



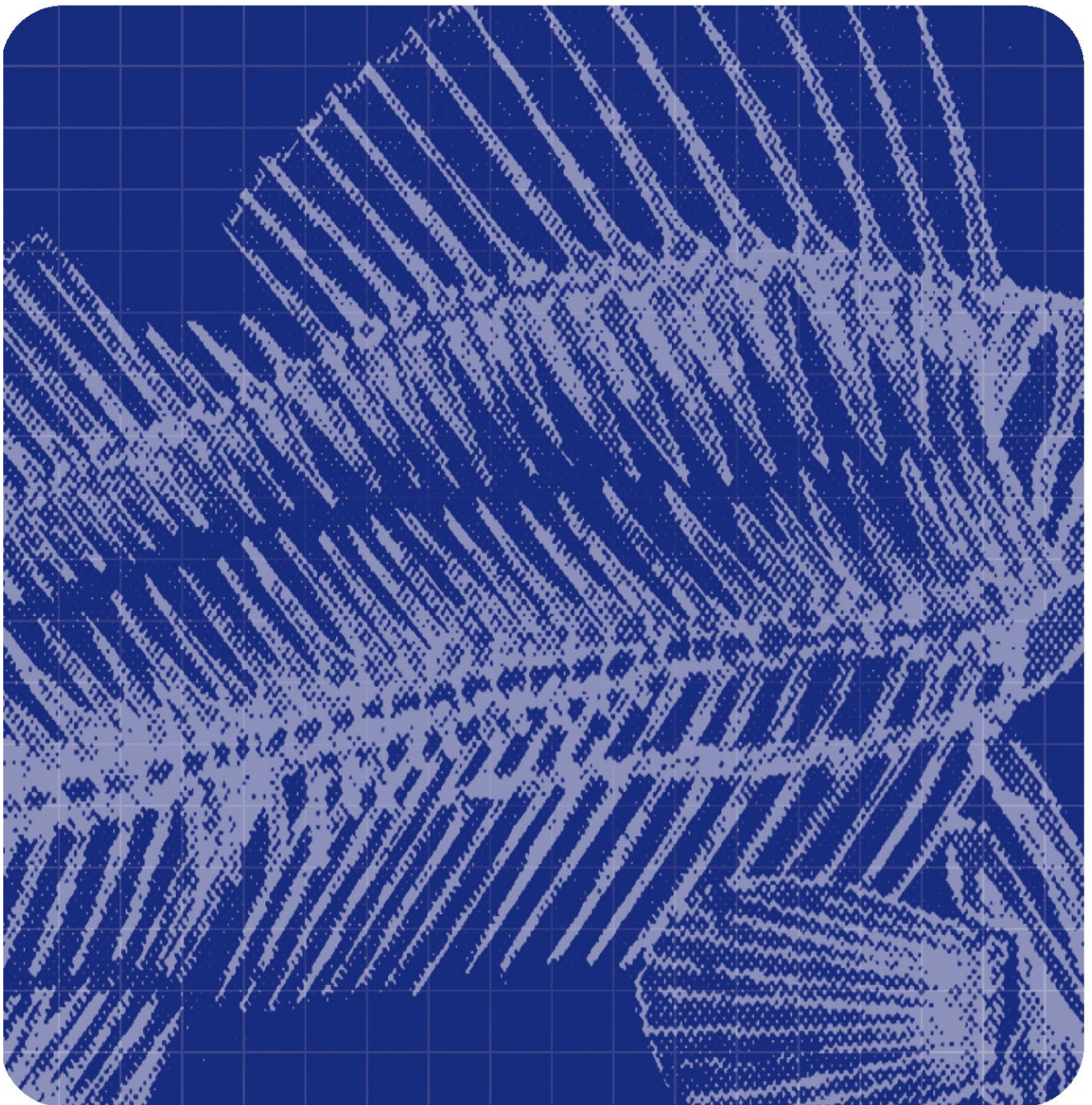
Fiskeriforskning

RAPPORT 16/2000 • Utgitt desember 2000

Utvanning av klippfisk

Sammenligning av utvanningsmetoder

Leif Akse, Sjúrdur Joensen, Jan Vidar Olsen, Mats Carlehög 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 (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:

16/2000

ISBN-nr:

82-7251-455-9

Tittel:

Utvanning av klippfisk

Dato:

20.12.2000

Sammenligning av utvanningsmetoder

Antall sider og bilag:

36

Forfatter(e):

Leif Akse, Sjørður Joensen, Jan Vidar Olsen, Mats Carlehög og Taran Skjerdal

Forskningssjef:

Knut Sunnanå

Senter:

Industriell foredling

Prosjektnr.:

3059 og 8491

Oppdragsgiver:

EU-FAIR CT98 4179

Oppdragsgivers ref.:

FAIR CT98 4179

3 stikkord:

Saltinnhold, sensorisk kvalitet, vektøkning

Sammendrag: (maks 200 ord)

I rapporten sammenlignes tre metoder for utvanning av klippfiskbiter; tradisjonell utvanning, vakuumentvanning og utvanning med justert saltkonsentrasjon i vannet. Metodene sammenlignes med hensyn til jevnt saltinnhold i tykke og tynne biter, sensorisk kvalitet, mikrobiologisk kvalitet, og vektøkning. Utvanning med justert saltkonsentrasjon gav best utjevning av saltinnholdet. Alle metodene gav god sensorisk kvalitet, men de tynne bitene i den justerte metoden var signifikant forskjellige fra tilsvarende biter i de andre metodene og mer lik de tykke bitene. Den tradisjonelle metoden gav best mikrobiologisk kvalitet under utvanning og den justerte dårligst. Både utvanning med justert saltinnhold og vakuumentvanning gav høyere vektøkning enn tradisjonell utvanning.

English summary: (maks 100 ord)

Traditional desalting of cod, vacuum desalting and desalting with adjusted salt concentration in the water, were compared with reference to final salt concentration, sensorial quality, microbiological quality and product yield. The adjusted method gave a more even salt distribution in the products. Sensorial quality was good in all methods, however "thin" pieces desalted in the adjusted method were significant different from the others and more equal to the "thick" pieces. Microbiological growth was more rapid in the "Adjusted" method. The two experimental methods (Vacuum and Adjusted) gave higher product yields compared to the traditional method.

INNHOOLD

1	INNLEDNING.....	1
1.1	Bakgrunn	1
1.2	Målsetting.....	2
2	MATERIAL OG METODE	3
2.1	Råstoff	3
2.2	Forsøksoppsett.....	4
2.2.1	Forsøk 1 og 2 (mai 2000).....	4
2.2.2	Forsøk 3 og 4 (juni og august 2000).....	6
2.3	Utstyr.....	9
2.3.1	Vakuums trommel og utvanningskar.....	9
2.3.2	Rigg for justering av saltkonsentrasjonen i vannet.....	9
2.4	Analysemetoder.....	10
3	RESULTATER.....	11
3.1	Forsøk 1.....	11
3.1.1	Vektutvikling under utvanning	11
3.1.2	Salt og vann i muskelen	12
3.1.3	Mikrobiologi	14
3.1.4	Vurdering av forsøket	14
3.2	Forsøk 2.....	16
3.2.1	Vektutvikling under utvanning	16
3.2.2	Saltinnhold målt i vannet under utvanning	17
3.2.3	Salt og vann i muskelen etter utvanning	17
3.2.4	Mikrobiologi	19
3.2.5	Sensorisk kvalitet.....	19
3.2.6	Vurdering av forsøket	20
3.3	Forsøk 3, høy temperatur ($\approx 20^{\circ}\text{C}$)	21
3.3.1	Vektutvikling	21
3.3.2	Salt i vannet under utvanning	22
3.3.3	Salt og vann i muskelen	22
3.3.4	Vurdering av forsøket	24
3.4	Forsøk 4, lav temperatur ($\approx 4^{\circ}\text{C}$).....	25
3.4.1	Vektutvikling	25
3.4.2	Saltutjevning	26
3.4.3	Temperatur i vannet	27
3.4.4	Vurdering av forsøket	27
4	OPPSUMMERING.....	28
4.1	Tradisjonell utvanning.....	28
4.2	Vakuums utvanning.....	28
4.3	Justert saltinnhold i vannet.....	29
5	TABELLER.....	31
5.1	Forsøk 1	31
5.2	Forsøk 2	32
5.3	Forsøk 3	33
5.4	Forsøk 4	34
6	REFERANSER.....	36

1 INNLEDNING

Denne rapporten er en del av EU-prosjektet "Improved quality and shelf life of desalted cod, an easy to use product of salted and dried cod", FAIR CT98 4179 (DESCOD).

I DESCOD-prosjektet samarbeider Fiskeriforskning med IPIMAR i Portugal og Universidad Politècnica de Valencia, Spania.

Noen av forsøkene er utført med god hjelp fra hovedfagstudent Lorena Gallart Jornet, Universidad Politècnica de Valencia, som gjennomførte deler av sitt hovedfagsarbeid hos Fiskeriforskning.

Utvanningsmetoden med justert saltkonsentrasjon i vannet som inngår sammenligningene, er utviklet av Kristian Prytz mens han arbeidet ved Fiskeriforskning. Metoden er tidligere testet på saltfisk i et oppdragsprosjekt, men ikke på klippfisk.

1.1 Bakgrunn

Klippfisk og saltfisk av torsk spiller en viktig rolle i kostholdet i sør-europeiske og sør-amerikanske land, som Portugal, Spania, Italia, Brasil, med flere. Saltet fisk inngår i en lang rekke retter. Felles for de fleste av disse er at fisken må vannes ut før den kan tilberedes. Avhengig av fiskestørrelse, tørrhetsgrad, oppdeling før utvanning og ønsket saltinnhold, kan denne utvanningsprosessen ta inntil to døgn. Tradisjonelt blir klippfisk og saltfisk utvannet hjemme hos konsumentene. Industriell utvanning i spesialiserte bedrifter er imidlertid under utvikling i flere konsumentland. Denne utviklingen ventes å skyte fart etter som omsetningen av disse tradisjonelle produktene flyttes over i super- og hypermarkeder og der møter kundegrupper som etterspør mer lettvinte ferdigprodukter.

Utvannet saltfisk og klippfisk har mindre enn en ukes holdbarhet i kjølt tilstand (Bjørkevoll *et al.* 2000, Skjærdal *et al.* 1997). Årsaken til den korte holdbarheten er rask mikrobiologisk vekst som ødelegger produktene. I dag omsettes derfor utvannede saltfiskprodukter i all hovedsak fryst og emballert.

Når utvanning av salt- og klippfisk skal oppskaleres til industriproduksjon, stiller det spesielle krav til prosessen og produktene:

- Sensorisk kvalitet på industrielt utvannet saltfisk og klippfisk bør være mest mulig lik den beste man oppnår ved tradisjonell utvanning hjemme. Kjølte produkter bør presentere seg fordelaktig også i rå tilstand. For fryste, emballert produkter er det særlig de sensoriske egenskapene etter tilberedning som er viktige. Forsøk i DESCOD-prosjektet viste at portugisiske og spanske konsumenter la mest vekt på aroma og farge når de valgte en variant av utvannet, rå klippfisk fremfor andre. Etter tilberedning (koking) var imidlertid smak og konsistens mest utslagsgivende for valget (Skjærdal *et al.* 1999).

Riktig saltsmak etter tilberedning er ett viktig sensorisk kriterie for utvannet saltfisk. Jevnt saltinnhold i alle deler av produktet gjør det langt enklere å oppnå dette. Forskjell i salt mellom tykke og tynne deler av fisken etter utvanning er derfor en faktor som kan

benyttes for å vurdere ulike utvanningsprosesser. "Riktig" saltsmak må tilpasses til hvert enkelte markedssegment og etter hvordan fisken skal tilberedes etter utvanning.

- Etter hvert som saltinnholdet synker under utvanning vil den mikrobiologiske veksten i produktene begynne. Utvanningstiden har derfor betydning for holdbarhetstiden i kjølt tilstand etter utvanning. Her vil også temperaturen i vannet under utvanning ha stor betydning. Kort utvanningstid er også å foretrekke ut fra hensyn til effektivitet og kapasitet i produksjonen.
- Utvannede produkter konkurrerer prismessig med fullsalta fisk som vannes ut hjemme. I en hver produksjon vil produktutbyttet i forhold til råvareinnsatsen ha stor betydning for pris og lønnsomhet. Vektøkning under utvanning er den faktoren som i størst grad bestemmer produktutbyttet. Tidligere forsøk ved Fiskeriforskning har vist at både for saltfisk og klippfisk varierer denne vektøkningen mye, fra litt over 20% til mer enn 50%.

1.2 Målsetting

Målet var å sammenligne tradisjonell utvanning i stillestående vann, vakuumutvanning og utvanning med justert saltkonsentrasjon i vannet, opp mot følgende krav til sluttproduktene:

- Jevnt saltinnhold; 2-4 % salt både i tykke og tynne deler av fisken (biter).
- God sensorisk kvalitet etter koking, med særlig vekt på smak og konsistens.
- Lang holdbarhet, dvs lavt kimtall rett etter utvanning og under lagring.
- Høy vektøkning under utvanning.
- Kort utvanningstid.

Utvanningsmetodene ble valgt ut fra prioriteringer i DESCOD-prosjektet og erfaringer fra tidligere forsøk ved Fiskeriforskning.

Forsøk i modellskala ved Universidad Politècnica deValencia viser at vakuumpulser tidlig i utvanningsprosessen kan ha positiv effekt på vannopptak, salttap og vektøkning (Rodríguez-Barona, S. *et al.*,1,2,3). Disse modellforsøkene er i våre forsøk oppskalert til større biter av klippfisk med kommersiell kvalitet.

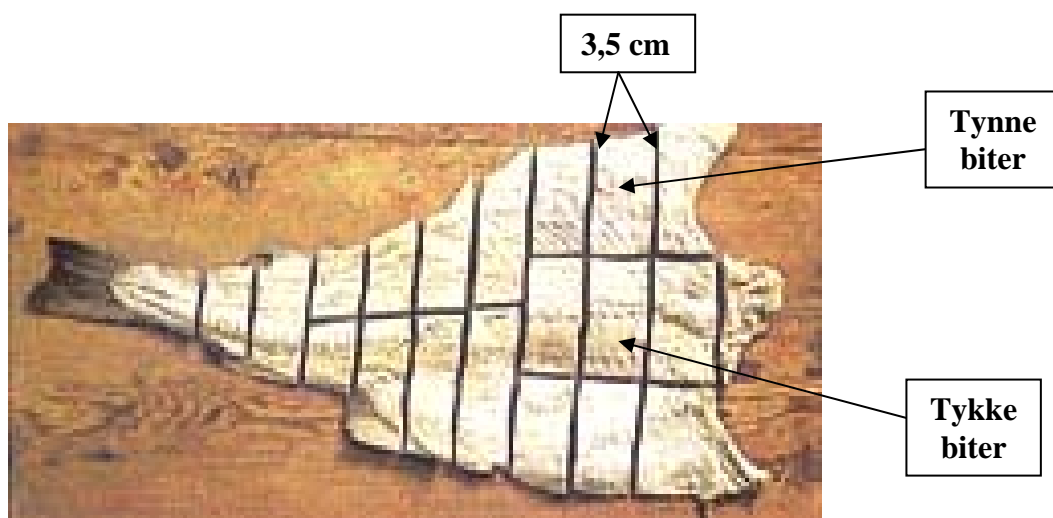
Vakuummetoden introduserer trykkpulser tidlig i prosessen som skal transportere mer vann raskere inn i fisken. Utvanning med justert saltinnhold i vannet tar motsatt utgangspunkt. Her avsluttes utvanningen med et utjevningstrinn, der saltkonsentrasjonen i vannet ligger nær sluttkonsentrasjonen som ønskes i fisken. Ved tradisjonell utvanning, med lavt saltinnhold i vannet, vil fisken ha mistet for mye salt i de tynneste delene og i overflaten når de tykkeste delene (kjernen) er passelig utvannet. Et utjevningstrinn antas å gi jevnere saltkonsentrasjon og bedre vektøkning ved at disse delene av fisken i sluttfasen tar opp både vann og salt.

2 MATERIAL OG METODE

2.1 Råstoff



Figur 1. I utvanningsforsøkene ble det brukt klippfisk av beste kvalitet (Primeira), pakket for eksport til Portugal. Størrelsen på fisken var 2-2,5 kg (Cresido) og tørrhetsgraden 7/8.

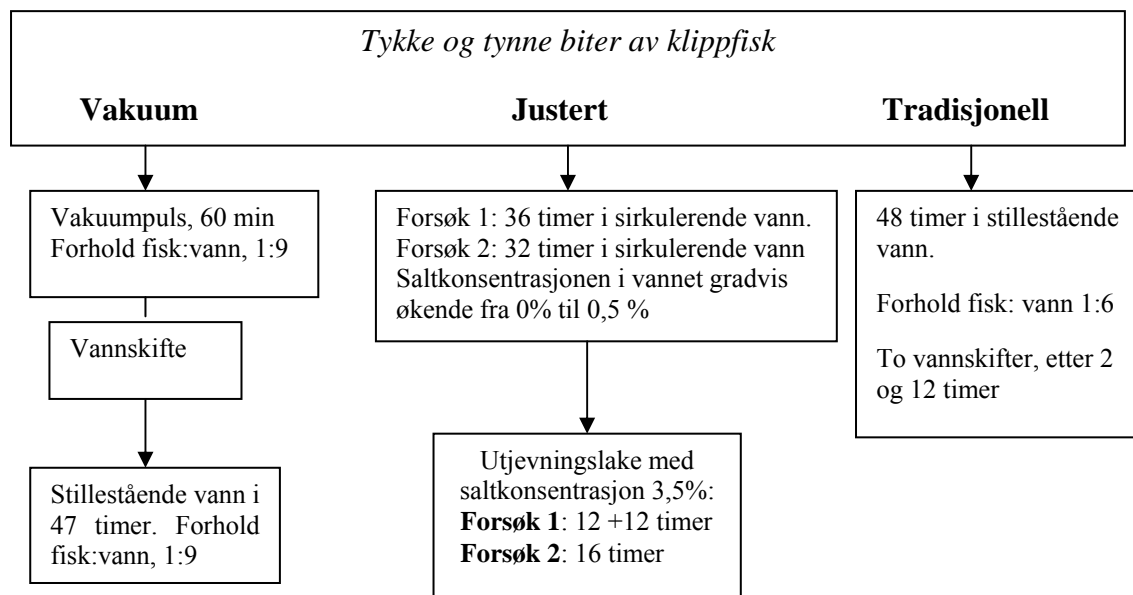


Figur 2 Klippfisken ble oppdelt i biter som vist i figuren. Det ble brukt tykke biter fra fremre del av ryggmuskelen (loins) og tynne biter fra bukklappene. Bredden på bitene var 3,5 cm

2.2 Forsøksoppsett

2.2.1 Forsøk 1 og 2 (mai 2000)

Tre utvanningsmetoder ble sammenlignet: Vakuumpulvning, Utvanning med justert saltkonsentrasjon i vannet og tradisjonell utvanning i stillestående vann med vannskifter.



I begge forsøkene ble utvanningen utført på kjølerom med temperatur $\approx +4^{\circ}\text{C}$. Temperatur på nett vannet var $\approx +9^{\circ}\text{C}$. Etter 12 timer hadde temperaturen i vannet sunket til $4-5^{\circ}\text{C}$. Deretter var temperaturforløpet ulikt avhengig av utvanningsmetode.

I hver utvanningsmetode ble 10 tykke og 10 tynne biter individmerket. Disse bitene ble veid ved forsøksstart og etter 1, 12, 24, 36 og 48 timer. Ved de samme tidspunktene ble 3 tykke og 3 tynne biter fra hver utvanningsmetode tatt ut som prøver til analyse av salt- og vanninnhold i muskelen.

I første forsøket med justert saltinnhold i vannet ble bitene også veid etter 60 timer, men det ble ikke tatt ut prøver til salt og vann analyser. I andre forsøket med justert saltinnhold var det et prøveuttak også etter 32 timer utvanning, da saltkonsentrasjonen ble justert opp til 3,5%.

I forsøk 1 og 2 ble det tatt ut prøver til mikrobiologisk analyse (total kim), under utvanning og etterfølgende kjølelagring av utvannede produkter.

Forsøk 2 ble utført for å produsere prøver til sensorisk analyse. Etter 48 timer utvanning ble det tatt ut prøver av ferdig utvannede biter, som ble kokt og testet av et trent dommerpanel i en beskrivende sensorisk analyse.

Prosedyrer, prøveuttak og analyser for hver av utvanningsmetodene er nærmere beskrevet nedenfor:

- **Vakuumutvanning i forsøk 1 og 2:**

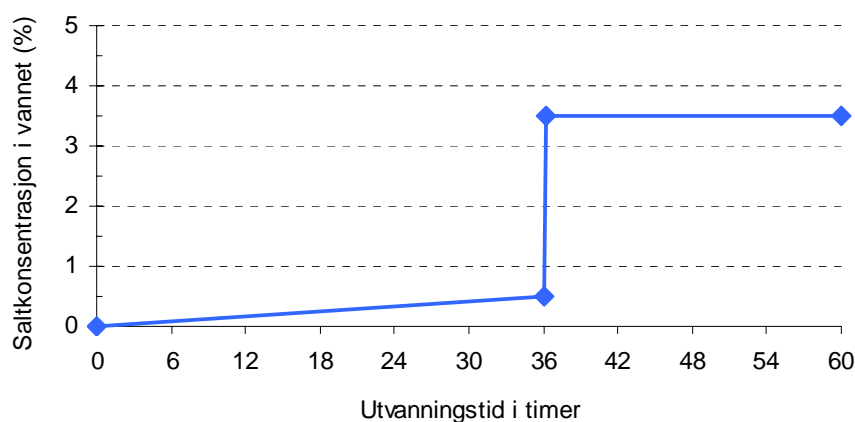
Tykke og tynne biter av klippfisk ble blandet i vakuumtrommelen for å sikre lik vakuumbehandling. Forholdet fisk:vann i trommelen var 1:9. Etter den innledende 60 minutters vakuumpulsen, trykk 0,1 bar, ble alle bitene tatt ut av trommelen og lagt over i nytt vann i et plastkar med rist i bunnen, forhold fisk:vann 1:9. Også her lå de tykke og tynne bitene blandet i samme vannet. Etter dette vannskiftet lå bitene i samme vannet resten av utvanningstiden på til sammen 48 timer (inkl. vakuumpulsen). Saltkonsentrasjonen i vannet økte derfor gradvis utover under denne fasen av utvanningen.

- **Justert saltkonsentrasjon i forsøk 1 og 2:**

Styringsriggen som ble brukt er vist i figur 6.

Under første fasen av utvanningen økte saltkonsentrasjonen i vannet gradvis fra 0% opp til et set-punkt på 0,5% salt. Deretter økte konsentrasjonen raskt, i løpet av 10 minutter, videre opp til et nytt setpunkt på 3,5% salt. Under resten av utvanningstiden ble saltkonsentrasjonen holdt kontrollert på 3,5% (utjevning).

I forsøk 1 ble utvanningstiden programmert til totalt 60 timer. Lengden på første fase var 36 timer og andre fase 24 timer. I forsøk 2 ble total utvanningstid kortet ned til 48 timer. Første fase ble satt til 32 timer og andre fase til 16 timer.



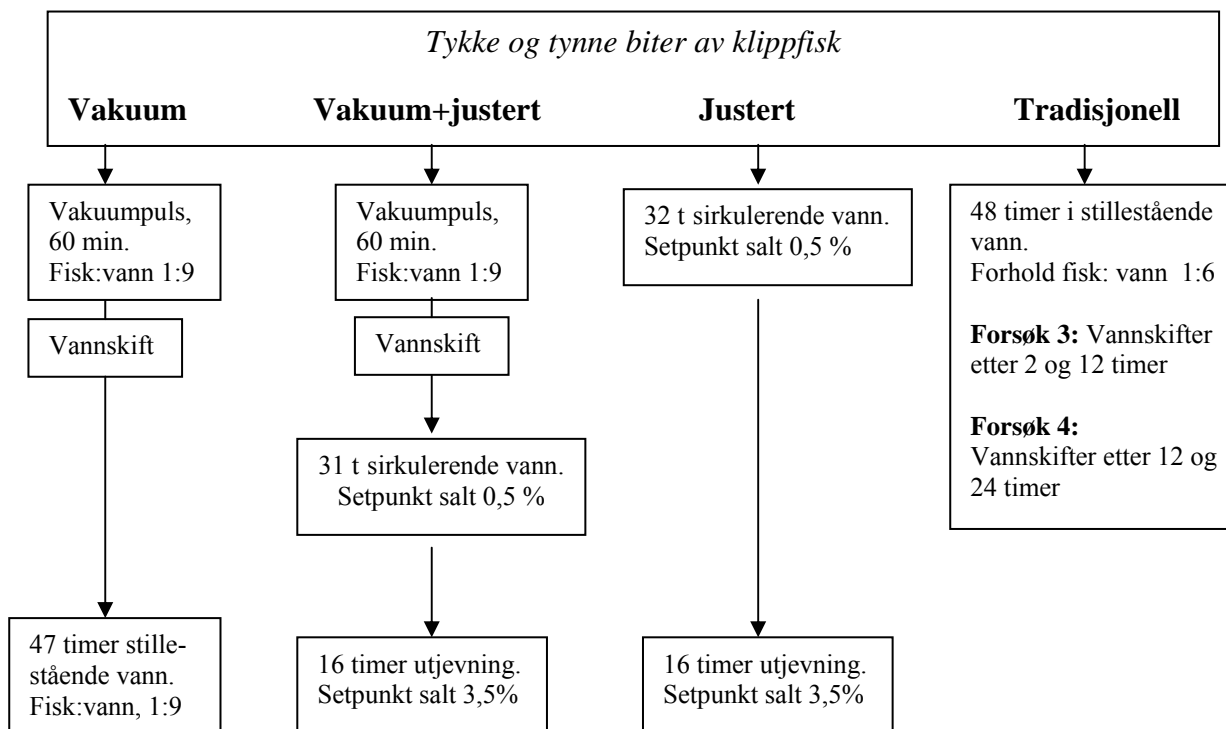
Figur 3. Setpunkter og justering av saltkonsentrasjonen i vannet, forsøk 1.

- **Ttradisjonell utvanning i forsøk 1 og 2:**

Tykke og tynne biter av klippfisk ble utvannet sammen i 48 timer et kar med stillestående vann, rist i bunnen av karet. Forhold fisk : vann var 1: 6. Etter 2 timer og 12 timer utvanning ble vannet skiftet ut med nytt vann, samme mengde vann som ved forsøksstart.

2.2.2 Forsøk 3 og 4 (juni og august 2000)

Fire utvanningsmetoder ble sammenlignet: Vakuumutvanning, justert saltkonsentrasjon, en kombinasjon av vakuum og justert saltkonsentrasjon, og tradisjonell utvanning i stillestående vann (to varianter).



I forsøk 3 ble utvanningen utført ved høy romtemperatur, $\approx +20^{\circ}\text{C}$. Temperatur på nettvann inn var også nå $\approx +9^{\circ}\text{C}$. Under utvanningen steg vanntemperaturen til opp mot temperaturen i rommet. Temperaturforløpet var ulikt avhengig av metode. I de to justerte metodene stabiliserte vanntemperaturen seg litt over romtemperaturen ($20\text{-}22^{\circ}\text{C}$), tradisjonell- og vakuumutvanning lå noe lavere ($17\text{-}18^{\circ}\text{C}$).

I forsøk 4 ble utvanningen utført ved lave temperaturer, som beskrevet under i forsøk 1 og 2.

Forsøk 3: I hver av utvanningsmetodene ble 10 tykke og 10 tynne biter individmerket. Disse bitene ble veid ved forsøksstart og etter 1, 12, 24, 32 og 48 timer utvanning. Ved de samme tidspunktene ble det tatt ut 3 tykke biter fra hver utvanningsmetode som prøver til analyse av salt- og vanninnhold i muskelen. Etter 48 timer ble salt og vann analysert også i tynne biter.

Forsøk 4: I hver av utvanningsmetodene ble 10 tykke og 10 tynne biter individmerket. Disse bitene ble veid ved forsøksstart og etter 12, 24, 32 og 48 timer utvanning. Ved de samme tidspunktene ble det tatt ut 3 tykke og 3 tynne biter fra hver utvanningsmetode som prøver til analyse av salt- og vanninnhold i muskelen.

I forsøk 3 ble saltinnholdet i vannet målt ved forsøksstart og etter 1, 12, 24, 32 og 48 timer.

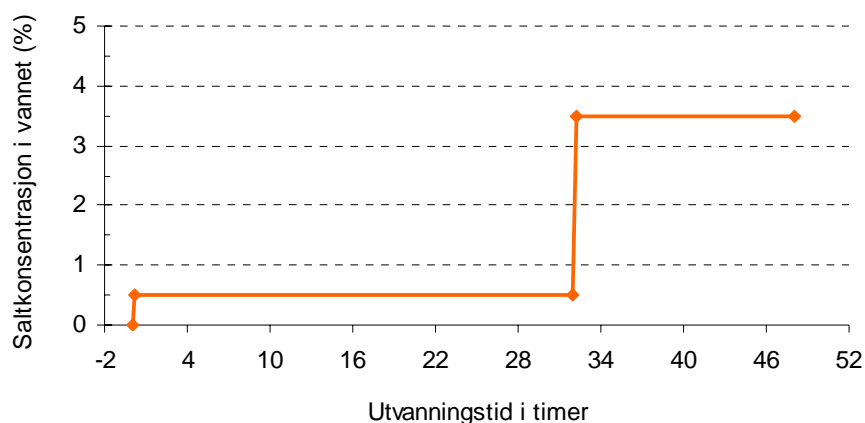
- **Vakuumbekvanning (forsøk 3 og 4):**

Vakuumbekvanning, vannskift og etterfølgende bekvanning i plastkar ble utført identisk med det som er beskrevet under forsøk 1 og 2.

- Vekt klippfisk før bekvanning: ca 2 kg (ca 50 biter)
- Mengde vann: ca 18 liter.
- Vannetemperatur i vakuumbekvanningen, både i forsøk 3 og 4: $\approx +9^{\circ}\text{C}$
- Temperatur i vannet etter vakuumbekvanning i forsøk 3: $\approx +18^{\circ}\text{C}$
- Temperatur i vannet etter vakuumbekvanning i forsøk 4: $\approx +3,5^{\circ}\text{C}$

- **Justert saltkonsentrasjon i vannet (forsøk 3 og 4):**

I dette forsøket ble programmet endret i forhold til forsøk 1 slik at saltkonsentrasjonen i første trinnet ble justert bratt opp til et setpunkt på 0,5% salt i løpet av 10 minutter. Denne konsentrasjonen ble holdt stabil frem til 32 timer bekvanningstid. Da ble saltkonsentrasjonen i vannet justert opp til et setpunkt på 3,5% i løpet av 10 minutter og holdt stabilt på dette nivået i 16 timer frem til avslutning av forsøket etter totalt 48 timer bekvanning.



Figur 4. Set punkter og justering av saltkonsentrasjonen i vannet, forsøk 3 og 4.

- Vekt klippfiskbiter før bekvanning: ca 2 kg (ca 50 biter)
- Mengde vann: Sirkulerende
- Vannetemperatur i forsøk 3: $\approx +21^{\circ}\text{C}$.
- Vannetemperatur i forsøk 4: $\approx +5^{\circ}\text{C}$.

- **Kombinasjon av vakuumpuls og justert saltkonsentrasjon**

I dette forsøket ble bitene først plassert i vakuumsrommet og behandlet med en 60 minutter vakuumpuls identisk med bitene i vakuums-forsøket. Bitene ble deretter tatt ut av trommelen, veid og lagt over i karet med justert saltkonsentrasjon, sammen med bitene som inngikk i forsøket med justert saltinnhold alene. Disse bitene hadde da ligget 60 minutter i sirkulerende vann med 0,5% saltinnhold (ref fig 2). Videre utover ble alle vektkontroller og prøveuttak gjort parallelt for de to metodene: justert saltkonsentrasjon og kombinert vakuums/justert saltkonsentrasjon.

- Vekt klippfisk før utvanning: ca 2 kg (ca 50 biter)
- Mengde vann: I vakuumsrommet ca 18 liter, deretter sirkulerende.
- Vanntemperatur i vakuumsrommet, både i forsøk 3 og 4: $\approx +9^{\circ}\text{C}$
- Vanntemperatur etter vakuumsbehandling i forsøk 3: $\approx +21^{\circ}\text{C}$
- Vanntemperatur etter vakumpulsen i forsøk 4: $\approx +5^{\circ}\text{C}$

- **Tradisjonell utvanning (forsøk 3 og 4):**

I disse forsøkene ble det testet to varianter av tradisjonell utvanning:

I forsøk 3 ble tykke og tynne biter av klippfisk ble utvannet sammen i 48 timer et kar med stillestående vann. Som i forsøk en og to ble vannet skiftet ut etter 2 timer og 12 timer. Forholdet fisk : vann 1: 6.

- Vekt klippfisk før utvanning: ca 2 kg
- Vannmengde: ca 12 liter
- Vanntemperatur i forsøk 3: $\approx +18^{\circ}\text{C}$
- Vannskifter etter 2 og 12 timer

I forsøk 4 ble utvanningsprosedyren endret, slik at vannskiftene nå kom etter henholdsvis 12 og 24 timer. Forhold fisk:vann 1:6. Utvanningen ble utført i kjølerom.

- Vekt klippfisk før utvanning: ca 2 kg
- Vannmengde: ca 12 liter
- Vanntemperatur i forsøk 4: Varierende mellom $+9^{\circ}\text{C}$ og $\approx +4^{\circ}\text{C}$
- Vannskifter etter 12 og 24 timer

2.3 Utstyr

2.3.1 Vakuumbrommel og utvanningskar



Figur 5. Vakuumbehandlingen ble utført i en Scanro Vakuumbrommel, volum 30 liter. Trommelen ble ikke rotert under vakuumbehandlingen og ble derfor løftet ut av styrings-braketten og plassert på et flatt underlag med lokket og sugestussen opp.

2.3.2 Rigg for justering av saltkonsentrasjonen i vannet



Figur 6. Rigg for justering av saltinnholdet i vannet under utvanning. Utvanningskaret til høyre, tank med mettet saltlake til venstre, styringsenhet med sirkulasjonspumpe, ventiler og sensor for salt i midten.

2.4 Analysemetoder

Vektutbytte

Ti tykke og ti tynne biter i hver utvanningsmetode ble individmerket og veid ved start og til ulike tidspunkt under utvanningen. Vektutbyttet ble beregnet i prosent, med vekt før utvanning lik 100%.

Formel (ΔM_t^o) som uttrykker vektendring avhengig av utvanningstiden:

$$\Delta M_t^o = [(M_t^o - M_0^o) / M_0^o]$$

Salt

NaCl innholdet ble bestemt etter metode AOAC 937.09, ved at klorid-ionene felles fullstendig som AgCl ved tilsetning av overskudd AgNO₃. Restmengden AgNO₃ bestemmes ved å titrere med NH₄CNS med FeNH₄(SO₄)₂ som indikator.

Formel (ΔM_t^{NaCl}) for beregning av salttap avhengig av utvanningstiden:

$$\Delta M_t^{\text{NaCl}} = [(M_t^o \cdot x_t^{\text{NaCl}} - M_0^o \cdot x_0^{\text{NaCl}}) / M_0^o]$$

Vann

Vanninnholdet (g/100g) ble bestemt etter metode AOAC 950.46, beregnet som vekttap etter tørking ved 105°C over natten.

Formel (ΔM_t^w) for beregning av vannopptak avhengig av utvanningstiden:

$$\Delta M_t^w = [(M_t^o \cdot x_t^w - M_0^o \cdot x_0^w) / M_0^o]$$

Sensorisk analyse

Etter 48 timer utvanning av tykke og tynne biter av klippfisk i forsøk 2 ble det utført en beskrivende sensorisk analyse av kokte prøver. Prøvene ble analysert med gjentak. Analysen ble utført av et trent dommerpanel.

Åtte sensoriske egenskaper ble bedømt: *Total smak, Saltsmak, Saftighet, Klebrighet, Hardhet, Tyggemotstand, Fiberaktighet og Sammenhengbarhet.*

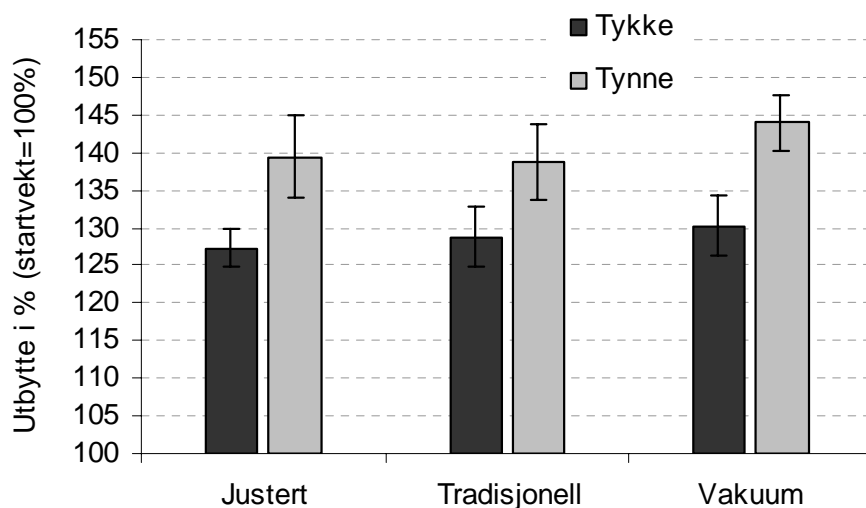
Mikrobiologi

Kimtallet (CFU/g fisk) under utvanning og påfølgende kjølelagring ble målt i forsøk 1 og 2. Steril muskelprøve fra tykke biter og sterilt saltvann (1 g bacto pepton, 30 g NaCl og 1000 ml destillert vann) ble blandet i sterile plastposer i forholdet 1:10 og homogenisert i stomacher. Passende fortyninger ble sådd ut på Standard Plate Count Agar (Oxoid CM 463) tilsatt 30 g NaCl per liter. Platene ble inkubert ved 12 °C i ca fem dager før avlesning.

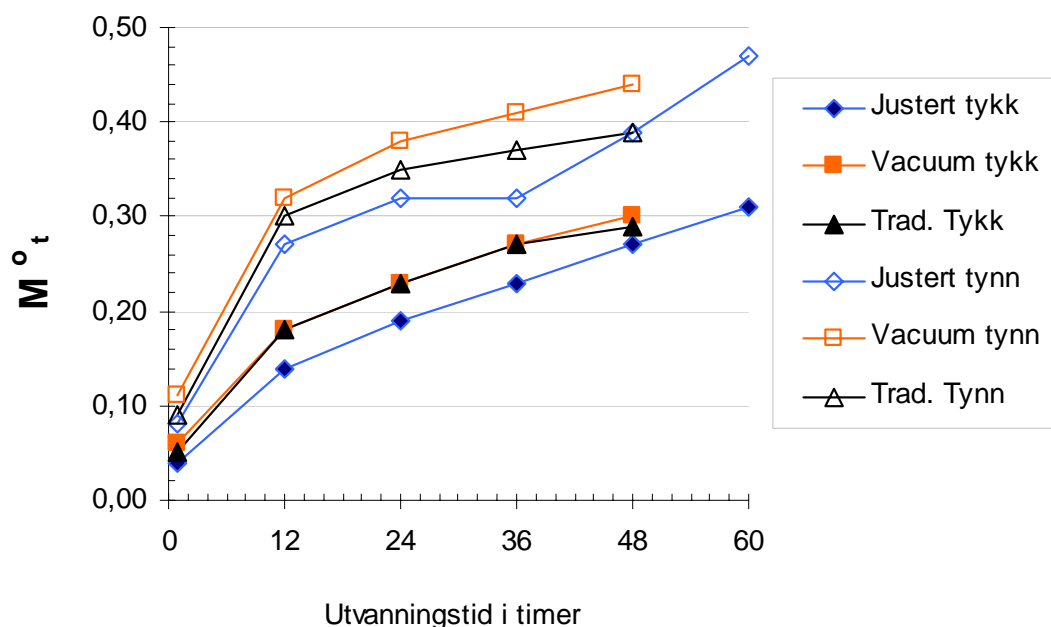
3 RESULTATER

3.1 Forsøk 1

3.1.1 Vektutvikling under utvanning

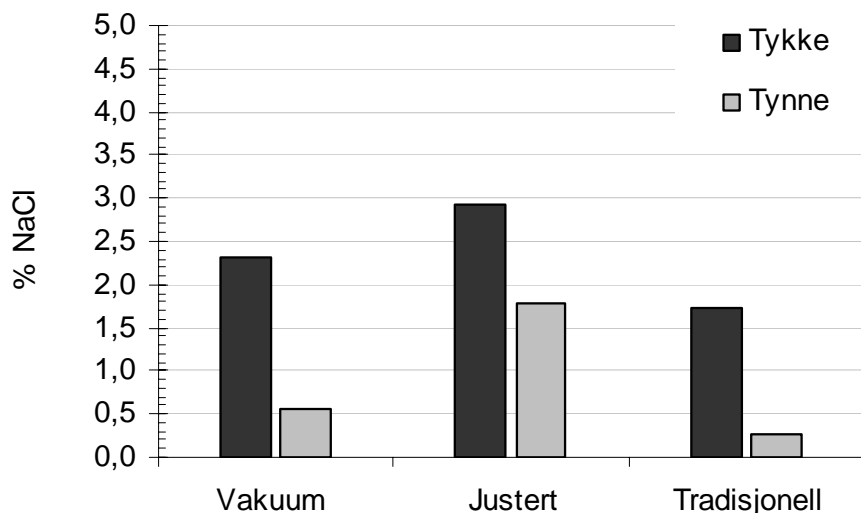


Figur 7. Vektutbytte etter 48 timer utvanning av tykke og tynne biter, $n=10$. Vekt før utvanning er 100%.

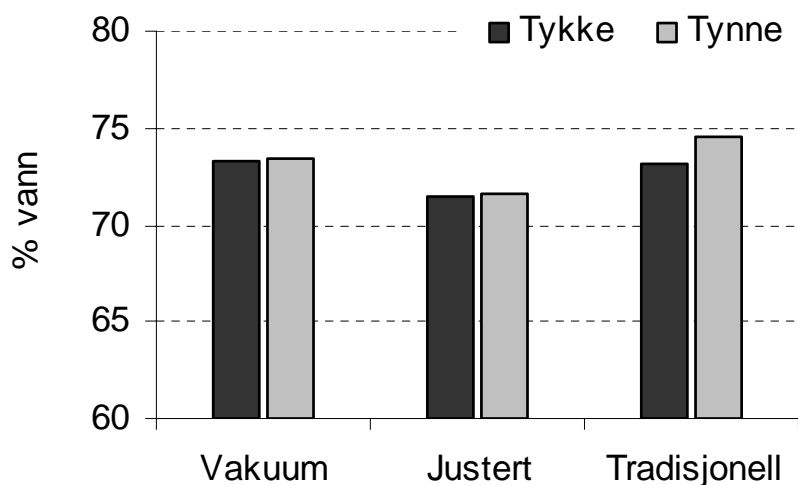


Figur 8. Vektendring (ΔM_t^0) tykke og tynne biter under 48 (60) timer utvanning, tre utvanningsmetoder, $n=10$.

3.1.2 Salt og vann i muskelen

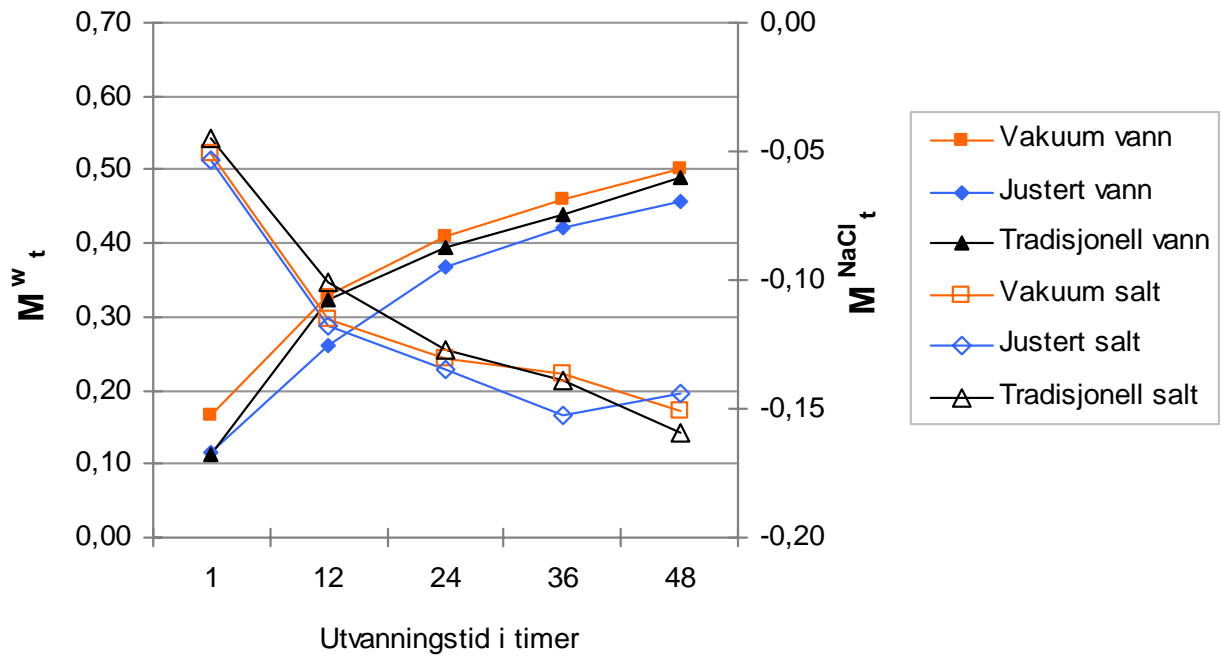


Figur 9. Gjennomsnittlig saltinnhold i tykke og tynne biter etter utvanning i 48 timer, målt i en blanding av oppmalt muskel fra tre tilfeldig valgte biter.

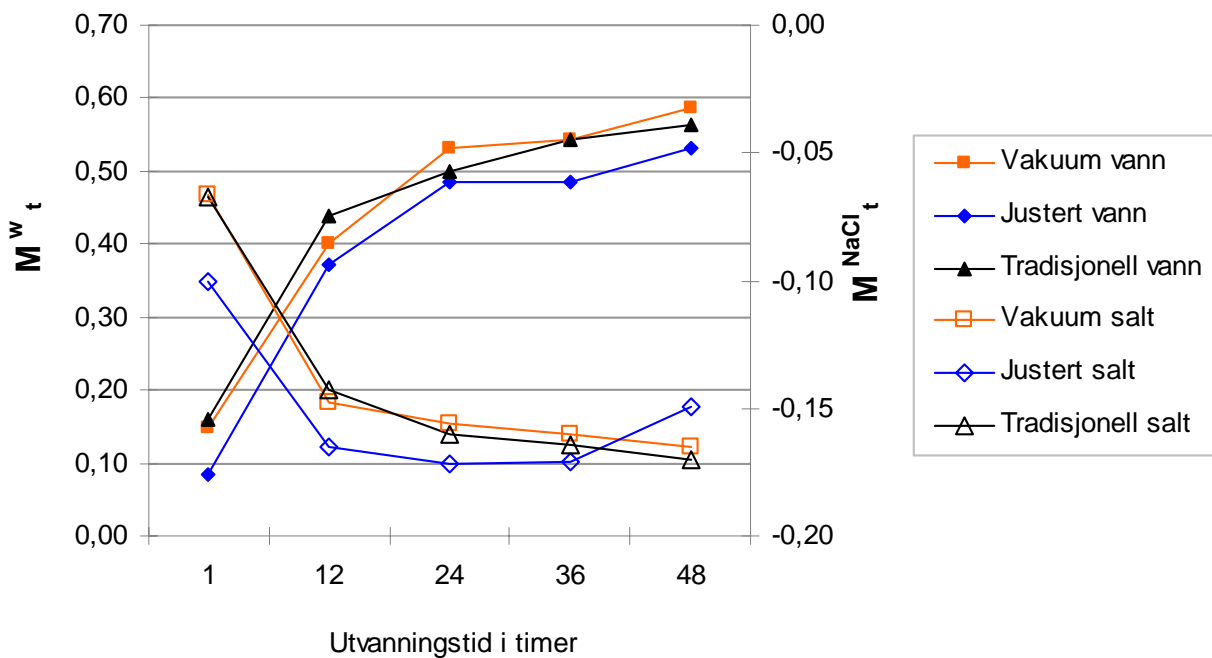


Figur 10. Gjennomsnittlig vanninnhold i tykke og tynne biter etter utvanning i 48 timer, målt i en blanding av oppmalt muskel fra tre tilfeldig valgte biter.

Etter 48 timer hadde bitene i den justerte utvanningsmetoden høyt saltinnhold sammenlignet med de andre, mens vanninnholdet var lavere. Lavt vannopptak kan forklare den noe lavere vektøkningen i den justerte metoden, særlig for de tykke bitene.

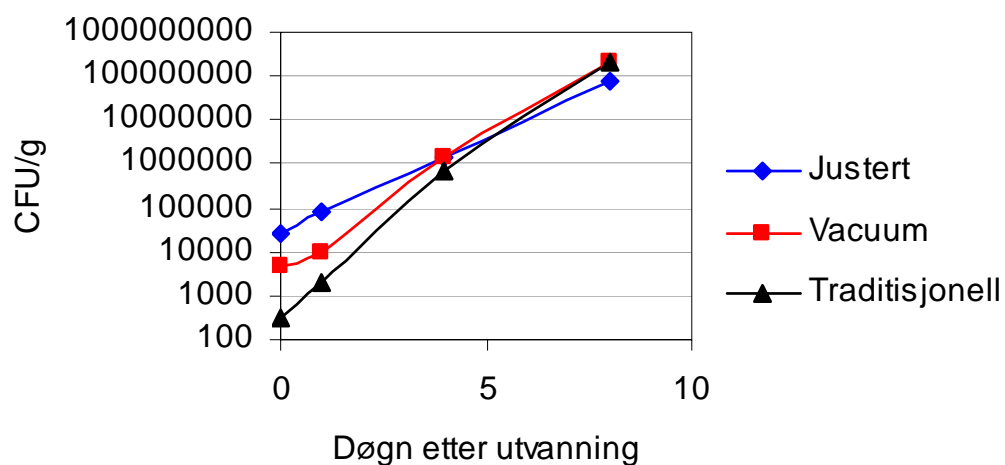


Figur 11. Beregnet opptak av vann (ΔM_t^w) og tap av salt (ΔM_t^{NaCl}) i tykke biter under utvanning i 48 timer, tre utvanningsmetoder.



Figur 12. Beregnet opptak av vann (ΔM_t^w) og tap av salt (ΔM_t^{NaCl}) i tynne biter under utvanning i 48 timer, tre utvanningsmetoder.

3.1.3 Mikrobiologi



Figur 13. Totalt kimtall i produktene rett etter utvanning i to døgn og under kjølelagring i 8 døgn etter utvanning (+4°C). Tre utvanningsmetoder

3.1.4 Vurdering av forsøket

Justert saltkonsentrasjon i vannet gav jevnest saltinnhold mellom tykke og tynne bitene. Etter utvanning i 48 timer var saltinnholdet i de tykke bitene (2,9%) innenfor grenseverdiene på 2-4% salt. De tynne bitene var fortsatt for lite salte (1,8%) etter 12 t i utjevningsslaken (tabell 1). Figur 12 viser at den første fasen med lavt saltinnhold vasket saltet svært raskt ut av de tynne bitene. Under utjevningssfasen til slutt tok tynne og tykke biter opp både vann og salt, som forutsatt. Bitene i de to andre metodene (vakuum og tradisjonell) tok opp vann men tapte salt hele tiden.

Etter 48 timer utvanning var det størst avvik fra grenseverdiene for salt i den tradisjonelle metoden. Både de tykke (1,7%) og de tynne (0,3%) bitene var for lite salte. Saltinnholdet i de tykke bitene sank under 4% en gang mellom 24 og 36 timer utvanning, men allerede etter 24 timer var saltinnholdet i de tynne bitene nede på 1% salt. Det var ikke noe tidspunkt der både tykke og tynne biter i denne utvanningsmetoden lå innenfor grenseverdiene på 2-4% salt.

Også vakuumutvanning gav større forskjell i salt mellom tykke (2,3%) og tynne (0,6%) biter etter 48 timer, enn den justerte metoden. Hadde utvanningen blitt avsluttet en gang mellom 24 og 36 timer ville avviket fra grenseverdiene vært mindre. Imidlertid var det allerede etter 24 timer stor forskjell i saltinnhold mellom tykke og tynne biter. Kortere utvanningstid ville også gitt lavere vektutbytte (figur 8).

Etter 48 timer hadde bitene fra vakuumutvanningen økt mest i vekt, særlig de tynne bitene. Høyere vektøkningen etter første timen i vakuum, indikerer en viss effekt av trykkpulsene. Sammenholdt med vannopptaket og vektøkningen utover under utvanningen, uansett metode, er den direkte effekten av vakuumpulsene liten.

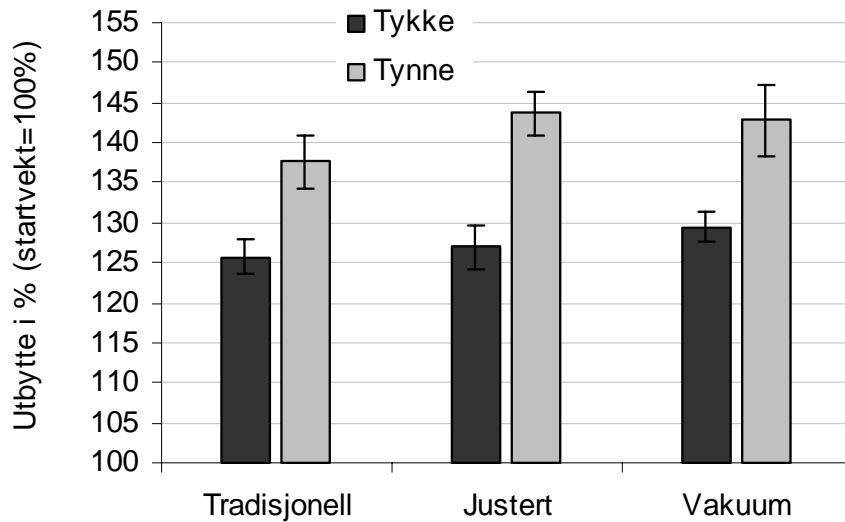
Både tykke og tynne biter i den justerte metoden økte relativt lite i vekt under den innledende fasen med lavt saltinnhold i vannet. Etter 36 timer, da saltkonsentrasjonen ble justert opp, økte vekten raskere (figur 8) og økningen fortsatte helt frem til 60 timer da forsøket ble avsluttet. Sammen med saltinnholdet indikerer dette at innenfor en total utvanningstid på 48 timer bør første fase (lavt saltinnhold) kortes ned og utjevningen forlenges. Det ble tatt hensyn til dette i de etterfølgende forsøkene.

Tabell 15 i kap 5.4 viser temperaturforløpet i vannet under utvanning på kjølerom ved +4°C, slik som i forsøk 1, 2 og 4. Temperaturmålingen ble utført i forsøk 4, men kan antas å være representative også for forsøk 1 og 2. Vanntemperaturen var gjennomgående høyere i den justerte metoden enn i de andre, +5°C mot under +4°C i vakuumentvanningen.

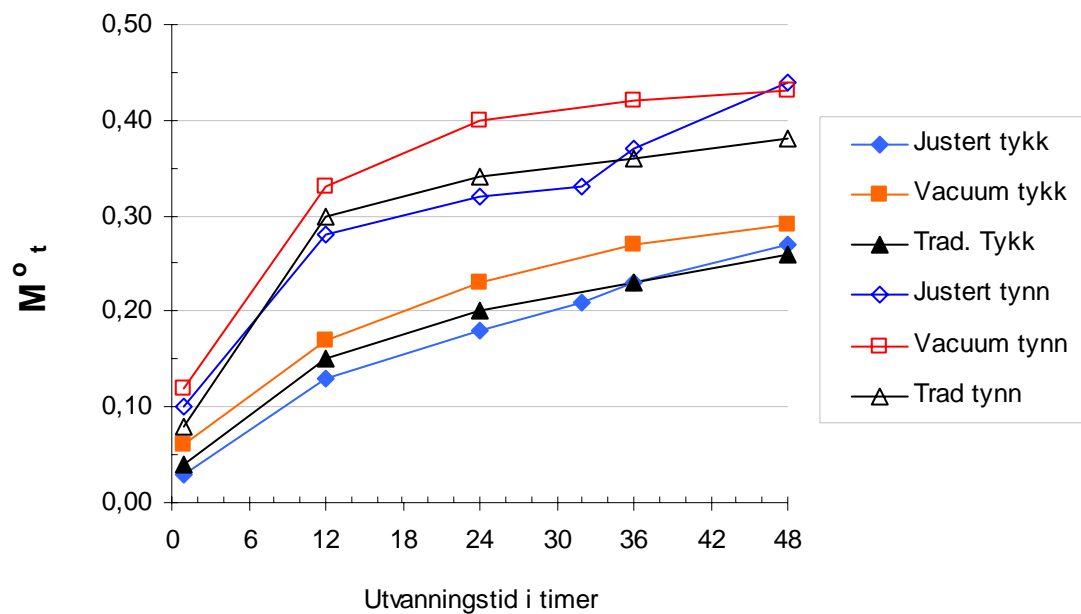
Flere forsøk har vist at utvannet saltfisk har svært kort holdbarhet i kjølt tilstand på grunn av rask bakterievekst i fisken (Bjørkevoll et al., 2000, Skjerdal et al., 1997). Utgangspunktet for lagring blir bedre dersom kimtallet i fisken er lavt rett etter utvanning. Figur 13 viser at kimtallet er noe høyere etter utvanning med den justerte metoden enn med de øvrige utvanningsmetodene. Under kjølelagringen jevnes imidlertid forskjellene ut. Det er ingen forskjell i artssammensetningen av bakterier mellom utvanningsmetodene. En art, som vi vet også finnes i saltfisk og klippfisk (Bjørkevoll et al., 2000), dominerer fullstendig. Veksthastigheten til denne bakterien styres av saltkonsentrasjon og temperatur, og det er dette som er årsaken til at kimtallsutviklingen er forskjellig for de tre utvanningsmetodene. I den justerte utvanningsmetoden synker saltkonsentrasjonen raskere enn i de øvrige metodene, og temperaturen i utvanningskaret er litt høyere på grunn av vannsirkulasjonen. Begge deler stimulerer vekst av bakterien. Etter utvanning er saltkonsentrasjonen i fisken høyere for den justerte metoden enn for de øvrige (Figur 9), og bakterieveksten under kjølelagring blir dermed litt langsommere med den justerte metoden enn for de øvrige.

3.2 Forsøk 2

3.2.1 Vektutvikling under utvanning

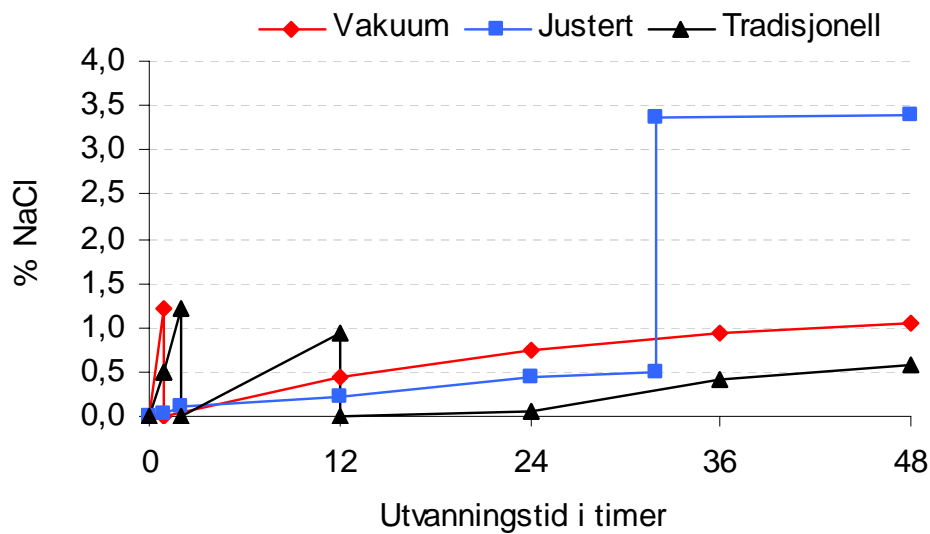


Figur 14. Vektutbytte etter 48 timer utvanning av tykke og tynne biter, $n=10$.



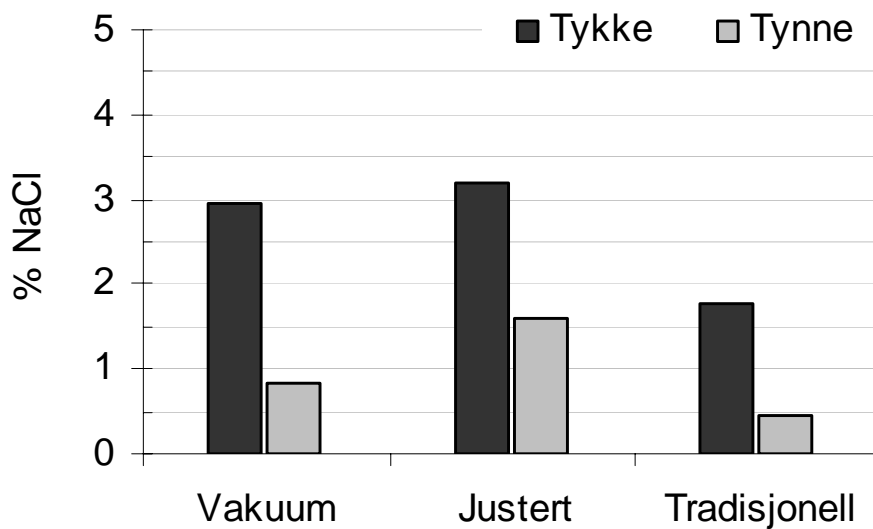
Figur 15. Vektendring (ΔM_t), tykke og tynne biter under 48 timer utvanning, tre utvanningsmetoder, $n=10$.

3.2.2 Saltinnhold målt i vannet under utvanning

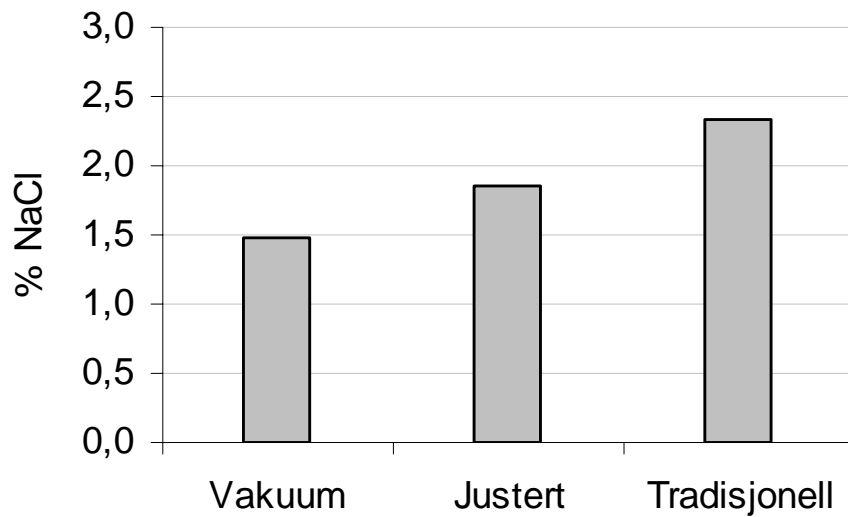


Figur 16. Saltinnhold i vannet under utvanning i 48 timer. Tre utvanningsmetoder.

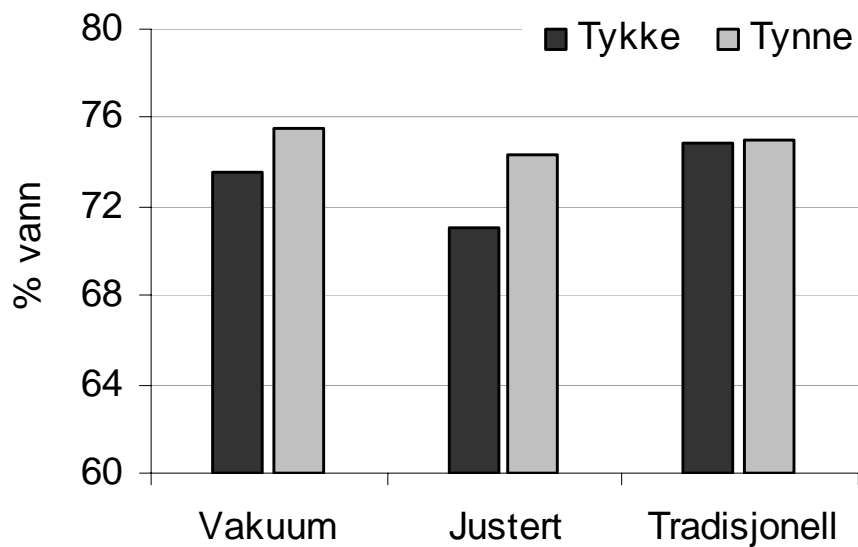
3.2.3 Salt og vann i muskelen etter utvanning



Figur 17. Gjennomsnittlig saltinnhold i tykke og tynne biter etter utvanning i 48 timer, målt i en blanding av oppmalt muskel fra tre tilfeldig valgte biter.

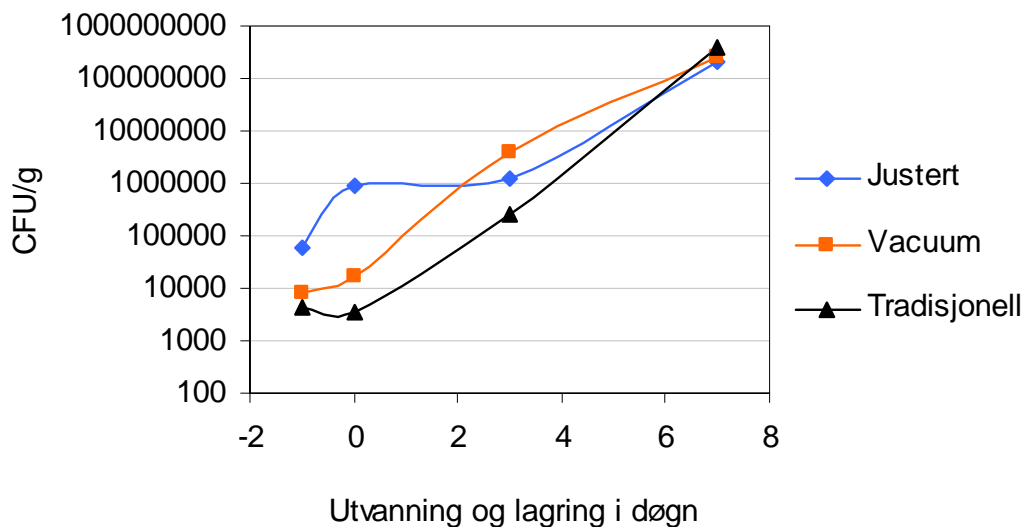


Figur 18. Gjennomsnittlig forskjell i saltinnhold mellom kjerne og i overflat fra tykke biter etter utvanning i 48 timer, målt i en blanding av oppmalt muskel fra tre av de største bitene.



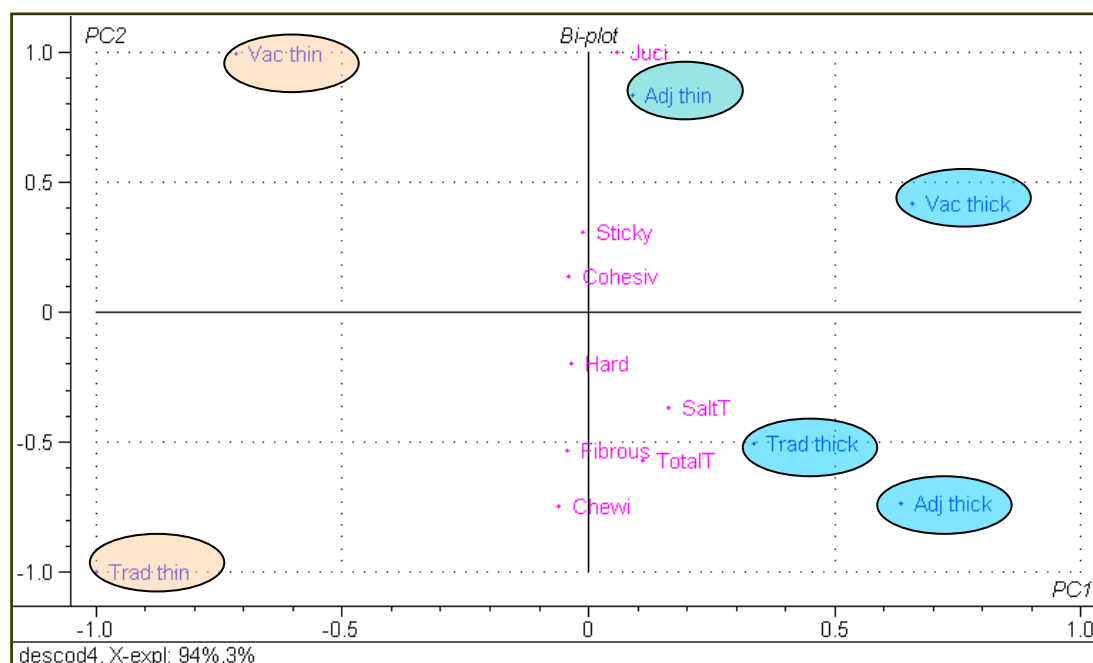
Figur 19. Gjennomsnittlig vanninnhold i tykke og tynne biter etter utvanning i 48 timer, målt i en blanding av oppmalt muskel fra tre tilfeldig valgte biter.

3.2.4 Mikrobiologi



Figur 20. Utvikling i totalt kimtall under utvanning i to døgn og etterfølgende kjølelagring ved +4°C. Utvanningen startet ved døgn -2 og ble avsluttet ved døgn 0.

3.2.5 Sensorisk kvalitet



Figur 21. Forsøk 2 sensorisk analyse. Tynne biter fra den justerte metoden ble bedømt som mer lik de tykke bitene, enn tynne biter fra vakumutvanningen og referansemetoden.

3.2.6 Vurdering av forsøket

Forsøk 2 ble utført for å produsere prøver til en beskrivende sensorisk kvalitetsanalyse av tykke og tynne biter fra de tre utvanningsmetodene. Forsøket var et gjentak av forsøk 1, bortsett fra at første fasen i den justerte metoden, med lav saltkonsentrasjon, ble kortet ned til 32 timer og siste utjevningsfasen forlenget til 16 timer.

Med hensyn til utjevning av salt i tykke og tynne biter viste dette forsøket samme bilde som første forsøket. Justert saltinnhold gav minst forskjell, etterfulgt av vakuum og tradisjonell. Saltinnholdet i tynne biter fra den justerte metoden var også nå for lavt, men høyere enn i de to andre metodene (figur 17). Det var større forskjell i salt mellom kjerne og overflate i de tykkeste bitene fra den justerte metoden enn i tilsvarende biter fra vakuummetsoden (figur 18). Dette kommer av at saltinnholdet i kjernen var høyere i bitene fra den justerte metoden.

Kimtallsutviklingen i forsøk 2 viser de samme tendenser som i forsøk 1. Tradisjonell utvanning gav også nå lavest kimtall mens kimtallet etter utvanning med den justerte metoden er enda høyere her enn i forsøk 1 (figur 20). Med et kimtall på 10^6 CFU per gram fisk ut fra den justerte utvanningsmetoden er grensen for akseptabel mikrobiologisk kvalitet i fisk og fiskeprodukter allerede nådd. Årsaken til det forhøyede bakterieinnholdet med den justerte utvanningsmetoden er sannsynligvis dannelse av biofilm inni vannsirkulasjonssystemet. Utvanningsvannet inneholder en del organisk materiale, og pumping og sirkulasjon av vannet fører lett til anrikning av organisk materiale i rørsystemet, med påfølgende mikrobevekst. Forsøk 2 ble utført fire dager etter forsøk 1, og rørsystemet ble ikke grundig rengjort mellom forsøkene. Som i forsøk 1 utjevnet forskjellene i kimtall seg under kjølelagring.

Alle tre utvanningsmetodene gav produkter med god sensorisk kvalitet.

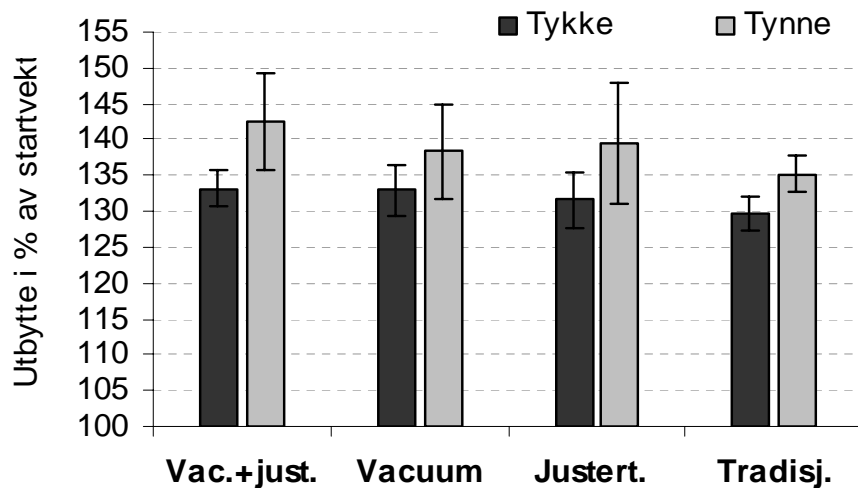
Det var ingen signifikante forskjeller i sensorisk kvalitet mellom de tykke bitene fra de tre metodene.

Det var signifikante forskjeller mellom de tynne bitene fra de tre metodene for egenskapene total smak, saltsmak, og tyggemotstand.

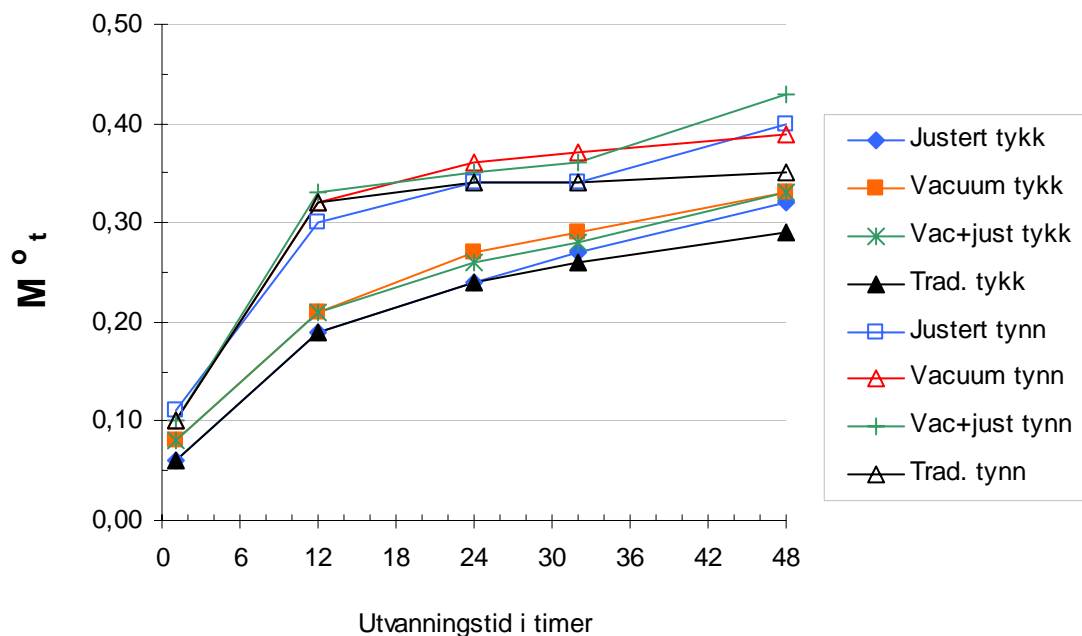
De tynne bitene fra metoden med justert saltkonsentrasjon i vannet ble vurdert som mer lik de tykke bitene med hensyn til de nevnte sensoriske egenskapene.

3.3 Forsøk 3, høy temperatur ($\approx 20^{\circ}\text{C}$)

3.3.1 Vektutvikling

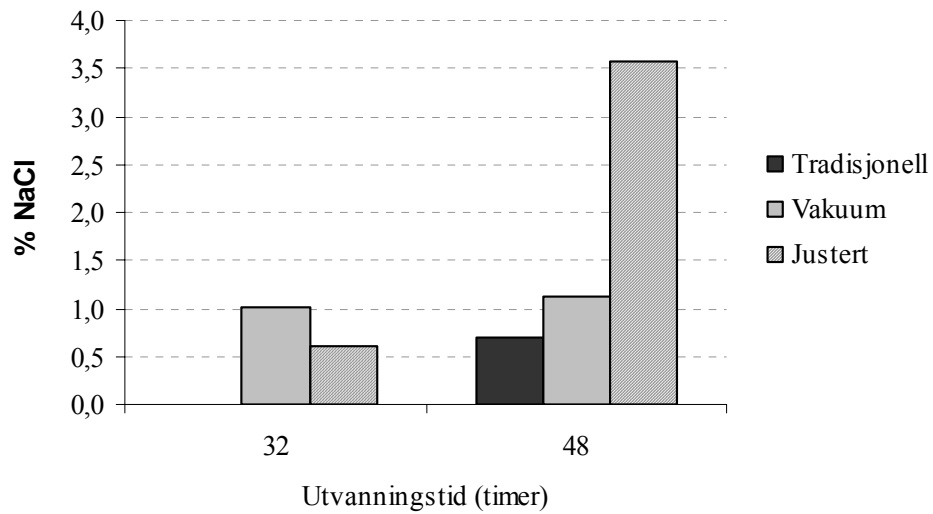


Figur 22. Vektutbytte etter 48 timer utvanning, tykke og tynne biter, beregnet som prosent av vekt før utvanning, $n=10$.



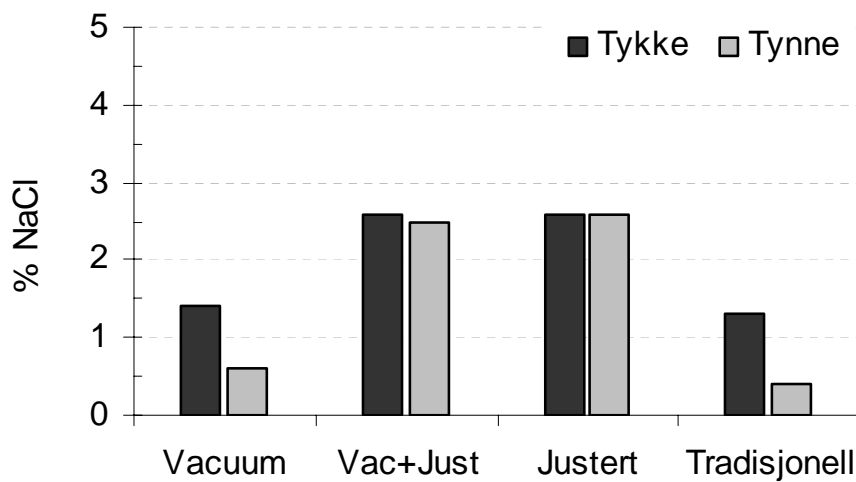
Figur 23. Vektendring (ΔM°_t), tykke og tynne biter under 48 timer utvanning, tre utvanningsmetoder, $n=10$.

3.3.2 Salt i vannet under utvanning

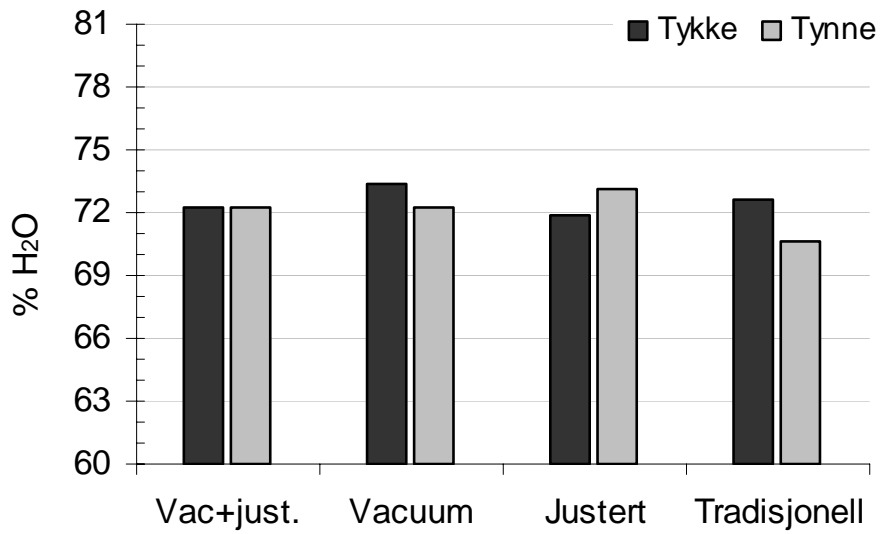


Figur 24. Saltinnhold målt i utvanningsvannet etter 32 og 48 timer.

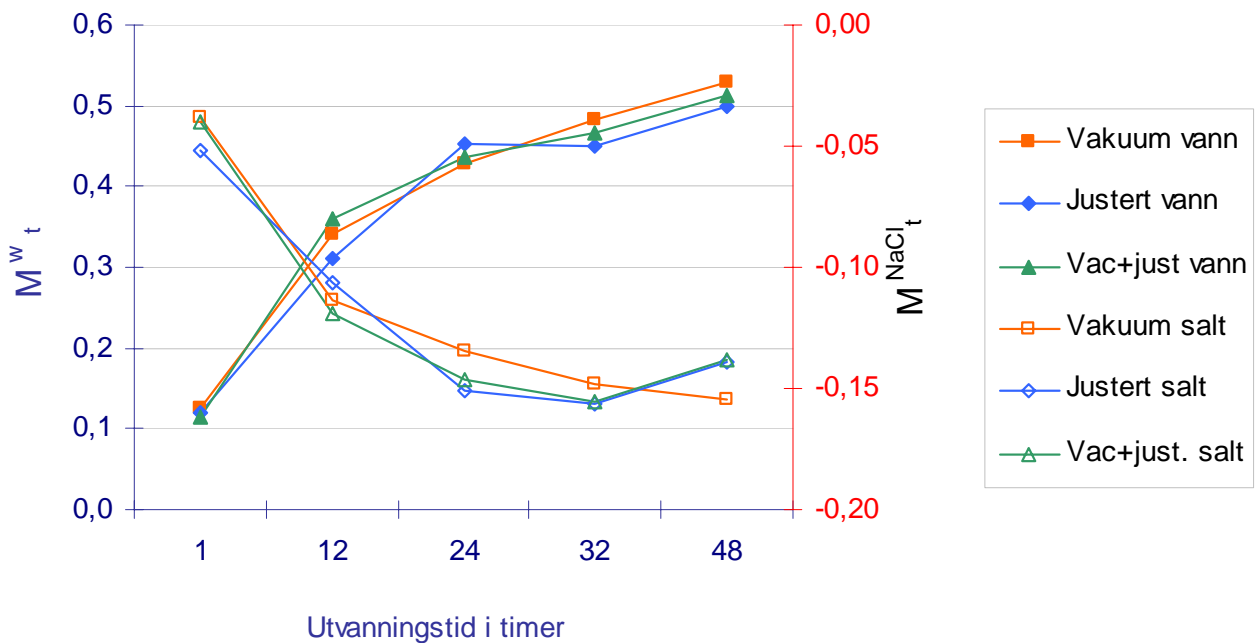
3.3.3 Salt og vann i muskelen



Figur 25. Gjennomsnittlig saltinnhold i tykke og tynne biter etter utvanning i 48 timer, målt i en blanding av oppmalt muskel fra tre biter.



Figur 26. Gjennomsnittlig vanninnhold i tykke og tynne biter etter 48 timer utvanning, målt i en blanding av oppmalt muskel fra tre tilfeldig valgte biter.



Figur 27. Beregnet opptak av vann og tap av salt i tykke biter under utvanning i 48 timer, vakuum, vakuum+justert og justert. I den tradisjonelle metoden ble saltinnholdet bare målt etter 48 timer utvanning.

3.3.4 Vurdering av forsøket

Ett mål i dette forsøket var å undersøke effekter av å kombinere vakuumpuls med justert saltinnhold i vannet. Det ble derfor innført en fjerde utvanningsmetode, der en innledende 60 minutter vakuumpuls ble etterfulgt av 47 timer i vann med justert saltkonsentrasjon.

Forsøket ble utført ved høy romtemperatur ($\approx 20^{\circ}\text{C}$) for å undersøke hvordan det påvirket saltutjevning, utvanningstid, kvalitet og vektøkning. Temperaturen på nettvannet inn var også nå $\approx +9^{\circ}\text{C}$. Under utvanningen steg temperaturen i den tradisjonelle metoden og i vakuummetoden raskt opp til ca 18°C . Temperaturen i de to justerte metodene lå stabilt et par grader høyere enn romtemperaturen, eller $\approx 21^{\circ}\text{C}$.

Figur 25 viser tilnærmet perfekt utjevning av saltinnholdet mellom tykke og tynne biter i begge de justerte metodene, etter 48 timer utvanning. Bitene fra disse metodene lå innenfor grenseverdiene på 2-4% salt. I de to andre metodene, vakuum og tradisjonell, var det fortsatt forskjeller i salt mellom tykke og tynne biter.

Høy temperatur gav rask utvanning. For de tre metodene der dette ble undersøkt viser figur 27 raskere salttap og vannopptak enn i forsøk 1 (tykke biter). Allerede etter 24 timer var saltinnholdet i snitt nede på 1,8% til 3% (Tabeller i kap. 5.3).

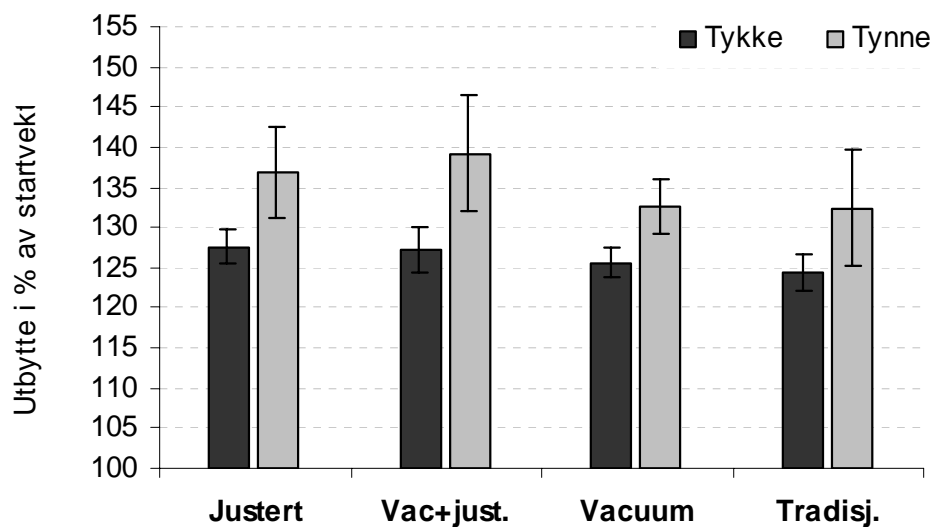
Kvalitetsmessig gav høy temperatur et dårlig resultat. Sensorisk vurdering av lukt på rå biter i de to justerte utvanningsmetodene indikerte at disse var ødelagt allerede etter 24 timer. Etter 36 og 48 timer var ingen av produktene fra noen de fire metodene egnet til mat, vurdert ut fra lukt og utseende.

I samtlige metoder var vektøkningen nå høyere enn i de to tidligere forsøkene. Bitene som ble utvannet i metoden vakuum+justert økte mest i vekt. Figur 23 viser at den tilsiktede effekten ble oppnådd, både av trykkpulsens tidlige i prosessen og av høy saltkonsentrasjon i siste fase.

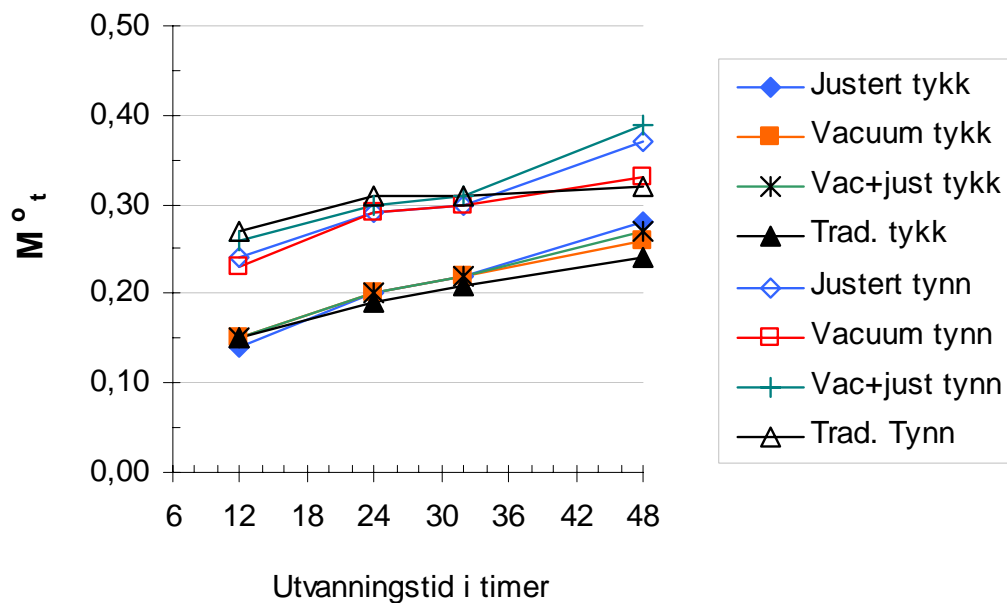
For eventuelt å bekrefte den positive effekten av å kombinere vakuumpuls med justert saltkonsentrasjon valgte vi å gjenta forsøket ved lav temperatur (forsøk 4).

3.4 Forsøk 4, lav temperatur ($\approx 4^{\circ}\text{C}$)

3.4.1 Vektutvikling

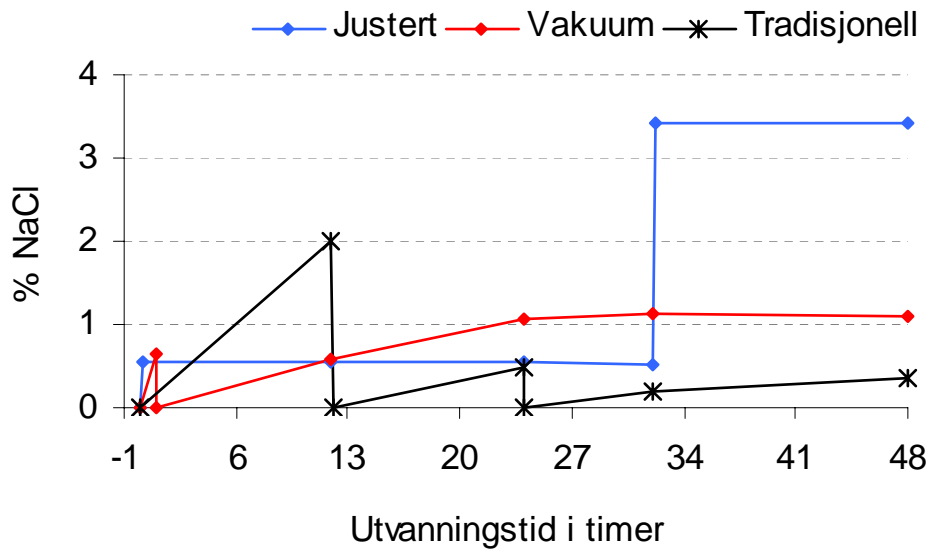


Figur 28. Vektutbytte etter 48 timer utvanning, tykke og tynne biter, $n=10$.

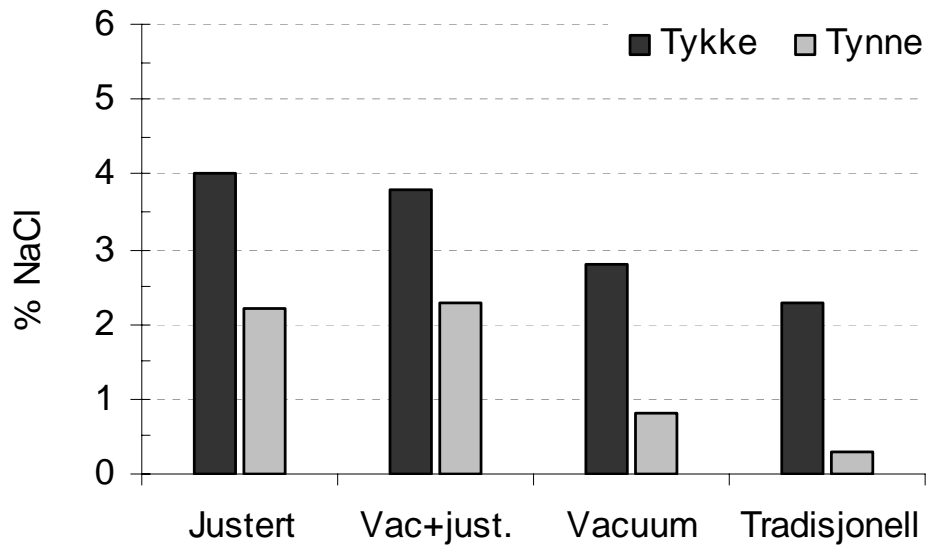


Figur 29. Vektendring (ΔM_t) for tykke og tynne biter under 48 timer utvanning, tre utvanningsmetoder, $n=10$.

3.4.2 Saltutjevning

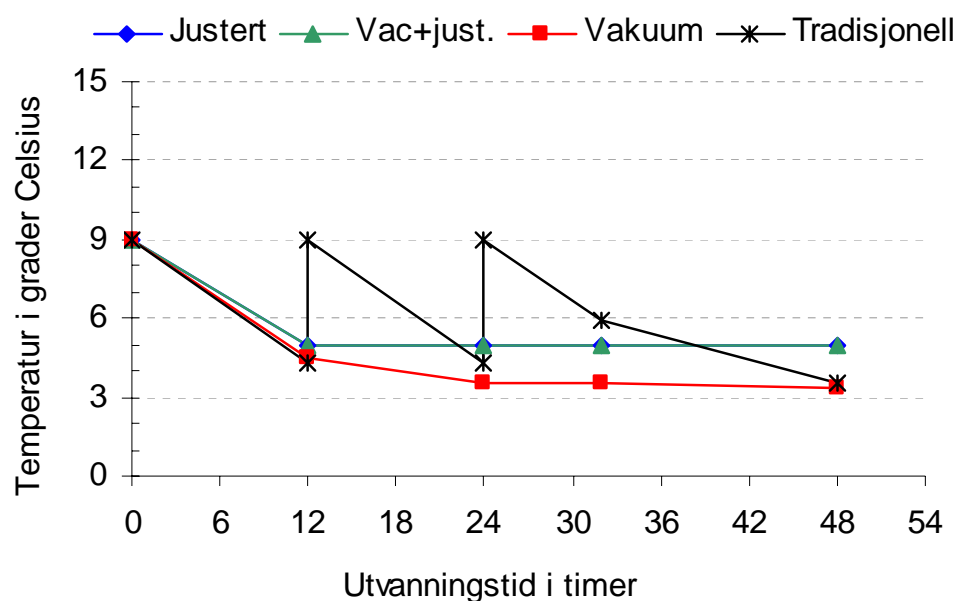


Figur 30. Saltinnhold målt i utvanningsvannet under 48 timer utvanning.



Figur 31. Gjennomsnittlig saltinnhold i tykke og tynne biter etter 48 timer utvanning, målt i en oppmalt blanding av muskel fra tre tilfeldig valgte biter.

3.4.3 Temperatur i vannet



Figur 32. Temperaturforløp målt i utvanningsvannet under i 48 timer utvanning på kjølerom, tre utvanningsmetoder. Temperatur nettvann inn +9°C, lufttemperatur <+4°C.

3.4.4 Vurdering av forsøket

Forsøket var et gjentak av forsøk tre, ved lav temperatur. Temperaturforløpet under utvanning er vist i figur 32.

I forsøket ble det testet en annen variant av tradisjonelle utvanning, der at vannskifter ble gjort etter 12 og 24 timer. Det førte til høyere saltkonsentrasjonen i vannet etter 12 timer, ca 2% salt mot ca 1% i forsøk to (figur 30 og figur 16). Ved det andre vannskiftet, etter 24 timer var saltinnholdet i vannet ca 0,5 %. Dette var lavere enn det som ble målt i vakuumentvanningen på samme tidspunkt. Det indikerer at ett vannskift etter 12 timer kan være tilstrekkelig, eventuelt kombinert med økt vannmengden i forhold til fiskemengden etter vannskiftet. Sluttkonsentrasjonen av salt i vannet i den tradisjonelle metoden ville da også bli høyere, noe man kan anta vil gi bedre utjevning mellom tykke og tynne biter og høyere vektøkning.

Lav temperatur gav langsommere utvanning. Saltinnhold i bitene ble ikke målt før etter 24 timer og verdiene var da høyere enn i forsøk tre. For samtlige metoder lå også saltinnholdet etter 48 timer høyere enn i forsøk tre (tabeller i kap. 5.4)

Figur 31 viser at utjevning av saltinnholdet mellom tykke og tynne biter i dette forsøket ikke var så god som i forsøk tre (høy temperatur). De to justerte metodene var også nå best utjevnet etter 48. Bitene fra disse metodene lå innenfor grenseverdiene på 2-4% salt. I de to andre metodene, vakuum og tradisjonell, var det stor forskjeller i salt mellom tykke og tynne biter. De tykke bitene lå her innenfor grenseverdiene, mens de tynne var for lite salte.

Vektøkningen var lavere enn i forsøk tre. Metodene vakuum+justert og justert gav også nå best vektøkning, mens vakuum og tradisjonell økte mindre, særlig de tynne bitene.

4 OPPSUMMERING

4.1 Tradisjonell utvanning

Utjevnet saltinnhold:

Denne metoden gav dårligst resultat med hensyn til utjevning av salt mellom tykke og tynne biter av fisken. Årsaken var for lavt saltinnhold i vannet etter det andre vannskiftet. Justering av vannskifter og forholdet fisk:vann, slik at saltinnholdet i vannet ble høyere mot slutten av utvanningen, kunne gitt bedre utjevning.

Sensorisk kvalitet

Metoden gav produkter med god kvalitet. Tykkfiskbitene var ikke signifikant forskjellige fra tilsvarende biter i de andre metodene. De tynne bitene var signifikant forskjellig fra de tykke bitene og fra tynne biter i den justerte metoden, sannsynligvis på grunn av for lavt saltinnhold.

Mikrobiologi

Mikrobiologisk gav denne metoden det beste resultatet under utvanning. Årsakene til dette er flere, så som lav temperatur, ingen sirkulasjon av vannet, enkel utforming av karet slik at det ikke dannes biofilmer, og at saltkonsentrasjonen synker så langsomt at bakterieveksten kommer senere i gang enn for de andre utvanningsmetodene.

Vektøkning

Tradisjonell utvanning gav lavest vektøkning etter 48 timer, unntatt tykke biter i forsøk en.

Utvanningstid

Som for de andre metodene varierte utvanningshastigheten med temperaturen i vannet. Med forhold fisk:vann 1:6 og lav temperatur var utvanning i 24 timer for kort tid for å oppnå et gjennomsnittlig saltinnhold i tykke biter på 4%. Etter 32 timer var saltinnholdet i tykke biter <4%. Dette var tilfelle uansett regimer for vannskifte som vi testet i våre forsøk. Avslutning av utvanningen straks saltinnholdet kom under 4% i de tykke bitene ville gitt lavt vektutbytte.

4.2 Vakuum-utvanning

Utjevnet saltinnhold:

Metoden gav bedre utjevning av saltinnholdet mellom tykke og tynne biter enn tradisjonell utvanning. Årsakene kan være vakumpulsen som transporterer vann raskere inn i muskelen, og høyere saltkonsentrasjon i vannet mot slutten av utvanningen.

Sensorisk kvalitet:

Metoden gav produkter med god kvalitet. Tykkfiskbitene var ikke signifikant forskjellige fra tilsvarende biter i de andre metodene. De tynne bitene var signifikant forskjellig fra de tykke bitene og fra tynne biter i den justerte metoden, sannsynligvis på grunn av lavt saltinnhold.

Mikrobiologi:

Vakummetoden gav noe raskere bakterievekst under utvanning enn tradisjonell utvanning. Årsaken til dette er at vannet går raskere inn i fisken, slik at saltkonsentrasjonen synker

raskere enn ved tradisjonell utvanning, og bakterieveksten starter noe tidligere. Forskjellen mellom de to metodene er imidlertid svært liten. Det har vært foreslått at vacuumbehandling skulle drepe bakterier. Våre forsøk støtter ikke denne teorien.

Vektøkning:

Vakuumpulsen gav gjennomgående høy vektøkning i alle forsøkene, både for tynne og tykke biter. Dette kan dels forklares med en direkte effekt av trykkpulsene, som i de fleste forsøkene gav høyere vektøkning etter en time. Sammenlignet med tradisjonell utvanning økte forskjellen utover under utvanningen. Dette kan neppe forklares med annet enn at høyere saltkonsentrasjonen i vannet mot slutten av utvanningen gav mindre salttap og større opptak av vann i de tynne bitene og i overflaten av de tykke. Også sammenlignet med den justerte metoden gav vakuumpulsen raskere vektøkning, helt frem til saltkonsentrasjonen ble hevet til 3,5%.

Utvanningstid:

24 timer utvanning i kaldt vann var for kort tid til å oppnå et saltinnhold i tykke biter på 4% i snitt, mens saltinnholdet etter 32 timer var <4%. Høy temperatur gav raskere utvanning. Avslutning av utvanningen straks saltinnholdet kom under 4% ville gitt et lavt vektutbytte.

4.3 Justert saltinnhold i vannet

Utjevning av saltinnholdet:

Justert saltkonsentrasjon i vannet gav best utjevning av saltinnholdet mellom tykke og tynne biter og var den eneste metoden der både tykke og tynne biter på noe tidspunkt lå innenfor grenseverdiene på 2-4% salt. Høy vanntemperatur gav bedre utjevning. Kombinert av en vakuumpuls og justert saltinnhold gav bedre utjevning enn justert alene ved lav temperatur. Saltutjevningen fant sted i den siste fasen med høy saltkonsentrasjon i vannet (3,5%). Første fasen med lav saltkonsentrasjon gav hurtig salttap, særlig i de tynne bitene. Mindre salttap i denne fasen ville trolig gitt ennå bedre utjevning etter 48 timer.

Sensorisk kvalitet:

Justert saltinnhold i vannet gav jevnere sensorisk kvalitet i tykke og tynne biter etter 48 timer utvanning. De tynne bitene fra denne metoden var signifikant forskjellig fra tilsvarende biter i de andre metodene, og mer lik de tykke bitene.

Mikrobiologi:

Denne metoden er den som er mest utsatt for bakterievekst, siden saltkonsentrasjonen går raskere ned, temperaturen er litt høyere og at sirkulasjon av vannet gir biofilmdannelse i rørsystemet. Utformingen av vanninnløpet førte også til mye skum i utvanningskaret. Rigger som ble brukt i forsøkene var ikke optimal med hensyn til renhold og hygiene. Med riktig design av rørsystemet og godt renhold under utvanning burde det være mulig å gjøre denne utvanningsmetoden akseptabel også med hensyn på bakterieinnhold.

Vektøkning:

Under den innledende fasen med lav saltkonsentrasjon var vektøkningen relativt lav, mens alle bitene tok opp både salt og vann og økte svært raskt i vekt under den avsluttende fasen med høy saltkonsentrasjon. En innledende 60 minutters vakuumpuls og videre utvanning med justert saltinnhold gav størst vektøkning, særlig for de tynne bitene.

Utvanningstid:

24 timer utvanning i kaldt vann var for kort tid til å oppnå 4% salt i tykke biter. Etter 32 timer var gjennomsnittlig saltinnholdet i alle tilfeller <4%. Avsluttet utvanning uten fasen med høyt saltinnhold ville gitt lav vektøkning og dårlig utjevning av saltinnholdet. Som for de andre metodene gikk utvanningen raskere og vektøkningen var større ved høy temperatur.

5 TABELLER

5.1 Forsøk 1

Tabell 1. *Utvanning i 60 timer med justert saltinnhold i vannet; vektøkning, salt- og vanninnhold i %.*

Utvannings- tid i timer	Vektøkning (% og Std.av., n=10)		Saltinnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)		Vanninnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)	
	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne
0	0	0	18,1	17,4	45,3	46,5
1	4,3 ± 1,3	8,2 ± 1,3	12,2	6,8	54,6	50,7
12	14,4 ± 1,8	27,1 ± 3,0	5,5	0,7	62,4	66,0
24	19,3 ± 2,0	31,7 ± 4,8	3,9	0,1	68,8	72,5
36	22,5 ± 2,5	32,4 ± 5,1	2,3	0,3	71,4	69,5
48	27,3 ± 2,5	39,4 ± 5,4	2,9	1,8	71,5	71,6
60	31,3 ± 2,7	46,6 ± 6,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Tabell 2. *Vakuumbutvanning i 48 timer; vektøkning, salt- og vanninnhold i %.*

Utvannings- tid i timer	Vektøkning (% og Std.av., n=10)		Saltinnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)		Vanninnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)	
	Tykk	Tynne	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne
0	0	0	18,1	17,4	45,3	46,5
1	5,6 ± 1,5	10,5 ± 2,1	12,3	9,7	58,7	55,3
12	17,8 ± 3,2	31,8 ± 3,5	5,6	2,0	66,5	66,0
24	23,5 ± 3,4	38,2 ± 3,1	4,1	1,3	69,8	72,5
36	27,4 ± 4,0	41,1 ± 3,6	3,5	1,0	71,8	71,8
48	30,2 ± 4,0	44,0 ± 3,7	2,3	0,6	73,3	73,4

Tabell 3. *Tradisjonell utvanning i 48 timer i stillestående vann med to vannskifter; vektøkning, salt- og vanninnhold i %.*

Utvannings- tid i timer	Vektøkning (% og Std.av., n=10)		Saltinnhold (5) (Gj.snitt av tre biter)		Vanninnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)	
	Thick	Thin	Thick	Thin	Thick	Thin
0	0	0	18,1	17,4	45,3	46,5
1	4,6 ± 1,6	8,8 ± 2,2	13,0	9,8	54,2	57,3
12	17,9 ± 2,7	30,4 ± 4,2	6,8	2,4	65,8	69,3
24	23,2 ± 3,5	35,2 ± 4,4	4,4	1,0	68,8	71,6
36	26,7 ± 3,6	37,3 ± 5,1	3,3	0,7	70,4	73,7
48	28,8 ± 4,0	38,7 ± 5,1	1,7	0,3	73,1	74,5

5.2 Forsøk 2

Tabell 4. *Utvanning i 48 timer med justert saltinnhold i vannet; vektøkning, salt- og vanninnhold i %.*

Utvannings- tid i timer	Vektøkning (% og Std.av., n=10)		Saltinnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)		Vanninnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)	
	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne
0	0	0	17,7	17,0	47,0	44,7
1	3,2 ± 0,8	10,4 ± 5,1	n.d.	n.d.	54,3	56,6
12	13,3 ± 1,5	28,5 ± 3,4	n.d.	n.d.	67,1	68,9
24	18,3 ± 1,8	32,3 ± 3,9	n.d.	n.d.	71,4	72,1
32	20,8 ± 2,0	32,9 ± 3,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
36	22,8 ± 2,3	37,2 ± 1,9	n.d.	n.d.	71,4	72,1
48	27,2 ± 2,7	43,9 ± 2,7	3,2	1,6	71,0	74,4

Tabell 5. *Vakuumbutvanning i 48 timer; vektøkning, salt- og vanninnhold i %.*

Utvannings- tid i timer	Vektøkning (n=10) (% og Std.av.)		Saltinnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)		Vanninnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)	
	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne
0	0	0	17,7	17,0	47,0	44,7
1	6,0 ± 1,2	12,3 ± 2,1	n.d.	n.d.	54,3	54,0
12	17,2 ± 1,4	33,4 ± 3,3	n.d.	n.d.	64,4	68,9
24	22,8 ± 1,5	39,6 ± 4,1	n.d.	n.d.	69,6	73,3
36	26,6 ± 1,3	41,5 ± 4,6	n.d.	n.d.	69,9	73,3
48	29,5 ± 1,9	43,4 ± 4,5	2,9	0,8	73,5	75,5

Tabell 6. *Tradisjonell utvanning i 48 timer i stillestående vann med to vannskifter; vektøkning, salt- og vanninnhold i %.*

Utvannings- tid i timer	Vektøkning (n=10) (% og Std.av.)		Saltinnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)		Vanninnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)	
	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne
0	0	0	17,7	17,0	47,0	44,7
1	4,5 ± 1,2	8,2 ± 1,6	n.d.	n.d.	54,0	55,7
12	15,1 ± 1,4	29,6 ± 2,8	n.d.	n.d.	64,0	67,8
24	20,1 ± 1,8	33,7 ± 2,6	n.d.	n.d.	72,5	73,7
36	23,5 ± 1,8	36,0 ± 2,7	n.d.	n.d.	72,5	73,7
48	25,9 ± 2,1	37,6 ± 3,4	1,8	0,4	74,9	75,0

5.3 Forsøk 3

Tabell 7. *Utvanning i 48 timer med justert saltinnhold i vannet. Vektøkning, salt- og vanninnhold i %.*

Utvannings- tid i timer	Vektøkning (n=10) (% og Std.av.)		Saltinnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)		Vanninnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)	
	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne
0	0	0	17,3	16,9	44,8	42,9
1	6,3 ± 1,4	10,7 ± 2,4	11,4	-	53,5	-
12	18,5 ± 2,2	30,4 ± 4,8	5,6	-	64,2	-
24	24,3 ± 2,1	33,6 ± 5,5	1,8	-	72,5	-
32	26,5 ± 2,0	34,0 ± 6,7	1,3	-	71,1	-
48	31,7 ± 2,5	40,0 ± 8,4	2,6	2,6	71,9	73,1

Tabell 8. *Vakuumbutvanning i 48 timer. Vektøkning, salt- og vanninnhold i %.*

Utvannings- tid i timer	Vektøkning (% og Std.av.)		Saltinnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)		Vanninnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)	
	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne
0	0	0	17,3	16,9	44,8	42,9
1	7,6 ± 1,7	9,8 ± 3,1	12,5	-	53,2	-
12	20,7 ± 2,3	31,8 ± 3,6	4,9	-	65,3	-
24	27,0 ± 2,9	35,8 ± 5,7	3,0	-	69,0	-
32	29,0 ± 3,2	37,1 ± 6,3	1,9	-	72,2	-
48	33,0 ± 3,5	38,9 ± 6,7	1,4	0,6	73,4	72,3

Tabell 9. *Vakuumbutvanning + justert saltkonsentrasjon i vannet. Vektøkning, salt- og vanninnhold i %.*

Utvannings- tid i timer	Vektøkning (% og Std.av.)		Saltinnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)		Vanninnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)	
	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne
0	0	0	17,3	16,9	44,8	42,9
1	7,5 ± 2,1	10,2 ± 2,8	12,4	-	52,3	-
12	20,7 ± 2,6	33,4 ± 4,7	4,5	-	67,0	-
24	26,4 ± 2,8	34,8 ± 5,3	2,1	-	70,0	-
32	28,2 ± 3,0	35,9 ± 5,6	1,4	-	71,5	-
48	33,3 ± 3,9	43,0 ± 6,9	2,6	2,5	72,3	72,3

Tabell 10. Tradisjonell utvanning. Vektøkning, salt- og vanninnhold i %.

Utvannings- tid i timer	Vektøkning (% og Std.av.)		Saltinnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)		Vanninnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)	
	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne
0	0	0	17,3	16,9	44,8	42,9
1	5,5 ± 1,7	10,2 ± 3,5	-	-	-	-
12	18,6 ± 1,8	31,6 ± 3,4	-	-	-	-
24	23,9 ± 1,6	33,5 ± 2,9	-	-	-	-
32	26,0 ± 1,8	33,9 ± 2,5	-	-	-	-
48	29,5 ± 2,4	35,4 ± 2,5	1,3	0,4	72,6	70,6

5.4 Forsøk 4

Tabell 11. Justert saltkonsentrasjon i vannet. Vektøkning, salt- og vanninnhold i %.

Utvannings- tid i timer	Vektøkning (% og Std.av., n=10)		Saltinnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)		Vanninnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)	
	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne
0	0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
12	14,3 ± 1,5	24,3 ± 3,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
24	19,7 ± 1,5	28,9 ± 4,2	5,1	1,3	n.d.	n.d.
32	22,0 ± 1,8	29,7 ± 4,8	3,7	0,5	n.d.	n.d.
48	27,6 ± 2,1	36,8 ± 5,7	4,0	2,2	n.d.	n.d.

Tabell 12. Vakuum-utvanning. Vektøkning, salt- og vanninnhold i %.

Utvannings- tid i timer	Vektøkning (% og Std.av., n=10)		Saltinnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)		Vanninnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)	
	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne
0	0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
12	15,0 ± 1,6	22,8 ± 2,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
24	20,1 ± 2,0	28,6 ± 3,2	5,2	1,4	n.d.	n.d.
32	22,4 ± 2,0	30,3 ± 3,4	2,8	1,0	n.d.	n.d.
48	25,6 ± 1,9	32,8 ± 3,3	2,8	0,8	n.d.	n.d.

Tabell 13. Vakuum + justert saltkonsentrasjon. Vektøkning, salt- og vanninnhold i %.

Utvannings- tid i timer	Vektøkning (% og Std.av., n=10)		Saltinnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)		Vanninnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)	
	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne
0	0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
12	15,3 ± 1,9	26,3 ± 5,1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
24	20,0 ± 2,1	30,4 ± 7,0	4,8	2,5	n.d.	n.d.
32	22,0 ± 2,2	30,8 ± 6,8	3,4	0,5	n.d.	n.d.
48	27,3 ± 2,8	39,2 ± 7,2	3,8	2,3	n.d.	n.d.

Tabell 14. Tradisjonell utvanning. Vektøkning, salt- og vanninnhold i %.

Utvannings- tid i timer	Vektøkning (% og Std.av., n=10)		Saltinnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)		Vanninnhold (%) (Gj.snitt av tre biter)	
	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne	Tykke	Tynne
0	0	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
12	14,8 ± 1,8	26,9 ± 5,2	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
24	19,4 ± 2,1	30,8 ± 5,2	5,2	1,5	n.d.	n.d.
32	21,5 ± 2,0	30,8 ± 5,9	2,8	0,4	n.d.	n.d.
48	24,4 ± 2,2	32,4 ± 7,2	2,3	0,3	n.d.	n.d.

Tabell 15. Snitttemperaturer (°C) i vannet under utvanning i forsøk 4. Etter 12 og 24 timer i den tradisjonelle metoden er temperaturen målt før og etter vannskifte. Målingene er også representative for forsøk 1 og 2.

	Vanntemperatur / timer utvanning						
	0	12	12	24	24	32	48
Justert saltinnhold	9,0	5,0		5,0		5,0	5,0
Vac+justert (komb)	9,0	5,0		5,0		5,0	5,0
Vacuum-utvanning	9,0	4,5		3,5		3,5	3,3
Tradisjonell	9,0	4,3	9,0	4,3	9,0	5,9	3,5

6 REFERANSER

- Akse L, Joensen S, Prytz K, Journet LG, Carlehög M, Eilertsen G, Skjerdal S, 2000, New methods for desalting of bacalao. Poster presentation at the 30th WEFTA meeting, Faroe Islands.
- Bjørkevoll I, Olsen R.L, Skjerdal T, 2000, Identification, origin and spoilage potential of *Moraxella*-like strains in rehydrated salt cured cod (*Gadus morhua*), In prep. For publication in Journal of Food Microbiology
- Rodriguez-Barona, S., Ibanez, J.B., Andres, A., Barat, J.M., Fito, P. (2000). Cod Desalting by Vacuum Impregnation. *In: Proceeding of the Poster Session. International Congress of Engineering Food* (In press).
- Rodriguez-Barona, S., Andres, A., Jimènez-Amor, F., Escriche, I., Fito, P., Barat, J.M. (2000). Liquid Phase Retention During Cod Desalting. Effect of Vacuum Impregnation. Proceedings of the 30th WEFTA meeting, Faroe Islands. (In press).
- Rodriguez-Barona, S. Barat, J.M., Jimènez-Amor, F, Escriche, I., Chiralt, A. Andres, A. (2000). Structural and Textural Changes During Cod Desalting. Proceedings of the 30th WEFTA meeting, Faroe Islands. (In press).
- Skjerdal OT, Bjørkevoll I, Carlehög M, Pedro S², Batista I², Escriche I³ & Serra JA³. 1999. Two challenges in the development of ready-to-use products of desalted cod products. Presentation at the 29th WEFTA meeting, Tessaloniki, Greece, oktober 99. The proceedings will be printed in year 2000. (² IPIMAR, Portugal, ³ Universidad Politecnica de Valencia, Spania).
- Skjerdal OT, Lorentzen G, Joensen S, Akse L, 1997, Microflora in desalted cod. Paper presented at the 27th WEFTA meeting, Madrid, Spain, October 19-22 1997. Manuscript available upon request.



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 82-7251-455-9
ISSN 0806-6221