

Varmebehandling av makrell
- Effekt på mikrobiologisk og sensorisk kvalitet.

Heat treatment of mackerel
-Effect on the microbiological and sensory quality.

Silje Syvertsen Løken

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITTENSKAP
INSTITUTT FOR KJEMI, BIOTEKNOLOGI OG MATVITTENSKAP



Forord

Denne masteroppgaven er skrevet som en avsluttende oppgave i undertegnede mastergrad innenfor programmet matvitenskap ved Universitetet for miljø –og biovitenskap (UMB) lokalisert i Ås. Universitetet i Ås og Stabburet har bidratt med faglige kompetanse og økonomisk støtte til arbeidet.

Oppgavens tema er varmebehandling av makrell. Både sensoriske og mikrobiologiske tilnærminger er benyttet for å beskrive effekten av varmebehandling med hensyn på tid- og temperatur. Forsøk som viser sammenhengen mellom varmebehandling av makrell, mikrobiologi- og sensorisk ikke blitt utført tidligere i henhold til tilgjengelig materiale.

Jeg vil gjerne takke min hovedveileder Odd-Ivar Lekang ved UMB for god oppfølging, veiledning og verdifulle innspill gjennom oppgavens forløp. Jeg vil også takke Marita Kvammen og Trond Soot for sine roller som biveiledere, Stabburet og Abba Seafood for deres initiering av oppgavetema, tid i produksjonsavdelingen til fabrikken og finansiering av forsøk og råmateriale.

Til slutt en takk til mamma, pappa og søster for deres innsats med korrekturlesing av oppgaven.

Ås, Mai 2013

Sammendrag

Det er idag mange utfordringer ved å videreforedle fisk på en effektiv og trygg måte. Utviklingen videre vil kunne være viktig for å oppnå en høyere økonomisk gevinst og for å skape konkurransefortrinn innenfor havbruksnæring og produktutvikling.

Stabbur-Makrell er et produkt som er meget populært i Norge. Produktet er et pålegg eller mellommåltid bestående makrellfilet i tomatsaus. I følge en spørreundersøkelse utført av Norsk Gallup i 2004 er dette en av de mest foretrukne påleggssortene i Norge. Ettersom markedet er i kontinuerlig endring er det ønskelig å utvikle en ny og ferskere versjon av produktet. Det er ønskelig at det nye produktet får en tilsvarende eller forbedret sensorisk profil ved å gjennomgå en mildere varmebehandling.

Forsøkene i denne oppgaven har til hensikt å kartlegge effekten av de ulike varmebehandlings metodene med hensyn på de mikrobiologiske- og sensoriske egenskapene til produktet. De mikrobiologiske analysene ble gjennomført ved Universitetet for miljø- og biovitenskap. De sensoriske vurderingene ble utført ved Stabburet's hovedkontor med et trent panel. Panelet bestod av fire-seks dommere som er godt kjent med både sensoriske analyser og produkter innenfor samme kategori som Stabbur-Makrell. Uttakene ble gjennomført fem ganger over en periode bestående av tre måneder.

Resultatet av forsøkene utført viste ingen forskjell for den mikrobiologiske kvaliteten mellom kraftig og mildt varmebehandlet makrell. De sensoriske analysene tyder på at kraftigere varmebehandling gir mindre bismak og fisesmak. Prøvene som fikk utført en mildere varmebehandling ble oppfattet som hvitere og saftigere.

Abstract

There are many challenges regarding refining fish in an efficient and safe way. Improvements are important to achieve an economical gain, and to create competitive advantages in the aquaculture- and product development areas.

Stabbur-Makrell is a product which is very popular in Norway. It is first of all a bread topping consisting of pieces of mackerel filet covered in tomato sauce, but it can also serve as an in-between meal. A survey conducted by Norsk Gallup in 2004 concluded that this is one of the most preferred bread toppings in Norway. The market is continuously changing and it is desirable to develop a new and better version of mackerel in tomato sauce. The goal is to achieve a product with better or similar sensory profile by undergoing a milder heat treatment.

The experiments conducted in this thesis have the intention of mapping the effects from different heat treatment methods and the impact they have on the microbiological and sensory properties. The microbiological analysis was conducted at the Norwegian University of life science. The sensory evaluation was conducted at Stabburet's main office with a trained panel consisting of four - six judges. All the judges are familiar with both sensory analysis and products in the same category as Stabbur-Makrell. This analysis was conducted five times over a period of three months.

Results from the experiments conducted during this thesis did not show any difference between the microbiological qualities of standard and mild heat treated mackerel. The sensory analysis implicates that products undergoing a standard heat treatment had less off-flavor and less fish-flavor. Samples that had undergone a milder heat treatment were perceived as more white and juicy.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn for valg av oppgave	2
1.2 Målsetting for oppgaven	3
1.3 Avgrensning	3
2 Teori	4
2.1 Makrell som råvare	4
2.1.1 Anatomi	4
2.1.2 Kjemisk komposisjon	6
2.1.3 Næringsinnhold i makrell	6
2.2 Kvalitetsendringer i fisk	7
2.2.1 Endringer etter fangst	8
2.2.2 Mikrobiologiske endringer	8
2.2.3 Varmeinduserte endringer	9
2.2.4. Oksidering av umettede fettsyrer	9
2.2.5 Histamin	10
2.3 Bakgrunnsteori - varmebehandling	11
2.4 Metoder for varmebehandling	12
2.4.1 Steril varmebehandling	12
2.4.2 Pasteurisering	13
2.4.3 Mild varmebehandling	13
2.5 Makrell i tomat som produkt	14
2.6 Sensorikk	15
2.6.1 Sanser og persepsjon	16
2.6.1.1 Synssansen	16

2.6.1.2	Luktsansen	16
2.6.1.3	Smakssansen	17
2.6.1.4	Følesansen	18
2.6.2	Sensoriske metoder	18
2.6.2.1	Differansetesting	19
2.6.2.2	Beskrivende metoder	19
2.6.2.3	Forbrukertester	19
2.7	Statistiske metoder og analyser	20
2.7.1	Variansanalyse – ANOVA	20
2.7.2	Panel Check	21
3.	Materialer og metoder	21
3.1	Varmebehandling – Bakgrunn	21
3.2	Råvarer og utstyr	22
3.2.1	Tillaging av prøvematerialet	22
3.2.2	Råvare - makrell	22
3.2.3	Råvare - tomatsaus	23
3.2.4	Emballering	23
3.2.4	Tilberednings utstyr	24
3.2.5	Måleutstyr	24
3.2.6	Prosesslinje fra råvare til produkt	25
3.2.7	Temperaturforløpet	26
3.3	Praktisk gjennomføring	26
3.3.1	Varmebehandling	26
3.4	Mikrobiologiske analyser	27
3.4.1	Vekstsubstrat	27
3.4.2	Prosedyre	27
3.4.3	Lagring	27

3.5 Sensoriske analyser	27
3.5.1 Forforsøk	27
3.5.2 Trening med dommere	28
3.5.2 Beskrivende analyse	28
3.6 Databehandling og statistiske analyser	30
4. Resultater	30
4.1 Temperaturer og behandlingstid	30
4.2 Histaminanalyser	31
4.3 Mikrobiologiske analyser	32
4.4 Sensoriske analyser	32
5. Diskusjon	40
5.1 Produksjon og varmebehandling	40
5.2 Histamininnhold og mikrobiologisk analyse	41
5.3 Sensorikk	42
5.4 Fremtidig arbeid	45
6. Konklusjon	46

Vedlegg

1. Kart over fangstområdene for makrell
2. Grafer med temperaturloggingen av prøvene
3. Skjema for sensorisk bedømmelse
4. Veiledende informasjon og vokabular for sensorisk bedømmelse
5. ANOVA- modeller fremstilt fra PanelCheck

Figurer

Figur 1. Inndeling av myotomer, myosepter, mørk- og lys muskel hos torsk.	5
Figur 2. Stabbur-Makrell med det grønne nøkkelhullsmerket.	15
Figur 3. Makrellfilet. T.v hel filet, t.h tilskjært uten pinnebein (foto: S. Løken).	22
Figur 4. Emballasje. Lakket røde før varmebehandling (foto: S. Løken).	24
Figur 5. Flytdiagram for produksjon av Stabbur –Makrell. Produksjon fulgte linjen for frossen fisk.	25
Figur 6. Standard emballasje innstallert med temperaturloggere (foto: Silje S. Løken).	26
Figur 7. Skjematisk oppsett av rekkefølgen for den sensoriske bedømmingen (jf vedlegg 3 og 4). Det var to gjentak av prøvene og poengskala fra 1-5.	29
Figur 8. Smaksprofilen vist ved gjennomsnittsverdi for de ulike prøvene 90 dager etter produksjon.	38
Figur 9. Bildet viser inndeling av fiskeområder i Nordsjøen og Norskehavet. Råvaren benyttet i denne oppgaven er hovedsaklig fisket fra IVa og IVb.	50
Figur 10. Temperaturkurve for prøve 1.	51
Figur 11. Temperaturkurve for prøve 2.	52
Figur 12. Temperaturkurve for prøve 3.	52
Figur 13. Temperaturkurve for prøve 4.	53
Figur 14. Dommereffekt av sensorisk testing gjennomført syv dager etter produksjon.	56
Figur 15. Produkteffekt fra den sensoriske testen gjennomført syv dager etter produksjon.	56
Figur 16. Dommereffekt av de sensoriske testene utført 15 dager etter tillaging.	57
Figur 17. Produkteffekt av de sensoriske testene utført 15 dager etter produksjon.	57
Figur 18. Dommereffekt av de sensoriske testene utført en måned etter produksjon.	58
Figur 19. Produkteffekt av de sensoriske testene utført en måned etter produksjon.	58
Figur 20. Dommereffekt av de sensoriske analysene utført to måneder etter produksjon.	59
Figur 21. Produkteffekt av de sensoriske analysene utført to måneder etter produksjon.	59
Figur 22. Dommereffekt av de sensoriske analysene utført tre måneder etter produksjon.	60
Figur 23. Produkteffekt av de sensoriske analysene utført tre måneder etter produksjon.	60

Tabeller

Tabell 1. Næringinnhold for rå makrell. Fanget i månedene juli, august og september.	7
Tabell 2. Teoretisk antall prøver til sensoriske og mikrobiologiske uttak.	21
Tabell 3. Dato for utførelse av sensorikk og antall dager lagring av produkt.	30
Tabell 4. Temperaturmålinger for de ulike prøvene. Kokevannet i autoklaven var 90 °C.	31
Tabell 5. Behandlingstid for de ulike prøvene med og uten oppvarmingstiden. Tiden målt i minutter (min).	31
Tabell 6. Histamininnhold i de ulike prøvene fremvist som mg/kg.	32
Tabell 7. Kimtall for de ulike prøvene gjennom lagring. Tallene er fremvist som kolonidannende enheter per gram (kde/g).	32
Tabell 8. Gjennomsnittet og standardavvik attributten bilukt.	33
Tabell 9. Gjennomsnittsverdi og standardavvik for attributten hvithet.	34
Tabell 10. Gjennomsnitt og standardavvik for attributten fasthet.	34
Tabell 11. Gjennomsnitt og standardavvik for attributten tyggemotstand.	34
Tabell 12. Gjennomsnitt og standardavvik for attributten saftighet.	35
Tabell 13. Gjennomsnitt og standardavvik for attributten fiskesmak.	36
Tabell 14. Gjennomsnitt og standardavvik for attributten bismak. Verdiene er gitt for de ulike prøvene gjennom lagring.	38
Tabell 15. Dommerenes kommentarer for de ulike prøvene ved alle sensoriske uttak.	39

1 Innledning

Fiskeri- og havbruksnæringen er Norges nestledende eksportnæring etter petroleumsnæringen (Utenriksdepartementet 2012). For befolkningen som tidlig bosatte seg ved kysten ble fiske et viktig ressursgrunnlag. Fisket etter sild og torsk har vært grunnlaget for oppbyggingen til flere av de norske kystbyene (Hallenstvedt 2012).

Rundt 1100-tallet startet eksporten av tørket torsk og sild til England (Hallenstvedt 2012). Ettersom silda ble mer eller mindre borte på 1960-tallet gikk befolkningen over til å fiske andre arter, og deriblant makrell (Pethon 1998). Makrellfiske har foregått langs norskekysten i mange generasjoner, og blitt et tradisjonsrikt næringsmiddel i det norske kostholdet (Hallenstvedt 2012). I 2011 ble det fisket 208 079 tonn makrell i Norge. Til sammenligning ble det fisket 174 228 tonn i år 2000 (SSB 2012).

Levestandarden øker både i Norge og i landene vi eksporterer til (Barstad 2009). Dette medfører større etterspørsel av eksport og derfor er det hensiktsmessig å produsere videreforedte produkter. Gevinstene av dette vil være flere arbeidsplasser, mindre transport som gir miljøgevinst, og konkurransedyktige prisnivåer (Magnussen 1999). Det er muligheter for forbedringer ved både videreforedling og eksport av fersk, frossen og konvensjonell fiskeindustri (Hemmer et al. 2006). Konvensjonell fiskeindustri omfatter tørking og salting av både hel fisk og fileter (Magnussen 1999).

Norsk kosthold er under kontinuerlig endring (Helsedirektoratet 2013). Noen endringer er at det konsumeres mer frukt, grønnsaker, fet ost, og det konsumeres mindre helmelk, fisk og kjøtt. Det er et behov for kontinuerlig nyskaping innenfor matindustrien og da spesielt for fisk (Helsedirektoratet 2013). Fiskeinntaket hos nordmenn økte ikke på en tilfredstillende måte i 2012 (Helsedirektoratet 2013), og undersøkelser utført av Stabburet viser at forbrukere velger å handle pålegg fra kjølediskene fremfor pålegg som er plassert andre steder i butikken (Nielsen 2009). For å øke inntaket av fisk kan det dermed være fordelsmessig med fiskepålegg som er plassert i butikkenes kjøledisker.

I dagens forbrukersamfunn blir det etterspurt mat som er sunn og billig. En undersøkelse utført av Helsedirektoratet viser at 6 av 10 mennesker er opptatt av å spise sunt (Nøkkelhullsmerket 2012). En av hovedtrendene viser at forbrukere går mer bort fra hermetiserte produkter og mer over på produkter som har gjennomgått en mildere

varmebehandling og konserveringsmetode (Nofima 2012). Det er et økende fokus på ferske råvarer med et godt sammensatt næringsinnhold. Her inngår blandt annet de essensielle ω -3 fettsyrene eicosapentaensyre (EPA) og docosahexaensyre (DHA) etter anbefaling fra myndighetene (Ernæringsråd 2004). Disse finnes i store mengder særlig hos arktiske fiskeslag hvor blandt annet makrell inngår (Lynum 2005a). Som et tiltak for å øke nordmenns inntak av ω -3 og ω -6 fettsyrer kan for eksempel produktutviklere forbedre eksisterende produkter eller utvikle nye produkter som inneholder fisk (Nofima) (Ernæringsråd 2004).

Stabbur-Makrell er et eksempel på et produkt som har et høyt innhold av EPA og DHA (Stabburet 2011). Makrellfileten som benyttes til å lage produktet er frossen eller fersk avhengig av sesong. Etter ankomst på fabrikken blir fileten fylt i bokser med tomatsaus og varmebehandlet. Varmebehandlingen utføres i en lukket beholder under høyt trykk og høy temperatur (autoklav) (SNL 2013). Autoklaven er hyppig brukt i hermetikkindustrien ved fettherding, og ved fremstilling av mettede fettsyrer som stearinsyre. For sterilisering av næringsmiddelet som ofte blir brukt i hermetikkindustrien benyttes en atmosfære overtrykk og kokepunktet for vann er 121,1°C. Maskinen er utstyrt med temperaturmåler og trykkmåler som gjør at den enkelt kan styres under hele varmebehandlingen. I moderne autoklaver kan programmet lages på forhånd for spesielt designede varmebehandlinger (Hemmer et al. 2006).

Det ønskelig å utvikle og produsere en variant av Stabbur-Makrell som er saftigere, hvitere, og som har lite eller ingen bi- og fiskesmak. Dette vil man prøve å oppnå ved mildere varmebehandling av produktet enn tidligere utført. Det forutsettes at produktet har kontinuerlig kjølekjede etter produksjon. Grunnen er at undersøkelser viser at forbrukere velger å handle pålegg fra kjøledisker fremfor andre steder i butikken (Nielsen 2009).

1.1 Bakgrunn for valg av oppgave

Hvert år kommer bedrifter til institutt for miljø, bioteknologi og matvitenskap (IKBM) for å presentere sine masteroppgaver for UMB's mastegradstudenter. Da bedriften Stabburet ikke dukket opp denne dagen til tross for at en oppgave var presentert i samleheftet som hadde blitt utdelt, tok undertegnede samt en medstudent kontakt med Stabburet. Et møte ble avtalt hvor et par ulike oppgaver ble diskutert. Her ble oppgaven om Stabbur-Makrell med mildere varmebehandling lagt frem av Trond Soot og Marita Kvammen og undertegnede viste umiddelbart interesse. I flere møter ble detaljene rundt oppgaven avklart av hovedveileder Odd-Ivar Lekang, Trond Soot, Marita Kvammen og undertegnede.

1.2 Målsetting for oppgaven

Det overordnede målet for oppgaven har vært å kartlegge hvordan ulike varmebehandlinger påvirker de kjemiske og sensoriske endringene hos makrell. Fokuset er å finne den optimale varmebehandlingen som gir et produkt med best mulig kvalitet. I denne oppgaven testes det for en mildere varmebehandling.

Et annet formål var å undersøke om produktet som ble produsert var av god mikrobiologisk kvalitet både før varmebehandling og gjennom lagringsperioden. Dette ble gjennomført ved å foreta mikrobiologiske analyser samt histaminanalyser av produktet.

1.3 Avgrensning

I denne oppgaven var det mange faktorer som kunne blitt tatt med og utdypet, men på av oppgavens tidsspenn var det hensiktsmessig å avgrense flere av disse.

Det hadde vært ønskelig og undersøkt enda flere ulike tider og temperaturer ved varmebehandling av makrell. På grunn av oppgavens omfang er det mest hensiktsmessig å ta for seg en form for varmebehandling som det ikke har blitt testet tidligere. Dermed vil det bli innhentet ny informasjon om hva som kan være den optimale varmebehandlingen. En tidligere utført produktutvikling av et sammlignbart produkt med vellykket resultat er en indikator for hvilken varmebehandling som kan benyttes for Stabbur-Makrell. I tillegg kunne det også vært interessant å undersøke effekten av autoklaving med en annen emballasje enn hermetikk og innvirkningen emballasjen har på sensorikk. Dette er ikke mulig på grunn av oppgavens tidsspenn, og midlene som er til rådighet.

Det er mange faktorer som er med på å bidra til varmegjennomgang og derav endringer hos næringsmiddelet. Faktorer som vil kunne bidra er type emballering, kjemisk sammensetning av råvarene, intervall mellom autoklaving av batcher, ulik varmepåføring mellom sentrum og ytterkant av produktet, og forhold mellom tid- temperatur. Antall bokser som tilberedes i autoklaven samtidig vil også ha innvirkning. Disse faktorene kan ha innvirkning på sensorikk og mikrobiologi. I denne oppgaven var det hensiktsmessig å benytte en type emballasje og en type maskin som utfører varmebehandlingen. På denne måten minskes ytterligere feilkilder i oppgaven, og resultater kan lettere tolkes.

2 Teori

2.1 Makrell som råvare

Makrell er en benfiskart i makrellfamilien som bærer det latinske navnet *Scomber* (Havforskningsinstituttet 2012). Atlanterhavsmakrellen (*Scomber scombrus*) er en pelagisk og hurtigsvømmende fiskeart som er utbredt i Nordøst-Atlanteren fra Nordvest-Afrika til Barentshavet og vestover i Norskehavet til Island. Den lever stort sett av rødåte, krill og fiskeyngel og gyter i mai-juni. Yngelen som får navnet *pir* kan vokse til ca. 20 cm samme høst. Etter ca. 3 år har fisken fått en lengde på ca. 30,0 cm og blitt kjønnsmoden (Pethon 2007).

Den er lett gjenkjennelig på sin runde, strømlinjede kropp og ryggen dekket i fargene grønt eller blått med uregelmessige tverrbånd (vinkelrett på legemet) nedover sidene. Skjellene er små og kjennes myke ut ved berøring. Makrellen kan bli mer enn 25 år, få en lengde opp mot 70 cm og få en vekt på opptil 3,5 kg (Havforskningsinstituttet 2012).

Fisket av makrell foregår oftest med *drivgarn*, *dorg* og *snurpenot*. Drivgarn er et garn som festes sammen med lenker og holdes oppe ved hjelp av flytemidler, mens en dorg blir dratt etter båten og består av flere søkk og kroker. Snurpenot er et stort nett som blir satt rundt fiskestimen og snørt sammen i bunnen (SNL 2007a; SNL 2007b). Det store fisket som foregår i Nordsjøen har ført til for sterk utnytting av arten. Dette medførte at Norge i 1999 i samarbeid med EU og Færøyene innførte en forvaltningsplan for makrellbestanden i Nordsjøen (Pethon 2007). Målet er å holde gytebestanden over et minimum på 2,3 millioner tonn.

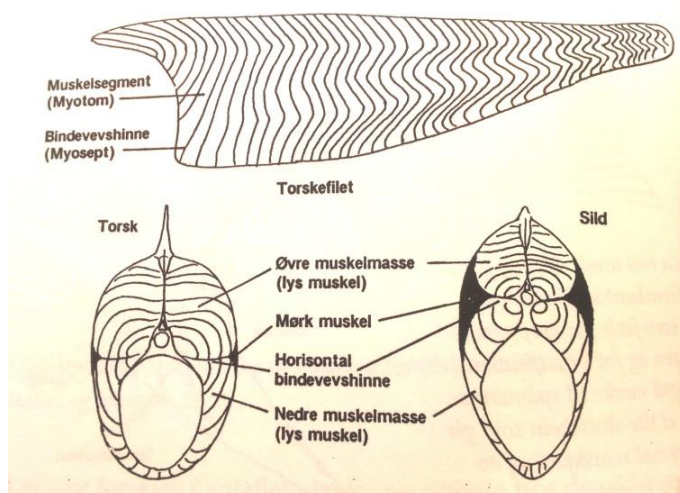
2.1.1 Anatomi

For å bestemme hvordan de ulike fiskeartene skal fileteres må det innhentes kunnskap om hvordan skjelettet er oppbygd. Fiskens skjelett består av hodeskalle, rygghvirvler og halehvirvler. I forparten av kroppen finnes det to rekker med bukbein (hovedribbein). Under disse sitter blodranda og hovedpulsåren (Lynum 2005b). Det er stor variasjon i antall hvirvler og ribbein hos de ulike artene.

Makrellen har enkelte kjennetegn som skiller den fra andre fiskearter. Den har blandt annet ikke svømmeblære og må derfor være i kontinuerlig bevegelse for både å oppta nok oksygen (Fiskeslag 2010). Den har også et noe annerledes skelett. Midt imellom eller skrått inn i de langsgående filetene ligger det en rand med bein som kalles *pinnebein*. Laksefisk har en øvre

rekke pinnebein, mens torsk og makrell har en nedre rekke pinnebein som finnes midt i bindeskillet mellom de to langsgående filetene (Lynum 2005a). Råvareutsnittet som ble benyttet i produksjon er forklart i mer detalj senere i oppgaven (jf. kap.3.2.2).

Hos hvirveldyr finnes det tre muskelvarianter: involler, blodkar og glatt muskulatur. Det er den tverrstripede skjelettmuskulaturen som bygger opp muskelmassen i de langsgående filetene. Disse er bygget opp som ”skiver” eller ”myotomer” (traktformede segmenter). Myotomene har parallelle muskelfibre som strekker seg fra myosept til neste myosept. Muskelfibrene er igjen samlet i bunter og omgitt av bindevevshinne. Selve muskelfiberen består av sarkoplasma (cellesaft), og myofibriller (aktin og myosin). Myosin utgjør ca. 50 % og aktin ca. 25% av muskelproteinene på en generell basis hos hvirveldyr (Lynum 2005a).



Figur 1. Inndeling av myotomer, myosepter, mørk- og lys muskel hos torsk.

Fisk vokser hele livet og får stadig lengre og grovere muskelfibre. Det finnes to muskelsystemer hos fisk; lys muskulatur og mørk muskulatur (jf. figur 1). For makrell er plasseringen av mørk og lys muskulatur anatomisk tilnærmet lik som hos torsk. Den lyse muskulaturen inneholder mange raske, hvite muskelfibre men den mørke muskulaturen inneholder langsomme og utholdende muskelfibre. Den mørke muskulaturen ligger mellom skillet på den øvre- og nedre langsgående fileten.

Fiskens hud består av overhud og lærhud. Denne huden er igjen forsterket med et lag skjell som er dekket med slimceller (Pethon 2012) Slimlaget er under 0,1 mm tykt hos levende fisk og dekker både hud og gjeller. Dette er nødvendig hos levende fisk for å holde huden relativt fri for sopp og bakterier. Slimet er en gel bestående av vann, proteiner, og andre lange

organiske molekyler. Etter dødstidpunkt vil den bakteriehemmende virkningen opphøre og innholdet av organiske stoffer gir gode vekstvilkår for bakterier i slimlaget. Dette kan observeres på islagret fisk som en fortykning av slimlaget (Hemmer et al. 2006).

2.1.2 Kjemisk komposisjon

Fiskekjøtt inneholder generelt lite karbohydrater. Ofte utgjør glykogenmengden under 0,3% av fiskevekten (Lynum 2005b). Ved stress og høy temperatur tømmes glykogenlagerene hurtigere (NSL 2011). Sammenlignet med pattedyr skjer det derfor en mindre fall i pH hos fisk etter dødstidpunktet. Dette er en medvirkende grunn til den korte holdbarheten hos fersk fisk.

Fett og vanninnhold i fisk ligger sammenlangt på ca. 80%. Dette betyr at jo fetere fisken er, dess lavere er vanninnholdet. Det er store variasjoner på fettinnhold både mellom fiskeslag og årstid. Av de fete fiskeslagene inngår sild, lodde og makrell som har spesielt høyt fettinnhold under huden. Den mørke muskelen inneholder gjerne fett-typer med kraftig smak som harskner spesielt fort (Pethon 2012).

De viktigste fiskeproteinene består av funksjonelle muskelproteiner, sarkoplasmaproteiner, og bindevevsproteiner. De funksjonelle proteinene som også kalles muskelprotein eller myofibrillprotein er ikke løselige i rent vann. Det er særlig aktin og myosin som utgjør de funksjonelle proteinene. Sarkoplasmaprotein finnes i fiskens celleinnhold. Disse har vanligvis en enzymfunksjon, og finnes rikelig i blodranda til fisken. Bindevevsproteinene består av de fiberaktige proteinene kollagen, elastin og retikulin. Kollagen er dominerende blandt disse, som også er hovedbestanddelen i bein, brusk og hud (Lynum 2005a).

2.1.3 Næringsinnhold i makrell

Den kjemiske sammensetningen til fisk varierer mye mellom arter og fra et individ til et annet avhengig av alder, kjønn, miljø og sesong. I fiskekjøtt er det mest proteiner, fett og vann som nevnt i kapittel 2.1.2. Det vi kaller hvitfisk, blant annet torskefisk og karpefisk, lagrer fett i levra og har oftest under 1 % fett i kjøttet. De feite fiskeslagene som laks, sild og makrell kan lagre opptil 30 % fett i kjøttet. Den kjemiske komposisjonen av fisk er ofte et speilbilde av fôrintak, svømming, gyting og generelle levevilkår (Tzikas 2005). Derfor er det viktig å kartlegge fiskens kjemisk komposisjon før videreforedling. På denne måten blir bearbeiding og prosessering utført på en korrekt- og mest hensiktsmessig måte (Pethon 2007).

En rå makrell som er fisket fra månedene juli-september har i gjennomsnittlig 18,5 g protein og 20,2 g fett per 100 g spiselig vare (Næringsinnhold 2010). Denne sammensetningen varierer gjennom året, og det er observert at makrellen inneholder mest fett om høsten og minst om våren. Ved et forsøk gjort på taggmakrell varierte fettinnholdet fra 0,4 % totalt, til 2,8 % avhengig av måned. Proteininnholdet varierte også, henholdsvis fra 19,7 % totalt til 21,0 % (hel fisk %) (Tzikas et al. 2007). Dette er betraktelig lavere enn for atlantehavsmakrell benyttet til dette forsøket, og viser dermed at fettinnhold og proteininnhold hos makrell har store variasjoner.

Selv om det er store variasjoner i sammensetning kan man anslå at makrellen (*Scomber scombrus*) har cirka 3,0% fett om våren og opptil 30% fett om høsten. Fettinnholdet gjør også makrellen til en god kilde av vitamin A, B, og D i kostholdet (Pethon 2007).

Mineraler utgjør 3-4% av kroppsvekten hos fisk, og består av ulike metallsalter. Dette betyr at fisk har et rikelig mineralinnhold. Den er blandt annet en god kilde for jod som trengs for å danne veksthormonet thyroxin. I tillegg inneholder den natrium, kalium, kalsium magnesium og fosfor i ulike mengder som er nødvendige tilførte sporstoffer hos mennesket (Lynum 2005a; Whitney & Rolfes 2011). En person får i seg 256 kcal (jf. tabell 1) ved konsumering av 100 g rå makrell, hvorav 71% av energien kommer fra fett (Næringsinnhold 2012).

Tabell 1. Næringsinnhold for rå makrell. Fanget i månedene juli, august og september.

Næringsinnhold for rå, fet makrell (juli-september)									
Spiselig del	Vann	Kcal	Protein	Karbohydrater	Fett	Kolesterol	Retinol	Niacin	Kalsium
50 %	60 %	256	18,5 g	0,0 g	20,2 g	68 mg	14,0 µg	9,4 mg	12,0 mg

2. 2 Kvalitetsendringer i fisk

Varmebehandling av fisk som makrell vil gi et produkt oppfyller de mikrobielle kravene til næringsmiddelindustrien, og fremmer utvikling av smak og aroma i råstoffet. Det er imidlertid bevist at enkelte av fiskekjøttets bestandeler er svært sensitive for varmpåføring (Skipnes 2011), og enkelte vannløselige vitaminer, mineraler og proteiner kan lekke ut. Dette kan igjen medføre at fiskekjøttet bli tørrere og seigere. Denne balansen mellom

næringsinnhold, saftighet, smak og mikrobiell sikkerhet kan være vanskelig å finne (Claret et al. 2012).

2.2.1 Endringer etter fangst

I dødsøyeblikket er fiskekjøttet sterilt. Slimlaget utenpå fiskeskinnet, gjellene og tarmsystemet inneholder ulike bakterier. Dersom en usløyd fisk blir klemt, kan tarminnholdet bli trykt ut og spredt utover. Dette kan medføre at bakteriene kommer over i bukhinnen og kontaminerer fiskekjøttet. På lagringsplassen for fisken om bord i fiskefartøy kan bakterier bli tilført, og ved senere prosesser kommer det flere forskjellige typer bakterier. Etter en ukes islagring kommer bakterieveksten i fisken i gang for alvor. Enzymene fortsetter nedbrytingen og det kan dannes avfallstoffer med vond lukt eller smak (Lynum 2005a).

Nyfanget fisk er fast og elastisk i kjøttet. Etter noen timer ved romtemperatur trekker musklene seg sammen slik at fisken blir stiv og hard. Denne tilstanden kalles dødsstivhet eller *rigor mortis* (NSL 2011). Et kraftig fingertrykke setter da ikke merke. Ved høy temperatur og etter kraftig dødskamp varer dødsstivheten kortere tid. Så lenge fisken er fast og elastisk kan den antas å være av god kvalitet.

Når blodtransporten stanser kuttes cellenes tilgang på oksygen, og samtidig bruker cellene opp det lageret de har av næringsstoffer som trengs i stoffomsetningen. Dette fører til at nervebeskjeder og hormonregulering stopper opp. Nevnte reaksjoner blir utført av enzymer som fortsatt er aktive cellene etter *rigor* har inntruffet (Hemmer et al. 2006; NSL 2011). Det skjer enzymatisk nedbryting av stoffet adenosintrifosfat (ATP). Denne nedbrytingen av ATP gjør at det utvikler seg stoffer som har innvirkning på smak og aroma hos fisken (Lynum 2005a).

Enzymer i død fisk påvirker muskulaturen slik at den forandrer smak og konsistens. Det er disse forandringene vi kaller autolyse (selvoppløsning). Autolysen fører til at dødsstivheten går over. Fiskekjøttet blir løsere og gir lettere etter for et fingertrykk. Kraftigere klemming moser dermed kjøttet og gjør det om til en grøtaktig konsistens (Lynum 2005a).

2.2.2 Mikrobiologiske endringer

Etter en ukes islagring av fisk gjør bakterieveksten seg gjeldende. Bedervelsesbakteriene spalter lettomsettlige forbindelser til stoffer med svært dårlig smak og lukt. I kalde farvann er det spesielt én bakterie som gjør seg gjeldende. Det er *Shewanella putrefaciens* som er en psykrofil bakterie (kuldeelskende) og har en kort nøleperiode ved lav temperatur (Svanevik &

Lunestad 2011). Denne bakterien blir raskt dominerende, og kan skape problemer siden den kan leve både med og uten oksygen. Den kan spalte trimetylamin oksid (TMAO) til illeluktende trimetylamin (TMA), og spalter på slutten av lagringsforløpet de svovelholdige aminosyrene slik at det blir frigjort spesielt illeluktende svovelforbindelser. Dette er hovedkomponenten til det som betegnes som fiskelukt eller sjøsmak (Lynum 2005a). Det er strenge krav til mikrobiologisk kvalitet hos fersk fisk. Tarminnholdet hos fisk har et spesielt høyt antall bakterier. Normalt ligger nivået på rundt 10^8 - 10^9 bakterier per gram (cfu/g) (Hemmer et al. 2006).

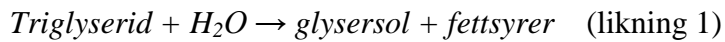
2.2.3 Varmeinduserte endringer

En av hovedgrunnene for å varmebehandle fiskeprodukter er inaktivering av enzymer. Varmetilføring endrer den svakt gjennomskinnelige, geleggende celledmassen til en fastere og spenstigere form. Muskelen krymper under varmebehandling, noe som resulterer i vanntap (Skipnes 2011). Denaturering av fiskemuskel er temperaturavhengig: økende grad av varmebehandling gir økende grad av denaturering. Etersom muskelproteinene er ulike vil de også reagere forskjellig på varmebehandlingen og videre utfolde seg (denaturere) ved ulike temperaturer. De mest labile muskelproteinene i fisk er collagen og α -actin. Collagen begynner å denaturere ved cirka 30 °C og α -actin blir uløselig ved 50 °C (Skipnes 2011).

For fisk er det registrert forskjeller i muskelproteinenets evne til å danne gel ved varmebehandling. Resultater fra utførte forsøk indikerer at proteiner fra rød fiskemuskel er generelt mer varmestabile enn proteiner fra hvit fiskemuskel (jf. figur 1) (Lefevre et al. 2007).

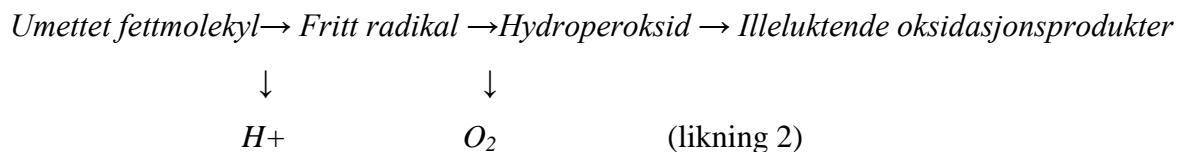
2.2.4. Oksidering av umettede fettsyrer

Harskning (oksidasjon) er en kjemisk reaksjon som kan inntreffe i matvarer med fettyrer. Dette er spesielt aktuelt for fiskeslag med et høyt antall umettede fettsyrer som makrell. Reaksjonen skjer gradvis ved kontakt mellom oksygen og fett under lagring (Bernatek & Ditlefsen 2013). Denne prosessen kan utsettes ved å stenge oksygen ute og ved bruk av antioksidanter som C- og E- vitaminer, karotenoider og enkelte krydder. Røyking er også med på å hindre at feit fisk harskner ettersom røyken inneholder antioksidanter. Det er variasjon mellom fiskeslagene og tiden det tar før harskningen inntreffer. Makrell harskner eksempelvis mye raskere enn noe magrere fiskearter som torsk. Første trinn i denne prosessen er hydrolytisk spaltning av triglyserider til frie fettsyrer og glycerol. Enzymene (lipase) som finnes i fordøyelsessystemet hos usløyd fisk utfører spaltningen. Enkelte kortkjedede frie fettsyrer har en intens frastøtende lukt (Lynum 2005a) .



Fiskefett inneholder som nevnt også store mengder av de flerumettede fettsyrene EPA og DHA. Disse fettsyrenes dobbeltbindinger kan brytes ved en katalysert autoksidasjon. Hydrogenperoksider som dannes kan reagere videre til aldehyder, ketoner, og alkoholer som gir harsk smak eller lukt. Prosessen fører til delvis spalting av fettsyrene, noe som gjør molekylene mindre og lettere tilgjengelig for mikroorganismer.

Et fritt radikal inneholder et uparret elektron, og er derfor ekstremt ustabil. Dette reagerer lett med andre atomer. Ved det som kalles oksidativ harskning reagerer det frie radikalet med oksygen og danner peroksyradikal, som igjen reagerer med en fettsyre og danner peroksid pluss et nytt fritt radikal. Dermed settes det igang en kjedereaksjon som går svært raskt.



I næringsmiddelindustrien benyttes ofte antioksidanter som et tiltak mot harskning (Bernatek & Ditlefsen 2013). Antioksidanter kan være med på å bremse disse reaksjonene ved at de fanger opp de uparrede elektronene. Blant de primære antioksidantene finner vi butylhydroksyanisol (BHA), gallater, tokoferol (vitamin E), og betakaroten (forløper vitamin A) (Lynum 2005a).

2.2.5 Histamin

Histamin dannes fra aminosyren histidin, og er et stoff som blir produsert hos enkelte fiskearter etter rigor har inntruffet. Stoffet kan bli produsert ved feillagring eller høy temperatur over lang tid, og kan i verste fall gi sykdom hos mennesker. De vanlige symptomene er hevelse rundt munn, brennende følelse i munn og svelg, hodepine og kvalme (Folkehelseinstituttet 2013).

På verdensbasis regnes forgiftning av histamin som en av de vanligste formene for sykdom ved inntak av sjømat. Det er særlig fiskearter som inneholder mye av aminosyren histidin som

kan være aktuelle for utviklingen av høye histaminverdier. Spesielt fisk fra makrellfamilien er utsatt og det er derfor viktig å følge temperaturforløpet fra start til slutt (Digre 2006). Høye verdier av histamin kan påvises i næringsmidler, og verdiene blir kontrollert opp mot grenseverdiene (Folkehelseinstituttet 2013).

2.3 Bakgrunnsteori - varmebehandling

En av hovedgrunnene for å varmebehandle fisk- og fiskeprodukter er for å inaktivere mikroorganismer. Det finnes idag mange ulike metoder å måle inaktiverede mikroorganismer på. En type metode er bestemmelse av mikroorganismenes dødstill etter utført varmebehandling. Denne metoden ble opprinnelig brukt til steriliseringsprosesser (jf. Kap 2.3.1), men har i senere tid blitt benyttet for pasteuriseringsprosesser (Skipnes 2011).

Den opprinnelige teorien ble utviklet for inaktivering av bakterien *Bacillus botulinus*. I dette arbeidet blir varmeinaktivering log-lineær. Generelt kan dette beskrives som 1. ordens reaksjon, likning 3, og er vist under.

$$\frac{dN}{dt} = -kN$$

(likning 3)

Hvorav N er antall organismer ved tiden t og k er inaktiveringsraten (min^{-1}). I eksempler hvor k er konstant uten å variere med tid kan det benyttes en annen likning. Her er N_0 det opprinnelige antall mikroorganismer ved starten av varmebehandlingen (likning 4).

$$N = N_0 \cdot e^{(-kt)}$$

(likning 4)

Når det snakkes om matvitenskap og teknologi er det mer vanlig å karakterisere første ordens reaksjon ved bruk av desimal reduksjonstid (D -verdi). Med denne kan man ved en gitt temperatur finne tiden det tar for å redusere 90 % av mikroorganismene. Dette betyr tiden det tar for å redusere antall bakterier med en desimal (1 log) (likning 5). (Skipnes 2011).

$$D = \frac{\ln(10)}{k}$$

(likning 5)

Eksempelvis er pasteuriseringmetoden designet for å utføre 6-log inaktiveringer av bakterier.

2.4 Metoder for varmebehandling

Varmebehandling av næringsmidler har eksistert i flere tusen år og benyttes primært for å endre næringsmidlets egenskaper som smak, tekstur, mikroflora, og utseende. Matindustriens hovedprioritet er mattrygghet. Det har derfor blitt utviklet ulike typer kvalitetssikrings metoder for å forsikre næringsmiddelets sikkerhet (Norton et al. 2006). Noen relevante metoder vil bli beskrevet i dette kapitlet.

2.4.1 Steril varmebehandling

Steril varmebehandling er en prosess hvor et næringsmiddel er varmet opp til en høy nok temperatur over en lang nok tidsperiode til at alle vegetative celler, sporer og enzymer blir inaktivert (Fellows 2009a). Sterilisert mat krever mindre eller ingen oppvarming før konsumering. Når det snakkes om varmekonservert mat tenkes det først og fremst på hermetikk, og det var franskmannen Nicolas Appert som regnes som oppdageren av prinsippet hermetisering. Han fylte mat i beholdere som ble lukket, varmet de opp i kokende vann, og observerte at maten holdt seg bedre over lengre tid. Årsaken til at matvarer fikk bedre holdbarhet ved hermetisering ble ikke oppklart før Louis Pasteur rundt år 1860 fant sammenhengen mellom oppvarming og mikrobedrap. Han fant også at tid- og temperatur er viktige parametere for effekten, og at høy temperatur i kort tid kunne ha samme virkning som lav temperatur i lengre tid (Hemmer et al. 2006).

Prinsippet hermetisering innebærer at næringsmidlet blir oppvarmet slik at mikroorganismer som ellers ville fordervet næringsmiddelet blir drept eller inaktivert. Etter varmebehandling blir produktet vernet mot mikrobiell kontaminasjon på grunn av emballasjen. Det blir ofte brukt temperaturer på over 100 °C , og 121 °C er temperaturen som er oftest brukt i forbindelse med hermetisering av produktet (Hemmer et al. 2006). Når det skal avgjøres hvor kraftig produkter skal varmebehandles må man finne et kompromiss mellom disse faktorene:

- Varmeresistensen tilhørende mikroorganismene som skal inaktiveres
- Varmetilvirkningen produktet takler uten signifikant nedgang av smaks kvaliteten

Varmesterilisering kan hovedsaklig gjennomføres på to ulike måter. Næringsmiddelet kan bli pakket i tett emballasje og deretter varmebehandlet på en slik måte at mikroorganismer blir inaktivert eller drept (emballert varmebehandling). Den andre metoden er at næringsmiddelet først blir varmet opp og deretter fylt i steril emballasje. På den måten hindres inntrengning av mikroorganismer og metoden kalles aseptisk pakking (Fellows 2009a)

2.4.2 Pasteurisering

Pasteurisering betegner en metode varmebehandling benyttet for forskjellige produkter innenfor næringsmiddelindustrien. Metoden er viktig for å sikre næringsmiddelet mot tilstedeværelse av sykdomsfremkallende (patogene) bakterier, fordervelsesbakterier, virus og enzymer. Maten blir varmebehandlet ved en lavere temperatur enn 100 °C (Hemmer et al. 2006; Skipnes), og benyttes blandt annet for melk, fruktjuice og øl. Behandlingen er med på å forlenge holdbarheten uten å endre de sensoriske og ernæringsmessige egenskapene. Sammenlignet med sterilisering hvor holdbarheten ofte er flere måneder, oppnår man kun en holdbarhet på flere dager eller uker med pasteurisering (Fellows 2009a).

Pasteurisering og lett varmebehandlede produkter går ofte over i hverandre, og det er ikke klare grenser mellom begrepene. Fra tidligere tider har gjerne pasteuriserte produkter vært forbundet med lang holdbarhet i kjølekjede, som for eksempel for fiskekaker, fiskepudding og en rekke meieriprodukter. I dag ser vi et stort spekter av forskjellige pasteuriseringer som spenner fra høy temperatur over kort tid (HTST) som er varmebehandling ved 72 °C i 15 sekunder til høyere temperatur behandlinger (UHT) på opptil 140 °C i mindre enn ett sekund. Ofte velges pasteuriseringsbetingelsene etter det en ønsker å oppnå for næringsmiddelet. Det velges utifra spesielle effekter som ønskes for det enkelte produktet. Faktorer som vurderes er for eksempel lang holdbarhet eller høyt næringsinnhold (Nofima 2012).

2.4.3 Mild varmebehandling

”Cuisson sous vide” er et eksempel på mild varmebehandling. I denne inngår rå eller bearbeidet mat som blir vakuumpakket og varmebehandles før kjølelagring. Teknikken bruker vakuum under pakking av produktet eller mens produktet blir varmebehandlet. Behandlingen forgår med vann på under 100 °C. Dette gir en bedre konservering av tekstur og næringsmessig innhold i maten. Sous vide metoden består av rå materialer som blir kokt i kontrollerte omgivelser hvorav tid- og temperatur behandlingen styres med kjernetemperaturen til den varmestabile vakuumpakning (Iborra-Bernad et al. 2013). Produktene varmebehandles etter kontrollerte tid/temperaturbetingelser, etterfulgt av rask avkjøling (fra 90 °C til <3 °C innen 90 minutter). Produktene kjølelagres (<4 °C) videre frem til gjenoppvarming før servering. Metoden åpner mulighetene for ferdigmat med ferskhetspreg som innehar en viss holdbarhet. Den oppnådde holdbarheten er kortere enn for sterilisering- og pasteuriseringsteknikker (Skipnes ; Skipnes 2011).

Teknikken ble utviklet på 1970-tallet av franske kokker som pakket gåselever i plastposer før varmebehandling. Hensikten var å redusere kokesvinnet, men i tillegg ble både smak og konsistens betydelig bedre enn ved tradisjonell tilberedning. En videre utvikling av teknikken viste at det var mulig å beholde den gode smaken i produktet over en periode på 2-5 dager forutsatt at det ble kjølelagret kontinuerlig etter varmebehandling. Sous vide-teknologien åpnet dermed mulighetene for å bevare smak og aroma, redusere kokesvinn og samtidig oppnå økt holdbarhet på kjølte ferdigretter. Ekeltkomponenter av sous vide benyttes til restauranter, storhusholdning, catering og dagligvaremarkedet (Skipnes).

Sous vide-teknologien har vært i bruk i norsk matproduksjon de to siste tiårene og man har bred erfaring med sous vide innen restaurant, storhusholdning og catering. I dag ser man også at de samme produksjonsteknikkene brukes ved kraftigere varmebelastninger. Produkter kan dermed selges i landsdekkende butikkutsalgsalg med holdbarhet på flere uker.

2.5 Makrell i tomat som produkt

Ingredienser i Stabbur-Makrell: Makrellfilet (70 %), tomatpuré, vann, rapsolje, sukker (0,7 %), salt, antioksidant (askorbinsyre, sitronsyre) (Stabburet 2011).

Merkevaren Stabbur-Makrell ble lansert i 1958 er markedsført og eid av Stabburet. Stabbur-Makrell strekker seg helt tilbake til 1958, hvor Stabburet's grunnlegger Gunnar Nilsen fikk idéen om å lansere makrell fylt med tomatsaus i gule bokser. Året tidligere kjøpte nemlig Stabburet opp en liten hermetikk fabrikk i Fredrikstad som produserte hovedsaklig *pir* i hermetiske bokser. På denne tiden var det et sesongprodukt ettersom råstofftilgangen var problematisk (Stabburet 2011). Da tilgangen på *pir* var spesielt vanskelig i 1958 kom ideen om å bruke makrellfilet istedet. Dette ble starten på en klassiker som har fått godt fotfeste i den norske matpakkekulturen.

Idag finnes det mange ulike varianter av Stabburet-Makrell, og hvert år spises det ca. 108 000 000 brødkiver med Stabbur-Makrell (Stabburet 2011). Denne påleggssorten har et høyt innhold av gunstige fettsyrer som EPA og DHA som det blir et stadig større fokus på både fra konsumerne og helsemyndighetene (Ernæringsråd 2004). Per 100 gram makrellfilet i tomat er det 2,7 gram sammenlagt EPA og DHA (NIFES 2013). Dette dekker en normal persons behov for ω 3- fettsyrer med nesten det dobbelte (1,5gram) (Ernæringsråd 2004). Stabbur-Makrell bærer nøkkelhullsmerket på sine bokser. Produkter med nøkkelhullsmerket inneholder mindre salt, fett, sukker og mer fiber enn matvarer innenfor samme gruppe. Dette

er en frivillig merkeordning som myndighetene i Norden står bak. Nøkkelhullsmerket var opprinnelig en svensk merkeordning fra 1989, og ble videreført til Norge i senere tid (Helsedirektoratet 2012).



Figur 2. Stabbur-Makrell med det grønne nøkkelhullsmerket.

2.6 Sensorikk

Sensorikk er en vitenskapelig metode som analyserer og måler et menneskes reaksjon på mat og drikke (Sensory evaluation 2013). Sensorikk er læren om sansene. Når det snakkes om sensorisk analyse menes menneskers beskrivelse av produktenes utseende med lukt, smak, syn, tekstur og lyd. En slik undersøkelse kan utføres med et trent panel eller det kan utføres forbrukerundersøkelser med utrente panel (Ueland 2012).

Behovet for slike analyser har vært økende de siste årene, og da spesielt innenfor feltet produktutvikling. Det vitenskapelig feltet ”sensorikk” har hatt en enorm vekst de siste årene. For femten år siden var artikkelen ”*Food Quality and Preference*” relativt ny, men idag er den et viktig verktøy og en pilar for forskning innenfor sensorikk. Det finnes idag mange hundre artikler som omhandler sensoriske analyser.

Når forsøkene pågår er det viktig at feilkilder som merkeidentitet, produsent og annen informasjon holdes utenfor. Dette er for å hindre påvirkning (både negativ og positiv), og minske støy under selve testingen. Tiltak for å minske feilkilder er randomisert merking, randomisert serveringsrekkefølge, og lukkede båser. Det viktigste tiltaket er kanskje å benytte et trent panel som jevnlig får de sensoriske evnene satt på prøve, og da for eksempel gjennom en grunnsmakstesting.

En grunnsmakstesting går ut på at deltakerene må klare å skille mellom grunnsmakene som består av surt, søtt, bittert, salt og umami. Dette blir gjort ved å bruke lave konsentrasjoner av

de ulike smakene i vann, hvorav deltakerene må gjenkjenne og krysse av for de rette smakene (Lawless & Heymann 2010).

2.6.1 Sanser og persepsjon

Det finnes idag ingen type datamaskin som blir benyttet til de sensoriske testene. Instrumentet som dermed benyttes er mennesket. Ved å benytte sansene er det mulig å beskrive næringsmiddelet med hensyn til smak, lukt, utseende og tekstur. Denne tilnærmingen kan være subjektiv, objektiv eller en kombinasjon avhengig av hva som er ønskelig å avdekke.

Data generert fra mennesker har høy variasjon. Det er mange parametere i menneskets responssystem som ikke kan bli fullstendig kontrollert. Eksempelvis humør og motivasjon av deltagelsen, deres fysiologiske sensitivitet på sensorisk stimuli, og fortid og kjennskap til like produkter. (Lawless & Heymann 2010).

2.6.1.1 Synssansen

For mennesket er synet en avgjørende sans for å kunne orientere oss i omgivelsene som vi møter hver dag. Høyerestående organismer har utviklet evnen til å skille mellom farger, fargesyn, og dybdesyn. Lyset som reflekteres fra et objekt, eller lyset som passerer gjennom et objekt, blir plassert på hornhinnen av seeren. De visuelle reseptorene, stavene og tappene, er lokalisert i retina i øyet. Disse reseptorene inneholder lyssensitive pigmenter som endrer form ved stimulering av lysenergi. Dette fører til en rekke elektriske nerveimpulser som reiser langs den optiske nerven og til hjernen (Lawless & Heymann 2010).

I næringsmidler og spesielt i kjøtt, frukt, og grønnsaker vurderer ofte forbrukeren den initiale kvaliteten til produktet ved å måle dets farge og utseende. Vanligvis kan det fysiske utseende til et produkt bli målt gjennom synssensorikk. Et eksempel kan være "I hvilken mengde er tomatsaus synlig i produktet?". I dette eksempelet er det "mengde" som blir rangert fra lite til mye. Et annet eksempel på bruk av synet innen sensorikk er ved intensitet differensiering. For eksempel "hvor sterk oppfatter du den røde fargen?", noe som kan gi en god indikasjon på hvor man er i forhold til en referanseprøve.

2.6.1.2 Luktsansen

Luktesans er en kjemisk sans i likhet med smakssansen. Luktecellene stimuleres bare av flyktige stoffer, stoffer som avgir molekyler til luften. Mennesker kan skille mellom 10 000 forskjellige lukter. Det sterkeste luftstoffet vi kjenner idag er metylmerkaptan, som er merkbart i løk og råtnende kjøtt. For de fleste dyr er luktesansen helt livsviktig.

Et luktestoff må kunne være vannløselig for å passere slimlaget over luktehårene og fettløselig for å trenge inn i celleveggene. Luktestoffene binder seg til såkalte luktreseptorer på luktecellene, og dernest settes det igang en biokjemisk reaksjonskjede som ender i hjernen. Luktesansen har også betydning for fordøyelsessystemet fordi den setter igang sekresjon av spytt og andre fordøyelsessafter, og den har stor betydning for nytelse av mat. Mange av inntrykkene vi antar er smaksinntrykk er i virkeligheten luktefølelser, dermed er luktesansen utrolig viktig innenfor sensorikk (Winther 2009).

Adaptasjon er et kjent fenomen som gjelder for alle sanser. Dette involverer tap av følsomhet for en bestemt type stimuli når sansen har vært stimulert en stund. I enkelte tilfeller ved forlenget stimuli, kan habituering forekomme, hvilket innebærer tilvenning til stimulien slik at man ikke lenger registrerer at stimulien er til stede (Lawless & Heymann 2010). Dette er en faktor som bør benyttes i vurderingen av resultatene fra en spesielt lang testinging.

2.6.1.3 Smakssansen

Det finnes fem grunnsmaker per idag. Disse består av smakene salt, søtt, bittert, surt og umami hvorav sistnevnte er relativt ny. For våre forfedre var disse nyttige for å kunne skille giftig mat fra trygg mat.

Til forskjell fra luktesansen baserer smakssansen seg på små samlinger av celler på tunga, munnhulen og ganen. Disse samlingene ligner løklignende konfigurasjoner, og kalles papiller. De spesialiserte strukturene kalles bladformede papiller, sopplignende papiller, eller vollgrav papiller (Danielle Reed 2006). For søthet, bitterhet og umami har det blitt karakterisert to familier av reseptorproteiner, T1Rs for søthet og umami, og T2Rs for bitterhet (Lawless & Heymann 2010). Variasjoner i følsomhet for spesielt bitterhet kan tydelig observeres i befolkningen.

Det er stor forskjell mellom smaksevne og individ. Forskning gjort av dansker ved Universitets institut for Fødevarer tyder på at jentene har bedre smakssans enn guttene (Malm 2008). I tillegg er noen enkeltpersoner også ”supertasters”, noe som betyr at de er født med ett eller to alleler av genet TAS2R28. Disse menneskene oppfatter et mer nyansert smaksbilde, og opplever ofte vanlig mat som for bitter, søt eller krydret (Malm 2008) Spesialiserte sanseorganer på tungen og i ganen inneholder reseptorene for vår smakssans. Disse cellene er modifiserte epitel celler og har et livsforløp på cirka 8 uke (Lawless & Heymann 2010).

Som for luktsansen viser også smaksansen adaptasjon ved forlenget stimuli. For å unngå adaptasjon er det derfor viktig for paneldeltakere å ta små munnfuller og legge inn pauser mellom prøvene.

2.6.1.4 Følesansen

Varme, kulde, trykk og vibrasjon kan registreres med sanseorganene i munnhulen, huden og på tungen. Fingertuppene, leppene og tungen er de stedene på kroppen som har flest nerveender og dermed mest følsomme. Lengst ut mot overflaten til huden finnes reseptorer som adapterer langsomt, også kalt trykkreseptorer. I tillegg til disse finnes det også reseptorer som adapterer hurtig, også kalt berøringsreseptorer.

En viktig sensorisk del er næringsmidelets utseende (form, flate), og teksturen. Begrepet ”god mat” innebærer for de fleste kombinasjonen av selve smaken, og teksturen som oppleves i munnhulen. Denne teksturen kan være sprøhet, mørhet og viskositet (Studiegruppe 1977).

2.6.2 Sensoriske metoder

En sensorisk analyse burde innledes med å definere hva man ønsker og oppnå med analysen. Dette kan eksempelvis være å sammenligne eget produkt med konkurrentens, undersøke om den nye råvaren er like god som den tidligere benyttede råvaren, eller å gradere et produkt i forhold til en attributt som farge og søthet (Hemmer et al. 2006).

Sensoriske tester er delt inn i to grupper: forskjellstester eller differansetesting, og kvalitative eller kvantitative tester. Det kommer en mer utfyllende forklaring på de ulike metodene i senere avsnitt.

Både i gruppen forskjellstester og i den kvalitative eller kvantitative finnes det flere ulike metoder. Hver enkelt metode er bygd opp og tilrettelagt etter et mønster som er tilpasset statistiske modeller. Sensorikk er helt avhengig av statistikk som verktøy, og valgt metode må være tilpasset formålet.

Differansetesting er relativt enkle å utføre og analysere statistisk, men konklusjonen som trekkes er begrenset. Kvalitative og kvantitative tester krever mer detaljert arbeid og forberedelse med trente dommere (Studiegruppe 1977).

2.6.2.1 Differansetesting

For å bestemme om det er noen differanse eller forskjell mellom to produkter benyttes differansetesting. Dette er den minst omfattende testingen som blir utført innenfor sensorisk analyse. Analysen baserer seg på statistisk frekvens og proporsjoner. Det er tre vanlige differanse tester som benyttes; *triangel test*, *duo-trio test*, og *partest*.

Ved en triangel test får dommerene servert tre prøver, hvorav en skiller seg ut, og de to andre er like. Dersom et bestemt antall dommere klarer å skille ut den ”ulike” prøven betyr det at prøven er statistisk ulik de andre. En annen flervalgstest er duo-trio test. Her er det også tre prøver man får utdelt hvor en er merket medreferanseprøve. Referanseprøven blir testet først og påfølgende de to neste prøvene. Av de neste prøvene er en lik referansen, mens den andre skiller seg ut. Dommeren må her finne ut hvilken av prøvene som skiller seg ut. En tredje differansetest er partesten. Her får dommeren utdelt to prøver og en gitt attributt. Attributten kan eksempelvis være søthet, grad av rødfarge eller saftighet. Videre skal dommeren avgjøre hvilken av de to prøvene som har høyest eller lavest verdi av den gitte attributten.

Forskjellstester er bevist å være svært effektive og appliseres ved mange ulike områder per idag (Lawless & Heymann 2010). Dersom prøvene i nevnte tester ovenfor blir bedømt ulike er det vanlige å gå videre på kvalitative metoder for å utforske hva forskjellen betyr for produktet.

2.6.2.2 Beskrivende metoder

Med beskrivende metoder får man svar på hva en eventuell forskjell består av, og i hvor stor grad forskjellen er fremtredende. Ved denne metoden skal dommer gi uttrykk for en viss mengde eller intensitet av en attributt. Dette blir utført ved å benytte en skala med tallverdier, og det er de som utfører analysen som bestemmer hvilken type tallverdier som skal benyttes. Som hjelp i denne metoden følger det ofte med en liste over navn eller betegnelser som beskriver ulike egenskaper ved det produktet det gjelder. Dersom dette er tilfellet skal det også være et kommentarfelt på undersøkelsen (Hemmer et al. 2006). Betegnelsene er ment å hjelpe dommerne med å sette ord på inntrykk og opplevelser under selve gjennomføringen.

2.6.2.3 Forbrukertester

Det siste steget i en sensorisk evaluering er vanligvis forbrukertesting. På dette tidspunktet har produktutviklerne som oftest klart å kutte ned på mange parametere, og det er dermed mulig å behandle datainformasjon fra testene. Hovedgrunnen til å utføre denne testen er å minske mulighetene for at et produkt mislykkes på markedet. En forbrukertest laget for en prototype

kan bringe mange ulike detaljer med informasjon som er nyttig for produktutviklerne. Dette er et viktig steg før lansering av et eventuelt produkt (Lawless & Heymann 2010).

Sensorisk forbrukertesting kan også avdekke et problem ved prototypen og diagnostisere dette. Resultatene fra forbrukertestene kan ofte gi produktutviklerne STOP eller GO avhengig av om de liker eller ikke liker produktet. Det er kostnadseffektivt for bedriften at dette blir gjort så tidlig som mulig og slik at bedriften kan bruke mer penger på markedsføring og markedsundersøkelser. Dette kan hindre dyrebare feil og kan føre til en ny formulering av produktet hurtigst mulig (Lawless & Heymann 2010).

2.7 Statistiske metoder og analyser

Resultater fra sensoriske analyser inneholder store tallmengder. Derfor er det hensiktsmessig å benytte statistikk som et verktøy for å tolke disse. Til dataanalyse ble variansanalyse og multivariable dataanalyser benyttet.

2.7.1 Variansanalyse – ANOVA

2-veis ANOVA er et statistisk analyseverktøy som hensiktsmessig når informasjonen har minimum to replikater og prøvene er presentert i randomisert rekkefølge. Analysen er med på å bryte ned en respons variasjon til flere deler som kan sammenlignes med hverandre for signifikanstesting. Dersom den strukturerte variansen ikke er større enn den randomiserte variansen kan effekten regnes som ubetydelig, og hvis ikke regnes den som signifikant.

Nullhypotese er en hypotese som beskriver en antatt virkelighet, og F-verdien sier noe om hvor tilfeldig svaret på en analyse er. Dess høyere F-verdi, desto mer variasjon i den uavhengige variabelen kan forklares av den manipulerende faktoren. For å estimere sannsynligheten og å få en høy F-verdi under nullhypotesen, finner vi p-verdien (signifikans-nivå) (Svartdal 2011). Jo mindre p-verdi, jo mer sannsynlig er det at den observerte effekten ikke bare er tilfeldig. Vanligvis blir en effekt funnet signifikant forskjellig om p-verdien er under 0,05 (95 % nivå), og det er da mindre enn 5 % sannsynlighet at resultatet er tilfeldig. Da følger det grunn til å anta at den observerte effekten ikke er på grunn av tilfeldige variasjoner og at den er signifikant.

ANOVA resultatene blir vanligvis presentert i en tabell. Ved å se på resultatene fra ANOVA kan vi finne hvilke p-verdier for egenskapene som er signifikant ulik fra null, og det betyr at det er disse egenskapene som skiller seg ut og har betydning for det endelige resultatet.

2.7.2 Panel Check

PanelCheck er en programvare som tilbyr tester av både hele det sensoriske panelets ytelse og prestasjonene til enkelte utvalgte dommere. Det har til hensikt å avdekke hvilke produkter og hvilke sensoriske egenskaper dommerne trenger mer trening og kalibrering på. PanelCheck fungerer som en kvalitetskontroll på de sensoriske analysene. Videre gjør PanelCheck det enklere å analysere testresultatene, fordi vanskelig statistisk materiale blir lettere tilgjengelig med bruk av grafer og figurer (Nofima).

3. Materialer og metoder

3.1 Varmebehandling – Bakgrunn

Stabburet har tidligere gjennomført en videreutvikling av et sammenlignbart produkt ved bruk av en endret varmebehandling. Denne videreutviklingen har ført frem mot et vellykket resultat. Et tidligere utført forsøk på Stabbur-Makrell viste imidlertid at produktet smakte ”harskt” og ikke var spesielt sensorisk tilfredsstillende. Her ble produktet varmebehandlet ved 85 °C og 100 °C. Det sammenlignbare produktet som har blitt utviklet ble varmebehandlet ved 80 °C, og dette kan derfor være en indikasjon på at temperaturen også er egnet for Stabbur-Makrell. I et møte ble det derfor bestemt å benytte 80 °C som kjernetemperatur med ulik holdetid (minutter). Videre skulle det observeres om dette bedret, forverret, eller ikke hadde effekt på den sensoriske opplevelsen av produktet. Etersom temperaturen er lavere og behandlingstiden kortere enn den originale varmebehandlingen, ble det bestemt å foreta en enkel mikrobiologisk analyse av det nye produktet. Teoretisk antall produserte prøver til mikrobiologiske- og sensoriske analyser ble bestemt (jf. tabell 2).

Tabell 2. Teoretisk antall prøver til sensoriske og mikrobiologiske uttak.

Prøvenummer	Prøve	Sensorikkuttak	Kimtalluttak	Antall bokser	Lager av hver prøve
0	Ukokt	-	1	4	4
1	1	5	7	128	150
2	10	5	7	128	150
3	20	5	7	128	150
4	30	5	7	128	150
5	ref	5	7	128	150
				644	754

3.2 Råvarer og utstyr

3.2.1 Tillaging av prøvematerialet

Tillaging av prøvematerialet ble utført henholdsvis 30. og 31. januar 2013. Deretter ble de ferdiglagde prøvene fraktet i kjølebager med kjøleelementer fra Kungshamn (Sverige) til Stabburets hovedkontor lokalisert på Kolbotn (Norge). Her ble prøvene oppbevart ved 2-4 °C i et kjølerom.

Prøvematerialet som skulle benyttes til mikrobiologiske analyser ble fraktet til UMB (meieribygningen). Under transport ble det benyttet kjølebager og nedkjølingselementer for å opprettholde en kontinuerlig kjølekjede.

3.2.2 Råvare - makrell

I forsøket ble det benyttet frossen makrell som er standardråvare benyttet til produksjon av Stabbur-Makrell. Fersk makrell blir benyttet dersom det er tilgjengelig. Hovedfisket av makrellen som blir benyttet til produksjon foregår i Nordsjøen og Norskehavet (FAO-området IVa og IVb) (jf. vedlegg 1). Råvarene ankommer fabrikken i Kungshamn fryst (deler av året), ferdig sløyd, filetert, og med skinn.

Filetene ble satt til opptining i et tinekabinett ca 3 timer før produksjon. Til oppgaven ble det benyttet ca. 80 kg makrellfilet. Disse ble nøye tilskjært på transportbånd for å fjerne uønskede bestanddeler (finner og pinnebein) (jf. Kap 2.1.1). Råvareutsnittet som ble benyttet er vist i figur 3. Tilskjæringen foregikk manuelt med skjærekniv av undertegnede og tre fabrikkmedarbeidere. Dette trinnet i produksjonsprosessen kalles renskjæring men blir i oppgaven modifisert til tilskjæring. Produktet fulgte deretter et normalt prosessforløp som vist i figur 6.



Figur 3. Makrellfilet. T.v hel filet, t.h tilskjært uten pinnebein (foto: S. Løken).

3.2.3 Råvare - tomatsaus

Ingredienser i tomatsausen er tomatpurè, vann, rapsolje, sukker, salt, antioksidant (sitronsyre E330 og askorbinsyre E300).

Det ble tillaget en egen tomatsaus til denne produksjonen grunnet tidligere forsøk. Forsøkene har vist at tomatsausen smaker mindre søtt ved en kortere varmebehandling. Grad av mindre søthet kan skyldes at det oppstår mindre enzymatisk bruning, eller mindre spalting av karbohydratene som kommer fra tomatene i tomatsausen. Dermed er det avgjørende å minimere eller fjerne denne feilkilden. For å oppnå en saus som er mest mulig lik standardproduktet ble det derfor tilsatt noe mer sukker.

I produksjonen ble det pumpet ut ca. 65 kg ferdig saus over i en rustfri stålvogn (stette) den 31. januar. Til denne ble det tilsatt ferdig innveid tørt sukker (1,35 kg). Sukkeret ble rørt godt inn, og stetten ble videre kjørt inn i produksjonen og sausen ble tømt manuelt over i sausedoserene ved hjelp av rene plastikkbøtter. Halvparten gikk til bunnsaus og halvparten til toppsaus på produktet.

3.2.4 Emballering

Til pakking og emballering ble det benyttet hermetisk forpakning til produktet og pappesker for å samle opp boksene etter produksjon. Boksen som ble benyttet til produksjon rommer 170 g produkt. Det er den samme bokse som benyttes til å emballere standard Stabbur-Makrell. Lasermerkingen på boksene ble endret for denne produksjonen til ”prøve 1”, ”prøve 2”, ”prøve 3”, ”prøve 4”, og ”prøve 5”. Prøvenes teoretiske varmebehandling er vist i tabell 2. Den modifiserte Stabbur-Makrell skulle gjennomgå en standard varmebehandling i produksjonens autoklav og ble derfor lakkert røde. Dette var for å med letthet plukke de ut av autoklavkurvene i etterkant (figur 4).

Modifisert Stabbur-Makrell gjennomgår en standard Stabbur-Makrell varmebehandling, men med et noe annerledes råvaresnitt og tomatsaus. Grunnen til at det tillages en prøve med lik varmebehandling som standard Stabbur-Makrell var for å kunne sammenligne disse to. Dette medfører en større sikkerhet i forhold til informasjonen om den sensoriske forskjellen som kan skyldes flere faktorer. For eksempel råstoffet, råvareutsnitt, naturlig variasjon, tomatsaus, eller varmebehandling. Blir prøvene like ved de sensoriske testene antyder dette at råvareutsnitt og tomatsaus ikke har innvirkning på smaksprofilen.



Figur 4. Emballasje. Lakket røde før varmebehandling (foto: S. Løken).

3.2.4 Tilberednings utstyr

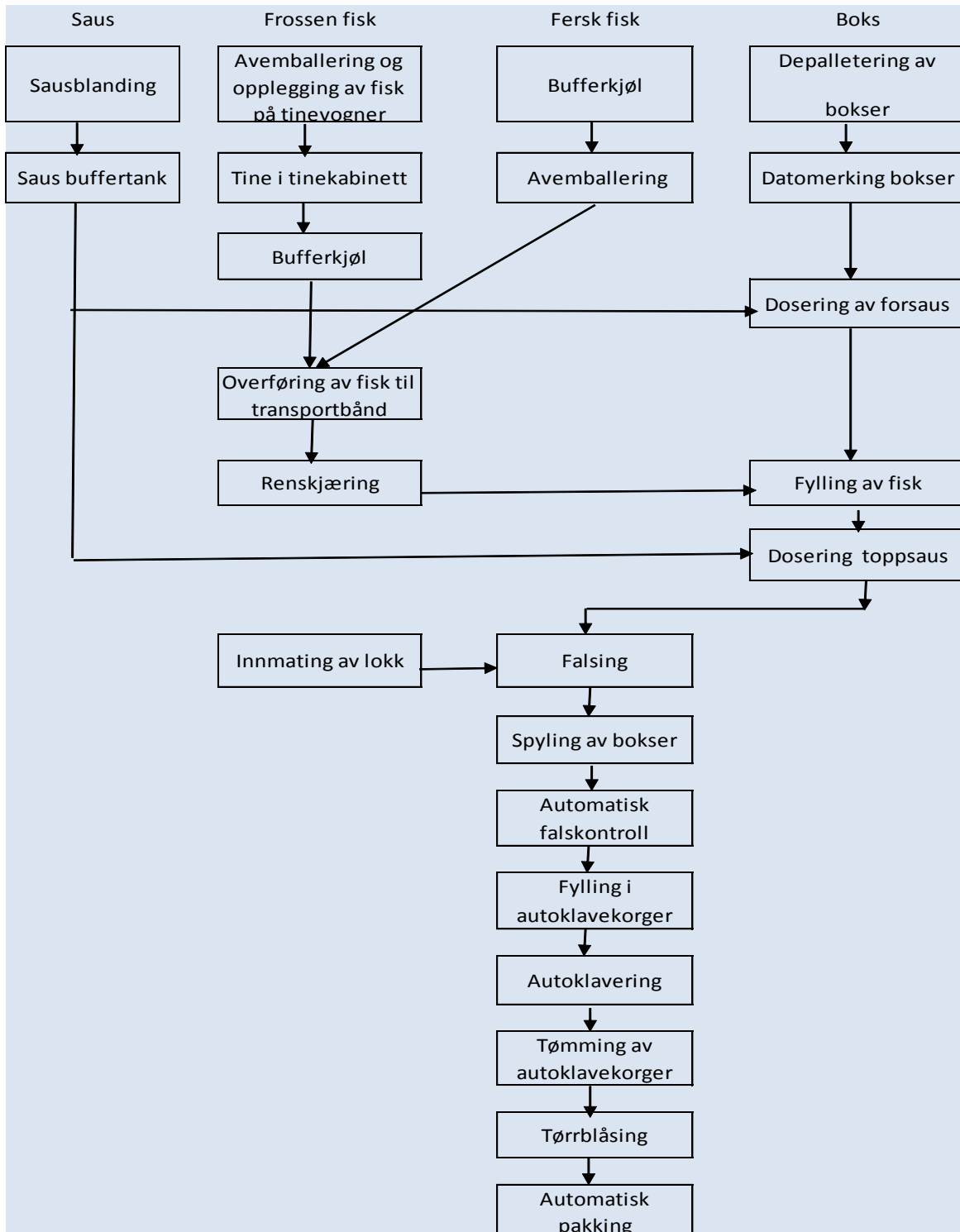
Til alle prøvene med unntak av modifiserte Stabbur-Makrell, ble det benyttet en pilot autoklaven (PU-autoklav). Autoklaven er elektrisk, av merket Sterilow barriquand og levert av Roanne france. Autoklaven ble laget for ABBA Seafoods i 1994. Produksjonsnummer på maskinen er ES 1052.

3.2.5 Måleutstyr

For å måle temperatur i produktet ble det benyttet seks loggere av merket TrackSense Pro. Temperaturloggerne bestod av rustfritt stål og består av elektronikk forseglet i vann- og temperaturbestandig materiale. Loggerne kunne operere i temperatur området $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ – til $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ og ved et ytre trykk på mellom $0 - 10\text{ bar}$. Loggernes kapasitet med hensyn på loggføring når temperaturen måles med ett sekunds intervall er 24 timer.

For avlesing av loggerene ble en avlesningsstasjon tilhørende loggersettet benyttet. Denne laster inn temperaturinformasjonen fra loggerene og gjør de loggede dataene tilgjengelig. Loggerene ble levert av Ellab.

3.2.6 Prosesslinje fra råvare til produkt



Figur 5. Flytdiagram for produksjon av Stabbur –Makrell. Produksjon fulgte linjen for frossen fisk.

Produktet som ble tillaget til denne oppgaven fulgte et prosessforløp som vist i figuren over. Som nevnt ble trinnene ”tilskjæring” og ”autoklavering” noe endret.

3.2.7 Temperaturforløpet

Temperaturen i produktet ble kontinuerlig logget annenhvert sekund de første 48 timene etter produksjon. Dette var for å kontrollere eventuelle avvik mellom autoklavtemperatur og produkttemperatur, og for å følge produktet's kjølekjede ned til >4 °C.

De seks trådløse temperaturloggere ble benyttet for å måle og loggføre temperaturen i makrell boksene underveis i varmebehandlingsfasen og nedkjølinging såvel som frakt og inn på kjølerom.



Figur 6. Standard emballasje innstallert med temperaturloggere (foto: Silje S. Løken).

Det var også temperaturlogger for den modifiserte Stabbur-Makrell. I grafen for denne prøven foreligger det sensitiv informasjon og den er derfor ikke blandt vedleggene.

3.3 Praktisk gjennomføring

3.3.1 Varmebehandling

Prøvene ble delt opp i fem batcher, hvorav hver batch bestod av ca. 150 bokser. Boksene ble merket med prøvenummer under produksjon ved hjelp av en lasermerker. Merkingen ble gitt med "prøve 1", "prøve 2" osv. Etter produksjon ble boksene plukket opp fra esker og transportert til pilotavdelingen. Her ble de ulike batchene randomisert før varmebehandling for å unngå at rekkefølgen i autoklav skulle ha noen videre innvirkning på forsøkene.

Prøvene fikk deretter ulik grad av varmebehandling ved en autoklavtemperatur på 90 °C i 1, 10, 20 og 30 minutter. Behandlingen ble styrt etter kjernetemperatur på 80 °C. Dette betyr at i det øyeblikket temperaturen i midten av boksen nådde eksakt 80 °C startet behandlingstiden.

Hoveddelen av nedkjølingen foregikk også i autoklaven ned til ca. 24 °C (jf. vedlegg 2) , og deretter videre i kjølebag og kjølerom. Oppsett av temperatur og holdetid er vist i tabell 3.

3.4 Mikrobiologiske analyser

Det ble både utført mikrobiologisk analyse av rå makrell, og deretter av de varmebehandlede produktene etter tillaging. Tidspunktene var omtrentlig de samme som for de sensoriske testene (jf. tabell 3).

3.4.1 Vekstsubstrat

Vekstsubstratet som benyttes ved kimtallanalyse er "Plate Count Agar" (PCA). Dette er et rikt vekstmedium som benyttes for å dyrke opp totaltall (totale antall bakterier). Ettersom det forutsettes kontinuerlig kjølekjede av produktet er det relevant å bestemme kimtall med hensyn på kuldeelskende bakterier (psykrotrofe bakterier) (7-10 dager, 4 °C).

3.4.2 Prosedyre

Et uttak på 25,0 gram ble tatt fra hver prøve med steril skje. Denne ble deretter overført til en miksemaskin (stomacher), og tilsatt 225 ml fortynningsvæske (sterilt vann). Blandingen ble homogenisert i 1-2 minutter. Deretter ble det tillaget en fortynningsrekke fra 10^{-1} - 10^{-3} med steril pipette i reagensglass. Alle glass og blandeposer ble merket med prøvenummer.

Det ble foretatt en overflatespredning for denne analysen. For hver prøve og fortynning ble det tillaget to paralleller av alle analysene for å ha en større sikkerhet i resultatene.

Prøvematerialet ble fordelt utover de forhåndsstøpte petriskålene med en glassstav, hvorav det alltid startes med høyeste fortynning. Glass staven ble sterilisert mellom hver prøve og fortynning ved hjelp av sprit og flamme.

3.4.3 Lagring

Etter tillaging ble petriskålene stablet og snudd på hodet for å unngå unødvendig kondens. Alle prøvene ble lagret ved 4 °C i 7-10 dager. Etter endt lagring ble skålene lest av og destruert.

3.5 Sensoriske analyser

3.5.1 Forforsøk

To av veilederene på Stabburet, samt sensorisk ansvarlig i Stabburet og undertegnede hadde en prøvesmaking på produktene fire dager etter tillaging. Dette var for å undersøke om det var tydelig forskjell mellom prøvene og for å sette opp de parameterene som skulle bedømmes

under de sensorisk analysene. Hadde det ikke blitt observert en tydelig nok forskjell mellom prøvene, ville det blitt gjennomført en form for differansetesting (jf.2.6.2.1) fremfor beskrivende analyse (jf.2.6.2.2).

Denne prøvesmakingen satte rammene rundt hovedforsøket, og prøvematerialet, bedømte egenskaper og metodikk ble diskutert. Utfra denne seansen ble det avtalt hvilke attributter som skulle inkluderes i hovedforsøket. I tillegg ble det bestemt hva som skulle vektlegges i forhold til metodikk ved bedømming. Metoden som ble avtalt å gjennomføre var beskrivende analyse (jf. 2.6.2.2). Analysen er nyttig for å få informasjon om hva forskjellen mellom prøvene bestod av.

3.5.2 Trening med dommere

De utvalgte dommerene har deltatt i et lignende forsøk tidligere. Alikevel ble det gjennomført en treningsrunde før det sensoriske forsøket. Ved dette treningsforsøket fikk panelet utdelt tre ekstrempøver fra et uttak på de minst, middels og mest varmebehandlede prøvene. Alle prøvene var kodet med tre randomiserte siffer og ble servert i en tilfeldig rekkefølge. Her ble prøvene behandlet i 1 og 20 minutter samt modifisert Stabbur-Makrell benyttet (jf. tabell 1), med et gjentak. Trening ble gjennomført på samme dag som det første sensoriske forsøket og involverte kalibrering av panelet i forhold til de egenskapene som inngikk i bedømmingen. Resultatene ble deretter diskutert i plenum og panelet kalibrert etter forsøket. Det ble benyttet fire eller fem dommere ved hver analyse.

3.5.2 Beskrivende analyse

En tidligere utviklet bedømmelsesskala ble benyttet i forsøket. Denne hadde valgmulighetene; ingen, svak, tydelig, sterk og meget sterk (jf. vedlegg 3). Ved første runde ble det lagt inn en pause på fem minutter. Grunnen var for å unngå at dommerne ble slitne med både trening og forsøk rett etterhverandre. Pauser i sensorisk testing er også et tiltak for å motvirke adaptasjon (jf.2.6.1.2) .

Alle dommerne mottok samme prøve samtidig som følge av tilgjengelig utstyr og tilberedning av prøvene. Dommernes tid til evaluering var satt til ca. 5 minutter per prøve, men individuelt tempo ble benyttet i evaluering innenfor gitt ramme.

De sensoriske egenskapene ble vurdert i henhold til utdelt skjema med sensoriske attributter og egenskapsforklaringer (jf. vedlegg 3 og 4). Rekkefølgen for bedømmingen av egenskapene

på skjemaet var også den rekkefølgen som det var ønskelig at paneldeltagerene skulle følge. De sensoriske attributtene ble undersøkt i følgende rekkefølge:



Figur 7. Skjematisk oppsett av rekkefølgen for den sensoriske bedømmingen (jf vedlegg 3 og 4). Det var to gjentak av prøvene og poengskala fra 1-5.

Prøvene ble tatt ut av kjølerommet ca. to timer før analysen skulle utføres, for å oppnå romtemperatur. Med hensyn på prøvenes innhold ble prøvene lagt opp underveis i forsøket. Dette var for å unngå oksidering av fett, og at hver prøve ble behandlet likt. Prøvene fikk randomiserte koder bestående av tre siffer, og ble servert i tilfeldig rekkefølge ved hver av de sensoriske analysene. Til hver sensorisk analyse fikk dommerne utdelt plastkniv, plastgaffel, spyttekopp, et glass romtemperert vann og servietter. Kniven hadde sagtenner for å kunne dele opp prøven på tallerken. Dette var for å med letthet bestemme fastheten til prøvene. Den beskrivende analysen ble gjennomført ved fem ulike tidspunkt (jf. tabell 3).

Tabell 3. Dato for utførelse av sensorikk og antall dager lagring av produkt.

Dager etter tillaging	Dato	Antall dommere
7	8. februar	5
15	14. februar	5
30	28. februar	5
60	4. april	4
90	25. april	4

*Standard Stabbur-Makrell var lagret i 90 dager for hvert sensoriske forsøk

3.6 Databehandling og statistiske analyser

De sensoriske analysene ble analysert ved hjelp av variansanalyse og modeller fremstilt v.h.a programmet "Panelcheck". ANOVA ble benyttet for å identifisere signifikante forskjeller mellom ulike attributter i smaksprofilen. Prøver hvor $p < 0,05$ er vurdert som signifikant forskjellige.

2-Veis ANOVA ble benyttet for hvert sensorikk uttak for å bedømme om dommerene benyttet skalaene forskjellig fra hverandre og for å bestemme om panelet som en helhet klarte å diskriminere mellom prøvene. Dommereffekt figuren indikerer om dommerene brukte skalaen likt eller forskjellig fra hverandre, og eventuell hvilke(n) attributt(er) som ble bedømt med ulik skala. Produkteffekt figuren indikerer om dommerene som et helt panel har klart å diskriminere mellom prøvene. Figurene er utarbeidet med PanelCheck (jf. vedlegg 5).

Principal Component Analysis (PCA) ble benyttet for å få frem eventuelle grupperinger av prøvene.. PCA – plots ble utarbeidet av programvaren panelcheck. Spiderplot er en form for PCA-plot uten standardisering.

4. Resultater

4.1 Temperaturer og behandlingstid

Det ble registrert temperatur hos prøvene ved noen kritiske tidspunkt. Registreringen skjedde før, gjennom, og ved endt varmebehandling. Temperaturene er fremvist i tabellen under (jf. vedlegg 2).

Tabell 4. Temperaturmålinger for de ulike prøvene. Kokevannet i autoklaven var 90 °C.

Temperaturmålinger					
Minutter behandlet	1	10	20	30	Modifisert Stabbur-Makrell
Før varmebehandling [°C]	8	8	8	8	*
Endt varmebehandling [°C]	81,0	89,9	88,9	89,2	*
Endt nedkjølingsprogram i autoklav[°C]	24	23,9	23,9	24,1	*

* Modifisert Stabbur-Makrell ble behandlet i produksjonsautoklaven i likhet med standard Stabbur-Makrell.

Oppvarmingstiden er tiden det tar før produktet oppnår en kjernetemperatur på <80 °C. Det ble registrert varmebehandlingstid med oppvarmingsdelen, og uten oppvarmingsdelen.

Tabell 5. Behandlingstid for de ulike prøvene med og uten oppvarmingstiden. Tiden målt i minutter (min).

Behandlingstid for de ulike prøvene						
Teoretisk minutter varmebehandling	1	10	20	30	Modifisert Stabbur-Makrell	Standard Stabbur-Makrell
Utført varmebehandling ved kjernetemperatur <80°C	1	10	20	30	*Standard	*Standard
Total holdetid	11	18	29	42	*Standard	*Standard

*Sensitiv informasjon. Prøvene fikk standard varmebehandling.

4.2 Histaminanalyser

Histamininnhold undersøkes for fiskearter som er kjent for å forårsake denne type forgiftning. Det er viktig å foreta en slik analyse for å hindre matforgiftning hos forbruker. Analysen er spesielt viktig dersom råvaren eller produktet har blitt stående lenge før varmebehandling. Histamininnholdet i prøvene var langt under kravene som er satt. Innholdet funnet i de ulike prøvene er vist i tabell 6.

Tabell 6. Histamininnhold i de ulike prøvene fremvist som mg/kg.

Histamininnhold					
Minutter varmebehandlet	1	10	20	30	Modifisert Stabbur-Makrell
Histamin	4,0	4,01	3,17	3,0	3,67

Grenseverdi for histamininnhold i relevante fiskearter er 100mg/kg (Lovdata 2005)

4.3 Mikrobiologiske analyser

Den mikrobiologiske analysen som ble foretatt ga tilfredstillende resultater. Ukokte prøver hadde et lavt innhold av kde/g, noe som vitner om god hygiene igjennom veien fra fangst av makrell frem til fabrikk, og produksjon. Ingen forskjell ble observert for mikrobiologisk kvalitet for standard varmebehandlede produkter og mildt varmebehandlede produkter (jf. tabell 7). Kimtallet er en gjennomsnittverdi av to paralleller.

Tabell 7. Kimtall for de ulike prøvene gjennom lagring. Tallene er fremvist som kolonidannende enheter per gram (kde/g).

Kolonidannende enheter per gram					
Minutter varmebehandlet	1	10	20	30	Modifisert Stabbur-Makrell
Ukokt	$9,0 * 10^2$	-	$1,0 * 10^3$	-	$6,0 * 10^2$
7	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$
15	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$
30	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$
60	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$
90	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$	$> 1,0 * 10^1$

4.4 Sensoriske analyser

Standard Stabbur-Makrell hadde minst bilukt og fiskesmak, men verdiene økte gjennom lagring. Prøvene som ble behandlet med den mildeste varmebehandlingen (1,10 og 20

minutter) hadde høyest grad av hvithet, men verdien sank noe gjennom lagring. Modifisert Stabbur-Makrell hadde den høyeste verdien for fasthet. For attributten tyggemotstand og fasthet ble det funnet lite forskjell mellom prøvene. Det er antydning til høyere saftighet ved en mildere varmebehandling. Standard Stabbur-Makrell fikk de laveste verdier for fiskesmak og bismak. Verdiene for bismak økte gjennom lagring for Standard Stabbur-Makrell, mens de minket for prøvene som ble varmebehandlet i 30 minutter og mindre.

Utrekning av gjennomsnittverdi for bedømmingen av de ulike attributtene med standardavvik er fremvist i tabellene under.

Bilukt						
Minutter varmebehandlet	1	10	20	30	Modifisert Stabbur-	Standard Stabbur-

Tabell 8. Gjennomsnittet og standardavvik attributten bilukt.

Dager lagring					Makrell	Makrell*
7	2,2 ± 0,4	2,1 ± 0,5	2,3 ± 0,9	2,2 ± 0,4	2,2 ± 0,7	1,3 ± 0,5
Fasthet						
Minutter varmebehandlet	1	10	20	30	Modifisert Stabbur-Makrell	Standard Stabbur-Makrell*
30	2,2 ± 0,6	2,2 ± ±0,4	2,4 ± 0,7	2,2 ± 0,4	2,1 ± 0,6	1,4 ± 0,5
70	3,0 ± 0,4	3,1 ± 0,7	2,9 ± 0,2	2,7 ± 0,7	3,3 ± 0,5	2,9 ± 0,3
15	2,7 ± 0,5	2,6 ± 0,5	2,9 ± 0,5	2,7 ± 0,5	3,3 ± 0,5	3,0 ± 0,4
90	2,5 ± 0,7	2,4 ± ±0,5	2,4 ± 0,5	2,0 ± 0,5	2,0 ± 0,5	1,6 ± 0,7
30	3,0 ± 0,0	3,0 ± 0,0	3,1 ± 0,3	3,0 ± 0,4	3,2 ± 0,4	3,2 ± 0,4
60	2,4 ± 0,5	3,1 ± 0,6	3,0 ± 0,5	2,8 ± 0,4	3,0 ± 0,3	3,0 ± 0,5
90	3,0 ± 0,0	3,3 ± 0,7	2,9 ± 0,8	2,9 ± 0,3	3,4 ± 0,5	2,9 ± 0,6

*Standard Stabbur-Makrell var lagret 90 dager for hvert uttak.

Tabell 9. Gjennomsnittsverdi og standardavvik for attributten hvithet.

*Standard Stabbur-Makrell var lagret 90 dager ved hvert uttak.

Tabell 10. Gjennomsnitt og standardavvik for attributten fasthet.

*Standard Stabbur-Makrell ble lagret i 90 dager for hvert uttak.

Tabell 11. Gjennomsnitt og standardavvik for attributten tyggemotstand.

Hvithet						
Minutter varmebehandlet	1	10	20	30	Modifisert Stabbur-Makrell	Standard Stabbur-Makrell*
Dager lagring						
7	3,1 ± 0,8	3,1 ± 0,8	2,8 ± 0,4	2,8 ± 0,4	1,9 ± 0,3	1,2 ± 0,4
15	3,0 ± 0,4	2,9 ± 0,3	3,0 ± 0,6	3,0 ± 0,4	1,6 ± 0,5	1,2 ± 0,4
30	2,8 ± 0,4	2,8 ± 0,7	2,8 ± 0,4	2,2 ± 0,5	1,9 ± 0,5	1,2 ± 0,4
60	2,9 ± 0,8	3,0 ± 0,5	2,4 ± 0,5	2,3 ± 0,7	1,3 ± 0,4	1,4 ± 0,5
90	2,8 ± 0,8	2,8 ± 0,4	2,8 ± 0,7	2,5 ± 0,5	1,3 ± 0,5	1,3 ± 0,4

*Standard Stabbur-Makrell var lagret i 90 dager for hvert uttak.

Tabell 12. Gjennomsnitt og standardavvik for attributten saftighet.

Tyggemotstand						
Minutter varmebehandlet	1	10	20	30	Modifisert Stabbur-Makrell	Standard Stabbur-Makrell*
Dager lagring						
7	2,5 ± 0,5	2,6 ± 0,8	2,5 ± 0,7	2,7 ± 0,6	2,8 ± 0,6	2,8 ± 0,4
15	2,7 ± 0,6	2,5 ± 0,5	2,7 ± 0,4	2,5 ± 0,7	2,7 ± 0,5	2,8 ± 0,4
30	2,6 ± 0,8	2,3 ± 0,5	2,8 ± 0,6	2,8 ± 0,7	2,7 ± 0,5	2,8 ± 0,4
60	2,5 ± 0,7	2,8 ± 0,4	2,9 ± 0,3	2,9 ± 0,3	2,6 ± 0,5	2,9 ± 0,3
90	2,4 ± 0,5	2,9 ± 0,8	2,5 ± 0,7	2,8 ± 0,6	2,8 ± 0,4	2,6 ± 0,4

*Standard Stabbur-Makrell var lagret 90 dager for hvert uttak

Tabell 13. Gjennomsnitt og standardavvik for attributten fiskesmak.

Saftighet						
Minutter varmebehandling	1	10	20	30	Modifisert Stabbur-Makrell	Standard Stabbur-Makrell*
Dager lagring						
7	2,8 ± 0,5	2,9 ± 0,8	2,9 ± 0,7	2,9 ± 0,7	2,5 ± 0,9	2,6 ± 0,5
15	2,9 ± 0,5	3,1 ± 0,7	2,7 ± 0,5	3,0 ± 0,6	2,7 ± 0,5	2,8 ± 0,6
30	2,7 ± 0,8	3,4 ± 0,5	3,0 ± 0,8	2,8 ± 0,7	2,7 ± 0,5	2,5 ± 0,5
60	3,0 ± 0,9	2,6 ± 0,5	2,6 ± 0,5	2,4 ± 0,5	2,8 ± 0,4	2,5 ± 0,5
90	2,9 ± 0,3	2,6 ± 0,7	2,5 ± 0,5	2,8 ± 0,5	2,5 ± 0,7	2,8 ± 0,7
Fiskesmak						
Minutter varmebehandling	1	10	20	30	Modifisert Stabbur-Makrell	Standard Stabbur-Makrell*
Dager lagring						
7	2,5 ± 0,5	2,7 ± 0,6	2,5 ± 0,5	2,6 ± 0,5	2,5 ± 0,5	2,2 ± 0,7
15	2,4 ± 0,5	2,6 ± 0,5	2,6 ± 0,5	2,6 ± 0,5	2,7 ± 0,5	2,2 ± 0,6
30	2,5 ± 0,7	2,5 ± 0,5	2,5 ± 0,5	2,3 ± 0,5	2,3 ± 0,8	1,6 ± 0,5
60	2,3 ± 0,4	2,0 ± 0,7	2,1 ± 0,6	2,1 ± 0,3	2,0 ± 0,5	1,8 ± 0,7
90	2,4 ± 0,5	2,5 ± 0,5	2,3 ± 0,4	2,3 ± 0,4	2,3 ± 0,4	1,8 ± 0,7

*Standard Stabbur-Makrell var lagret 90 dager ved hvert uttak.

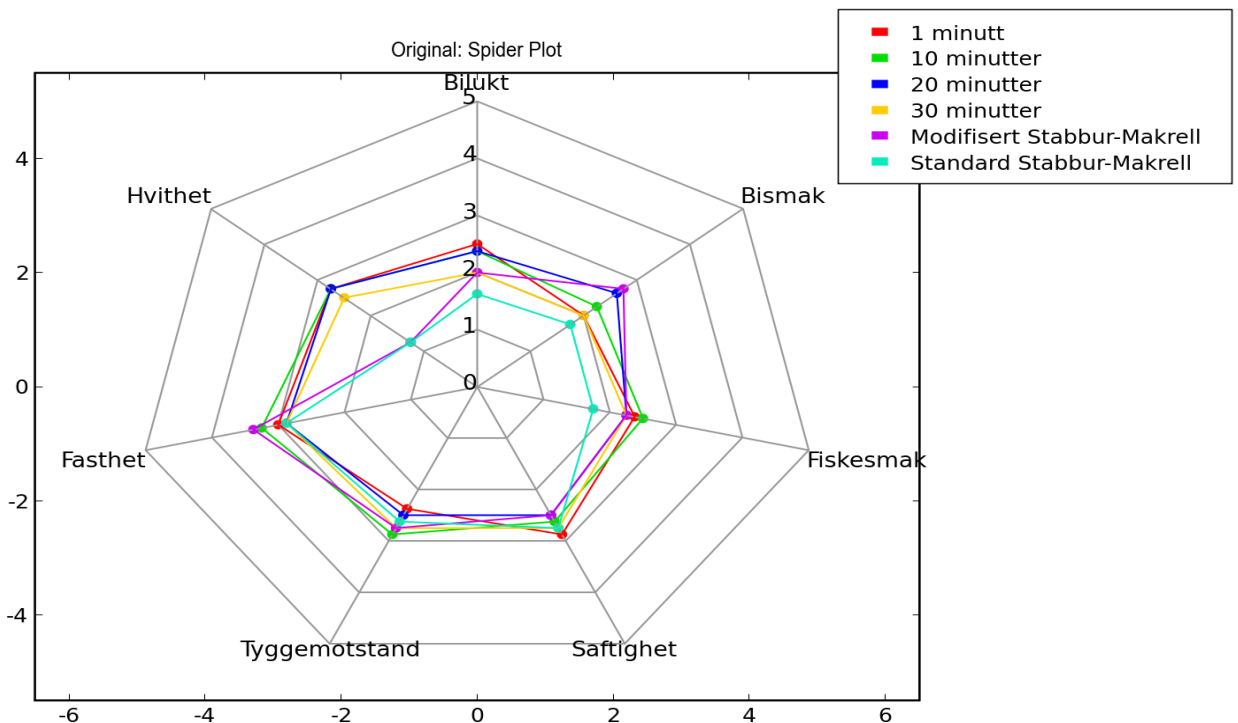
Bismak						
Minutter varmbehandling	1	10	20	30	Modifisert Stabbur- Makrell	Standard Stabbur- Makrell*
Dager lagring						
7	2,3 ± 0,9	2,3 ± 0,6	2,0 ± 0,6	2,5 ± 0,7	2,0 ± 0,9	1,1 ± 0,3
15	1,9 ± 0,5	2,2 ± 0,6	2,0 ± 0,8	2,0 ± 0,8	2,3 ± 0,6	1,4 ± 0,7
30	2,0 ± 0,5	1,9 ± 0,5	2,3 ± 0,8	2,0 ± 0,4	2,4 ± 0,5	1,7 ± 0,8
60	2,3 ±	1,8 ±	1,6 ±	1,9 ±	1,9 ± 0,8	1,4 ± 0,7

	0,8	0,7	0,7	0,6		
90	2,0 ± 0,7	2,3 ± 0,4	2,6 ± 0,7	1,9 ± 0,7	2,8 ± 0,4	1,8 ±0,8

Tabell 14. Gjennomsnitt og standardavvik for attributten bismak. Verdiene er gitt for de ulike prøvene gjennom lagring.

*Standard Stabbur-Makrell var lagret 90 dager ved hvert uttak

De sensoriske forskjellene mellom prøvene kan også observeres utifra figur 8. Den viser gjennomsnittsverdi fra den sensoriske bedømmelsen utført etter 90 dager. På dette tidspunktet er modifisert- og standard Stabbur-Makrell lagret like lenge. Figuren viser at modifisert- og standard Stabbur-Makrell er minst hvite og har minst bilukt. Prøven varmebehandlet i 20 minutter og modifisert Stabbur-Makrell har mest bismak, mens prøvene behandlet i ett minutt og 10 minutter har mest fiskesmak. Prøvene behandlet i 1, 10 og 20 minutter har fått høyest verdi for bilukt. Det observeres lite forskjell mellom prøvene for attributtene fasthet, saftighet og tyggemotstand.



PanelCheck

Figur 8. Smaksprofilen vist ved gjennomsnittsverdi for de ulike prøvene 90 dager etter produksjon

Dommerene hadde mulighet til å skrive ned kommentarer for hvert sensoriske uttak (jf vedlegg 3). Noen av kommentarene som ble gitt for de minst varmebehandlede prøvene (1 og 10 minutter) var ”stor variasjon”, ”oksidert fett” og ”råtten sjø”. Noen av kommentarene for prøvene som gjennomgikk en middels varmebehandling (20 og 30 minutter) var ”harsk”, ”lever”, ”seig” og ”mye fett”. Noen kommentarer gitt for de to prøvene som ble varmebehandlet likt men med ulikt råstoff (modifisert- og standard Stabbur-Makrell) var ”hittil dårligste”, ”hittil beste”, ”syrlig”, og ”oksidert”.

Kommentarene er samlet og fremvist i tabell 15.

Tabell 15. Dommerenes kommentarer for de ulike prøvene ved alle sensoriske uttak.

Prøve	1 minutt	10 minutter	20 minutter	30 minutter	Modifisert Stabbur-Makrell	Standard Stabbur-Makrell
Dag						
7.	Råtten sjø Stor variasjon	Oksidert fett	Lever smak Bitter olje	Bitter Bismak Papir Harsk	Oksidert fett Gammel smak Bismak	God Ingen bismak Hittil beste
15.	Kvalm olje Råtten sjø Lever Svak bismak	Krabbe Litt harsk Lever Fett saftig	Kvalm Lever	Tran harsk	Syrlig kokt Oksidert fett Gammel	Syrlig Plast Hittil beste
30.	Lever fett	Lever Litt oksidert Metallisk	Mye fett Gammel olje	Fett lever Litt bitter Krabbe Tran	Hittil dårligste Oksidert fett Bitter kokt	Hittil beste Syrlig Bismak tomat
60.	Syrlig Brent	Søtlig Syrlig	Syrlig Litt seig	Syrlig Brent	Brent Syrlig	Beste hittil Bitter

	Emmen Oksidert fett			Emmen Oksidert	Oksidert	Gul Brent syrlig
90.	Tydelige fibre Oksidert fett Krabbe Bitter	Salt olje Oksidert fett Fet olje Syrlig	Ufrisk sjø Oljete Litt oksidert	Oksidert fett Fet olje	Metallisk harsk Stor variasjon Brent	Syrlig brent Salt Sur God

Det observeres store variasjoner i kommentarene som er gitt. Lite sammenheng mellom kommentarer for mild- og kraftig varmebehandlede produkter.

5. Diskusjon

5.1 Produksjon og varmebehandling

Under produksjon ble filetene både renskjært og tilskjært. Trinnet skulle hovedsaklig fjerne pinnebein fra filetene, og ble utført ved å skjære bort hele midtstykket fra filetene. Det antas at det totale fettinnholdet blir noe lavere ved bortskjæring av pinnebeinene. Dette grunnet lokasjonen av den mørke muskelen som sitter rett under pinnbeinene. Fettinnhold er høyere i de mørke musklene enn i de hvite. Et mulig utfall kan være at produktet med tilskjært råstoff oppleves som ”tørrere”. Endringen av den kjemiske sammensetningen blir tatt med videre i vurderingen av resultatene. Spesielt viktig med tanke på de sensoriske attributter, herav spesielt ”hvithet” og ”saftighet”. Hele tilskjæringsprosessen tok noe lengre tid enn først antatt og videre produksjon ble noe forsinket.

Tomatsausen har ved tidligere forsøk blitt oppfattet som mer syrlig ved en mildere varmebehandling enn standard varmebehandling. Syrligheten kan skyldes en lavere grad av reaksjonen ikke-enzymatisk bruning. Denne reaksjonen er viktig for å danne sensorisk karakter i næringsmiddelet ved at reduserende sukker reagerer med aminosyrer (Fellows 2009b). Det finnes mange mono- og disakkarider i tomater og flere ulike aminosyrer fra fisk.

Dermed er det mulig at en mildere varmebehandling betyr mindre ikke-enzymatisk bruning. En annen mulig forklaring kan også være at karbohydratene i tomatene blir spaltet i mindre grad ved kortere varmebehandling og at dette medfører en mindre søt smak. For å produsere et best mulig produkt til forsøket ble det dermed tilsatt sukker. Dette var for å skape mer balanse i smaksprofilen, og for å minske støy i de sensoriske testene noe et syrligere produkt ville tilføyd. Utifra dommerenes kommentarer ble det observert forskjeller i søthet og syrlighet i produktenes tomatsaus. Dette diskuteres nærmere under sensoriske tester (jf. 5.3)

Ved vanlig produksjon får prøvene utført varmebehandling direkte etter tillaging i produksjon. Grunnet et problem med autoklaven i PU ble hele forsøket 2-3 timer forsinket. Boksene ble derfor stående på kjøll lengre enn de ville gjort i en standard produksjon. En effekt av dette kan være innvirkning på resterende forsøk. Dette økte også mistanken til forhøyede histaminverdier og forverret mikrobiologisk kvalitet, og en prøve fra hver batch ble dermed analysert for histamin og bakterier.

Etter at autoklaven ble reparert av elektriker kunne forsøket fortsette som normalt. Da prøvene hadde blitt behandlet innenfor ønsket tidsramme ble det satt igang et nedkjølingsprogram. Prøvene oppnår en høyere kjernetemperatur med lengre varmebehandlingstid (jf. tabell 3). Grunnen er at kjernetemperaturen til produktet vil nærme seg koketemperaturen på 90 °C jo lenger produktet får tilført varmebehandling. Gradvis økning av temperatur utgjør derfor en betydelig forskjell mellom prøven som ble behandlet i 1 minutt og 30 minutter. Prøven varmebehandlet i 1 minutt fikk stanset varmpåføringen hurtig og kjernetemperaturen steg lite over 80 °C . For prøven som ble behandlet i 30 minutter fortsatte kjernetemperaturen å stige lenge etter oppnådd 80 °C. Differansen mellom prøven varmbehandlet i ett minutt og prøven varmebehandlet i 30 minutter ble 8,2 °C. Forskjellen i kjernetemperatur må vurderes med tanke på at produktet, ytterkanten spesielt, vil bli betydelig kraftigere varmebehandlet som en følge av temperaturøkningen.

5.2 Histamininnhold og mikrobiologisk analyse

Som det fremgår tidligere i oppgaven er grenseverdien for histamininnhold i relevante fiskeslag 100 mg/kg. Resultatet fra prøvene varierte fra 3,0 mg/kg – 4,01 mg/kg. Alle prøvene lå dermed langt under grensen og det kan det antas at det ikke er noen fare for histaminforgiftning av å innta produktet som ble produsert.

Fra de mikrobiologiske analysene ble det observert at de ukokte prøvene hadde et lavt innhold kde/gr. Her ble det kun tatt stikkprøver fra batch en, tre, og fem, og prøvene ga tallene $9,0 \cdot 10^2$, $1,0 \cdot 10^3$, og $6,0 \cdot 10^2$. Fiskeridirektoratet har gitt en aksept grense ved 10^7 kde/cm fiskeskinn (Lynum 2005b). Det blir mest relevant å sammenligne med tall for fiskeskinn i denne oppgaven ettersom råstoffet var fileter med skinn. Bakteriernivået for de ukokte prøvene var langt under kravene til Fiskeridirektoratet. Dette tilsier at det er høy standard på renslighet og hygiene både på fangstbåt, frakt, slakting og i produksjon hos Abba Seafoods.

Etter varmebehandling ble det ikke funnet noen kde/g for noen av prøvene gjennom lagringen. For standardprodukt er det ikke vanlig å finne bakterier, og det kan dermed antas at en mildere varmebehandling ikke har noen innvirkning på mikrobiologisk kvalitet.

5.3 Sensorikk

Det ble oppdaget ved tidligere forsøk at smaken til standard Stabbur-Makrell endres mye gjennom den første tiden av lagringen. Undersøkelsene viste at det ble registrert mindre bismak og fiskesmak noen uker etter produksjon. På grunn av denne faktoren ble det benyttet en standard Stabbur-Makrell som ble tillaget tre måneder før hver av de sensoriske testene. Dette er produktet forbrukeren møter i butikken. Ved det de første sensoriske uttakene vil det derfor forventes å få en forskjell mellom modifisert Stabbur-Makrell, og Standard Stabbur-Makrell selv om varmebehandlingen er likt utført. Det forventes videre at denne forskjellen vil bli mindre merkbar eller borte gjennom lagring. Dersom forskjellen ikke blir mindre kan den skyldes råstoffvariasjon eller råstoffsnitt benyttet i produksjon.

Mildere varmebehandlede prøver er hvitere, saftigere, har mer bilukt, fiskesmak, bismak etter syv dager. Det kan observeres at dommerene bruker skalaen forskjellig på alle attributter med unntak av bilukt og hvithet. Dette indikerer at panelet er mer samkjørte innenfor disse to attributtene. For å skille mellom prøvene som et helt panel er det signifikant forskjell for attributtene bilukt, hvithet og bismak. Dette betyr at man ikke kan si noe om de andre attributtene med sikkerhet og dermed utgår de for det første sensoriske uttaket. Ved å legge sammen denne informasjon kan man komme frem til noen antakelser. For bilukt og hvithet kan man med høyere sikkerhet bruke informasjonen som fremlegges videre. Bismak kan også benyttes, for selv om dommerene benyttet skalaen forskjellig for denne har de bedømt likt på gjentak (jf. figur 14 og 15). Det er høyest grad av hvithet for prøvene behandlet i 1 og 10

minutter og lavest grad for modifisert- og standard Stabbur-Makrell. Dette er forventet ettersom fiskekjøttet antas å fremstå hvitere ved en kortere varmebehandling. Grunnen kan være at tomatsausen ikke blir kokt like mye inn i kjøttet, og dermed ikke setter farge ulik fra hvit. Det observeres også at bilukten er høyere på alle prøvene sammenlignet med standard Stabbur-Makrell etter syv dager. Det observeres mest bismak for prøven varmebehandlet i 30 minutter ved det første sensoriske uttaket og lavest standard Stabbur-Makrell. Standard Stabbur-Makrell har minst bilukt og bismak på bilukt og bismak etter syv dager. Som tidligere observert antar man at smaken endres over tid, og at modifisert Stabbur-Makrell vil tilnærme seg standard Stabbur-Makrell ved en lengre lagring.

For det neste sensoriske uttaket vises det generelt mer sprik i bedømmingen enn ved første uttak. Dette kan være en kombinasjon av at dommerene har fått mer selvtillit grunnet erfaringene fra trening og første forsøk, og at produktet har endret smak. Bilukt har endret seg ved at forskjellen mellom prøvene har blitt større. Etter 15 dager med lagring har de mildt varmebehandlede prøvene mindre fasthet, fiskesmak og bismak. For modifisert- og standard Stabbur-Makrell observeres det mer fiskesmak og bismak enn ved første sensoriske uttak, selv om de fortsatt ligger lavere enn de andre prøvene. Etter 15 dager har dommerene benyttet skalaen for de ulike attributtene forskjellig for bilukt, hvithet, tyggemotstand og bismak. Det er signifikant forskjell for hvordan de har bedømt som et helt panel for produktet for attributtene bilukt, hvithet og bismak (jf. figur 16 og 17). Dette er de samme signifikante attributtene som ved forrige sensoriske uttak. Attributtene bilukt, hvithet og bismak har informasjon som med større sikkerhet kan benyttes til vurdering.

For smaksprofilen til de ulike prøvene er det en betydelig endring fra 15 - 30 dagers lagring. Det er lite endring av bilukt og tyggemotstand for de ulike prøvene. Hvitheten har gått noe ned for de mildt varmebehandlede prøvene fra forrige sensoriske uttak. Standard Stabbur-Makrell observeres som minst hvit. Fasthet er høyere hos alle prøvene med unntak av modifisert Stabbur-Makrell. Saftigheten har blitt høyere for prøvene varmebehandlet i 10 og 20 minutter, og fiskesmaken er mindre tydelig for alle prøvene med unntak prøven varmebehandlet i 1 minutt. Bismak har økt for alle prøvene med unntak av prøven varmebehandlet i 10 minutter. Etter 30 dager har dommerene benyttet skalaen signifikant forskjellig fra hverandre hos alle attributtene med unntak av fasthet og saftighet. Som et helt panel har dommeren klart å finne signifikant forskjeller hos prøvene for attributtene bilukt, hvithet og fiskesmak (jf. figur 18 og 19).

For det sensoriske uttaket gjennomført to måneder med lagring observeres det lite endring fra observasjonene gjort en måned med lagring. Bilukten har gått ned hos alle prøvene, og det er høyere grad av hvithet for prøvene varmebehandlet i 1 og 10 minutter. Det er noe nedgang i fiskesmak for alle prøvene med unntak av standard Stabbur-Makrell. Bismak økte noe for prøven varmebehandlet i 1 minutt. For forsøket som ble utført 60 dager etter produksjon har dommerene benyttet skalaen signifikant forskjellig fra hverandre for fiskesmak og bismak. Som et helt panel har de klart å skille mellom prøvene for hvithet (jf. figur 20 og 21).

Resultatene fra forsøket utført 90 dager etter produksjon viste at bilukten var lavere for prøvene som gjennomgikk kraftig varmebehandling og høyest for prøvene som fikk mild varmebehandling. Videre observeres det at hvithet igjen henger sammen med tiden prøven har blitt varmebehandlet. Prøvene er hvitere dess mindre varmebehandling. Det er lite endring for fasthet og tyggemotstand gjennom lagringen og vanskelig å se noe mønster. Ved forsøket som ble utført 90 dager etter produksjon har dommerene benyttet skalaen forskjellig fra hverandre for attributtene hvithet, fasthet, tyggemotstand og bismak. Som et helt panel har de kun klart å diskriminere mellom prøvene for hvithet (jf. figur 22 og 23).

Det fremgår fra figurene i vedlegget at dommerene ikke har klart å skille mellom enkelte attributter på gjentak. Dette kan skyldes flere faktorer, men det er sannsynlig at prøvene hadde stor variasjon i innhold, spesielt med hensyn på skinn, sausmengde, og fettinnhold. Selv om det var antatt en tilnærning sensorisk mellom modifisert- og standard Stabbur-Makrell observeres det at dette ikke er tilfelle. Forskjell mellom prøvene kan indikere at råstoffutsnittet og tomatsausen som ble benyttet har stor betydning for smaken. Forskjellen kan også skyldes den noe lengre oppevaringstiden før varmebehandlingen ble utført. Den modifiserte Stabbur-Makrell i likhet med de mildt varmehandlede prøvene kan derfor fått en høyere grad av harskning.

Det hadde vært forventet at en kortere varmebehandling ville gi et hvitere produkt. Grunnen er tomatsausen som setter farge på fiskekjøttet, ikke rekker å koke ordentlig inn ved en kortere varmebehandling. Antakelsen ble bekreftet av resultatet for alle prøvene etter endt lagring. Prøvene som hadde fått en mildere varmebehandling var klart hvitere enn prøvene som gjennomgikk standard varmebehandling.

I et forsøk gjennomført i USA ble det undersøkt om det finnes sammenhengen mellom merkevarenavn og forbruker preferanser. Forsøket viste at alle deltagerene valgte favoritt kjeks etter merkingen på kjekspakken (Cavanagh & Forestell 2013). Med dette kan det antas at dommere og forbrukere har en forutinntatt mening av hvordan noe skal smake bare ved å se emballasjen eller ved kjennskap til produktet. Alle dommerene som deltok i forsøkene til oppgaven er oppvokst med Stabbur-Makrell og spiser produktet ofte. Derfor er det mulig at det som i dette forsøket ble oppfattet som bismak og fiskesmak kan være linket til det forutinntatte bildet de har av produktet (jf. 5.4).

5.4 Fremtidig arbeid

I videre produktutvikling for Stabburet eller oppgaver for masterstudenter er det mange elementer som det kan innhentes mer informasjon om. Et av hovedpunktene er å finne den optimale varmebehandlingen. Med dette menes en behandling som gir et produkt med lav eller ingen grad av bi- og fiskesmak, og høy grad av saftighet og hvithet. Det forutsettes selvfølgelig også at produktet er mikrobielt trygt. Praktisk gjennomføring av dette forsøket kan være å lage et nytt oppsett for temperatur- og tid ved varmebehandling som ikke tidligere har blitt gjennomført.

En av de kjemiske prosessene som ofte blir oppfattet under attributten bismak eller fiskesmak er harskning. For makrell som har et høyt innhold umettede fettsyrer er harskning spesielt relevant. Problematikken kan undersøkes nærmere ved utførelse av en harskningsanalyse. Harskner for eksempel makrell i størst grad før produksjon, under produksjon, etter varmebehandling, under lagring eller etter åpning hos en forbruker. Det kan også utforskes om det er ulik grad av harskning for produkter som har gjennomgått forskjellige varmebehandlinger.

Det kan også undersøkes om det å tilsette antioksidanter i tomatsausen hjelper til med å hemme harskning. Her går det også an å eksperimentere med ulike krydder- og urtevarianter for å observere om noen av de maskerer bi- og fiskesmaken. Dette kan muligens løse problemet med produkter som gjennomgår en mildere varmebehandling.

Innenfor utviklingen av dette produktet bør det også vurderes om man ønsker å fjerne problemet med pinnebein og tilskjæring som utført i denne oppgaven, eller finne ut ved hvilken eksakt tid- og temperatur pinnebeina løses opp. Oppdages tid- og temperatur

behandlingen som beinene løses opp, kan det for eksempel undersøkes for varmebehandlinger tilnærmet eller kraftigere enn denne.

Det har ikke blitt foretatt noen forbrukertester for Stabbur-Makrell som har gjennomgått en mildere varmebehandling. En slik test burde gjennomføres for å få informasjon om forskjellene som ble merket av dommerne i tidligere forsøk er reelle i forhold til hva en forbruker oppfatter. Personer som er godt kjent med produkter og jobber med mat, oppfatter mest sannsynlig mer enn en forbruker. Som nevnt er det også det forutinntatte bildet man har av et produkt som kan være avgjørende for hvordan det oppfattes.

6. Konklusjon

Produktet som ble produsert hadde histaminverdier og bakterietall under grenseverdiene, og kan antas å være trygt for konsumering. Det betyr at varmebehandlingstid på ned til ett minutt gir tilfredsstillende resultater.

Det ble påvist store smaksforskjeller ved varmebehandlinger med ulik tid. Dette var en kombinasjon av varmebehandling, råstoffutsnitt, panelet benyttet i sensorikk, og variasjonene innenfor samme prøve.

Smaken endres gjennom lagring ved at den får mindre fiskesmak og bismak. Spesielt mye endring av smak den første måneden, men også noe frem mot slutten av tre måneder.

Mildere varmebehandling gir mer bismak, fiskesmak, hvitere fiskekjøtt, mindre fasthet, og oppleves som mer saftig kontra produkter som er produsert med kraftigere varmebehandling. Av prøvene som fikk utført mildere varmebehandling er prøven som ble behandlet i 20 minutter ved 80 °C, sensorisk mest lik standard Stabbur-Makrell.

Referanser

- Barstad, A. (2009). Endring av levestandarden i Norge. *Nasjonal digital læringsarena*
- Bernatek, E. R. & Ditlefsen, A. (2013). *Harksning*. Store Norske Leksikon.
- Cavanagh, K. V. & Forestell, C. A. (2013). The effect of brand names on flavor perception and consumption in restrained and unrestrained eaters. *Food Quality and Preference*, 28 (2): 505-509.
- Claret, A., Guerrero, L., Aguirre, E., Rincón, L., Hernández, M. D., Martínez, I., Benito Peleteiro, J., Grau, A. & Rodríguez-Rodríguez, C. (2012). Consumer preferences for sea fish using conjoint analysis: Exploratory study of the importance of country of origin, obtaining method, storage conditions and purchasing price. *Food Quality and Preference*, 26 (2): 259-266.
- Danielle Reed, T. T., Amanda McDaniel. (2006). Diverse tastes - Genetic of sweet and bitter perception. *Physiol Behav*.
- Digre, H. (2006). *Histamin*. I: havbruk, S.-F. o. (red.). Tilgjengelig fra: <http://www.fhl.no/book/Makrell/Histamin.html> (lest 5. Februar).
- Ernæringsråd, S. (2004). Norske anbefalinger for ernæring og fysisk aktivitet. Tilgjengelig fra: <http://helsedirektoratet.no/publikasjoner/norske-anbefalinger-for-ertering-og-fysisk-aktivitet/Publikasjoner/norske-anbefalinger-for-ertering-og-fysisk-aktivitet.pdf> (lest 28. januar).
- Fellows, P. J. (2009a). *Food processing technology - principles and practice*, b. Third Edition. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.
- Fellows, P. J. (2009b). *Food Processing Technology - Principles and practice*. 2 s.
- Fiskeslag. (2010). *Makrell (Scomber scombrus)*: Wordpress. Tilgjengelig fra: <http://fiskeslag.com/2010/11/27/makrell-scomber-scombrus/> (lest 7. mars).
- Folkhelseinstituttet. (2013). Histaminforgiftning.

- Hallenstvedt, A. (2012). Norway - fiske og fangst. I: *Store norske leksikon* (Store norske leksikon).
Tilgjengelig fra: http://snl.no/Norge/fiske_og_fangst (lest 14.01.2013).
- Havforskningsinstituttet. (2012). *Makrell*: Havforskningsinstituttet. Tilgjengelig fra:
<http://www.imr.no/temasider/fisk/makrell/makrell/nb-no> (lest 5. mars).
- Helsedirektoratet. (2012). *Hva er nøkkelhullsmerket?* I: Mattilsynet, H. o. (red.). Tilgjengelig fra:
http://www.nokkelhullsmerket.no/om_nokkelhullet/article7.ece (lest 5. Februar).
- Helsedirektoratet. (2013). Utviklingen i Norsk kosthold. *Matforsyningsstatistikk*: 86. Tilgjengelig fra:
<http://helsedirektoratet.no/Om/nyheter/Sider/nordmenn-spiser-mer-mettet-fett--men-mindre-sukker.aspx> (lest 5. mars).
- Hemmer, Askim, Karlsen, Lynum, Nordeng & Nybraaten. (2006). *Næringsmiddellære*, b. 4. Oslo: Prepress AS.
- Iborra-Bernad, C., Philippon, D., Garcia-Segovia, P. & Martinez-Monzo, J. (2013). Optimizing the texture and color of sous vide and wide cooked green bean pods.
- Lawless, H. T. & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food*, b. 2. edition. New York, Dordrecht, Heidelberg, London: Springer Science.
- Lefevre, F., Fauconneau, B., Thompson, J. W. & Gill, T. A. (2007). Thermal denaturation and aggregation properties of Atlantic salmon myofibrils and myosin from white and red muscles. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (12): 4761-4770.
- Lovdata. (2005). Kommisionens forordning. 30.
- Lynum, L. (2005a). *Fisk som råstoff*, b. 2. utgave. 261 s.
- Lynum, L. (2005b). *Fisk som råstoff*, b. 2. opplag. Trondheim. 2 s.
- Magnussen, O. (1999). Videreforedling av fisk i Norge.
- Malm, A. (2008). Jenter har bedre smakssans.
- Nielsen, A. (2009). Markedsundersøkelse.
- NIFES. (2013). *Sjømatdata*. I: NIFES (red.). Tilgjengelig fra:
http://www.nifes.no/index.php?page_id=323 (lest 10. mars).
- Nofima. *Innovasjon og produktutvikling*. Ås. Tilgjengelig fra:
<http://www.nofima.no/forskningsomrade/innovasjon-og-produktutvikling> (lest 3. mai).
- Nofima. PanelCheck.
- Nofima. (2012). Varmebehandling og konservering.
- Norton, I., Fryer, P. & Moore, S. (2006). *Product/Process Integration in Food Manufacture: Engineering Sustained Health*.
- NSL. (2011). *Kvalitetsforandringer i fersk fisk*. I: landsforening, N. S. (red.). Trondheim. Tilgjengelig fra:
<http://www.nsl.no/kurs/eff/fiskedisk.nsf/0/CD0DBF07A98F6E5DC1256D560046436E!opendocument.html> (lest 24. april).

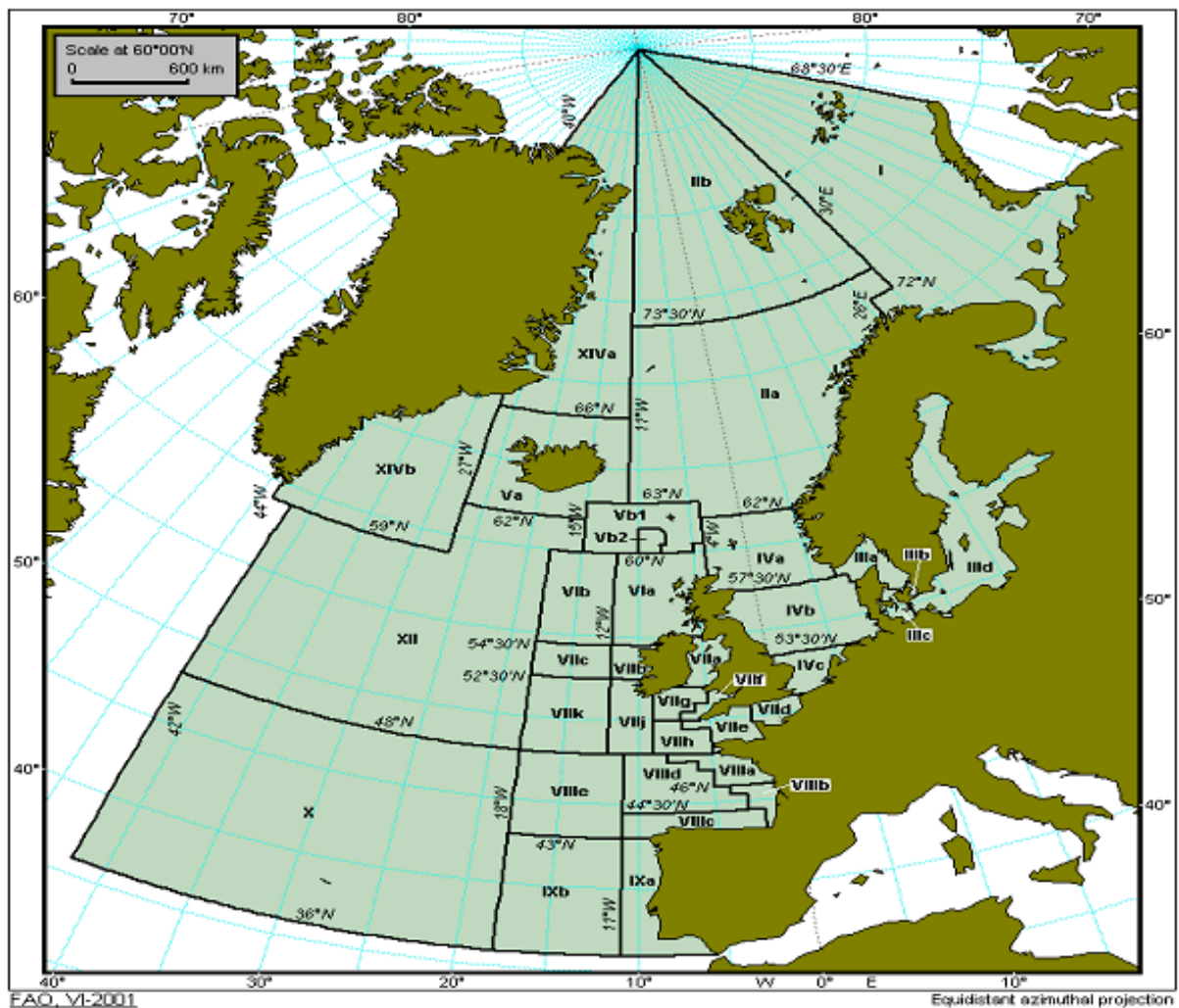
- Næringsinnhold. (2010). *Makrell, kaldrøkt*: Næringsinnhold.
- Næringsinnhold. (2012). Næringsinnhold rå makrell.
- Nøkkelhullsmerket. (2012). *6 av 10 er opptatt av å spise sunt*. Tilgjengelig fra:
<http://www.nokkelhullsmerket.no/aktuelt/article435.ece>.
- Pethon, P. (1998). *Aschehougs store fiskebok*. I: Aschehoug (red.).
- Pethon, P. (2007). *Makrell*. Makrell: Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra: <http://snl.no/makrell>.
- Pethon, P. (2012). *Fisk*. Hovde, K.-O. (red.). Fisk, 5. utgave.
- Sensory evaluation. (2013). *British Nutrition Foundation 2013*, 2013 (21. januar). Tilgjengelig fra:
<http://www.foodfactoflife.org.uk/sheet.aspx?siteId=19§ionId=83&contentId=308>.
- Skipnes, D. *Sous Vide*. I: Nofima (red.). Ås: Nofima. Tilgjengelig fra:
<http://www.nofima.no/forskningsomrade/sous-vide> (lest 5. Februar).
- Skipnes, D. (2011). *Optimisation of thermal processing of fresh farmed cod*. Philosophiae Doctor. Ås:
Norwegian University of life science, Dept. of Mathematical Sciences and Technology.
- SNL. (2007a). Drivgarn.
- SNL. (2007b). Snurpenot.
- SNL. (2013). [Encyclopedia]. I: Leksikon, S. N. (red.). Autoklav: Store Norske Leksikon. Tilgjengelig fra:
<http://snl.no/autoklav> (lest 6.mai).
- SSB. (2012). Fangstmengde etter fiskeslag. I: *Statistisk sentralbyrå*. Tilgjengelig fra:
<http://www.ssb.no/aarbok/2012/tab/tab-364.html> (lest 15/01/13).
- Stabburet. (2011). *Stabbur-Makrell*: Stabburet. Tilgjengelig fra: <http://www.stabburet.no/Merker-Produkter/Merker/Stabbur-Makrell> (lest 21. januar).
- Studiegruppe, S. (1977). *Sensorisk analyse - Bedømmelse av næringsmidler*. Yrkesopplæringsrådet for håndverk og industri: Universitetsforlaget. Tilgjengelig fra:
<http://www.nb.no/nbsok/nb/424e0a5325ba5afb6fa71f662234a336.nbdigital;jsessionid=C86DDAFF157FB7C86F5685023AB9D20E.nbdigital2?lang=en#3> (lest 28. Januar).
- Svanevik, C. S. & Lunestad, B. T. (2011). Characterisation of the microbiota of Atlantic Mackarel. 7.
- Svartdal, F. (2011). Statistikk på PC.
- Tzikas, A., Soultas, Georgakis. (2005). Seasonal variation in the chemical composition and microbiological condition of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) muscle from the North Aegean Sea (Greece). 7.
- Tzikas, Z., Amvrosiadis, I., Soultos, N. & Georgakis, S. (2007). Seasonal variation in the chemical composition and microbiological condition of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) muscle from the North Aegean Sea (Greece). *Food Control*, 18 (3): 251-257.
- Ueland, Ø. (2012). *Sensorikk*. Nofima Ås: Nofima. Tilgjengelig fra:
<http://www.nofima.no/forskningsomrade/sensorikk> (lest 21. januar).

Utenriksdepartementet. (2012). *Fiskeri, havbruk og marin bioprospektering*. Utenriksdepartementet.

Whitney, E. & Rolfes, S. R. (2011). *Understanding Nutrition*. Wadsworth (lest 9. april).

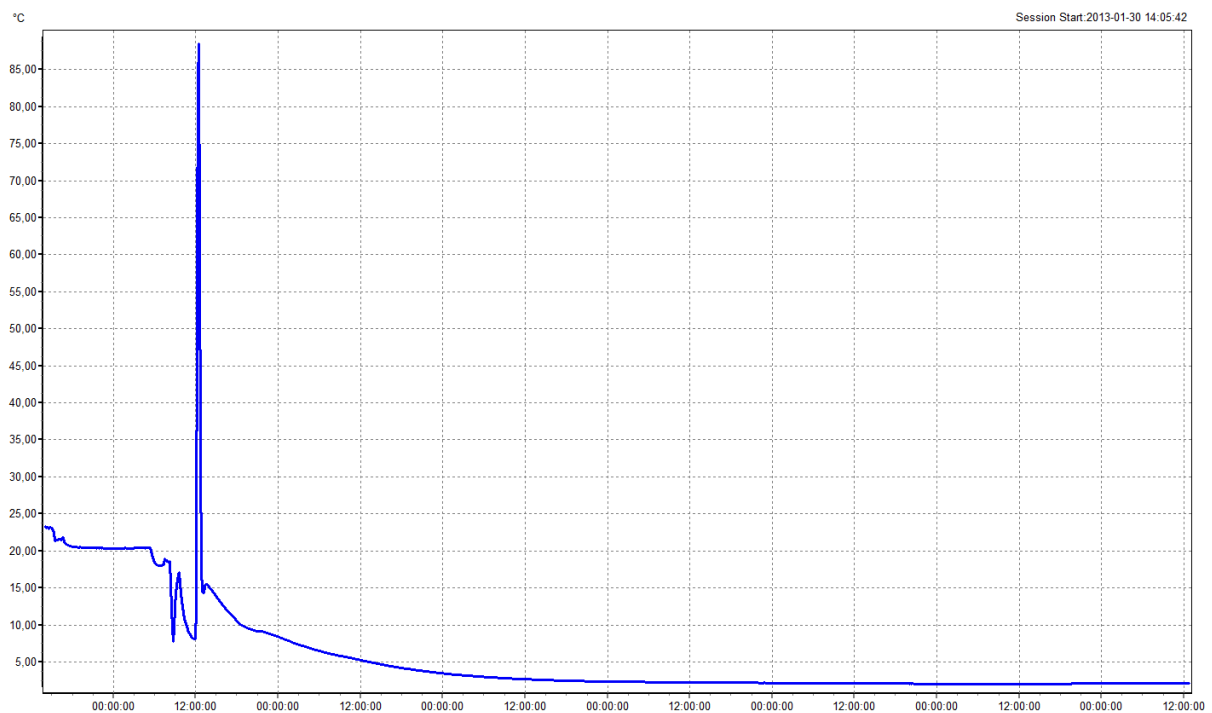
Winther, F. (2009). *Luktesansen*. Luktesansen: Store Norske Leksikon.

Vedlegg 1: Fangstområde kart

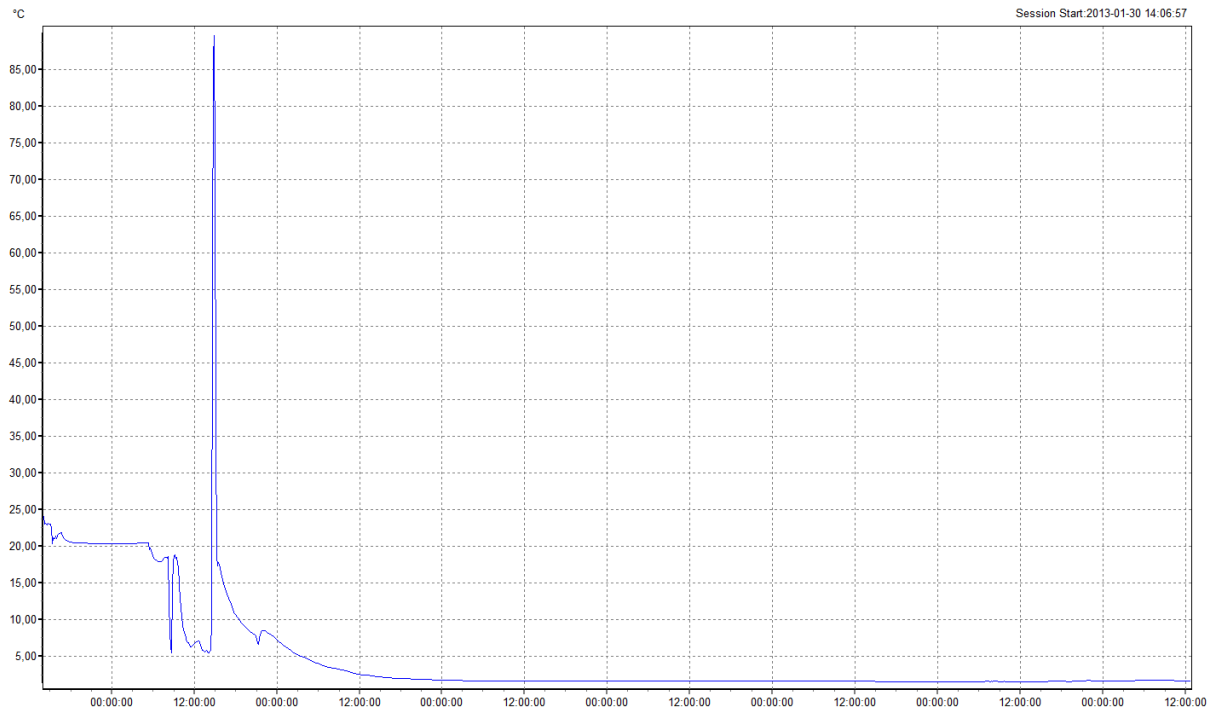


Figur 9. Bildet viser inndeling av fiskeområder i Nordsjøen og Norskehavet. Råvaren benyttet i denne oppgaven er hovedsaklig fisket fra IVa og IVb.

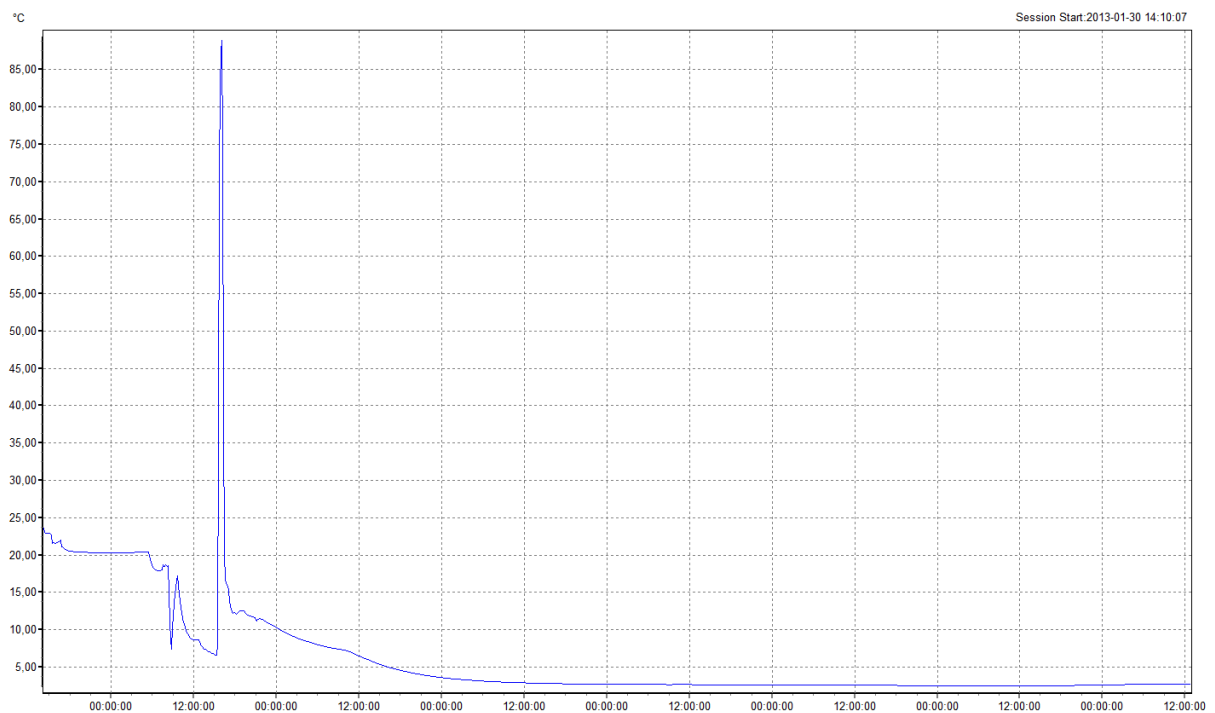
Vedlegg 2: Temperaturkurver for de ulike prøvene.



Figur 10. Temperaturkurve for prøve 1.



Figur 11. Temperaturkurve for prøve 2.



Figur 12. Temperaturkurve for prøve 3.



Figur 13. Temperaturkurve for prøve 4.

Vedlegg 3: Sensorisk bedømmelsesskjema

Sensorisk analyse av Stabburets Makrell

Prøvenr : 549 Dommernr:

Bilukt Ingen Svak Tydelig Sterk Meget sterk

Eventuelle kommentarer:

Hvithet Ingen Svak Tydelig Sterk Meget sterk

Eventuelle kommentarer:

Fasthet(redskap) Ingen Svak Tydelig Sterk Meget sterk

Eventuelle kommentarer:

Tyggemotstand Ingen Svak Tydelig Sterk Meget sterk

Eventuelle kommentarer:

Saftighet Ingen Svak Tydelig Sterk Meget sterk

Eventuelle kommentarer:

Fiskesmak Ingen Svak Tydelig Sterk Meget sterk

Eventuelle kommentarer:

Bismak Ingen Svak Tydelig Sterk Meget sterk

Eventuelle kommentarer:

Vedlegg 4: Vokabular og veiledende informasjon for den sensorisk bedømmelsen

Vokabular og veiledende informasjon

Prøvene skal testes fra venstre mot høyre, eller i den rekkefølgen den blir servert. Ved denne sensoriske analysen ønskes det minst mulig fokus på tomatsausen, og mest mulig fokus på selve fisken. Det er ikke nødvendig å svelge prøven som blir utdelt, og det oppfordres til å spytte ut slik at dere som dommere ikke blir "lei" underveis. Det oppfordres også til å vente minst 1-2 minutter mellom hver prøvesmaking og skylle godt med vann.

Under er en liste beskrivende ord som dere kan benytte dersom det trengs i kommentar feltet. Lykke til 😊

Bilukt - Bilukt – En uidentifisert lukt som ikke hører hjemme hos produktet (oksidert fett)

Hvithet – I hvor stor kontrast er fargen hvit sammenlignet med gul/rød/blå/grønn/sort

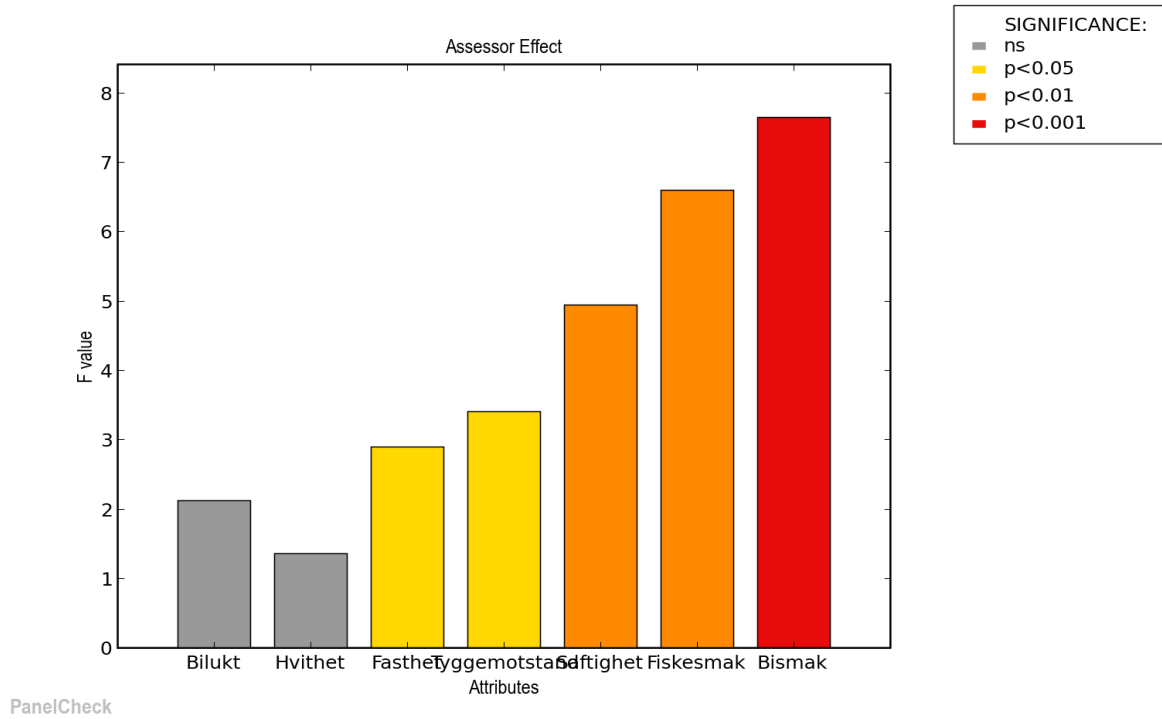
Fasthet – Hvor lett deler produktet seg på tallerken, hvor mye motstand gir fiskekjøttet

Tyggemotstand – Kraft som må til for å bite igjennom prøven

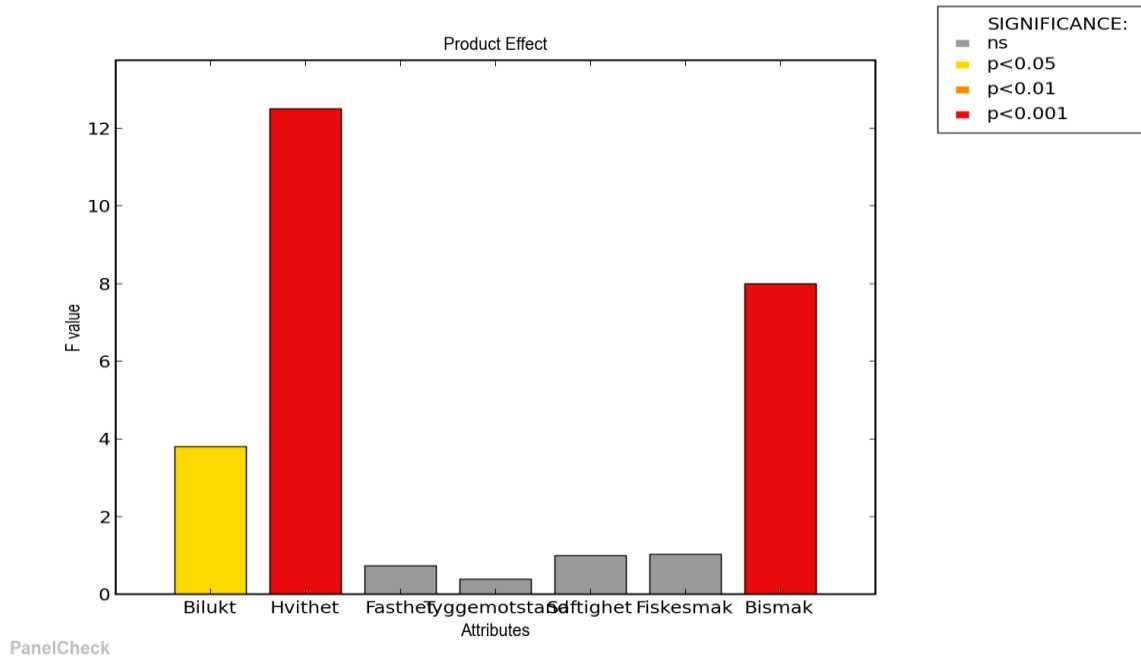
Saftighet – Ofte relatert til fuktighet i produktet (vann/fett) og hvordan det føles i munnen

Fiskesmak – Kan beskrives som fersk salt sjø, sjøgress, metallisk til gjær, øl, surmelk avhengig av grad.

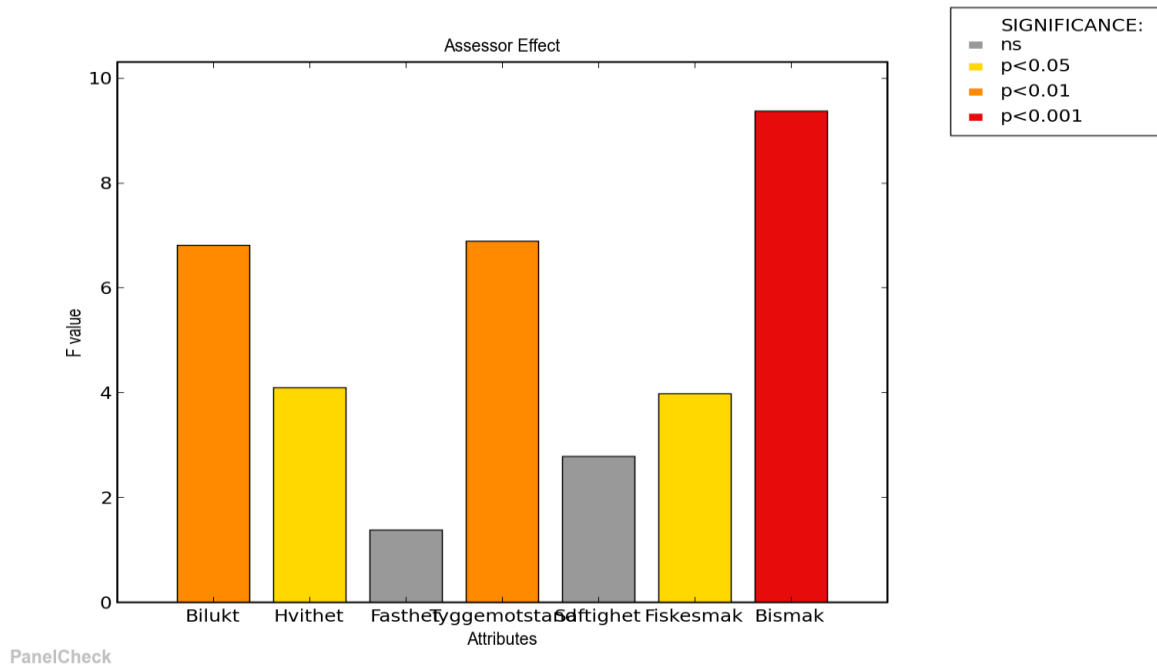
Bismak - En uidentifisert smak som ikke hører hjemme hos produktet (oksidert fett)



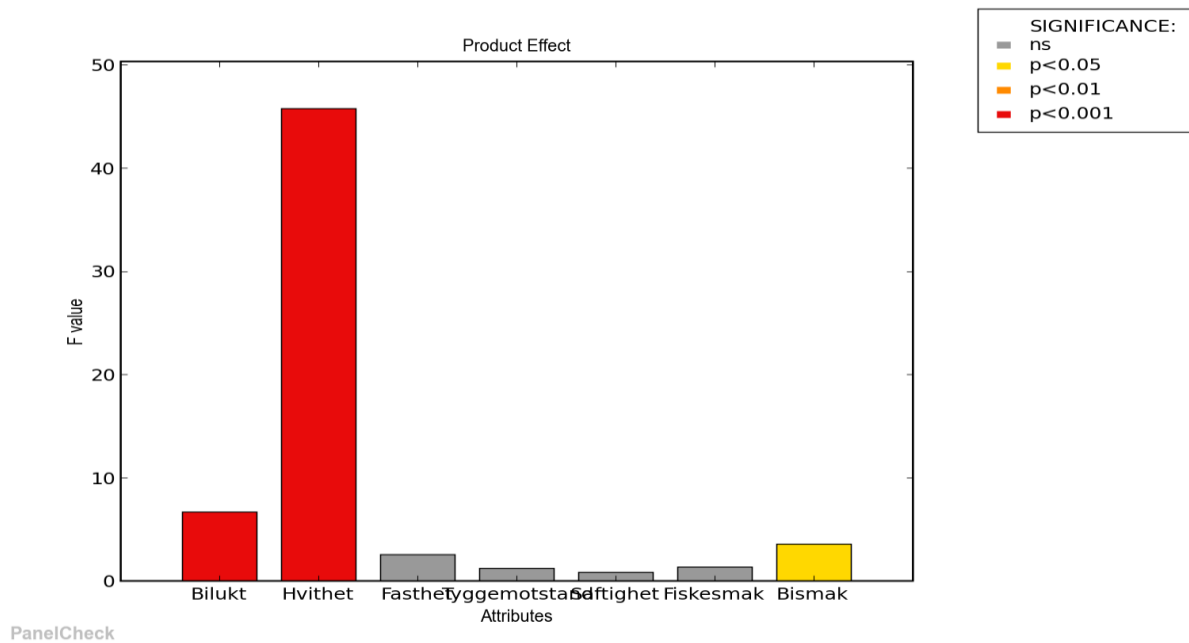
Figur 14. Dommereffekt av sensorisk testing gjennomført syv dager etter produksjon.



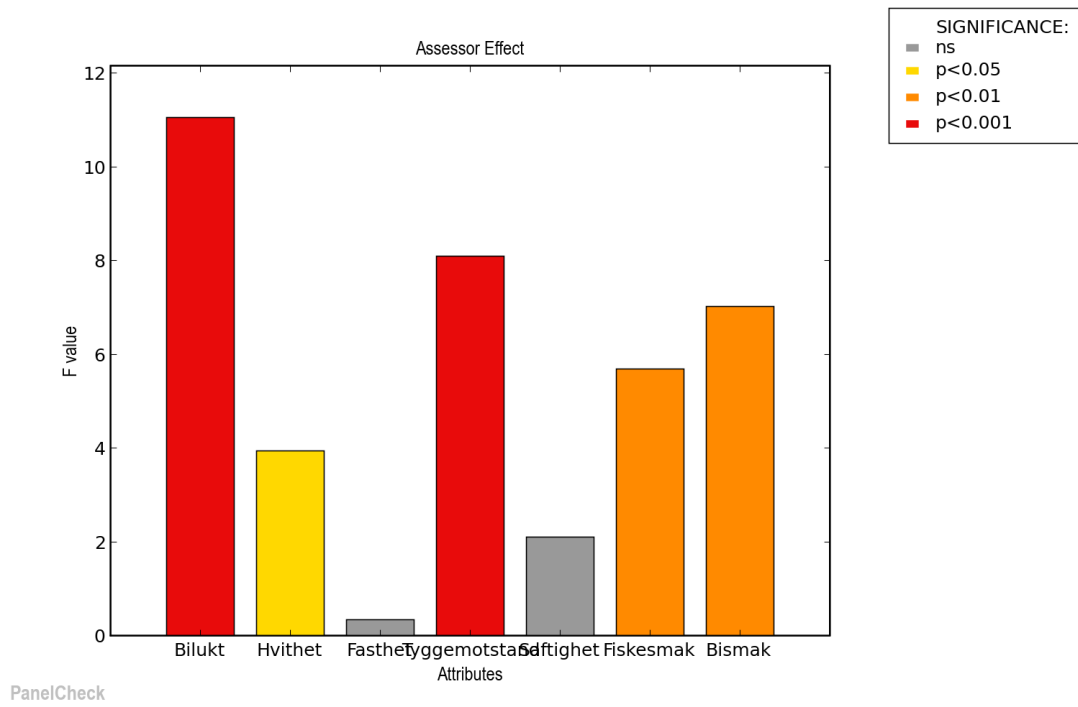
Figur 15. Produkteffekt fra den sensoriske testen gjennomført syv dager etter produksjon.



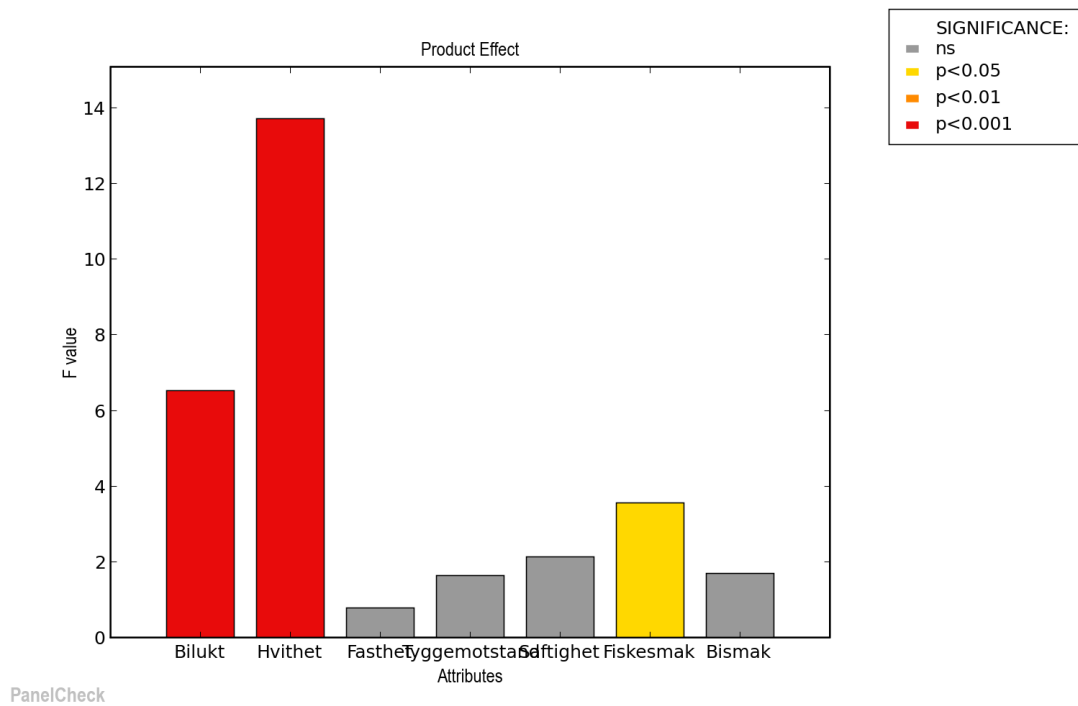
Figur 16. Dommereffekt av de sensoriske testene utført 15 dager etter tillaging.



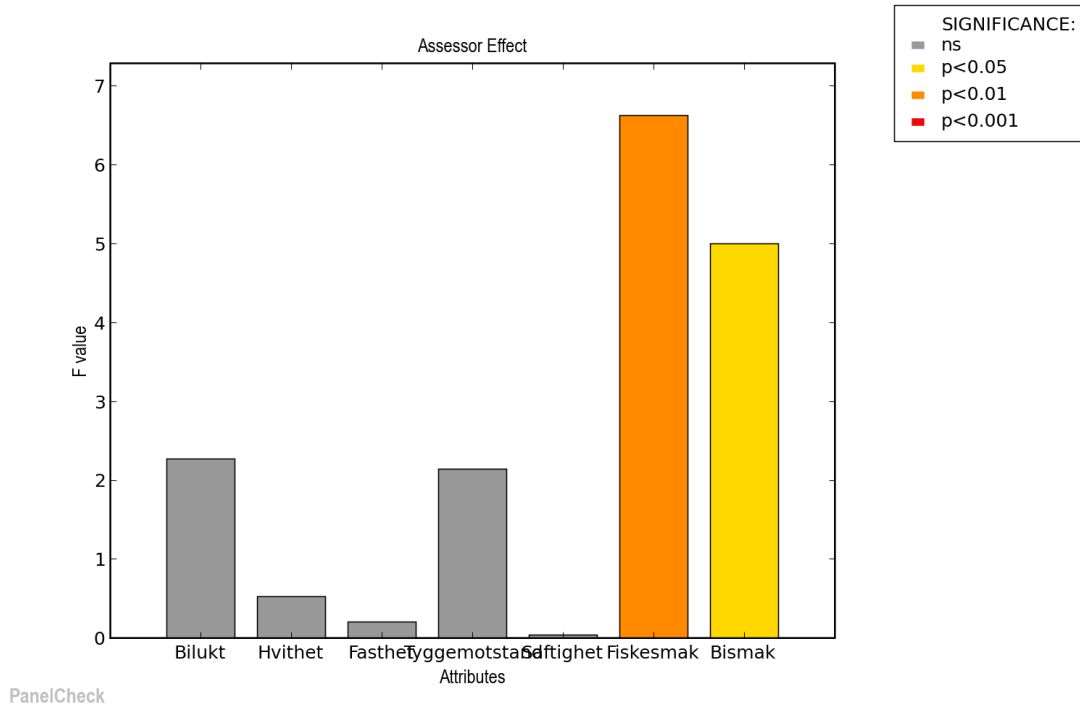
Figur 17. Produkteffekt av de sensoriske testene utført 15 dager etter produksjon.



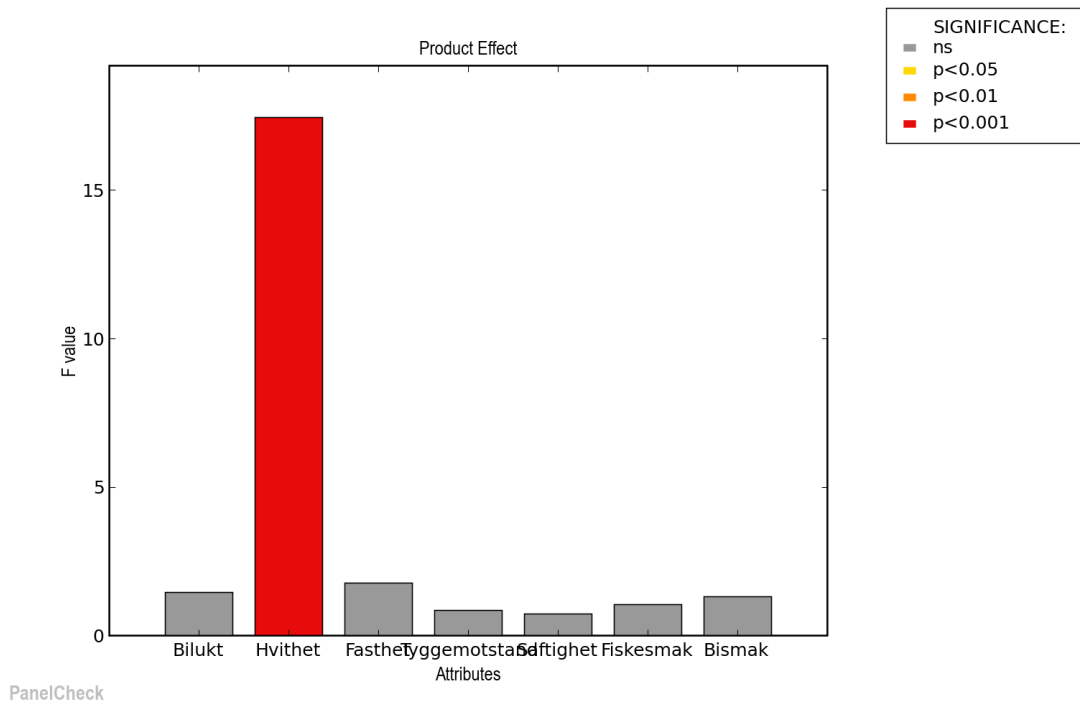
Figur 18. Dommereffekt av de sensoriske testene utført en måned etter produksjon.



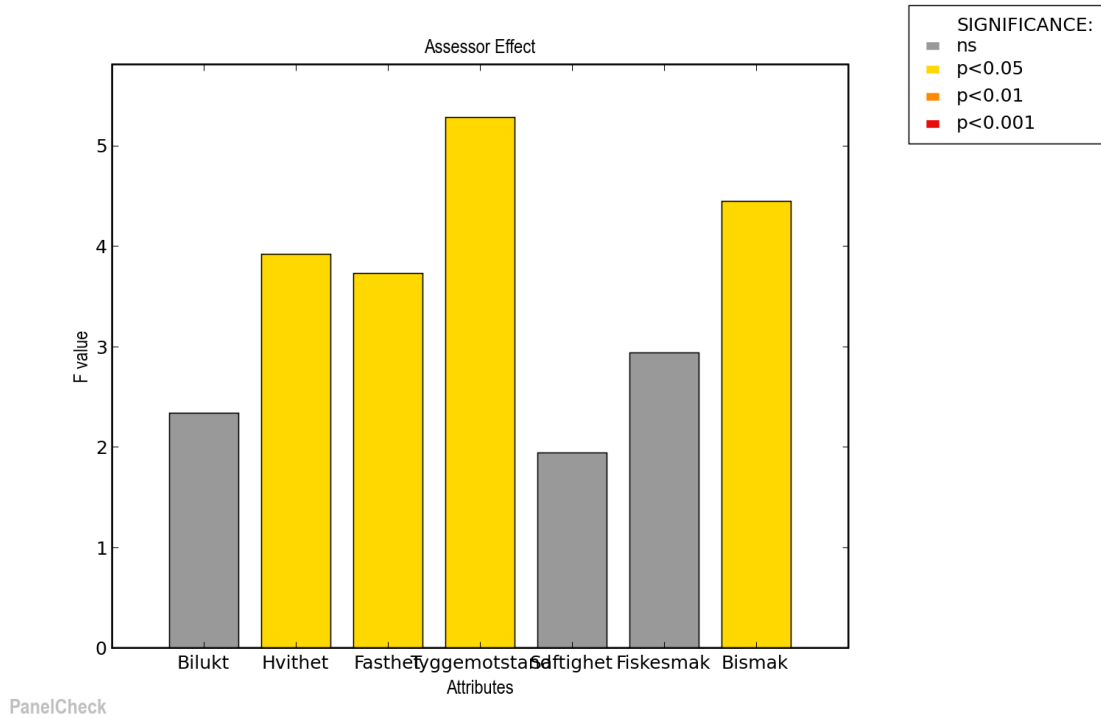
Figur 19. Produkteffekt av de sensoriske testene utført en måned etter produksjon.



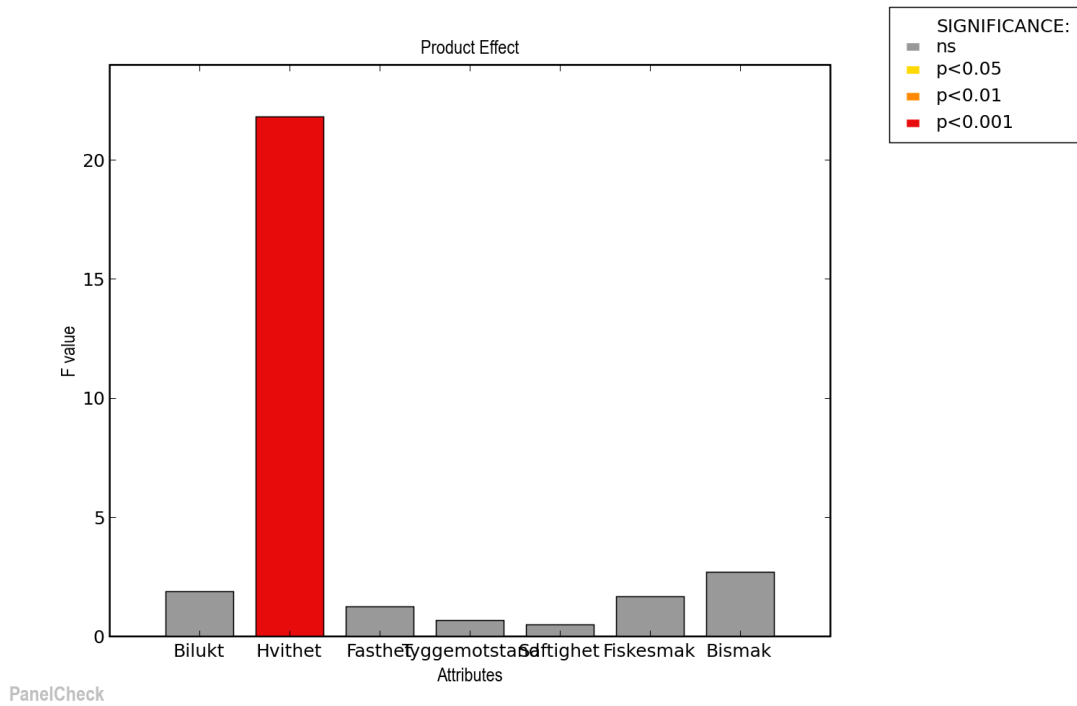
Figur 20. Dommereffekt av de sensoriske analysene utført to måneder etter produksjon.



Figur 21. Produkteffekt av de sensoriske analysene utført to måneder etter produksjon.



Figur 22. Dommereffekt av de sensoriske analysene utført tre måneder etter produksjon



Figur 23. Produkteffekt av de sensoriske analysene utført tre måneder etter produksjon.