

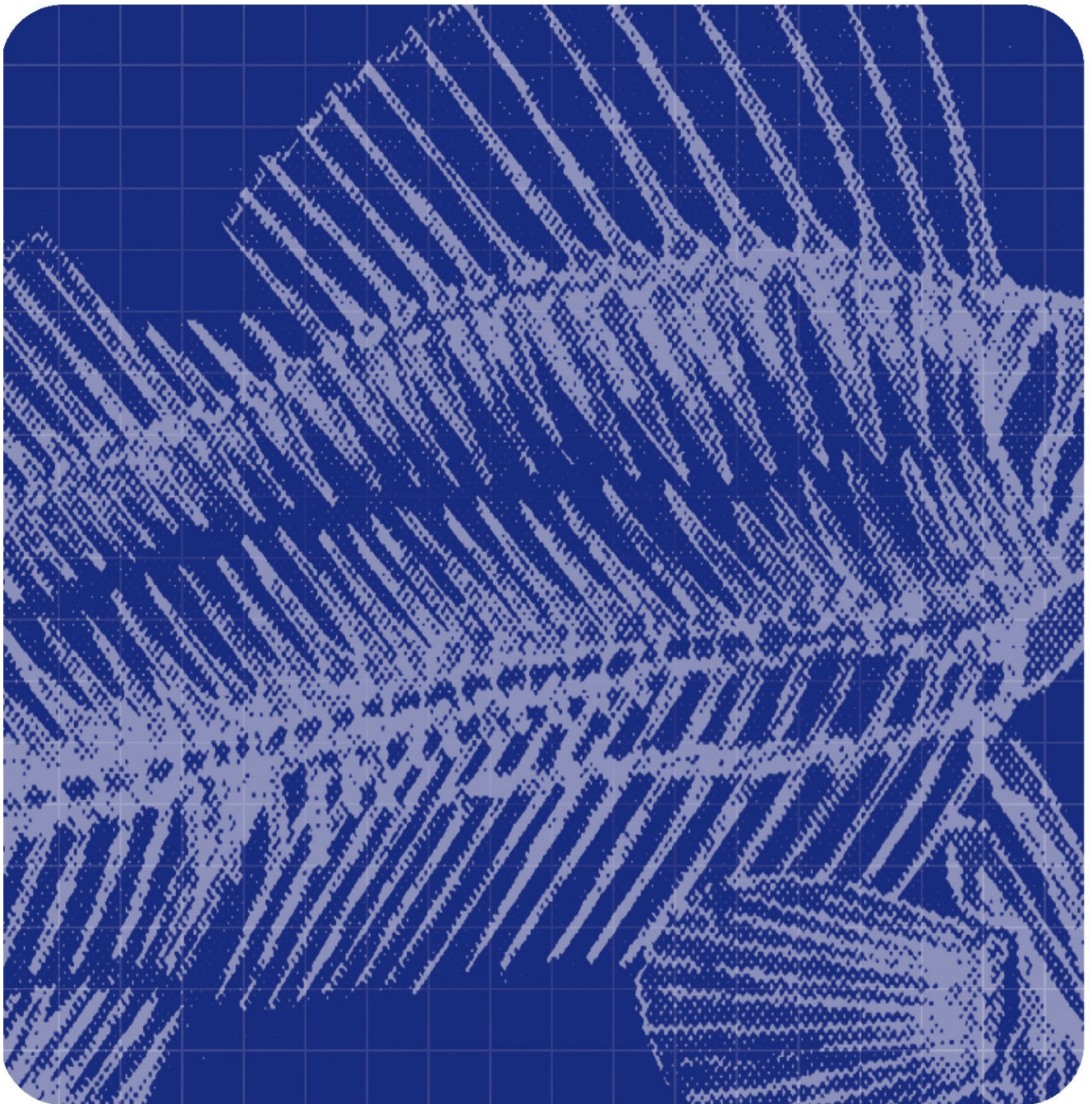


Fiskeriforskning

RAPPORT 16/2001 • Utgitt desember 2001

Nye utvanningsmetoder for saltfisk

Jan-Vidar Olsen, Ingebrigt Bjørkevoll, Leif Akse og Taran Skjerdal





Norut Gruppen er et konsern for anvendt forskning og utvikling og består av morselskap og seks datterselskaper. Konsernet ble etablert i 1992 – fundamentert på daværende FORUTs fire avdelinger og Fiskeriforskning.

Konsernet består i dag av følgende selskaper:

Fiskeriforskning, Tromsø

Norut IT, Tromsø

Norut Samfunnsforskning, Tromsø

Norut Medisin og Helse, Tromsø

Norut Teknologi, Narvik

Norut NIBR Finnmark, Alta

Konsernet har til sammen vel 240 ansatte.



Fiskeriforskning

Fiskeriforskning (Norsk institutt for fiskeri- og havbruksforskning AS) utfører forskning og utvikling for fiskeri- og havbruksnæringen.

Gjennom strategisk næringsrettet forskning og utviklingsarbeid, i samarbeid med næringsaktører og det offentlige, skal Fiskeriforsknings arbeid bidra til utvikling av

- etterspurt sjømat
- aktuelle oppdrettsarter
- bioteknologiske produkter
- teknologiske løsninger
- konkurransedyktige foretak

Fiskeriforskning har ca. 160 ansatte fordelt på Tromsø (110) og Bergen (50). Fiskeriforskning har velutstyrte laboratorier og forsøksanlegg i Tromsø og Bergen.

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9-13

Postboks 6122

N-9291 Tromsø

Telefon: 77 62 90 00

Telefaks: 77 62 91 00

E-post: post@fiskeriforskning.no

Avdelingskontor Bergen:

Kjerreidviken 16

N-5141 Fyllingsdalen

Telefon: 55 50 12 00

Telefaks: 55 50 12 99

E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no

RAPPORT

Tilgjengelighet:

Åpen

Rapportnr:

16/2001

ISBN-nr:

82-7251-482-6

Tittel:

Nye utvanningsmetoder for saltfisk

Dato:

13.12.2001

Antall sider og bilag:

29

Forfatter(e):

Jan-Vidar Olsen, Ingebrigt Bjørkevoll, Leif Akse og Taran Skjerdal

Forskningssjef:

Taran Skjerdal

Senter:

Avdeling for sjømat og industriell foredling

Prosjektnr.:

8491

Oppdragsgiver:

EU-FAIR CT98 4179 (DESCOD) og Fiskeriforskning

Oppdragsgivers ref.:

3 stikkord:

Nye utvanningsmetoder, prosessbetingelser, produktkvalitet

Sammendrag: (maks 200 ord)

Målet med utprøving av nye metoder og teknologiske løsninger for utvanning av salt- og klippfisk har vært å forbedre vektutbytte, oppnå jevnere saltinnhold, redusere utvanningstiden samtidig som den sensorisk kvaliteten blir bevart.

Utvanning av klippfisk ved bruk av trommel har tidligere vist at utvanningstiden kan reduseres sammenlignet med tradisjonell utvanning (Olsen 2000 a). I våre forsøk gav 2 timers vakuumbromling av saltfiskbiter et saltinnhold på ca 2% (vannbytte etter 1 time). I de vakuumbromlede bitene ble det registrert et ujevnt saltinnhold mellom bitene. I forsøk på å oppnå mer jevnt saltinnhold i muskelen ble utvanningen med vakuumbrommel etterfulgt av et justeringstrinn i 2% saltlake. Etter justering ble saltinnholdet i muskelen for høyt (5-6%).

I videre forsøk ble saltfisk fileter injisert med vann før utvanning av biter i vakuumbrommel i 2 timer etterfulgt av justering i ytterligere 2 timer. Etter utvanning (total utvanningstid 4 timer) ble saltinnholdet i bitene målt til ca 2%. Saltinnholdet i prøvebitene ble sensorisk vurdert som homogent i muskelen. Tilsvarende forsøk med hel filet viste forskjell i saltinnhold mellom tynne (3%) og tykke (6%) deler av fileter. Det var derimot liten forskjell i saltinnhold mellom stor og liten filet.

Sensorisk ble noen biter vurdert som uakseptabel fordi tromlingen påførte bitene til dels stor mekanisk skade. Skadene var størst der muskelen var spaltet før utvanning.

Forsøkene har vist at en gjennom utvanning med stikkinjisering (2 omganger) kombinert med vakuumbromling etterfulgt av et justeringstrinn oppnår et saltinnhold på ca 2% etter 4 timers utvanning. Tradisjonell utvanning tar 24-48 timer.

English summary: (maks 100 ord)

The aim of this study on new methods and technological solutions for desalting of salt-cured cod filets was to improve weight yield, obtain a more homogenous salt content (2 %) in the muscle and reduce the desalting time while maintaining the sensory quality of the product.

This aim was achieved by injecting water in whole filets prior to vacuum tumbling of pieces for 2 hours. The pieces were further treated in a 2 % salt brine for 2 hours to obtain a more homogenous salt content in the muscle. The tumbling resulted however in some cases to damages on the muscle structure described as gaping-like.

When tumbling of injected whole fillets, the mechanical damages were not observed. However, the salt content was inhomogenous with thick parts of the fillet being to salt (6 % NaCl). The thin parts had 3 % NaCl in the muscle.

Through these trails desalted cod were obtained after 4 hours of processing. Using traditional methods, the desalting process takes 24 to 48 hours.

INNHOOLD

1	SAMMENDRAG.....	1
2	INNLEDNING.....	2
	2.1 Bakgrunn	2
	2.2 Målsetting.....	2
3	MATERIALER OG METODER.....	3
	3.1 Råstoff	3
	3.2 Utprøving av nye utvanningsmetoder	3
	3.2.1 Utvanning i trommel sammenlignet med tradisjonell utvanning.....	4
	3.2.2 Utvanning og utjevning ved bruk av vakuums trommel	5
	3.2.3 Stikkinjisering av vann etterfulgt av vakuums tromling	6
	3.3 Analysemetoder.....	7
	3.4 Massetransport mellom fisk og vannfase- grunnleggende teori.....	7
4	RESULTATER	11
	4.1 Utvanning i trommel sammenlignet med tradisjonell utvanning	11
	4.1.1 Vektendring.....	11
	4.1.2 Saltinnhold i fiskemuskel og utvanningsvann	11
	4.1.3 Sensorisk analyse	13
	4.2 Utvanning og utjevning ved bruk av vakuums trommel.....	14
	4.2.1 Vektendring.....	14
	4.2.2 Saltinnhold i fiskemuskel.....	16
	4.2.3 Sensorisk analyse	17
	4.3 Stikkinjisering kombinert med vakuums tromling av biter	17
	4.3.1 Vektendring.....	17
	4.3.2 Saltinnhold i fiskemuskel.....	18
	4.3.3 Sensorisk analyse	19
	4.4 Stikkinjisering kombinert med vakuums tromling av hel filet	20
	4.4.1 Vektendring.....	20
	4.4.2 Saltinnhold i fiskemuskel.....	21
	4.4.3 Sensorisk analyse	23
5	DISKUSJON.....	24
	5.1 Vektutbytte	24
	5.2 Utvanningstid og saltinnhold.....	24
	5.3 Sensorisk vurdering	25
	5.4 Hastighetsbegrensende faktor for salttransporten	25
6	KONKLUSJON.....	27
7	VIDERE ARBEID	28
8	REFERANSER	29

1 SAMMENDRAG

Trender i hovedmarkedene for salt- og klippfisk der produktene flyttes fra tradisjonelle butikker til super- og hypermarkeder har medført større etterspørsel etter lettvinne og gryteklare produkter med lang holdbarhet. Denne utviklingen har medført større interesse for industriell utvanning både i produsent- og konsumentland. Målet med utprøving av nye metoder og teknologiske løsninger for utvanning av salt- og klippfisk har vært å forbedre vektutbytte, oppnå jevnere saltinnhold, redusere utvanningstiden samtidig som den sensorisk kvaliteten blir bevart.

Utvanning av klippfisk ved bruk av trommel har tidligere vist at utvanningstiden kan reduseres sammenlignet med tradisjonell utvanning (Olsen 2000 a). I våre forsøk gav 2 timers vakuumsromling av saltfiskbiter et saltinnhold på ca 2% (vannbytte etter 1 time). I de vakuumsromlede bitene ble det registrert et ujevnt saltinnhold mellom bitene. I forsøk på å oppnå mer jevnt saltinnhold i muskelen ble utvanningen med vakuumsrommel etterfulgt av et justeringstrinn i 2% saltlake. Etter justering ble saltinnholdet i muskelen for høyt (5-6%).

I videre forsøk ble saltfisk fileter injisert med vann før utvanning av biter i vakuumsrommel i 2 timer etterfulgt av justering i ytterligere 2 timer. Etter utvanning (total utvanningstid 4 timer) ble saltinnholdet i bitene målt til ca 2%. I tillegg ble saltinnholdet i prøvebitene vurdert som homogent i muskelen (sensorisk). Tilsvarende forsøk med hel filet viste forskjell i saltinnhold mellom tynne (3%) og tykke (6%) deler av fileter. Det var derimot liten forskjell i saltinnhold mellom stor og liten filet.

Målet om kortere utvanningstid og jevnt saltinnhold i fiskemuskel ble oppnådd når biter etter stikkinjisering av vann ble vakuumsromlet i 2 timer (vannbytte etter 1 time) og deretter behandlet i justeringslake (2%) i 2 timer. Dette ble ikke oppnådd for hele fileter utvannet med samme prosedyre. Sensorisk ble noen biter derimot vurdert som uakseptabel fordi romlingen påførte bitene til dels stor mekanisk skade. Skadene var størst der muskelen var spaltet før utvanning.

Forsøkene har vist at en gjennom utvanning med stikkinjisering (2 omganger) kombinert med vakuumsromling etterfulgt av et justeringstrinn oppnår et saltinnhold på ca 2% etter 4 timers utvanning. Tradisjonell utvanning tar 24-48 timer.

2 INNLEDNING

Forsøkene med utvanning i vakuum- og trommelteknologi er basert på resultater fra EU-prosjektet "Improved quality and shelf life of desalted cod, an easy to use product of salted and dried salted cod", FAIR CT98 4179 (DESCOD). Forsøkene med stikkinjisering er finansiert av Fiskeriforskning. DESCOD er et samarbeidsprosjekt mellom Universidad Politécnic de Valencia, Spania, IPIMAR i Portugal, Fiskeriforskning og Fiskerinæringens Landsforening (FNL) i Norge. Metoden for utvanning av salt- og klippfisk i trommel er hentet fra forsøk med basismarinerings av fersk og tint råstoff av torsk, sei og laks i vakuumtrommel (Joensen og Prytz, 1997; Olsen, 2000 b). Utvanningsforsøk med trommel er også basert på innledende forsøk med utvanning av klippfisk ved vakuumtromling (Olsen, 2000 a), gjennomført ved Fiskeriforskning. Under noen av utvanningsforsøkene ble saltkonsentrasjonen i vannet justert. Utvanningsmetoden med justering er utviklet av Kristian Prytz, Fiskeriforskning. Bruk av stikkinjisering til utvanning har utgangspunkt i bruken av injeksjon av saltlake for å redusere saltetida til salt- og klippfisk. I tillegg blir injiseringsteknologien brukt i produksjon av lettsaltede og marinerte fiskeprodukter samt marinerte kyllingprodukter.

2.1 Bakgrunn

Saltfisk og klippfisk regnes som fullkonserverte produkter med sterke tradisjoner spesielt i portugisiske, spanske, italienske og brasilianske markeder. Før konsum må disse produktene gjennomgå en utvanningsprosess på opp til to døgn som til nå har vært utført hjemme hos konsumentene. Trender i disse markedene, der produktene flyttes fra tradisjonelle butikker til super- og hypermarkeder, medfører større etterspørsel etter lettvinde og gryteklare produkter med lang holdbarhet. Denne utviklingen har medført større interesse for industriell utvanning både i produsent- og konsumentland.

Utvanning av klippfisk ved bruk av trommel har indikert at utvanningstiden kan reduseres sammenlignet med tradisjonell utvanning. Tromling vil være gunstig fordi utvanningsprosessen foregår i et lukket system. Prosessbetingelser som utvanningstid, vannbytte, justering av saltinnhold i utvanningsvann og tilførsel av tilsetningsstoffer kan i et slikt system endres uten håndtering av produktet. Stikkinjisering av saltlake er allerede tatt i bruk i salteprosessen hos salt- og klippfiskprodusenter. Det har ikke vært undersøkt hvordan stikkinjisering av vann i forbindelse med utvanning påvirker forløpet av utvanningen og produkttegenskapene.

2.2 Målsetting

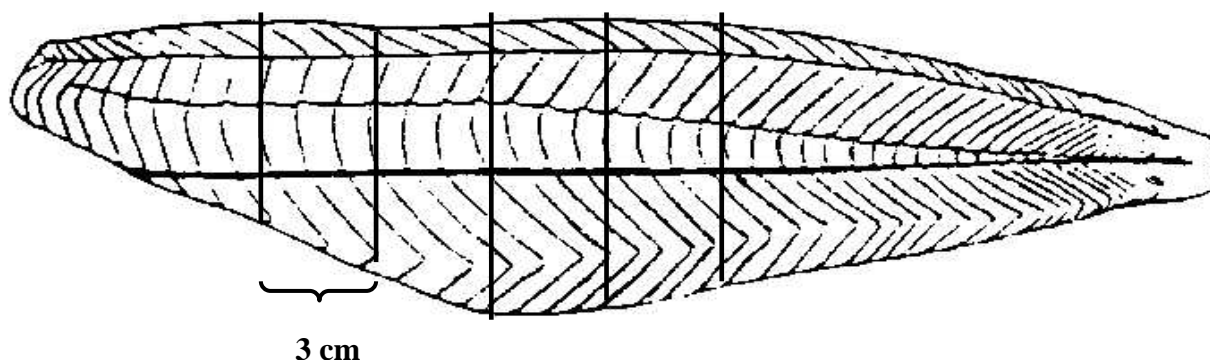
Formålet med forsøkene har vært å utprøve nye utvanningsmetoder for saltfisk filett med tanke på å effektivisere prosess og forbedre produkttegenskaper. Forbedringen av prosess og produkt hadde utgangspunkt i følgende krav:

- Jevnt saltinnhold på 2-4 % i ferdig utvannede biter av saltfiskfilett
- Akseptabel sensorisk kvalitet (overflate, farge, spalting og smak)
- Øke vektutbytte under utvanning
- Redusere utvanningstiden

3 MATERIALER OG METODER

3.1 Råstoff

Råstoffet brukt i forsøkene var saltfiskfilet av torsk (20-21 % NaCl) ferdig produsert april 2000. Filetene var pakket i forseglet plastemballasje og lagret i kjølt tilstand ved Fiskeriforskning. I forsøket ble det brukt fiskestykker med 3 cm bredde tatt fra den tykke (midtre) delen av saltet filet som illustrert i figur 1 samt hel fileten. Det ble også gjort analyser av tynne og tykke biter av hel fileten. I utvanningsforsøkene ble det brukt 1 del fisk og 9 deler vann (1 kg fisk og 9 liter vann).



Figur 1 Område på saltfiskfileten hvor prøvebiter (3 cm brede) ble tatt ut. Spor og nakkedel ble ikke brukt.

3.2 Utprøving av nye utvanningsmetoder

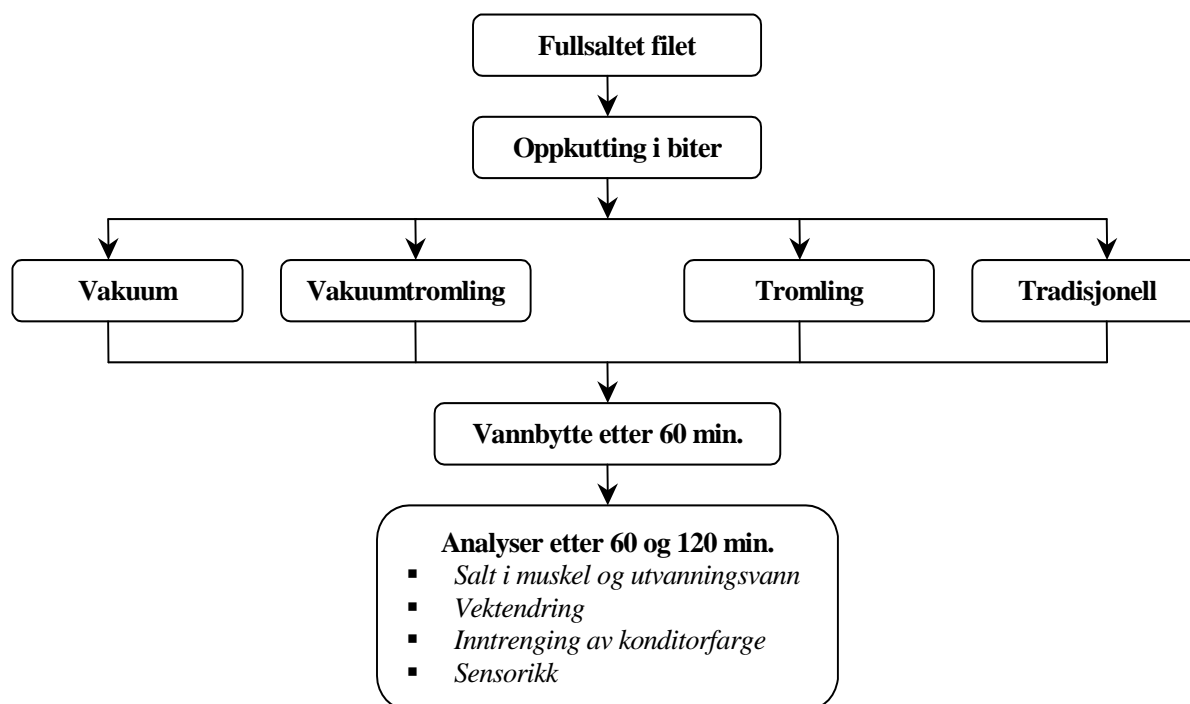
Formålet med forsøkene har vært å sammenligne tradisjonell utvanning med nye metoder for utvanning av saltfisk. Innledningsvis ble tradisjonell utvanning sammenlignet med tromling (med og uten vakuum) og stillestående utvanning i trommel med vakuum. Ut fra resultater i dette forsøket ble vakuumtromling valgt som utvanningsmetode i de videre forsøkene. På grunn av ujevnt saltinnhold i muskelen etter vakuumtromling ble saltfiskbitene lagt i ei utjevningsslake etter tromling. Dette gav heller ikke tilfredsstillende jevnhet i saltinnholdet mellom fiskemuskelens overflate og kjerne. Et mer homogent saltinnhold i fiskemuskelens ble forsøkt oppnådd gjennom stikkinjisering av vann i fullsaltet filet. Videre utvanning av hel fileten og biter ble gjennomført i vakuumtrommel etterfulgt av utjevning i saltlake.

3.2.1 Utvanning i trommel sammenlignet med tradisjonell utvanning

Fire utvanningsmetoder ble utprøvd der vektutbytte og saltinnhold i biter av saltfiskfilet ble sammenlignet under utvanning. Sensoriske egenskaper som utseende, spalting og mekaniske skader ble også studert for å se hvordan metodene påvirket sluttproduktet. Følgende utvanningsmetoder ble sammenlignet:

- 1) Tradisjonell utvanning i stillestående vann
- 2) Utvanning i stillestående vann med vakuuum
- 3) Tromling uten vakuuum
- 4) Vakuuumtromling

Utvanningsforsøkene ble gjennomført ved 4°C. Før utvanning av fullsaltede biter av fileten ble utvanningsvannet tilsatt 0,5 % konditorfarge (rød) for alle metodene. Dette ble gjort for å undersøke inntrenging og fordeling av vann i muskelen. Etter 60 minutters utvanning ble vekten av 10 merkede prøvebiter målt. Samtidig ble 3 fiskestykker fra hver av utvanningsmetodene analysert for saltinnhold i tillegg til vurdert med hensyn på fargeinntrenging og mekaniske skader på fiskemuskel. Videre ble vannet byttet ut med nytt vann tilsatt rød konditorfarge før neste utvanningstrinn. Bitene ble så utvannet i ytterligere 60 minutter etterfulgt av vektregistrering av de samme merkede fiskestykkene. I tillegg ble 3 prøvebiter tatt ut og analysert på samme måte som etter 60 minutters utvanning. Tradisjonell utvanning i stillestående vann ble brukt for å kontrollere hvor effektiv de nye utvanningsmetodene var med hensyn på vektøkning, saltutdrivelse og fargeinntrenging, samt som grunnlag for å vurdere de mekaniske skadene tromling påførte prøvebitene.



Figur 2 Forsøksoppsett for utprøving og sammenligning av fire utvanningsmetodene (vakuuum, vakuuumtromling, tromling og tradisjonell utvanning).

Tradisjonell utvanning (referansemetode)

For den tradisjonelle utvanningsmetoden (kontroll) ble prøvebiter lagt på ei rist som var plassert ca. 2 cm over bunnen i et kar. Forholdet mellom fisk og vann var 1 kg fisk og 9 kg vann. Vannet var tilsatt rød konditorfarge (0,5 %). Etter 60 minutters utvanning ble prøvebitene tatt ut av karet til avrenning i 2 minutter. Videre ble 10 prøvebiter tatt ut for registrering av vekt. I tillegg ble saltinnholdet målt i 3 prøvebiter. Saltinnhold ble også målt i utvanningsvannet. Fiskebitene ble videre utvannet i ytterligere 60 minutter i nytt vann tilsatt konditorfarge. Etter 120 minutter ble prøvebitene analysert som etter 60 minutters utvanning. Det ble også gjort sensoriske vurderinger av spalting i tillegg til inntrenging og fordeling av konditorfarge etter både 60 og 120 minutters utvanning.

Vakuum

Fiskebiter ble lagt i en trommel med vann tilsatt rød konditorfarge (0,5%) før trykket ble senket til 0,1 bar. Etter 60 minutters utvanning ble prøvebitene tatt ut av karet til avrenning i 2 minutter. Etter analysering som beskrevet under tradisjonell utvanning, ble fiskebitene utvannet i nye 60 minutter under vakuum i nytt utvanningsvann (også tilsatt konditorfarge). Analyser etter 120 minutters utvanning ble utført som forklart under tradisjonell utvanning.

Tromling

Prøvebitene ble lagt i vann tilsatt konditorfarge (0,5%) og tromlet med 4 rpm uten vakuum. Trommelen ble stoppet etter 60 minutter og prøvebiter analysert som beskrevet tidligere. Videre ble bitene utvannet i nytt utvanningsvann tilsatt farge i 60 minutter etterfulgt av analysering.

Vakuumtromling

Under vakuumtromling (tromling med vakuum) ble trykket i trommelen senket til 0,1 bar. Videre ble trommelen rotert (4 rpm) i 60 minutter etterfulgt av 5 minutters hvile (uten vakuum). Prøvebitene ble så analysert som beskrevet for de andre utvanningsmetodene. Fiskebitene ble videre behandlet i nye 60 minutter i nytt utvanningsvann tilsatt konditorfarge. Analyser ble så gjennomført som beskrevet ovenfor.

3.2.2 Utvanning og utjevning ved bruk av vakuumtrommel

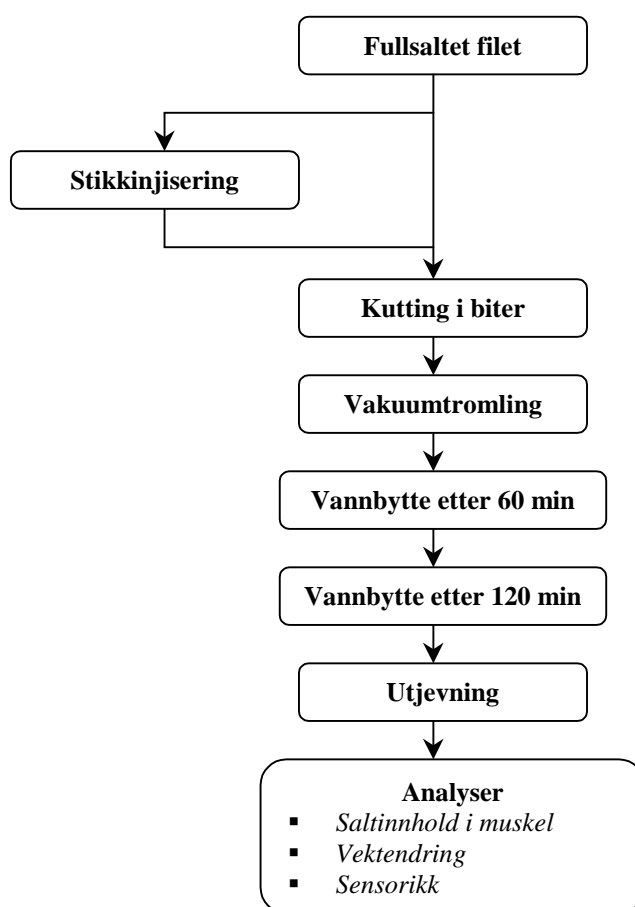
Basert på resultater fra det innledende utvanningsforsøket ble vakuumtromling valgt som utvanningsmetode for optimalisering av vektutbytte, saltinnhold og utvanningstid. Vakuumtromlingen ble kombinert med justering av saltinnholdet i utvanningsvannet i siste del av utvanningsperioden. I det første forsøket ble 1 kg fiskebiter (10 merkede) tromlet i 30 minutter i 9 liter vann. Vannet ble så byttet ut og fisken vannet ut i ytterligere 30 minutter. Prøvebitene ble så tromlet i 60 minutter i en utjevningsslake (3 % NaCl). Analyser av vekt, saltinnhold i muskel og vann, og sensoriske analyser ble gjennomført etter 30, 60 og 120 minutter. De sensoriske analysene omfattet mekaniske skader og spalting før, under og etter utvanningen, samt smak, konsistens og spalting av 6 kokte prøvebiter. 3 prøvebiter ble emballert i vakuum etter utvanningen og lagt i kjøleskap. Hensikten var å studere om lagring i vakuumpakning påvirket muskelspalting og mekaniske skader som oppstod under utvanning.

Med bakgrunn i resultatene oppnådd i det første forsøket med utvanning og utjevning, ble et nytt forsøk gjennomført. Fiskebiter ble vakuumtromlet i en time i vann og videre i en time i en 2 % utjevningsslake. Etter to timers tromling ble prøvebitene så liggende i utjevningsslaken i

ytterligere en time i trommelen slik at total utvanningstid ble 3 timer. Det ble kun gjort saltmålinger på prøvebitene.

3.2.3 Stikkinjisering av vann etterfulgt av vakuumtromling

I forsøket med vakuumtromling kombinert med utjevning ble det registrert et ujevnt saltinnhold (mellom overflate og kjerne) i de utvannede saltfiskbitene. Stikkinjisering ble valgt med tanke på å oppnå et jevnere saltinnhold i hele muskelen samt å korte ned utvanningstiden i trommelen. Det ble brukt en stikkinjektor fra FOMACO type FGM 16/64 F. Under injiseringen ble det brukt 3 mm nåler, et trykk på 1,2 bar og en hastighet på 32 injiseringer per minutt.



Figur 3 Flytskjema for utvanning i vakuumtrommel kombinert med stikkinjisering(første forsøk).

Det ble gjennomført tre forsøk med stikkinjisering av vann i fullsaltet filet etterfulgt av vakuumtromling. I forsøkene ble saltfiskfileter først injisert med vann i 2 omganger. Filetvekten ble registrert før injisering i tillegg til etter 1. og 2. injisering. Saltinnholdet i filetene ble målt etter 2. injisering. I det første forsøket (vist i figur 3) ble de injiserte filetene delt opp i 3 cm brede biter. 10 biter ble merket og veid før videre utvanning i vakuumtrommel (1 del fisk og 9 deler vann). I tillegg ble en kontroll utført der saltfiskbiter kun ble vakuumtromlet. Vekt og saltanalyser ble gjennomført etter 60 og 120 minutters vakuumtromling samt etter 120 minutters stillestående utjevning i 2% saltlake (totalt 4 timers

utvanning). Sensorisk analyse av mekanisk skade, spalting og smak ble gjort etter injisering og etter utjevning (ferdig utvannede biter).

I det andre forsøket ble hel filet vasket før injisering og videre vakuumentromling i 60 minutter før utvanning i 2% utjevningsslake (stillestående slake) i 120 minutter. I tillegg ble en kontroll utført der saltfiskfileter ble tradisjonelt utvannet i stillestående vann. I forsøk tre ble hel filet vasket før injisering og videre vakuumentromlet i henholdsvis 60 og 120 minutter etterfulgt av justering i ytterligere 120 minutt som i andre forsøk. Det ble ikke tatt en kontrollgruppe i dette forsøket. I andre og tredje forsøk ble de injiserte filetene lagt til avrenning i totalt 4 minutter, først 2 minutter med skinnsiden ned og deretter 2 minutter med skinnsiden opp.

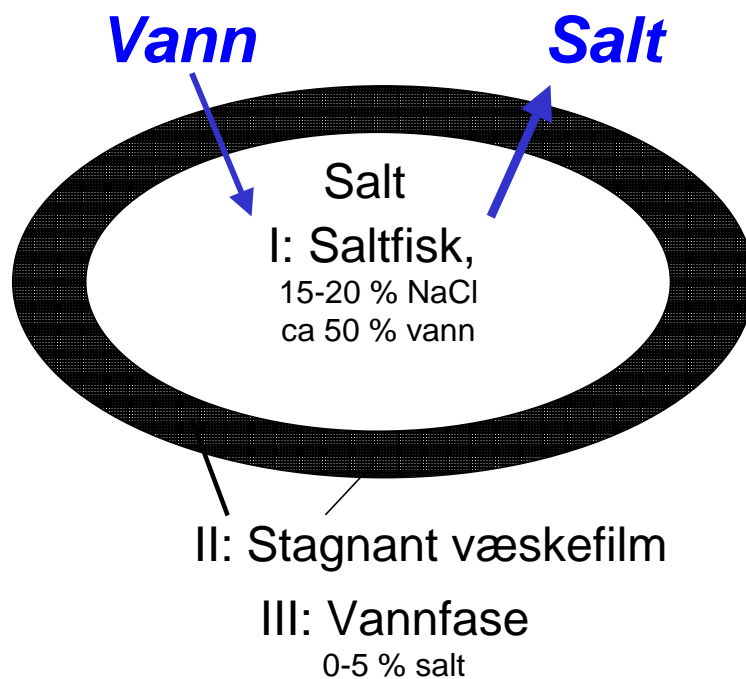
3.3 Analysemetoder

For måling av **salt** i fisk ble metoden etter Volhard's metode (1940) brukt, referanse AOAC 937.09. For hver utvanningsmetode ble et homogenisat av 3 utvannede prøvebiter fra fullsaltet filet analysert for salt. Måling av **vektendringer** ble gjort med en Metler PE 6000 analysevekt. For hver utvanningsmetode ble vekten av 10 prøvebiter registrert. Prøvebitene fra de ulike utvanningsmetodene ble vurdert **sensorisk** i form av spalting, mekaniske skader og fargeinntrenging. I tillegg ble smak vurdert for noen av prøvebitene.

3.4 Massetransport mellom fisk og vannfase- grunnleggende teori

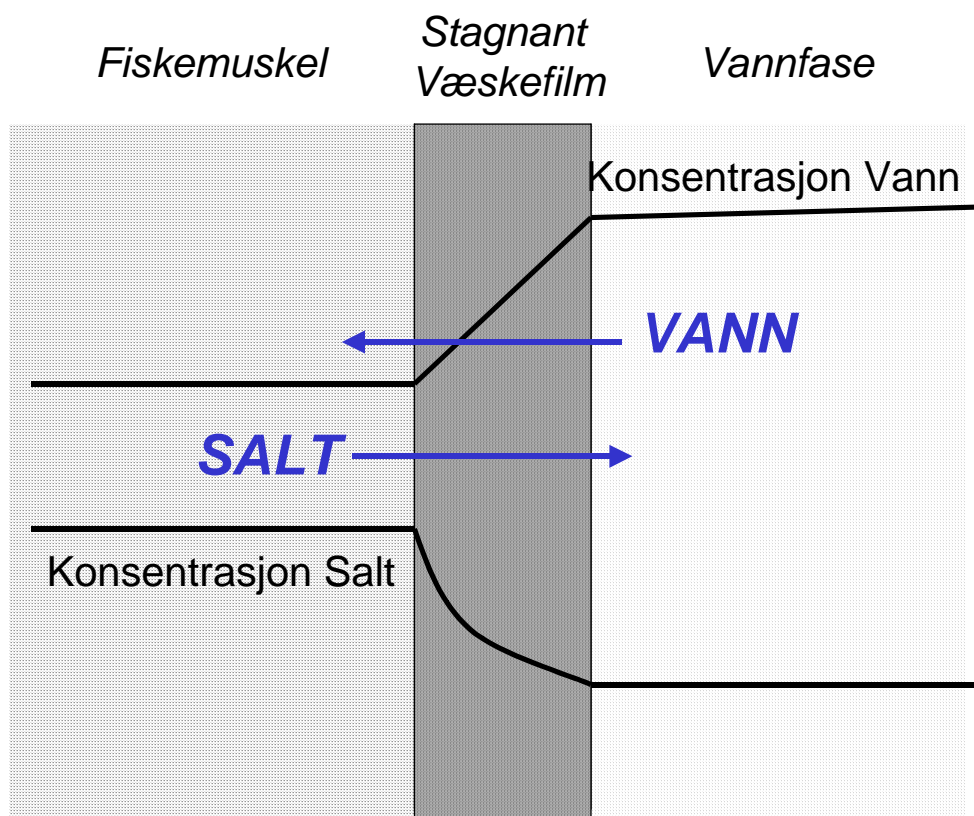
Det ville være enklere å finne fram til en raskere utvanningsprosess dersom det var kjent hva som begrenser transporthastigheten for vann og salt under utvanning. Utvanning av saltfisk og klippfisk kan betraktes som en ren transportprosess mellom fast fase og væskefase. En rekke lignende prosesser er beskrevet matematisk. Utvikling av matematiske modeller krever imidlertid meget omfattende studier, og vi skal i denne rapporten kun presentere en meget generell modell, og gjøre noen kvalitative vurderinger på grunnlag av denne.

Fiskebiter i vann består av tre faser (se prinsippsskisse i figur 4), hhv fiskemuskelen, en stagnant væskefilm mellom fisken og vannet, og væskefasen. Konsentrasjonsforskjellen av salt mellom fisken og væskefasen driver salt ut av muskelen ved diffusjonen. Tilsvarende drives vann inn i muskelen fordi vannkonsentrasjonen inni muskelen er lavere enn i vannfasen, og fordi saltet trekker til seg vann.



Figur 4 Faser med betydning for transporthastigheten av vann og salt ved utvanning av saltfisk og klippfisk.

Tidligere studier har vist at omrøring i vannfasen ikke gir særlig økning i utvanningshastigheten (Serra *et al.* 2000). Det er derfor nærliggende å anta at begrensningen for utvanningshastigheten ligger enten i den stagnante væskefilmen eller inni fisken. Den stagnante væskefilmen kan ikke sees. Den skiller seg fra resten av vannfasen ved at vannmolekylene knapt beveger seg, også kalt "stående vann". Dette medfører at filmen knapt påvirkes av omrøring i vannet, og at saltet bare kan bevege seg gjennom filmen med diffusjon. Diffusjon over en stagnant væskefilm er vist skjematisk i Figur 5.



Figur 5 Prinsippskisse for massetransport fra muskel via stagnant væskefilm til vannfase.

Diffusjon av salt på et gitt tidspunkt kan matematisk beskrives slik (forenklet versjon):

Transportert salt = Overflateareal x (transporttall i stagnant væskefilm) x (Saltkons i fisken – Saltkons i vannet)

Mer generelt kan dette skrives:

Transportert mengde per tid = Areal x transporttallet i stagnant væskefilm x drivende kraft

Ved å variere betingelsene ved utvanning er det mulig å bestemme hvilket ledd i likningen som begrenser utvanningshastigheten. *Arealet* kan økes ved å skjære fisken i mindre biter. Det kan også økes ved å utsette fisken for vakuum (Fito *et al.* 1992). En teori er at vakuum trekker ut vann og luft fra fisken slik at det dannes porer. Dette skal, i følge teorien, øke overflatearealet, og dermed øke transporthastigheten, forutsatt at det er størrelsen på overflatearealet som begrenser transporthastigheten. *Transporttallet i den stagnante væskefilmen* er et nokså abstrakt begrep, men det sier noe om hvor raskt saltet transporteres fra fisken til vannet. Dersom det er høy motstand i filmen går transporten sakte. Ved tromling vil filmen svekkes eller virvles opp, slik at motstanden blir mindre og transporten går raskere. Ved stikkinjisering av væske reduserer man betydningen av væskefilmen, fordi saltet ”skylles ut” av fisken med den injiserte væsken. Dersom motstanden i den stagnante væskefilmen er begrensende for utvanningshastigheten av saltfisk vil derfor både tromling og injisering gi raskere utvanning.

Drivende kraft kan økes med å vanne ut fisken i rennende vann. Saltkonsentrasjonen i vannet vil da være tilnærmet lik 0, og konsentrasjonsforskjellen av salt mellom fisk og vannfase vil øke. Bedre røring vil ha noe av samme effekt, fordi man unngår at saltet legger seg på bunnen i utvanningskaret, slik at de nederste fiskestykkene blir saktere utvannet enn de øverste.

Betydningen av transport av salt inni fisken kan undersøkes med å bruke biter av ulik størrelse i samme forsøk. Transporthastigheten av salt inni fisken i forhold til transporthastigheten gjennom overflaten vil bety mer for tykke enn for tynne biter. Tidligere arbeider har vist at bitstørrelsen har stor betydning for utvanningstiden ved tradisjonell utvanning og vakuumentvanning i stillestående vann (Akse *et al* 2000). Det er imidlertid ikke tidligere undersøkt om dette skyldes stor motstand i den stagnante væskesfilmen, at de tykke bitene har større volum i forhold til overflate enn tynne biter, eller om langsom transporthastigheten inni fiskebiten er langsom.

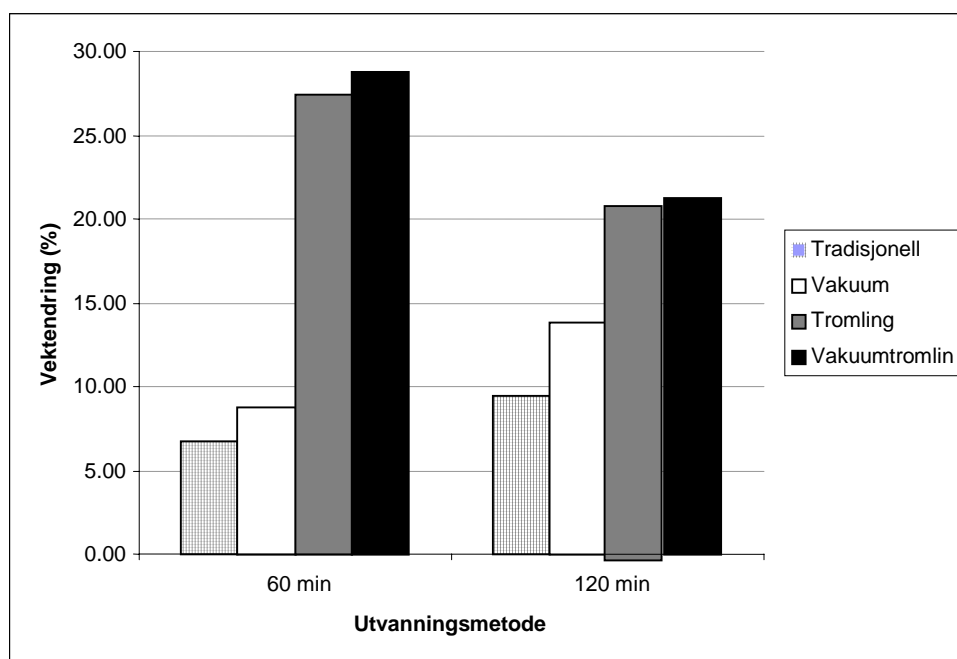
Oppdeling av fisken, vakuumentromling og stikkinjisering vil også påvirke andre faktorer enn de som er nevnt ovenfor. Oppkutting gir ikke bare en større overflate, men også snittflater der muskelsegmenter er kuttet. Det er kjent at transporten gjennom slike snittflater går raskere enn gjennom ”langsgående overflater” (Ree, 1985). Tromling gir massasje av fiskemuskelene, slik at transporten av salt inni fiskebiten kan bli stimulert. Denne effekten antas imidlertid å være liten ved langsom tromling.

4 RESULTATER

4.1 Utvanning i trommel sammenlignet med tradisjonell utvanning

4.1.1 Vektendring

Figur 6 viser vektendringer etter 60 og 120 minutters utvanning av saltfiskbiter for metodene tradisjonell utvanning, utvanning i stillestående vann under vakuum i tillegg til ved tromling med og uten vakuum. Etter 60 minutters utvanning hadde prøvebiter utvannet i trommel med og uten vakuum en vektøkning på hhv 27 % og 29 %. Tradisjonelt og vakuumutvannede fiskebiter hadde kun en vektøkning på hhv 7 og 9 %. Fra 60 til 120 minutters utvanning tapte prøvebiter utvannet med tromling og vakuumtromling vekt, hhv 5 og 6 %, mens tradisjonelt og vakuumutvannede biter økte i vekt med hhv 3 og 5 % (vist i figur 1 i vedlegg).

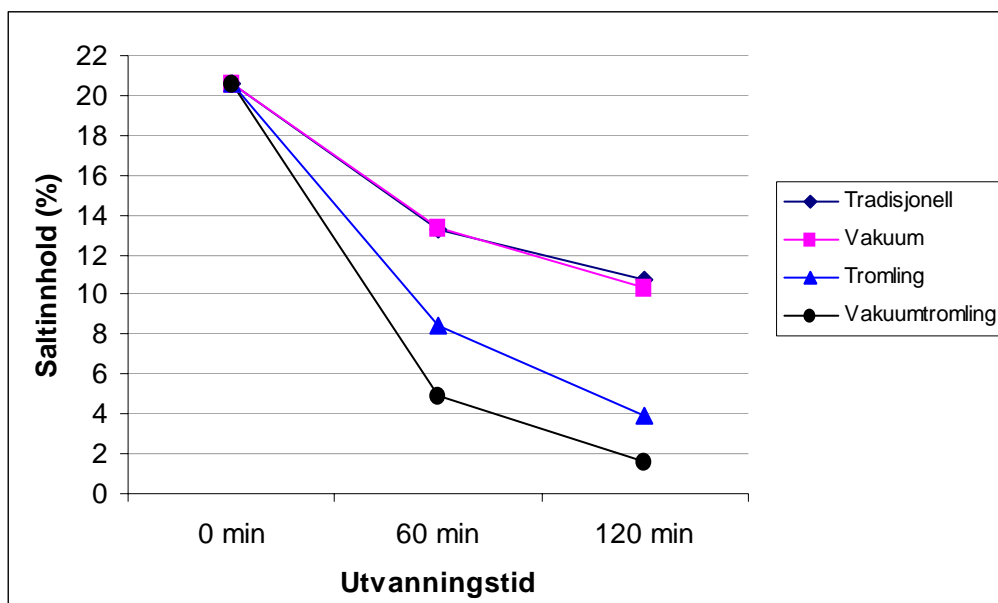


Figur 6 Vektendringer for saltfiskbiter målt etter 60 og 120 minutters tradisjonell utvanning, stillestående utvanning i vakuumtank, i tillegg til tromling med og uten vakuum. Vannet ble byttet etter 60 minutter.

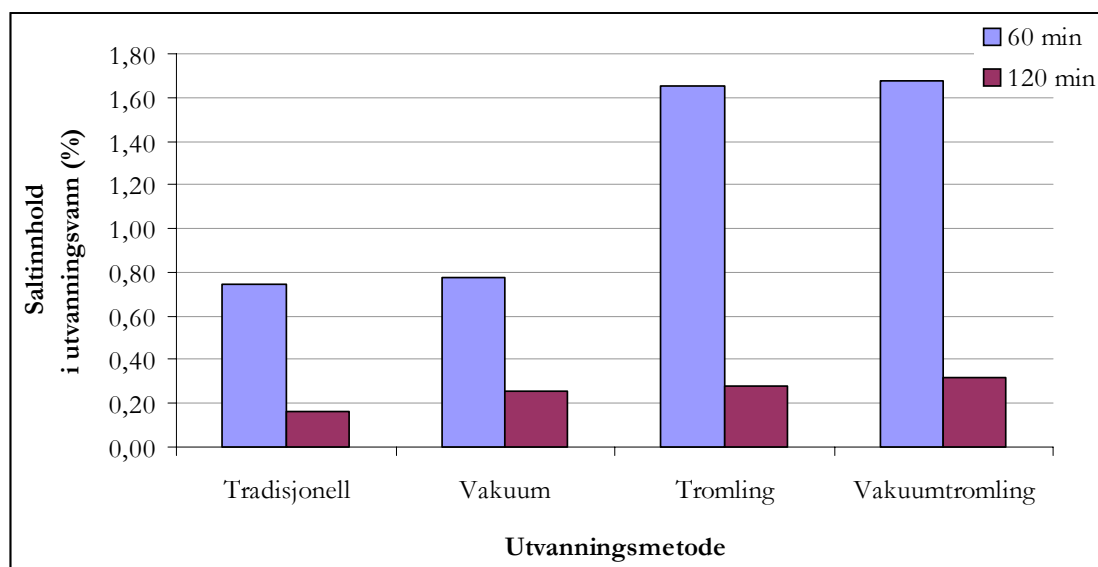
4.1.2 Saltinnhold i fiskemuskel og utvanningsvann

Utgangsmaterialet, fullsaltet filet av torsk, hadde et saltinnhold på 20-21 % som vist i figur 7. Ved utvanning med tromling (med og uten vakuum) ble saltinnholdet redusert til hhv 5 og 8 % etter 60 minutters utvanning. For tradisjonell- og vakuumutvanning lå saltinnholdet etter 60 minutters utvanning på 13 %. Etter 120 minutters utvanning var saltinnholdet i vakuumtromlede biter redusert til 1,5 % mens tromlede biter hadde et saltinnhold på 3,9 %. For vakuum og tradisjonelt utvannede prøvebiter var saltinnholdet etter 120 minutters utvanning hhv 10 og 11 %. Saltinnholdet i utvanningsvannet målt etter 60 og 120 minutters utvanning blir vist i figur 8. Etter utvanning i 60 minutter var saltinnholdet i utvanningsvannet til både tradisjonell- og vakuummetode ca 0,8 %. For metodene tromling og vakuumtromling ble det målt et saltinnhold i utvanningsvannet på ca 1,7 %. Saltinnholdet var etter 120

minutter (vannbytte etter 60 minutter) 0,17 % for tradisjonell utvanning, 0,25 % for vakuumentvanning, 0,28 % for tromling og 0,31 % for vakuumentromling.



Figur 7 Saltinnhold i saltfiskbiter (3 cm brede) utvannet i stillestående vann (tradisjonelt og i vakuumentank) samt ved tromling (med og uten vakuumentromling) ble målt på utgangsmaterialet (0 min) i tillegg til etter 60 og 120 minutters utvanning. Vannet ble byttet etter 60 minutter.

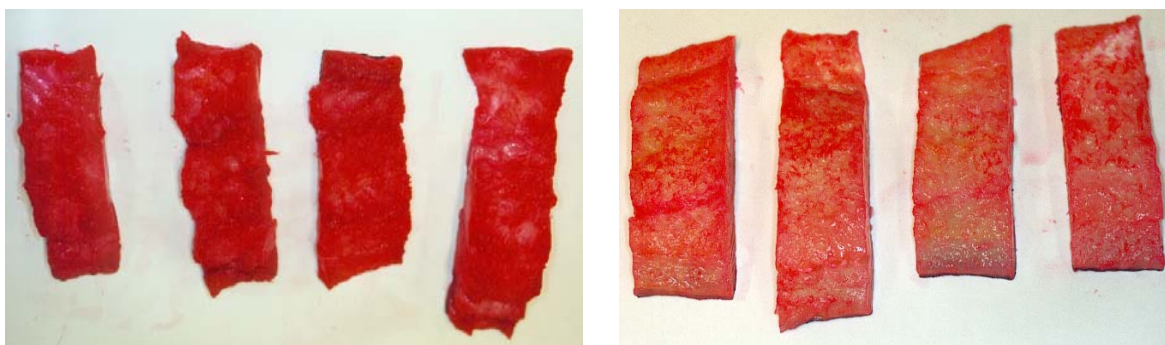


Figur 8 Saltinnhold i utvanningsvannet etter 60 og 120 minutters tradisjonell utvanning, utvanning i vakuumentank i tillegg til utvanning ved tromling og vakuumentromling. Vannet ble byttet etter 60 minutter.

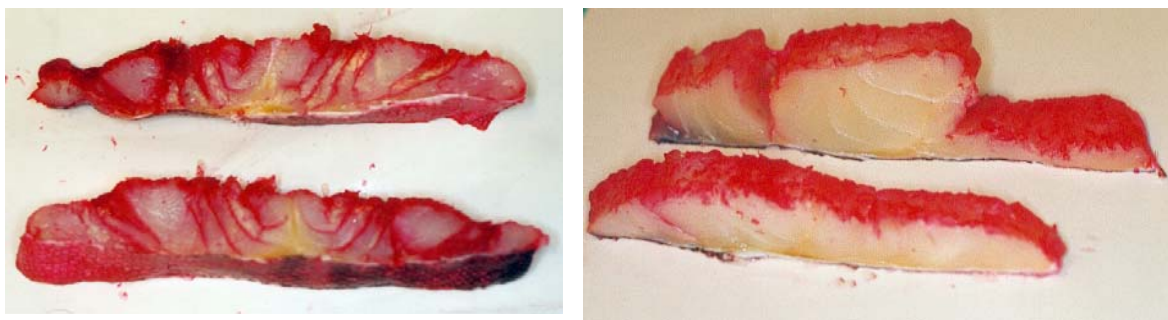
4.1.3 Sensorisk analyse

Den fullsaltede fileten som ble brukt i forsøkene hadde ulik grad av spalting. Noen fileter hadde til dels kraftig spalting, mens andre ikke var spaltet. Utvanning i stillestående vann (vakuump og tradisjonell) gav ingen mekanisk belastning på fiskebitene. Dette medførte mindre grad av spalting enn ved de to utvanningsmetodene hvor trommel ble benyttet. De fiskebitene som var spaltet før utvanning, ble etter utvanning vurdert som mer spaltet enn utvannede fiskebiter som ikke var spaltet før utvanningen. Den største mekaniske skaden ble registrert på fiskebiter som var kraftig spaltet før utvanning. De tromlede og vakuumpromlede fiskebitene hadde i tillegg en mer mosete overflate som så ut til å skyldes den mekaniske belastningen. Mekaniske skader i form av muskelopprievning så ikke ut til å være større etter to timers behandling enn etter en times utvanning. Derimot så overflaten ut til å være mer flisete etter to timers tromling enn etter en times tromling.

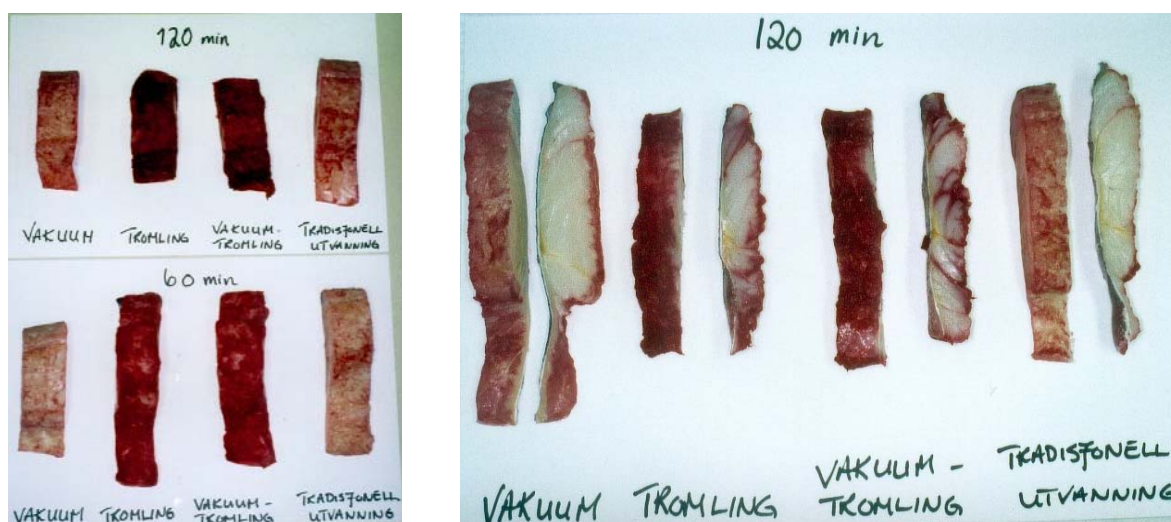
Inntrenging av farge så ut til å være omtrent like stor for vakuump- og tradisjonell utvanning. Her hadde fargen trengt 1-2 mm inn i muskeloverflaten og ingen inntrenging var registrert fra skinnsiden. Der muskelen var spaltet hadde fargen trengt inn, mens der muskelen var sammenhengende ble fargen liggende på overflaten. For de tromlede bitene var inntrengningen større enn for fiskebiter utvannet i stillestående vann, og fargeinntrengningen økte med behandlingstiden. Etter en times tromling med og uten vakuump var inntrengningen i hel (uspaltet) overflate 0,5-1 cm. Tromling i to timer så ut til å gi økt inntrenging og fordeling av farge i muskelen. Etter kjølelagring av de utvannede fiskebitene i ca 20 timer ble inntrengningen vurdert som større for alle utvanningsmetodene. For de vakuump og tradisjonelt utvannede bitene hadde fargen kun trekt seg lengre inn (1-2 mm) i muskelsegmentene og der muskelen var spaltet. Fargen så ut til å fordele seg jevnere samt at fargen trengte lengre inn i hele muskelen for de tromlede og vakuumpromlede fiskebitene.



Figur 9 Biter av saltfiskfilet utvannet i vakuumprommel (tv) og i stillestående vann (tradisjonelt) til høyre. Utvanningsvannet var tilsatt rød konditorfarge (0,5%). Bilde ble tatt etter 2 timers utvanning for begge utvanningsmetodene.



Figur 10 Biter av saltfiskfilet utvannet i vakuumbrommel (tv) og i stillestående vann (tradisjonell utvanning) til høyre. Utvanningsvannet var tilsatt rød konditorfarge (0,5%). Bilde ble tatt etter 2 timers utvanning for begge utvanningsmetodene.

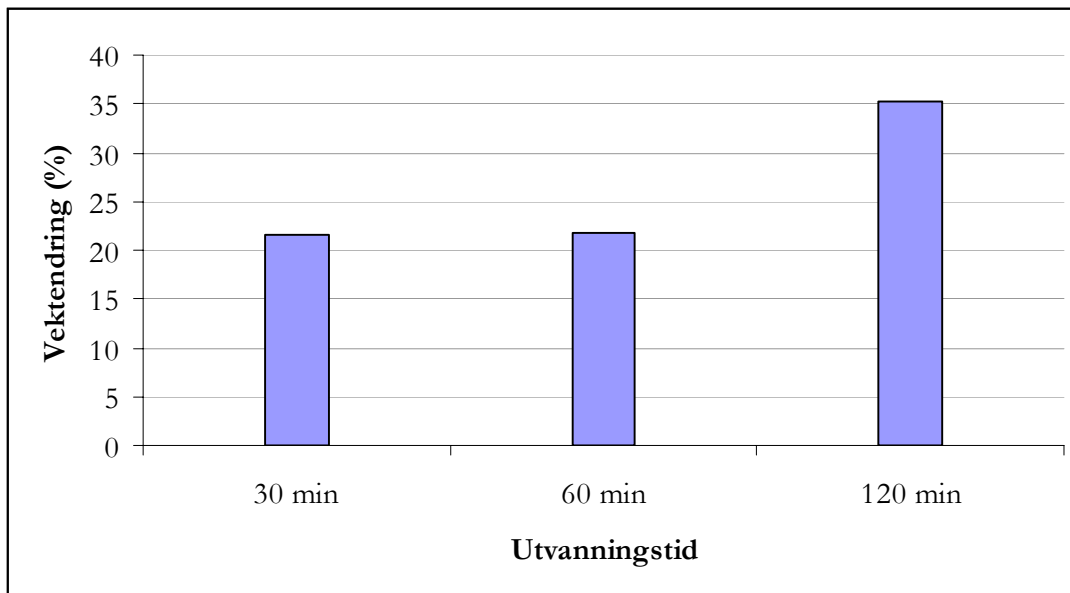


Figur 11 Opptak av rød konditorfarge i overflaten til biter av saltfiskfilet utvannet i vakuumbrommel, trommel og i stillestående vann (tradisjonelt og i vakuumbrommel) til venstre. Inntrenging av fargestoff i prøvebitenes kjerne (for alle metodene) vises på bilde til høyre. Bilde ble tatt etter 2 timers utvanning for begge utvanningsmetodene.

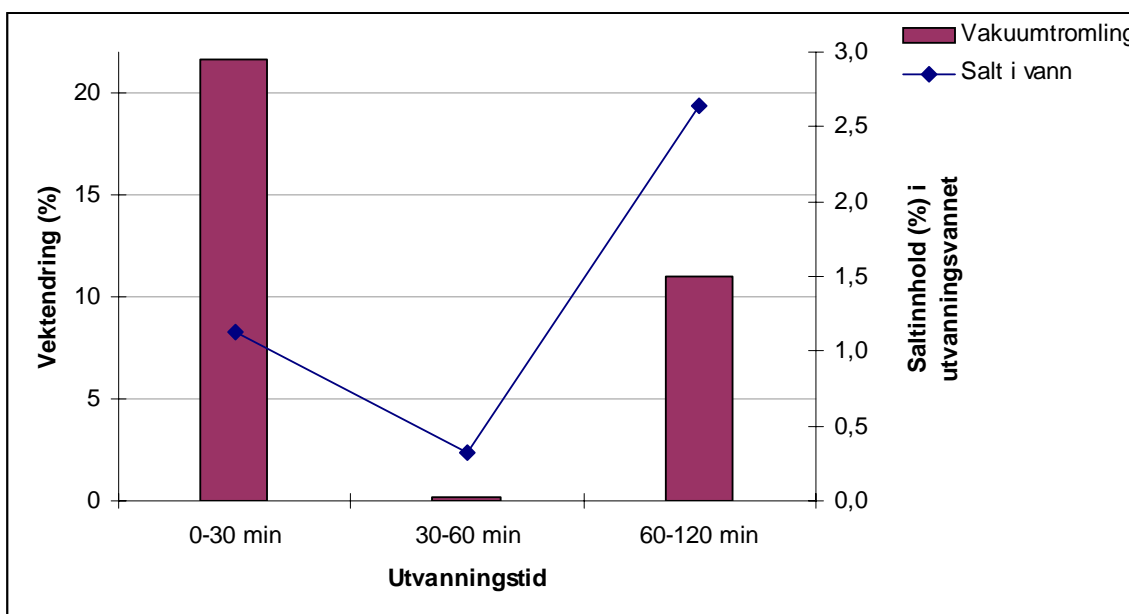
4.2 Utvanning og utjevning ved bruk av vakuumbrommel

4.2.1 Vektendring

Etter 30 minutters vakuumbromling hadde vekten på fiskebitene økt med 21,6 % (figur 12). Før videre utvanning ble vannet i trommelen skiftet ut. Vakuumbromling i 60 minutter gav en total vektøkning på 21,8 %. Prøvebitene ble så vakuumbromlet i nye 60 minutter i en utjevningsslake på 3 % NaCl. Etter totalt 2 timers behandling (60 minutters utvanning og 60 minutters utjevning) hadde vekten til prøvebitene økt med 35 %. Saltinnholdet i utvanningsvannet var etter 30 minutters utvanning 1,13 % og etter 60 minutter 0,33 %. Etter 60 minutters utjevning var saltkonsentrasjonen i vannet 2,64 %. Saltinnholdet i utvanningsvann og vektendringer mellom prøveuttakene er vist i figur 13.



Figur 12 Vektendring for fiskebiter utvannet i 60 minutter ved vakuumsromling (vannbytte etter 30 minutter) og videre behandlet i utjevningsslake (3 % NaCl) i 60 minutter.

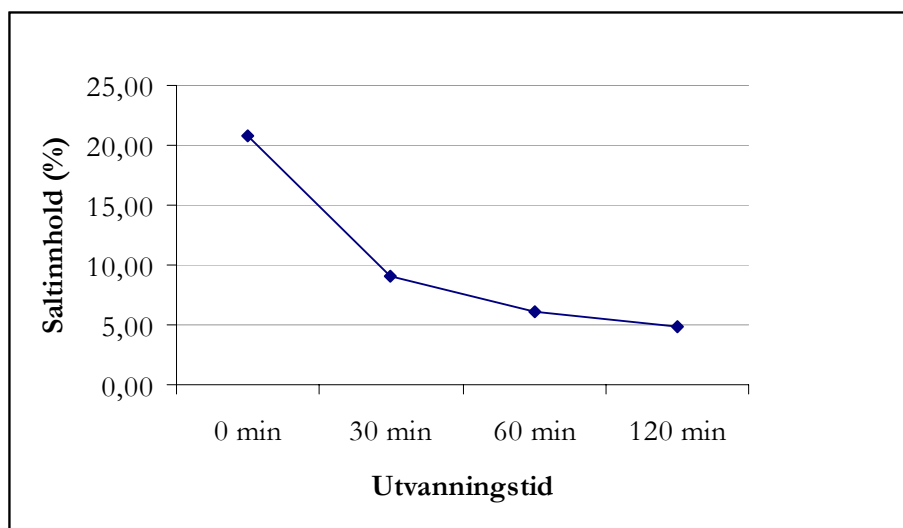


Figur 13 Vektendringer mellom prøveuttak (utgangsmaterialet, etter 30 og 60 minutter utvanning og etter 60 minutters utjevning) av vakuumsutvannet saltfisk og saltinnhold i utvanningsvann etter 30, 60 og 120 minutters behandling. Vannet ble byttet etter 30 minutter.

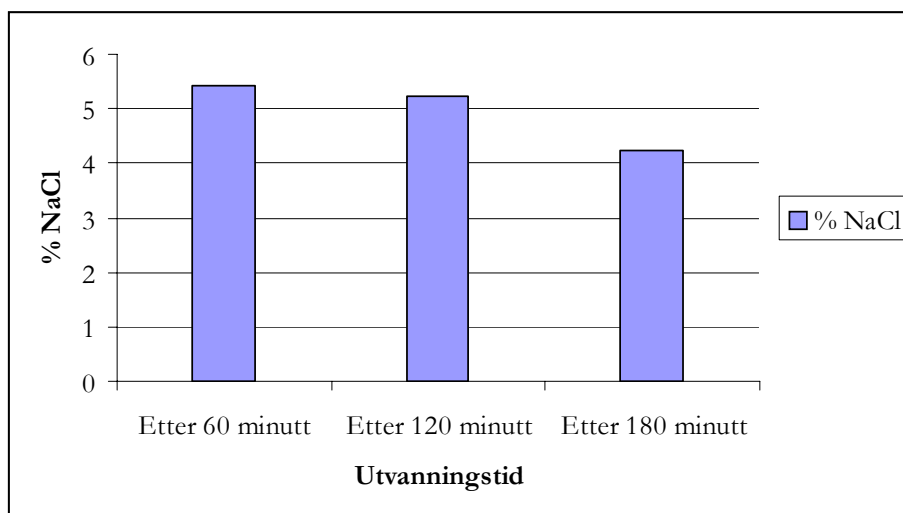
4.2.2 Saltinnhold i fiskemuskel

Det ble brukt samme råmateriale til dette forsøket som til det innledende utvanningsforsøket. Den saltede fileten hadde et saltinnhold på 20-21 % NaCl. Etter 30 minutters vakuumtromling hadde prøvebitene et saltinnhold på 9 % mens saltinnholdet var ca. 6 % etter 60 minutters utvanning (Figur 14). Saltinnholdet i bitene var etter 60 minutters vakuumtromling i utjevningsslake (3 % NaCl) 5 %.

Et nytt forsøk med vakuumtromling ble gjennomført der total utvanningstid var 180 minutter. Etter 60 minutters vakuumtromling hadde saltinnholdet blitt redusert til 5,4 % (Figur 15). Etter 120 minutters vakuumtromling, der de 60 siste minuttene var utjevning i en 2 % saltlake, hadde prøvebitene et saltinnhold på rundt 5,2 %. Etter ytterligere 60 minutter i samme utjevningsslake i trommelen (stillestående vann) var saltinnholdet i muskelen 4,8 %.



Figur 14 Saltinnhold i fullsaltede fiskebiter (0 min) utvannet ved 30 og 60 minutters vakuumtromling i tillegg til saltinnhold i biter etter 60 minutters (total utvanningstid 120 min) utjevning i 3% saltlake.



Figur 15 Saltinnhold i prøvebiter etter vakuumtromling i 60 minutter etterfulgt av 60 minutters vakuumtromling i 2 % utjevningsslake (120 min) og ytterligere 60 minutters stillestående utjevning i trommelen med samme lake (180 min).

4.2.3 Sensorisk analyse

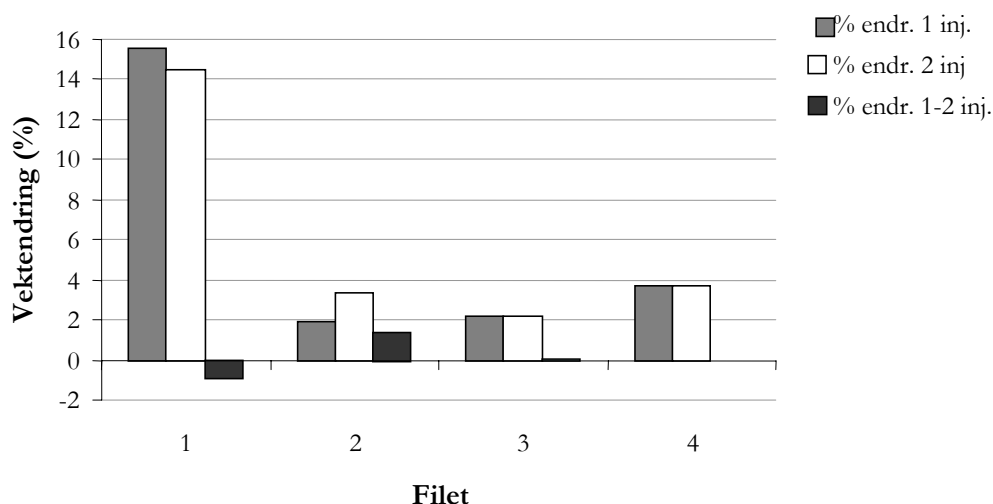
Prøvebitene hadde samme omfang av mekaniske skader som i det første forsøket vurdert etter 120 minutters utvanning i trommel. Prøvebitene var noe mosete i overflaten og var mest spaltet der fisken var spaltet i utgangspunktet. Tre fiskebiter ble dampet (kokt) i aluminiumsfolie. Bitene hadde krympet betydelig, men de mekaniske skadene og spaltningen ble vurdert som mindre synlige enn for ukokte prøver. Saltsmaken ble vurdert som passe i overflaten, men muskelen var for salt i kjernen. Tykke biter var saltere enn tynne biter. Tre fiskebiter ble også kokt i vann (uten tilsetning av salt). Disse bitene var mindre salte enn de dampede prøvene og ble ikke vurdert som for salte. Tre fiskestykker ble vakuumpakket og lagret kjølt. Etter ett døgn ble pakningen åpnet og bitene hadde da krympet litt, men væskeslippet var lite. Fisken hadde fått en fastere konsistens og skadene på fisken var mindre tydelige enn før vakuumpakkingen.

4.3 Stikkinjisering kombinert med vakuumtromling av biter

Det ble som nevnt i kapittel 3.2.4 gjennomført et forsøk med stikkinjisering av vann i fullsaltet filet. Deretter ble fileten kuttet i biter og videre utvannet under vakuumtromling. Etter 120 minutters vakuumtromling (vannbytte etter 60 minutter) ble bitene lagt i 2% justeringslake (stillestående lake) i 120 minutter.

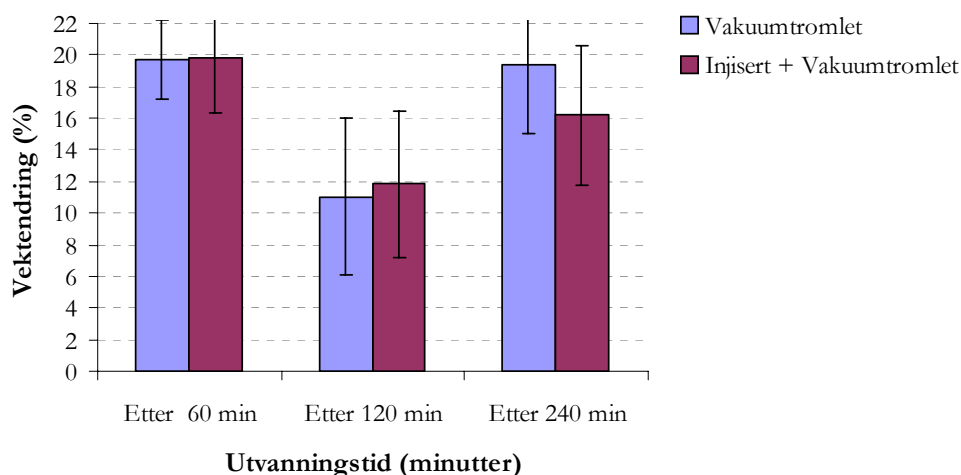
4.3.1 Vektendring

I første forsøk ble hel fileten injisert med vann i 2 runder før oppskjæring i biter før videre utvanning under vakuumtromling (se figur 16). Filet nr. 1 hadde en vektøkning på ca 15% etter 2. injisering. Filet 2, 3 og 4 hadde en vektøkning på henholdsvis ca 4%, 2% og 4%. For filet 1 ble det altså registrert en vektøkning som var 3-7 ganger større enn de andre filetene.



Figur 16 Vektendring for fire saltfiskfileter etter 1 og 2 injiseringer av vann i muskelen.

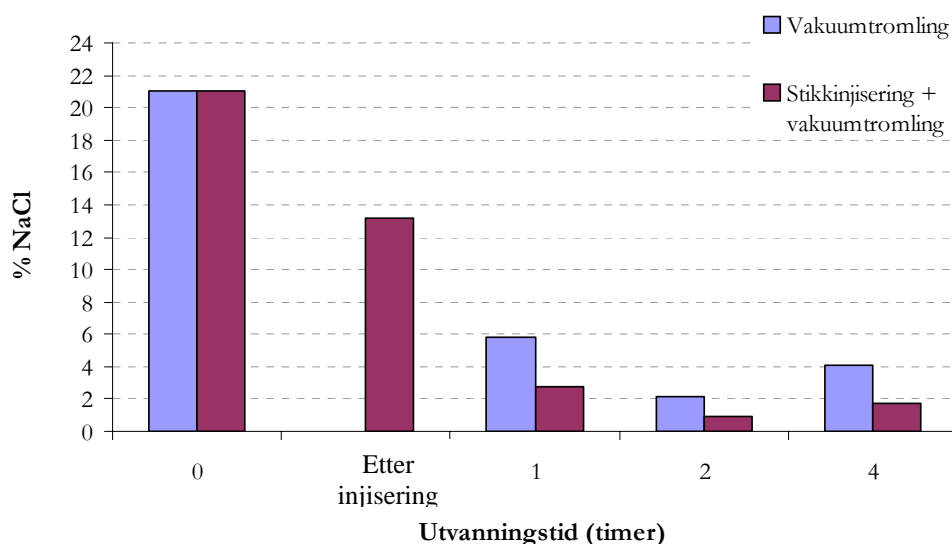
Figur 17 viser vektendring av 3 cm store saltfiskbiter etter utvanning i vakuumsrommet i 60 og 120 minutter etterfulgt av 120 minutters utvanning i justeringslake (2%). Den ene gruppen ble stikkenjisert med vann i 2 omganger før vakuumsromming. Etter utvanning i 60 minutter var det ingen forskjell i vektøkning mellom prøvebiter utvannet i trommel og prøver injisert med vann før tromling. Det var heller ingen betydelig forskjell i vektøkning mellom gruppene etter 120 og 240 minutters utvanning. Etter utvanningen (240 minutter) ble det registrert en vektøkning på 19% og 16% for henholdsvis vakuumsromlede biter og prøvebiter injisert med vann før vakuumsromming.



Figur 17 Vektendring for saltfiskbiter målt etter 60 og 120 minutters vakuumsromming i tillegg til etter justering (2% saltlake) i stillestående vann i 120 minutter (total utvanningstid 240 minutter). En gruppe ble injisert med vann i 2 omganger før vakuumsromming mens den andre kun ble vakuumsromlet.

4.3.2 Saltinnhold i fiskemuskel

Saltinnholdet i saltfiskfileter var som registrert i tidligere forsøk med samme type råstoff ca 21%, vist i figur 18. Etter 2 omganger med injisering av vann ble saltinnholdet i muskelen målt til ca 13%. De injiserte prøvebitene hadde et saltinnhold på 2% og 1 % etter vakuumsromming i 60 og 120 minutter. Prøvebiter som kun var vakuumsromlet hadde derimot et saltinnhold på 6% og 2% etter 60 og 120 minutters utvanning. Etter justering (2% saltlake) i ytterligere 120 minutter var saltinnholdet for de injiserte og vakuumsromlede bitene ca 2% mens prøvebiter som kun var vakuumsromlet hadde et saltinnhold på ca 4%.



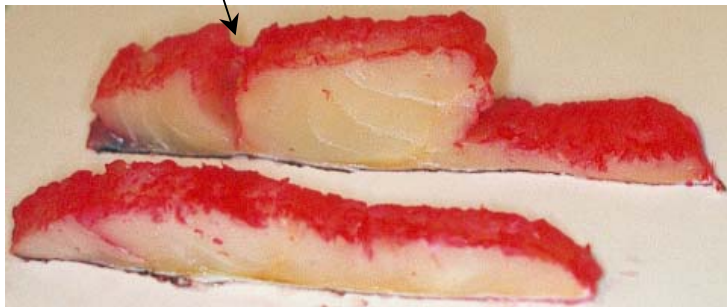
Figur 18 Saltinnhold målt i saltfiskfilet før og etter injisering av vann i 2 omganger samt etter vakuumtromling i 60 og 120 minutter. I tillegg ble saltinnholdet målt i prøvebiter etter justering (2% saltlake) i stillestående vann i ytterligere 120 minutter (total utvanningstid 240 minutter).

4.3.3 Sensorisk analyse

Noen av saltfiskfiletene som ble brukt i forsøkene var til dels mye spaltet i begge endene av prøvebitene (se figur 19). Etter 1 injisering ble det ikke registrert synlige skader på muskelens overflate, kun noen lysere områder på filetene. Injisering av vann i 2 omganger gav derimot en mer oppsvulmet, fibret muskel med små groper i overflaten. Etter injisering og videre utvanning i vakuumtrommel ble det registrert samme kvalitet med hensyn på mekanisk skade (spalting og mosete overflate) som gruppen kun utvannet med vakuumtrommel. I tillegg ble fiskebiter som var spaltet før utvanning vurdert som mer spaltet enn utvannede fiskebiter som ikke var spaltet før utvanningen. Videre ble ikke den mekaniske skaden med hensyn på muskeloppripping og spalting større etter to timers behandling i forhold til etter en times utvanning. Derimot så overflaten av muskelen ut til å være mer flisete etter to timers tromling enn etter tromling i en time. Det var altså ingen synlige forskjeller mellom prøver som var injisert før vakuumtromling og de som kun var vakuumtromlet. Det ble heller ikke registrert synlige skader som følge av injiseringen på det ferdige utvannede produktet.

Prøvebiter utvannet med injisering og vakuumtromling samt kun ved vakuumtromling ble vurdert sensorisk etter koking. For begge utvanningsmetodene krympet bitene betydelig etter koking. De vakuumtromlede bitene ble vurdert som mer tørr, fibrete og med mer tyggemotstand enn de injiserte og vakuumtromlede. Konsistensen til sistnevnte prøver ble vurdert som saftig. Saltsmaken var mer jevnt fordelt i prøvebitene som var stikkinjisert før vakuumtromling. De vakuumtromlede prøvene ble vurdert som litt for salte mens de injiserte og vakuumtromlede bitene hadde passe salt smak.

Filetområdet mest utsatt for spalting



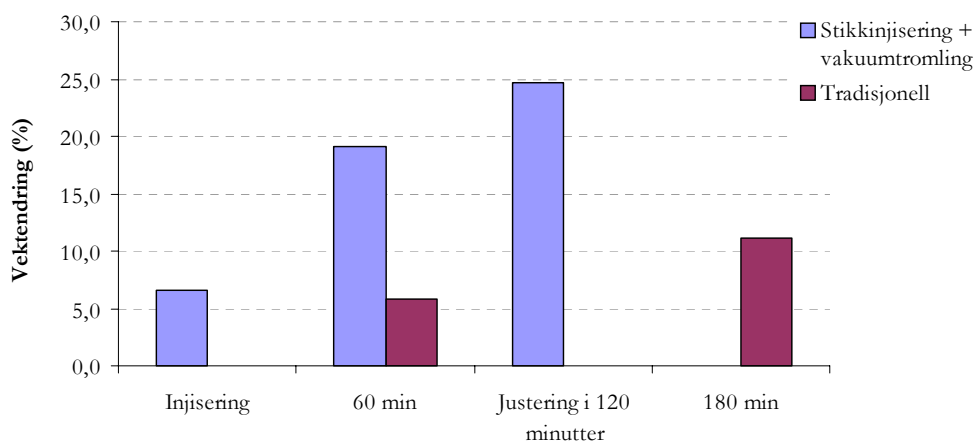
Figur 19 Område på de utvannede prøvebitene som var mest utsatt for spalting.

4.4 Stikkinjisering kombinert med vakuumtromling av hel filet

Det ble gjennomført to forsøk med stikkinjisering av hel filet etterfulgt av vakuumtromling og justering av filet. I begge forsøkene ble filetene injisert i 2 omganger. I første forsøk ble injisert filet vakuumtromlet i 60 minutter etterfulgt av justering i 120 minutter i stillestående vann. I tillegg ble fileter tradisjonelt utvannet (kontroll) i stillestående vann i 24 timer. I kontrollforsøket ble vektendringer registrert etter 60 og 180 minutter mens saltanalyser ble gjennomført etter 1, 3, 12 og 24 timer. I neste forsøk ble samme prosedyre fulgt bortsett fra at vakuumtromlingen ble forlenget til 2 timer (vannbytte etter 60 minutter). I dette forsøket ble det ikke gjennomført et kontrollforsøk.

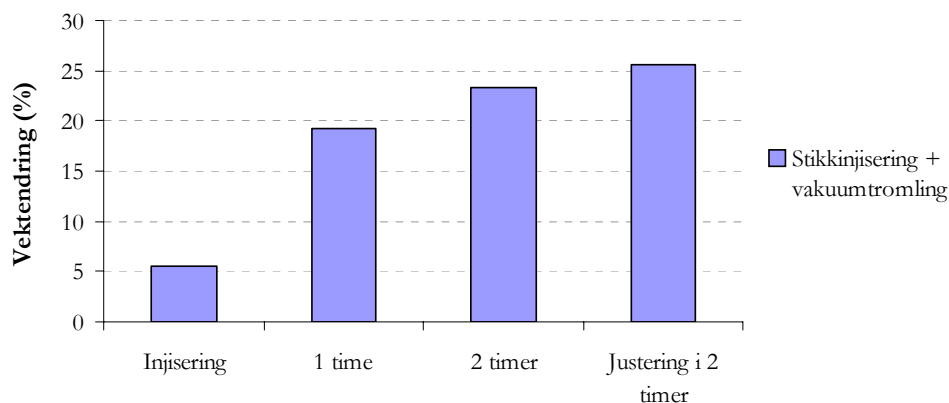
4.4.1 Vektendring

Vektendring for hel saltfisk filet injisert med vann i 2 runder før utvanning i vakuumtrommel etterfulgt av justering i saltlake (2%) er vist i figur 20. Etter injisering økte filetene i vekt med 6,5%. Under utvanning i vakuumtrommel i 60 minutter økte filetene i vekt med 19% og etter justering i 120 minutter var total vektøkning ca 25%. Tradisjonelt utvannede fileter økte i vekt etter 60 og 120 minutter med henholdsvis 6% og 11%.



Figur 20 Vektendringer for saltfisk fileter målt etter tradisjonell utvanning i tillegg til stikkinjisering av vann i kombinasjon med vakuumtromling (første forsøk). Etter vakuumtromling i 60 minutter ble vannet byttet ut med justeringslake (2%).

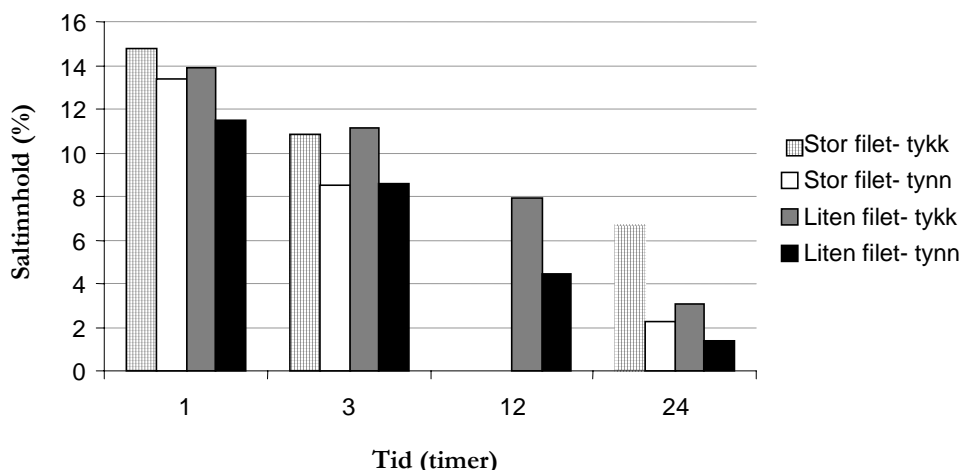
I det andre forsøket ble samme vektendring registrert etter 60 minutters vakuumtromling som i det første forsøket (vist i figur 21). Etter 120 minutters vakuumtromling hadde vekten på filetene økt med ca 23%. Justering i saltlake i ytterligere 120 minutter gav en vektøkning på i overkant av 25%.



Figur 21 Vektendringer for saltfisk fileter målt etter stikkinjisering av vann i kombinasjon med vakuumtromling (andre forsøk). Etter vakuumtromling i 60 minutter ble vannet byttet ut før videre tromling i ytterligere 60 minutter. Til sist ble hel filet lagt i ei justeringslake (2%) i 120 minutter, totalt 4 timers behandlingstid.

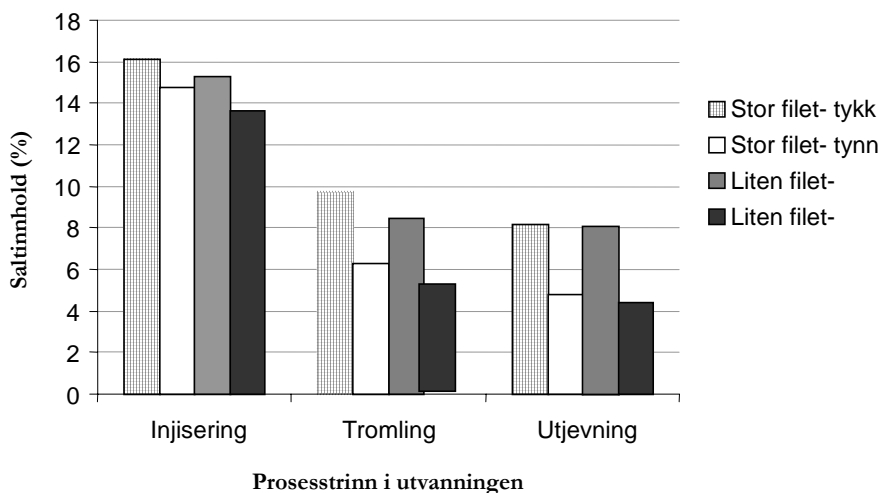
4.4.2 Saltinnhold i fiskemuskel

Kjemiske saltanalyser av råstoffet viste et saltinnhold på ca 21% (ref. vedlegg 1). Figur 22 viser saltinnholdet i stor, liten samt tykke og tynne deler av filetene etter tradisjonell utvanning i stillestående vann (første forsøk). For hvert uttak hadde de tynne delene av filetene lavere saltinnhold enn de tykke uavhengig av størrelse. Etter 1 times utvanning hadde liten og stor filet (tynn) et saltinnhold på henholdsvis 11,5% og 13%. Liten og stor filet (tykk) hadde derimot et saltinnhold på 14%-15%. Etter 24 timers utvanning hadde liten filet (tykk og tynn) samt stor filet (tynn) et saltinnhold på mellom 1,5%-3%. Stor filet (tykk) hadde derimot ca 7% salt i muskelen.



Figur 22 Saltinnhold målt i tykke og tynne deler av stor og liten saltfiskfilet etter saltfiskfileter utvannet i stillestående vann (tradisjonelt) målt etter 1, 3, 12 og 24 timers utvanning (første forsøk).

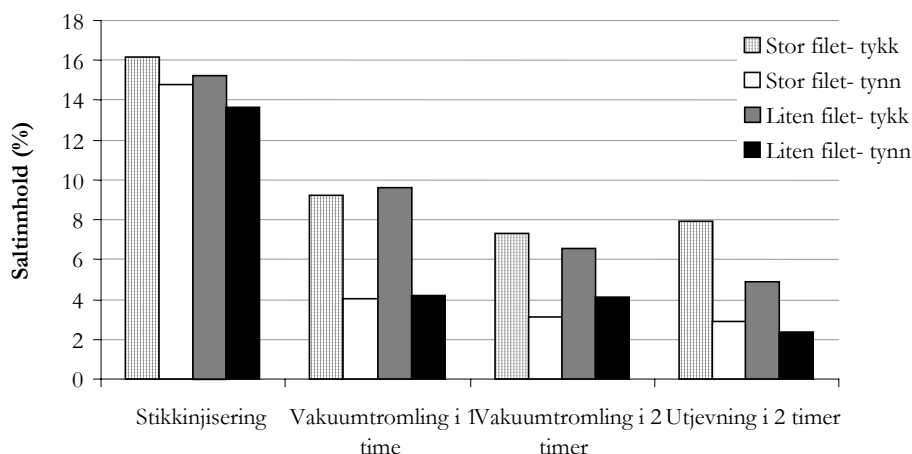
Figur 23 viser saltinnholdet målt i tykke og tynne deler av stor og liten filet etter stikkinjisering samt etter utvanning i vakuumsrommel i 1 time etterfulgt av justering (i stillestående vann) i ytterligere 2 timer (første forsøk). De tynne delene av filetene hadde for hvert uttak et lavere saltinnhold enn de tykke uavhengig av størrelse. Etter vakuumsromling hadde liten og stor filet (tynn) et saltinnhold på henholdsvis 5% og 6%. Liten og stor filet (tykk) hadde derimot et saltinnhold på 8,5%-10%. Etter justering (utjevning) hadde liten og stor filet (tynn) et saltinnhold på 4,4%-4,8%. Stor og liten filet (tykk) hadde ca 8% salt i muskelen.



Figur 23 Saltinnhold målt i tykke og tynne deler av stor og liten saltfiskfilet etter injisering av vann i 2 omganger samt etter vakuumsromling i 60 minutter. I tillegg ble saltinnholdet målt etter justering (2% saltlake) i stillestående vann i ytterligere 120 minutter, total utvanningstid 180 minutter (første forsøk).

I andre forsøk ble stikkinjisert filet videre utvannet som hel filet i vakuumsrommel. Tynne deler av både stor og liten filet hadde lavere saltinnhold enn de tykke filetene som vist i figur 24. Etter utjevning i 2 timer (total utvanningstid 4 timer) hadde de tynne delene fra både stor

og liten filet 2%-3% salt i muskelen. I den tykke delen av fiskemuskelen var saltinnholdet fra 5%-8%.



Figur 24 Saltinnhold målt i tykke og tynne deler av stor og liten saltfiskfilet etter injisering av vann i 2 omganger samt etter vakuumtromling i 60 og 120 minutter. I tillegg ble saltinnholdet målt etter justering i stillestående saltlake (2%) i ytterligere 120 minutter. Total utvanningstid 4 timer.

4.4.3 Sensorisk analyse

De injiserte filetene var litt oppsvulmet, fibreite og små groper ble observert på muskeloverflaten. Etter injisering og videre utvanning av hel filet i vakuumtrommel ble det registrert noen spalter, i hovedsak på fileter som var spaltet før utvanning. Noe mosete overflate ble også registrert for tromlede biter sammenlignet med de tradisjonelt utvannede filetene. Mekanisk skade med hensyn på muskelopprievning og spalting ble ikke registrert som større etter to timers vakuumtromling i forhold til etter en times utvanning. Derimot så overflaten av muskelen ut til å være mer flisete etter to timers vakuumtromling enn etter tromling i en time. Det var altså små synlige forskjeller mellom hel filet som var injisert før vakuumtromling og de som var tradisjonelt utvannet. Det ble ikke registrert synlige skader som følge av injiseringen på det ferdige utvannede produktet.

5 DISKUSJON

5.1 Vektutbytte

Etter 2 timers utvanning av biter i vakuumbrommel ble det registrert et vektutbytte på ca 22 % og et saltinnhold på 1,7%. Utvanning i vakuumbrommel (1 time) kombinert med utjevning (1 time) ble det registrert en vektøkning på 35% samt et saltinnhold på 5%. Stikkinjisering av hel filet i 2 omganger kombinert med vakuumbromling av biter (2 timer) etterfulgt av justering i 2% saltlake (2 timer) gav en vektøkning på ca 16%. Tilsvarende utvanningsmetode for hel filet gav en vektøkning på 25% etter justering (4 timers utvanning) og et saltinnhold på ca 4,5%. Tradisjonell utvanning (stillestående vann) av hel filet oppnådde en vektøkning på ca 11% etter 3 timers utvanning.

Tidligere forsøk av Akse *et al.* (2000) har vist at utvanning av klippfisk i stillestående vann (tradisjonell metode) i 48 timer gir en vektøkning på ca 35 %. En saltkonsentrasjon på 5% i muskelen ser ut til å gi en optimal vannbinding (Akse *et al.*, 1993). I våre forsøk, der en vektøkning på 35%, 25%, 22% og 16% ble registrert i biter med henholdsvis 5%, 4,5%, 1,7% og 1,9% saltinnhold, ser ut til å være i samsvar med dette. Forskjellene i vektøkning mellom disse forsøkene kan skyldes at muskelkjernen ikke var tilstrekkelig utvannet i alle forsøkene. Justeringen medførte at saltinnholdet i overflaten økte under utjevning uten at kjernen ble ytterligere utvannet. Saltinnholdet i hele biter (homogenisert av overflate og kerne) ble derfor for høyt. Dermed øker også muskelens evne til å binde vann. Det ble også registrert stor forskjell i saltinnhold mellom prøvebiter utvannet med samme metode, noe som kan forklare variasjonen i vektøkning.

5.2 Utvanningstid og saltinnhold

Det var betydelig forskjell i utvanningstiden mellom vakuumbromlede prøvebiter og tradisjonelt utvannede biter av saltfisk. Saltinnholdet i vakuumbromlede biter ble redusert til 2-4 % etter to timers utvanning. Ved tradisjonell utvanning av klippfisk i stillestående vann blir tilsvarende saltinnhold oppnådd etter 24-48 timer (Akse *et al.* 2000). Det ble registrert sensorisk og ved kjemiske saltanalyser et ujevnt saltinnhold i vakuumbromlede prøvebiter. For å oppnå mer jevnt saltinnhold i muskelen ble utvanning i vakuumbrommel etterfulgt av et justeringstrinn benyttet. Etter justering ble saltinnholdet i muskelen målt til 4,5-5,5%. Grunnen til dette kan være at saltinnholdet i muskelen allerede før utjevning var for høyt (ca 5%-6%). Injisering av saltfiskfileter med vann kombinert med vakuumbromling av biter i 2 timer etterfulgt av justering i ytterligere 2 timer gav et ferdig utvannet produkt (et saltinnhold på 2%-3%). Etter justering ble saltinnholdet i prøvebitene sensorisk vurdert som homogent i muskelen. Tilsvarende forsøk med hel filet gav et ujevnt saltinnhold mellom tykk (6%) og tynn (3%) muskel og med et totalt saltinnhold på 4,5%.

Vakuumbromling av biter resulterte i et produkt med et saltinnhold innenfor angitte grenser på 2%-4%. Derimot ble det ikke oppnådd et homogent saltinnhold i muskelen. Justering av de vakuumbromlede bitene gav en homogen muskel med hensyn på saltinnhold. Her ble saltinnholdet for høyt. Stikkinjisering av filet etterfulgt av vakuumbromling av biter og et justeringstrinn var den eneste metoden som gav både et akseptabelt saltinnhold og en homogen muskel. Et ferdig utvannet produkt ble oppnådd etter 4 timers utvanning. Samme

metode utført på hel filet gav et produkt med for ujevnt saltinnhold mellom tynn og tykk muskel. Samtidig var gjennomsnittlig saltinnhold i muskelen for høyt.

Forskjellen mellom utvanning med vakuumsrommel og stillestående vann med hensyn på reduksjon i saltinnhold (utvanningstid) kan skyldes en masseringseffekt. Vakuumbehandlingen virker å ha større effekt på utskilling av salt dersom den kombineres med tromling enn ved vakuumbehandling i kombinasjon med stillestående utvanning. Det homogene saltinnholdet som ble registrert etter stikkinjisering kan komme av at vann blir injisert i hele muskelen (også muskelens kjerne). Nålene danner porer i muskelen som dermed kan føre til at vannet trenger lettere inn i muskelen under videre utvanning. I tillegg blir saltet i overflaten på fileten spylt bort fordi nålene starter å sprøyte ut vann før de trenger ned i muskelen. Forsøk med utvanning av biter og hel filet viste at kortest utvanningstid og jevnest saltinnhold i muskelen ble oppnådd når biter ble vakuumsromlet. Grunnen til dette kan være at biter har flere snittflater slik at saltet trenger lettere ut av muskelen enn ved utvanning av hele fileter. Justeringen av saltinnholdet i muskelen bør sannsynligvis ikke starte før at saltinnholdet i prøven er lavt nok (2-3%). Dette fordi justeringen i hovedsak øker saltinnholdet i muskelens overflate, og i liten grad påvirker muskelkjernen.

5.3 Sensorisk vurdering

Under utvanning med vakuumsrommel har fileter og prøvebitene blitt påført til dels store mekaniske skader. Disse skadene har vært størst der muskelen var spaltet før utvanning. Fileter og biter uten spalting ble vurdert som akseptable mhp mekaniske skader etter utvanning i trommel. Dette viser at kvaliteten på råstoffet er avgjørende for resultatet etter utvanning. Selv om trommel- teknologien som har blitt uttestet her til dels gir et uakseptabelt sluttprodukt etter utvanning, viser det seg at muskelens skader blir mindre tydelige etter lagring i vakuumballasje og etter koking. Salt- og klippfisk er mer robuste produkter og vil derfor sannsynligvis tåle tromlingen bedre enn saltfiskfilet. Det er også mulig at mer skånsom tromling eller vugging vil redusere de mekaniske skadene samtidig som de gunstige masseringseffektene blir bevart. Stikkinjisering av vann (i 2 omganger) gav noe mekanisk skade på muskelen i form av groper på overflaten. Dette kan skyldes størrelsen på nålene i tillegg til trykket på vannet som ble injisert. Etter vakuumsromling av de stikkinjisererte filetene og bitene var disse skadene ikke synlige.

5.4 Hastighetsbegrensende faktor for salttransporten

Både vakuumsromling og stikkinjisering gav betydelig raskere utvanning enn tradisjonelle metoder. Vakuumbehandling uten tromling gav imidlertid liten effekt. Fra tidligere arbeid ved Fiskeriforskning er det kjent at utvanning i rennende vann øker utvanningshastigheten noe, men også denne effekten var liten i forhold til effekten av tromling og stikkinjisering. Bassert på grunnleggende teori (kap 3.4) er det motstanden i den stagnante væskefilmen som er den begrensende faktoren for transporten av salt ved utvanning. Størrelsen på overflatearealet synes å være mindre kritisk, ettersom oppdeling i biter og vakuumbehandling (i stillestående vann) hadde relativt mindre effekt enn tromling og injisering. Dette er i samsvar med observasjoner gjort i flere marineringsforsøk hvor en registrerte at tromling gav bedre opptak av marinade enn marinering i stillestående lake (Joensen, *et al.* 1997).

De oppnådde resultatene gir noe forskjell mellom tykke og tynne biter. Dette indikerer at transporten av salt inni fisken er den nest viktigste faktoren for utvanningshastigheten.

6 KONKLUSJON

Forsøkene med stikkinjisering kombinert med vakuumsromling og justering oppnådde et utbytte på 16% etter 4 timers utvanning. Tradisjonell utvanning (stillestående vann) gir et utbytte på 35% etter 48 timers utvanning. Forskjellen i utbytte kan skyldes at den tradisjonelle utvanningsmetoden øker muskelens vannbindingsevne. Dette skjer muligens på grunn av at muskelproteiner har lengre tid til å svulle (oppta vann) enn ved den nye utvanningsmetoden.

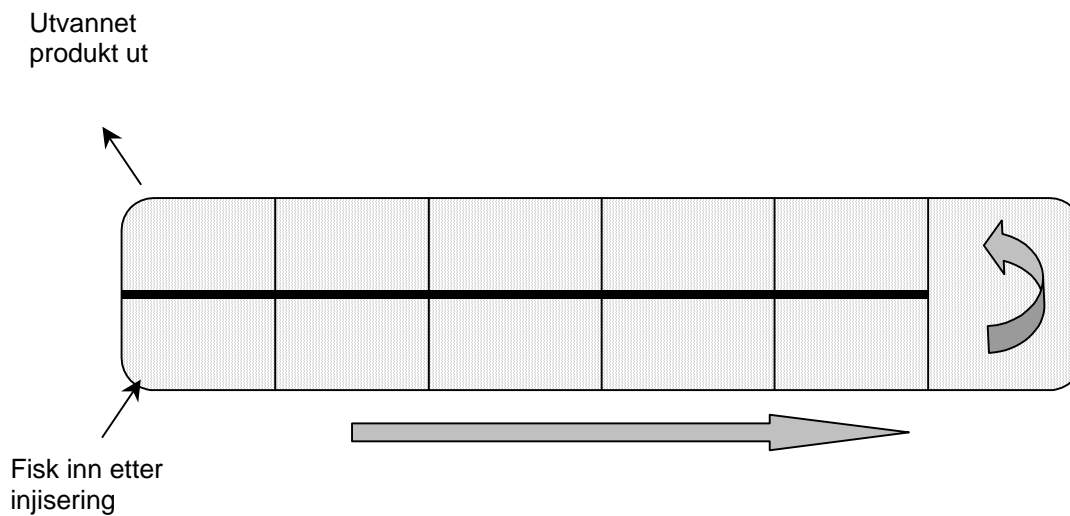
Målet om kortere utvanningstid og jevnest saltinnhold i fiskemuskel ble oppnådd ved stikkinjisering av hel filet etterfulgt av vakuumsromling av biter i to timer og justering i ytterligere to timer.

Under utvanning med trommel ble fileter og prøvebitene påført til dels store mekaniske skader. Disse skadene har vært størst der muskel var spaltet før utvanning. Fileter og biter uten spalting ble vurdert som akseptable mhp mekaniske skader etter utvanning i trommel. Muskelens skader blir også mindre tydelige etter lagring i vakuumballasje og etter koking.

Skånsom tromling eller vugging kan redusere de mekaniske skadene samtidig som de gunstige masseringseffektene blir bevart. Stikkinjisering av vann gav noe mekanisk skade på muskel i form av groper på overflaten. Etter vakuumsromling av de stikkinjiserede filetene og bitene var disse skadene ikke synlige.

7 VIDERE ARBEID

- Bruk av ulikt råstoff (fileter ved ulik tørrhet og størrelse)
- Prosessbetingelser som variert trykk og hastighet på båndet
- Utprøving av injisering kombinert med videre utvanning i stillestående vann og i vakuumsrommel.
- Utprøving av mer skånsom trommelteknologi
- Stikkinjisering i to omganger etterfulgt av utvanning av biter og fileter i sirkulerende kar (tinetank) vist i figuren nedenfor.



Figur 25 Skisse for sirkulerende utvanningstank.

8 REFERANSER

- Akse L, Joensen S, Olsen JV, Journet LG, Carlehög M, Skjerdal T, 2000b, New method for desalting of bacalao. Poster presentation at the 30th WEFTA meeting, Faroe Islands, June 2000.
- Akse, L., Joensen, S., Olsen, J.V., Carlehög, M. Og Skjerdal, T. 2000. Utvanning av klippfisk. Sammenligning av utvanningsmetoder. Rapport nr. 16/2000. Fiskeriforskning, Tromsø.
- Akse, L., Gundersen, B., Lauritzsen, K., Ofstad, R. og Solberg, T. 1993. Saltmodning av fiskemuskel. Utprøving av analysemetoder. Misfarging av saltfisk. Rapport nr. 1/93. Fiskeriforskning, Tromsø.
- Fito P, Pastor R and Mata M, 1992, Vacuum osmotic dehydration of foods (VOD) II Introduction to modelisation of transfer phenomena in apple (Granny Smith) drying. In ISOPOW-V proceedings, Valencia, Spain
- Joensen, S., Prytz, K. & Akse, L. 1997. Grunnmarinering av torskefilet. Rapport 18/97. Fiskeriforskning, Tromsø.
- Olsen, J.V. 2000. Vakuum og vakuumtromling som første prosesstrinn under utvanning av klippfisk. Internt arbeidsnotat ved Fiskeriforskning, Tromsø.
- Olsen, J.V. 2000. Marinerte produkter av mager og feit fisk. Kandidatoppgave ved Norges fiskerihøgskole, Tromsø.
- Poligne I and Collignan A, 2000, Quick marination of anchovies (*Engraulis encrasicolus*) – Using acetic and gluconic acids. Auality and stability of the end product. *Lebensmittel Wissenschaft & Technologie*, 33:3:202-209
- Ree S, 1985, Noen forsøk med utvanning og etterfølgende kjølelagring av klippfisk. Anbefalinger til videre oppfølging. Internt arbeidsnotat, FTFI 13.5.1985
- Serra JA, Andres A, Barat JM, Eschrich I, 2000, 1st individual progress report in project FAIR-CT98-4179 Improved quality and shelf life of desalted cod, -an easy-to-use product of salted cod (DESCOD). Confidential report to the EU commision.



Fiskeriforskning

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9-13

Postboks 6122

N-9291 Tromsø

Telefon: 77 62 90 00

Telefaks: 77 62 91 00

E-post: post@fiskeriforskning.no

Avdelingskontor Bergen:

Kjerreidviken 16

N-5141 Fyllingsdalen

Telefon: 55 50 12 00

Telefaks: 55 50 12 99

E-post: office@fiskeriforskning.no

Internett: www.fiskeriforskning.no

ISBN 82-7251-482-6

ISSN 0806-6221