02	5,80 \pm 0,02

Produksjonsmetode3		
a*		
	Fersk	Fryst
Dag 0	21,386116	
Dag 3	23,237705	
Dag 7	23,377462	22,599638
Dag 14	12,833476	23,640827
Dag 21	22,791058	23,187473
Dag 25	23,983509	22,372574
Dag 28	22,468864	21,898046

**Vedlegg 11 - Produksjonsmetode 4 (Nedkjøling med CO₂ med fem døgn
henstandslagring)**

CO₂, GLM_{Dag} ≤ 0,001, GLM_{Pakke} = 0,002, GLM_{Interaction} = 0,012

	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28	p-verdi
Ytterpakk	51,94 ^a	51,56 ^a	49,14 ^{bc}	51,04 ^c	50,10 ^{bc}	50,98 ^{ab}	49,18 ^c	<0,001
Midtpakk	52,12	50,36	49,92	48,66	49,56	49,12	48,55	=0,002
p-verdi	= 0,563	=0,018	= 0,037	< 0,001	= 0,545	= 0,028	= 0,610	

ST.AV	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28
Ytterpakk	51,94 _{±0,48}	51,56 _{±0,44}	49,14 _{±0,40}	51,04 _{±0,52}	50,10 _{±0,95}	50,98 _{±0,94}	49,18 _{±0,93}
Midtpakk	52,12 _{±0,46}	50,36 _{±0,79}	49,92 _{±0,57}	48,66 _{±0,54}	49,56 _{±1,66}	49,12 _{±1,24}	48,55 _{±2,47}

Restoksygen, GLM_{Dag} = 0,069, GLM_{Pakke} = 0,107, GLM_{Interaction} = 0,133

	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28	p-verdi
Ytterpakk	0,154 ^a	0,050 ^b	0,011 ^c	0,001 ^c	0,002 ^c	0,011 ^c	0,002 ^c	< 0,001
Midtpakk	0,202	0,068	0,009	0,010	0,003	0,025	0,510	=0,192
p-verdi	< 0,001	= 0,390	= 0,728	= 0,039	= 0,530	= 0,413	= 0,293	

ST.AV	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28
Ytterpakk	0,154 _{±0,01}	0,050 _{±0,44}	0,011 _{±0,2}	0,001 _{±0,00}	0,002 _{±0,00}	0,011 _{±0,02}	0,002 _{±0,00}
Midtpakk	0,202 _{±0,01}	0,068 _{±0,04}	0,009 _{±0,01}	0,010 _{±0,01}	0,003 _{±0,00}	0,025 _{±0,03}	0,510 _{±0,92}

pH, $GLM_{Dag} \leq 0,001$, $GLM_{Pakke} = 0,857$, $GLM_{Interaction} = 0,002$

	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28	p-verdi
Ytterpakk	5,75 ^{ab}	5,74 ^{ab}	5,80 ^a	5,78 ^a	5,68 ^b	5,72 ^{ab}	5,77 ^a	<0,001
Midtpakk	5,69 ^b	5,79 ^b	5,83 ^a	5,74 ^b	5,76 ^{ab}	5,74 ^b	5,79 ^b	<0,001
p-verdi	= 0,007	= 0,305	= 0,349	= 0,101	= 0,023	= 0,545	= 0,290	

ST.AV	Dag 0	Dag 3	Dag 7	Dag 14	Dag 21	Dag 25	Dag 28
Ytterpakk	5,75 \pm 0,03	5,74 \pm 0,11	5,80 \pm 0,06	5,78 \pm 0,04	5,68 \pm 0,02	5,72 \pm 0,06	5,77 \pm 0,04
Midtpakk	5,69 \pm 0,03	5,79 \pm 0,02	5,83 \pm 0,05	5,74 \pm 0,3	5,76 \pm 0,06	5,74 \pm 0,03	5,79 \pm 0,02

Produksjonsmetode 4		
	Ytter	Midt
Dag 0	18,047392	17,756552
Dag 3	22,673563	22,105083
Dag 7	23,276106	23,653418
Dag 14	22,890881	22,13876
Dag 21	22,107899	21,586403
Dag 25	22,409513	22,280888
Dag 28	22,528053	23,350805

Vedlegg 12 – Sammenlikning av produksjonsmetode 1 og 3.

CO₂, GLM_{Dag} p=0,055 F=2,13, GLM_{Fryst/Fersk} p=0,012 F=6,55, GLM_{Produksjon} p≤0,001 F=200,40

	Produksjon 1		Produksjon 3		p - verdi
	Fersk	Fryst	Fersk	Fryst	
Dag 0	40,90 ^b		48,90 ^a		<0,001
Dag 3	41,00 ^b		46,32 ^a		<0,001
Dag 7	40,90 ^b	40,94 ^b	46,48 ^a	47,80 ^a	<0,001
Dag 14	39,80 ^{bc}	41,48 ^c	44,92 ^{ab}	47,94 ^a	=0,002
Dag 21	40,10 ^b	41,02 ^{ab}	44,92 ^a	47,46 ^a	=0,009
Dag 25	39,32 ^c	40,46 ^c	44,92 ^b	48,90 ^a	<0,001
Dag 28	39,52 ^b	40,98 ^b	45,50 ^a	45,44 ^a	<0,001

Restoksygen, GLM_{Dag} p=0,745 F=0,58, GLM_{Fryst/Fersk} p=0,819 F=0,05, GLM_{Produksjon} p=0,109 F=2,60

	Produksjon 1		Produksjon 3	
	Fersk	Fryst	Fersk	Fryst
Dag 0	0,418		0,180	
Dag 3	0,113		0,070	
Dag 7	0,070	0,188	0,010	0,011
Dag 14	0,095	0,040	0,006	0,014
Dag 21	0,013	0,040	0,022	0,003
Dag 25	0,044	0,056	0,016	0,016
Dag 28	0,008	0,056	0,004	0,004

pH, GLM_{Dag} p=0,010 F=2,97, GLM_{Fryst/Fersk} p=0,504 F=0,45, GLM_{Produksjon} p=0,033 F=4,67

	Produksjon 1		Produksjon 3		p - verdi
	Fersk	Fryst	Fersk	Fryst	
Dag 0	5,95		5,72		=0,066
Dag 3	5,78 ^b		5,83 ^a		=0,023
Dag 7	5,79	5,78	5,80	5,83	=0,110
Dag 14	5,76 ^c	5,76 ^c	5,80 ^b	5,83 ^a	<0,001
Dag 21	5,72 ^b	5,72 ^b	5,82 ^a	5,78 ^{ab}	=0,014
Dag 25	5,73 ^{bc}	5,70 ^c	5,75 ^a	5,75 ^b	<0,001
Dag 28	5,78 ^b	5,81 ^b	5,85 ^a	5,80 ^b	=0,001

Vedlegg 13 – sammenlikning av produksjonsmetode 2 og 4.

CO₂, GLM_{Dag} p≤0,001 F=4,22, GLM_{Ytter/Midt} p≤0,001 F=13,84, GLM_{Produksjon} p≤0,001 F=331,80

	Produksjon 2		Produksjon 4		p - verdi
	Ytter	Midt	Ytter	Midt	
Dag 0	43,68 ^b	39,66 ^b	51,94 ^a	52,12 ^a	<0,001
Dag 3	40,72 ^d	37,78 ^c	51,56 ^a	50,36 ^b	<0,001
Dag 7	39,32 ^b	37,88 ^b	49,14 ^a	49,92 ^a	<0,001
Dag 14	38,50 ^b	39,12 ^b	51,04 ^a	48,66 ^a	<0,001
Dag 21	40,86 ^b	37,60 ^c	50,10 ^a	49,56 ^a	<0,001
Dag 25	39,98 ^c	36,72 ^d	50,98 ^a	49,12 ^b	<0,001
Dag 28	39,30	36,50	49,18	48,55	=0,138

Restoksygen, GLM_{Dag} p=0,378 F=1,08, GLM_{Ytter/Midt} p=0,130 F=2,33, GLM_{Produksjon} p=0,721 F=0,13

	Produksjon 2		Produksjon 4	
	Ytter	Midt	Ytter	Midt
Dag 0	0,373	0,820	0,154	0,202
Dag 3	0,112	0,177	0,050	0,068
Dag 7	0,104	0,233	0,011	0,009
Dag 14	0,183	0,290	0,001	0,010
Dag 21	0,012	0,014	0,002	0,003
Dag 25	0,056	0,284	0,011	0,025
Dag 28	0,007	0,006	0,002	0,510

pH, GLM_{Dag} p=0,002 F=3,65, GLM_{Ytter/Midt} p=0,006 F=7,83, GLM_{Produksjon} p=0,577 F=0,31

	Produksjon 2		Produksjon 4		p - verdi
	Ytter	Midt	Ytter	Midt	
Dag 0	5,89 ^a	5,59 ^d	5,75 ^b	5,69 ^c	<0,001
Dag 3	5,77	5,73	5,74	5,79	=0,382
Dag 7	5,75	5,77	5,80	5,83	=0,093
Dag 14	5,74	5,74	5,78	5,74	=0,091
Dag 21	5,74 ^{ab}	5,71 ^{ab}	5,68 ^b	5,76 ^a	=0,016
Dag 25	5,73	5,72	5,72	5,74	=0,845
Dag 28	5,78	5,73	5,77	5,79	=0,348

Vedlegg 14 - Pakker utsatt for oksygen over tid

Tabellen viser utviklingen i a*-verdi for de ulike produksjonsmetodene gjennom de ulike intervallene (0, 5, 10, 15 og 25 minutter) etter oksygeneksponering.

	Fersk1	Fryst1	Midtpakk2	Ytterpakk2	Fersk3	Fryst3	Midtpakk4	Ytterpakk4
■ 0	20,227879	18,081306	22,175222	22,31975	22,640213	21,761612	22,042736	21,727816
■ 5	24,241283	20,796225	27,583317	27,633785	27,639107	27,105793	26,654676	26,982113
■ 10	26,152685	22,533401	28,42033	28,729811	30,171484	29,566257	28,039515	29,19507
■ 15	26,515469	22,470951	29,822573	29,747932	31,237259	29,867708	29,846727	30,315994
■ 25	27,896612	23,912266	31,41798	32,572464	32,874985	32,511845	31,328053	31,898811

Vedlegg 15 - Kommentarer fra forbrukerundersøkelsen

“Hvis en av pakkene var mer lilla/mørk så ville jeg ha kjøpt den fordi det betyr at myoglobinet ikke har oksidert enda og at den da er ferskere enn rød kjøttdeig.”

“Svarte som det var snakk om generelt all type kjøttdeig, burde kanskje spesifisere om det er snakk om bare storfe”

“Svarte ikke på siste spørsmål. Om jeg får informasjon om at kjøttet er like godt og har lik holdbarhetsdato, så kan jeg like gjerne valgt det:)”

“Om det er norskt kjøtt er avgjørende for om jeg kjøper det.”

“Hadde håpet på noe opplæring rundt teamet på slutten.”

“Brun er ok. Grå er ikke ok”

“Burde vært mulig å svare samme pris på siste spørsmål”

“Kjøttdeig e kjøttdeig æ bryr mæ ikke om fargen så leng den itj smake forferdelig”

“Interessant undersøkelse og jeg blir vel litt mer bevisst og oppmerksom på bl.a merke og holdbarhetsdato”

“At en undersøkelse om kjøttdeig var ukomplisert og litt artig, men at svarene nok kan gi nyttig og viktig informasjon”

“Dette var en særdeles god undersøkelse. Den fikk meg virkelig til å tenke gjennom hvilke adferd som reflekterer gjennom mine kjøpsvaner.”

“Når jeg kjøper kjøttdeig, har fargen betydning. Den skal være rød. Men innpakningen betyr mye og- fremsiden må være «ren». Lite merkelapper og mulighet til å se hvordan innholdet ser ut.”

“Når kjøttdeigen er «grå» synes jeg det ser ut som pakningen er utett”

“Hadde kjøpt alle pakkene fordi det er sånn coop kjøttdeigen pleier å variere i utseende uansett”

“Opprinnelsesland er det største ankerpunktet ved kjøp/ikke kjøp.”

“Jeg kunne valgt produkt 365 dersom alle pakkene i samme serie så sånn ut, men ikke hvis den ene skilte seg ut.”

“Farver har litt betydning, men pris har størst betydning.”

“Uten annen informasjon om den brune kjøttdeigen ville jeg trodd fargen skyldes hull i emballasjen.”

“Tenker at desto sterkere farge jo flere tilsetningsstoffer.. assosierer det med dansk salami”

“Ja, burde vert fl svar alternativ og det siste spørsmålet umulig å forstå, valgte difor å ikke krysse. Lotto krysser eg på lørdager”

“Litt vanskelig å se ut fra bildene, men den pakken som var gråest så ikke usunn ut. Dårlig kjøttdeig vil se litt mer matt misfarget ut så jeg skjønner at alle kan være ok, men de som ser friskere ut frister mer. Tidligere kunne for frisk bety tilsetn”

“UV-lys har vel også noe innvirkning på fargen på kjøttet. Vakumpakket eller ikke.”

“Mat skal se frisk, ferskt og innbydende ut.”

“Jeg kjøper kun fra lokal økobonde”

“De feltene med «annet» fungerte ikke”

“Vi kjøper kun karbonadedeig av norsk kjøtt, men har likevel valgt å svare på tross av at undersøkelsen er for kjøttdeig.”

