



NTNU - Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for bioteknologi og matvitenskap

BACHELOROPPGAVE 2022

15 studiepoeng

Avskjær fra filetering av atlantisk laks (*Salmo Salar* L.) til produksjon av laksepålegg



utført av

Mikael Mirzaei
Ola Sandøy Lyster

Dette arbeidet er gjennomført som ledd i bachelorutdanningen i matvitenskap, teknologi og bærekraft ved Institutt for bioteknologi og matvitenskap, NTNU. Bruk av oppgavens innhold skjer på eget ansvar.

Forord

Denne oppgaven har vært det siste store prosjektet av bachelorutdanning i matvitenskap, teknologi og bærekraft ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet. Utførelsen av arbeidet har foregått ved institutt for bioteknologi og matvitenskap ved campus Kalvskinnet (Akrinn).

Vi vil takke til vår veileder, professor Jørgen Lerfall, for en god oppfølging og veiledning gjennom hele prosjektet. Tilbakemeldingene og tipsene vi har fått gjennom semesteret har hjulpet veldig mye med oppgaven. Vi vil også takke overingeniør Anna Lødeng, overingeniør Anne Kathrine Streitlien og avdelingsingeniør Martin Haider for god opplæring i metoder, eksperimentelt oppsett og oppfølging.

Til slutt vil vi også takke venner og familie for støtte gjennom hele utdanningen og prosjektet.

Trondheim, juni 2022

Mikael Mirzaei & Ola Sandøy Lyster

Sammendrag

Ett av FN bærekraftsmål inkluderer å utrydde sult innen 2030. Dette har bidratt til interessen for forskningen og utviklingen av mer bærekraftig mat, som blant annet sjømat. Å kunne optimalisere utnyttelsen av næringsinnholdet fra Atlantisk laks (*Salmo Salar L.*) har tidligere blitt undersøkt, og flere studier har konkludert med at det er et stort potensiale å bruke avskjær fra laksefileten til ulike lakseprodukter. Dette har dannet grunnlaget til dette prosjektet, det målet er å øke kunnskapen om hvordan de forskjellige fraksjonene fra laksen kan brukes og utnyttes i laksepålegg.

Det ble til sammen produsert fem pålegg fra fem ulike fraksjoner henholdsvis fileten, skrapekjøtt, buklist, nakkekjøtt og Bits & Pieces. Parametere som ble analysert var protein, fett, farge, tekstur og mikrobiell vekst. Koproductene viste til varierende innhold av både fett og protein, som også resulterte til noen ulikheter i farge og tekstur. Eksempelvis hadde buklist et høyt fettinnhold og lavt proteininnhold, motsatt hadde skrapekjøtt et lavt fettinnhold og høyt proteininnhold. Dessuten gir høyt fettinnhold et mykere og mindre rødt produkt, mens høyt proteininnhold gir et fastere og rødere produkt. De mikrobiologiske analysene viste ikke til store forskjeller, og det ble konkludert med at koproductene er minst like holdbare som laksepålegget laget med fileten. Videre arbeid må bli gjort, både sensorisk og kjemisk, for å kunne produsere et laksepålegg der smak, tekstur, farge og næringsinnhold er jevn slik at produktet blir akseptert av markedet.

Abstract

Included in the UNs goals of sustainability, is the goal of zero hunger by 2030. This has contributed to an increase in research and development of more sustainable food, including seafood. Being able to optimize the yield of the nutrient content from Atlantic salmon (*Salmo Salar L.*) has previously been investigated, and several studies have concluded that there is a great potential to use the co-products from the salmon for various salmon products.

Therefore, this project has a goal to increase the knowledge about how the different fractions from salmon can be used and utilized in salmon spreads.

A total of five orders were produced from five different fractions; fillet, deboned meat, belly flaps, neck meat and Bits & Pieces. Parameters analyzed were protein, fat, color, texture and microbial growth. The co-products content of both fat and protein varied, which also resulted in some differences in color and texture. For instance, the belly flap showed a high fat content and low protein content, on the contrary, deboned meat had a low fat content and high protein content. In addition, high fat content gives a softer and less red product, while high protein content gives a more firm and red product. The microbiological analyzes did not show any major differences, and it was concluded that the co-products and the salmon spread made with fillets, has the same shelf-life. Further work must be performed, both sensory and chemically, to be able to produce a salmon spread in which taste, texture, color and nutrient content are even so the product(s) is accepted by the market.

Innholdsfortegnelse

1. Innledning	1
1.1 Tidligere studier	1
2. Teori	3
2.1 Biprodukt og koprodukt.....	3
2.2 Konsumentens interesse	4
2.3 Produktutvikling av fiskeprodukter	4
2.4 Laks som pålegg	5
2.5 Sensoriske parametere i laks.....	6
2.6 Røyking	7
2.7 Fett.....	8
2.9 Protein.....	10
2.10 Mikrobiell vekst under lagring av lakseprodukter.....	13
3. Metodisk teori	15
3.1 Mikrobiologisk analyse.....	15
3.2 Kjeldahls metode	16
3.3 Bligh & Dyer-metoden.....	16
3.4 VeriVide DigiEye og Texture Analyser TA-XT2.....	17
4. Materialer og metode	19
4.1 Råstoff og eksperimentelt design.....	19
4.2 Produktutvikling	19
4.3 Metodikk for å studere lagringsstabilitet og kvalitet	21
4.3.1 Mikrobiologiske analyser	21
4.3.2 Kjemiske analyser	22
4.3.3 Fysiokjemiske analyser	25
4.4 Dataanalyse	26
5. Resultater	27
5.1 Resultater fett og protein	27
5.2 Resultater fra mikrobiologisk undersøkelse	28
5.3 Resultater fra fargemålinger	30
5.4 Resultater fra teksturmåling	35
6. Diskusjon	39
6.1 Variasjon i fettinnhold	39
6.2 Sammenheng mellom protein- og fettinnhold.....	40
6.3 Mikrobiell vekst.....	42

6.4 Fargeendring over tid.....	43
6.5 Teksturendring over tid.....	44
7. Konklusjon	46
7.1 Videre arbeid	46
Referanser	48

1. Innledning

Målet med denne bacheloroppgaven er å undersøke om det er mulig å få et bedre eller tilsvarende likt laksepålegg med ulike fraksjoner fra laksen sammenlignet med laksefilet. Oppgaven fokuserer på å analysere proteininnhold, fettinnhold, farge, tekstur og den mikrobiologiske aktiviteten. Prosjektets hovedmål er å øke utnyttelsen av laks i produksjonsomløpet, og dermed kunne bidra til å nå FNs bærekraftsmål å utrydde sult ved å kunne utvikle bærekraftige systemer for matproduksjon, og innføre robuste metoder som gir økt produktivitet og produksjon innen 2030. (FN, 2022)

Koproduktene av laksefileten som brukes i denne oppgaven er buklist, Bits & Pieces, skrapekjøtt og nakkekjøtt. I denne oppgaven er Bits & Pieces definert som diverse små avskjær av fileten. Disse koproduktene blir brukt fordi det meste av kjøttet etter filetering er i de nevnte delene, som også er akseptabelt for humant konsum. Laksepålegget laget med filet brukes som en referanse til å kunne sammenligne de ulike parameterne.

De ulike parameterne ble målet ved blant annet Kjeldahls metode, Bligh & Dyer-metoden, teksturmåler og DigiEye. Dette blir gjort jevnlig fra dag 2 til dag 30 etter produksjonen av laksepåleggene for å undersøke eventuelle endringer i tekstur, farge og mikrobiell vekst.

1.1 Tidligere studier

Det er gjort mange forskjellige studier på hvordan utnyttelsen av laks kan økes til humant konsum. Disse studiene som er gjort tidligere er grunnlaget for denne oppgaven.

1. “Kommersielle produkter av ryggbeinskjøtt fra laks” av (Østvik & Grimsmo, Kommersielle produkter av ryggbeinskjøtt fra laks, 2010)
2. “Utnyttelse av kjøtt fra ryggbein av laksefarse og skrapekjøtt” av (Østvik, Grimsmo, Schei, & Halvorsen, 2005)
3. “Chemical composition and Stability of Co-products Obtained from Primary Processing of Farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar L.*) av (Ulleberg, 2021)

I studien gjort av Østvik og Grimsmo i 2010, fokuserte de på om skrapekjøttet fra laksen kunne bli brukt i en stor produksjonsskala. Kvaliteten mellom batchene varierte, der noen batcher egnet seg til markedet, mens noen andre var uakseptable med hensyn på tekstur, smak og farge. De konkluderte med at for at det skulle lages produkter av skrapekjøtt i industriskala, så kreves det optimalisering av produksjonen for å få akseptable konsumprodukter.

I en lignende studie gjort av Østvik i 2005, ble det funnet at fettinnholdet i skrapekjøtt varierer fra 6-23 %. Kvaliteten i kjøttet går ned mens fettinnholdet går opp når for mye kjøtt blir skrapet fra ryggen. Det ble derimot konkludert med at industrien viser interesse til produktutviklingen og produksjonen av skrapekjøtt fra laks.

I en masteroppgave, utført av Didrik Ulleberg, ble det gjort ulike analyser av avskjæret fra laksefilet for å kunne konkludere om det er akseptabelt å bruke avskjæret i ulike konsumprodukter. Ulleberg konkluderte med at avskjæret kan bli brukt i produkter, og at industrien har nyttig erfaring i produktutviklingen, der de ulike fraksjonene kan bli brukt til et produkts favør.

2. Teori

I dette kapittelet blir den teoretiske bakgrunnen som er nødvendig for oppgavens problemstilling beskrevet. Teorien har et fokus på fett og proteininnhold i laks, samt hvordan farge og tekstur blir påvirket av dette. Varmrøyking av laks blir også beskrevet, og hvordan dette kan påvirke de sensoriske egenskapene, samt hvordan hvilken betydning det har for den mikrobiologiske aktiviteten.

2.1 Biprodukt og koprodukt

Biprodukter som kommer fra sjømatindustrien har blitt betraktet som avfall og uegnet til produksjon av produkter som er av høy verdi og kvalitet. Biprodukter har hovedsakelig blitt brukt til ensilasje. Ensilasje er dyre- og plantemateriale som har gjennomgått en enzymatisk nedbrytning (Arbeidstilsynet). Biprodukter blir lite brukt av fiskerinæringen da det gir lav lønnsomhet og brukes derfor hovedsakelig som fiskemel og olje. Biprodukter fra oppdrettsnæringen har i stor grad høy kvalitet og ett stort potensial. (Olsen & Tobiassen, 2004)

Biprodukter kan bli kategorisert som mat egnet for dyr og fisk. Koprodukter er egnet for konsum hos mennesker. Rundt 40-60 % av totalvekten til dyr og fisk blir klassifisert som rester. Dette inkluderer hoder, bein, blod, skinn, hover eller fjær avhengig av dyr som slaktes. For å utvinne disse råvarene på en god måte trengs det ofte kompleks og kostbar teknologi, slik at det blir mindre økonomisk. For å selge produkter laget av koprodukter så må det også være et marked for det. (Aspevik, et al., 2017) I 2019 ble det totalt slaktet ca. 1 411 700 tonn laks og ørret i Norge, av dette var 459 000 tonn restråstoff. Det største volumet av restråstoff oppstår på slakteriene med 47 %, der majoriteten er slo. 28 % av restråstoffet oppstår på videreforedlingsanleggene, der hoder, spol og rygger er de største fraksjonene. 26 % av restråstoffene er dødfisk som kommer fra matfiskanleggene. (Myhre, Richardsen, Nystøyl, & Strandheim, 2020)

2.2 Konsumentens interesse

Med tanke på økende befolkningsvekst, er det av interesse å utnytte alle delene av matvarene for å sikre matsikkerheten. Dette er i samspill med FNs bærekraftsmål, og spesielt mål 2, 12 og 14 når det kommer til fiskerinæringen. Bærekraftsmål 2, utrydde sult, handler om å utrydde sult og at alle mennesker skal ha tilgang på næringsrik og bærekraftig mat hele året. FN mener også at å få i seg mat og leve et godt liv er en menneskerett. Bærekraftsmål 12, ansvarlig forbruk og produksjon, er et mål for å sikre bærekraftig forbruk- og produksjonsmønstre og gjøre mere av mindre ressurser. Så mye som en tredjedel av maten som blir produsert blir ikke spist. Bærekraftsmål 14, livet i havet, handler om å bevare og bruke de marine ressursene på en måte som fremmer bærekraftig utvikling. Bærekraftig bruk av havene i fremtiden innebærer stans av overfiske, hindre forsøpling og forgiftning, i tillegg til å beskytte sårbare dyr og korallrev. (FN, 2022)

På bakgrunn av dette, er det en økende interesse blant konsumenter å utnytte koprodukter fra fisk for å minimalisere matsvinnet i verden. Derfor er det viktig med forbrukernes akseptanse når det kommer til lanseringer av nye produkter som inneholder koprodukter. Konsumentenes interesse og preferanse er derfor noe som må tas hensyn til. Koprodukter har ofte et dårlig rykte med at de er av lavere kvalitet. Derfor må den sosiale oppfatningen av koprodukter endres, slik at det kan bli sett på som noe positivt. Det at det går mot et grønnere samfunn er bra for utnyttelsen av koprodukt, da folk er mer opptatt av hva de spiser. Basert på systematisk forskning vil det komme til et punkt der det er mindre “avfallsprodukt” og “restråstoff”, men heller en optimalisert utnyttelse av alle ressurser. (Aspevik, et al., 2017)

2.3 Produktutvikling av fiskeprodukter

Produktutvikling er viktig for å utvikle sjømatkategorien, og det har blitt utviklet flere produkter de siste årene. Produktutvikling skjer på initiativ fra dagligvarehandelen eller leverandørindustrien, og bruker informasjon fra markedet til å identifisere muligheter. Informasjonen er basert på trender, produkter fra konkurrenter og identifisering av forbrukersegmenter som ikke blir tilfredsstilt av dagen produktportefølje. Deretter utvikler leverandøren ideen til et konsept som kan testes på markedet. Dagligvarer har et spesielt fokus på å utvikle produkter for unge forbrukere, da disse generelt kjøper mindre sjømat enn andre aldersgrupper. (Heide, 2019)

Viktige faktorer for nye produkter er konkurransedyktig innkjøpspris på produktet, slik at lave priser kan gis til kundene. Lav pris er volumdrivende, slik at omsetningshastigheten og antall produkter solgt øker. God kvalitet er viktig for et nytt produkt. Viktige kvalitetsfaktorer inkluderer sensoriske parametere, innhold av næringsmiddel og holdbarhet. For fersk eller kjølt sjømat så er det viktig at kvaliteten holder seg helt til siste holdbarhetsdato. Når et produkt blir lansert har det begrenset tid for å lykkes, vanligvis vises dette etter første lanseringsvinduet som er på 4 måneder. Suksessfaktorer for slike produkter er at det tilfredsstillende trendene i markedet, eksempelvis at det er sunt og enkelt. Andre faktorer er at produktet må ha en stabil kvalitet og en attraktiv pris. Hvis produktet ikke oppfyller en, eller flere av disse faktorene, så kan det være nok til at det ikke lykkes i markedet. (Heide, 2019)

De største mulighetene og barrierene for utvikling av sjømat er økt innovasjon og effektiv produksjon, pris, kvalitet og holdbarhet. Innovasjon av flere nye produkter vil bidra til å gjøre sjømat mer synlig og tilgjengelig i dagligvaren. Prisen gir både muligheter og barrierer for sjømat da det varierer mye i de forskjellige produktene. Økt pris er den største forklaringen på lavere konsum, da forbrukere er veldig prisbevisste. Lavere pris vil øke omsetningen og konsumet på kort sikt. God kvalitet og holdbarhet vil redusere matsvinn fordi varen vil beholde de sensoriske kvalitetene over tid. (Heide, 2019)

2.4 Laks som pålegg

De siste årene har det blitt satset på å presentere fiskeprodukter som mer fristende for konsumentene ved å bruke fristende emballasje og ved å utvikle ferdigretter. På markedet er det en økende etterspørsel etter «trendy», bearbejdede og gryteklare retter. Derfor er produksjon av sunne produkter som følger dagens trender noe som har stort potensiale for markedet. Produkter som er trendy hos unge urbane grupperinger er blant annet kjølte ferdigretter, smørbrød, påleggsvarianter, patéer, mousse og salater. (Olsen & Johnsen, Fra biprodukt til hovedprodukt. Eksempler på nye konsumprodukter fra biprodukter av laks og hvitfisk, 2003)

Laksepålegg fra Mills er et produkt som er laget av 40 % varmrøkt laks blandet i en base med mager kvarg og lettmaiones. Basen inneholder 26 % mager kvarg, rapsolje, vann, sitronjuice,

pepper, eggeplomme, sukker, sennepsfrø, eddik, fortykningsmiddel, salt, surhetsregulerende middel, konserveringsmiddel, krydder og aroma. Kvarg er en blanding av melk, melkesyrekultur og løpe. Produktet skal ha en fyldig smak med en luftig konsistens. Næringsinnholdet i laksepålegget har 24 g fett, 3 g karbohydrat og 12 g protein per 100 g vare. (Mills)

2.5 Sensoriske parametere i laks

Sensoriske parametere i en laksefilet er viktig for forbrukeren. I laks vil dette være farge, tekstur og friskhetsgrad. De forskjellige parameterne varierer gjennom fileten fra hode til hale på grunn av at næringsinnholdet er ujevnt fordelt i kjøttet. Andre sensoriske parametere er synlig bindevev i kjøttet som framkommer som hvite striper, melaninflekker i kjøttet og kvaliteten på bløggingen slik at det ikke forekommer blod i fileten hvis det trykkes ned på den. (Sigurgisladottir, Lie, Thomassen, Hafsteinsson, & Torrissen, 1997)

Omdømme til laks om at det er et produkt av høy verdi kommer ofte av den karakteristiske røde fargen på kjøttet. Fargen brukes som en indikator på god kvalitet og brukes ofte i markedsføring da atlantisk laks er et produkt som er populært i hele verden. Ikke bare er det viktig med en god farge, men det er også viktig at fargen er jevn og lik i kjøttet. Pigmentene i kjøttet kommer fra absorpsjonen og avsetning av oksygenerte karotenoider. Det primære pigmentet som finnes i laks er astaxanthin som laksen får i seg fra fôr. Fôret til oppdrettslaksen er ofte tilsatt ekstra astaxanthin for å oppnå en tilfredsstillende farge på kjøttet. Kjemiske målinger av konsentrasjonen av astaxanthin i laksekjøttet kan gi en indikasjon på god eller dårlig pigmentering. Målingen av fargen i kjøttet kan også bli gjennomført ved å bruke instrumenter som tar bilde av en liten prøve fra kjøttet og gir verdier til fargene som blir detektert. Farge i laksekjøttet blir målt i lyshet (L^*), rød/grønn kromatisitet (a^*), gul/blå kromatisitet (b^*), fargetone (H) og metningsgraden (C^*). (Christiansen, Struksnæs, Estermann, & Torrissen, 1995)

Høy konsentrasjon av karotenoider i kjøttet vil gi en økning i a^* -verdien, men vil også gi en redusert L^* -verdi. Røyking av laksen vil gi en økt L^* -verdi, men vil også gi en lavere a^* -verdi. Karotenoidene som vanligvis finnes i laksekjøtt er astaxanthin og canthaxanthin. Astaxanthin er ofte forbundet med rødfargen i kjøttet, men canthaxanthin kan gi en mer gulaktig farge ved høye konsentrasjoner. a^* -verdien er den verdien som sier mest om fargekvaliteten i laksekjøttet

da det er en indikasjon på innholdet av karotenoider. (Skrede & Storebakken, 1986) Den kjemiske sammensetningen til laksen vil ha en effekt på fargen i produktet, da eksempelvis karotenoider er bundet til proteinet i fiskens muskel. Lipidinnholdet i laksen vil gi en blekere farge og mykere tekstur i produktet da dette vil senke proteininnholdet i laksen, som ikke er ønskelig. (Sigurgisladottir, Lie, Thomassen, Hafsteinsson, & Torrissen, 1997)

Tekstur er en parameter med flere verdier, og er et sensorisk mål. Tekstur kan måles ved hjelp av instrumenter, men bare et menneske er i stand til å oppfatte, beskrive og kvantifisere tekstur. Måleinstrumenter blir brukt for å få enkeltverdier, men tekstur i sin sensoriske helhet må oppleves. Tekstur kan karakteriseres i tre grupper, mekanisk, geometrisk og andre. Mekanisk parameter er hvordan maten reagerer under press, og måles i hardhet, viskositet, klebrighet og viskositet. Geometriske parametere er produktets størrelse og form, og er en beskrivelse på hvordan produktet ser ut. Grupperingen “andre” er en beskrivelse av munnfølelse og er en sammenheng av fuktigheten og fettinnholdet i produktet. (Sigurgisladottir, Lie, Thomassen, Hafsteinsson, & Torrissen, 1997)

Teksturen i fiskekjøtt påvirkes av flere faktor som muskelsammentrekning etter død (rigor mortis), graden av pH-synking etter død og proteolytisk aktivitet som bryter ned myofibrillene. Næringsinnholdet er også viktige parametere for teksturen i laksen. Fettinnhold, fettsyreprofilen og fordelingen av fett i muskelen er viktige faktorer for teksturen til kjøttet. Vann- og fettinnhold reduserer de strukturelle faktorene til muskelvevet, som igjen svekker kjøttets mekaniske styrke. Det vil si at fetere deler av fisken har mykere tekstur. Fasthet i muskelen i fisken er forskjellig ettersom hvordan muskelfibrene er bygget opp. Flere muskelfibre med lavere diameter gir et fastere produkt enn få, store muskelfibre med stor diameter. De mekaniske parameterne som oftest blir testet i fiskeprodukter er ren styrke, hardhet, fasthet, sammenhengen i produktet, elastisitet og saftighet. (Sigurgisladottir, Lie, Thomassen, Hafsteinsson, & Torrissen, 1997)

2.6 Røyking

Røyking ble hovedsakelig brukt som en annen måte å tørke og bevare fisken når det regnet eller var fuktig vær. Det var ikke før mye senere at det ble oppdaget at røykingen dannet bakteriedrepende stoffer og hadde tillegg en effekt på antioksidantene i produktet. Grunnen til

at fisk røykes er hovedsakelig for conserverende effekt, men er også betraktet som en delikatesse da det gir en distinkt aroma. Røyk er en emulsjon av dråper i en kontinuerlig fase av luft og damp som er stabilisert av elektrostatiske ladninger som kommer av dråpene. Dampen som kommer av røyking er viktig for produktets smak, farge og dannelse av bakteriedrepende stoffer. (Horner, 1997)

Den conserverende effekten til røyking kommer av en kombinasjon av fire forskjellige faktorer; tørking av overflaten, salting, avsetning av fenoliske antioksidanter og avsetning av antimikrobielle stoffer. Tørking i overflaten danner en fysisk barriere som forhindrer at mikroorganismer kan trenge inn i produktet. Salting gir redusert vannaktivitet (a_w) i produktet som forebygger vekst av både forringende og patogene mikroorganismer. Avsetning av fenoliske antioksidanter forebygger oksidasjon i produktet, som forhindrer forringelse i form av harskning. Antimikrobielle stoffer som kommer av røyking er fenoler, formeldahyd og nitritt. Røyking ved lavere temperaturer gir mere smak og conserverende stoffer til produktet. Dette er fordi røyking ved høyere temperaturer vil ødelegge disse stoffene ved å oksidere de til karbondioksid og vann. Røyking ved temperaturer 15-30°C er definert som kaldrøyking, og røyking ved 65-80°C kalles varmrøyking. (Duedahl-Ohlsen, Christensen, Højgård, Granby, & Timm-Heinrich, 2010)

Røykeprosessen gir utslag i næringsinnholdet til fisken, hovedsakelig ved å redusere tilgangen til proteiner. Karbonyler og fenoler reagerer med svovelholdige aminosyrer slik som lysin, arginin og metionin. Disse tapene av aminosyrer er ikke så store, og tapet er større på utsiden av fisken i forhold til innsiden. Annet næringsinnhold er vannaktiviteten i produktet som blir redusert av selve røykingen i tillegg til saltingen før røykingen. (Horner, 1997) Varmrøyking av laks gir også høyere konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) enn kaldrøyking. (Duedahl-Ohlsen, Christensen, Højgård, Granby, & Timm-Heinrich, 2010) PAH er en gruppe stoffer som blir dannet under forbrenning av organisk materiale. Gruppen PAH inneholder stoffet benzopyren, som er et kjent kreftfremkallende stoff. (Uggerud, 2019)

2.7 Fett

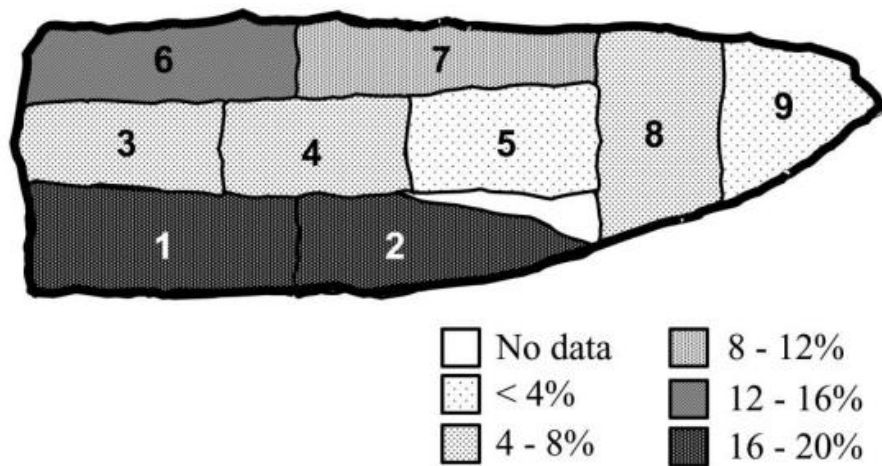
Fettsyrer er lange karboksylsyrer uten forgreininger. Antall karbonatomer i kjeden er vanligvis et partall, der de fleste er C₁₂-C₂₄. Hydrokarbonkjedene som er metta inneholder kun enkeltbindinger, mens umetta inneholder én eller flere dobbeltbindinger. Disse

dobbeltbindingene er vanligvis ikke-konjugerte av cis-typen i naturlige fettsyrer. Essensielle fettsyrer er viktige fettsyrer som menneskekroppen må ha, men som den ikke klarer å produsere selv. Derfor må dette bli tilført gjennom dietten, der fisk er en meget god kilde. (Strand, Lipider Lysark Presentasjon, 2019) Fett er en viktig komponent i biologiske systemer, og derfor også i fisk. Det er en fin energikilde og fremmer tilgjengeligheten av fettløselige vitaminer, samt bidrar til strukturen av cellemembranene. (Shahidi & Zhong, 2009)

Fiskemuskelen inneholder for det meste proteiner, fett og vann. Totalsummen av både fett og vann er relativt konstant, og vil normalt utgjøre ca. 80 % av muskelen. Proteininnholdet ligger stabilt på ca. 15-22 %, uavhengig av både fett og vanninnhold. (Olsen & Tobiassen, Økt verdiskapning fra biprodukter og bifangst, 2004)

Det er 3 grupper fett i fiskemuskelen, der innholdet av disse gruppene avhenger av hvilken funksjon de har i organismen.

- *Depotfett* er fiskens energilager, og inneholder hovedsakelig triglyserider. For laks blir depotfettet lagret i bukklappene, mellom muskelsegmentene og ved finnefestene.
- *Membranlipider* befinner seg i cellemembraner, og deles inn i tre forskjellige hovedtyper; fosfolipider, kolesterol og glykolipider. En viktig egenskap de langkjedede, flerumettede fettsyrene har er at det påvirker smeltepunktet til fettsyren slik at membranen holdes myk. Kolesterol har også en innvirkning på mykheten til membranen.
- *Spesifikke lipider* har viktige biologiske funksjoner i fiskemuskelen. De spesifikke lipidene syntetiserer blant annet gallesalter, steroidhormoner, samt vitamin A, D og E. (Olsen & Tobiassen, Økt verdiskapning fra biprodukter og bifangst, 2004)



Figur 2.1. Viser lipidfordelingen av Atlantisk laksemuskel på fileten. Merk at dette ikke viser nøyaktig fettinnhold i laksen, men derimot hvor på fileten innholdet av fett er mest og minst. (Katikou, Hughes, & Robb, 2001)

Klassifiseringen er ikke alltid gyldig. Dette er på grunn av sesongvariasjoner, samt ujevn fettfordeling blant mange arter. Eksempelvis har laksefisk høyere fettinnhold i buk og har en avtagende fettprosent fra hode til hale. (Katikou, Hughes, & Robb, 2001)

I et forsøk med laks, gjennomført av Didrik Ulleberg, (Ulleberg, 2021) ble det funnet at det totale lipidinnholdet i buklist, filet, skrapekjøtt og Bits & Pieces er henholdsvis på 34,3%, 12,9 %, 10 % og 10,3 %. Fra litteraturen så viser det seg at fettinnholdet i buklist kan variere fra 28 % til 44,7 %. (Aursand, Bleivik, Rainuzzo, Jørgensen, & Mohr, 1993) Grunnen til at det er mer fett i buklist enn andre fraksjoner er fordi buklist er fettlageret til fisken, mens de andre fraksjonene er det mer innhold av muskelfibre. (Einen, Waagan, & Thomassen, 1998)

2.9 Protein

Proteiner er komplekse polymerer som er bygd opp av 20 forskjellige naturlige aminosyrer. De biologiske funksjonene til proteiner blir kategorisert som strukturdannende proteiner, enzymer, kontraktile proteiner (myosin og aktin), hormoner, transportproteiner, antistoffer (immunglobuliner), lagringsproteiner og beskyttende proteiner (toksiner og allergener). Proteinene fungerer som byggematerialer i celler og komplekse dyr. Enzymer, som er proteiner, er nødvendige for at biokjemiske og kjemiske prosessene kan bli utført i en celle eller organisme, uten at de selv blir brukt opp. (Fennema, Damodaran, & Parkin, 2007)

Proteiner blir klassifisert ut ifra hvordan strukturen er bygd opp. Globulære proteiner er runde eller ellipseformet. Det kommer av at polypeptidkjeden bretter inn på seg selv. Fibrige proteiner er stavformede proteinkjeder laget av polypeptidkjeder som er flettet sammen. Fibrige proteiner er for det meste strukturdannede proteiner, og eksempler på dette er kollagen og keratin. De fleste proteinene er globulære. (Fennema, Damodaran, & Parkin, 2007)

Denaturering av proteiner er et fenomen der proteinets fysiologiske form blir endret under forhold der det brukes et denatureringsmiddel eller mekanisk kraft. Dette endrer ikke noe kjemisk i proteinet. Denaturering er ofte en uønsket effekt, i kjemisk sammenheng, da det kan gi tap av spesifikke egenskaper. Eksempel på en egenskap som vanligvis går tapt ved denaturering er løselighet. Derimot når det kommer til behandling av mat, er denaturering ofte en ønsket effekt. Termisk denaturering av proteiner øker fordøyeligheten og gir et bedre opptak av protein i kroppen. I tillegg til dette vil denaturering av proteiner endre de sensoriske egenskapene til produktet ved å påvirke teksturen og fargen til produktet. (Fennema, Damodaran, & Parkin, 2007)

Den vanligste metoden for denaturering av proteiner er å bruke høy temperatur. Når en proteinløsning er gradvis varmet over en kritisk temperatur så går det en kjapp overgang mellom dens naturlige form over til en denaturert form. Temperaturen der forholdet mellom den naturlige formen til proteinet og dens denaturerte form er 1:1, er kjent som smeltepunktet eller denatureringstemperatur. Det er ikke bare ved høye temperaturer at protein denaturerer, det kan også skje ved lave temperaturer. Eksempler på et slikt protein er myoglobin. Når myoglobin er lagret ved temperaturer under 0°C undergår det kuldeindusert denaturering. Proteiner er hovedsakelig stabilisert av hydrofobiske bindinger og er derfor mere stabil ved romtemperatur i forhold til kjøleskaptemperatur. Hvilke aminosyrer som proteinet er bygget opp av påvirker dens termiske stabilitet. Proteiner som har større innhold av hydrofobiske aminosyrer er vanligvis mer stabile. Disse termostabile aminosyrene er valin, isoleucin, leucin og fenylalanin. Tilsetningsmidler slik som salter og sukker har også en effekt på termostabiliteten til proteinene. (Fennema, Damodaran, & Parkin, 2007)

Mekanisk bearbeiding som kommer fra risting, elting, miksing eller lignende, kan gi denaturering av proteiner. Denatureringen skjer på grunn av inkorporering av luftbobler og en adsorpsjon av proteinmolekyler til luft-væske grensesnittet. Proteiner som er fleksible denaturerer enklere enn proteiner som er rigide. Prosessering av mat slik som ved homogenisering, ekstrusjon og blanding med høy kraft vil derfor ha en denaturerende effekt på

proteinene i produktet. Ved å bruke en blender i høy hastighet så dannes det subsoniske pulser som også danner kavitasjon i proteinet. Både pulseringen og kavitasjonen er med på å denaturere proteinet. Høyere skjærehastigheten vil gi mer denaturering i produktet. (Fennema, Damodaran, & Parkin, 2007)

Proteinene som finnes i musklene hos fisken kan deles opp i tre hovedgrupper, sarkoplasmatiske proteiner, myofibriller og bindevevsproteiner. De sarkoplasmatiske proteinene er vannløselige og utgjør 20-35 % av alt proteinene i en muskel hos fisk. De er hovedsakelig enzymer som kontrollerer metabolismen i cellen. Sarkoplasmatiske proteiner er varmesensitive og blir utfelt under varmebehandling. Myoglobin, som det finnes mye av i rødt fiskekjøtt og som lagrer oksygen, hører til grupperingen sarkoplasmatiske proteiner.

Myofibriller er proteiner som hjelper muskelen å trekke seg sammen og har mye å si om hvordan teksturen til fisken er. De utgjør 65-75 % av totalmengden av proteiner i muskelen hos fisk. Proteinene i myofibrillene er hovedsakelig myosin, aktin og tropomyosin. Bindevevsproteiner utgjør mellom 3 % og 10 % av fiskens muskel. Det er mindre enn hos pattedyr der det vanligvis er 10-15 %. Bindevevsproteiner er hovedsakelig kollagener som binder muskelcellene sammen. Hos fisk har bindevevsproteinene lavere smeltepunkt og er kortere enn hos pattedyr. Dette gir kjøttet til fisken en karakteristisk "flaking" når den blir varmebehandlet, da bindevevsproteinene blir brutt ned til gelatin. (Mackie, 1993)

Laks som har fått fôr tilsatt ekstra proteiner vil ha en fastere tekstur i kjøttet da det vil styrke bindevevet i muskelen. (Mørkøre, et al., 2013)

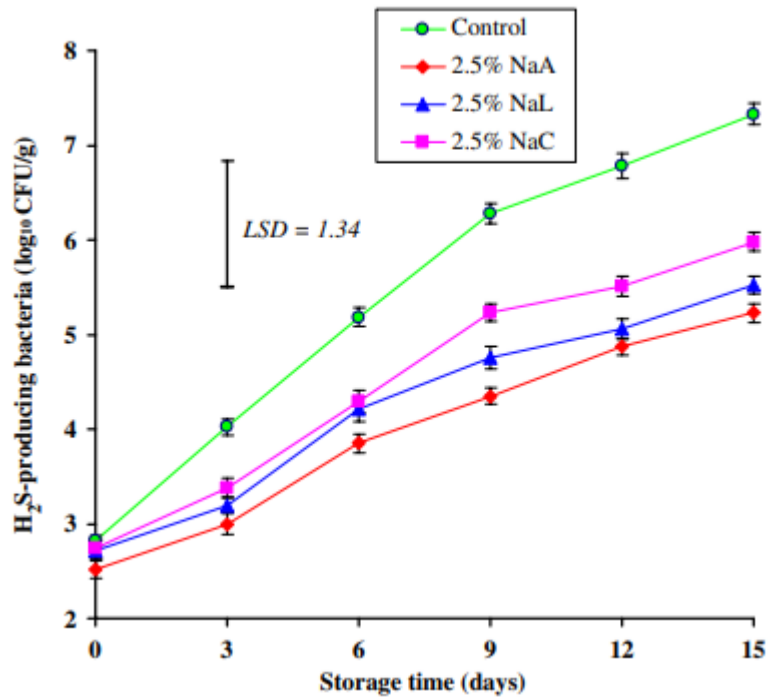
Fordelingen av protein hos de forskjellige fraksjonene i laks av superior kvalitet ligger på 20,5 % i filet, 14,4 % i buklist, 19,3 % i Bits & Pieces og 22,6 % i skrapekjøtt. Proteininnholdet i laksen varierer mye ut ifra hvor i laksen kjøttet kommer fra. Proteininnholdet og fettinnholdet i laksen henger sammen, der fetere kjøtt vil gi mindre proteininnhold, og mer protein i varen vil gi mindre fett. (Ulleberg, 2021)

2.10 Mikrobiell vekst under lagring av lakseprodukter

Laksen domineres ofte av gram-negative, psykrotrofe, aerobe/fakultativt aerobe bakterier. Det som ofte kjennetegner psykrotrofe bakterier er at de er kuldetolerante, og kan derfor vokse ved temperaturer laksen trives i. Som oftest ligger optimumstemperaturen på 20-30°C for disse bakteriene. (Sletten, 2020)

Bakterier som befinner seg i ferdige produkter kan ha opphav fra selve råvaren, eller menneskelig kontakt. Hvilke forringelsesbakterier som er til stede avhenger av blant annet pakning, lagringstemperatur, tilsetningsstoffer, konserveringsmetoder og opprinnelig mikrobiota. Eksempler på forringelsesbakterier som kan være til stede i laksen er *Shewanella Putrefaciens*, *Photobacterium Phosphoreum* og melkesyrebakterier. Disse produserer henholdsvis trimetylamin (TMA), hydrogen sulfid (H₂S) og syrer. Melkesyrebakterier som *Lactobacillus alimentarius* og *Lactobacillus sake* har, etter holdbarhetstiden hos røkt laks, vist seg å kunne produsere sure og H₂S-lignende luktstoffer. (Hansen, Gill, & Huss, 1995)

H₂S-produserende bakterier vises som svarte kolonier og finnes ofte i mindre konsentrasjoner enn andre bakterier slik som *Pseudomonas* spp. Utvikling av spesifikke forringelses bakterier i fisk kommer av miljøet og konkurranse mellom mikroorganismer. Fisk som er pakket i atmosfærer der det er tilgang på luft så vil det ofte vokse aerobiske gram-negative bakterier, slik som *Pseudomonas* spp og *S. putrefaciens*, der den sistnevnte er H₂S-produserende. Lave verdier av H₂S-produserende bakterier kan være en indikasjon på hemming som kommer fra *Pseudomonas* spp. Det er fordi *Pseudomonas* spp. kan produsere sideroforer som tar til seg jern og hemmer derfor vekst av H₂S-produserende bakterier, noe som være viktig for utviklingen av forringelsesflora i produktet. (Sallam, 2007) Sideroforer er organiske stoffer som øker tilgjengeligheten av jern som er livsnødvendig for bakterier. (Aarnes, 2021) Laks som hadde blitt tilsatt organiske salter viste mindre utvikling av H₂S-produserende bakterier enn laks som var naturell, (Sallam, 2007) som også kan bli observert på figur 2.2.



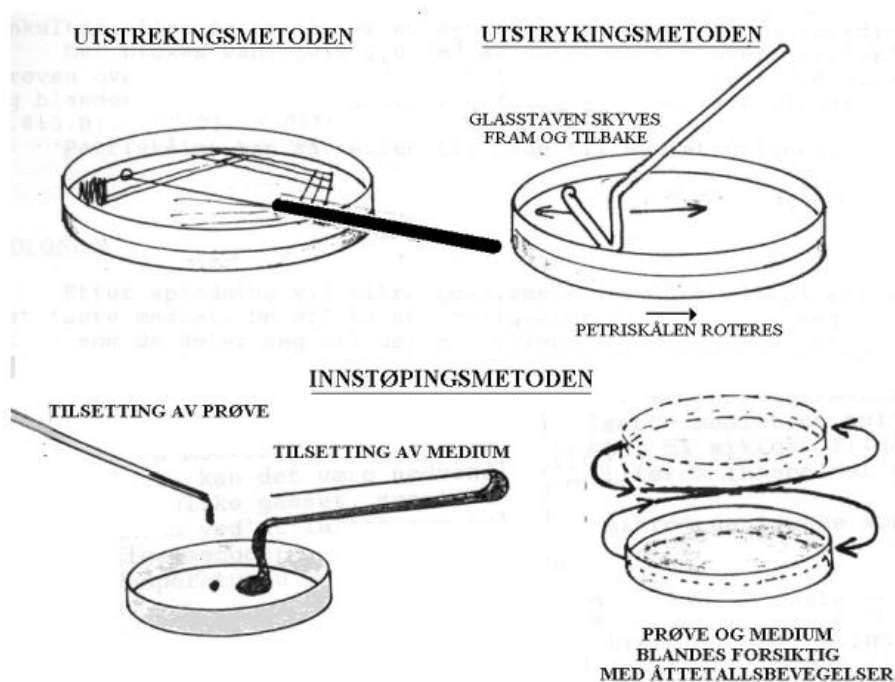
Figur 2.2. Effekten av forskjellige salter på H₂S-produserende bakterier i laks lagret i 0-15 dager på 1°C. Henholdsvis kontroll (uten salt), 2,5 % natriumacetat (NaA), 2,5 % natriumlaktat (NaL) og 2,5 % natriumsitrat (NaC) (n=3). (Aydin & Nalan, 2014)

3. Metodisk teori

I dette kapitlet blir teorien bak instrumentene og metodene brukt i forsøket presentert og forklart. Henholdsvis mikrobiologisk analyse, Kjeldahls metode, Bligh & Dyer-metoden, samt farge og teksturmåling.

3.1 Mikrobiologisk analyse

For å bestemme mengden av mikroorganismer i kulturer eller næringsmidler så kan ulike kimtallsmetoder benyttes. De vanligste er utstrekingsmetoden, utstrykningsmetoden og innstøpingsmetoden som vist på figur 3.1.



Figur 3.1. Viser de ulike kimtallsmetodene som kan bli brukt. (Hoel, 2020)

Ved kimtallsberegninger må man vite hvor mye av prøven, teoretisk vis, som er overført til petriskålen. Kimtall viser antall bakterier i en fortytning, men viser ikke forekomst av enkeltarter. Kimtall kan beregnes med likning I. (Hoel, 2020)

$$\text{Kimtall} = \frac{\sum \text{kolonitall}}{\sum \text{prøvemengde}} \qquad \text{Likning I}$$

3.2 Kjeldahls metode

Kjeldahls metode er en internasjonal og verifisert referansemetode for å bestemme mengde nitrogen og beregne proteinmengden. Denne metoden benyttes for ulike prøvetyper som for eksempel matprodukter og korn. Kjeldahls metode er meget nøyaktig, men også tidkrevende.

Bestemmelse av protein med Kjeldmaster er basert på den originale Kjeldahls metoden, der ikke-nitrogenholdige stoffer i prøven blir oksidert og hydrolysert til flyktige forbindelser. Deretter blir nitrogenholdige forbindelser redusert til ammonium (NH_4^+) og titrert.

Gitt at gjennomsnittlig nitrogeninnhold i protein er på 16 % og at all nitrogenet i prøven er proteinbundet, så brukes omregningsfaktoren 6,25 for å beregne proteininnholdet. Likning II og III viser til beregningen av nitrogen og proteininnhold i prosent. (Strand, Bestemmelse av protein etter Kjeldahls metode [Lysarkpresentasjon] Blackboard, 2020)

$$\% \text{ N} = \frac{14,01 \text{ g/mol} \times (\text{cm}^3 \text{ titrert prøve} - \text{cm}^3 \text{ titrert blindprøve}) \times c_{\text{syre}} (\text{mol/dm}^3) \times 2 \times 100 \%}{m_{\text{prøve}} (\text{g}) \times 1000 \text{ cm}^3/\text{dm}^3} \quad \text{Likning II}$$

Der C_{syre} er molariteten til standard svovelsyre

2 er molar reaksjonsfaktor for svovelsyre

$m_{\text{prøve}}$ er mengde oppveid prøve

$$\% \text{ Protein} = \% \text{ N} \times 6,25 \quad \text{Likning III}$$

3.3 Bligh & Dyer-metoden

Bligh & Dyer-metoden er en kjapp og effektiv metode for å måle totalinnholdet av lipider i biologiske materialer. For å få en optimalisert lipidekstraksjon, så må prøven være homogenisert med metanol, kloroform og vann. Homogeniseringsprosessen gjøres vanligvis med en sentrifuge og en Turrax. Det vil resultere til ulike faser i røret, der den fasen med kloroform inneholder lipider, mens resterende inneholder ikke-lipider.

Kloroformen som ligger i den nederste fasen i prøverøret pipetteres over til nye pre-veide rør og tørkes med nitrogen-gass. Etter tørking, skal pre-veide rør veies på nytt. Total lipidprosent blir kalkulert med Likning IV. (Bligh & Dyer, 1959)

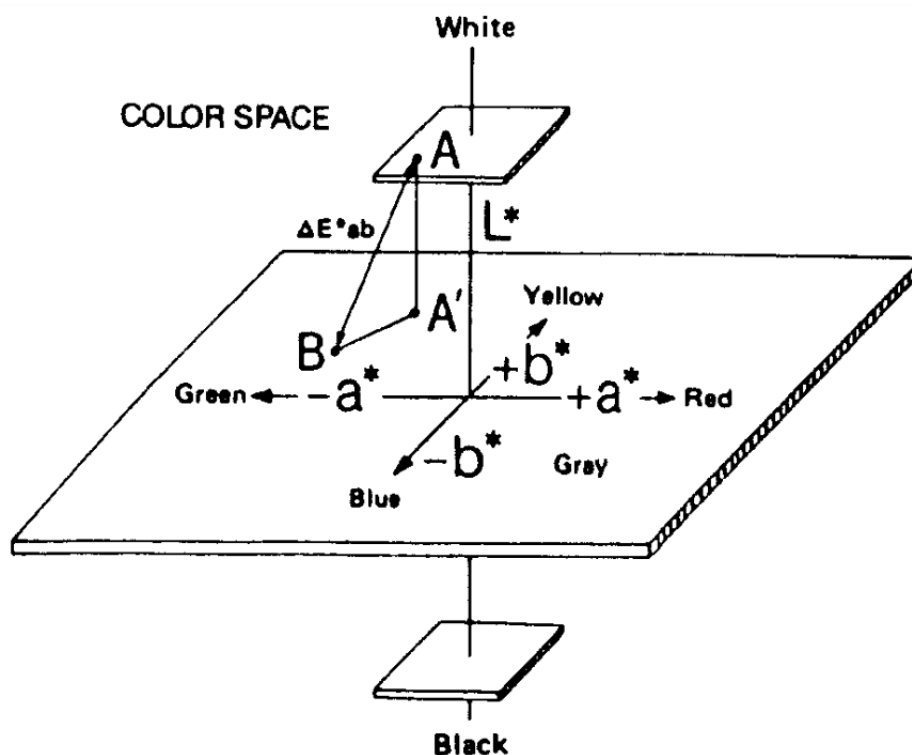
$$\text{Total lipid\%} = \frac{\text{Rør med lipid (g)} - \text{Rør uten lipid (g)} \times \text{totalvolum kloroform (mL)}}{\text{innveid prøve (g)} \times \text{Kloroform før tørking (mL)}} \times 100\% \quad \text{Likning IV}$$

3.4 VeriVide DigiEye og Texture Analyzer TA-XT2

VeriVide DigiEye er en null-kontakts bildesystem som med stor nøyaktighet og presisjon måler fargen til uansett produkt og materiale, uavhengig om det er i flytende eller fast form. Instrumentet kan hjelpe mat -og drikkeprodusenter der for eksempel farge er viktig for konsumenten, eller der fargen sier noe om produktkvaliteten. (Cromocol, 2022) Parameterne som blir målt kan ses i figur 3.2, fargeskala.

Dataene som blir prosessert kan hjelpe produsenter til å:

1. Redusere svinn
2. Effektivisere kvalitetskontrollen
3. Forbedre evnen til å tilfredsstille kundens krav
4. Oppdage forringelser i produktet



Figur 3.2. viser fargeskala gitt i a^* , L^* og b^* -verdier. Hentet fra verktøykasse i melk og vegetabiler NTNU

Tolking av fargeskala:

a^* -verdien angir fargen i en skala fra grønt (-60) til rødt (+60)

b^* -verdien angir fargen i en skala fra gult (+60) til blått (-60)

L^* -verdien angir lyshet fra svart (0) til hvitt (100)

h: Fargetone gul-rød

C: Metningsgraden

Texture Analyzer TA-XT2 er en teksturmåler som kan måle parametere som hardhet (hardness), bruddbarhet (fracturability), klebeevne (adhesiveness), gelstyrke (gel strength) og strekkbarhet (extensibility) av matvarer, lim og andre forbrukerprodukter. (Stable Micro Systems, 2022)

4. Materialer og metode

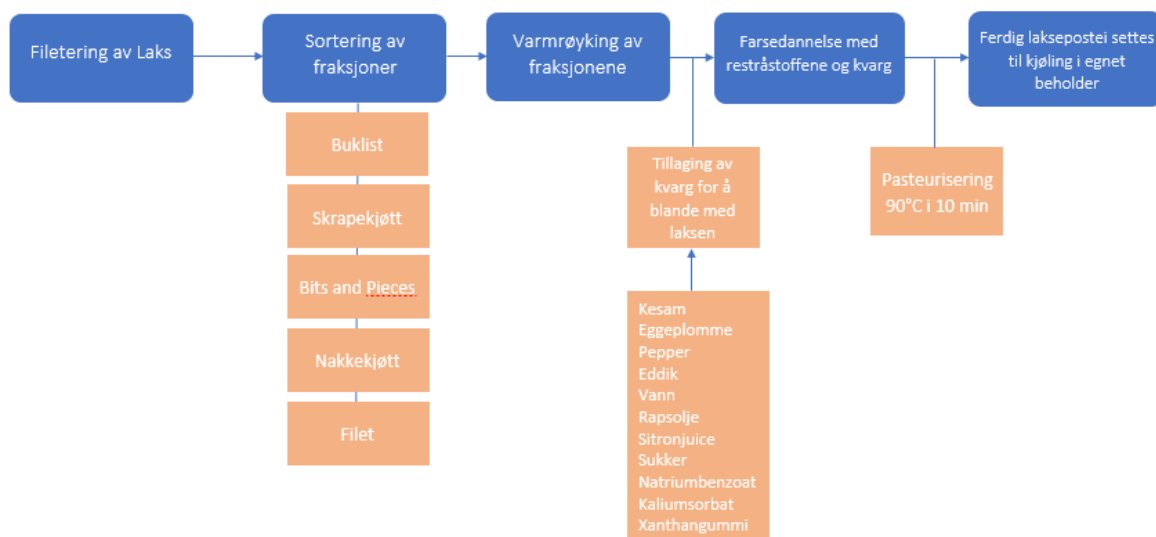
Dette kapittelet inneholder produktutviklingen i prosjektet, og hvordan flytskjemaet for tillaging av laksepålegg ser ut. Det blir også forklart hvilke kjemiske og fysiologiske analyser som ble utført, og hvordan dette ble gjennomført. I tillegg blir det kort forklart hvor dataen ble bearbeidet.

4.1 Råstoff og eksperimentelt design

Råstoffet som ble brukt til å lage laksepålegg var buklist, skrapekjøtt, nakkekjøtt, filet og Bits & Pieces fra atlantisk laks (*Salmo salar* L.). Skrapekjøtt er kjøttet som ble skrapet ved hjelp av en skje ut av ryggraden til laksen. Bits & Pieces er diverse avskjær fra fileten til laksen. Buklisten kommer fra buken til laksen og nakkekjøttet er kjøttet fra nakken rundt hodet. Fisken ble slaktet kommersielt og sendt til NTNU campus Kalvskinnet der den ble filetert på prosesslabben. Råstoffet var av superior kvalitet.

4.2 Produktutvikling

Det ble på forhånd bestemt lage et laksepålegg med koproduktene av laksen da dette virket spennende og interessant for prosjektets mål. I dette forsøket ble det brukt 10 forskjellige laks i ca. samme størrelse som hadde blitt slaktet og fryst en uke før forsøket tok sted. Fisken ble sakte tinet ved å stå på et kjølerom som var ved 4°C. Forsøket ble gjennomført ved å først dele opp laksen opp i de forskjellige fraksjonene. De forskjellige fraksjonene som ble brukt var buklist, skrapekjøtt, filet, nakkekjøtt og Bits & Pieces. Fraksjonen kan ses i figur 4.2. Bits & Pieces er diverse avskjær fra fileten. Deretter ble fraksjonene veid slik at mengde avskjær i vekt for hver laks kunne bli observert. Vekten ble først målt med skinn og bein før dette ble fjernet. Fraksjonene ble så veid etterpå for å beregne utbytte av de forskjellige fraksjonene. Til slutt ble fraksjonene saltet med 2 % av totalvekten i salt, og deretter lagt på kjølerom til over natten.



Figur 4.1. Flytskjema for tillaging av laksepålegg. Farsedannelsen inneholdt 40 % røkt laks og 60 % forhåndslandet kvargblanding. Se tekst under for nærmere beskrivelse av innhold.



Figur 4.2. Illustrasjon av fraksjonene brukt i denne oppgaven. Bildet viser avskjær etter filetering av laks, der A er skrapekjøtt, B er nakkekjøtt, C er buklist og D er Bits & Pieces.

Samtidig som råstoffet ble saltet og lagret til neste dag, ble kvarg-blandingen tillaget. Blandingen besto av 13,0 dL kvarg (kesam), 2,0 dL sitronjuice, 0,8 dL pepper, fire eggeplommer, 0,5 dL eddik, 1,5 spiseskje sukker, 5,0 dL vann, 5,0 dL rapsolje, 0,5 teskje natriumbenzoat, 0,5 teskje kaliumsorbat og 1 teskje xanthangummi. Natriumbenzoat og kaliumsorbat fungerer som konserveringsmiddel, og xanthangummi ble brukt som

fortykningsmiddel. Ingrediensene som ble brukt er basert på innholdet i Mills Laksepålegg med pepper. (Mills) Alle ingrediensene ble tilsatt i en stor bolle og blandet ved hjelp av stavmikser for å få blandingen til å bli så homogen som mulig. Det ble utregnet slik at mengde kvargblanding som ble dannet skulle være nok for at alle fraksjonene kunne fylle 20 stk 40 mL glass der 60 % av innholdet skulle være kvarg. Det ble regnet ut at man trengte 3 L kvargblanding for å få 5 L med laksepålegg. Samme kvargblandingen ble benyttet for alle de forskjellige fraksjonene.

Neste dag ble de ulike fraksjonene tatt ut av kjølelageret, og fraksjonene ble varmrøkt ved hjelp av et Kerres smoke-air[®] showsmoker CS700 EL MAXI 1001 røykeskap. Røykingen skjedde først med 2 timer tørking i skapet på 45°C, og deretter varmrøyking på 85°C i 45 minutter. Etter røykingen ble ca. 287 g fra hver fraksjon veid opp og blandet med kvarg-blandingen som ble laget dagen før. Fraksjonene og kvargen ble blandet ved hjelp av stavmikser for å unngå store biter i produktet i tillegg til å få blandingen mest mulig homogen. Pålegget ble så overført på små glass med skrulokk. Det ble laget 20 glass per fraksjon, totalt 100 glass. For å forbedre holdbarheten til produktet så ble det pasteurisert ved hjelp av varmeskap slik at kjernetemperaturen oppnådde 90°C i 10 minutter. Til slutt ble det ferdige produktet merket og lagt til kjøling ved 4°C for å undersøke produktets lagringsstabilitet og kvalitet. Flytskjema for hele prosessen kan ses i figur 4.1.

4.3 Metodikk for å studere lagringsstabilitet og kvalitet

Alle analyser av påleggene som ble gjennomført i 3 paralleller (n), men unntak av analysen av fettinnhold som hadde 2 paralleller. Å ha paralleller er nødvendig for å kunne si noe om variasjonen mellom samme påleggstype, eller eventuelt gi en indikasjon på presisjonen av analysen.

4.3.1 Mikrobiologiske analyser

Det ble gjennomført mikrobiologisk analyse etter 9 og 22 dagers lagring. Laksepålegget mikrobiologiske stabilitet ble studert ved å følge vekst av aerobe mikroorganismer på jernagar. Jernagar ble valgt for at også hydrogen sulfid-produserende bakterier kunne detekteres. Agaren ble laget ved at 21,7 g agarpulver ble blandet ut i 0,5 L vann. Samtidig så ble peptonvann laget

ved å blande 6,375 g salt (NaCl) og 0,75 g neutralized bacteriological peptone (Oxoid, LP0034) i 0,75 liter avionisert vann. Både peptonvannet og agaren ble deretter autoklavert før bruk.

Prøvene fra de forskjellige fraksjonene ble så veid i stomacher poser slik at det var 10 g produkt i hver pose. Det ble brukt tre paralleller fra hver fraksjon. Deretter ble det fylt opp med peptonvann til totalvekten av posen var på 100 g slik at det ble en fortykning på 10^{-1} . Stomacher-posen ble kjørt gjennom en homogenisator som homogeniserte innholdet i posene. I første gjennomførelse av analysen ble det satt opp en fortykningsrekke på 10^{-1} , 10^{-2} og 10^{-3} . I den andre gjennomførelsen ble det satt opp en fortykningsrekke med 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} og 10^{-5} . Fortykningsrekken ble satt opp ved å ta en 1 mL prøve fra fortykningen tidligere med 9 mL peptonvann.

Når fortykningsrekken var satt opp og jernagaren var nedkjølt, ble jernagaren tilsatt L-cysteine før inokulasjonen kunne begynne. 2,5 g L-cysteine ble målt opp og tilsatt jernagaren under omrøring ved hjelp av en magnet i flaskene. Inokulasjonen kunne nå begynne og ble gjennomført ved å overføre 1 mL av fortykningen over i en agarskål før den ble dekket med jernagar. Innholdet ble mikset inn i agaren ved å forsiktig bevege skålen i åttetalls-bevegelser. Etter at det første laget med agar hadde størknet, så ble det helt over et topplag. Når topplaget hadde størknet, så ble agarskålene puttet i en pose og satt til inkubasjon ved 22°C i 24 timer. Neste dag ble skålene tatt ut, og avlesningene ble gjennomført. Under avlesningen ble det observert både hvite og svarte kolonier.

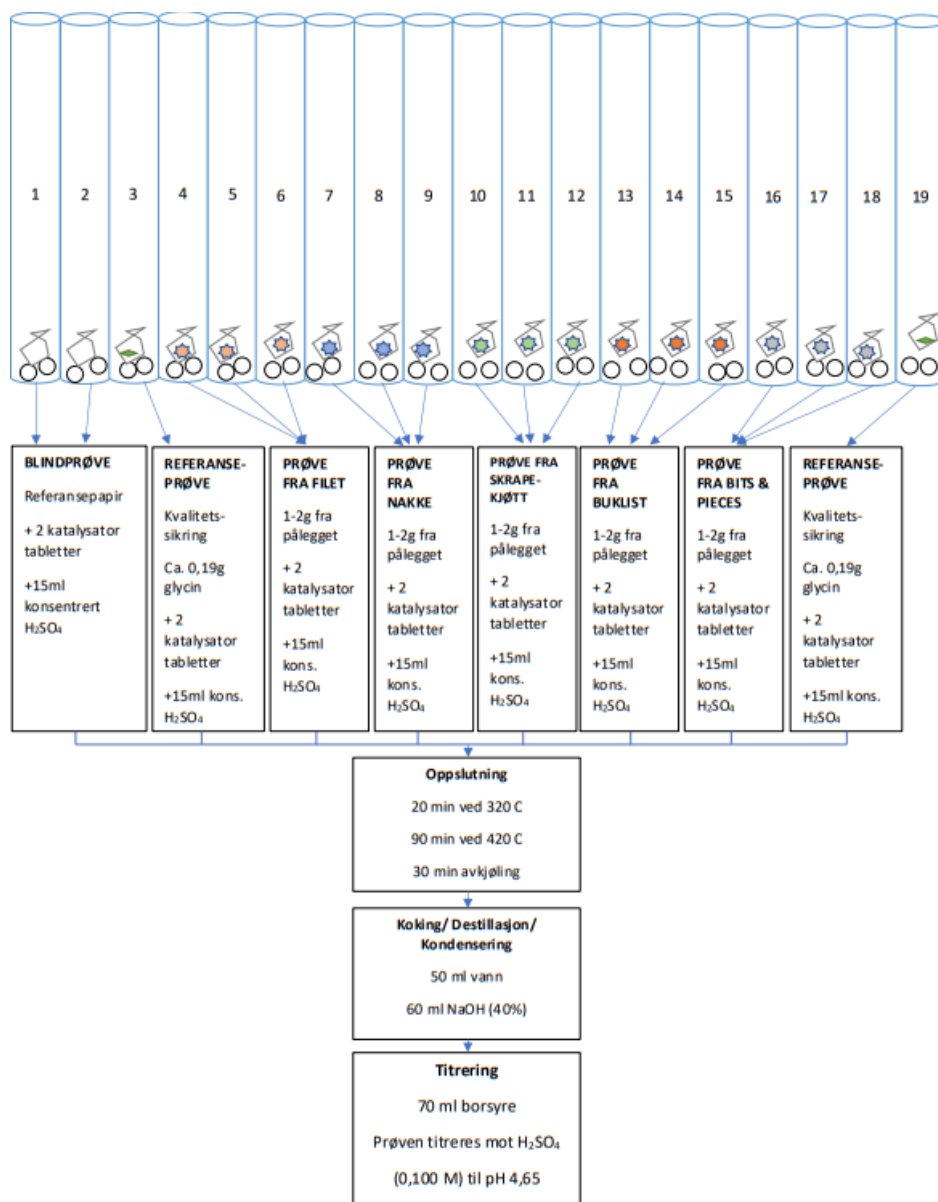
4.3.2 Kjemiske analyser

Kjemiske parametere som ble undersøkt var proteininnhold og fettinnhold i de forskjellige fraksjonene. Det ble gjennomført ved å bruke Kjeldahls metoden for proteiner og Blich & Dyer metode for fettinnhold.

4.3.2.1 Innhold av proteiner

Proteinet i produktet ble målt ved hjelp av Kjeldahls metoden etter 28 dagers lagring. Mellom 1 og 2 g fra hver av påleggene ble veid opp sammen med Kjeldahlpapir før det ble plassert i 750 mL rør. De to første rørene var det bare Kjeldahlpapir og inneholdte ikke noe av pålegget. Det tredje og siste røret inneholdt 0,2 g 99,7 % glycin som fungerte som en kontroll for at

maskinen fungerte. Når alle rørene hadde blitt fylt med prøver, ble det tilsatt to Kjeldahl-katalyst-tabletter i tillegg til 15 mL svovelsyre (H_2SO_4). Deretter ble rørene varmet opp til $280^\circ C$ før den varmet opp til $320^\circ C$ i 20 minutter og deretter $420^\circ C$ i 90 minutter før den til slutt avkjøles.



Figur 4.3. Flytskjema av Kjeldahls metoden med KjelMaster K-375, der Kjeldahls-rør 1-2 inneholdt blindprøve, 3 og 19 inneholdt referanseprøve, og 4-18 inneholdt alle 5 påleggene (n=3).

Rørene ble så plassert i en KjelMaster K-375 for titrering. Før KjelMaster K-375 kunne starte, måtte den bli kalibrert med pH på 7 og pH på 4. Det ble også sjekket om det var nok tilgjengelig avionisert vann og at dunken med avfall var tom. Når maskinen var ferdig så ble rådataene

skrevet ned før rørene ble vasket og dunken med avfall ble tømt. Rådataene viste innholdet av nitrogen og protein i prosent og i mengde. Proteininnholdet ble kalkulert med Likning V.

$$\%Protein = \frac{N(g) * 6,25}{sw(g)} * 100\% \quad \text{Likning V}$$

Der N er vekten av nitrogen i prøven. 6,25 er Kjeldahls konverteringsfaktor. sw er våtvekten av laksepålegget i prøven. Det ble gjennomført tre paralleller av hver prøve. Prøvene som inneholdte Bits & Pieces ble observert med mere aske enn de andre prøvene og et av rørene hadde fått en mørk rød farge. Prosessen kan ses i figur 4.3, flytskjema av Kjeldahlsmetoden.

4.3.2.2 Innhold av fett

For å finne lipidinnholdet i laksepålegget ble Bligh & Dyer-metoden brukt, og ble målt på samme dag som måling av proteininnhold (dag 28). Først ble det regnet ut hvor mye av produktet som skulle brukes. Det ble gått ut ifra at produktet hadde et vanninnhold på 70 %. Da kunne man regne seg fram til at det trengtes 1,429 g fra hver prøve. Hver prøve hadde to paralleller, slik at det ble til sammen 10 prøver. Prøvene ble veid i 100 mL sentrifugerør. Deretter ble det tilsatt 5 mL kloroform (CHCl₃), 3 mL ionebyttet vann og 10 mL metanol (CH₃OH). Prøvene ble så homogenisert ved hjelp av en blender i 60 sekunder. Etter homogeniseringen ble det tilsatt ytterligere 5 mL kloroform, før prøvene igjen ble homogenisert, denne gangen i 20 sekunder. Så ble det tilsatt 5 mL avionisert vann før prøvene igjen ble homogenisert i 20 sekunder.

Prøvene ble så satt i en sentrifuge i 10 minutter ved 7000 rpm (rotasjoner per minutt) ved 2-5°C slik at væsken i rørene og det faste fra prøvene ble separert over i tre faser, metanol/vann, fast prøve og kloroform. Deretter ble det overført 1 mL av fasen som inneholdte kloroform fra hvert av rørene over i kimaxrør. Kimaxrørene hadde blitt veid før væsken ble tilsatt. Kimaxrørene med væske ble så satt under en avdamper som var koblet til nitrogengass (N₂) i 50°C der sto de i 15 minutter til væsken hadde dampet bort. Kimaxrørene ble så veid for å se hvor mye rester det var igjen i rørene. Resten som er igjen i rørene er fett og det kan regnes ut hvor mye fett i % som det er i de forskjellige prøvene.

4.3.3 Fysiokjemiske analyser

Fysiokjemiske undersøkelser ble gjennomført for å se om det var fysiske forskjeller mellom fraksjonene. Dette var med tanke på om hvilket pålegg som var mest lettsmørelig og hvilket pålegg som så visuelt mest attraktiv ut for en potensiell konsumer. Derfor ble teksturen og fargen til påleggene målt.

4.3.3.1 Teksturmåling

Teksturmålingen ble gjennomført ved å bruke en Texture Analyzer TA-XT2 med en 30 mL Aluminiumsylinder etter 2, 15 og 30 dagers lagring. Høyden til maskinen var satt på 40 mL slik at den var litt høyere enn glassene som inneholdte laksepålegget. I tillegg var teksturmåleren innstilt på 1 g force og 10 mL dybde fra kontaktpunktet. Først ble teksturmåleren kalibrert for høyde og kraft. Høyde ble kalibrert ved å la proben gå hele veien ned og opp deretter igjen. Kraften ble kalibrert ved å sette en vekt som veide akkurat 5 kg på teksturmåleren.

Det ble brukt tre paralleller fra hver fraksjon i for å gjennomføre målingen. Dette var for å få mere nøyaktige data. Prøvene ble satt under proben før proben ble sakte senket ned i produktet. Rådataene for brytning av overflaten til produktet i tillegg til viskositeten i pålegget ble registrert i programmet Exponent Lites som tilhørte teksturmåleren. Dataene ble så visuelt framstilt ved bruk av en graf som viste hvor mye kraft som trengtes for å bryte seg igjennom produktet.

4.3.3.2 Fargeanalyse

Fargeanalysen ble gjennomført etter 2, 15 og 30 dagers lagring. For å ta fargeanalyse av pålegget ble det brukt DigiEye. DigiEye er en maskin som tar bilde av prøven i et helt hvitt kammer slik at den kan isolere de forskjellige fargene som er tilstede. Før maskinen kunne bli brukt, så måtte den først bli kalibrert. Dette ble gjennomført ved å først ta bilde av en helt hvit plate. Deretter ble det tatt bilde av en plate som hadde mange forskjellige farger slik at maskinen kunne kalibrere de forskjellige nyansene og fargene og registrere riktige verdier tilsvarende fargene. Når kalibrasjonen var gjennomført så ble det tatt bilder av de forskjellige prøvene. Bildene ble registrert i DigiEye-programmet og et utvalg av bildet ble valgt manuelt slik at programmet kunne fokusere inn på bare selve prøven og ikke glasskålen som den lå i.

Utvalget ga forskjellige verdier på lyshet og farge i produktet. A-verdien angir fargen i en skala fra grønt (-60) til rødt (+60). B-verdien angir fargen i en skala fra gult (+60) til blått (-60). L-verdien angir lyshet fra svart (0) til hvitt (100). Dette ble brukt tre paralleller for hver prøve.

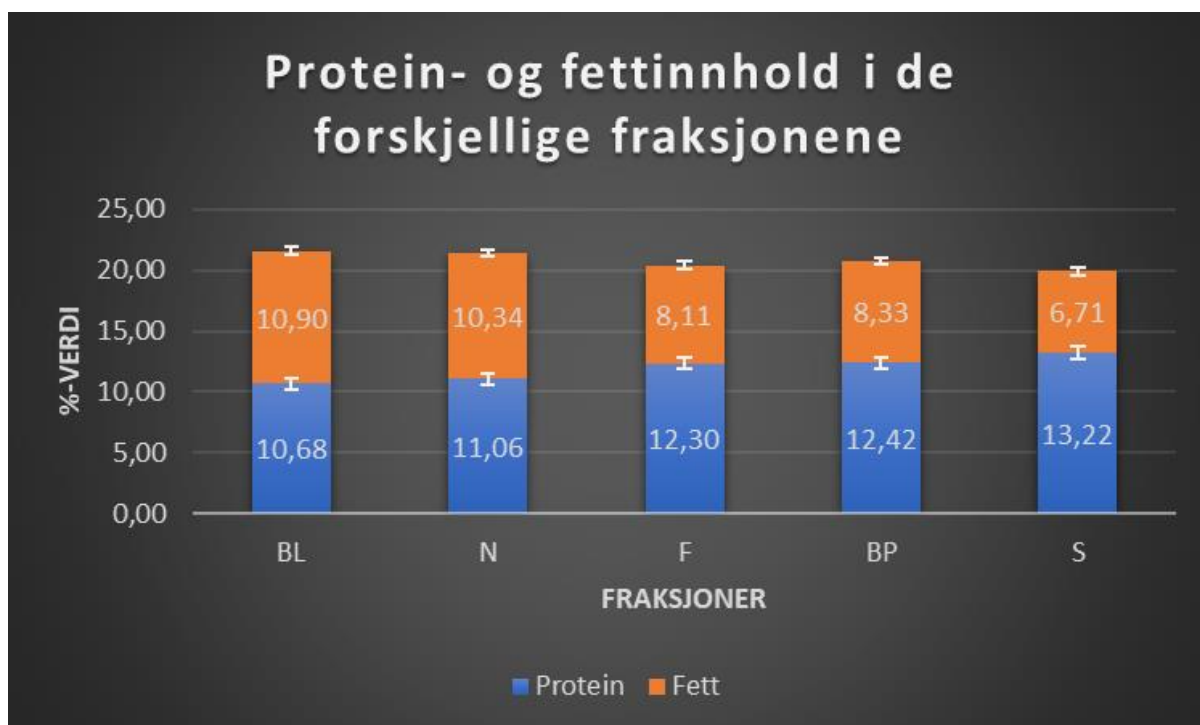
4.4 Dataanalyse

All data kalkulert ble gjennomført på Microsoft Excel, versjon 2020. Statistiske analyser ble gjennomført i SPSS Statistics 27 (IBM). Dataen analysert ble gjort med enveis variansanalyse (ANOVA) for signifikante forskjeller, og Tukey's-test for å identifisere signifikante forskjeller mellom produktene. Signifikansnivået ble satt til 5 % ($p < 0,05$).

5. Resultater

I denne delen blir resultater fra forsøkene presentert. All data og figurer ble regnet ut og laget i Excel (versjon 2020). Statistikken er hentet fra enveis variansanalyse og Tukey's-test utført på SPSS Statistics 27 (IBM). Vedlagt data for statistikken i Vedlegg A.

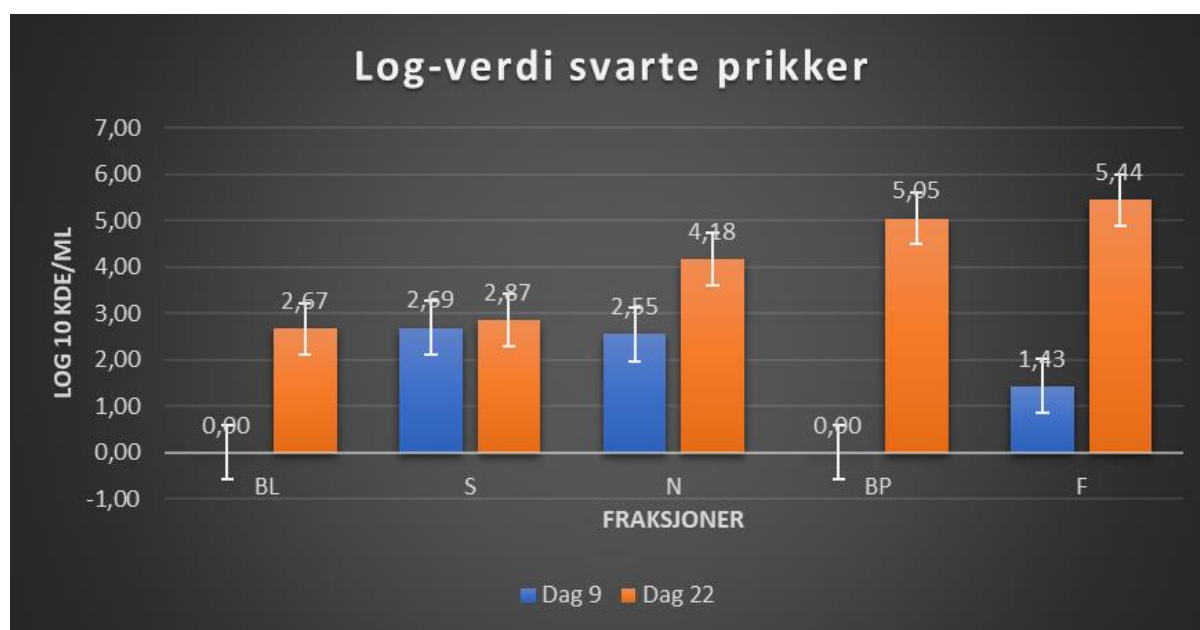
5.1 Resultater fett og protein



Figur 5.1. Resultat fra analyse av protein (n=3)- og fettinnholdet (n=2) i % i buklist (BL), nakkekjøtt (N), filet (F), Bits & Pieces (BP) og skrapekjøtt (S). Gitt som gjennomsnitt av paralleller med usikkerhet gitt som standardfeil. Se likning 3 og 4 for utregninger.

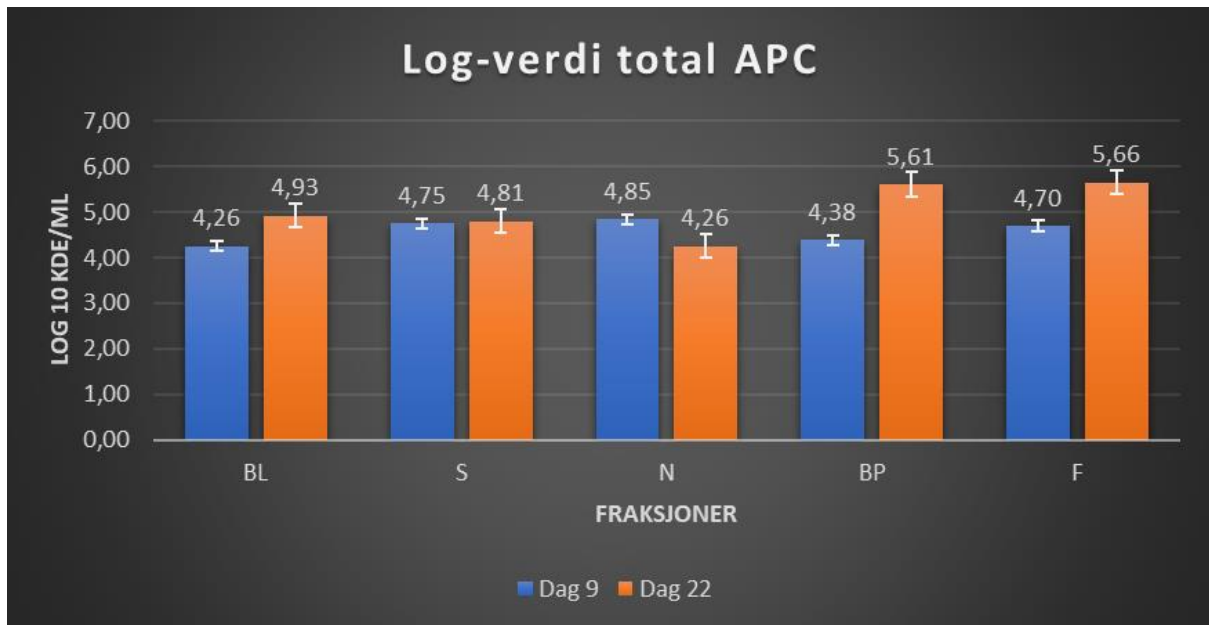
Fra resultatene (figur 5.1) ble det observert at pålegget som inneholdt skrapekjøtt hadde høyest innhold av protein og lavest innhold av fett, og pålegget med buklist lavest protein innhold og høyest fett innhold. Påleggene med buklist og nakkekjøtt hadde signifikant lavere ($p < 0,05$) protein innhold, enn filet, bits & pieces og skrapkjøtt. For fettinnhold, hadde pålegget med skrapkjøtt, filet og Bites & Pieces signifikant lavere ($p < 0,05$) fettinnhold enn pålegget med nakkekjøtt og buklist.

5.2 Resultater fra mikrobiologisk undersøkelse



Figur 5.2. Resultat fra utviklingen av H₂S-produserende bakterier etter dag 9 og dag 22 i buklist (BL), nakkekjøtt (N), filet (F), Bits & Pieces (BP) og skrapekjøtt (S). Gitt som gjennomsnitt av paralleller med usikkerhet gitt som standardfeil (n=3).

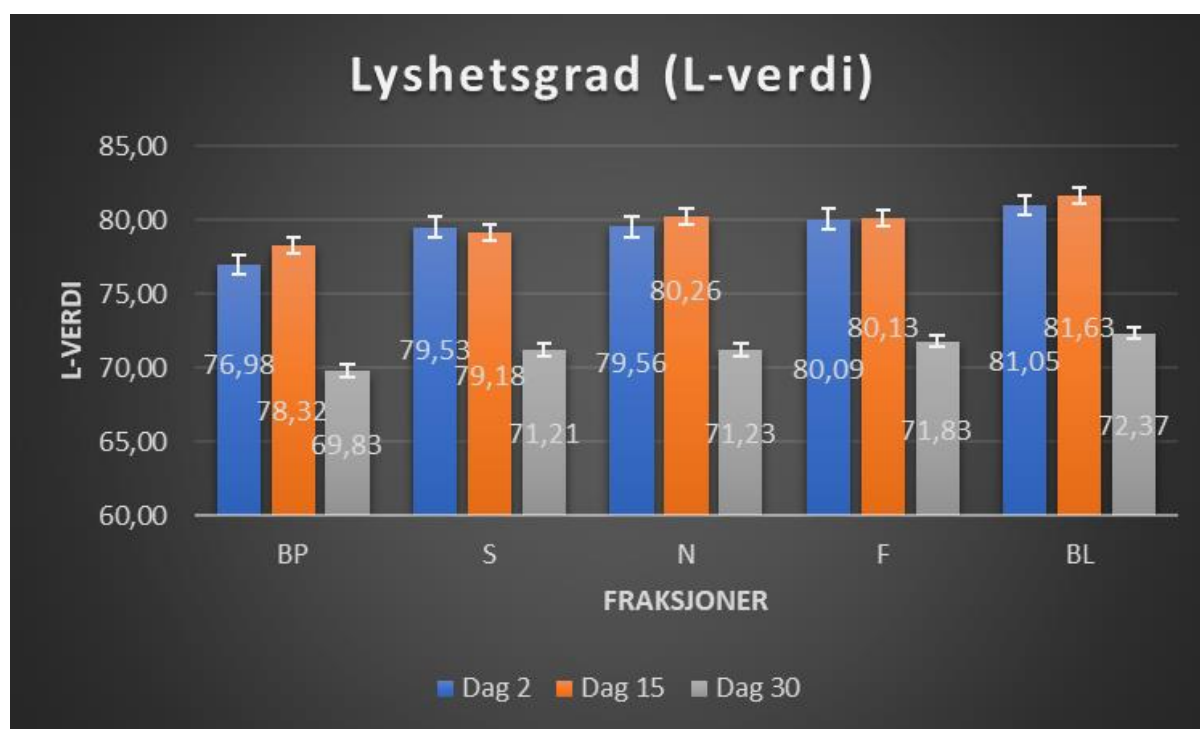
Det ble observert (figur 5.2) mest H₂S-produserende bakterier i pålegget laget med skrapekjøtt på dag 9, og pålegget som inneholdte fileten på dag 22. Det ble ikke observert noen H₂S-produserende bakterier på buklist og Bits & Pieces på dag 9. Pålegget laget med buklist hadde minst H₂S-produserende bakterier også på dag 22. Signifikant lavere verdi ($p < 0,05$) ble observert mellom påleggene med buklist og Bits & Pieces i forhold til påleggene med nakkekjøtt og skrapekjøtt på dag 9. Det ble ikke funnet signifikant forskjell ($p = 0,336$) mellom påleggsproduktene på dag 22. Stort feilfelt på alle målingene.



Figur 5.3. Resultat for total APC (aerobt, psykrotroft kimtall) etter dag 9 og dag 22 i buklist (BL), nakkekjøtt (N), filet (F), Bits & Pieces (BP) og skrapekjøtt (S). Gitt som gjennomsnitt av paralleller med usikkerhet gitt som standardfeil (n=3).

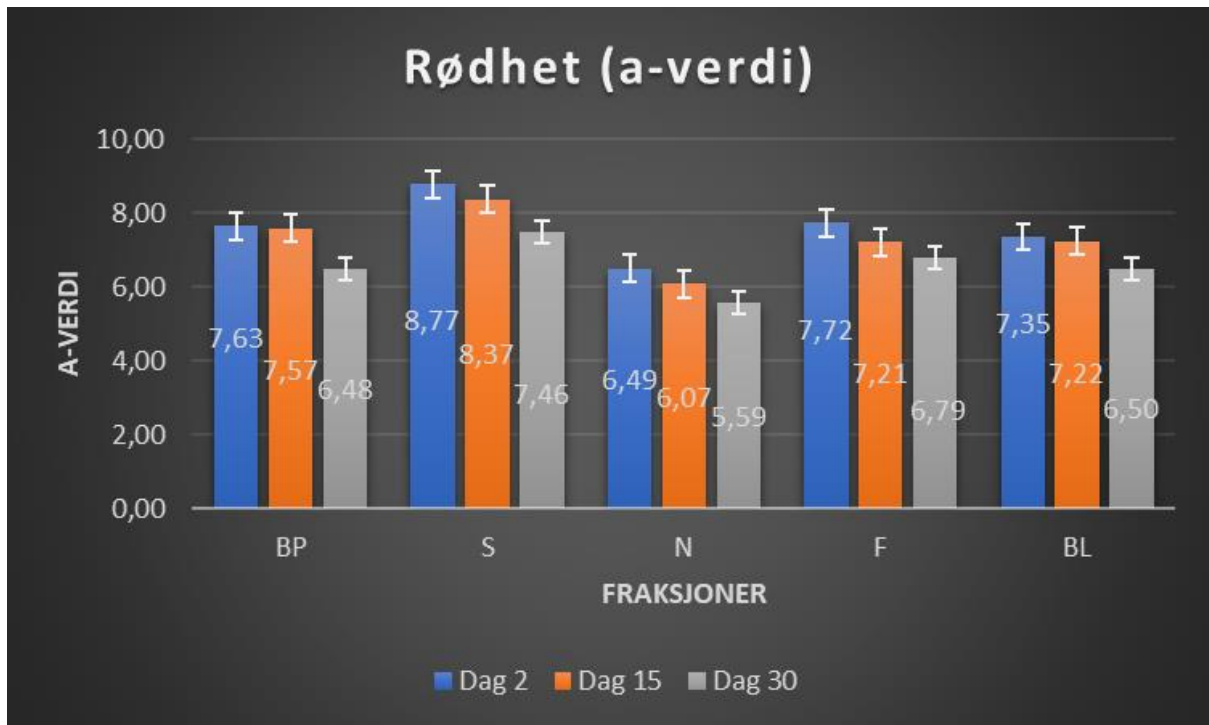
Pålegget som hadde høyest verdi for total APC etter 9 dager var pålegget som inneholdt fraksjonen nakkekjøtt (figur 5.3). Høyest verdi for total APC etter 22 dager var pålegget som inneholdt fileten. Det ble ikke observert signifikant forskjell ($p > 0,05$) mellom påleggene på hverken dag 9 ($p = 0,589$) eller dag 22 ($p = 0,056$). Større feilfelt på dag 22 enn på dag 9.

5.3 Resultater fra fargemålinger



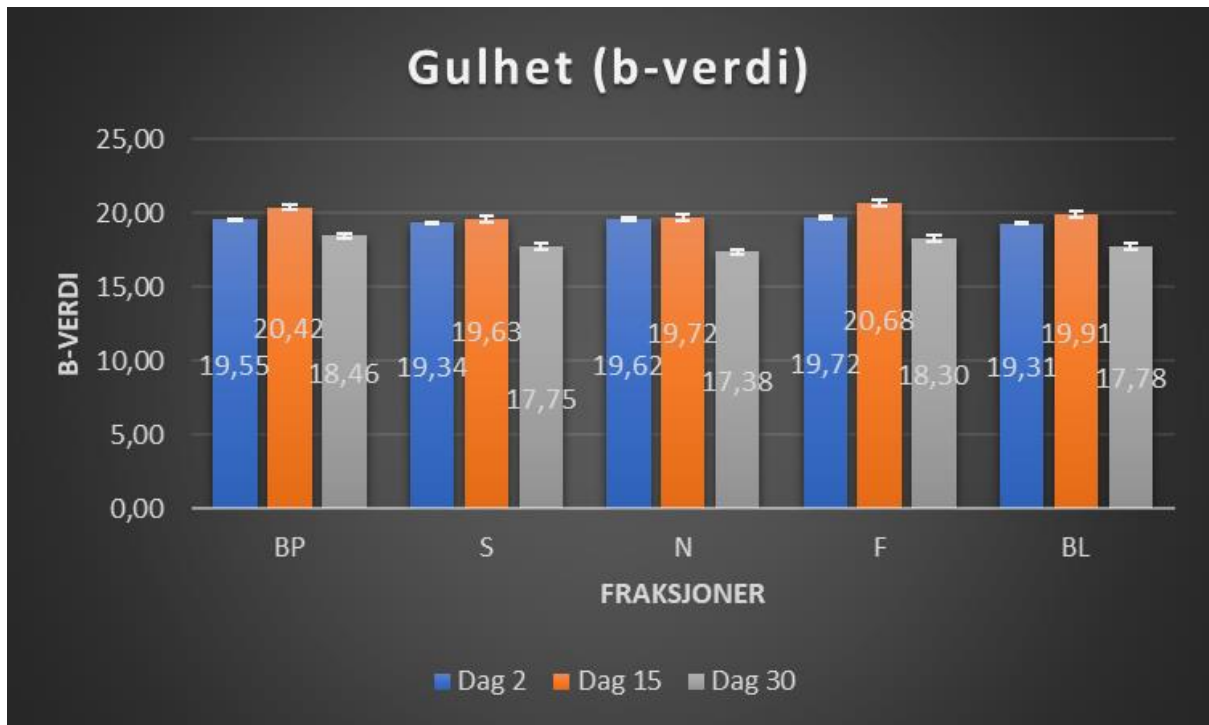
Figur 5.4. Resultat av L-verdi fra fargeanalyse etter dag 2, 15 og 30 i buklist, nakkekjøtt, filet, Bits & Pieces og skrapekjøtt. Gitt som gjennomsnitt av paralleller med usikkerhet gitt som standardfeil (n=3).

L-verdien viser graden av lyshet i produktet fra 0, som er svart, til 100 som er hvitt. Resultatet (figur 5.4) viser at alle påleggsproduktene, utenom det pålegget som inneholdte skrapekjøtt, hadde en liten økning fra dag 2 til dag 15, men alle påleggene hadde en betydelig mørkere farge på dag 30. Det lyseste pålegget var det som inneholdte fraksjonen buklist som var lysest alle dagene. Det mørkeste pålegget inneholdte fraksjonen Bits & Pieces og var mørkest alle dagene. På dag 2 er det signifikant forskjell ($p < 0,05$) mellom pålegget som inneholdte Bits & Pieces og resten av påleggene, da verdien er signifikant lavere. Dag 15 viste pålegget med buklist signifikant høyere verdier ($p < 0,05$) enn påleggene som inneholdte Bits & Pieces og skrapekjøtt. På dag 30 ga pålegget som inneholdte Bits & Pieces signifikant lavere verdi ($p < 0,05$) enn påleggene som inneholdte filet og buklist.



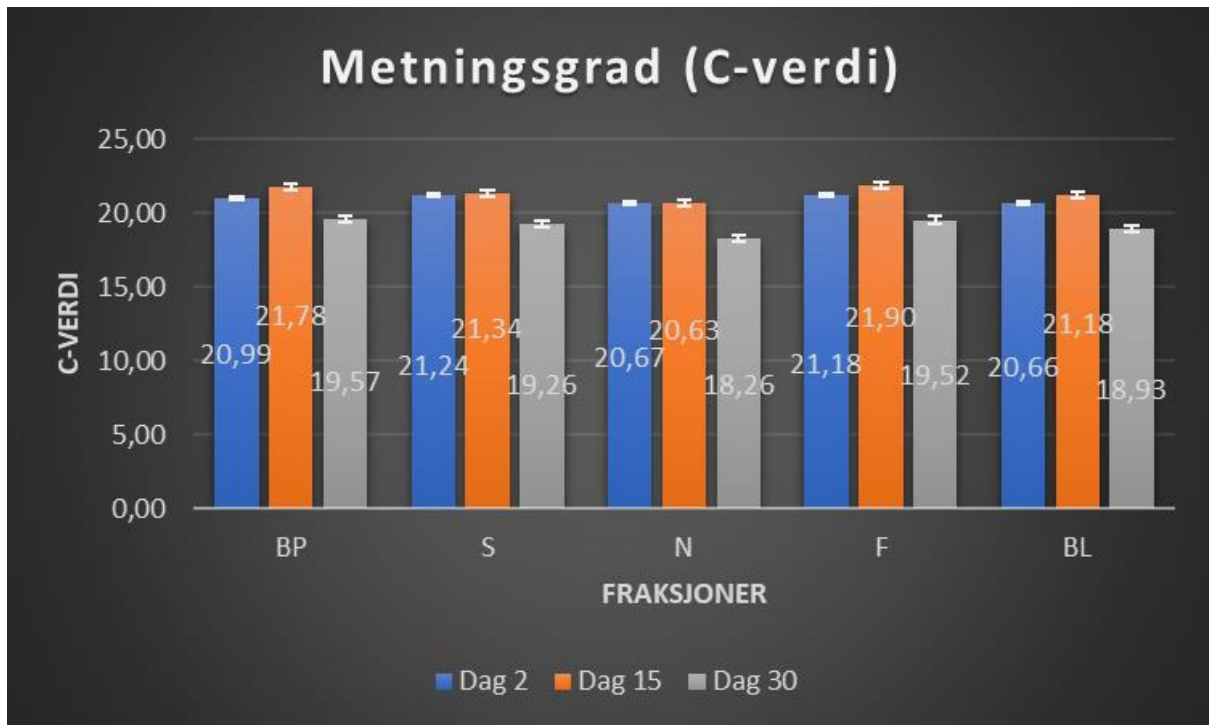
Figur 5.5. Resultat av a-verdi fra fargeanalyse etter dag 2, 15 og 30 i buklist, nakkekjøtt, filet, Bits & Pieces og skrapekjøtt. Gitt som gjennomsnitt av paralleller med usikkerhet gitt som standardfeil (n=3).

Rødheten, eller a-verdien, viser grad av farge fra rød (+60) til grønn (-60). Resultatet (figur 5.5) viser at produktet mister sin røddaktig/rosa farge over tid. Den pålegget som har mest røddaktig farge er skrapekjøtt alle dagene. Det pålegget som var minst rødt gjennom alle dagene var pålegget med nakkekjøtt. Påleggene med fraksjonene Bits & Pieces, filet og buklist hadde ingen signifikant forskjell ($p > 0,05$) mellom hverandre noen av dagene, men pålegget som inneholdte fraksjonen skrapekjøtt ga signifikant høyere verdier ($p < 0,05$) enn de andre påleggene alle dagene og pålegget med fraksjonen nakkekjøtt ga signifikant lavere verdier ($p < 0,05$) enn de andre påleggsproduktene alle dagene.



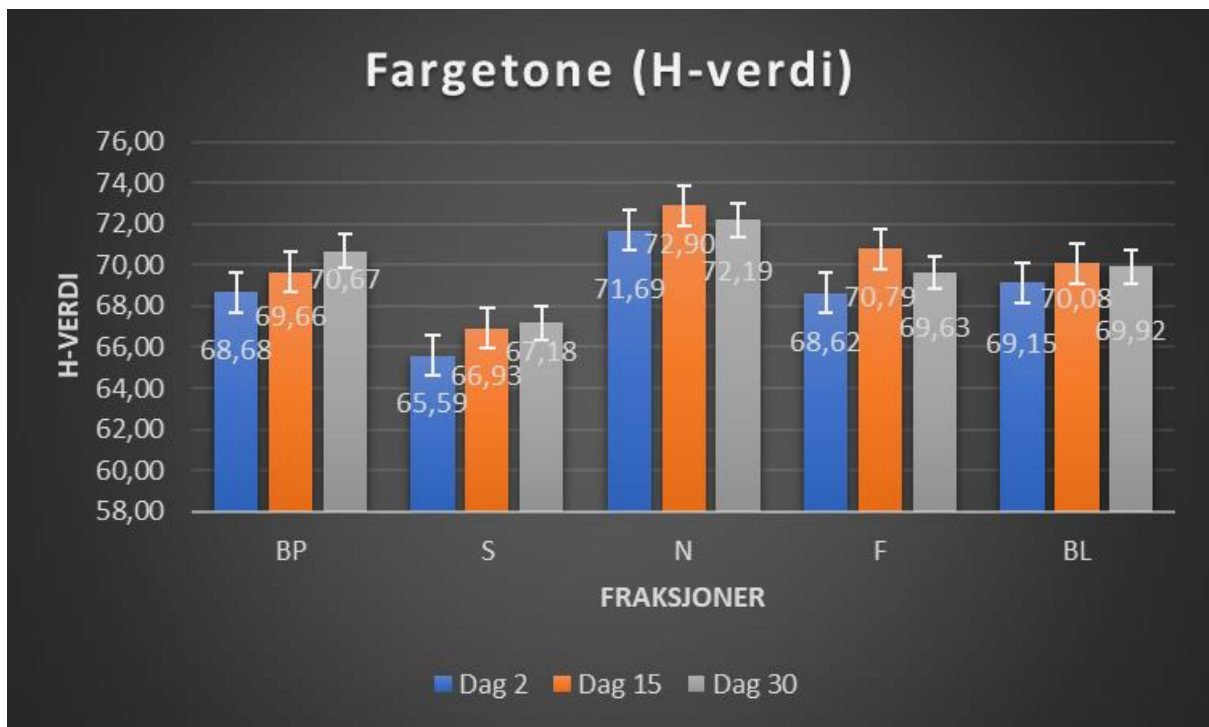
Figur 5.6. Resultat av b-verdi fra fargeanalyse etter dag 2, 15 og 30 i buklist, nakkekjøtt, filet, Bits & Pieces og skrapekjøtt. Gitt som gjennomsnitt av paralleller med usikkerhet gitt som standardfeil (n=3).

Gulheten, eller b-verdien, viser grad av farge fra gul (+60) til blå (-60). Alle påleggene har en liten økning fra dag 2 til dag 15, før de får en betydelig synkende verdi mellom dag 15 og dag 30 (figur 5.6). Pålegget som inneholdt filet hadde høyest verdi fram til dag 30, da pålegget med Bits & Pieces hadde høyest b-verdi. Dag 2 var det ingen signifikant forskjell ($p = 0,616$) mellom påleggsproduktene. På dag 15 var det signifikant forskjell mellom påleggsgruppen skrapekjøtt, nakkekjøtt, buklist og påleggsgruppen Bits & Pieces og filet som hadde signifikant høyere verdier ($p < 0,05$). På dag 30 var pålegget med nakkekjøtt signifikant lavere ($p < 0,05$) enn påleggene laget med fraksjonene filet og Bits & Pieces. Pålegget med Bits & Pieces ga også signifikant høyere verdier ($p < 0,05$) enn pålegget laget av skrapekjøtt og buklist på dag 30.



Figur 5.7. Resultat av C-verdi fra fargeanalyse etter dag 2, 15 og 30 i buklist, nakkekjøtt, filet, Bits & Pieces og skrapekjøtt. Gitt som gjennomsnitt av paralleller med usikkerhet gitt som standardfeil (n=3).

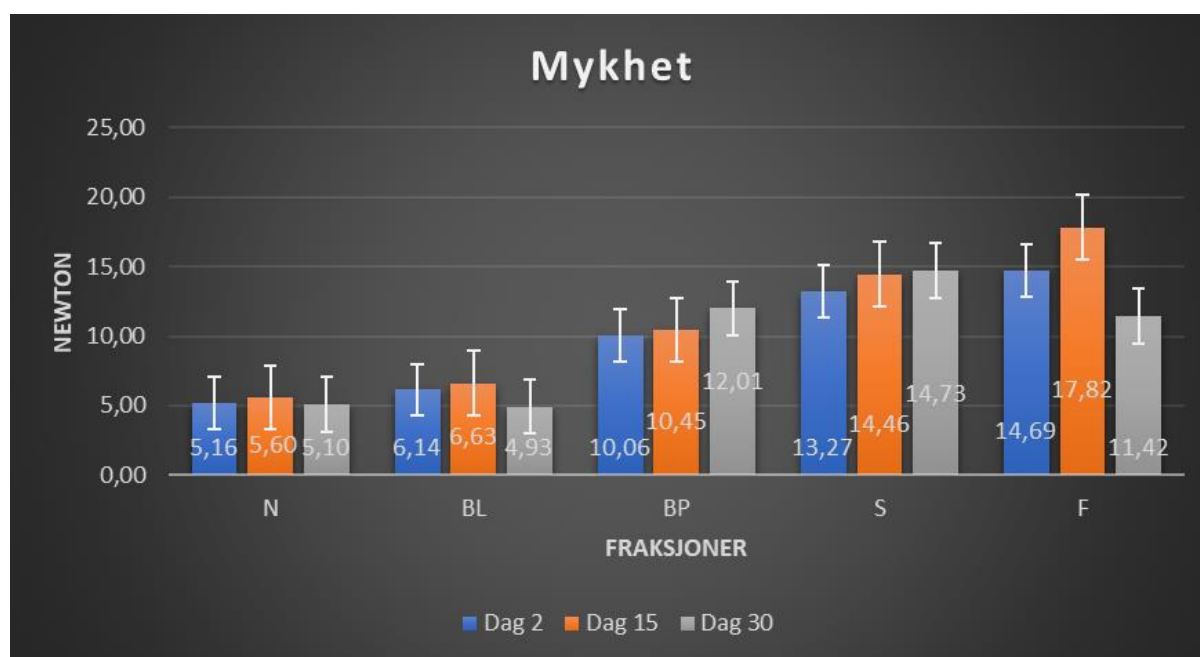
C-verdi sier noe om fargemetningen i produktet, eller klarheten i produktet. Det ble observert (figur 5.7) en liten økning fra dag 2 til dag 15 på alle påleggene utenom det som inneholdte nakkekjøtt, som hadde en veldig liten nedgang. Fra dag 15 til dag 30 hadde alle påleggene en nedgang i fargemetning (C). Dag 2 viste ingen signifikant forskjell ($p = 0,281$) mellom påleggsproduktene som ble produsert ut fra de ulike fraksjonene. Pålegget med fraksjonen nakkekjøtt var signifikant lavere enn de andre påleggene på dag 15. Påleggene som inneholdte buklist og skrapekjøtt hadde også signifikant lavere verdier ($p < 0,05$) enn påleggene som inneholdte Bits & Pieces og filet. På dag 30 ga pålegget med nakkekjøtt signifikant lavere verdi ($p < 0,05$) enn de andre påleggsproduktene.



Figur 5.8. Resultat av H-verdi fra fargeanalyse etter dag 2, 15 og 30 i buklist, nakkekjøtt, filet, Bits & Pieces og skrapekjøtt. Gitt som gjennomsnitt av paralleller med usikkerhet gitt som standardfeil (n=3).

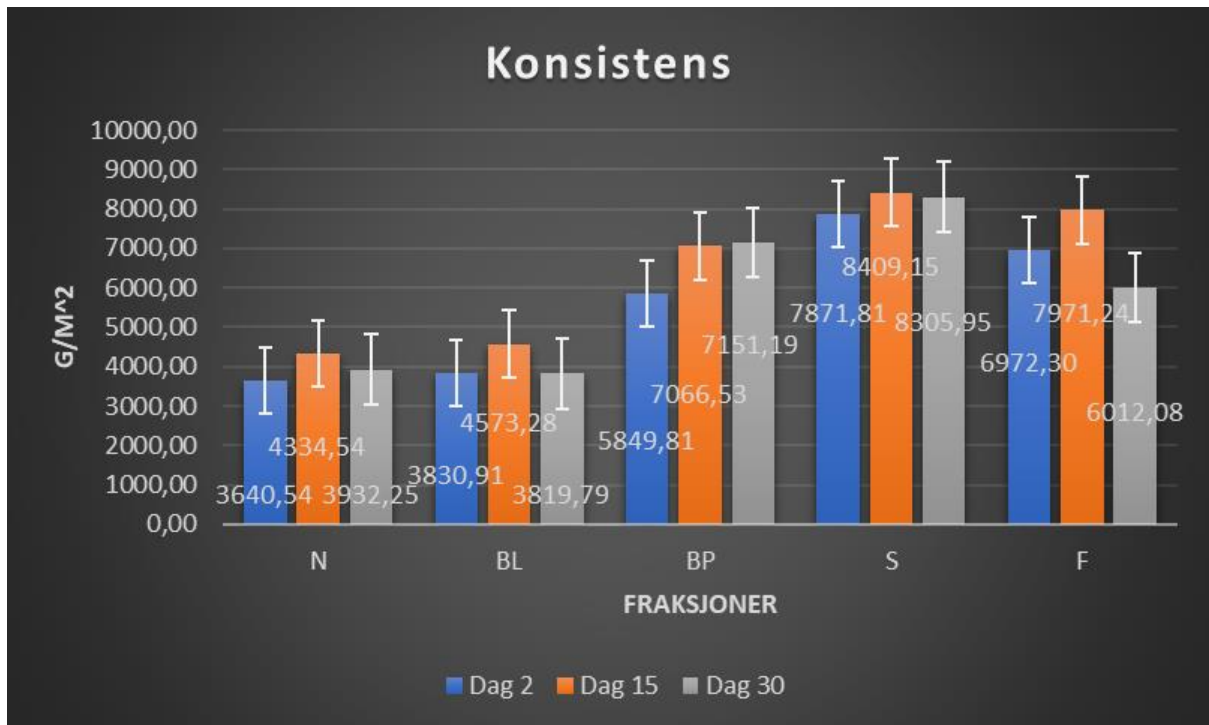
Fargetonen, eller H-verdien, er en skala mellom rød og gul farge. Resultatet (figur 5.8) viser en økning i dag 15 før en tap av verdi over tid i alle påleggene, utenom det som inneholdt fraksjonen Bits & Pieces og skrapekjøtt. Pålegget med skrapekjøtt har konsekvent lavest verdi og pålegget som inneholder nakkekjøtt har konsekvent høyest verdi over alle dagene. På dag 2 og dag 30 har pålegget som inneholder skrapekjøtt signifikant lavere verdi ($p < 0,05$) enn de andre påleggene, og pålegget med nakkekjøtt har en signifikant høyere verdi ($p < 0,05$) enn de andre påleggene. Ingen signifikant forskjell mellom påleggene som inneholder filet, buklist og Bits & Pieces. Dag 15 viser igjen en at pålegget som inneholder skrapekjøtt har signifikant lavere verdier enn de andre påleggene, og pålegget som inneholder nakkekjøtt har signifikant høyere verdi enn de andre påleggene. Påleggsproduktet som inneholder Bits & Pieces har også signifikant lavere verdi enn pålegget laget med filet.

5.4 Resultater fra teksturmåling



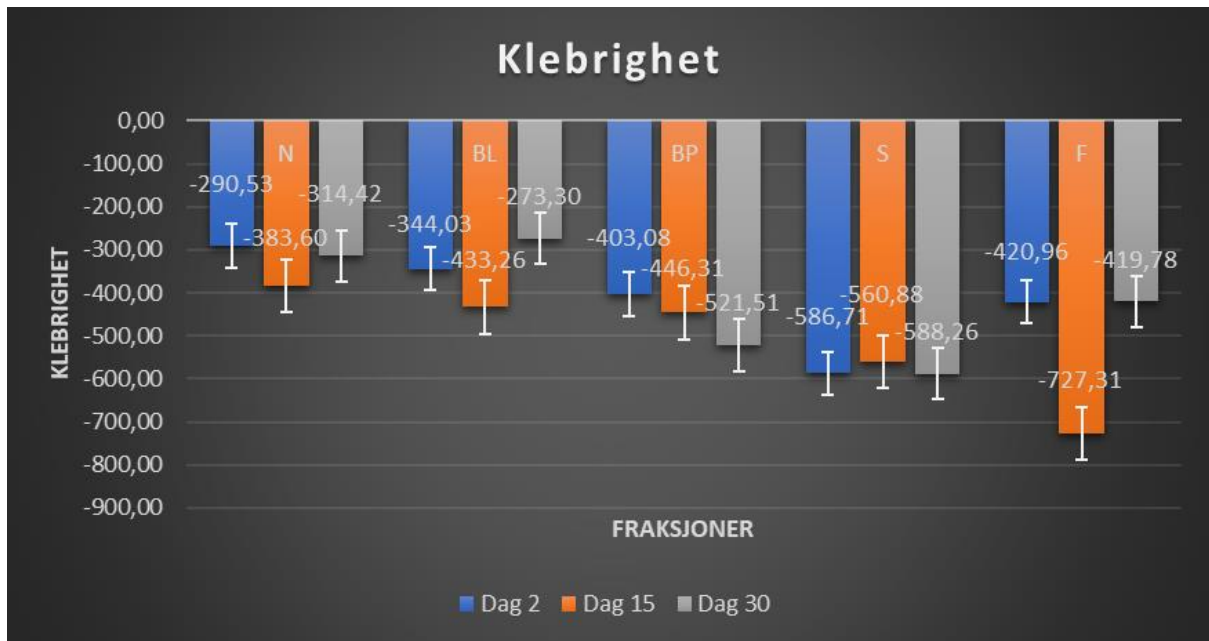
Figur 5.9. Resultat fra analyse av mykhet etter dag 2, 15 og 30 i laksepålegg laget med buklist, nakkekjøtt, filet, Bits & Pieces og skrapekjøtt. Gitt som gjennomsnitt av paralleller med usikkerhet gitt som standardfeil (n=3).

Mykhet viser hvor mykt produktet er målt i newton, der lavere verdi viser et mykere produkt. Det blir observert (figur 5.9) en økning i Newton brukt i målingen mellom dag 2 og dag 15 i alle påleggsproduktene. Mellom dag 15 og dag 30 ble det observert enda en økning i pålegget som inneholdte fraksjonene Bits & Pieces og skrapekjøtt, mens de andre påleggene opplevde en betydelig reduisering, spesielt pålegget som inneholdte filet. Det mykeste produktet var pålegget med buklist etter 30 dager, og det hardeste produktet var pålegget med filet etter 15 dager. Pålegget med fraksjonen Bits & Pieces var signifikant forskjellig ($p < 0,05$) fra alle andre fraksjonene på dag 2. Påleggene med nakkekjøtt og med buklist var ganske like, men hadde signifikant lavere verdier ($p < 0,05$) enn de andre påleggene. Påleggene med filet og med skrapekjøtt var også ganske like, men hadde signifikant høyere verdier ($p < 0,05$) fra resten av påleggene. Dag 15 hadde pålegget laget av Bits & Pieces ingen signifikant forskjell mellom de andre påleggene. Påleggene med nakkekjøtt og med buklist hadde signifikant lavere verdier ($p < 0,05$) enn påleggene laget med filet og med skrapekjøtt. Ved dag 30, hadde påleggstypene med buklist og nakkekjøtt signifikant lavere verdier ($p < 0,05$) enn de andre typene.



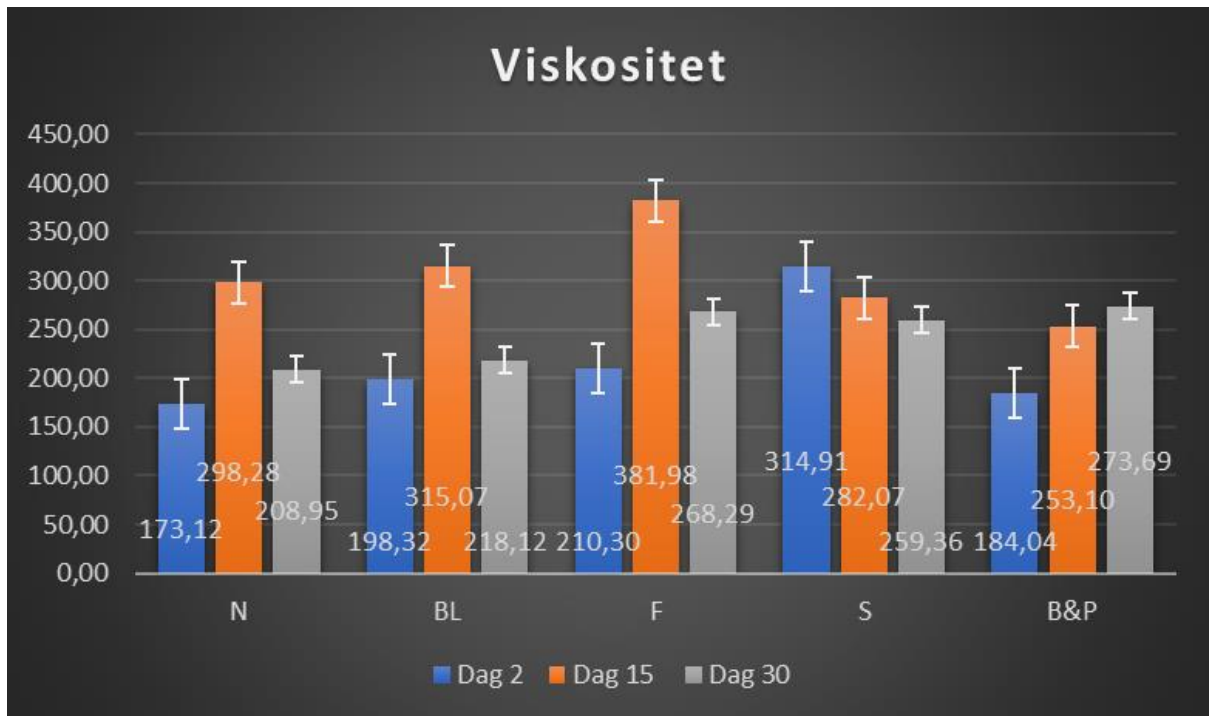
Figur 5.10. Resultat fra analyse av konsistens etter dag 2, 15 og 30 i laksepålegg laget med buklist, nakkekjøtt, filet, Bits & Pieces og skrapekjøtt. Konsistensen i påleggene måles i g/m². Gitt som gjennomsnitt av paralleller med usikkerhet gitt som standardfeil (n=3).

Konsistens sier noe om tettheten i produktet. Fra figur 5.10 observeres det en økning i konsistens i alle påleggene fra dag 2 til dag 15. En reduisering i konsistens for alle påleggsproduktene fra dag 15 til 30 utenom pålegget laget med Bits & Pieces, som hadde en liten økning. Lavest konsistens var pålegget med nakkekjøtt etter 2 dager og høyest konsistens var pålegget med skrapekjøtt etter 15 dager. Påleggene med nakkekjøtt og med buklist hadde signifikant lavere ($p < 0,05$) verdier enn de andre påleggsproduktene på dag 2 og dag 15, men var ikke signifikant lavere pålegget med filet på dag 30. Pålegget med skrapekjøtt hadde signifikant høyere verdi enn pålegget med Bits & Pieces på dag 2.



Figur 5.11. Resultat fra analyse av klebrighet etter dag 2, 15 og 30 i laksepålegg laget med buklist, nakkekjøtt, filet, Bits & Pieces og skrapekjøtt. Gitt som gjennomsnitt av paralleller med usikkerhet gitt som standardfeil (n=3).

Klebrigheten viser hvor godt produktet henger sammen. Resultatene (figur 5.11) viste at alle påleggsproduktene utenom pålegget med skrapekjøtt hadde synkende verdi fra dag 2 til dag 15. Deretter hadde påleggene med skrapekjøtt og med Bits & Pieces en redusering fra dag 15 til dag 30, og de andre påleggsproduktene hadde en økning. Laveste verdi for klebrighet var pålegget med fileten på dag 15, og høyeste verdi var pålegget med nakkekjøtt på dag 2. På dag 2 var det ingen signifikant forskjell ($p = 0,171$) mellom påleggsproduktene. På dag 15 hadde pålegget med fileten signifikant lavere verdi ($p < 0,05$) enn pålegget laget med nakkekjøtt. På dag 30 hadde pålegget med skrapekjøtt signifikant lavere verdi enn påleggene som var laget med både nakkekjøtt og med buklist ($p < 0,05$).



Figur 5.12. Resultat fra analyse av viskositet etter dag 2, 15 og 30 i laksepålegg laget med buklist, nakkekjøtt, filet, Bits & Pieces og skrapekjøtt. Gitt som gjennomsnitt av paralleller med usikkerhet gitt som standardfeil (n=3).

Viskositeten i et produkt sier noe om hvor rennende produktet er. Alle påleggsproduktene utenom pålegget med skrapekjøtt hadde en stor økning i viskositeten fra dag 2 til dag 15 (figur 5.12). Deretter hadde alle påleggene utenom det som var laget med Bits & Pieces en reduksjon i viskositeten mellom dag 15 og dag 30. Pålegget som inneholdte nakkekjøtt hadde den laveste viskositeten på dag 2 og pålegget som inneholdte filet hadde den høyeste verdien på dag 15. Det var ingen signifikant forskjell ($p > 0,05$) mellom påleggsproduktene på noen av dagene. Det var ingen observert signifikant forskjell mellom påleggsproduktene verken på dag 2 ($p = 0,459$), dag 15 ($p = 0,299$) eller dag 30 ($p = 0,844$).

6. Diskusjon

Målet med denne oppgaven var å se om fiskeavskjær fra filetering av laks kunne gi et likeverdig eller bedre produkt enn hvis produktet var laget av filet. Fraksjonene fra avskjæret som ble brukt var nakkekjøtt, buklist, Bits & Pieces og skrapekjøtt. Fiskeavskjær fra filetering av laks blir ofte ikke brukt for matprodukter på markedet i dag. Det blir i hovedsak benyttet til ensilasjeprodukter som gir dårligere gevinst for bedriften og som ikke kan brukes som matvare. Sensoriske parametere, næringsinnhold og holdbarhet er viktige kvalitetsparametere for en matvare for å være konkurransedyktig på markedet. Derfor har det blitt fokusert på fett og proteininnhold, mikrobiologisk vekst, tekstur og farge i produktet.

6.1 Variasjon i fettinnhold

Fettfordelingen i laksefileten har forskjellig mengde med fett, der nedre del har en større fettprosent enn midten og minst mot enden, som man kan se på figur 2.1. Siden fraksjonen av filet er en blanding av alle områdene, så kan det fortsatt forekomme ujevnheter i pålegget. I tillegg er Bligh & Dyer-metoden en gravimetrisk metode, noe som betyr mengden av et stoff bestemmes ved veiing. Dette kan medføre til noe usikkerhet i resultatene grunnet veiingen av lav masse. Med Bligh & Dyer-metoden ble det målt 8,87 % og 7,35 % fett i pålegget lagd med filet, som gir en gjennomsnittverdi på $8,11 \pm 1,07$ %. Til sammenligning så var største standardavviket på de andre fraksjonene på 0,59 % (nakkekjøtt). Dette kan tyde på at blandingen ikke var tilstrekkelig homogenisert, eller at analysen ikke ble utført på en presis måte.

Buklist, som er fettlageret til laksen, ble målt 10,9 % i fettinnhold. Ifølge litteraturen blir det beskrevet at fettinnholdet i buklist kan variere fra 28 % til 44,7 %. Men at dette produktet er en blanding av kesam, vann og andre ingredienser så har dette minsket fettinnholdet betraktelig. Når det er sagt, er fettprosenten på 10,9 % det høyeste blant alle fraksjonene, og beskriver derfor ikke hvorfor fettinnholdet i buklist er så lik fileten (8,11 %). Grunnen til dette er trolig på grunn av måten skinnet fra buklist ble fjernet på etter røykeprosessen. Mye av fettene ble igjen på skinnet, og ble derfor ikke med i blandingen.

Bits & Pieces ble målt til å ha ett fettinnhold på $8,33 \pm 0,4$ %. Det var forventet at Bits & Pieces skulle ha tilnærmet lik fettprosent som filet grunnet området fraksjonen er fra er deler av fileten. Selv om det ikke ble funnet signifikante forskjeller mellom Bits & Pieces og filet, så er det

fortsatt en større forskjell enn forventet. Grunnen til at det er variasjon, kan være at Bits & Pieces bitene som ble brukt til forsøket inneholder mer fett, da det kommer fra avskjær fra forskjellige deler rundt fileten. Bits & Pieces-ene som ble brukt under forsøket er trolig skåret av fileten et sted mot halen, da det har høyere proteininnhold og lavere fettprosent enn fileten som man kan se i figur 2.1, lipidfordeling av Atlantisk laksemuskel på fileten. Det er også en mulighet for at en fetere del av fileten har blitt brukt under forsøket.

Skrapekjøtt ble målt 6,71 % i fettinnhold, noe som er den fraksjonen med lavest fettprosent. Skrapekjøttet kommer fra området inni og rundt ryggraden. Det er derfor forventet at fettinnholdet er noe lavere her enn andre deler av laksen, da stivhet og oppbygging av muskelen har en viktig funksjon for svømmeegenskapene til laksen.

Fettinnholdet i nakkekjøtt ble målt til 10,34 %, dette ble ikke funnet til å være signifikant forskjellig fra fettinnholdet i buklist fra laks.

6.2 Sammenheng mellom protein- og fettinnhold

Fraksjonen Bits & Pieces er den fraksjonen som ligner mest på fileten med tanke på proteininnhold. Grunnen til dette kommer mest sannsynlig av at Bits & Pieces er generelt avskjær fra fileten. Den fraksjonen som hadde størst innhold av protein var skrapekjøtt, noe som stemmer i forhold til tallene som Didrik rapporterte. (Ulleberg, 2021) Nakkekjøtt hadde 11,06 % protein og buklist hadde 10,68 % proteininnhold, noe som viser signifikant forskjell ($p < 0,05$) mellom de fraksjonene som hadde størst innhold av fett og de andre fraksjonene.

Bits & Pieces, fileten og skrapekjøtt viser ganske like verdier, da Bits & Pieces har 12,42 %, fileten har 12,30 % og skrapekjøtt har 13,22 %. Verdiene for Bits & Pieces og fileten er de verdiene som var mest like, som også stemmer i henhold til litteraturen. (Ulleberg, 2021) Verdiene viser at laksepålegg laget med Bits & Pieces eller skrapekjøtt vil gi et produkt som er statistisk likt produktet som har blitt laget med fileten. Den eneste fraksjonen som vi ikke har direkte teoretisk bakgrunn på proteininnhold er nakkekjøttet. Vi kan se i fra figur 2.1, lipidfordeling av Atlantisk laksemuskel på fileten., at kjøtt som kommer fra den delen av fileten som er nærmere hodet har høyere fettinnhold. Enn deler av fileten som er nærmere halen Et høyere innhold av fett vil gi et lavere nivå av proteiner, noe som gjenspeiles i resultatene.

Standardavvikene for protein var 0,70 % for nakkekjøtt, 0,82 % for filet, 0,37 % for skrapekjøtt, 0,32 % for buklist og 0,20 % for Bits & Pieces. Det største standardavviket er i fraksjonen med filet. Gjennomsnittlig verdi for alle fraksjonene var 11,94 %. Standardfeil var 0,41 % for nakkekjøtt, 0,47 % for filet, 0,21 % for skrapekjøtt, 0,18 % for buklist og 0,12 % for Bits & Pieces. Disse verdiene indikerer at det hadde vært optimalt med ett større prøve antall, for å gi mer sikkerhet i målingene.

Resultatene kan være noe unøyaktige, da noe av kjøttet brukt til analysene ikke alltid er helt like. Som nevnt tidligere så varierer næringsinnholdet i fileten ut ifra hvor du tar kjøttet fra. Kjøtt i fra nedre del av fileten vil ha et lavere innhold av proteiner, da det har et høyere innhold av fett, enn kjøtt som kommer fra midten av fileten ifølge figur 2.1, lipidfordeling av Atlantisk laksemuskel på fileten.. Derfor hadde det vært gunstig å gjennomføre flere tester på fett og protein slik at man hadde flere verdier og gå ut ifra og ville derfor ha et bedre gjennomsnitt for hver prøve, selv om det ble brukt tre paralleller for målingen av protein. Selv om alle parallellene kommer fra samme blanding, og har gjennomgått samme prosess, så er det godt mulig at det er visse forskjeller. I tillegg til dette ble det fjernet skinn og bein etter røykeprosessen, noe som kan ha fjernet ekstra fett som ligger under skinnet. Dette kan ha gitt høyere proteinverdier enn hvis hele fraksjonen hadde blitt brukt.

Varmrøykingen av laksen i forkant er hovedsakelig for smak og holdbarhet, men har også en denaturerende effekt på proteinet i kjøttet. Dette har ingenting å si for den kjemiske sammensetningen, men kan påvirke løseligheten. (Fennema, Damodaran, & Parkin, 2007) Proteininnholdet er lavere enn i naturlig filet da det er en blanding av kvarg og varmrøkt laks. Blandingen av kvarg har lavere proteininnhold enn laks som man kan se på resultatene da det har lavere verdier enn rå muskel (Ulleberg, 2021). Det kommer av at det er 60 % av produktet og trekker derfor den totale %-verdien av protein ned.

Mulige feilkilder som oppstod under analysen er at kontaminering av prøve(r) muligens kunne ha kommet i Kjeldahls-rørene som ble brukt, slik at nitrogennivået muligens ble påvirket. Det ble observert uvanlig rødfarge i rørene som inneholdte pålegg fra fraksjonen Bits & Pieces, i tillegg til at det ble observert mer utskillelse av aske i de samme rørene. Annen feilkilde er at spatelen som ble brukt til å veie opp prøver ikke ble grundig nok skylt mellom hver prøve, slik at små mengder fra fraksjonene tidligere ble blandet med andre fraksjoner som kan gi et lite

utslag og derfor gi unøyaktigheter i resultatene. Mulig også at det var varierende mengde H_2SO_4 ble tilsatt da dette ikke ble målt i forkant, men heller tilsatt ved å trykke ned på en dispenser. Det kan hende at dispenseren ikke ble trykt ned i lik grad for alle rørene, slik at mengden H_2SO_4 ikke var nøyaktig 15 mL for hver prøve.

6.3 Mikrobiell vekst

Log-verdien for H_2S -produserende bakterier var veldig lave og varierende på dag 9 på grunn av at de fleste petriskålene var overgrodd slik at det var veldig vanskelig å finne og telle de svarte prikkene. I tillegg til dette så var de svarte koloniene veldig små og kunne nesten oppfattes som urenheter på selve petriskålen. Siden *Pseudomonas* spp. produserer sideroforer som hemmer H_2S -produserende bakterier ved å hemme jernopptaket, (Sallam, 2007) så kan det være et bevis på at H_2S -produserende bakteriene blir utkonkurrert.

Analysene som ble utført på dag 22 viser i midlertidig bedre tilstedeværelsen for H_2S -produserende bakterier, da det var enklere å finne og telle koloniene. Grunnen til det var fordi prøvene var i fortynningsgrad 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} og 10^{-5} , i forhold til prøvene som ble tatt på dag 9 som var i fortynningsgrad 10^{-1} , 10^{-2} og 10^{-3} . Alle fraksjonene hadde verdier for H_2S -produserende bakterier, men ingen var signifikant ulike fra hverandre. Hvor kjøttet kommer fra på fisken har tilsynelatende ingen betydning for H_2S -produserende bakterier, og heller ikke for total APC i produktet da det ikke ble funnet noen signifikant forskjell. Buklist hadde lavest total APC etter 9 dager og nakkekjøtt hadde høyest. Nakkekjøtt hadde færrest etter 22 dager og var den eneste fraksjonen som hadde synkende vekst. Filet hadde størst total APC etter 22 dager, og alle fraksjonene utenom nakkekjøtt hadde vekst fra dag 9 til dag 22.

Dag 9 hadde varierende verdier for H_2S -produserende bakterier da få ble oppdaget. Det totale standardavviket for svarte prikker var på 1,33 kde/mL (kolonidannende enheter pr mL). Total APC for dag 9 var ganske jevn da de fleste prøvene var overgrodd. Det totale standardavviket for total APC på dag 9 var 0,49 kde/mL. Standardavviket for dag 22 er ganske varierende og høyt for H_2S -produserende bakterier da det var en del feilkilder rundt målingen av disse. Totale standardavviket var på 1,99 kde/mL. For total APC var det mye mer sammenhengende, da det totale standardavviket var på 0,72 kde/mL.

Resultatene fra dag 9 kommer sannsynligvis ut ifra diverse feilkilder da disse er veldig forskjellige fra resultatene fra dag 22. Mulige feilkilder kan være at utstyret som ble brukt var urent eller at prøvene ble kontaminert under homogeniseringen av prøvene. Siden nesten alle prøvene på dag 9 var overgrodde, var det trolig at selve agaren eller peptonvannet som ble brukt til å tynne ut prøvene var kontaminert. Begge mediene var autoklavert før de ble brukt, så kontaminasjonen fant trolig sted etter autoklaveringen. Mulig at mediet ble kontaminert da det ble blandet inn L-cystein før innstøpingen. Prøvene på dag 9 i fortynningsgrad 10^{-1} og nesten alle på 10^{-2} var overgrodde.

6.4 Fargeendring over tid

De fysiokjemiske resultatene var varierende. Fargeanalysen hadde nesten alle verdiene økt mellom dag 2 og dag 15, før verdiene nådde sitt laveste punkt på dag 30. L-, b-, a-, og C-verdiene hadde lavere verdier på dag 30 enn på dag to. H-verdien

Fargeanalysen viser en liten økning på L-verdien til alle fraksjonene etter 15 dager utenom skrapekjøtt som hadde en liten nedgang. Ut ifra teorien (Sigurgisladottir, Lie, Thomassen, Hafsteinsson, & Torrissen, 1997) skulle skrapekjøttet ha de laveste verdiene gjennom hele forsøket, men den fraksjonen som hadde de laveste verdiene var Bits & Pieces. En mulig faktor for at dette oppstod var på grunn av at produktet inneholdte mye av skorpen til kjøttet som ble dannet etter røykingen. Deretter hadde alle fraksjonene en betydelig reduksjon fra dag 15 til dag 30. Dette viser at produktet blir litt lysere fra dag to til dag 15, men siden verdiene økte minimalt, så er det bedre å si at produktet beholder fargen godt opp til 15 dager, før produktet så blir mørkere. Det er fordi L-verdien sier noe om graden av lyshet i kjøttet. (Skrede & Storebakken, 1986) b- og C-verdien følger har også en liten økning fra dag to til dag 15, før verdien synker betraktelig fra dag 15 til dag 30. a-verdien ga synkende verdier gjennom hele forsøket, men total endring i verdien var lavere enn hos de andre faktorene. H-verdien var økende for Bits & Pieces og skrapekjøtt gjennom hele forsøket, mens de andre fraksjonene hadde en økning fra dag to til dag 15 og en reduksjon fra dag 15 til dag 30.

Den verdien som er den mest interessante er a-verdien, da den sier noe om rødfargen i produktet. Denne fargen er ønskelig for forbrukeren i produkter som inneholder laks da en kraftig rødfarge er forbundet med god kvalitet. (Christiansen, Struksnæs, Estermann, &

Torrissen, 1995) a-verdien er også mye lavere enn i rått kjøtt da produktet er varmrøkt (Skrede & Storebakken, 1986) og blandet sammen med kvarg. Ut ifra resultatene så har produktene som inneholder mest protein også en rødere og mørkere farge enn de produktene som inneholder mer fett, noe som stemmer ut ifra teorien (Sigurgisladottir, Lie, Thomassen, Hafsteinsson, & Torrissen, 1997). Nakkekjøtt og skrapekjøtt er signifikant forskjellige fra hverandre, og de andre fraksjonene, for a-verdiene alle dagene. Nakkekjøttet inneholder mye fett slik at det vil ha en lysere farge, men buklist er enda fetere slik at det må være en annen faktor til at nakkekjøttet har så lave a-verdier. En grunn til at nakkekjøtt har lavere a-verdier enn de andre fraksjonene er fordi kjøttet er den minste fraksjonen fra laksen slik at den ble mest utsatt under røykingen da bitene er tynnere og mindre enn de andre, som man kan se på figur 4.2.

Mulige feilkilder under fargeanalysen er at det blir manuelt valgt et utvalg fra et bilde, slik at det muligens kunne blitt valgt deler av glasset som produktet var oppbevart i, slik at dette ga utslag på fargeverdiene. En annen mulig feilkilde kan være at maskinen ikke ble korrekt kalibrert, eller at det var urenheter på linsen til kameraet som tok bildene. Bildene ble tatt etter produktet hadde stått på kjølerom, slik at det muligens kunne ha oppstått kondensasjon i de siste produktene da de hadde stått i romtemperatur mens de andre bildene ble tatt.

6.5 Teksturendring over tid

Teksturanalysen ga tilnærmet lik variasjon i verdiene slik som fargeanalysen, med økning i nesten alle verdiene fra dag to til dag 15, og deretter en reduksjon på dag 30. Bits & Pieces er den eneste fraksjonen som har en økning på alle målte faktorene for alle dagene. En hypotese til hvorfor Bits & Pieces er så ulik de andre fraksjonene er fordi det er avskjær fra forskjellige steder rundt fileten, slik at det kjøttet ikke kommer fra den samme plassen for alle parallellene. En annen parallell som er forskjellig er skrapekjøtt, da klebrigheten er mer stabil enn de andre fraksjonene og viskositeten er synkende over tid.

Mykheten i produktet viser at de mykeste produktene er nakkekjøtt og buklist som har laveste verdier. Disse fraksjonene er de med størst innhold av fett, og gir derfor det mykeste produktet. (Sigurgisladottir, Lie, Thomassen, Hafsteinsson, & Torrissen, 1997) Det produktet som er mest fast er det som inneholder filet etter 15 dager, men har også den største forskjellen fra dag 15

til dag 30 da produktet blir mye mykere. Skrapekjøtt er den fasteste etter 30 dager, da fastheten øker i produktet over tid.

Produktet som inneholder skrapekjøtt er også det som er mest sammenhengende da det har høyest konsistens alle dagene. Grunnen til dette kommer sannsynligvis av det høye proteininnholdet som gjør det fastere og mer bundet sammen. Kan også se at fraksjonene som inneholder mest fett, buklist og nakkekjøtt, har betydelig lavere konsistens da de inneholder mindre protein. Klebrigheten og viskositeten er ikke så viktig som de to andre måleenhetene for dette produktet, da det er et fast produkt som ikke renner.

Noe som kunne ha blitt gjennomført på en annen måte er at teksturmålingen ble gjennomført med parametere som var ment for yoghurt. Det var planlagt på forhånd å bruke parametere for syltetøy, men da det ble gjort feil på dag to, så ble det bestemt at analysen fortsatte med de samme parameterne. Dette er ikke optimalt da produktet har en mer lik tekstur som syltetøy i forhold til yoghurt. En annen feilkilde var at glasset med produkt måtte bli holdt igjen da proben gikk opp av pålegget på grunn av at det klebet seg fast og hele produktet med beholder ble med proben opp. Dette kunne gi utslag på klebrigheten slik at noen paralleller hadde unøyaktige verdier.

7. Konklusjon

Målet med denne oppgaven var å sammenligne avskjæret fra filetering av laks med fileten. Dette ble gjennomført ved å lage laksepålegg av de forskjellige fraksjonene. Basert på denne oppgaven kan det konkluderes med at alle fraksjonene i fra avskjæret fra filetering kan bli brukt til å lage et produkt som er tilnærmet likt, eller bedre, et produkt laget av filet. For å få nøyaktig likt næringsinnhold som i fileten kan Bits & Pieces godt brukes da det ikke er noe signifikant forskjell mellom det og filet. Nakkekjøtt og buklist, som inneholder mest fett, kan blandes med skrapekjøtt, som er den fraksjonen som inneholder mest protein, eller ved å endre resepten ved å senke tilsetningen av olje i produktet.

Kan konkludere med at produkt laget med fetere deler av laksen vil gi et mykere produkt enn hvis det blir brukt fraksjoner som inneholder mye protein da høyt proteininnhold vil gi et fastere produkt. Mikrobiologiske analyser viser at fraksjonene er statistisk like slik at holdbarheten ikke endres ved å bruke avskjær. Holdbarheten holder seg stabil i minst 22 dager, med minimal vekst av H₂S-produserende bakterier. Avskjær som inneholder mye protein vil gi et produkt som har en mer tydelig rødfarge enn produkt som inneholder mye fett. Fargen til produktet vil holde seg stabil i rundt 15 dager før det falmer etter 30 dager. Det er vanskelig å konkludere om hvilket produkt som er best, da det mangler sensorisk analyse.

7.1 Videre arbeid

Det hadde vært hensiktsmessig å gjennomføre flere analyser, både kjemisk og sensorisk. På det kjemiske hadde det vært interessant å utføre en fettsyreanalyse for å kunne se hvilke fettsyrer de ulike fraksjonene inneholder. Dette kunne gi en indikasjon på om det er en forskjell mellom de ulike fraksjonene når det gjelder fettsyredistribusjonen, samt innholdet av essensielle fettsyrer.

En sensorisk test med et dommerpanel hadde vært nyttig å ha for å kunne både si noe om forbrukeraksept, og for å finne ut av om det er en sensorisk forskjell mellom fraksjonene på både smak, farge og tekstur. En preferansetest ville også vært interessant å utføre for å se hvilken fraksjon som smaker best basert på preferansen til dommerpanelet.

En økonomisk undersøkelse på hvor mye penger industrien kan spare på å videreutvikle ulike produkter med de forskjellige fraksjonene av avskjæret fra laksefilet ville også vært hensiktsmessig å se nærmere på. Om én eller flere fraksjoner kan brukes i et produkt der vanligvis bare fileten blir brukt, så vil den økonomiske gevinsten potensielt være meget høy på grunn av kvantiteten som blir produsert.

Referanser

- Arbeidstilsynet. (n.d.). *Ensilasje*. From <https://www.arbeidstilsynet.no/tema/kjemikalier/ensilasje/>
- Aspevik, T., Oterhals, Å., Rønning, S. B., Altintzoglou, T., Wubshet, S. G., Gllidberg, A., . . . Lindberg, D. (2017). *Valorization of Proteins from Co- and By-Products from the Fish and Meat Industry*. Springer international publishing. doi:<https://doi.org/10.1007/s41061-017-0143-6>
- Aursand, M., Bleivik, B., Rainuzzo, J. R., Jørgensen, L., & Mohr, V. (1993). *Lipid Distribution and Composition of Commercially Farmed Atlantic Salmon (Salmo salar)*. doi:<https://10.1002/jsfa.2740640214>
- Aydin, I., & Nalan, G. (2014). *Effects of temperature and time of freezing on lipid oxidation in anchovy (Engraulis encrasicolus) during frozen storage*. doi:<https://10.1002/ejlt.201300450>
- Bligh, E. G., & Dyer, W. J. (1959). *A rapid method of total lipid extraction and purification*. The national research council of Canada. doi:<https://10.1139/o59-099>
- Christiansen, R., Struksnæs, G., Estermann, R., & Torrisen, O. J. (1995). *Assesment of flesh colour in Atlantic salmon, Salmo salar L*. Aquaculture Research. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.1995.tb00919.x>
- Cromocol. (2022). *Digieye system*. From <https://cromocol.se/produkter/digieye-system/>
- Duedahl-Ohlsen, L., Christensen, J., Højgård, A., Granby, K., & Timm-Heinrich, M. (2010). *Influence of smoking parameters on the concentration of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Danish smoked fish*. Taylor & Francis. doi:<https://doi.org/10.1080/19440049.2010.487074>
- Einen, O., Waagan, B., & Thomassen, M. S. (1998). *Starvation prior to slaughter in Atlantic salmon (Salmo salar) I. Effects on weight loss, body shape, slaughter- and fillet-yield, proximate and fatty acid composition*. Elsevier. doi:[https://10.1016/s0044-8486\(98\)00279-8](https://10.1016/s0044-8486(98)00279-8)
- Fennema, O. R., Damodaran, S., & Parkin, K. L. (2007). *Fennema's food chemistry fourth edition*. CRC Press.
- FN. (2022). *FNs bærekraftsmål*. From <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>
- Hansen, L. T., Gill, T., & Huss, H. H. (1995). *Effects of salt and storage temperature on chemical, microbiological and sensory changes in cold-smoked salmon*. Elsevier. doi:[https://10.1016/0963-9969\(95\)90795-C](https://10.1016/0963-9969(95)90795-C)
- Heide, M. (2019). *Økt konsum av sjømat i Norge - Muligheter og barrierer i norsk dagligvarehandel*. Nofima. From <https://nofima.brage.unit.no/nofima-xmlui/bitstream/handle/11250/2591966/Rapport%2b07-2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Hoel, S. (2020). *Vekst og vekstmålinger [Lysarkpresentasjon] Blackboard*. NTNU.
- Horner, W. (1997). *Preservation of fish by curing (drying, salting and smoking)*. Springer. doi:https://10.1007/978-1-4613-1113-3_2
- Katikou, P., Hughes, S., & Robb, D. (2001). *Lipid distribution within Atlantic salmon (Salmo salar) filets*. Elsevier. doi:[https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00562-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00562-2)
- Mackie, I. M. (1993). *The effects of freezing on flesh proteins*. Marcel Dekker. doi:<https://doi.org/10.1080/87559129309540979>
- Mills. (n.d.). *Mills laksepålegg med pepper*. From <https://mills.no/mills/produkt/mills-laksepalegg-med-pepper/>

- Myhre, M., Richardsen, R., Nystøyl, R., & Strandheim, G. (2020). *Rapport analyse marint restråstoff*. SINTEF Ocean AS.
- Mørkøre, T., Åsli, M., Dessen, J.-E., Sanden, K. W., Bjerke, M. T., Hoås, K. G., & Rørvik, K.-A. (2013). *Tekstur og fett i laksefilet*. Nofima. From <https://nofima.brage.unit.no/nofima-xmlui/bitstream/handle/11250/2504616/Rapport+38-2012.pdf?sequence=1>
- Olsen, J.-V., & Johnsen, O. (2003). *Fra biprodukt til hovedprodukt. Eksempler på nye konsumprodukter fra biprodukter av laks og hvitfisk*. Nofima. From <https://nofima.brage.unit.no/nofima-xmlui/handle/11250/282805>
- Olsen, J.-V., & Tobiassen, T. (2004). *Økt verdiskapning*. Kyst.no. From <https://www.kyst.no/article/oekt-verdiskaping/>
- Olsen, J.-V., & Tobiassen, T. (2004). *Økt verdiskapning fra biprodukter og bifangst*. Fiskeriforskning.
- Sallam, K. I. (2007). *Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated sliced salmon*. Elsevier. doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.02.002>
- Shahidi, F., & Zhong, Y. (2009). *Lipid oxidation and improving the oxidative stability*. Chemical Society Reviews. doi:<https://doi.org/10.1039/b922183m>
- Sigurgisladottir, S., Lie, Ø., Thomassen, M., Hafsteinsson, H., & Torrissen, O. (1997). *Salmon quality: Methods to determine the quality parameters*. Taylor & Francis. doi:<https://doi.org/10.1080/10641269709388599>
- Skrede, G., & Storebakken, T. (1986). *Instrumental color analysis of farmed and wild atlantic salmon when raw, baked and smoked*. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. doi:[https://doi.org/10.1016/0044-8486\(86\)90358-3](https://doi.org/10.1016/0044-8486(86)90358-3)
- Sletten, I. B. (2020). *Restråstoff fra atlantisk laks (salmo salar L.)*. NTNU.
- Stable Micro Systems. (2022). *TA.XTplusC Texture Analyser*. Stable Micro Systems. From <https://www.stablemicrosystems.com/TAXTplus.html>
- Strand, Å. (2019). *Lipider Lysark Presentasjon*. NTNU.
- Strand, Å. (2020). *Bestemmelse av protein etter Kjeldahls metode [Lysarkpresentasjon] Blackboard*. NTNU.
- Uggerud, E. (2019). *polysykliske aromatiske hydrokarboner*. Store Norske Leksikon. From https://snl.no/polysykliske_aromatiske_hydrokarboner
- Ulleberg, D. (2021). *Chemical Composition and Stability of Co-products Obtained from Primary Processing of Farmed Atlantic Salmon (Salmo salar L.)*. NTNU.
- Østvik, S. O., & Grimsmo, L. (2010). *Kommersielle produkter av ryggbeinskjøtt fra laks*. SINTEF. From <http://hdl.handle.net/11250/2473769>
- Østvik, S. O., Grimsmo, L., Schei, M., & Halvorsen, J. (2005). *Utnyttelse av kjøtt fra ryggbein av laksfarse og skrapekjøtt*. SINTEF.
- Aarnes, H. (2021). *Sideroforer*. Store Norske Leksikon. From <https://snl.no/sideroforer>

Vedlegg

Vedlegg A. Resultat av enveis ANOVA-test og Tukey's-test, med signifikansnivå satt til 5 % ($p < 0,05$). Hentet fra IBM SPSS Statistics 27.

		ANOVA					
Dag			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
15	L	Between Groups	18,609	4	4,652	5,762	,011
		Within Groups	8,074	10	,807		
		Total	26,684	14			
	a	Between Groups	8,212	4	2,053	73,198	,000
		Within Groups	,280	10	,028		
		Total	8,492	14			
	b	Between Groups	2,502	4	,626	14,737	,000
		Within Groups	,424	10	,042		
		Total	2,927	14			
	C	Between Groups	3,088	4	,772	13,748	,000
		Within Groups	,562	10	,056		
		Total	3,650	14			
	H	Between Groups	55,651	4	13,913	128,102	,000
		Within Groups	1,086	10	,109		
		Total	56,737	14			
	Mykhet	Between Groups	321,136	4	80,284	8,778	,003
		Within Groups	91,464	10	9,146		
		Total	412,600	14			
Konsistens	Between Groups	43582896,55	4	10895724,14	30,669	,000	
	Within Groups	3552727,448	10	355272,745			
	Total	47135624,00	14				

	Klebrighet	Between Groups	227200,610	4	56800,152	4,098	,032
		Within Groups	138592,257	10	13859,226		
		Total	365792,867	14			
	Viskositet	Between Groups	27857,983	4	6964,496	1,412	,299
		Within Groups	49308,994	10	4930,899		
		Total	77166,976	14			
2	L	Between Groups	27,294	4	6,823	6,914	,006
		Within Groups	9,868	10	,987		
		Total	37,162	14			
	a	Between Groups	8,033	4	2,008	35,998	,000
		Within Groups	,558	10	,056		
		Total	8,591	14			
	b	Between Groups	,391	4	,098	,689	,616
		Within Groups	1,418	10	,142		
		Total	1,809	14			
	C	Between Groups	,893	4	,223	1,475	,281
		Within Groups	1,513	10	,151		
		Total	2,405	14			
	H	Between Groups	56,546	4	14,136	39,687	,000
		Within Groups	3,562	10	,356		
		Total	60,108	14			
	Mykhet	Between Groups	222,689	4	55,672	32,149	,000
		Within Groups	17,317	10	1,732		
		Total	240,006	14			
	Konsistens	Between Groups	42211226,03	4	10552806,51	39,886	,000
		Within Groups	2645760,050	10	264576,005		
		Total	44856986,08	14			

	Klebrighet	Between Groups	150044,728	4	37511,182	1,998	,171
		Within Groups	187753,468	10	18775,347		
		Total	337798,197	14			
	Viskositet	Between Groups	38963,488	4	9740,872	,983	,459
		Within Groups	99052,826	10	9905,283		
		Total	138016,313	14			
22	Log_Svarte_Prikker	Between Groups	18,815	4	4,704	1,293	,336
		Within Groups	36,386	10	3,639		
		Total	55,201	14			
	Log_Total_APC	Between Groups	4,168	4	1,042	3,319	,056
		Within Groups	3,140	10	,314		
		Total	7,308	14			
28	Protein_Prozent	Between Groups	13,081	4	3,270	11,369	,001
		Within Groups	2,877	10	,288		
		Total	15,957	14			
	Fett_Prozent	Between Groups	23,647	4	5,912	16,244	,005
		Within Groups	1,820	5	,364		
		Total	25,466	9			
30	L	Between Groups	10,797	4	2,699	6,327	,008
		Within Groups	4,266	10	,427		
		Total	15,063	14			
	a	Between Groups	5,482	4	1,370	50,259	,000
		Within Groups	,273	10	,027		
		Total	5,754	14			
	b	Between Groups	2,318	4	,579	7,688	,004
		Within Groups	,754	10	,075		
		Total	3,071	14			

C	Between Groups	3,472	4	,868	10,659	,001	
	Within Groups	,814	10	,081			
	Total	4,287	14				
H	Between Groups	39,921	4	9,980	54,196	,000	
	Within Groups	1,842	10	,184			
	Total	41,763	14				
Mykhet	Between Groups	232,518	4	58,130	13,197	,001	
	Within Groups	44,047	10	4,405			
	Total	276,565	14				
Konsistens	Between Groups	46651339,51	4	11662834,88	12,766	,001	
	Within Groups	9135612,421	10	913561,242			
	Total	55786951,93	14				
Klebrighet	Between Groups	213671,881	4	53417,970	5,047	,017	
	Within Groups	105838,014	10	10583,801			
	Total	319509,894	14				
Viskositet	Between Groups	10775,720	4	2693,930	,342	,844	
	Within Groups	78865,515	10	7886,552			
	Total	89641,236	14				
9	Log_Svarte_Prikker	Between Groups	20,686	4	5,172	12,315	,001
		Within Groups	4,200	10	,420		
		Total	24,886	14			
	Log_Total_APC	Between Groups	,767	4	,192	,734	,589
		Within Groups	2,610	10	,261		
		Total	3,377	14			

Post Hoc Tests

Homogeneous Subsets

L

Dag=15

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
BP	3	78,3167	
S	3	79,1767	
F	3	80,1300	80,1300
N	3	80,2567	80,2567
BL	3		81,6300

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=2

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
BP	3	76,9767	
S	3		79,5300
N	3		79,5567
F	3		80,0933
BL	3		81,0467

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=30

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
BP	3	69,8300	
S	3	71,2133	71,2133
N	3	71,2300	71,2300
F	3		71,8300
BL	3		72,3700

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

a

Dag=15

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
N	3	6,0700		
F	3		7,2100	
BL	3		7,2200	
BP	3		7,5700	
S	3			8,3667

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=2

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
N	3	6,4933		
BL	3		7,3533	
BP	3		7,6333	
F	3		7,7200	
S	3			8,7733

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=30

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
N	3	5,5867		
BP	3		6,4767	
BL	3		6,4967	
F	3		6,7900	
S	3			7,4633

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b

Dag=15

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
S	3	19,6333	
N	3	19,7200	
BL	3	19,9133	
BP	3		20,4167
F	3		20,6833

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=2

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05
		1
BL	3	19,3100
S	3	19,3367
BP	3	19,5533
N	3	19,6233
F	3	19,7233

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=30

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
N	3	17,3833		
S	3	17,7500	17,7500	
BL	3	17,7800	17,7800	
F	3		18,2967	18,2967
BP	3			18,4633

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

C**Dag=15**Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
N	3	20,6333		
BL	3		21,1800	
S	3		21,3400	21,3400
BP	3			21,7767
F	3			21,9033

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=2Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05
		1
BL	3	20,6633
N	3	20,6700
BP	3	20,9933
F	3	21,1800
S	3	21,2367

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=30

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
N	3	18,2567	
BL	3		18,9333
S	3		19,2567
F	3		19,5200
BP	3		19,5667

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

H

Dag=15

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
S	3	66,9300			
BP	3		69,6600		
BL	3		70,0800	70,0800	
F	3			70,7867	
N	3				72,9000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=2

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
S	3	65,5867		
F	3		68,6233	
BP	3		68,6767	
BL	3		69,1467	
N	3			71,6933

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=30

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
S	3	67,1833		
F	3		69,6333	
BL	3		69,9233	
BP	3		70,6733	
N	3			72,1933

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Mykhet

Dag=15

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
N	3	5,6000	
BL	3	6,6267	
BP	3	10,4533	10,4533
S	3		14,4567
F	3		17,8200

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=2

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
N	3	5,1567		
BL	3	6,1367		
BP	3		10,0633	
F	3			13,7267
S	3			14,6867

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=30

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
BL	3	4,9333	
N	3	5,0967	
F	3		11,4200
BP	3		12,0067
S	3		14,7333

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Konsistens

Dag=15

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
N	3	4334,5367	
BL	3	4573,2827	
BP	3		7066,5343
F	3		7971,2420
S	3		8409,1533

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=2

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
N	3	3640,5430		
BL	3	3830,9087		
BP	3		5849,8123	
F	3		6972,3023	6972,3023
S	3			7871,8060

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=30

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
BL	3	3819,7867	
N	3	3932,2450	
F	3	6012,0813	6012,0813
BP	3		7151,1863
S	3		8305,9530

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Klebrighet

Dag=15

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
F	3	-727,3053	
S	3	-560,8770	-560,8770
BP	3	-446,3067	-446,3067
BL	3	-433,2607	-433,2607
N	3		-383,5957

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=2

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05
		1
S	3	-586,7087
F	3	-420,9617
BP	3	-403,0823
BL	3	-344,0283
N	3	-290,5300

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Dag=30

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
S	3	-588,2617	
BP	3	-521,5117	-521,5117
F	3	-419,7767	-419,7767
N	3		-314,4240
BL	3		-273,3007

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Viskositet

Dag=15

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05
		1
F	3	-381,9813
BL	3	-315,0707
N	3	-298,2817
S	3	-282,0690
BP	3	-253,1007

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Dag=2

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05 1
S	3	-314,9063
F	3	-210,2970
BL	3	-198,3233
BP	3	-184,0370
N	3	-173,1183

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=30

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05 1
BP	3	-273,6873
F	3	-268,2910
S	3	-259,3610
BL	3	-218,1177
N	3	-208,9460

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Log_Svarte_Prikker

Dag=22

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
BL	3	2,6667	
S	3	2,8667	
N	3	4,1800	
BP	3	5,0500	
F	3	5,4433	

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=9

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
BL	3	,0000	
BP	3	,0000	
F	3	1,4333	1,4333
N	3		2,5500
S	3		2,6933

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Log_Total_APC

Dag=22

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05 1
N	3	4,2567
S	3	4,8067
BL	3	4,9267
BP	3	5,6100
F	3	5,6600

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Dag=9

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05 1
BL	3	4,2600
BP	3	4,3833
F	3	4,6967
S	3	4,7533
N	3	4,8467

Means for groups in homogeneous

Protein_Prozent

Dag=28

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
BL	3	10,6833	
N	3	11,0633	
F	3		12,3033
BP	3		12,4233
S	3		13,2233

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Fett_Prozent

Dag=28

Tukey B^a

Gruppe_ID	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
S	2	6,7050	
F	2	8,1100	
BP	2	8,3300	
N	2		10,3350
BL	2		10,9000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 2,000.