

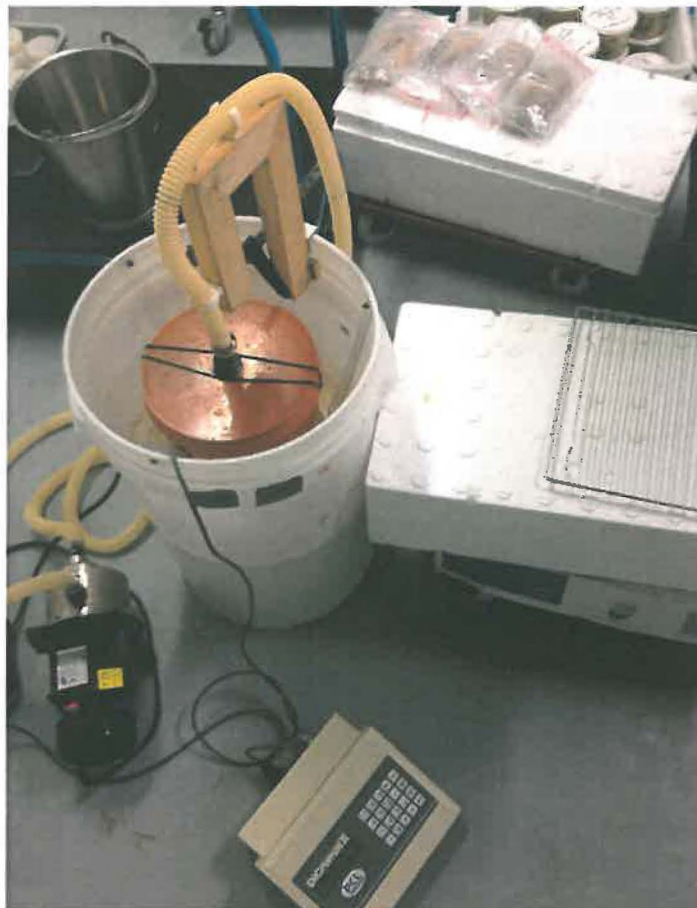
Rapport

Hurtig innsalting av sildefilet.

Sommerprosjekt 2013

Forfatter

William Topper Breien



Rapport

Hurtig innsalting av sildefilet.

Sommerprosjekt 2013

EMNEORD:Innsalting
Marinering
NVG sild
Saltreduksjon
Natrium**VERSJON**

1

DATO

2013-08-16

FORFATTER

William Topper Breien

OPPDRAGSGIVER(E)

FHF

OPPDRAGSGIVERS REF.

Lars Lovund

PROSJEKTNR

6020607

ANTALL SIDER OG VEDLEGG:

26

SAMMENDRAG**Overskrift sammendrag**

Rapporten beskriver forsøk med hurtig innsalting av sildefilet. Hurtig innsalting blir sett på som alternativ til dagens forlakingprosess i produksjonen av marinert sild. Man ønsker å undersøke hvor raskt man kan oppnå 7 % saltinnhold i filetene. Lavt vekttap er ønskelig, og forsøket gjennomføres med forskjellige konsentrasjoner saltlake. Man ønsker å finne en gunstig kombinasjon av hurtig innsalting og lavt vekttap.

Resultatene viser at prosessen for hurtig innsalting er effektiv. Det er imidlertid relativt store vekttap ved oppnådde 7 % saltinnhold. Prosesser kjørt med lavere saltkonsentrasjon har vektøkninger, men har ikke oppnådd 7 % saltinnhold ved forsøkets slutt.

UTARBEIDET AV

William Topper Breien

SIGNATUR**KONTROLLERT AV**

Ida Grong Aursand

SIGNATUR**GODKJENT AV**

Marit Aursand

SIGNATUR**RAPPORTNR**

A24694

ISBN

978-82-14-05640-2

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Innholdsfortegnelse

A.1	Innledning.....	3
A.1.1	Bakgrunn.....	3
A.1.2	Målsetting.....	4
A.2	Materialer og metode.....	5
A.2.1	Forsøk.....	5
A.2.1.1	Råstoff.....	5
A.2.1.2	Forsøksoppsett.....	5
A.2.1.3	Beskrivelse av prosess.....	6
A.2.1.4	Fremgangsmåte ved analyser.....	8
A.3	Resultater og diskusjon.....	9
A.3.1.1	Resultater fra forsøk 1.....	9
A.3.1.2	Resultater fra forsøk 2.....	12
A.3.1.3	Resultater fra forsøk 3.....	16
A.3.1.4	Kommentarer.....	21
A.4	Oppsummering og konklusjon.....	24
A.4.1	Målsetninger.....	24
A.4.2	Videre arbeid.....	25
A.5	Referanser.....	26

A.1 Innledning

Dette prosjektet ble i løpet av 6 uker sommeren 2013 gjennomført av en sommerstudent ved SINTEF Fiskeri og havbruk. Det ordnes inn under prosjektet "Dokumentasjon av prosessen for halvfabrikata marinerte sildeprodukter" som går fra 1.1.2013 til 20.12.2014. I prosjektbeskrivelsen ⁽¹⁾ beskrives problemstillingene:

- Studere inntrenging av salt og syre i NVG (norsk vårgytende) sildefileter med ulik størrelse og fettinnhold gjennom sesongen.
- Studere inntrenging av salt og syre under modning og lagring.
- Studere hvordan fettinnholdet påvirker marineringsprosessen.
- Studere hvordan filetene påvirkes av lagringstemperatur og tid.
- **Studere hvordan reduserte saltmengder kan påvirke vannbindingskapasitet, tekstur, smak og holdbarhet.**
- Studere effektive lagrings- og distribusjonsmetoder.

Det ble etter hvert interessant å se på en prosess for hurtig innsalting av fileter som forlakes. Arbeid med en slik prosess ordnes inn under punktet uthevet over.

A.1.1 Bakgrunn

Dagens prosesser for marinerings av sild er tidkrevende, og næringen mangler grunnleggende kunnskap. Den har behov for å dokumentere hvordan forskjellige prosessbetingelser og råstoffvariasjon påvirker marineringsprosessen for halvfabrikata sildeprodukter. Man ønsker å dokumentere hvordan salt og syre under modning og lagring trenger inn i fileter med forskjellige fettinnhold og tykkelse, og på hvilken måte tid og temperatur påvirker prosessen.

Ca. 60 % av sild eksportert ut av Norge (totalt 3.8 milliarder kroner) var per november 2012 ubearbeidet (frys, hel sild). Det er stort potensiale for økt verdiskaping hvis man klarer å øke graden av bearbeiding man gjør før eksport. Spesielt mindre bedrifter vil dra nytte av dette da de ikke kan konkurrere i forhold til volum. ⁽¹⁾

Dagens prosess ved produksjon av halvfabrikata marinerte sildeprodukter beskrives i prosjektnotatet "Dokumentasjon av prosessen for halvfabrikata marinerte sildeprodukter" ⁽²⁾. Produsenten mottar frosne fileter som tines og forlakes. Forlakingen skjer ved at 400 kg sild og 400 kg 15 % saltlake legges i en 1000 l container. Denne blir satt på kjølelager i 12 – 18 timer og rørt om manuelt i ca. 5 timer. Deretter følger en omlag 3 uker lang marineringsprosess med eddikmarinade. Man ønsker å se på alternative metoder for forlaking av silda som tar mindre tid.

I prosjektrapporten "Produksjon av halvfabrikat Matjes sild – laboratorieforsøk utført av SINTEF" ⁽³⁾ beskrives det på hvilken måte hurtig innsalting er lønnsom:

- Norske bedrifter får bedre betalt
 - Prosessen kan automatiseres og vil ikke øke lønnskostnader. Det vil ikke være nødvendig med noe bufferlager
 - Høyt fisk/lake forhold under transport gir lavere transportkostnader
- Man kan komme inn på markeder som ikke er "mettet" i samme grad som for frossen filet
- Brukervennlig løsning for kunden vil øke salg
 - God miljøprofil
 - Utkast av dårlig fisk skjer i Norge og omsettes fornuftig
 - Mindre emballasje/kg fisk

- Mindre utslipp av prosessvann til renseanlegg eller ut i miljøet
- Mindre forbruk av ingredienser som salt og eddiksyre
- Mindre lagerbehov og mindre behov for kjøling
- Mindre volum gir mindre behov for transport og mindre forurensning.
- Lavere produksjonskostnad hos kunden grunnet mindre bearbeiding og håndtering
- Bedre kvalitet og utbytte fordi fisken er fersk ved salting
- Homogent saltinnhold i filetene
- Mindre behov for lagringskapasitet

Bakgrunnen for prosjektet er arbeid gjort i en rekke prosjekter fra 2003 – 2005. Prosjektene var et samarbeid mellom SINTEF og NORCONSERV og tok for seg produkt- og produksjonsutvikling av sildefilet. Syv prosjekter ble gjennomført. Rapporter fra de fem første ⁽³⁻⁷⁾ har lagt grunnlaget for dette prosjektet.

A.1.2 Målsetting

Målsetningen ved arbeidet var å kartlegge hvor raskt man under forlaking kan oppnå et saltinnhold på 7 % i sildefileter ved hjelp av en metode testet ut i prosjektet "Produkt- og produktutvikling av sildefilet" i 2004 (metode 2; irregulær strømning) ⁽²⁾. Man ønsket også å videreutvikle prosessen for å gjøre innsaltingen så hurtig som mulig.

Gjennom forsøk med forskjellige konsentrasjoner saltlake (10 %, 15 % og 26 %) skal man undersøke hva som gir den beste kombinasjonen av kort tid til 7 % saltinnhold er oppnådd og lavt vekttap.

Resultater fra forsøkene vil bidra til økt forståelse av hvordan en slik hurtig innsaltingsprosess vil fungere industrielt.

A.2 Materialer og metode

Tre forsøksserier ble gjennomført:

- Forsøk 1, utført 17-19. juni 2013.
Forsøk med 45 fileter og 26 % saltlake, før analyse av saltinnhold ved Dicromat.
- Forsøk 2, utført 19-21. juni 2013.
Forsøk i to omganger; en med 26 % saltlake og en med 15 % saltlake før analyse av saltinnhold ved Dicromat.
- Forsøk 3, utført 29. juli – 2. august 2013.
Forsøk i to omganger; en med 26 % saltlake og en med 15 % saltlake før analyse av saltinnhold ved Dicromat.

Forsøkene ble gjennomført på laboratoriet ved SINTEF Fiskeri og havbruk.

A.2.1 Forsøk

Prosesen 'irregulær strømning' beskrevet i rapporten "Produksjon av halvfabrikat Matjes sild – laboratorieforsøk utført av SINTEF" fra 2004 ⁽³⁾ ble satt opp. Det var ønskelig å kjøre prosessen med tre ulike konsentrasjoner saltlake. 10, 15 og 26 %. Målsetningen var å forbedre prosessen fra tidligere, og prosessen ble derfor endret mellom forsøk 2 og 3 (se A.2.1.3 Beskrivelse av prosess).

A.2.1.1 Råstoff

Det ble i alle forsøk brukt sild i størrelsesklasse 140g med skinn levert av Norway Pelagic. Filetene var vakuumpakket og fryst i 20 kg pakker. Filetene ble tint på kjølelager i to døgn. Før forsøk 2 ble filetene tint i romtemperatur over natten.

A.2.1.2 Forsøksoppsett

Tabell 1:Oversikt over forsøkene.

Forsøk	Dato	Salt % lake	Antall fileter / vekt [g]	Forhold sild/lake
1	17 – 19. juni	26	45 / 6471	0,11
2	19 – 21. juni	15	25 / 3510	0,058
2	19 – 21. juni	26	25 / 3645	0,060
3	29. juli – 2. august	15	25 / 3641	0,061
3	29. juli – 2. august	26	25 / 3463	0,058

Etter man fikk se resultater av analyser av prøver tatt etter forsøk med 15 % lake 20. juni ble det avgjort at planlagte forsøk med 10 % lake skulle utelukkes fra forsøksoppsettet. Filetene fra forsøk med 15 % saltlake var langt unna ønsket saltinnhold, og det ble ansett som usannsynlig å oppnå ønsket saltinnhold ved bruk av lake med lavere saltkonsentrasjon.

A.2.1.3 Beskrivelse av prosess.

En 100 liters bøtte ble brukt som reservoar. Et akrylrør med diameter 25 cm ble hengt opp med ståltråd i bøttas kant så rørets nederste ende ble suspendert omtrent 20 cm over reservoarets bunn.

For å sirkulere laken ble det tatt i bruk en sentrifugalpumpe. Leverandøren (Biltema) oppga pumpens effekt til å være 1100W, maks volumstrøm 60 l/min og maks arbeidstrykk 4 bar. Pumpa hadde innsug i bunn av reservoaret og utløp hengt opp over akrylrøret ved hjelp av klemmer og plankestativ. Det ble tilvirket en dyse av enden på et rør og to plasticsplinter. Figur 1 viser diffusormatte. Den ble tilvirket ved hjelp av Scotch-Brite™ gulvpad (3M) og 18 lag glassfiberduk. Figur 2 viser prosessens oppsett uten diffusormatte før forsøk 2. Ståltråden akrylrøret ble hengt opp i ble etter forsøk 1 erstattet med plastskinner som vist i figur 3. Dette sørget for bedre stabilitet og et spor i skinnen kunne automatisk justere akrylrørets høyde i forhold til lakens tetthet og varierende oppdrift i fileter under diffusormatte.



Figur 1: Diffusormatte



Figur 2: Oppsett av prosess før gjennomføring av forsøk 2.



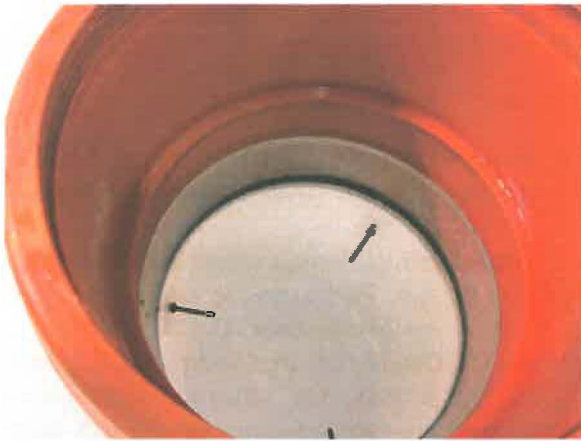
Figur 3: Skinne med spor for automatisk justering.

Før forsøk 3 ble prosessen modifisert ved at en "muffe" med lokk ble tredd utenpå akrylrøret. Pumpens utløp ble koblet til lokket (dysen ble fjernet). Pakninger sørget for at muffen var tett, og det ble boret et luftehull i lokket som kunne stenges når muffen var fylt med lake. Man ønsket at muffen skulle fylles og at det skulle opparbeides et trykk over diffusormatten. Dette ville øke lakens hastighet forbi sildefiletene og diffusjonshastigheten. Figur 4 viser muffen med lokk, lokkets underside og muffens innside. Figur 5 viser muffens innside uten diffusormatte. Figurene 6 og 7 gir en oversikt over prosessens oppsett før forsøk 3.



Figur 4: Fra v.: Prosessen med lokket på; undersiden av lokket; prosess med diffusormatte.

Alle forsøk ble gjennomført på kjølelager ved 4 °C.

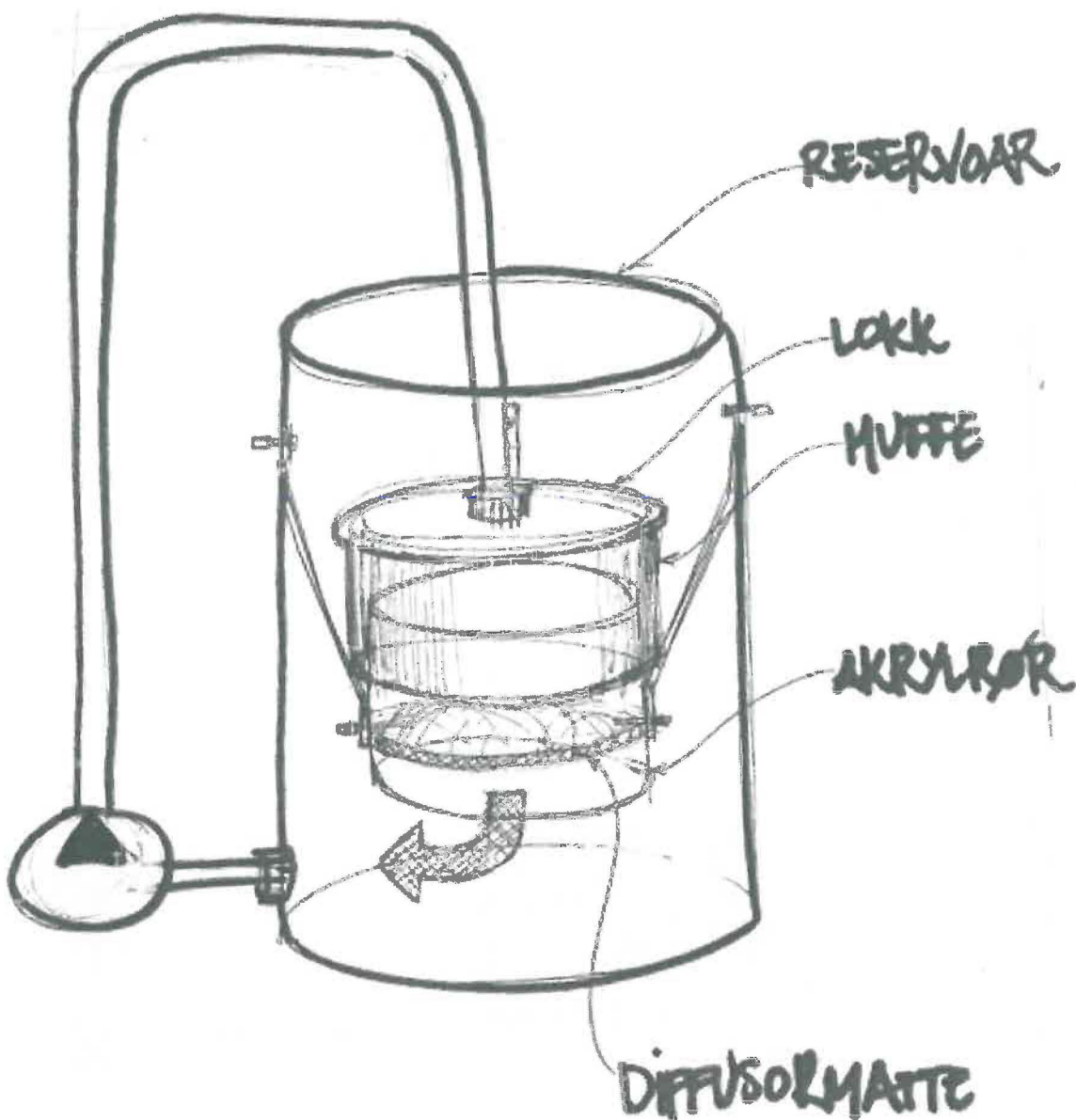


Figur 5: Muffe



Figur 6: Oppsett før forsøk 3

Sildefiletene plasseres under diffusormatta og holdes på plass av sidene i akrylrøret. De har nok oppdrift til at strømmingen i saltlake ikke dytter dem ned under rørets kant og ut på siden.



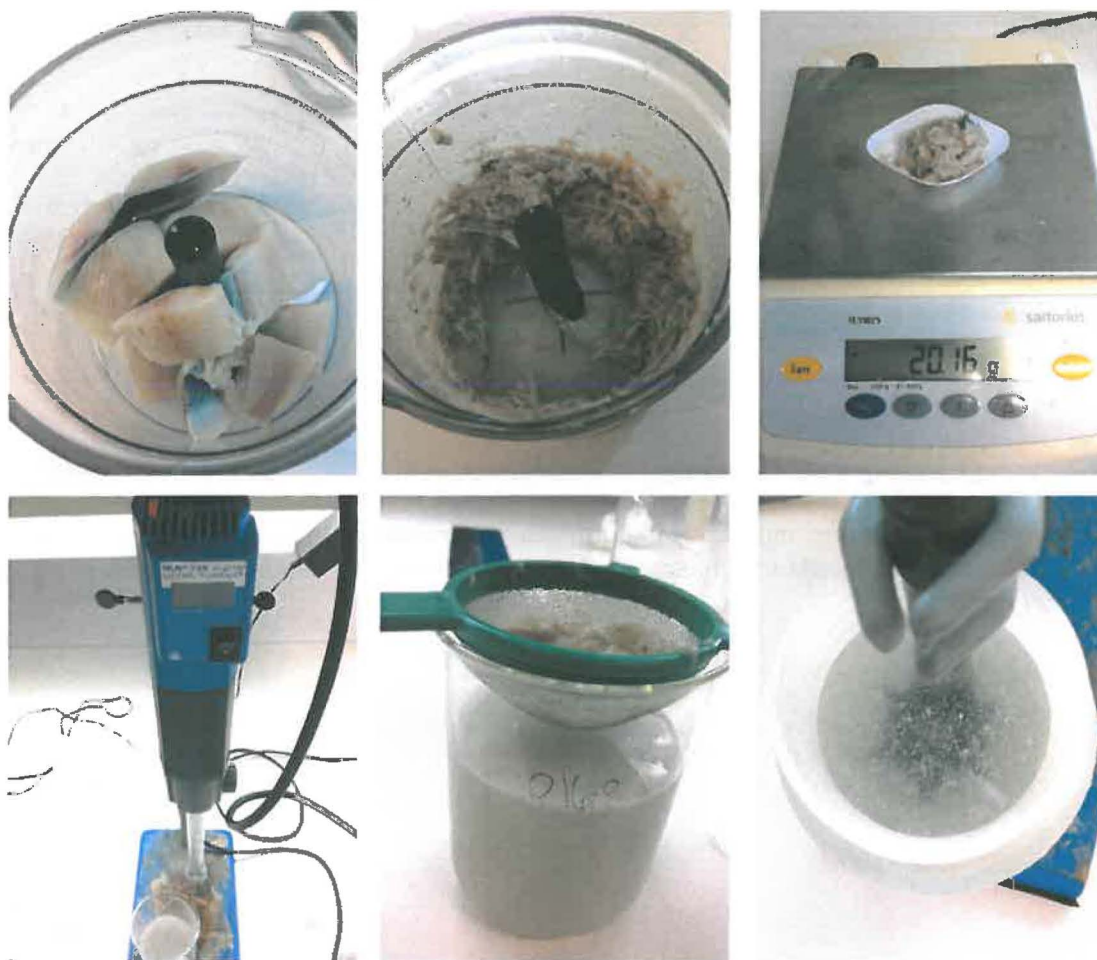
Figur 7: Oversiktstegning

A.2.1.4 Fremgangsmåte ved analyser

Alle målinger av salt % ble gjort ved Dicromat Salt Analyser (PCL Control instrumentation Ltd., Leicester, UK). Det ble satt opp og kalibrert programmer for 26 % lake, 15 % lake, 10 % lake og fisk. Programmer for lake hadde fortynningsfaktor 1. Programmet for fisk hadde fortynningsfaktor 10. Analyse av sildefileter skjedde på følgende måte:

- Filetene ble delt med kniv og kjørt i foodprocessor til farse.
- $20,0 \pm 0,1$ g sildefarse ble målt ut, og lagt i 350 ml begerglass med 200 ml destillert vann.
- Blandingen ble kvernet med ultra turrax i omtrent 20 sek.
- Blandingen ble filtrert gjennom tesil og ned i et 250 ml begerglass.
- Dicromat montert på stativ ble ført ned i begerglasset og saltinnhold ble målt.

Det ble i alle forsøkene tatt ut fem fileter ved fem forskjellige tidspunkter. I utgangspunktet ble det gjort analyser av to prøver tatt av to av disse filetene. Ved store avvik i resultater fra samme filet ble det tatt flere prøver av denne fileten. Store avvik mellom fileter tatt ut på samme tid førte til analyser av flere fileter tatt ut på dette tidspunktet. Fremgangsmåten ved analyser av saltinnhold illustreres i figur 8.



Figur 8: Fremgangsmåte ved analyser

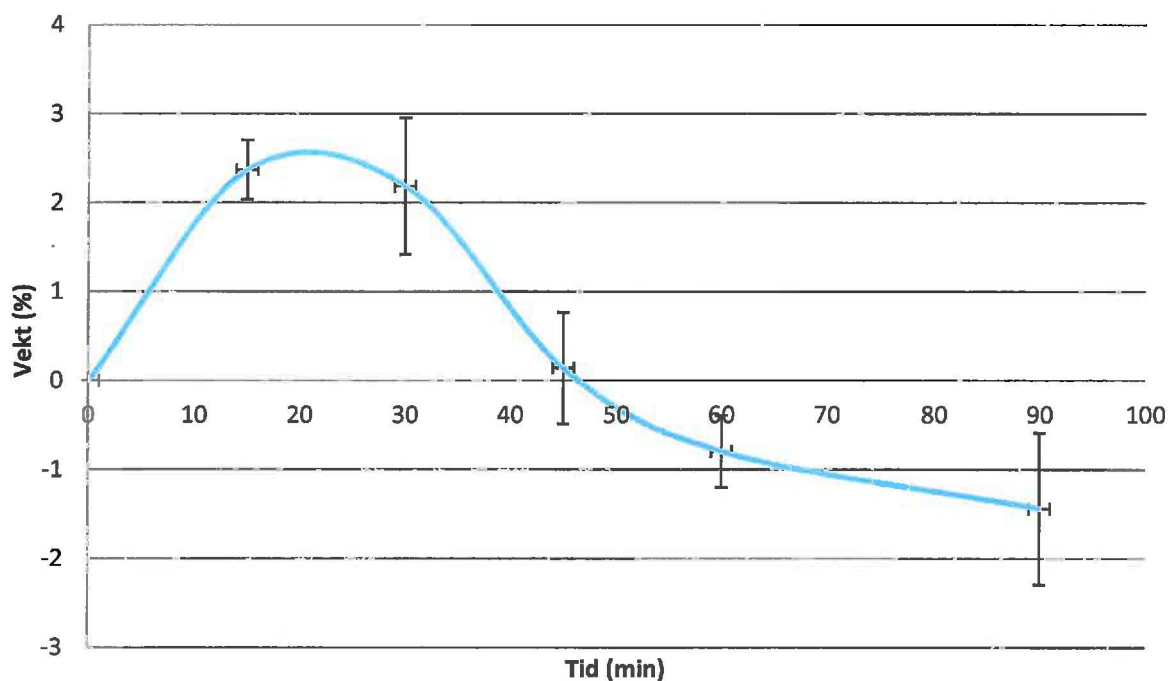
A.3 Resultater og diskusjon

A.3.1.1 Resultater fra forsøk 1

45 fileter ble veid inn og lagt ned under diffusormatta. Prosessen ble satt i gang og 5 fileter ble tatt ut etter 15, 30, 45, 60 og 90 min og veid.

Vektendring

Filetenes vektendring under forsøk 1 illustreres i figur 9.

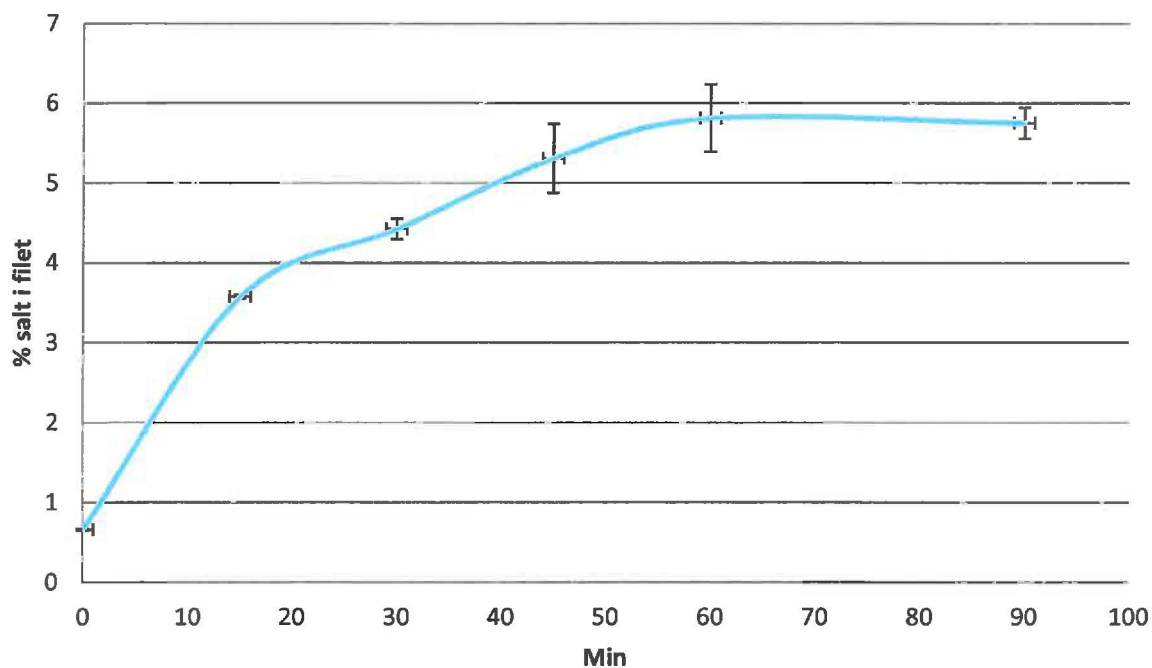


Figur 9: Relativ vektendring under innsalting av sildefileter (n=5).

Figur 9 viser filetenes vektendring underveis i innsaltingen. Vekten når en topp ca. 20 minutter ut i forsøket. Den hadde ved dette tidspunktet økt med omtrent 2,5 %. Ved forsøkets avslutning var vekten på sitt laveste og hadde minket med ca. 1,5 %.

Saltinnhold

Figur 10 viser hvordan filetenes saltinnhold endrer seg underveis i prosessen.

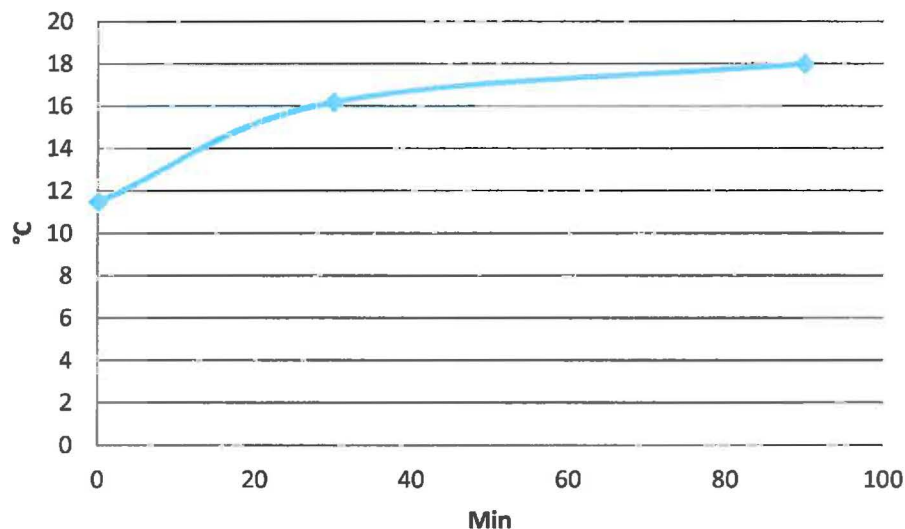


Figur 10 viser hvordan filetenes saltinnhold økte underveis (n=5).

Figur 10 viser at saltinnholdet økte raskt tidlig i prosessen. Etter det hadde steget til ca. 4 % gikk innsaltingen saktere.

Temperaturendring

Figur 11 viser hvordan temperaturen i saltlaken endret seg underveis i forsøk 1.



Figur11: Saltlakens temperaturendring underveis i forsøk 1.

Forsøkets oppsett

Dette forsøket var første gang prosessen ble kjørt med saltlake og sild. Med mer oppdrift (pga. sildefileter og saltlake i stedet for ferskvann) viste det seg raskt at ståltråden akrylrøret var hengt opp i ikke var stiv nok. Dette førte til at akrylrøret ikke hang stabilt nok, og at det etterhvert ble hengende litt på skakke, noe som igjen førte til at saltlake rant over (mer på en side). Opphenget utbedres før forsøk 2. Pumpehusets plassering i forhold til motoren førte til uønsket varmeutvikling. Det ble lagt 45 sildefileter (i stedet for planlagte 25) ned i akrylrøret. Det ble veldig trangt for filetene. Dette antas å ha påvirket prosessen.

Oppheng til slange så ut til å fungere bra. Diffusormatta så ut til å virke bra, selv om det var vanskelig å si helt sikkert hvordan strømmingen under den var. Matta vil pga. fett fra fisken bli tettere og tettere mens prosessen kjører. Reservoaret fungerte som det skulle, og koblinger til pumpe og reservoar var tette. Figur 12 viser hvordan prosessen så ut etter å ha gått en stund.



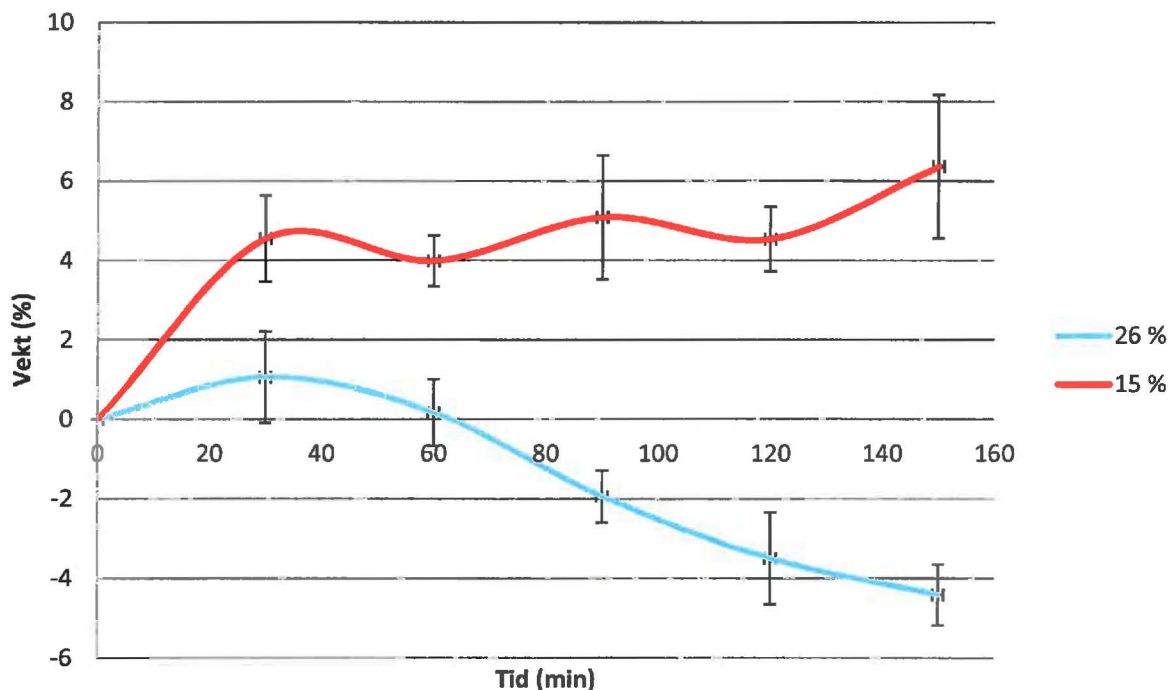
Figur12: Igangsatt prosess

A.3.1.2 Resultater fra forsøk 2

Forsøket ble gjennomført med 15 % lake og 26 % lake. 25 fileter ble veid inn og lagt ned under diffusormatta. Prosessen ble satt i gang og 5 fileter ble tatt ut etter 30, 60, 90, 120 og 150 min og veid.

Vektendring

Figur 13 illustrerer endingene i vekt underveis i forsøk 2.

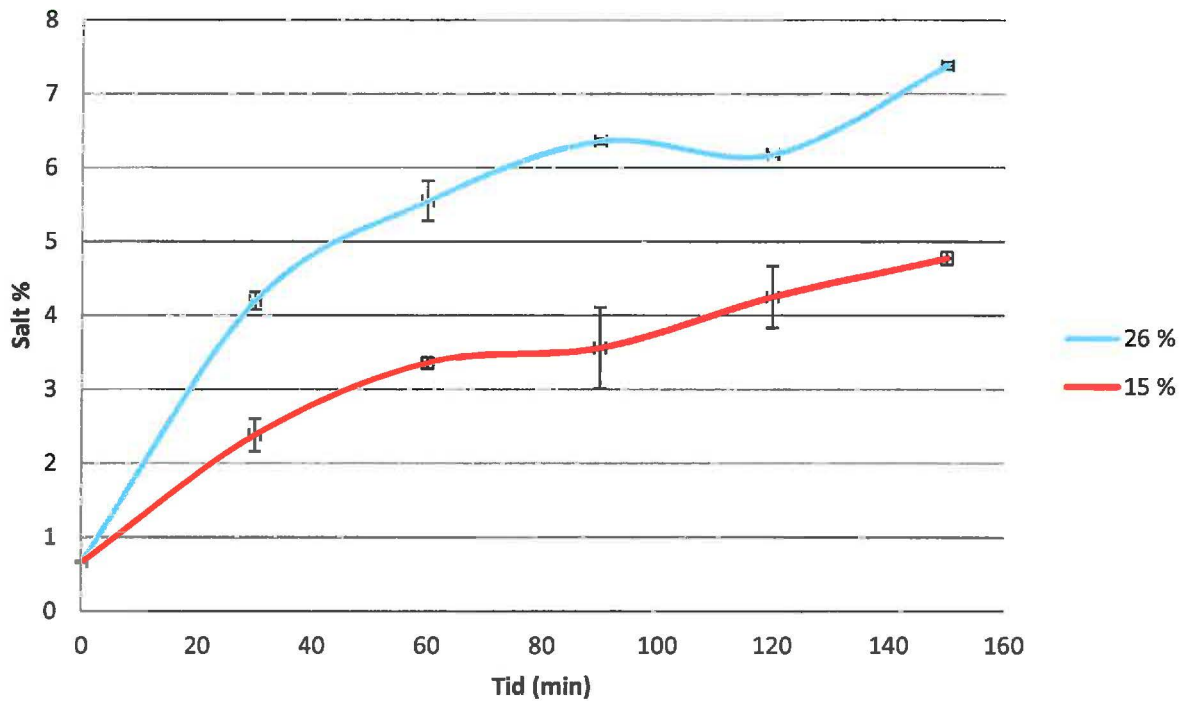


Figur 13 viser forskjellen mellom vektendring ved forsøk 2 gjennomført med 15 og 26 % saltlake (n=5).

Figur 13 viser hvordan det for begge tilfellene var en vektøkning i løpet av de første 20 minuttene. Etter dette sank vekten til filetene i 26 % lake, og ved forsøkets avslutning hadde de et vekttap på rundt 4 %. Filetene i 15 % laken fortsatte å øke i vekt, og endte opp med en vektøkning på rundt 6 %.

Saltinnhold

Figur 14 viser hvordan filetenes saltinnhold endrer seg underveis i prosessen.

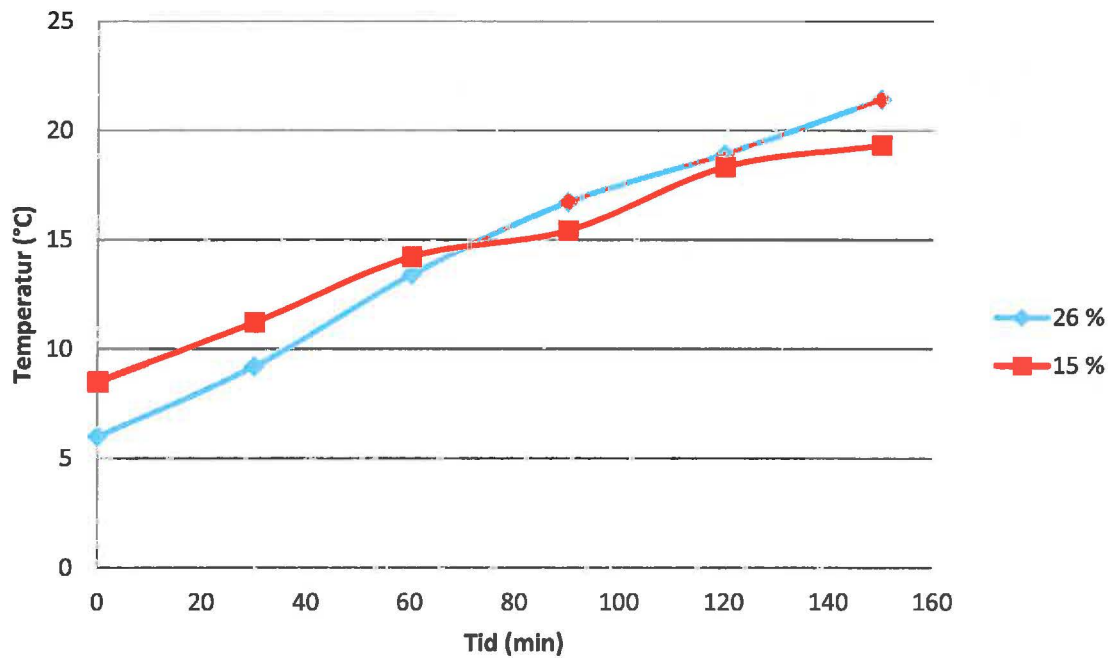


Figur 14 viser på hvilken måte saltinnholdet i filetene økte underveis i forsøk 2 (n=4-8).

Forskjellen i økning av saltinnhold var størst i begynnelsen av prosessen. Etter omtrent en time så det ut til at filetene i 26 % og 15 % saltlake økte i ganske lik grad.

Temperaturendring

Figur 15 viser hvordan temperaturen i saltlaken endret seg underveis i forsøk 2.



Figur 15 viser saltlakens temperaturendring underveis i forsøk 2.

Forsøkets oppsett

Også under dette forsøket var det en del saltlake som rant over akrylrørets kant over diffusormatta. Etterhvert som prosessen gikk ble det utviklet store mengder skum, spesielt ved forsøk med 15 % saltlake. Dette vises i figur 16.



Figur16: Mye skum over og rundt akrylrøret ved forsøk med 15 % saltlake.

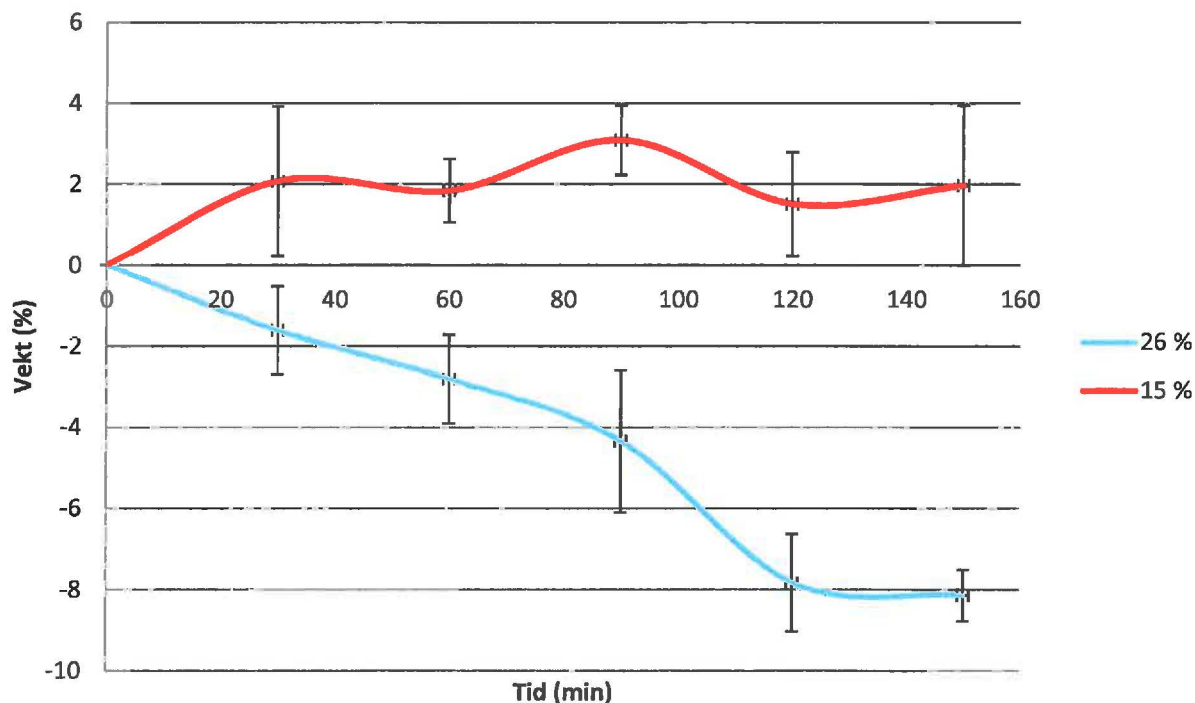
Opphenget av ståltråd ble byttet ut med plastskinner. Disse var mye stivere, og akrylrøret ble hengende mye stødigere. Sporet for automatisk justering av høyde fungerte delvis. Det trengte litt hjelp og vil virke best hvis det strammes mellom hver gang man bytter lake eller antall fileter.

A.3.1.3 Resultater fra forsøk 3

Forsøket ble gjennomført med 15 % lake og 26 % lake. 25 fileter ble veid inn og lagt ned under diffusormatta. Prosessen ble satt i gang og 5 fileter ble tatt ut etter 30, 60, 90, 120 og 150 min og veid.

Vektendring

Figur 17 illustrerer vektendringene underveis i forsøk 3.

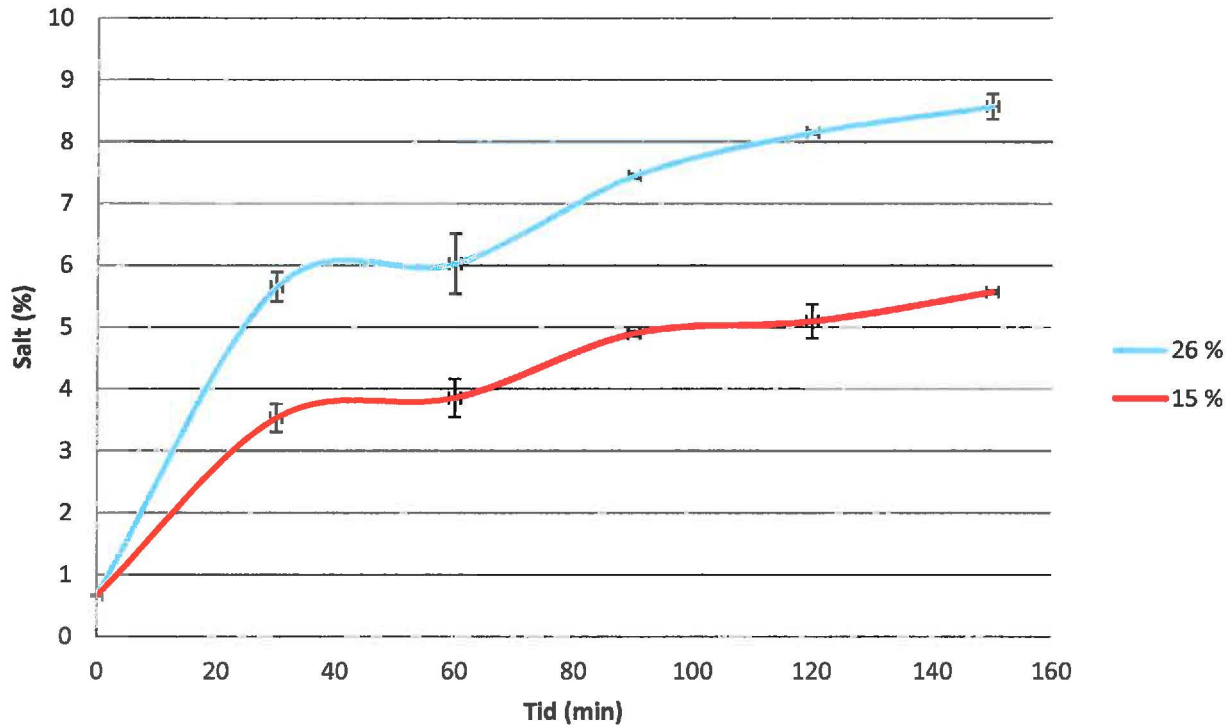


Figur 17 viser forskjellen mellom vektendring ved forsøk gjennomført med 15 og 26 % saltlake (n=5).

Figur 17 viser at filetene som ble saltet i 26 % lake mistet vekt underveis, og endte opp med et vekttap på rundt 8 %. Filetene som ble saltet i 15 % lake økte i vekt underveis, og endte opp med en vektøkning på rundt 2 %.

Saltinnhold

Figur 18 og tabell 4 viser hvordan filetenes saltinnhold endrer seg underveis i prosessen.

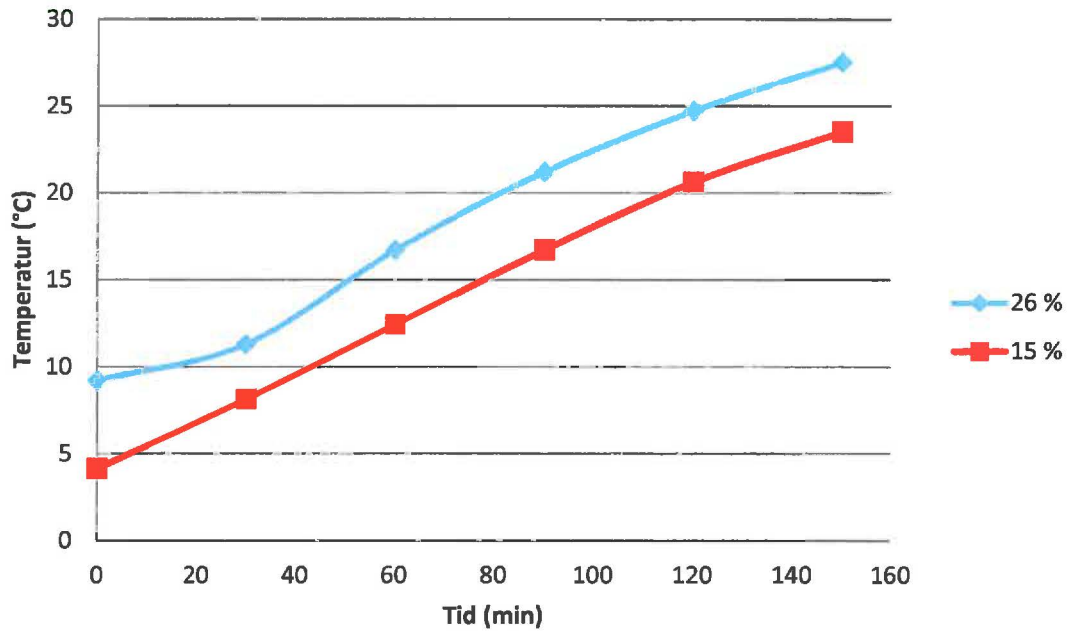


Figur 18 viser hvordan saltinnholdet i filetene endret seg underveis i forsøk 3 (n=4-8).

Også ved dette forsøket så det ut som forskjeller i saltinnholdets økning minker etter hvert. Etter ca. 40 minutter begynte økningen i saltinnholdet til filetene i begge lakekonsentrasjonene å ligne hverandre.

Temperaturendring

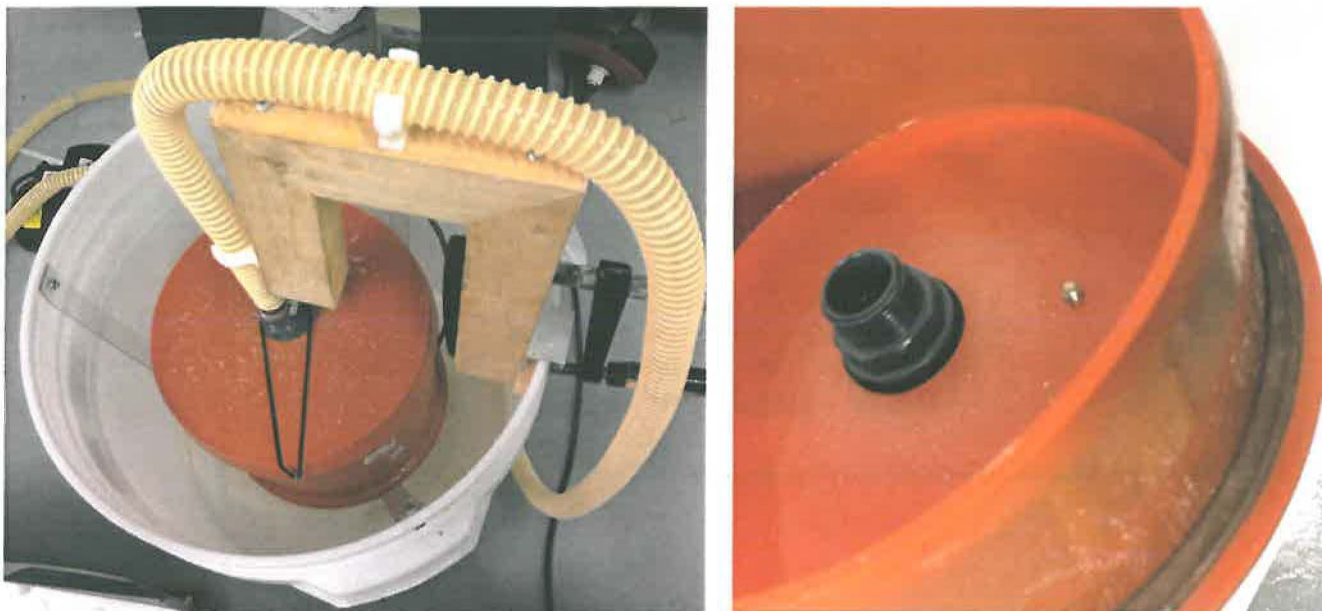
Figur 19 viser hvordan temperaturen i saltlaken endret seg underveis i forsøk 2.



Figur19: Saltlakens temperaturendring underveis i forsøk 3.

Forsøkets oppsett

Før forsøk 3 ble prosessen modifisert ved at en muffe ble tredd over akrylrøret. Muffen var utstyrt med pakning i nedre del, slik at det ble helt tett mellom muffe og akrylrør. Den var også utstyrt med et lokk som i utgangspunktet skulle tettes med samme type pakning som nederst. Dette ble det bestemt at skulle endres da det ville bli altfor tidkrevende å ta lokket av og på ved uttak av fileter. Figur 20 (høyre bilde) viser hvordan pakningen øverst i muffen ble erstattet med en mindre pakning på undersiden av lokkets "topplate". Deretter ble lokket festet til muffen ved hjelp av skruer og en strikk som vist til venstre i figur 20. Dette ble vurdert som tilstrekkelig, da det ikke vil bli særlig høyt trykk inne i muffen. Det ble boret luftehull i lokket som skulle stenges med skrue når lufta var gått ut.



Figur20: Prosessens oppsett med muffe og lokk. Til høyre; lokkets underside med pakning og stengt luftehull.

Muffen fungerte til en viss grad. Den forhindret saltlaken å renne over akrylrørets kant, og sørget på denne måten for at en større volumstrøm lake rant forbi filetene. Den enkleste måten å få muffen til fungere bedre på vil være å gjøre diffusormatta tettere. Dette kunne f.eks. gjøres ved å legge på flere lag glassfiberduk. Å gjøre muffen kortere kunne også kanskje ha hjulpet. Under gjennomføring av forsøk 3 virket muffen mer som en forlengelse av akrylrøret. Den ble ikke fylt, og det ble ikke opparbeidet noe trykk (annet enn 20-30 cm vannsøyle) over diffusormatta.

Underveis i forsøket når prosessen ble stoppet for uttak av sild og lokket ble tatt av så det ut som saltlaken strømmet ujevnt gjennom matta som vist i figur 21 (neste side). Større mengder lake strømmet igjennom rundt sidene (spesielt en side). For jevn innsalting bør diffusormatta utbedres. En pakning som den på undersiden av lokket lagt langs mattas omkrets kunne kanskje hjelpe.

Sjiktet med fileter under matta blir ganske tykt og fører til at filetene som ligger øverst blir klemt mot mattas underside og ikke får beveget seg. Dette vises på figur 22. Prosessen vil fungere bedre med færre fileter i dybden. En større pumpe vil i stor grad påvirke prosessen på en positiv måte. Kombinert med helt tett muffe vil dette sørge for mer bevegelse i filetene, og raskere opptak av salt.

Muffen sørget for å begrense søl med skum.



Figur 21 viser hvordan laken strømmer ujevnt.



Figur 22 viser filetene nedi akrylrøret

Den ujevne strømmingen kan ha ført til ujevn innsalting, da noen fileter har hatt bedre gjennomstrømning av saltlake enn andre.

Figur 22 viser hvordan filetene blir liggende tett og i et tykt sjikt. Oppdriften til dypereliggende fileter vil presse opp mot fileter som ligger over. Dette vil begrense bevegelse og føre til dårligere diffusjon av salt.

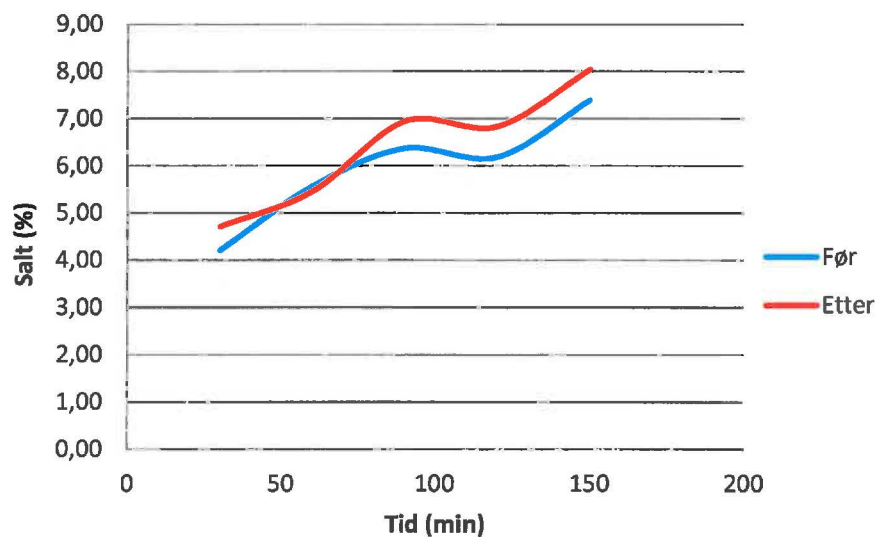
A.3.1.4 Kommentarer

Kalibrering av Dicromat

Dicromaten måler raskt innhold av salt ved å måle den elektriske motstanden og temperaturen i en løsning ⁽⁸⁾. Før Dicromaten kunne bli tatt i bruk måtte "set-points" programmeres og kalibreres. Dette ble gjort på følgende måte:

- Programmet ble tildelt et navn eks. "lake26".
- Cellefaktor ble skrevet inn. Denne avhenger av proben som brukes og var i dette tilfellet (dip-in probe) 3,55
- Fortynningsfaktor ble bestemt. For programmer til bruk for måling av lake ble denne satt til 1. Program for fisk hadde fortynningsfaktor 10 (20 g fiskefarse og 200 ml vann).
- Enhet man ønsker saltinnhold oppgitt i ble valgt eks salt %.
- Kalibreringen skjedde ved at man lot Dicromaten måle en kjent saltløsning. Den viste resultatet av målingen og spurte om den var riktig. Operatøren måtte rette målingen ved å oppgi hvilken saltkonsentrasjon det var i den kjente løsningen.

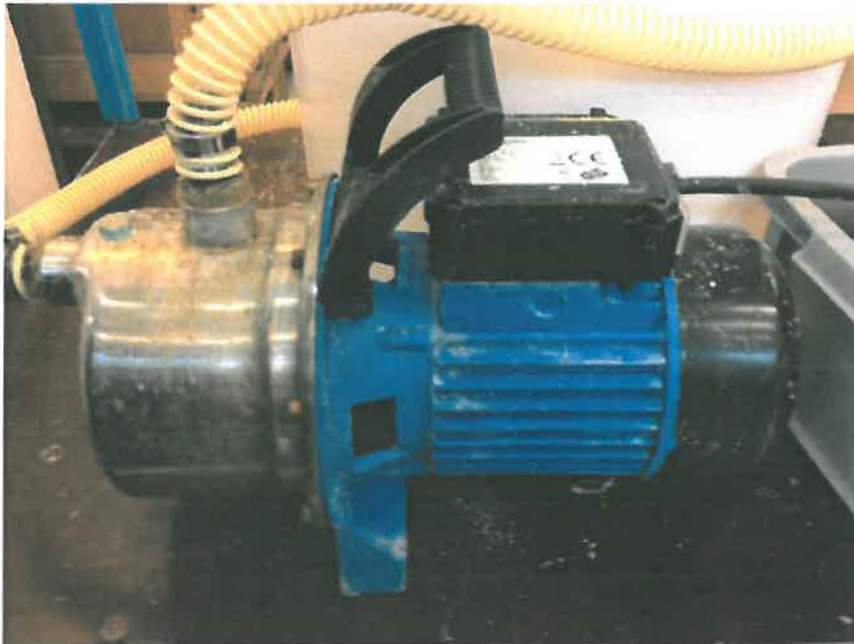
Det ble 17.06 programmert og kalibrert program for tre konsentrasjoner lake og ett for fisk. Denne kalibreringen var antageligvis feil grunnet unøyaktighet ved utmåling av salt og vann til den kjente løsningen. Dette har påvirket resultatene av analysene etter forsøk 1 og 2. 21.06 ble det gjort en ny og nøyaktig kalibrering av program for måling av fisk. Nye prøver (to prøver fra fileter tatt ut ved 30, 60, 90, 120 og 150 min) fra forsøk 2 (26 % lake) analyseres etter ny kalibrering. En sammenligning av resultater av analyser gjort før og etter ny kalibrering vises i figur 23. Det største avviket mellom resultatene er på omtrent 0,6 %. Avviket mellom resultatene ser ikke ut til å gjøre seg særlig gjeldende før etter omtrent 70 minutter.



Figur 23 viser resultater fra prøver tatt etter forsøk 2 før og etter ny kalibrering.

Behov for kjøling

Resultatene viser tydelig at prosessen slik den er satt opp nå har et stort behov for kjøling. Temperaturen i laken bør ikke overskride 10 °C, men kom etter at prosessen hadde vært i gang i 150 minutter i et tilfelle opp i 27,5 °C. Det antas at dette kan ha ført til utvikling av bakterier i filetene. I tillegg påvirket det opptak av salt ⁽⁹⁾. Grunnen til varmeutviklingen var trolig pumpehusets plassering i forhold til motoren, vist i figur 24.



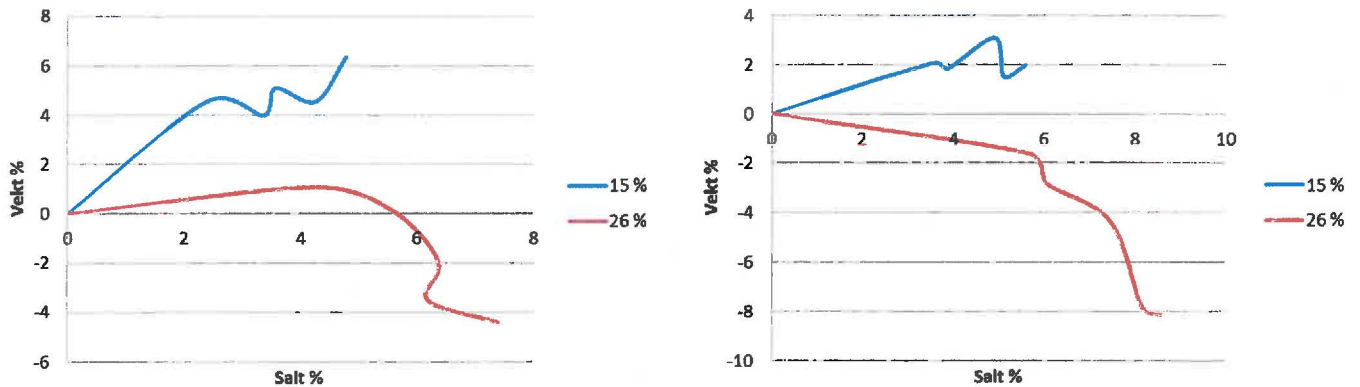
Figur 24 viser pumpen som ble tatt i bruk.

Den enkleste løsningen på dette vil være å bruke en pumpe der avstanden mellom motoren og pumpehuset er større, eller en pumpe der pumpehuset er isolert.

Varmeutviklingen kan også ha kommet av friksjon mellom saltpartikler i laken og pumpens skovler eller innsiden av slangene i systemet. Er dette tilfellet kunne man kjøle prosessen ved å legge en kjøleslynge (fordamperen i et varmepumpende system) i bunnen av reservoaret. Kanskje ville en varmeveksler med kaldtvann nede i reservoaret sørge for tilstrekkelig kjøling.

Vekttap

I dagens forlakingsprosess har man vanligvis en vektøkning på rundt 10 %. Denne økningen i vekt er viktig da den skal kompensere for et vekttap på rundt 18 % som skjer underveis i marineringsprosessen ⁽²⁾. Ved oppnådde 7 % saltinnhold var det etter forsøkene gjort her relativt store vekttap. Forsøk med 15 % saltlake hadde vektøkninger, men oppnådde aldri ønsket saltinnhold. Figur 25 viser sammenhengen mellom økende salt % og vektendring.



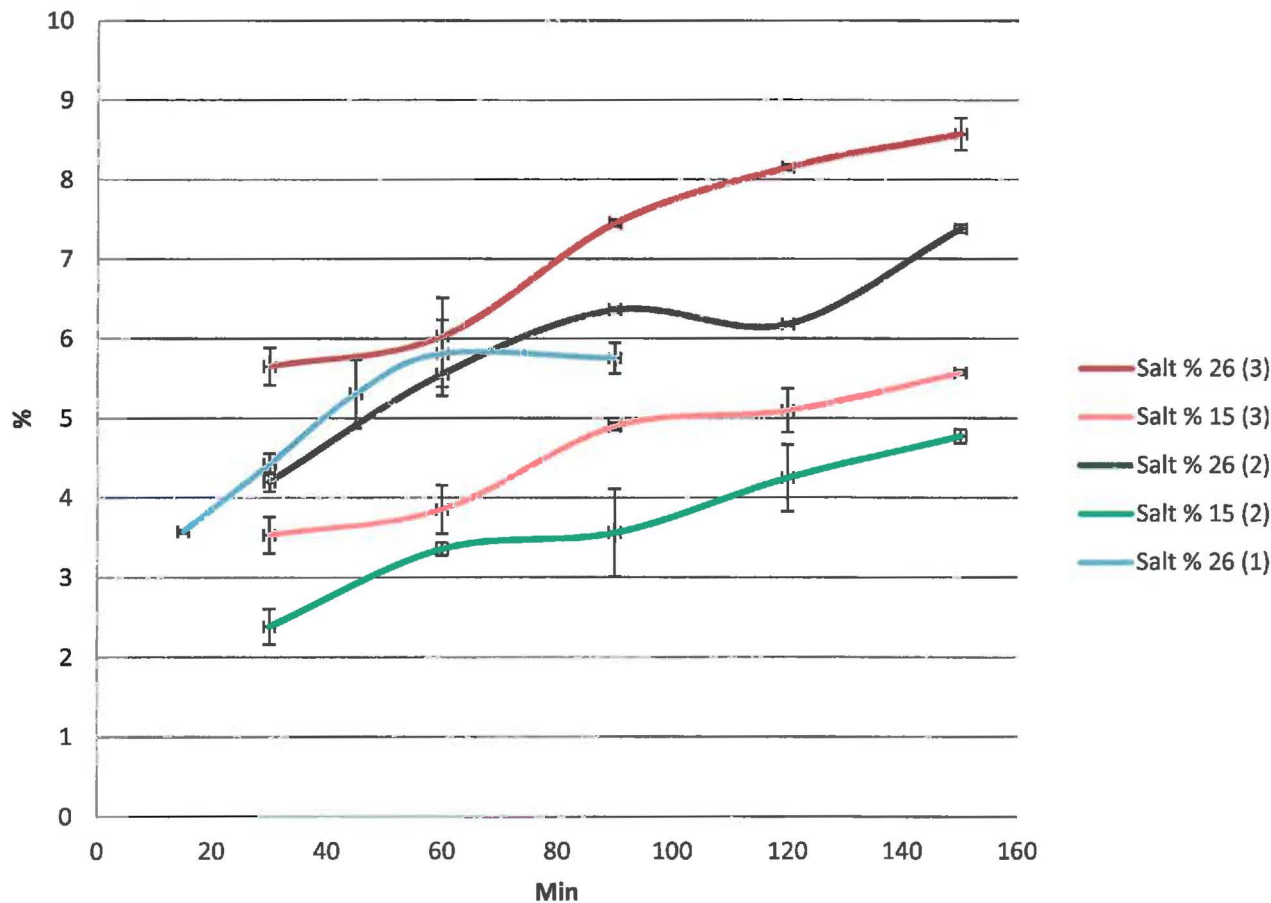
Figur25: Forholdet mellom % saltinnhold og vektendring i de to forskjellige lakene. Forsøk 2 til venstre og forsøk 3 til høyre

I figur 25 kommer det tydelig frem hvordan 26 % saltlake fører til vekttap og 15 % saltlake fører til vektøkning. 7 % saltinnhold oppnås ved forsøk gjennomført med 26 % saltlake etter ca. 80 minutter (forsøk 3). Ved forsøk med 15 % saltlake kom man ikke opp i mer enn ca. 5,5 % saltinnhold etter 150 minutter, men filetene økte i vekt. Vekttapet ved gjennomføring med 26 % saltlake var såpass høyt at denne konsentrasjonen salt ikke anses som egnet for bruk i en prosess som dette. Prosessen kan forbedres og tid til oppnådde 7 % saltinnhold ved hjelp av saltlake med 15 % eller mindre salt kan kortes ned betraktelig.

A.4 Oppsummering og konklusjon

A.4.1 Målsetninger

Figur 26 gir en oversikt over endring i saltinnhold i løpet av de forskjellige forsøkene.



Figur 26 sammenligner saltinnhold i filetene etter de forskjellige forsøkene.

Dicromat ble kalibrert på nytt etter forsøk 2, og tester gjort viste at resultater fra analysene etter forsøk 2 kan ha vært opp til 0,6 % for lave. Forskjellen mellom resultater fra forsøk 2 og 3 i figur 26 er derfor litt misvisende. Allikevel viser figuren at prosessen ble mer effektiv med muffen.

I forhold til saltinnhold i filetene var prosessen mest effektiv under gjennomføring av forsøk 3. 7 % salt ble oppnådd etter ca. 80 minutter. Allikevel anses 26 % saltlake ikke som egnet for bruk i denne prosessen. Dette er basert på den relativt høye vektreduksjonen filtene hadde (ca. 8 %). Det beste resultatet med tanke på vektøkning i filetene ble oppnådd ved gjennomføring av forsøk 2 med 15 % saltlake. Etter 150 minutter hadde filetene en vektøkning på $6,3 \pm 1,8$ %. Salt % var da på 4,77 %. Høyeste salt % oppnådd ved bruk av 15 % saltlake var 5,57 % etter forsøk 3. Optimalisering av prosessen vil kunne føre til raskt oppnådde 7 % saltinnhold ved bruk av saltlake med 15 % eller mindre salt. Lake med lavere saltkonsentrasjon antas å føre til større vektøkning.

Målsetningen å finne ut hvor raskt man ved hjelp av denne prosessen kunne oppnå 7 % salt i sildefileter er nådd. Det er ikke funnet en tilfredsstillende kombinasjon av hurtig oppnådde 7 % salt og lavt vekttap. Alle forsøkene der filetene kom opp i 7 % salt hadde relativt høye vekttap.

A.4.2 Videre arbeid

Forslag til videre arbeid:

- Forbedre diffusormatte
 - Det har ved gjennomføringen av disse forsøkene vært vanskelig å se nøyaktig hvordan strømmingen under matta er. Det er sikkert stort potensiale for forbedringer i forhold til spredning av saltlaken.
 - Matta slipper gjennom mer lake noen steder (spesielt på sidene). Dette antas å gi ujevne resultater. Tetting mellom matte og rørvegg ville forbedre prosessen.
- Forbedre muffen. Den må fylles med lake hvis den skal virke som planlagt. Det gjør den ikke per nå.
 - Kortere muffe kan hjelpe.
 - Tettere diffusormatte.
- Forholdet mellom mengden fileter og arealet av akrylrøret kan jobbes videre med. Prosessen vil være tjent med mindre fisk per arealenhet, så fisken ikke blir liggende trykt opp på mattas underside.
- Prosessen vil virke bedre med en større pumpe.
- Skal prosessen være aktuell for industriell bruk må det jobbes med å skalere den opp.

A.5 Referanser

1. Digre H., Prosjektbeskrivelse for FHF prosjekt #900860 "Dokumentasjon av prosessen for halvfabrikata marinerte sildeprodukter", prosjektbeskrivelse (2013)
2. Digre H., Nordtvedt T.S., Forsøksplan – Prosjekt " Dokumentasjon av prosessen for halvfabrikata marinerte sildeprodukter", prosjektnotat (2013).
3. Digre H., Jansson S., Aursand I.G., Veliyulin E., Singstad T., Produksjon av halvfabrikat Matjes sild – laboratorieforsøk utført av SINTEF, prosjektrapport (2004).
4. Digre H., Jansson S., Skåra T., Produkt- og produksjonsutvikling av sildefilet oppsummering av fase 1, prosjektrapport (2003).
5. Digre H., Skåra T., Jansson S., Storrø I., Industriell produksjon av halvfabrikata til marinert sild del 1: Utprøving av konsept, prosjektrapport (2004).
6. Digre H., Jansson S., Industriell produksjon av halvfabrikata til marinert sild; Del 2: Industriell produksjon, prosjektrapport (2005).
7. Skåra S., Birkeland S., Industriell produksjon av halvfabrikata til matjes sild; Del 1: Utprøving av konsept, prosjektrapport (2004).
8. PCL CONTROL INSTRUMENTS, Dicromat; Rapid Salt Analyser; Manual, brukermanual.
9. Atkins P.W. Molecules in motion: Diffusion. I: Atkins P.W. Physical Chemistry. 6. utgave. Oxford: Oxford University Press; 1998



Teknologi for et bedre samfunn

www.sintef.no