
Rapport nr. 2306 | Ingebrigt Bjørkevoll, Kari Lisbet Fjørtoft, Janne Stangeland og Trygg Barnung

INDUSTRIELL UTVANNING AV SALT- OG KLIPPFISK

Tittel	Industriell utvanning av salt- og klippfisk
Forfattere	Ingebrigt Bjørkevoll, Kari Lisbet Fjørtoft, Janne Stangeland og Trygg Barnung
Prosjektleder	Ingebrigt Bjørkevoll
Rapport nr.	2306
Utgivelsesår	2022
Sider	39
Prosjektnummer	55051 (FHF-901593)
Prosjekttittel	Industriell utvanning av salt- og klippfisk
Oppdragsgiver	Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering
Ansvarlig utgiver	Møreforskning
Issn	0806-0789
Isbn	978-82-7830-373-3
Distribusjon	Åpen – www.moreforsk.no
Nøkkelord	Saltfisk, klippfisk, utvanning, kvalitet, teknologi, foredling

SAMMENDRAG

Prosjektet «Industriell utvanning av salt- og klippfisk» har hatt som mål å utvikle en storskala utvanningsprosess basert på norske forhold. Resultatene fra totalt 8 fullskala utvanningsforsøk med lombos- og 3 med postas-biter med skinn og bein viste at bitene kan vannes ut på ca. 72 timer i storskala (10 m³ tank) i forhold 1 til 10 (fisk-vann). Saltinnholdet i bitene var da 2,5-3,0 %.

Utvanningstiden og kvaliteten på fisken ble i liten grad påvirket av å bruke sjøvann det første døgnet. Dette tiltaket gjør at en kan redusere ferskvannsforbruket med minst 20 %. Effekten av sjøvann på utbyttet varierte, men var likt eller høyere enn ved å bruke kun ferskvann. I denne prosessen var bruk av vanntemperaturer over 8 °C det første døgnet ikke å anbefale på grunn av for høy bakterievekst. Resten av utvanningen bør foregå ved 2-4 °C. Restholdbarheten på utvannede biter etter frysing og tining varierte betydelig ut fra bakterieinnholdet som ble registrert etter utvanning. Dette viser at utvanning er en prosess der fokus på hygiene og renhold er svært viktig for å oppnå produkter av høy og stabil kvalitet. En av utfordringene var manuell vask av korger. Prosjektet har dokumentert at automatisert vask av korger gir tilfredsstillende rengjøring, samt reduserer rengjøringstid per korg og fysisk belastende arbeidsoperasjoner betydelig.

© FORFATTER/MØREFORSKING

Forskriftene i åndsverkloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller framstille eksemplarer til privat bruk. Uten særlig avtale med forfatter/Møreforskning er all annen eksemplarframstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt så langt det har hjemmel i lov eller avtale med Kopinor, interesseorgan for rettighetshavere til åndsverk.

Forord

Møreforskning vil takke Fiskeri- og Havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF) for støtte til INDUS-prosjektet. Vi vil også takke samarbeidspartnerne i prosjektet, spesielt ansatte ved Brødrene Sperre, for upåklagelig tilrettelegging, god prosjektgjennomføring og lærerike diskusjoner.

Ålesund, juni 2023

Forsker/Prosjektleder

Ingebrigt Bjørkevoll

Norsk sammendrag

Konvensjonelle produkter som salt- og klippfisk er anerkjente for sine karakteristiske smakegenskaper, og i store deler av verden er norsk klippfisk en kjent og ettertraktet merkevare. Trender i markedene går imidlertid fra etterspørsel etter det mest vanlige norske eksportproduktet hel fisk (eller flak), i retning mer bearbejdede og konsumentvennlige produktformer. Konsumet av porsjonsstykker, skinn- og beinfri biter (migas) og ferdig utvannede produkter har økt betydelig i hovedmarkedene for norske salt- og klippfiskprodukter. Dette har ført til tap av markedsandeler. For å styrke posisjonen til norske produkter i eksportmarkedene kan økt prosesseringsgrad være en mulig løsning, for å kunne tilby et større spekter av salt- og klippfiskprodukter som kunder etterspør.

Norsk salt- og klippfiskindustri må tilby nye produkter som i større grad tilfredsstillers dagens krav i markedene, som å vanne ut fisken i Norge og eksportere den i fryst tilstand i porsjonsstykker. For å kunne konkurrere med lavkostland på pris for denne type produkter, må det utvikles mest mulig automatiserte og kostnadseffektive prosesslinjer. Samtidig må kvaliteten på produktene ivaretas. Prosjektet «Industriell utvanning av klippfisk – INDUS» hadde som mål å dokumentere og optimalisere prosesser for industriell utvanning av saltfiskporsjoner av høy og jevn kvalitet. Prosjektgruppen bestod av klippfiskprodusent (Brødrene Sperre), utstyrsleverandør (Optimar) og FoU-miljø (Møreforskning).

Optimar sitt utstyr og system for automatisert styring av utvanningsprosessen fungerte godt i utvalgte oppsett med saltfiskstykker av lombos og postas i forhold 1:10 (fisk: vann). Utvanningsprogrammet ble pre-programmert før oppstart. Deretter gikk utvanningen automatisk helt til en måtte kvittere ut for tømning av det siste vannskiftet. Lombos-biter på 55 mm bredde ble vannet ut på ca. 88 timer og biter på 45 mm bredde på ca. 72 timer. Postas-biter på 65 mm bredde ble også utvannet på ca. 72 timer. Saltinnholdet var da på ca. 2,5 % for de minste bitene og litt over 3,0 % for de største bitene.

Et delmål i prosjektet var å kartlegge om sjøvann kunne brukes under utvanning. Resultatene viste at en kan redusere ferskvannsforbruket med 20 %, uten at utvanningstid, kvalitet eller utbytte påvirkes nevneverdig. Bruk av sjøvann økte saltinnholdet med ca. 0,1-0,3 % i sluttproduktet i de fleste forsøk. Bruk av høyere vanntemperaturer enn 8 °C i første syklus (første døgn) anbefales ikke fordi dette fører til for høy bakterievekst. Resten av utvanningen bør gjennomføres med vanntemperaturer på maksimum 2-4 °C.

Godt renhold av alt som skal være inne i tanken under utvanning, som innsiden av tank, paller og koger, er svært viktig da bakterier kan spre seg via vannet og kontaminere fisken under påfølgende utvanning. Spesielt i rør kan kontaminasjoner av bakterier oppstå dersom en ikke tømmer, vasker og desinfiserer alle rørdeler etter hver utvanning. Omrøring av vannet i tanken eller bruk av et utjevningstrinn ser ikke ut til å være nødvendig. Dette fordi det var liten forskjell i saltinnhold mellom nedre, midtre og øvre del av vannet gjennom hele utvanningsprosessen ved bruk av forhold 1:10 (fisk:vann). Foreløpige resultater indikerer at alder på råstoff (lagringstiden som saltfisk), samt å bytte ut ferskvann med sjøvann under utvanning kan påvirke utbyttet etter utvanning.

English Summary

Conventional products as salted and dried salted fish (clipfish) are renowned for their characteristic flavour, and in many parts of the world, Norwegian “Bacalao or Bacalhau” is a familiar and popular commodity. The most normal Norwegian export product is in the form of whole fish. However, there is an increasing demand for more processed and consumer friendly product forms. The consumption of portion pieces, skin and bone-free migas and desalted products has increased in the main markets for Norwegian dried salted fish. The result of these trends has been a relative loss in market shares for Norwegian producers since they do not supply the market with these products. In order to strengthen the position of Norwegian salted and dried salted products, one solution is to increase the degree of processing to make more ready-to-use products for export markets.

The Norwegian dried salted industry must offer new products that to a larger extent satisfies today’s consumer demands, like desalting the fish before exporting frozen portions. To compete with products originating from low-cost countries, highly automated and cost-effective process lines adapted to Norwegian conditions should be developed. At the same time, the product quality must be maintained at a high level. The main goal of the project “Industrial desalting of dried salted fish – INDUS” was to document and optimize processes for industrial desalting of salted cod portions with high and stable quality. The project consortium consisted of the dried salted fish producer Brødrene Sperre, process equipment producer Optimar and the research institute Møreforskning, all located in Møre og Romsdal, Norway.

The equipment and system delivered by Optimar for automatically controlling the desalting process performed as planned with the chosen parameters for pieces of salted lombos and postas in a 1:10 relation with water. After pre-programming the desalting process, it automatically carried out the entire desalting. Before the last drainage of water, a manual confirmation had to be done to end the desalting process. Lombos pieces with a width of 55 and 45 mm were desalted within 88 and 72 hours, respectively. For 45 mm pieces, the largest had a salt content of just above 3,0%, while the smallest pieces had about 2,5% salt. Postas pieces with width of 65 mm were desalted within approximately 72 hours.

One goal in the project was to examine if seawater could be used for desalting. The results showed that the fresh water consumption could be reduced with 20 %, with only minor effects on desalting time and quality. The salt content in the final product increased with 0.1-0.3% when seawater was used. Water temperatures above 8 °C in the first 24 hour long desalting step is not recommended due to high bacterial growth. The last part (48 hours) of the desalting should be carried out at maximum 2-4 °C. Good cleaning practices of all items that shall be inside the tank during desalting, like baskets and pallets, is very important. This is because bacteria from equipment will be spread via the water and contaminate the fish during desalting. Specially pipes should be cleaned thoroughly after each desalting process to avoid bacterial growth and contamination inside the tank. Circulation of the water during desalting seems not to be necessary when the ration fish to water is 1:10. This is because there was almost no difference in water salinity between low, mid or upper parts of the water column throughout the different desalting steps. Some steps had circulation and others not. The results indicate that the age of the raw material (as salted fish), as well as exchanging fresh water with seawater can affect the process yields after desalting. However, further trail must be carried out to confirm if this is the case or not.

Innhold

1.	Bakgrunn	8
2.	Målsetting og delmål.....	10
3.	Material og Metode	11
3.1	Råstoff	11
3.2	Utvanningsprosedyre	11
3.3	Logging av utvanningsparametere i grafana.....	13
3.4	Måling av lengde, bredde, høyde og vekt på lombos-biter	14
3.5	Saltanalyser av vann og fiskemuskel	14
3.6	Kjemiske analyser.....	15
3.7	Mikrobiologiske analyser av fisk og vann.....	15
3.8	Frysing, glasering, pakking og tining	15
4	Resultat og diskusjon	18
4.1	Utvanningsprosessen	18
4.2	Saltinnhold i utvanningsvann og fiskemuskel	19
4.3	Utvanning av LOMOBs-biter med ulik bredde.....	20
4.4	Effekt av biters plassering i tank	20
4.5	Utvanning ved ulike vanntemperaturer de første 24 timer.....	21
4.6	Bruk av sjøvann versus ferskvann de første 24 timer	22
4.7	Mål på biter under utvanning	23
4.8	Frysing, glasering og tining.....	25
4.9	Dokumentasjon av rengjøring av korer ved bruk av automatisk eller manuell vask	32
5	Hovedfunn.....	37
6	Referanser	38

1. BAKGRUNN

Konvensjonelle produkter som salt- og klippfisk er anerkjente for sine karakteristiske smaksegenskaper, og i store deler av verden er norsk klippfisk en kjent og ettertraktet merkevare. Trender i markedene går imidlertid fra etterspørsel etter det mest vanlige norske eksportproduktet hel fisk (eller flak), i retning mer bearbejdede og konsumentvennlige produktformer. Den samlede norske klippfiskeksporten hadde en nedgang i Brasilmarkedet på 40 % i perioden 2010-2015 (Sperre, Pers. med., 2015). En grunn til dette kan være at konsumet av porsjonsstykker, skinn- og beinfri biter (migas) og ferdig utvannede produkter har økt betydelig i dette markedet (Fjørtoft og Nystrand, 2017, Egeness, et al., 2015). Salget av norske klippfiskprodukter i dagligvarekjeder i Portugal var i 2022 ca. 29 000 tonn. I all hovedsak var dette hel klippfisk. Markedsandelen fryste, utvannede klippfiskprodukter i Portugal var hele 24-30 % (Rismo, Pers. kom., 2023). Tilsvarende tall for Horeca i 2022 var 3175 tonn klippfiskprodukter fra Norge. For Horeca er også markedsandelen for fryste, utvannede produkter rundt 30 %. Trenden mot økt konsum av utvannede produkter fortsatte i årene før Covid-pandemien, og førte til tap av markedsandeler for norske produsenter av klippfisk. For å styrke posisjonen til eksportmarkedene må produktutvikling til. De siste årene har økte leviekostnader og høyere priser på fiskeråstoff gjort salget av bearbejdede norske klippfiskprodukter mer krevende. Dette er fordi produktprisene har økt betydelig samtidig som økonomien i land som Brasil og Portugal har blitt forverret for folk flest (Sperre, Pers. kom., 2023).

Automatisering av salt- og klippfiskproduksjonen har vært et satsingsfelt for Fiskeri- og havbruksnæringsens forskningsfinansiering (FHF) over lenger tid. Sentrale tema har bl.a. vært tørketeknologi, robotisering av arbeidsoperasjoner og gjenbruk av salt og saltlake. I de senere årene har automatisert oppkutting og utvanning også blitt satt på agendaen av FHF. I prosjektet «COPRO-Fremtidens konsumentprodukter av norsk salt- og klippfisk» (NFR #256467/E40 og FHF# 901262) har Brødrene Sperre, Optimar og Møreforskning jobbet med å utvikle utvannede, konsumprodukter. Målet med prosjektet var å oppskalere utvanningsprosessen basert på teknologi utviklet av Optimar. Prosjektet avdekket at store saltfiskbiter med skinn og bein (400-600 gram) ikke lot seg vanne ut med tradisjonelle metoder innen 4 døgn ved 2-4 °C. fordi bakterieveksten i både fisk og vann ble for høy (Bjørkevoll et al., 2018a/b). Hyppigere vannskift medførte ikke vesentlig raskere fjerning av salt totalt sett, men resulterte i større forskjeller i saltinnhold mellom kjerne og ytterkant av bitene, og lavere vektøkning etter utvanning. Tidligere er ujevnt saltinnhold i biter forsøkt løst ved å styre saltinnholdet i utvanningsvannet mer mot det som er ønskelig (2-3%) mot slutten av utvanningstiden (utjevningstrinn) (Bjørkevoll et al., 2018a; Akse et al. 2000). Resultatene viser jevnere saltinnhold og høyere utbytte, og bør studeres videre i mer oppskalerte forsøk. Bjørkevoll et al. (2018a) viser også at saltinnholdet i kjerne og ytterkant på utvannede biter ser ut til å jevne seg ut noe etter frysing og tining. Dette er viktig å ta høyde for når optimalt saltinnhold i ulike produkter skal beregnes.

Det finnes i dag ingen industriell utvanning i stor skala i Norge, men i Portugal og Spania er det flere bedrifter som har utvanningslinjer i stor skala. Optimar AS har levert en rekke utvanningslinjer til portugisiske produsenter av utvannet fisk (Rivero, Pers. kom., 2018). Etter utvanning vil holdbarheten på kjølte produkter være under en uke (Bjørkevoll, Olsen and Skjerdal

et al., 2003) og for tinferske produkter mindre enn fem dager (Rode et al., 2019). Ved utviklingen av en norsk utvanningsprosess bør automatisering og effektivisering av arbeidsoperasjoner være de viktigste fokusområdene. Det tredje området er å utvikle prosesser som gir sluttprodukter med høy og jevn kvalitet. Det er mange valg som må tas i utviklingen av en utvanningslinje. Teknologien som velges bør ta utgangspunkt i hvilke typer råstoff som skal vannes ut. Dersom hovedproduktet er saltfiskfilet uten skinn og bein har forskning vist at utvanning i vakuumtrommel (massering av fisken) kombinert med stikkinjisering kan være effektivt (Bjørkevoll et al, 2004; Akse et al., 2000). Denne type teknologi vil sannsynligvis være mindre anvendelig for større klippfiskbiter med skinn og bein. For utvanning av større biter med skinn og bein vil større tanker der biter plasseres i kasser på paller (som brukes i Portugal) være mer hensiktsmessige. I forsøk av Ree (1985) var tykkelsen og lengden mindre viktig, mens bredden var avgjørende for utvanningstiden. Dette kan tyde på at fisk av ulik størrelse kan vannes ut samtidig så lenge de kuttet i like brede stykker.

Ut fra innhentet informasjon ser det ut til å være krevende for norsk salt- og klippfiskindustri å oppnå lønnsomhet ved produksjon av bearbejdede salt- og klippfiskprodukter på grunn av mellom annet økte produksjons- og økte levekostnader. Likevel bør en jobbe langsiktig med å øke kunnskapen om foredling av denne type produkter i Norge. Et alternativ er å vanne ut fisken i Norge og selge den i fryst tilstand i porsjonsstykker. For å kunne konkurrere med lavkostland på pris for denne type produkter, må dette være basert på mest mulig automatiserte og kostnadseffektive prosesslinjer. Samtidig må kvaliteten på produktene ivaretas.

Prosjektgruppen har bestått av klippfiskprodusent (Brødrene Sperre), utstysleverandør (Optimar) og FoU-miljø (Møreforskning). Referansegruppen i prosjektet har bestått av Arne Sperre og Kjartan Stokke (Brødrene Sperre AS), Svenn Sperre (Nils Sperre AS), Amund Pedersen (Fjordlaks AS) og Tor Helge Valderhaug (Cod Export AS). Prosjektet baserte seg på utvanningsteknologi fra Optimar, som er leverandør av ledende teknologien for industrielle utvanningslinjer for salt- og klippfisk. En slik storskala utvanningslinje har ikke tidligere blitt bygget og installert i Norge. I det gjennomførte «COPRO»-prosjektet fikk vi verdifull kunnskap om utvanningsprosessen og konseptet til Optimar i småskalaforsøk. I tillegg til å teste ut storskala utvanning i Norge er målsetningen å kartlegge om rent sjøvann kan brukes i prosessen. Det er så vidt vi vet ingen som har dokumentert bruken av sjøvann under utvanning av salt- og klippfisk.

2. MÅLSETTING OG DELMÅL

Målet med prosjektet var å teste og dokumentere en industriell utvanningslinje og optimalisere den ut fra norske forhold.

Delmål:

1. Optimalisere prosessbetingelser under industriell utvanning med hensyn til effektivitet, utvanningstid, sensorisk kvalitet, vektutbytte og hygiene.
2. Dokumentere om sjøvann kan erstatte ferskvann i deler av utvanningsprosessen som et miljø- og kostnadseffektiviserende tiltak.
3. Kartlegge behovet for automatisk styring av saltinnholdet i vannet som avsluttende trinn i utvanningsprosessen for å oppnå jevnere fordeling av salt og høyere utbytte for sluttproduktene.
4. Analysere holdbarhetstid for utvannede biter etter fryselagring og tining under videre kjølelagring.

Sentrale resultatmål:

1. Beskrivelse av effektiv utvanningsprosess for utvalgte råstoff.
2. Dokumentere effekten av å bruke sjøvann versus ferskvann under deler av utvanningen.
3. Dokumentere behovet for automatisk styring av saltinnhold (utjevningstrinn).
4. Dokumentere holdbarhetstid for kjølelagrede utvannede biter etter fryselagring og tining.

3. MATERIAL OG METODE

3.1 RÅSTOFF

I alle utvanningsforsøk ble det brukt biter av lombos skåret ut av hel saltfisk av torsk (Figur 1). To postas-biter ble skåret ut fra sporstykket vist i Figur 1. Saltfisken ble pickelsaltet i ca. to uker i ordinær produksjon, men hadde ulik modningstid (kjølelagringstid) som saltfisk i de forskjellige forsøkene. Størrelsen på saltfisken var i alle forsøk 7/9 (Graudo) som er en stor fisk på 2-3 kg. Råstoffet hadde i alle forsøk vært fryst og tint før salting. Lombos-biter med skinn og bein av bredde 45 eller 55 mm ble vannet ut. For postas var bredden 65 mm.



Figur 1 Lombos kuttet ut fra hel saltfisk (venstre) og spord-stykke der to postas-biter ble kuttet ut (høyre).

3.2 UTVANNINGSPROSEDYRE

For lombos ble det gjennomført 8 fullskala utvanningsforsøk i en tank bygd av Optimar på 10 m³ (Figur 2). For postas ble halv skala benyttet i alle tre utvanningsforsøk utført, men samme forhold fisk til vann (1:10). Parametere som vanntemperatur, antall og lengde på hver utvanningssyklus, omrøringstid, mengde vann som byttes etter hver syklus og hvor vannet hentes fra (buffertank 1 eller 2) ble styrt fra et panel (Figur 3). Et gitt antall sykluser ble definert for hver utvanning. For hver syklus ble varighet, vanntemperatur, omrøringssyklus og hvor mye av vannet som skulle skiftes ut programmert i forkant. Utvanningen gikk da automatisk til programmet var ferdig.



Figur 2 Utvanningstank 1 sett utenfra (venstre) og utvanningstank 1 og 2 sett ovenfra (høyre)



Figur 3 Panel for programmering og overvåkning av utvanningsprosessen

For lombos ble utvanningsforsøk gjennomført for å sammenligne effekten på kvalitet og utvanningstid ved å; 1) redusere bredden på biter fra 55 til 45 mm, 2) variere temperaturen på vannet de første 24 timene, 3) bruk av ferskvann versus sjøvann de første 24 timene. For postas ble endring i temperatur og bruk av sjøvann undersøkt, samt tine- og holdbarhetsforsøk. I tillegg ble forsøk gjennomført for å dokumentere effekten av manuell versus automatisk rengjøring av koger (av typen som vist i Figur 4).



Figur 4 Lombos plassert i korgar som stables på pall før plassering i utvanningstank

3.3 LOGGING AV UTVANNINGSPARAMETERE I GRAFANA

Vanntemperatur, pH, vannbytte og saltinnhold ble logget og avlest i programmet Grafana. Figur 5 viser hvordan displayet så ut under utvanning.



Figur 5 Automatisk logging av fyllingsgrad, temperatur, pH, syklusnummer, vann-nivå og konduktivitet i programmet Grafana.

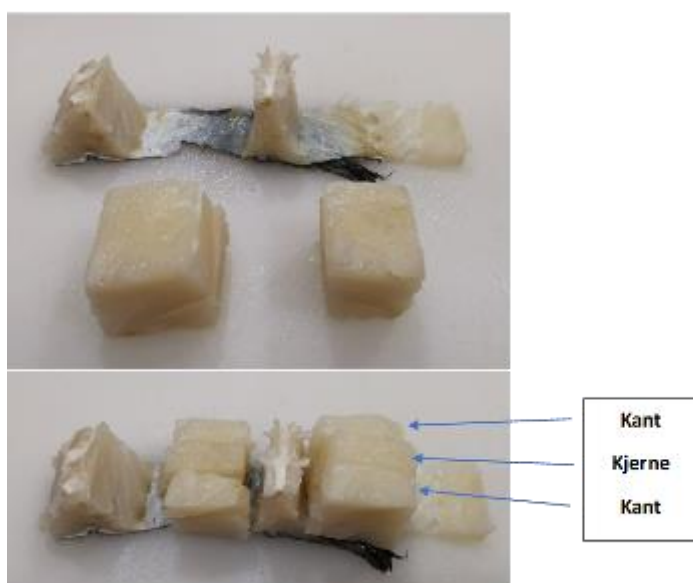
3.4 MÅLING AV LENGDE, BREDDA, HØYDE OG VEKT PÅ LOMBOS-BITER

For å beregne utbytte (vektøkning) etter utvanning ble alle 10 lombos-biter i korg nummer 1, 10 og 20 (øverste) individmerket og veid før og etter utvanning. Dette ble gjort for tre av de fire pallene i tanken. Lengde, bredde og høyde på hver av disse bitene (totalt 90 biter) ble målt med et målebrett før og etter utvanning for å registrere endringer i størrelse. For postas ble kun 30 biter merket og analysert på samme måte, og hentet fra pallen nærmest døren på tanken. Sammenhengen mellom saltinnhold og a) lengde, b) bredde og c) vekt ble beregnet gjennom korrelasjonsanalyser.

3.5 SALTANALYSER AV VANN OG FISKEMUSKEL

Målinger av saltinnholdet i vannsøylen i hele tanken ble gjort ved å ta ut vannprøver fra bunnventilen med jevne mellomrom under tømning av tanken. Ved hver 200 mm reduksjon i vannsøylen ble saltinnholdet registrert med et refraktometer (Hanna Instruments, HI 96821). Saltinnholdet i vannet ble målt ved vannbytte etter 24, 48 og 72/88 timer.

Saltinnholdet i fiskemuskel ble analysert både i ytterkant og kjerne som vist i Figur 6. For hver av de 9 korgene med individmerket lombos ble det tatt ut én liten og én stor bit fra en korg i samme høyde (1, 10 eller 20. korghøyde), ved siden av korgen med merket fisk. Dette ble gjort for tre av de fire pallene i tanken. Totalt 18 biter ble analysert for saltinnhold i kjerne og kant, og gjennomsnittet beregnet. For postas ble 9 biter analysert, en liten, en mellomstor og en stor bit fra korgen ved siden av merkede biter (i høyde 1, 5 og 10 pga. halv tank) fra pallen nærmest døren. Etter uttak ble muskelprøver homogenisert med stavmikser og fortynnet 1:10 i destillert vann. Videre ble dette blandet godt i ca. 20 sekunder med stavmikser før filtrering ved bruk av kaffefilter. Vannfasen ble så analysert for saltinnhold med en DiCromat II saltanalysator fra PCL.



Figur 6 Prøveuttak av muskel for bestemmelse av saltinnhold

3.6 KJEMISKE ANALYSER

For et utvalg av prøvene ble vanninnholdet og askeinnholdet bestemt etter NMKL Metode nr. 23. 5 g homogenisert prøvemateriale ble tørket i varmeskap ved 105 °C i 16-18 timer til konstant vekt. Vanninnholdet ble beregnet som gjennomsnitt fra tre paralleller. Prøvene fra vannbestemmelsen ble forasket i muffelovn ved 550 °C i fem timer. Gjennomsnitt ble beregnet fra tre paralleller. Saltinnholdet i muskel ble bestemt kjemisk (Mohrs metode) for et utvalg av prøvene.

3.7 MIKROBIOLOGISKE ANALYSER AV FISK OG VANN

Status for renhold ble analysert med en ATP-måler (type Lumitester) før utvanning. Både korger, utvanningstank og paller ble analysert. Vannprøver fra utvanningstanken ble tatt ut på samme måte som for saltinnhold og analysert for totalt antall bakterier og hydrogensulfid-produserende bakterier etter NMKL metode Nr.184. *E. Coli*, sopp og gjær ble kvantifisert på petrifilm. Etter hvert utvanningsforsøk, samt etter tining av fryselaagrede biter, ble bakterieinnholdet i fiskemuskel analysert med samme metoder som for vann. Bakterieinnhold ble analysert i totalt 9 biter. For hver bit ble det tatt ut 10 gram muskel fra tre paller og i de ulike høydene (korg nummer 1, 10 og 20). bakterieinnhold.

3.8 FRYISING, GLASERING, PAKKING OG TINING

Korger med merkede biter ble etter utvanning pakket i krympeplast og fryst inn. Etter fem dagers fryselaagring ved -25 °C ble alle biter veid. Prosedyren for glasering bestod av et fossefall, en spraydusj og et vannbad. Vanntemperaturen var 2-3 °C i de fleste forsøk og hastigheten på båndet var på 1. Vektøkning etter glasering ble registrert. Videre ble tre og tre biter av lombos pakket i forseglet skål og fryselaagret i 1-2 måneder før tining (Figur 7). Postas ble pakket i 2 kilos eske med innerplast før fryselaagring i ca. to måneder.

Under tining ble lombos-bitene plassert enkeltvis på blåplast i et rom som holdt 17-18 °C i 3,5 time til alle biter hadde en kjernetemperatur på rundt 1 °C. Temperatur på biter og vekt etter tining ble registrert for alle 90 lombos og 30 postas-biter.



Figur 7 Lombos-biter pakket i skål før fryselagring (venstre) og postas pakket før fryselagring

Totalt 30 individmerkede postas-biter fra hver av tre utvanningsforsøk ble delt inn i tre like store grupper. Alle biter ble så tint, henholdsvis i kjøleromstemperatur (4-5 °C), romtemperatur (16-18 °C) og i vannbad (startet på 10 °C og sluttet på 6-7 °C). Temperatur på biter og vekt før og etter tining ble registrert for alle 30 merkede biter. I tillegg ble det tint 30 lombos-biter fra en batch (batch 11 – LOT 20619) som anlegget hadde vannet ut selv. Bitene var mindre enn postas-bitene siden de hadde blitt kuttet på 45 mm bredde, mot 65 mm for postas. Bakterieneinnholdet ble analysert rett etter tining, samt etter en og tre dagers lagring av bitene i lynlåsposer ved 3-4 °C.

Test av kassevasker

En kassevasker type Mimasa (www.mimasa.com) ble kjøpt inn av samarbeidsbedriften for å effektivisere og forenkle vasking av kasser og korgere. Det ble gjennomført to forsøk med testing av kassevaskeren sammenlignet med manuell vask. Korgere brukt til utvanningen ble analysert før og etter vask. ATP-målinger med to ulike instrumenter (Lumitester og Systemsure) ble gjennomført for å dokumentere rengjøring av korgere både manuelt (såpebad etterfulgt av skylning med ferskvann) og automatisk (Mimasa maskinen). I kassevaskeren (Figur 8) ble korgere spylt med såpe (R-43) ved 38 °C og deretter spylt rene med skyllevann som holdt 88 °C. Rengjøringsprosessen per korg tok ca. 20 sekunder.

I test 1 ble kasser av ulike typer analysert med en eller to ATP-målere (Lumitester og Systemsure) før og etter rengjøring. Under ATP-målinger ble et hjørne av korgene svabret i 30 sekunder. Arealet var ca. 50 cm² (Figur 9). Siden svabret hjørne ikke ble merket, var det tilfeldig om det samme hjørnet ble analysert før og etter vask.

I test 2 undersøkte man korgere, som hadde blitt lagret uvasket i en prosesseringshall i 2,5 måneder. Totalt 16 korgere ble analysert før og etter vask i en kassevasker (prosedyretilsvarende for test 1). Forskjellen var at samme hjørne (hjørnet ble merket med tusj) på hver korg ble målt før og etter vask for å få en mer nøyaktig måling av effekten av vaskeprosedyren.

Tilsvarende antall korgar ble vasket for hånd ved oppbevaring i såpebad i ca. 20 minutter etterfulgt av skrubbing med børste i 1 minutt, før spyling med ferskvann. Korgene stod til avrenning i ca. 10 minutter før ATP-måling etter vask, som ble gjort på samme måte som i test 1.



Figur 8 Kassevasker type Mimasa for automatisk vask av korgar.



Figur 9 Området som ble svabret tilsvarer trekanten som vist med pennen i hjørnet av korgen. Langs sideveggen ble det svabret opp til oversiden av den første kanten. Arealet tilsvarer ca. 50 cm².

Sensorisk evaluering

Etter utvanning ble biter vurdert av ansatte ved Brødrene Sperre og Møreforskning. Både utseende, lukt og salt smak på biter av kjerne og ytterkant ble undersøkt og vurdert for hvert parti.

4 RESULTAT OG DISKUSJON

4.1 UTVANNINGSPROSESSEN

Etter noe utprøving gikk en over fra 55 til 45 mm brede lombos-biter fordi de største bitene tok for lang tid å vanne ut (4 døgn).. Dette er for lang tid, både med tanke på effektiv produksjon, og medfører høy risiko for bakterievekst i produktet under utvanning. Ved å øke antall vannbytter fra 2 til 4 ble saltinnholdet i utvannede biter redusert til et tilfredsstillende nivå på rundt 2,5-3,0 %. I tillegg ble det brukt omrøring i tre av syklusene der vannet ble pumpet sakte rundt i fem minutter hver time. Dette så ikke ut til å påvirke saltinnholdet i vannsøylen, og siden saltinnholdet i utgangspunktet var jevnt mellom topp og bunn ble det vurdert at omrøring ikke var nødvendig i dette oppsettet. Ved en eventuell økning av mengde fisk i tanken kan det bli behov for omrøring siden mer salt tilføres vannet. Saltinnholdet i 45 mm brede biter ble vurdert å være passe til litt for salt etter 72 timers utvanning. Å øke utvanningen utover 72 timer gav økt fare for høy bakterievekst, og basert på dette var det ikke mulig å legge inn et utjevningstrinn etter de første 72 timene. I tillegg viste resultatene svært likt saltinnhold mellom biter fra ulike plassering i tanken, og behovet for utjevning av saltinnholdet var derfor mindre enn forventet. Det ble derfor ikke gjennomført videre forsøk med utjevning av saltinnhold i prosjektet.

Postas er tynnere enn lombos (ikke så høye biter) og ble derfor kuttet på 65 mm for å oppnå om lag samme vekt på bitene. De største bitene av postas ble også vurdert som litt for salte og en bør dermed vurdere å kutte postas litt smalere.

4.2 SALTINNHOLD I UTVANNINGSVANN OG FISKEMUSKEL

I et forsøk med utvanning av lombos med kun ferskvann var saltinnholdet i vannet som ble tappet ut først 1,3-1,4 % (vann fra bunnen av tanken), 1,3-1,4 % halvvegs under tømning og 1,1-1,3% (vann fra øverst i tanken) ved slutten av tømningen (etter 24 timer). Etter to døgn utvanning var tilsvarende tall 0,2 % både nederst, i midten og øverst i tanken. Etter 72 timer ble saltinnholdet i vannet målt til 0,2-0,3 % fra øverst, 0,3 % i midtsjiktet og 0,2-0,3 % nederst. Dette stemte bra med de automatiske saltmålingene med elektroden inne i tanken. Her ble saltinnholdet i 800 mm høyde (på vannsøylen) målt til 1,4 % rett før første tapping (etter 24 timer), 0,2 % ved tømning av vann etter 48 timer og 0,2 % etter 72 timers utvanning. Disse målingene er representative for alle forsøk både for lombos og postas, som alle viste liten forskjell i saltinnhold mellom ulike deler av vannsøylen. Unntaket var ett forsøk som viste betydelig variasjon i saltinnhold under utvanning av postas, usikkert av hvilken årsak. Resultatene viste at en kan bruke målinger fra elektroden for å beregne saltinnholdet i hele tanken ved oppsettet som ble testet ut i disse forsøkene. Resultatene fra alle forsøk med lombos (Tabell 2) og postas (Tabell 3) viste at det var vesentlig mer salt i kjernen enn i ytterkanten. Det ble tatt ut biter i nedre og øvre vektspenn (definert som små, mellomstore og store biter) for å dokumentere variasjonen i saltinnhold. Resultatene viste at lombos og postas-biter som var ca. 50 gram tyngre inneholdt rundt 0,7 % mer salt (i hel bit). Med bakgrunn i viktigheten av å treffe på kunders krav til saltinnhold og å oppnå jevnhet i saltinnhold i en batch, bør biter helst sorteres på vekt før utvanning. Ut fra saltinnholdet bør store lombos og store postas vannes ut lengre eller kuttet smalere for å oppnå saltinnhold på 3,0 % eller lavere.

Tabell 2 Prosent saltinnhold og vekt lombos-biter (45 mm) etter 72 timer utvanning. For hvert forsøk ble 18 biter (9 små og 9 store) analysert. Salt ble analysert i ytterkant og kjerne og beregnet som: $((\text{Salt i kant} \times 2) + \text{Salt i kjerne}) / 3$ (Figur 6).

	Små biter			Store biter		
	Pall-Ytterst	Pall-Midt	Pall-Innerst	Pall-Ytterst	Pall-Midt	Pall-Innerst
Salt i kant	2,2	2,0	2,2	2,6	2,7	2,5
Salt i kjerne	3,2	3,7	3,6	4,7	4,7	4,2
Salt i hele biter	2,5	2,6	2,7	3,3	3,4	3,0
Snittvekt biter	253 g	252 g	254 g	298 g	301 g	302 g

Tabell 3 Prosent saltinnhold og vekt for postas-biter (65 mm) etter 72 timer utvanning i forsøk 3. Biter er hentet fra pall 1, fra korghøyde H1, H5 og H9. Salt i hele biter beregnet som: $((\text{Salt i kant} \times 2) + \text{Salt i kjerne}) / 3$.

	Små biter			Middels biter			Store biter		
	H1	H5	H9	H1	H5	H9	H1	H5	H9
Salt i kant	2,2	1,6	1,6	3,0	2,9	2,2	2,9	2,8	2,8
Salt i kjerne	3,3	2,5	2,8	---	4,9	3,7	4,9	4,8	4,3
Salt i hele biter	2,6	1,9	2,0	---	3,6	2,7	3,6	3,5	3,3
Vekt biter	321 g	316 g	315 g	377 g	388 g	393 g	431 g	459 g	435 g

4.3 UTVANING AV LOMBOBS-BITER MED ULIK BREDD

Biter med bredde på 55 mm hadde en gjennomsnittlig vekt på rundt 320-380 gram, mens biter på 45 mm veide rundt 260 – 290 gram, begge etter utvanning. Etter 88 timers utvanning av 55 mm lombos var saltinnholdet mellom 2,6 og 3,5 %. For 45 mm bred lombos var saltinnholdet etter 72 timer 2,4 – 3,4 %. Dette viser at 55 mm brede biter tar ca. 16 timer ekstra å vanne ut. Tallene er basert på 2 forsøk med 55 mm og 4 forsøk med 45 mm biter, og saltanalyser av 18 biter for hvert forsøk. Basert på kravet fra bedriften om at utvanningen ikke burde ta mer enn tre døgn, og på grunn av økt risiko for uakseptabelt høyt bakterieinnhold, ble det valgt å vanne ut 45 mm brede biter i de videre forsøkene og i ordinær industriell produksjon. Det er en tommelfingerregel at for hver 1 cm tykkelse av en fiskebit trengs det ett døgn med utvanning. Både 45 og 55 mm biter var kuttet fra samme størrelse fisk (Graudo) og hadde derfor samme tykkelse på ca. 4 cm. Resultatene viser at bredden på biten også påvirker utvanningstiden og at regelen stemmer ganske bra siden det tar ca. 3 – 3,5 døgn å vanne ut bitene.

4.4 EFFEKT AV BITERS PLASSERING I TANK

Målinger av utbytte, som er vist i Tabell 4, antyder at utbyttet er høyest for biter plassert i den nederste korgen samt på pallen ytterst, nærmest døren. Forskjellene er små, og standardavvikene indikerer ikke signifikante forskjeller. For saltinnholdet ser en ingen forskjeller eller trender med hensyn til plassering i tanken. Dette er positivt da en oppnår jevnt saltinnhold i biter uavhengig av plassering i tanken. Basert på disse resultatene ble kun målinger gjort på pall ytterst, nærmest døren i tanken for postas. Disse målingene viste like jevnt utbytte og saltinnhold som lombos (resultater ikke vist).

Tabell 4 Utbytte og saltinnhold i lombos-biter plassert på ulike steder i tank under utvanning. Tallene er basert på 6 ulike forsøk og 90 biter per forsøk. For saltinnhold ble to biter for hver plassering analysert (totalt 18 biter for hvert forsøk).

Korghøyde	Gjennomsnittlig utbytte	Standardavvik utbytte	Gjennomsnittlig saltinnhold	Standardavvik saltinnhold
Pall ved dør (Ytterst)				
1	17,7	1,5	3,0	0,2
10	16,5	1,7	3,0	0,3
20	16,8	1,3	2,7	0,2
Pall midt i tank				
1	16,5	1,8	2,9	0,2
10	16,2	1,3	3,0	0,4
20	16,2	1,5	3,0	0,2
Pall innerst i tank				
1	16,6	1,4	2,8	0,3
10	16,5	2,0	2,9	0,3
20	16,5	1,7	2,9	0,4

4.5 UTVANING VED ULIKE VANNTEMPERATURER DE FØRSTE 24 TIMER

Temperaturen på vannet ble styrt i buffertanker, enten kjølt eller oppvarmet til programmert temperatur før utvanningen startet. Varierende lufttemperatur i hallen gjennom året førte til at temperaturen på vannet i utvanningstanken økte mer i sommerhalvåret enn på vinteren. I syklus 1 i de første 24 timene av utvanningen ble vanntemperaturer på 12 °C, 8 °C og rundt 3-5 °C sammenlignet for lombos (Tabell 5).

Tabell 5 Effekt av ulik vanntemperatur første døgn på saltinnhold og bakterieinnhold i biter etter utvanning i totalt 72 timer. Salt fjernet første døgn er beregnet ut fra økningen i salinitet i vannet i tanken i denne perioden. N = 9.

Temperatur første døgn (°C)	Saltinnhold i muskel etter utvanning (%)	Bakterieinnhold/ g muskel etter utvanning	Salt fjernet (kg) det første døgnet fra 100 kg fisk	Total batchvekt saltfisk (kg) til utvanning
250 grams biter				
12	2,4	60 000 – 1 million	9,6	710,0
8	2,5	79 000 – 1,2 million	8,5	801,5
3-5	2,8	20 000-190 000	9,8	783,0
300 grams biter				
12	3,1	60 000 – 1 million	9,6	710,0
8	3,2	79 000 – 1,2 million	8,5	801,5
3-5	3,4	20 000-190 000	9,8	783,0

Resultatene viste at dersom en øker temperaturen i vannet det første døgnet under utvanning så reduseres saltinnholdet etter utvanning i 72 timer i biter av samme størrelse. De to høyeste temperaturene medførte en betydelig økning i totalt bakterieinnhold, der nivået var på grensen

av det akseptable for både 8 °C og 12 °C. Det ble registrert store forskjeller i bakterieinnhold mellom utvannede biter i samme forsøk. Dette kan komme av stor forskjell i bakterieinnholdet i disse bitene før utvanning. Bakterieinnholdet i vannet etter utvanning var 135 CFU/g for den laveste temperaturen. Ved økning til 8 °C og 12 °C første døgn, så økte bakterieinnholdet til henholdsvis 900 og 460 000 CFU/g. Dette viser at den høyeste temperaturen medfører høy bakterievekst både i fisk og vann. Dersom en ikke har mulighet til å holde vannet kaldt (2-4 °C) de resterende to døgnene av utvanningen, bør man derfor unngå for høy temperatur (8 °C og 12 °C) det første utvanningsdøgn. Tilsvarende forsøk for postas viste samme negative effekt av økt temperatur på bakterieveksten. Ved å øke gjennomsnittlig vanntemperatur i utvanningen fra 3,8 °C til 5,6 °C, økte bakterieinnholdet i ferdig utvannet fisk fra ca. 10 000 til 800 000 CFU/g.

4.6 BRUK AV SJØVANN VERSUS FERSKVANN DE FØRSTE 24 TIMER

Det ble gjennomført utvanningsforsøk der en sammenlignet bruken av ferskvann versus sjøvann de første 24 timene av utvanningen både for 55 og 45 mm brede biter av lombos. Resultatene er vist i Tabell 6. For både 55 og 45 mm bredde ble det fjernet mer salt fra fisken ved bruk av ferskvann enn sjøvann det første døgnet, henholdsvis 21,6 % og 64,9 % mer. En forklaring på den store forskjellen kan være at temperaturen det første døgnet var på 2-3 °C og 8 °C. Etter utvanning var saltinnholdet i biter litt høyere ved bruk av sjøvann, men forskjellen var kun på 6,3 % og 3,6 %, for henholdsvis 55 og 45 mm biter. For 45 mm brede biter var vektforskjellen ubetydelig (9 gram), og saltinnholdet i muskel etter utvanning også lik. Dette indikerer at utvanningstiden er den samme for små biter i både ferskvann og sjøvann de første 24 timene. For større biter ser det ut til at utvanningstiden må økes noen timer når sjøvann benyttes for å oppnå samme saltinnhold.

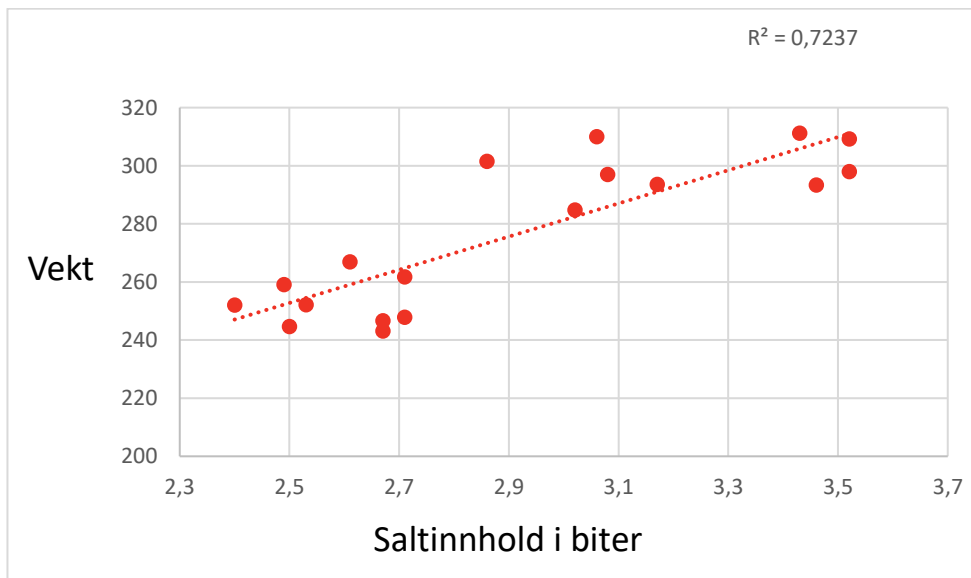
Dette tiltaket medførte at ferskvannsforbruket ble redusert med 20 % ved at ett av fem vannbytter ble erstattet med sjøvann. Det er nok mulig å øke bruken av sjøvann og redusere antall vannbytter. Dette reduserer forbruket av ferskvann, men det vil sannsynligvis øke utvanningstiden. Potensialet for økonomiske innsparinger vil være avhengig av hva ferskvannet koster versus å bruke sjøvann. Reduksjon av ferskvannsforbruket er positivt i et miljøperspektiv, og kan også brukes i forbindelse med markedsføring. I ett forsøk ble det mulig å sammenligne effekten av utbytte mellom sjø- og ferskvann (Tabell 6). Resultatene viste at utbyttet økte med ca. 2 % ved å bruke sjøvann. Det er imidlertid usikkert om det delvis kan ha en sammenheng med alderen på råstoffet, som var lagret i 2 versus 4 måneder. Forsøk med postas viste ingen forskjell i utbytte mellom utvanning i sjøvann og ferskvann første døgn.

Tabell 6 Effekt av å bruke sjøvann i stedet for ferskvann de første 24 timene av utvanningen. N= 18 for saltinnhold og for vekt på samme biter som analysert for saltinnhold.

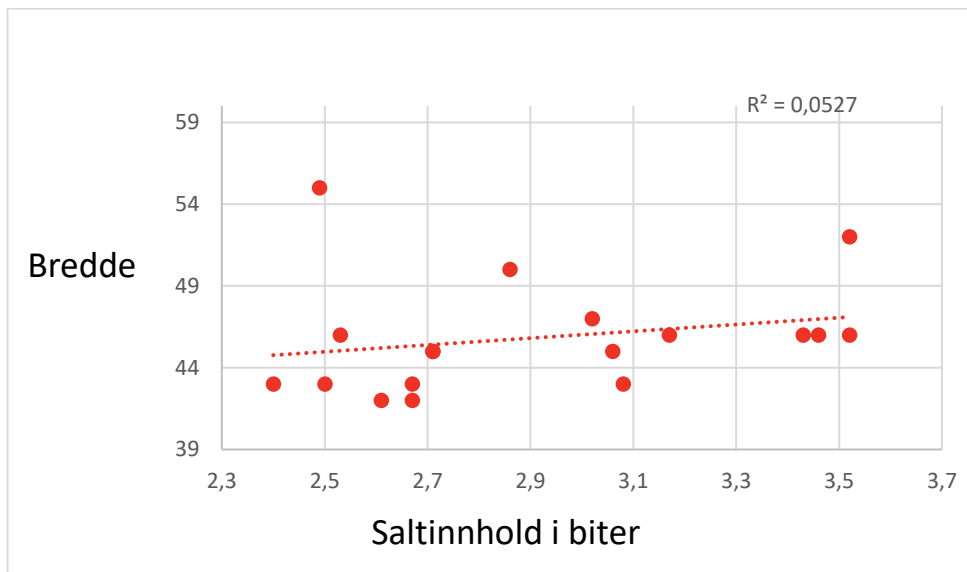
Bredde på lombos	Type vann første 24 t	Salt fjernet første 24 t per 100 kg fisk	Gjennomsnittlig saltinnhold i biter etter utvanning	Gjennomsnittsvekt biter etter utvanning	Vann-temperatur første døgn	Utvannings-tid
55 mm	Ferskvann	15,2 kg	3,2 %	319 gram	2-3 °C	64 timer
55 mm	Sjøvann	12,5 kg	3,4 %	347 gram	2-3 °C	88 timer
45 mm	Ferskvann	15,5 kg	2,9 %	286 gram	8 °C	72 timer
45 mm	Sjøvann	9,4 kg	2,8 %	277 gram	8 °C	72 timer

4.7 MÅL PÅ BITER ETTER UTVANING

Vekt, bredde og høyde på lombos-biter ble målt etter utvanning for å dokumentere hvilken av disse egenskapene som påvirket saltinnholdet mest. Resultatene viste at vekten på bitene var det som hadde sterkest sammenheng med saltinnhold (høyest R²-verdi), med en gjennomsnittlig verdi på 0,7 ± 0,1. Det var ingen sammenheng mellom bredde og saltinnhold. Dette er ikke i samsvar med Ree (1985) som fant at bredden betydde mer for saltinnholdet etter utvanning enn høyden. Resultater for sammenhengen mellom saltinnhold og vekt, høyde og lengde er vist for lombos-biter med bredde på 45 cm før utvanning i ferskvann (Figur 8-10).

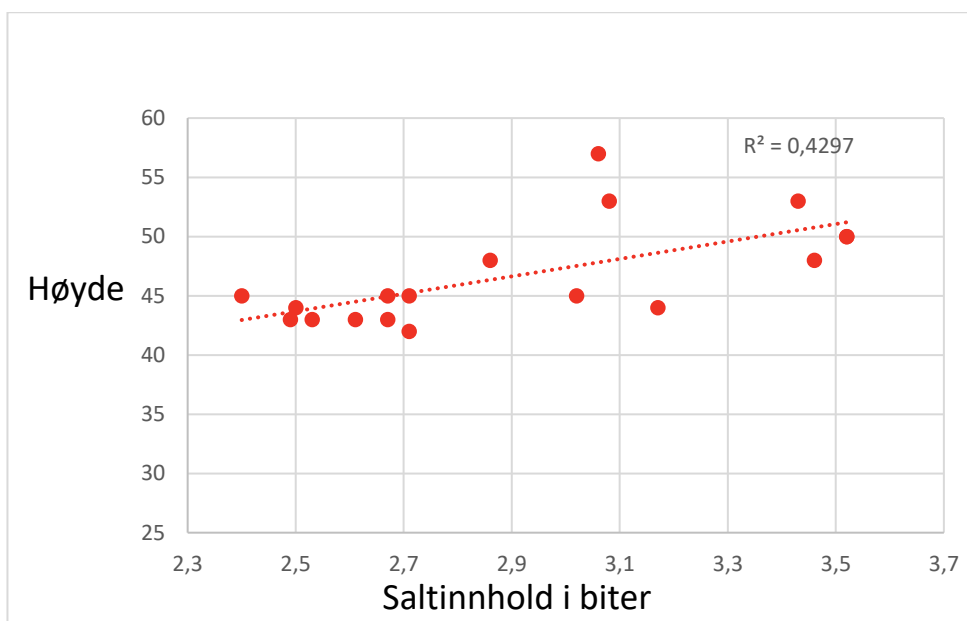


Figur 8 Vekt (gram) per bit mot tilhørende saltinnhold (%) i biten etter utvanning. Hver prikk representerer én bit.



Figur 9 Bredde (cm) for hver bit mot tilhørende saltinnhold (%) i biten etter utvanning. Hver prikk representerer én bit.

Figur 10 viser samme oppsett, men her er høyden på hver bit sammenlignet med saltinnholdet i samme bit.



Figur 10 Høyde (cm) på hver bit plottet mot tilhørende saltinnhold (%) i biten etter utvanning. Hver prikk representerer én bit.

For bedrifter gir resultatene god informasjon om hva som betyr mest for å oppnå jevnest mulig saltinnhold i en batch. Det er vekten som påvirker saltinnholdet mest, og en bør derfor vanne ut biter med jevn vekt for å oppnå jevnt saltinnhold i biter. Det er likevel overraskende at også

høyden på bitene ser ut til å påvirke saltinnholdet vesentlig mer enn bredden på lombos. Målinger av lengde viste svært lav eller ingen sammenheng med saltinnholdet (resultater ikke vist).

Når det gjaldt endringer i volum etter utvanning, økte høyden med $19,5 \pm 2,1$ %, mens bredden og lengde endret seg vesentlig mindre, med henholdsvis $1,8 \pm 0,6$ % og $2,7 \pm 1,0$ % (basert på et gjennomsnitt av 90 biter i hvert av 6 forsøk, totalt 540 biter). Tilsvarende resultater ble oppnådd for postas (resultater ikke vist).

4.8 FRYRING, GLASERING OG TINING

Totalt 90 merkede lombos-biter fra hvert forsøk gikk videre til innfrysing, glasering, pakking i skåler og samt fryselagring og tining. Uttørking under innfrysing og fryselagring av biter lagret i korgar pakket i krympeplast i ca. fem dager, medførte et vekttap på 2,0 % til 2,3 %. Etter glasering økte vekten med mellom 3,5-4,3 % i 45 mm brede biter. Biter som var pakket i tette plastskåler og lagret ved -23 °C i 1-2 måneder ble tint under kontrollerte forhold. Vekttapet under tining varierte mellom 5,1 % -7,4 %, der en så at økt temperatur i bitene medførte høyere vekttap. Saltinnholdet i biter etter tining var likt eller litt lavere sammenlignet med rett etter utvanning. Når en sammenlignet saltinnholdet mellom ytterkanten og kjernen av biter var forskjellen noen tideler lavere etter tining sammenlignet med etter utvanning. Dette viser at frysing og tining til en viss grad jevner ut saltinnholdet i biter ved at kjernen blir mindre salt, mens ytterkanten er tilnærmet uendret (tar opp salt fra kjernen og gir fra seg salt til tinevannet). For små biter på rundt 240-250 gram gikk forskjellen mellom saltinnholdet i kjerne og ytterkanten ned fra 1,5 til 0,9 prosentpoeng etter tining. For de minste av de store biter (på litt under 300 gram) hadde forskjellen gått ned fra 2,0 til 1,1 prosentpoeng i saltinnhold i samme forsøk. Bakterieinnholdet så ut til å være litt lavere etter frysing og tining sammenlignet med rett etter utvanning. Om dette kommer av at bakterier dør under prosessen, eller om de er i en ikke dyrkbar «hvilefase» ved prøveuttak rett etter tining, er uklart. Dette bør undersøkes nærmere ved å lagre tinte produkter i kjøleskap og analysere bakterieinnholdet over noen dagers lagring.

Uttørking under innfrysing og fryselagring av postas-biter lagret i korgar pakket i krympeplast i ca. fem dager medførte et vekttap på 2,3 %. I ett av forsøkene ble fisken lagret i 14 dager før glasering, uten at vekttapet økte. Etter glasering økte vekten med mellom 3,6 % - 4,6 % i de tre forsøkene. Tall er kun vist for forsøk 3 (Tabell 7). Tinetapet, tid og temperatur etter tining ved tre ulike metoder er vist i Tabell 8-10.

Tabell 7 Vektendringer etter utvanning, innfrysing, glasering og tining for postas fra forsøk 3. Tallene er basert på et gjennomsnitt av 30 biter og standardavvik i parentes.

	Vekt etter utvanning i 3 døgn (g)	Vektutbytte etter utvanning i 3 døgn (%)	Vektendring under fryselagring (%)	Vektendring etter glasering (%)	Vekttap etter tining (%)
Utvannede biter (n=30)	389,6 (±52,5)	15,7 (±1,9)	- 2,3 (±0,4)	4,6 (±0,4)	6,0 (±1,5)

Tabell 8 Tining av 3 grupper av utvannet postas-biter i forsøk 1 etter 4 måneders fryselagring. N=10

Tinemetode	Total tinetid (timer)	Vekttap etter tining (%)	Temperatur ved vektmåling etter tining (°C)
Kjøletemperatur i 18 t (4-5 °C) + romtemperatur (16-18 °C) i 3 timer	21	3,4 ± 0,7	5,2 ± 1,1
Romtemperatur (16-18 °C)	4	4,8 ± 1,7	5,8 ± 3,9
Vannbad (7-10 °C)	4	4,4 ± 2,0	5,8 ± 1,0

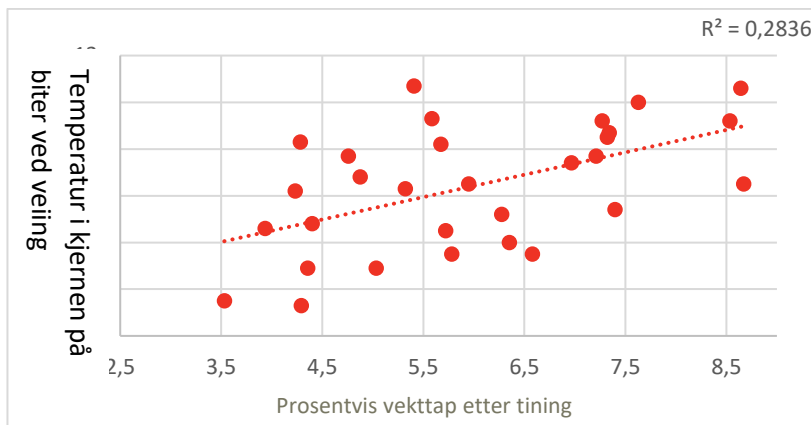
Tabell 9 Tining av 3 grupper av utvannet postas-biter i forsøk 2 etter 3,5 måneders fryselagring. N=10.

Tinemetode	Total tinetid (timer)	Vekttap etter tining (%)	Temperatur ved vektmåling etter tining (°C)
Kjøletemperatur i 18 t (4-5 °C) + romtemperatur (16-18 °C) i 3 timer	21	4,5 ± 0,9	6,0 ± 2,5
Romtemperatur (16-18 °C)	4	5,7 ± 1,1	5,7 ± 2,7
Vannbad (7-10 °C)	4	4,0 ± 1,3	5,8 ± 1,2

Tabell 10 Tining av tre grupper av utvannet postas-biter fra forsøk 3 etter 1,5 måneders fryselagring. N=10

Tinemetode	Total tinetid (timer)	Vekttap etter tining (%)	Temperatur ved vektmåling etter tining (°C)
Kjøletemperatur i 18 t (4-5 °C) + romtemperatur (16-18 °C) i 3 timer	21	6,0 ± 1,4	6,6 ± 2,1
Romtemperatur (16-18 °C)	4	6,8 ± 1,4	8,7 ± 1,6
Vannbad (7-10 °C)	4	5,1 ± 1,3	3,9 ± 1,6

Vi ser at tining ved kjøleromstemperatur gir lavere vekttap (drypptap) enn tining i romtemperatur. I forsøk 3 viste tining i vannbad det laveste vekttapet, med 0,9 prosentpoeng lavere vekttap enn kjøleromstemperatur. Også i forsøk 2 var vekttapet ved tining i vannbad (0,5 prosentpoeng) lavere enn kjøleromstining. Det er en svak sammenheng mellom vekttapet og temperatur i biter etter tining ($R^2 = 0,28$; Figur 13).



Figur 13 Sammenheng mellom temperatur i kjernen på biter etter tining (ved veiing) og prosentvis vekttap etter tining.

Tabell 11 viser saltinnholdet i postas-biter etter utvanning, samt etter frysing og tining. Saltinnholdet i små biter var 0,1 % høyere etter tining enn etter utvanning, selv om gjennomsnittsvekten for tinte biter var ca. 20 gram lavere. Forskjellen i saltinnhold mellom kant og kjerne var den samme i utvannede som i fryste og tinte biter, henholdsvis 1,1 mot 1,0 prosentpoeng. For store biter var saltinnholdet 0,5 prosentpoeng lavere etter frysing og tining enn etter utvanning, 3,0 mot 3,5 %. Gjennomsnittlig vekt på analyserte biter etter frysing og tining var 10 gram lavere enn etter utvanning, 432 mot 442 gram. Forskjellen i saltinnholdet mellom kant og kjerne for store biter var etter utvanning 1,9 %, etter tining var forskjellen i saltinnhold 1,3 %. Siden postas-biter er forskjellige i tykkelse og utforming, er det vanskelig å sammenligne saltinnhold i ulike biter kun basert på vekten. Ut fra dataene kan en ikke se entydige effekter av frysing og tining på saltinnholdet i biter og fordelingen av salt mellom ytterkant og kjerne.

Tabell 11 Saltinnhold (%) og vekt (g) i postas-biter, etter utvanning og tining.

	Saltinnhold (%) og vekt (g) for små biter		Saltinnhold (%) og vekt (g) for store biter	
	Etter utvanning	Etter tining	Etter utvanning	Etter tining
Salt i kant	1,8	2,0	2,8	2,6
Salt i kjerne	2,9	3,0	4,7	3,9
Salt i hele biter	2,2	2,3	3,5	3,0
Vekt biter	319	297	442	432

Note. Tallene viser et gjennomsnitt av 3 biter.

Samlet vekt før og etter tining, tinetap og temperatur for hele gruppen av lombos er vist i Tabell 12. Tinetapet ved ulike tinemetoder, tinetid og temperatur er vist i Tabell 13.

Tabell 12 Tining av 30 utvannede lombos-biter etter 6 måneders fryselagring.

	Vekt før tining i gram	Vekt etter tining i gram	Vekt endring i gram	Vektendring i %	Temperatur etter tining
Gjennomsnitt	282,4	268,7	13,6	5,0	2,6
Standardavvik	36,2	37,8	3,3	1,6	2,3

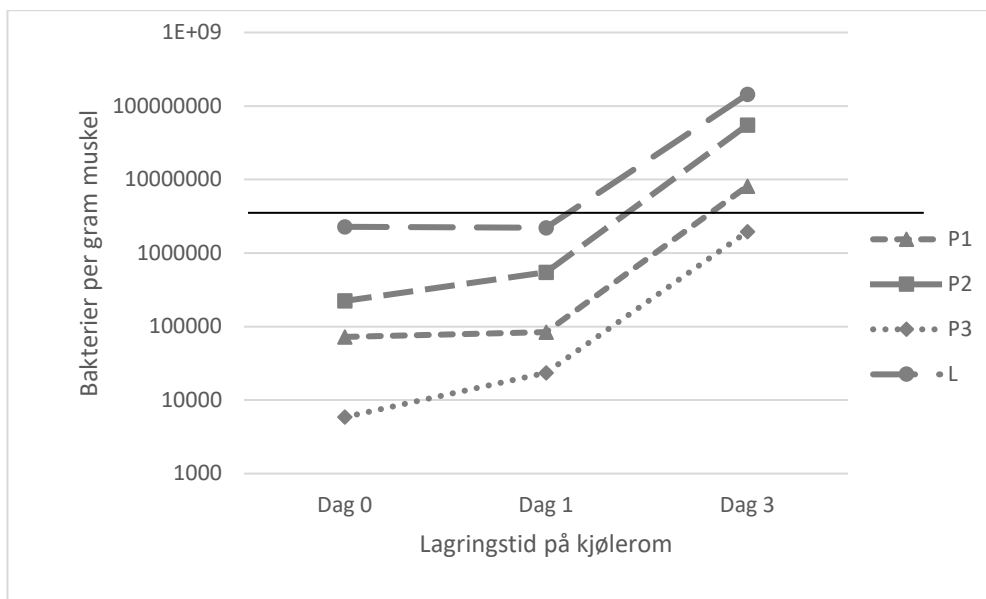
Tabell 13 Tining av 3 grupper av utvannet lombos-biter etter 1,5 måneders fryselagring. Gjennomsnitt og standardavvik for 10 biter.

Tinemetode	Total tinetid (timer)	Vekttap etter tining (%)	Temperatur ved vektmåling etter tining (°C)
Kjøletemperatur i 18 t (4-5 °C) + romtemperatur (16-18 °C) i 1 t	19	4,4 ± 1,0	3,6 ± 2,5
Romtemperatur (16-18 °C)	3,5	6,5 ± 1,3	2,5 ± 1,8
Vannbad (7-10 °C)	3	4,0 ± 1,3	1,8 ± 2,2

Vi ser at tining ved kjøleromtemperatur gir til lavere vekttap (drypptap) enn tining i romtemperatur, som vist i forsøk 1, 2 og 3 med postas. Selv om gjennomsnittlig temperatur er over 1 °C høyere for biter tint ved kjøletemperatur enn for biter tint ved romtemperatur, er vekttapet lavere ved kjøleromstining. Tining av lombos i vannbad gav det minste vekttapet, med 0,4 prosentpoeng lavere vekttap enn kjøleromtemperatur. Også i forsøk 2 og 3 med postas var vekttapet ved tining i vannbad lavere enn ved kjøleromstining. Vekttapene under tining var omtrent de samme for lombos som for postas i de tre tineforsøkene beskrevet ovenfor, selv om temperaturen i lombos-bitene var noe lavere for lombos.

Det ble ikke registrert nevneverdig avvikende eller dårlig lukt på prøvene, verken for postas eller lombos etter null, en eller tre dagers kjølelagring ved 3-4 °C. Etter fem dager luktet både bitene av postas og lombos surt, og var dermed ikke egnet for konsum. Målinger av bakterieinnhold i biter rett etter tining, samt etter en og tre dagers lagring er vist i Figur 14. Lombos hadde det høyeste bakterieinnholdet gjennom hele lagringsperioden, mens postas fra forsøk 3 hadde det laveste. Grensen for akseptabelt bakterienivå, på 5 millioner CFU/g, ble nådd etter rundt ett døgn for lombos, mens postas fra forsøk 3 ikke oppnådde denne mengden bakterier før etter tre døgn. Postas fra forsøk 1 og 2 nådde denne grensen etter henholdsvis to til tre dagers kjølelagring. Dette viser at bakterienivået i fisken rett etter utvanning og etter tining er

avgjørende for hvor lenge fisken kan lagres kjølt etter tining. Lombos bør helst spises samme dag som de tines. For postas fra forsøk 1 er holdbarheten rundt 2 døgn, postas fra forsøk 2 og 3 kan lagres i henholdsvis 1 og 3 døgn. En bør sette holdbarhetstiden litt kortere enn tiden det tar å oppnå den veiledende bakterielle grenseverdien. Dette for å ha en margin å gå på før fisken blir sur, samt dersom det er betydelig variasjoner i bakteriellinnholdet i råstoffet eller om fisken ikke lagres ved optimal temperatur.

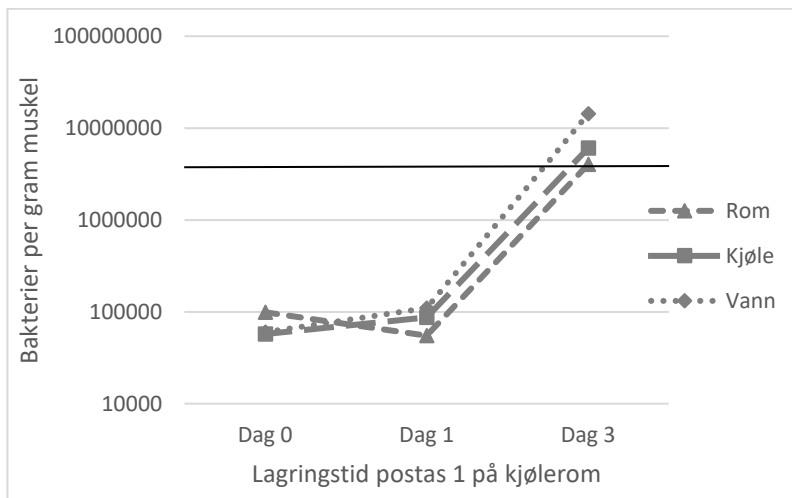


Figur 14 Utvikling i bakteriellinnhold (CFU/g) under kjølelagring (3-4 °C) av utvannet postas-biter fra forsøk 1-3, samt utvannet lombos-biter etter tining. Verdier for bakteriellinnhold for hvert forsøk er basert på et gjennomsnitt av alle tre tinemetoder som ble testet i dette forsøket. Horisontal linje indikerer anbefalt grenseverdi for bakteriellinnhold på 5 millioner per gram.

Sammenligner en bakteriellinnholdet rett etter utvanning med rett etter tining, så var bakterienivået lavere for alle fire grupper etter frysing og tining sammenlignet med rett etter utvanning. Postas fra forsøk 2 hadde CFU/g etter utvanning, med 5,1 millioner per gram muskel. Innholdet av bakterier etter frysing og tining hadde blitt redusert til litt over 200 000. Postas fra forsøk 1 hadde etter utvanning 800 000 CFU/g, mot 72 000 etter frysing og tining. For postas fra forsøk 3 var CFU/g etter utvanning og etter tining på henholdsvis 10 000 og 6000 per gram. Tallene for lombos viste en nedgang fra ca. 2,8 millioner CFU/g etter utvanning til ca. 2,3 millioner etter tining. En forklaring på at CFU/g går ned, kan være at bakterier dør under frysing. En annen forklaring kan være at bakterier fortsatt er i lag-fase (hvilefase) rett etter tining, og trenger tid for å begynne å vokse. Etter ett døgn kjølelagring var CFU/g over dobbelt så høyt som etter tining for postas fra forsøk 3. Forsøk 1 postas økte lite i bakteriellinnhold (CFU/g) fra tining til ett døgn på kjølelager. Postas fra forsøk 2 økte i tilsvarende periode fra 223 000 til ca. 550 000 bakterier per gram, altså en dobling. Dette ble også registrert

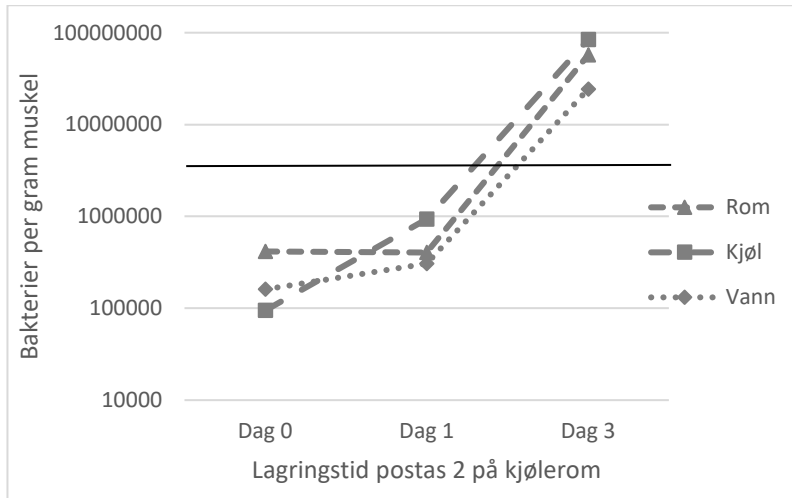
i forsøk 3 postas. Resultatene gir ikke entydige svar på om bakterier har en hvile-fase rett etter tining eller ikke, men at bakterieveksten ikke øker raskt før etter ett døgn lagring på kjølerom.

Figurer 15-18 viser bakterieveksten ved ulike tinemetoder for hver gruppe adskilt. For postas 1 gav tining i vann det høyest bakterieinnholdet etter 3 dager etterfulgt av kjøle- og romtemperaturlagring (Figur 15). Forskjellen var tydelig, der de to sistnevnte hadde et bakterienivå på rundt 5 millioner per gram, mens tining i vann medførte et kimtall på over 14 millioner per gram. Denne trenden ble registrert også etter ett døgn, men ikke rett etter tining. Analysene av mengde sulfidproduserende bakterier (spesifikke forråtnelsesbakterier) viste at kun lombos inneholdt denne type bakterier etter en og tre dagers lagring. Etter ett døgn lagring inneholdt prøver tint på romtemperatur meget lave nivåer (1600 sulfidproduserende bakterier per gram). Prøver analysert etter tre døgn inneholdt ca. 113 000 for prøver tint på kjølerom og 60 000 for biter tint i henholdsvis romtemperatur og vannbad. Ingen av de 120 bitene analysert inneholdt koliforme bakterier som for eksempel *E. coli* (hygieneindikatorer). Det ble identifisert lave nivåer av gjær/sopp i alle analyserte prøver, og det var ingen entydige forskjeller mellom tinemetodene.

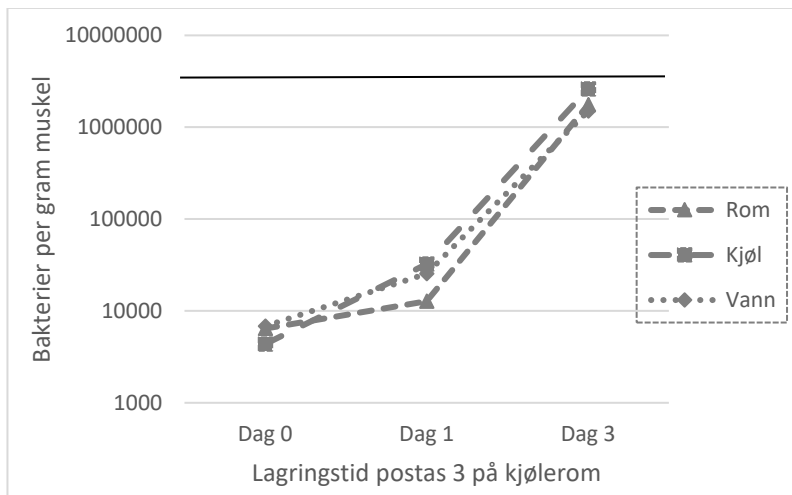


Figur 15 Utvikling i bakterieinnhold under kjølelagring (3-4 °C) av utvannet postas-biter av saltfisk fra gruppe 1 tint i romtemperatur (16-18 °C), på kjølerom (4-5 °C) og i vannbad (6-10 °C). Horisontal linje indikerer anbefalt grenseverdi for bakterieinnhold på 5 millioner per gram.

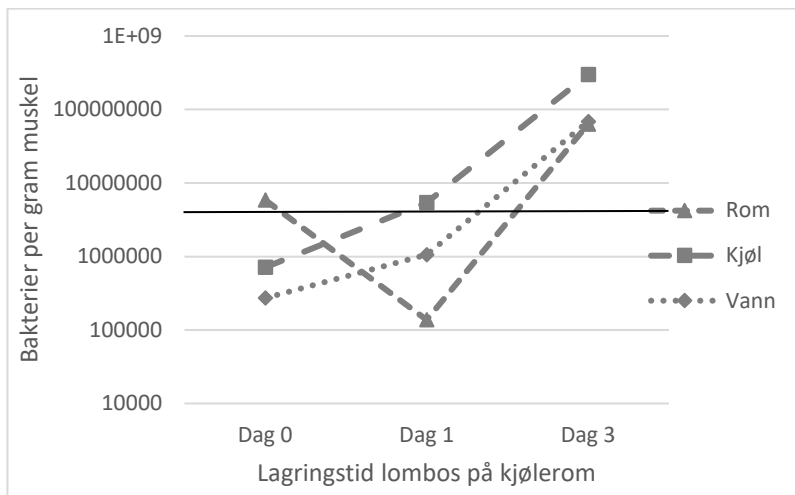
For postas 2 serien gav tining ved kjøletemperatur høyest kimtall, etterfulgt av romtemperatur og vannbad (Figur 16). Dette kommer trolig av at tiden det tar for fisken å tine ved kjøletemperatur er betydelig lengre enn for de to andre metodene. Tilsvarende trend ser en også for postas 3 og lombos gruppen (Figur 18 og 19). Ut fra 3 av 4 forsøk kan de se ut til at tining ved kjøleromtemperatur over 18 timer gir høyere bakterievekst i produktet enn tining ved romtemperatur eller i vannbad, som går på rundt 4 timer.



Figur 16 Utvikling i bakterieinnhold under kjølelagring (3-4 °C) av utvannet postas-biter fra gruppe 2 tint i romtemperatur (16-18 °C), på kjølerom (4-5 °C) og i vannbad (6-10 °C). Horisontal linje indikerer anbefalt grenseverdi for bakterieinnhold på 5 millioner per gram.



Figur 17 Utvikling i bakterieinnhold under kjølelagring (3-4 °C) av utvannet postas fra gruppe 3 tint i romtemperatur (16-18 °C), på kjølerom (4-5 °C) og i vannbad (6-10 °C). Horisontal linje indikerer anbefalt grenseverdi for bakterieinnhold på 5 millioner per gram.



Figur 18 Utvikling i bakterieinnhold under kjølelagring (3-4 °C) av utvannet lombos-biter tint i romtemperatur (16-18 °C), på kjølerom (4-5 °C) og i vannbad (6-10 °C). Horisontal linje indikerer anbefalt grenseverdi for bakterieinnhold på 5 millioner per gram.

4.9 DOKUMENTASJON AV RENGJØRING AV KORGER VED BRUK AV AUTOMATISK ELLER MANUELL VASK

Resultatene fra test 1 viste at ATP-målerne gir ulike nivåer som gjør at de to instrumentene ikke kan sammenlignes direkte. For Systemsure indikerer verdier under 5 RLU akseptabel rengjøring, mens tilsvarende for Lumitester er 400 RLU. Gjennomsnittet av 16 korgene, hovedsakelig fra utvanning i forsøk 3, viste at korgene var ganske rene før vask (Tabell 15). Unntaket var kasse 13-16. Det var en del spredning i ATP-målinger både før og etter vask, noe som er naturlig siden et definert område som måles kan ha ulike grad av smuss. Gjennomsnittet før og etter vask, på respektive 631 RLU mot 85 RLU viser god og tilfredsstillende effekt av kassevaskeren. Også for det som ble vurdert som skitne korgene (nr. 13-16) gikk ATP-målingene ned fra ca. 900-4000 RLU til 50-180 RLU etter vasking (resultater fra Lumitester).

Tabell 15 ATP-målinger av korgar brukt til utvanning, før og etter automatisk vask i kassevasker.

	Systemsure	Systemsure	Lumitester	Lumitester
Korg nr.	Før vask	Etter vask	Før vask	Etter vask
1	6	0	77	4
2	3	0	20	47
3	16	0	103	113
4	14	0	68	76
5	1	0	269	75
6	5	0	146	123
7	27	2	59	59
8	13	0	93	100
9	---	0	---	76
10	---	0	---	92
11	---	0	---	57
12	---	0	---	187
13	12	0	913	58
14	61	0	3846	47
15	16	0	911	61
16	10	0	1063	179
Gjennomsnitt	15±16	0±0,5	631±1085	85±48

Resultatene fra ATP-målinger av manuelt vaskede korgar viste tilfredsstillende verdier. Gjennomsnittsverdien var lavere enn for automatisk vaskede korgar, men tallene kan ikke sammenlignes direkte fordi det ikke er de samme korgene i begge testene. Likevel viser tallene at begge typer vask gir akseptabel renhold, men at automatisk vask går betydelig raskere (20 sekunder) enn manuell vask som ble anslått til flere minutter per korg.

Tabell 16 ATP-målinger av korger brukt til utvanning, etter manuell vask i såpe og desinfisering.

Korger frå utvanning	Systemsure	Lumitester
Korg nr.	Etter vask	Etter vask
1	6	55
2	0	27
3	6	29
4	9	31
5	8	34
6	3	66
7	2	23
8	5	43
Gjennomsnitt	5	39
Standardavvik	3	15

Kassevaskeren gav god rengjøring av relativt skitne korger fra rødfiskproduksjon (Tabell 17), med et gjennomsnitt på 42 RLU for 8 korger.

Tabell 17 ATP-målinger av korger brukt til rødfiskproduksjon etter automatisk vask.

Korger fra rødfiskproduksjon	Systemsure	Lumitester
	Etter auto vask	Etter auto vask
1	0	44
2	0	44
3	0	49
4	0	68
5	0	25
6	0	4
7	0	65
8	0	36
Gjennomsnitt	0	42
Standardavvik	0	21

Det ble tatt ut fire skitne korger fra rødfiskproduksjon som ble analysert før og etter vask. Gjennomsnittlig ATP-verdi før automatisk vask på 1372 RLU ble redusert til 106 RLU etter vask (Tabell 18). Dette viser at kassevaskeren gir god rengjøring også for kasser som skitne.

Tabell 18 ATP-målinger av korgar brukt til rødfiskproduksjon før og etter automatisk vask.

Brune korgar fra rødfiskproduksjon	Systemsure	Systemsure	Lumitester	Lumitester
	Før vask	Etter vask	Før vask	Etter vask
1	20	0	1788	49
2	13	0	1508	89
3	61	0	738	46
4	71	0	1454	238
Gjennomsnitt	41	0	1372	106
Standardavvik	29	0	447	90

Gjennomsnittlige ATP-målinger for begge instrumentene i test 2 viste at korgene var over anbefalte grenseverdier (5 for Systemsure og 400 for Lumitester) før vask av korgene i kassevaskeren. Etter automatisk vask var verdiene godt innenfor grenseverdiene, noe som viste at kassevaskeren gav meget god rengjøring basert på ATP- målinger (Tabell 19).

Tabell 19 ATP-målinger av korgar brukt til utvanning, før og etter automatisk vask. N=8 for hver av de to ATP-målerne Lumitester og Systemsure

Korg nr.	Lumitester	Lumitester	Systemsure	Systemsure
	Før vask	Etter vask	Før vask	Etter vask
1			19	0
2			4	0
3			5	0
4			5	0
5			3	0
6			11	0
7			8	0
8			9	0
9	1534	26		
10	1178	46		
11	945	17		
12	1432	48		
13	2126	29		
14	1000	22		
15	774	33		
16	1088	57		
Gjennomsnitt	1259,6±429,9	34,8±14,1	8,0±5,2	0±0

ATP-målinger for begge instrumentene viste at korgene var over anbefalte grenseverdier før manuell vask (5 for Systemsure og 400 for Lumitester). Disse korgene var betydelig mer skitne

enn korgene som ble vasket med kassevaskeren (verdier på ca. 25 000 RLU mot 1260 RLU for korgene før automatisk vask). Etter manuell vask var verdiene godt innenfor grenseverdiene som viste at også manuell vask gav meget god rengjøring basert på ATP- målinger (Tabell 20).

Tabell 20 ATP-målinger av korgene brukt til utvanning, før og etter manuell vask. N=8 for hver av de to ATP-målerne Lumitester og Systemsure

	Lumitester	Lumitester	Systemsure	Systemsure
Korg nr.	Før vask	Etter vask	Før vask	Etter vask
1			1	1
2			41	16
3			21	0
4			1	1
5			15	1
6			24	2
7			4041	2
8			5146	3
9	1841	12		
10	897	53		
11	5744	21		
12	984	8		
13	8410	25		
14	105	7		
15	13899	50		
16	170071	37		
Gjennomsnitt	25243,9	26,6	1161,3	3,3
Standardavvik	58710,2	18,2	2139,0	5,2

Testene viste at en automatisk vask av korgene brukt til utvanning av saltfisk gir tilfredsstillende rengjøring etter kun 20 sekunder i maskinen. Manuell vask gir like god eller litt bedre rengjøring enn kassevaskeren, men vaskeprosedyren tar betydelig lengre tid med flere arbeidsoperasjoner, samt ugunstige arbeidsstillinger.

5 HOVEDFUNN

- Optimalt utstyr og system for automatisert styring av utvanningsprosessen fungerte godt i utvalgte oppsett med saltfisk lombos i forhold ca. 800 kg fisk til 8500 liter vann.
- Både lombos og postas ble vannet ut på rundt 72 timer (2,5-3 % saltinnhold), men riktig utvanningstid avhenger av markedskrav og kundepreferanser.
- Bruk av høyere vanntemperaturer enn 8 °C i første syklus (første døgn) anbefales ikke på grunn av betydelig risiko for høy bakterievekst. Resten av utvanningen bør gjennomføres med vanntemperaturer på maksimum 2-4 °C.
- Bruken av sjøvann i første syklus (24 timer) reduserte utskillelsen av salt med 14-39 % sammenlignet med bruk av ferskvann. Sjøvann kan likevel brukes det første døgnet siden forskjellen i endelig saltinnhold etter tre døgns utvanning var liten.
- Resultatene viste at ferskvannsforbruket kan reduseres med minst 20 % ved å bruke sjøvann, uten at kvaliteten på fisken eller utvanningstiden endres nevneverdig. I tillegg ser utbyttet etter utvanning av lombos ut til å bli litt høyere ved bruk av sjøvann. Dette ble ikke registrert for postas.
- Kartlegging av automatisk vask av korger med kassevasker viste at korger kan vaskes på under 20 sekunder. Dette gjelder også korger som var relativt skitne. ATP-målinger viste at manuell vask gav minst like god vask som automatisk vask, men at en sparte betydelig tid ved å gå over til automatisk vask.
- Tining av postas går raskest i vannbad på rundt 7-10 °C eller i romtemperatur, med en tiningstid på 3-4 timer mot kjøleromstining på 18 timer.
- Bakterieinnholdet etter utvanning av postas og lombos påvirker i stor grad holdbarheten på produktene etter frysing og tining. Produkter med bakterieinnhold opp mot maksimalt tillatt nivå etter utvanning, bør spises rett etter frysing og tining. Produkter med lavt bakterieinnhold kan ha en holdbarhet på inntil tre dager i kjøleskap etter tining.

6 REFERANSER

- Akse, L, Joensen, S., Olsen, J-V., Carlehög, M. og Skjerdal, T. (2000). Utvanning av klippfisk. Sammenligning av utvanningsmetoder. Fiskeriforskningsrapport 16/2000.
- Bjørkevoll, I., Stangeland, J., Ageeva, T. og Lorentzen, G. (2018a). Fremtidens konsumprodukter av norsk salt- og klippfisk. Storskala utvanningsforsøk med lombos og postas. Møreforskningsrapport MA 18-10. Rapportering fra NFR- prosjekt nr 256467.
- Bjørkevoll, I., Hellevik, A.H., Stangeland, J., Ageeva, T. og Lorentzen, G. (2018b). Fremtidens konsumentprodukter av norsk salt- og klippfisk. Småskala utvanningsforsøk med biter av salt- og klippfisk. Møreforskningsrapport MA 18-3. Rapportering fra NFR- prosjekt nr 256467.
- Bjørkevoll, I., Olsen, R. L. and Skjerdal, O. T. (2003). Origin and spoilage potential of the microbiota dominating genus *Psychrobacter* in sterile rehydrated salt-cured and dried salt-cured cod (*Gadus morhua*). International Journal of Food Microbiology 84. 175-187.
- Bjørkevoll, I., Olsen, J-V. and Olsen, R. L. (2004). Rehydration of salt-cured cod using injection and tumbling technologies. Food Research International 37, 925-931.
- Bjørkevoll, I. (1999). Mikrofloraen i utvatna saltfisk. Fiskerikandidatoppgave i næringsmiddelkemi, Universitetet i Tromsø.
- Egeness, F.-A., Pley, I.E., Lopane, A. R. (2015). Klippfisk i Brasil. Norsk klippfisk i Brasil. Markedsendringer i et viktig klippfiskmarked. Rapport 2/2015, Nofima, Tromsø.
- Fjørtoft, K. L., Nystrand, B. T. (2017). Produkt- og markedsutvikling for klippfisk i Brasil-Møreforskningsrapport nummer MA 17-06.
- Ree, S. (1985). Konvensjonell produksjon. Noen forsøk med utvanning og etterfølgende kjølelagring av klippfisk. Arbeidsnotat Fiskeridirektoratets kontrollverk, Tromsø.
- Rismo, T. /2023). Personlig meddelelse/Norges Sjømatråd.
- Rivero, J. (2018). Personlig meddelelse.
- Rode, T. M., Rotabakk, B. T., Skuland, A. V., Øverby, L. og Sørheim, O. (2019). Framtidens konsumprodukter av norsk salt- og klippfisk H02. Pakketeknologi og holdbarhet. Nofima rapport 3/2019. Rapportering fra NFR- prosjekt nr 256467.
- Sperre, Arne (2023). Personlig meddelelse.
- Sperre, Inger-Marie (2015). Personlig meddelelse.



MØREFORSKING AS
Postboks 5075
6021 Ålesund
TEL +47 70 11 16 00
www.moreforsk.no
NO 991 436 502
