

Saltinnhold i sild

Hvordan saltinnholdet i sild kan endres under fangst og fangsthåndtering



Foto: Frank Gregersen

Nofima er et ledende matforskningsinstitutt som driver med forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien. Vi leverer internasjonal anerkjent forskning og løsninger som gir næringslivet konkurransefortrinn langs hele verdikjeden.

«Bærekraftig mat til alle» er vår visjon.

Kontaktinformasjon

Telefon: 77 62 90 00

post@nofima.no

www.nofima.no

NO 989 278 835 MVA



Hovedkontor Tromsø

Muninbakken 9–13

Postboks 6122

NO-9291 Tromsø



Stavanger

Måltidets hus

Richard Johnsensgate 4

Postboks 8034

NO-4068 Stavanger



Sunnalsøra

Sjølsengvegen 22

NO-6600 Sunndalsøra



Ås

Osloveien 1

Postboks 210

NO-1433 ÅS



Bergen

Kjerreidviken 16

Postboks 1425 Oasen

NO-5844 Bergen

Rapport

<i>Rapportnummer:</i> 8/2023	<i>ISBN:</i> 978-82-8296-743-3	<i>ISSN:</i> 1890-579X
<i>Dato:</i> Endret 20. juni 2023 (utgitt 27.03.23)*	<i>Antall sider + sider vedlegg:</i> 15 + 0	<i>Prosjektnummer:</i> 13927
<i>Tittel:</i> Saltinnhold i sild – Hvordan saltinnholdet i sild endres under fangst og fangsthåndtering		
<i>Title:</i> The salt content in herring		
<i>Forfatter(e):</i> Kristin Beate Hansen, Stein Harris Olsen og Margrethe Esaiassen		
<i>Avdeling:</i> Sjømatindustri		
<i>Oppdragsgiver:</i> Sjømat Norge		
<i>Eksternt prosjektnummer/Oppdragsgivers ref.:</i> -		
<i>Stikkord:</i> Sild, fangsthåndtering, saltinnhold		
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> I Brasil er det satt en grenseverdi for hvor mye salt som aksepteres i naturell sild, 134 mg natrium per 100 g fillet. Sammenlignet med verdier for saltinnhold som finnes i litteraturen, og målinger som er gjennomført rutinemessig i Norge, er denne verdien lav og vil vanskelig kunne etterleves. RSW (kjølt sjøvann) er en hurtig og hensiktsmessig kjølemetode for store fangster slik som sild. Men, dersom fisken lagres i RSW etter fangst, kan den ta opp salt fra kjølemediet. En annen faktor som også kan øke saltinnholdet i sild, er stress. Dersom silda påføres stress, slik som skjer under fangst, vil saltkonsentrasjonen i blodet øke. Samlet sett synes det som om grenseverdien for saltinnhold satt i Brasil, er urealistisk å oppnå med tanke på hvordan fangsten håndteres i norske pelagiske fiskerier. * Side 9, andre avsnitt, gammel tekst " januar 2018 til januar 2022", ny tekst "...januar 2018 til januar 2023..." Side 10, første avsnitt er 357 endret til 358 (antall prøver figur 4 er basert på) Alle FLN-forkortelser er endret til TVN Norsk vårgytende har fått inn forkortelsen NVG		
<i>English summary/recommendation:</i> Brazil has an upper limit of how much salt is accepted in natural fish, 134 mg sodium per 100 g fillet. This value is considered to be too low when compared to values referred in literature and salt measurement series that are routinely carried out in Norway. In commercial pelagic fisheries, cooling down the catch in RSW (refrigerated sea water) is common practice. This is a very important step to preserve the quality of the fish, so it can be sold to the consumption market. When dead fish is submerged in seawater, it will absorb some salt. The stress applied to the fish during catch and handling, can increase the salt content in the blood of the herring. The maximum salt content limit as regulated in Brazil seems to be unrealistically low, taking into account conditions and common practice in commercial fisheries.		

Forkortelser

CSW - Avkjølt sjøvann (Chilled Sea Water)

TVN - Totalt flyktig nitrogen

Na⁺ - Natrium

NaCl - Vanlig salt (Natriumklorid)

NVG - Norsk vårgytende

RFW - Kjølt ferskvann (Refrigerated Fresh Water)

RSW - Kjølt sjøvann (Refrigerated Sea Water)

Innhold

1	Innledning	1
2	Prosjektgjennomføring	2
3	Saltinnhold i sild	3
3.1	Naturlige variasjoner i saltinnhold	3
3.2	Saltregulering i levende sild	3
4	Fangst og fangsthåndtering – innvirkning på saltinnhold	4
4.1	Fangst	4
4.1.1	Pelagisk tråling	4
4.1.2	Snurpenot	4
4.2	Lasting og lossing av fangsten	5
4.3	Kjøling	5
4.3.1	Saltopptak i fisk under lagring i RSW	6
4.3.2	Kjøling i forhold til alternativ kommersiell bruk av fangsten	7
5	Hvordan prøvetakningen påvirker resultatene	8
5.1	Prøvetakning og metoder for saltinnhold i sild utført i Norge og i Brasil	8
5.2	Analysen av råstoff som gikk til mel og olje	8
6	Diskusjon	12
7	Konklusjon	13
8	Referanser	14

1 Innledning

Atlantisk sild (*Clupea harengus*), også kjent som havets sølv, er en viktig ressurs i Norge. Den er en viktig matfisk, og store deler av det som landes eksporteres (Norges Sjømatråd, 2023; Pethon & Nyström, 2019). Brasil er et av landene som importerer sild fra Norge. Det har imidlertid vært noen utfordringer ved eksport til Brasil som gjelder saltinnhold. I 2017 satte Brasil en grenseverdi for salt, målt som mengde Na^+ , på 134 mg/100 g naturell fisk. Norske eksportører av sild og andre pelagiske arter opplever ofte at det måles saltinnhold over 134 mg/100 g. Dersom brasilianske myndigheter finner at innholdet av Na^+ overstiger grenseverdien, må partiet enten destrueres eller returneres. Denne grenseverdien synes å være urimelig lav, og skaper problemer for eksport av sild og pelagisk fisk til Brasil, særlig rundfrossen naturell sild. Det er derfor behov for gjennomgang av litteratur og annen dokumentasjon som viser innhold av salt i naturell sild, samt hvordan saltinnholdet påvirkes av naturlige variasjoner, fangst- og lagringsbetingelser.

I denne rapporten er det sett på følgende:

- Naturlig saltinnhold i levende sild
- Sildas osmoseregulering under og etter stress
- Påvirkninger av saltinnhold ved fangsthåndtering
- Metoder for prøvetakning

2 Prosjektgjennomføring

Det ble først gjennomført et litteratursøk for å undersøke hva som var dokumentert i forhold til saltinnhold i sild i tidligere studier. Både forskningsrapporter og vitenskapelige artikler ble gjennomgått. I tillegg var Havforskningsinstituttet, Sjømat Norge og Sildesalgslaget behjelpelig med informasjon.

Sildesalgslaget og Biolab bidro med data fra analyser som var gjort på saltinnhold i Nordsjøsild og Norsk vårgytende (NVG)-sild i Norge i 2018 til 2022. Totalt ble 868 prøver gjort tilgjengelig for dette arbeidet. Dataene ble bearbeidet og visualisert ved bruk av Microsoft Excel. Ved å benytte Aspen Unscrambler™ versjon 11.0, ble det kjørt PLS-analyse (Partial Least Square Regression) med Martens Uncertainty Test (Martens & Martens, 2001) for å se om temperatur i råstoffet ved lossing, konserveringsmetode om bord, størrelse på fangsten, og dager lagret i RSW, hadde innvirkning på saltinnholdet i silden.

3 Saltinnhold i sild

3.1 Naturlige variasjoner i saltinnhold

I et rådgivningsnotat fra Torry Research Station (Murray & Burt, 1969) er det en forenklet oppsummering av den kjemiske sammensetningen til mer enn 50 arter fisk og skalldyr som ble landet i eller importert til Storbritannia. Det gjennomsnittlige saltinnholdet for alle artene er oppgitt å være **72 mg Na⁺/100 g**, med en variasjon fra **30 til 134 mg Na⁺/100 g** fisk. Murray & Burt (1969) understreker dog at det oppgitte mineralinnholdet kun kan oppfattes som en grov guide, at det ikke kan betraktes som detaljert analyse for individuelle arter.

Sidwell et al. (1977) oppsummerte data fra 128 arbeider på blant annet analyse av natrium i 161 vanlige marine arter. De viste til store variasjoner av målte verdier innenfor samme art og rapporterte at variasjonen i saltinnhold for sild var mellom **49 og 183 mg Na⁺/100 g** fisk, med et gjennomsnitt på **103 mg Na⁺/100 g** fisk. Sidwell et al. (1977) viste til at de store variasjonene i natriuminnholdet dels kan skyldes at det var brukt ulike metoder for å bestemme saltinnholdet, samt at variasjoner av mineralene også kan skyldes alder, størrelse, kjønn og årstidsvariasjoner.

Havforskningsinstituttet (HI) gjennomførte analyser av saltinnhold i muskel (filet) hos sild i 2020 (NIFES, 2023). De målte en snitt på **103 mg Na⁺/100 g** sildefilet (N=121). Laveste måling var på **51 mg Na⁺/100 g** og høyeste måling var på **240 mg Na⁺/100 g**. Dette viser at det kan være stor variasjon i saltinnhold mellom ulike individer.

Fettinnholdet i feit fisk vil variere betydelig gjennom året, og fettinnholdet i sild er oppgitt til å variere mellom 0,4 og 30 % (Murray & Burt, 1969; Sidwell et al., 1974; Sikorski, 1990; Slotte, 1999). Summen av vann- og fett er imidlertid relativt stabil på cirka 80 % gjennom hele året. Etter som salt er vannløselig og ikke fettløselig vil det derfor være til dels betydelige variasjoner i mengde salt per 100 g fisk, avhengig av sesong.

Saltinnholdet vil også variere etter hvor i fisken man tar prøven. Eksempelvis er det høyere saltkonsentrasjon i hodet, rundt gjellene og i de deler av fisken der det er lite fett (Olsen et al., 2012; Tenningen et al., 2012; Wu et al., 2022).

3.2 Saltregulering i levende sild

Fisk har ulike strategier for hvordan de håndterer saltbalansen i miljøet de lever i. Marin fisk lever i en saltkonsentrasjon som er cirka tre ganger høyere enn deres indre saltinnhold. Uten mekanismer for å holde den indre saltkonsentrasjonen lavere enn i det ytre miljøet, ville ikke fiskene overlevd.

Når marin fisk drikker sjøvann vil natrium- og kloridioner tas opp fra sjøvannet og til blodet gjennom spiserøret, hvor de blir transportert til gjellene for utskilling tilbake til havet. Fisken respirerer også over gjellene, og når fisk øker aktivitetsnivået prioriteres respirasjon og ikke utskillelse av salt. Når økt aktivitetsnivå er avsluttet må fisken bruke tid på å hente seg inn, og gjenopprette vann-salt balansen ved å kvitte seg med overflødig saltioner. Slik økt aktivitetsnivå kan for eksempel være påført stress i forbindelse med fangstoperasjonen (Farrell, 2011).

4 Fangst og fangsthåndtering – innvirkning på saltinnhold

Som nevnt vil det være store naturlige variasjoner i saltinnholdet i sild, og fangstoperasjonen medfører stress som igjen kan påvirke det naturlige saltinnholdet i kroppen. I tillegg vil lagring i sjøvann også påvirke saltinnholdet. Om fisken blir liggende i sjøvann lenge nok etter at den er død, vil den indre saltkonsentrasjonen gå mot likevekt med omgivelsene, i og med at en død fisk ikke skiller ut salt til omgivelsene. Saltkonsentrasjonen i silda vil derfor tilnærme seg saltmengden i sjøvannet, ut over i lagringstiden.

4.1 Fangst

4.1.1 Pelagisk tråling

Varigheten på trålingen er ofte rundt to timer. Dersom fisken står tett kan trålingen være gjort på 10–20 minutter, men om fisken står mer spredt kan det tråles i opptil fem timer før fangsten pumpes ombord (Burt et al., 1992; "Kvalitetshåndbok for pelagisk fisk," 2011). Under tråling av sild, er det observert at fisken svømmer iherdig og at de kolliderer med både trålposen og andre fisker. Dette fører til at fisken blir stresset og utmattet. Det fører også til skjelltap og skader på laget med både mucus og skinn. (Olsen et al., 2012; Suuronen et al., 1996). Det er betydelig høyere dødelighet under fangst ved bruk av trål i forhold til snurpenot. Dette kommer både av at fisk blir utmattet i forsøk på å komme seg unna trålen, men også på grunn av at fisk som klemmes sammen bak i trålposen får problemer med respirasjon, om det ikke er plass til å bevege gjellelokket. Fisk som dør i redskapet i den tidlige fasen av trålingen kan rekke å ta opp noe salt før trålingen avsluttes (Digre & Hansen, 2005). Både stress og skader på skinn/skjell kan påvirke saltmengde og saltopptak under lagring.

4.1.2 Snurpenot

Ved bruk av snurpenot omringes fiskestimen av nota, før bunnen av nota snurpes sammen. Denne prosessen regnes som en meget skånsom fangstprosess. Påkjønning for fisken begynner når nota snurpes sammen for å trenge fisken, for at fangsten enkelt og effektivt skal kunne pumpes om bord. Grad av tetthet for fisken under trengingen og hvor lenge fisken er trengt, varierer ut fra størrelse på fangst og kapasitet på fartøy. Under trengingen står fiskene ofte så nært hverandre, at vannet rundt fisken blir oksygenfattig. Dette stresser fisken og mange dør om trengingen er hard og varer over tid. Hard trenging og lang trengetid kan påføre fisken et betydelig skjelltap. Ved store fangster varer trengingen gjerne over én time. Under trenging er det observert dødelighet allerede etter 10 minutter (Huse & Vold, 2010; Tenningen et al., 2012; Tveit et al., 2017). I forsøk der silda ble trengt sammen i nota og deretter fikk restituere seg, viste blodprøvene at det var forhøyede verdier med saltioner i flere dager etter trengingen (Tenningen et al., 2012).



Figur 1 Fiske med ringnot (Foto: Bruno Barracuda)

4.2 Lasting og lossing av fangsten

Fisken pumpes fra redskapet og om bord i båten. Når det pumpes fisk fra not, er vanligvis det meste av fisken levende i de første minuttene av pumpingen. Etter hvert som tiden går under lastingen, registreres det en økende andel med død fisk i nota. Hvor skånsom pumpeprosessen er, avhenger av utforming av pumpen, fangstvolum og trengningsgrad. Både pumpekapasitet, pumpetrykk, pumpehastighet, løftehøyde, diameter på pumpe og pumpeslanger, vinkler på bend som fisken skal gjennom, kan påføre fisken skader. Det er ikke uvanlig med ulike blodfeil (bloduttredelse i muskelen i større eller mindre grad), slag og klemskader som følge av lasting og lossing av fangsten (Heia et al., 2013; Roth et al., 2013). Fisk som overlever fangst og pumping, dør når den kommer i kjøletanken. Ved levering pumpes fisken fra båten og til fiskemottaket (Aursand et al., 2012; Tveit et al., 2017). Det er ikke kjent at pumping har effekt på saltinnholdet på fisken annet enn at levende fisk blir stresset i prosessen. Ved mer alvorlige skader på fisken under lasting og lossing, kan det dannes områder på fisker der salt fra sjøvannet lettere kan trenge inn under påfølgende kjøling i sjøvann.

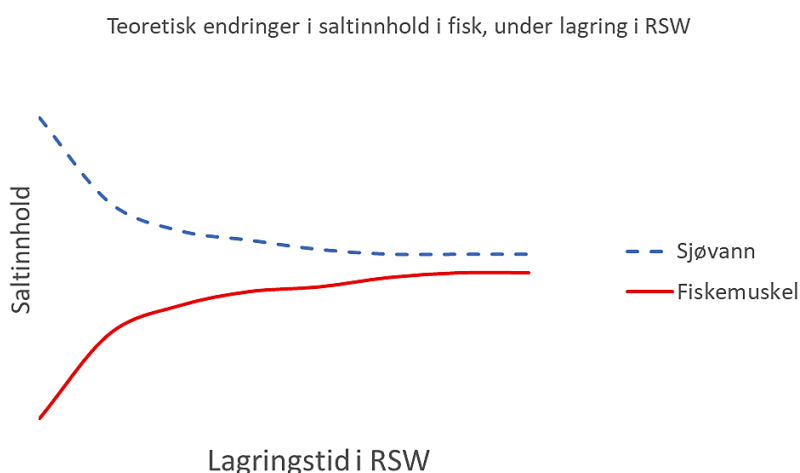
4.3 Kjøling

Det er viktig å ha hurtig nedkjøling av fangsten etter at fisken er lastet om bord i fartøyet, for å sikre best mulig kvalitet og holdbarhet fram til prosessering (Burt et al., 1992; Mallikage, 2001; Nielsen & Hyldig, 2004). Konsumfisk skal under 3 °C innen 6 timer etter fangst og videre til under 0 °C innen 16 timer (Norges sildesalgslag, 2022). Fangstene er ofte oppe i 50–100 tonn, og det er ikke uvanlig at temperaturen er opp mot 8–10 °C når fangsten tas om bord. Det er energikrevende å kjøle ned slike mengder til rundt 0 °C. For å klare kravene brukes i hovedsak RSW (Refrigerated Sea Water) i de norske sildefiskeriene. Saltet i sjøvannet medfører at man kan kjøle ned vannet til under 0 °C, noe som gir et godt utgangspunkt når man skal senke temperaturen i fangsten så raskt som mulig.

Enkelte fartøy bruker CSW (Chilled Sea Water) som er sjøvann blandet med is, eller RFW (Refrigerated Fresh Water) som er kjølt ferskvann på enkeltfangster på sild og i kjølelagring av andre pelagiske arter. På grunn av osmose vil fisk lagret i ferskvann ta opp vann og dermed få lavere saltinnhold mens fisk lagret i sjøvann vil få økt saltinnhold. **Oppholdstiden** i tanken vil påvirke hvor mye salt fisken tar opp fra sjøvannet (Figur 2). Saltinnholdet i CSW vil være litt lavere enn ved bruk av ren RSW, men fisken vil også i CSW ta opp noe salt (Aursand et al., 2012; Mallikage, 2001; Widell & Nordtvedt, 2016).

Fyllingsgraden av fisk i forhold til sjøvann i tankene vil påvirke hvor mye salt som er tilgjengelig for opptak per enhet fisk, noe som kan påvirke saltopptaket og mengde salt i fisken ved lossing av fangsten. Det er vanlig å bruke fyllingsgrad på rundt 60 % fisk og 40 % vann dersom fisken skal til konsummarkedet. Dersom fangsten skal til fiskemel og olje produksjon er det mer vanlig å fylle tankene med 70–90 % fisk. Lavere fyllingsgrad fører til god sirkulasjon av vannet rundt fisken, god nedkjøling og dermed bedre kvalitet. Lavere fyllingsgrad medfører også mer salt tilgjengelig, slik at fisk tenkt til konsummarkedet vil kunne oppnå en høyere saltkonsentrasjon, enn fisk som skal til fiskemel og olje, dersom de ligger like lenge i RSW (Widell & Nordtvedt, 2016).

Saliniteten til RSW er ikke standardisert, men om man ikke tilsetter ekstra salt, vil saliniteten være lik det som er i havet der man tok inn sjøvannet. Er man for eksempel i Bottenvika eller Østersjøen vil saliniteten være lavere, enn om man er i Nordsjøen eller Norskehavet. Saliniteten i Bottenvika er på under 0,5 %, mens det i åpent hav er rundt 3,5 %. Resultater av ulike forsøk har vist at saltinnholdet i baltisk sild var lavere enn i atlantisk sild (Breen, 2003; Hattula et al., 2002; Tahvonen et al., 2000).



Figur 2 Figuren viser en teoretisk tilnærming til endringer av saltinnhold i fiskemuskel og sjøvann, under lagring i RSW. Saltinnholdet både i sjøvannet og fiskemuskel vil nærme seg likevekt ut over i lagringsperioden.

4.3.1 Saltopptak i fisk under lagring i RSW

Hvor raskt fisken tar opp salt og oppnår likevekt med omgivelsene avhenger av lagringstid i RSW samt størrelsen på fisken. Små fisker bruker kortere tid på dette enn større fisker. I tillegg går saltopptaket raskest i begynnelsen, mens forskjellen i saltkonsentrasjon i fisk og vann er størst (Perigreen et al., 1975). Saltopptak er målbar allerede etter få timer i RSW. Saltopptaket under lagringen er ikke jevnt i hele fisken. Den delen av fisken som er nærmest sjøvannet hadde en betydelig høyere konsentrasjon av natrium enn de indre delene av fisken. Forskjellen i konsentrasjon i de ulike delene av fisken er målbar etter kun få timer i RSW, og denne forskjellen blir større gjennom lagringsforløpet (MacLeod et al., 1960).

4.3.2 Kjøling i forhold til alternativ kommersiell bruk av fangsten

Hvordan fisken kjøles vil variere ut fra kommersiell bruk av fangsten. Dersom fisken skal til konsum, er det helt andre kvalitetskrav i forhold til om fisken skal produseres til mel olje. Konsumfisk kontrolleres for temperatur fra fangst til levering. Det er helt avgjørende at det er god nok kjøling om bord, for at fangsten skal være egnet for konsummarkedet. All fisk som skal til konsummarkedet kjøles først om bord på førtøyene, dette gjelder også fisk som prosesseres, pakkes og fryses før videresalg. Dermed må en forvente samme saltinnhold i frossen sild som i fersk sild (Norges sildesalgslag, 2022).

Industrifisken som skal til produksjon av mel og olje kontrolleres for saltinnhold og totalt flyktig nitrogen (TVN) da det er fastsatte grenseverdier for innhold av disse. Grenseverdiene er 0,75 % NaCl/100 g fisk og 31 mg TVN/100 g fisk og overskridelser fører til pristrekk på fangsten. Det gjøres derfor konkrete tiltak for å ikke overskride grenseverdiene for å beholde verdien på fangsten så høy som mulig (Norges sildesalgslag, 2023).

Det er kostbart å holde i gang et RSW-anlegg, og det er mer energikrevende jo lavere temperatur man ønsker på fangsten. Dersom det er industrifisk kan det gjøres besparelser ved å ikke holde temperaturen i fangsten like lav som det er nødvendig å gjøre på konsumfisk. Det tilsettes ofte ferskvann inn i RSW'en for at saltinnholdet i fangsten skal holdes under grenseverdien. Som nevnt tidligere er det også høyere fyllingsgrad i kjøletankene når de fylles med industrifisk, noe som også fører til at det er mindre salt tilgjengelig for opptak i fisken. Saltet i RSW fører til en senere bakteriell vekst i forhold til lagring i RFW. Både forhøyet lagringstemperatur og redusert salinitet under kjøling kan føre til raskere bakterievekst. TVN dannes under bakteriell nedbrytning av nitrogenholdige ekstraktivstoffer og protein i fiskemuskel. Det vil si at etter hvert som dagene går i lagring, og eller at kjølingen er for dårlig, så vil det utvikles mer TVN i silden og verdien på fangsten går ned. Bakterieveksten kan hemmes under lagring av industrifisk ved å tilsette eddik i kjølemediet (Malle & Poumeyrol, 1989; Mallikage, 2001; Widell & Nordtvedt, 2016). Dette kan ikke gjøres på konsumfisk.

5 Hvordan prøvetakningen påvirker resultatene

Resultatene fra prøvetakning og saltbestemmelse vil være påvirket av hvilke metoder som benyttes. I den undersøkte litteraturen er det funnet forskjeller i saltmengde i fisk, ut fra hvilken del av fisken som bearbeides til prøven og hvilken analysemetode som benyttes

Ved klargjøring av prøvematerialet før analyse var den største differansen i det undersøkte materialet, at noen kverner opp hele fisken før analyse, mens andre bruker kun muskelen (fileten) på fisken for analyse. Dette påvirker resultatene da det er langt høyere konsentrasjon av salt i hodet, gjellene, buken og innvoller, enn det er i selve fileten. (Wu *et al.*, 2022). Egerton *et al.* (2020) undersøkte saltinnholdet i 3 arter fisk, der sild var en av dem. De fryste umiddelbart ned fiskene til -20 °C om bord på fartøyet. I deres undersøkelse ble hele fisken homogenisert før saltinnholdet ble analysert. De målte 218 mg Na⁺/100 g fisk. Da Havforskningsinstituttet (HI) gjennomførte analyser av saltinnhold i muskel (filet) hos sild i 2020 (NIFES, 2023), målte de et snitt på 103 mg Na⁺/100 g filet. HI målte mengde natrium i fileten ved å bruke ICP-MS analyse. Dette er en spektrometrisk metode. Dette viser at det kan være en betydelig forskjell på om man måler saltinnhold i hele fisken eller om det kun er enkelte deler av fisken som analyseres.

5.1 Prøvetakning og metoder for saltinnhold i sild utført i Norge og i Brasil

Det finnes flere organisasjoner som utvikler analysemetoder. Både Biolab (Nofima, Bergen), som analyserer prøver i Norge, og Brasils myndigheter, benytter metoder utviklet av "Association of Analytical Communities (AOAC)". Organisasjonen er en uavhengig utvikler av analysemetoder og på www.AOAC.org kan man søke opp og finne de aktuelle metodene.

I Brasil har Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Departementet for landbruk, husdyr og forsyning) bestemt hva som skal prøvetas og hvilke metoder som skal følges. Disse er beskrevet i «Métodos Oficiais para Análise de Produtos de Origem Animal» (Offisielle metoder for analyse på produkter med animalsk opprinnelse). Kapittel 5 beskriver prøvetakning av fisk og produkter med fisk, og i punkt 5.24 står det hvilken metode som skal benyttes ved analyse av konsentrasjon av natrium i fisken. De preparerer prøvene ved å følge AOAC 937,07. Her renses fisken for bestemte deler, før prøvene skjæres ut. De utvalgte prøvene fra fisken kvernes, før natriuminnhold i muskel bestemmes i henhold til metoden beskrevet i AOAC 969,23.

Det var ikke mulig å få tak i historiske analyseresultater utført på norsk sild i Brasil for å få et større bilde på hvilket saltinnhold som måles i fisken der, men vi fikk analyseresultatene fra en enkel konkret sak. Frossen naturell sild eksportert fra Norge ble målt til å inneholde 169 mg natrium/100 g filet. Importør ba dermed om en ny analyse av det samme partiet og det nye prøveresultatet viste 213 mg/100 g filet.

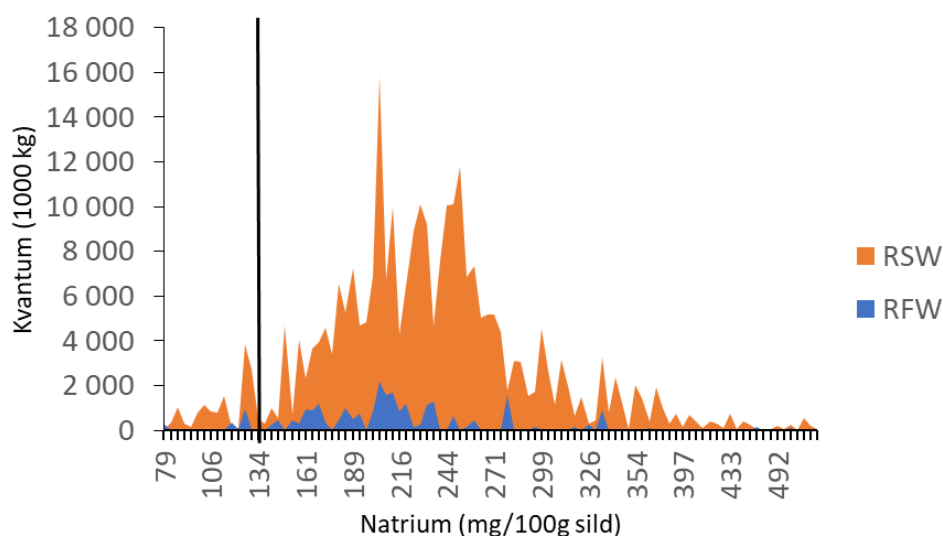
I Norge følges Rundskriv 14/14: Retningslinjer for råstoffkontrollen og instruks for prøvetakning. Her beskrives hva som skal tas prøve av, og hvordan uttak av material til prøve skal foregå. Det er kun pelagisk fisk som går til produksjon av mel og olje som skal kontrolleres i henhold til denne. Biolab analyserer prøver ved bruk av metode AOAC 937,09, her analyseres prøvene for natriumklorid (NaCl) også kjent som vanlig salt. I Norge mottar Biolab en kvernet fiskemasse bestående av hele fisk, med hode, innvoller, skinn, bein og finner. Det er i dag ingen rutinemessig kontroll på saltnivå i naturell sild som går til konsummarkedet.

5.2 Analyser av råstoff som gikk til mel og olje

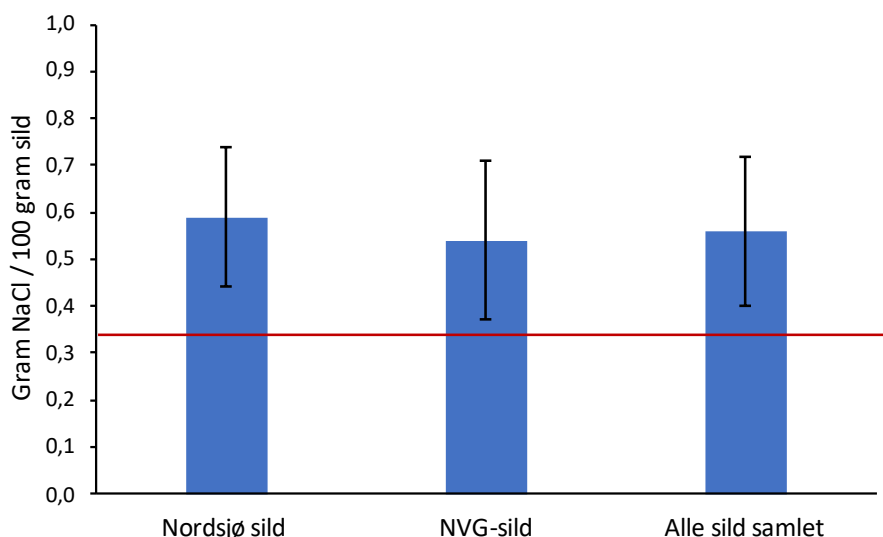
Det er altså to ulike metoder som benyttes for analyse. Metode for prøvetakning som benyttes på industrifisk i Norge kan gi noe høyere verdier på saltinnhold, enn metoden som benyttes på prøver av konsumfisk i Brasil. I tillegg vil forskjeller i fangsthåndtering og kjøling av konsumfisk kunne føre til at

den inneholder noe mer salt, enn det industrifisken gjør. Vi har undersøkt analyser utført på industrifisk. Selv om resultatene ikke er direkte sammenlignbare, gir de likevel en god pekepinn på nivåer av salt man kan forvente også i konsumfisk.

Biolab analyserte innhold av salt i 868 fangster av NVG-sild og Nordsjø-sild fra januar 2018 til januar 2023 (Basert på data fra Sildesalgslaget og Biolab). Av disse var 751 fangster kjølt med RSW og 82 fangster kjølt med RFW. Fangster registrert kjølt med andre metoder (35 stk) ble ikke tatt med. Resultatene er vist i Figur 3 og den viser landet kvantum fordelt på saltinnhold i fisken. Grenseverdien satt i Brasil er markert med en sort linje, der kun fangstene til venstre for streken ville vært innenfor grenseverdien. De aller fleste fangstene ville vært avvist, og selv de fleste fangstene som også var rapportert inn som kjølt i ferskvann, hadde for høyt saltinnhold.



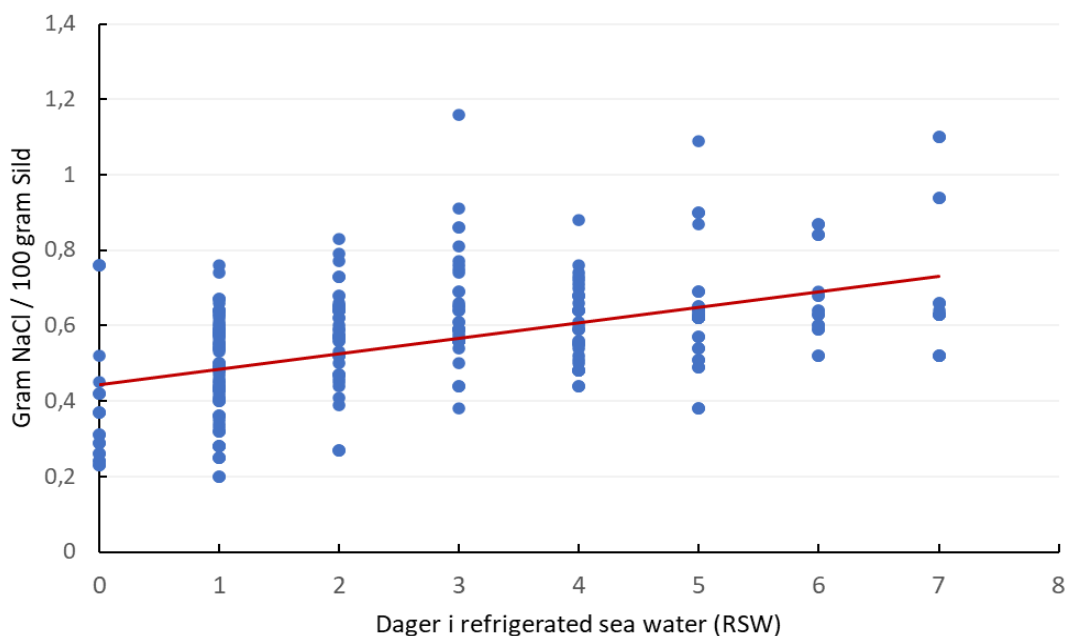
Figur 3 Kvantum industrisild som var kjølt i RSW (oransje) og RFW (blå) som var landet fra 2018 til 2023, fordelt på innhold av natrium i fangsten. Brasils grenseverdi på 134 mg/100 gram filet, er markert med en sort linje.



Figur 4 Gjennomsnittlig saltinnhold (gram NaCl per 100 gram fisk) i sild levert til produksjon av fiskemel og olje i 2022. Grenseverdi på saltinnhold i Brasil er lagt inn med rød linje.

I 2022 ble det gjort 225 analyser på NVG-sild og 133 analyser på Nordsjø-sild, til sammen 358 analyser (Basert på data fra Sildesalgslaget og Biolab). Resultat fra disse analysene er vist i Figur 4. Den røde streken i figuren viser Brasils grenseverdi på 0,134 gram Natrium (Na^+) omregnet til mengde NaCl per 100 g fisk; 0,335 g. Som det framkommer av figuren er gjennomsnittsverdien for all sild, både Nordsjø-sild og NVG-sild klart over Brasils grenseverdi. De lavest målte verdiene var kun litt under grenseverdien (hhv 0,25 % og 0,2 % for Nordsjø-sild og NVG-sild), mens det det gjennomsnittlig var 0,59 % og 0,54 %, og de høyeste verdiene var 1,16 % og 1,1 % for de respektive artene.

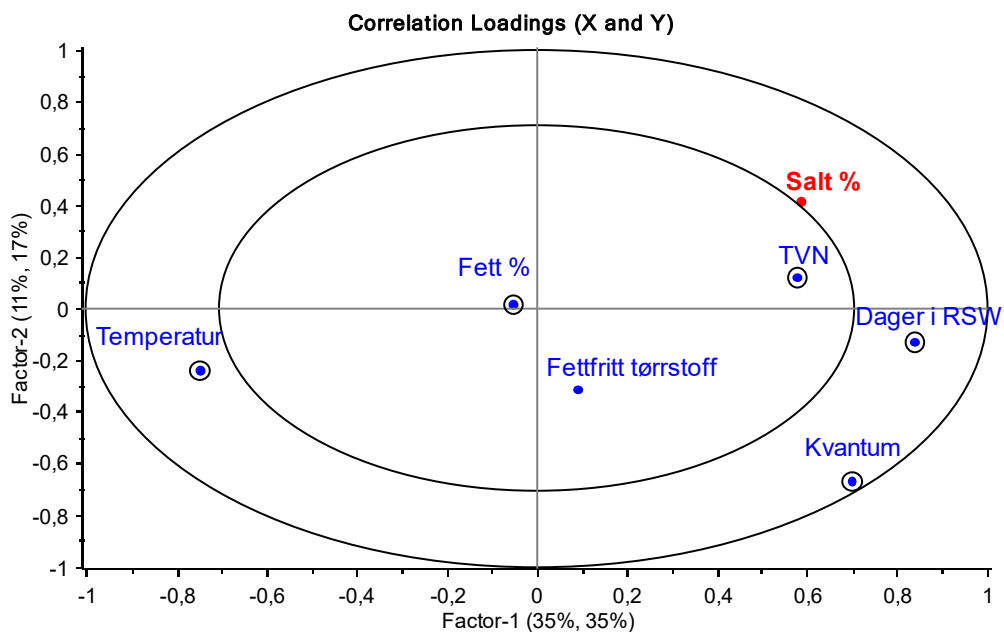
I Figur 5 ser man hvordan saltinnholdet i prøvene fra 2022 endrer seg som følge av lagringstid i RSW. Som det kommer frem av figuren øker saltinnholdet i fisken med tiden i RSW-kjøling. Allerede på dag 0 er det stor spredning i saltinnhold, og legger man til grunn grenseverdien i Brasil er det flere fangster som hadde for høyt saltinnhold allerede ved fangst. Her kan man merke seg at selv om saltinnholdet i fisken øker med lagringstiden er det også stor spredning i hvor mye salt fisken inneholder. Dette kan skyldes at når fisken skal til fiskemel og olje blir det i enkelte tilfeller tilsatt ferskvann i RSW for å senke saltmengden i vannet og dermed i fangsten. I tillegg kan det være store variasjoner i fyllingsgraden (70–90 % fisk) i RSW tankene mellom de ulike fangstene, som også påvirker mengde salt i fisken.



Figur 5 Målte endringer i saltinnhold (NaCl) i sild under lagring i RSW. Figuren er basert på data fra Sildesalgslaget og Biolab.

For å undersøke hva som har størst effekt for saltinnholdet i sild (datasett fra 2022), av oppholdstid i RSW, temperatur i fangst ved lossing, fettprosent, fettfritt tørrstoff, TVN og størrelse på fangst ble det gjennomført en PLS (Partial Least Square) regresjonsanalyse. Resultatet er vist i Figur 6. De variablene som er av signifikant betydning for saltinnhold i sild er markert med en sort ring rundt den blå prikken i figuren. Antall dager i RSW og størrelse på fangsten (kvantum) er av størst betydning for saltinnholdet. Saltinnhold og temperatur i fangsten ved lossing korrelerer motsatt. Det vil si, at når temperaturen ved levering er høy så forventes et lavt saltinnhold. Årsaken til dette er sannsynligvis kort eller manglende opphold i RSW da silda som har vært levert med høy temperatur er levert på fangstdato eller påfølgende dag. TVN korrelerer også med saltinnhold, men ikke like sterkt som dager og kvantum. Med et høyere innhold av TVN går også saltinnholdet opp.

Når det gjelder fettprosenten, så korrelerer den også med saltprosenten, men ikke i like stor grad som dager i RSW, kvantum og temperaturen. Noe av årsaken til lavere korrelasjon, kan være at det er relativ liten variasjon i datamaterialet, når det gjelder fettmengden i sild, og mellom de ulike fangstene.



Figur 6 Correlation Loadings (X og Y) der X-variablene (markert med blå skrift) undersøkes om korrelerer med Y som er saltinnhold (rød skrift) i sild som skulle produseres til fiskemel og olje. Signifikante variabler har en sirkel rundt markeringspunktet i figuren.

6 Diskusjon

Det er ulike kvalitetskrav til fisk som skal til produksjon av fiskemel og olje, i forhold til om den skal til konsummarkedet. Dette påvirker fangsthåndtering om bord, og dermed også saltinnholdet i fisken.

Nedkjøling av fisk i RSW er et nødvendig prosesstrinn for å bevare kvaliteten i pelagisk fiske. Det muliggjør transport av store mengder fisk fra fangstfelt til mottaksanlegg på en skånsom og effektiv måte, slik at den iboende fiskekvalitet ikke påvirkes nevneverdig. Dette er avgjørende for at fisken skal holde god nok kvalitet for konsummarkedet. De norske fiskeriene på sild foregår ofte et godt stykke ut fra land, og derfor kan fangster lagres i RSW i flere dager før levering. Dette medfører at saltopptak i fisken er uunngåelig. Det analyseres ikke på saltinnhold i sild som går til konsummarkedet, så det er ikke kjent hvor mye salt den fisken inneholder.

Under stress økes mengder med saltioner i blodet hos sild, og kan fortsette å øke i flere dager etter at påkjenningen er avsluttet (Tenningen et al., 2012). Der er usikkert om saltinnholdet i fisk som har vært påført stress, vil overstige de verdiene som Murray & Burt (1969) eller Sidwell et al. (1977) oppga som normale variasjoner. I forskning rettet mot fysiologi og fiskevelferd, har man sett på mengde saltioner i blodet på fisken og ikke saltinnhold i hele fisken. Sild og andre pelagiske fisker som er relativt små i størrelse bløgges ikke, derfor blir blodet en del av hele fisken. Det ingen tall på hvor stor innvirkning dette egentlig har på det totale saltinnholdet i fisken.

I denne rapporten er det tatt utgangspunkt i sild, men de ulike faktorene som påvirker saltinnholdet i fisk er også gyldig for andre typer fisk. Både naturlig regulering av salt (osmoseregulering), og fangsthåndtering som inkluderer RSW, tid i RSW og temperatur vil påvirke saltinnholdet i fisken. Det kan være forskjeller i hvor stor påkjenning ulike arter tåler før det gir en innvirkning på saltioner i blodet under fangst, og det kan også være forskjeller i hvor lang tid det tar å hente seg inn igjen etter en påkjenning. Det som er av størst betydning for saltinnhold er fiskens størrelse og tid i RSW for hvor mye salt fisken tar opp. Det tar lengre tid for at større fisk, som for eksempel laks, torsk og sei, oppnår likevekt med omgivelsene enn, det tar for mindre fisk for eksempel småsei, ansjos, makrell, sild og brisling (Chan et al., 2021; Chan et al., 2020; Chaouqy et al., 2008; Joensen et al., 2000; Losnegard, 1992; Nordtvedt & Widell, 2019).

Brasil innførte grenseverdien på 134 mg natrium/100 g filet i 2017. Dette skjedde ved implementering av et regelverk som gjelder for frysede produkter. Når grenseverdien er satt så lav som det man finner naturlig i en levende fisk, virker det som at Brasil ikke er kjent med at det i de norske pelagiske fiskeriene kun er kjøling om bord i fartøyene. Innfrysning skjer først etter landing. Det må derfor forventes noe høyere saltinnhold også i frossen naturell sild som eksporteres fra Norge, enn den satte grenseverdien på 134 mg natrium/100 g filet. For å oppnå natriumverdier lavere enn 134 mg/100 g sildefilet, kan alternativet være å fryse inn fisken om bord, rett etter fangst, uten at fisken har vært kjølt i RSW.

7 Konklusjon

Stress, fangst og fangsthåndtering påvirker saltinnholdet i fisk, men den faktoren som påvirker saltinnholdet i størst grad er kjøling av fangsten i vann som inneholder salt. Den vanligste metoden som brukes til nedkjøling av pelagisk fisk er RSW (refrigerated sea water). Hvor mye salt fisken tar opp under lagring vil variere ut fra saltkonsentrasjon i vannet, hvor mye vann det er i tanken i forhold til fisk, størrelse på fisken og hvor lenge fisken oppbevares i RSW.

Det bør gjennomføres en større studie på RSW-kjøling av fisk og hvordan dette påvirker utviklingen av saltmengde i sild, annen pelagisk fisk, hvitfisk og laksefisk som går til konsummarkedet.

Slik kommersielt fiske og føring av sild i RSW til mottaksanlegg foregår i dag, så er grenseverdiene for saltinnhold i sild som eksporteres frosset til Brasil, urealistisk å nå. Hovedandelen av silden som fiskes og landes i Norge vil ikke kunne eksporteres frosset til konsummarkedet i Brasil, da saltnivået i fiske-muskel fra de fleste fangstene vil overstige grenseverdien som er satt, på 134 mg natrium/100 g sildefilet.

8 Referanser

- Aursand, I.G., Bondø, M.S., Fossum, J.A. & Mathiassen, J.R.B. (2012). Evaluering av laste-/losse-og kjølesystem om bord på pelagisk fartøy Effekt på fangstkvalitet. SINTEF-rapport.
- Breen, O. (2003). *Oseanografi*. Pensumtjeneste.
- Burt, J.R., Hardy, R., & Whittle, K.J. (1992). *Pelagic fish: the resource and its exploitation*. Fishing News Books Oxford.
- Chan, S.S., Rotabakk, B.T., Lovdal, T., Lerfall, J. & Roth, B. (2021). Skin and vacuum packaging of portioned Atlantic salmon originating from refrigerated seawater or traditional ice storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 30. <https://doi.org/ARTN100767.10.1016/j.fpsl.2021.100767>
- Chan, S.S., Roth, B., Jessen, F., Lovdal, T., Jakobsen, A.N. & Lerfall, J. (2020). A comparative study of Atlantic salmon chilled in refrigerated seawater versus on ice: from whole fish to cold-smoked fillets. *Scientific Reports*, 10:1. <https://doi.org/ARTN17160.10.1038/s41598-020-73302-x>
- Chaouqy, N E., Gallardo, J.M., El Marrakchi, A. & Aubourg, S.P. (2008). Lipid damage development in anchovy (*Engraulis encrasicolus*) muscle during storage under refrigerated conditions. *Grasas Y Aceites*, 59:4, 309–315. <Go to ISI>://WOS:000260752800001
- Digre, H. & Hansen, U.J. (2005). "Pelagisk kvalitet - fra hav til fat": forholdet mellom redskap og kvalitet på pelagisk fisk (Vol. SFH80 A055019). SINTEF, Fiskeri og havbruk, Foredlingsteknologi.
- Egerton, S., Mannion, D., Culloty, S., Whooley, J., Stanton, C. & Ross, R.P. (2020). The proximate composition of three marine pelagic fish: blue whiting (*Micromesistius poutassou*), boarfish (*Capros aper*) and Atlantic herring (*Clupea harengus*). *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 59:1, 185–200. <https://doi.org/10.15212/ijafr-2020-0112>
- Farrell, A.P. (2011). *Encyclopedia of fish physiology: from genome to environment: Vol. 2: Gas exchange, internal homeostasis, and food uptake* (Vol. 2). Academic Press.
- Hattula, T., Miettinen, H., Luoma, T., Arvola, A., Kettunen, J. & Setälä, J. (2002). Effects of different on-board cooling methods on the microbiological and sensory quality of Baltic herring (*Clupea harengus* L.). *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 11:3-4, 167–175.
- Heia, K., Dissing, B., Stormo, S.K. & Olsen, S.H. (2013). Kvalitetsavvik sildefilet. Spektroskopisk karakterisering av blodinnhold. Rapport 22/2013, Nofima, Tromsø.
- Huse, I. & Vold, A. (2010). Mortality of mackerel (*Scomber scombrus* L.) after pursing and slipping from a purse seine. *Fisheries Research*, 106:1, 54–59. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2010.07.001>
- Joensen, S., Akse, L. & Sørensen, N.K. (2000). Kjøling av fersk fisk – Effekt på vekt og kvalitet. Nofima AS (tidligere Fiskeriforskning). Rapport 21/2000, Fiskeriforskning (Nofima), Tromsø
- Kvalitetshåndbok for pelagisk fisk (2011).
- Losnegard, N. (1992). Undersøkelse over kvalitet av fisk lagret i kjølt sjøvann og i is. In: Fiskeridirektoratet.
- MacLeod, R., Jones, R. & McBride, J. (1960). Fish storage effects, sodium ion, potassium ion, and weight changes in fish held in refrigerated sea water and other solutions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 8:2, 132–136.
- Malle, P., & Poumeyrol, M. (1989). A New Chemical Criterion for the Quality Control of Fish: Trimethylamine/Total Volatile Basic Nitrogen (%). *Journal of Food Protection*, 52:6, 419–423. <https://doi.org/10.4315/0362-028x-52.6.419>
- Mallikage, M. (2001). The effect of different cooling system on quality of pelagic species. *Department of Fisheries and Aquatic Resources, Colombo*.
- Martens, H. & Martens, M. (2001). *Multivariate analysis of quality: an introduction*. John Wiley & Sons.
- Murray, J. & Burt, J.R. (1969). *The composition of fish* (Torry Advisory, Issue. T. r. station. http://megapesca.com/megashop/Torry%20Advisory%20Notes%20for%20website/Torry_Advisory_Note_No_38.htm
- Nielsen, D., & Hyldig, G. (2004). Influence of handling procedures and biological factors on the QIM evaluation of whole herring (*Clupea harengus* L.). *Food Research International*, 37:10, 975–983.

- NIFES (2023). Sild filet. Havforskningsinstituttet. Retrieved 23.03 from <https://sjomatdata.hi.no/#seafood/7357/3>
- Nordtvedt, T.S. & Widell, K.N. (2019). Chilling of pelagic fish onboard Norwegian fishing vessels. Refrigeration Science and Technology.
- Norges sildesalgslag (2022). Behandling av pelagisk råstoff til konsum. Retrieved from <https://www.sildelaget.no/media/172663413/2222-behandling-av-pelagisk-raastoff-til-konsum.pdf>
- Norges sildesalgslag (2023). *Særskilte omsetningsbestemmelser for råstoff som anvendes til mel og olje*. Norges Sildesalgslag Retrieved from <https://www.sildelaget.no/media/172663588/omsetningsbestemmelser-mel-og-olje-for-2023.pdf>
- Norges Sjømatråd (2023). Månedstatistikk Desember- og årstall 2022. Retrieved 12.01.2023 from <https://sfd-seafood-prod-cdn.azureedge.net/48cdd1/globalassets/markedsinnsikt/apne-rapporter/manedsstatistikk/2022/manedsstatistikk-desember-2022.pdf>
- Olsen, R. E., Oppedal, F., Tenningen, M., & Vold, A. (2012). Physiological response and mortality caused by scale loss in Atlantic herring. *Fisheries Research*, **129**, 21–27. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2012.06.007>
- Perigreen, P., Pillai, S.A., Surendran, P. & Govindan, T. (1975). Studies on preservation of fish in refrigerated sea-water. *Fishery Technology*, **12**:2, 105–111 ISSN: 0015-3001.
- Pethon, P., & Nyström, B.O. (2019). *Aschehougs store fiskebok: artsfiske, artsbestemmelse, artsutbredelse*. Aschehoug.
- Roth, B., Heia, K., Skåra, T., Sone, I., Birkeland, S., Jakobsen, R. A., Evensen, T. H. & Akse, L. (2013). Rapport 41/2013, Nofima, Tromsø.
- Sidwell, V.D., Buzzell, D.H., Foncannon, P.R. & Smith, A.L. (1977). Composition of Edible Portion of Raw (Fresh or Frozen) Crustaceans, Finfish, and Mollusks .2. Macro-Elements - Sodium, Potassium, Chlorine, Calcium, Phosphorus, and Magnesium. *Marine Fisheries Review*, **39**:1, 1–9. <Go to ISI>://WOS:A1977DA00400001
- Sidwell, V.D., Foncannon, P.R., Moore, N.S. & Bonnet, J.C. (1974). Composition of the edible portion of raw (fresh or frozen) crustaceans, finfish, and mollusks. I. Protein, fat, moisture, ash, carbohydrate, energy value, and cholesterol. *Marine Fisheries Review*, **36**.
- Sikorski, Z.E. (1990). *Seafood: resources, nutritional composition, and preservation*. CRC Press.
- Slotte, A. (1999). Differential utilization of energy during wintering and spawning migration in Norwegian spring-spawning herring. *Journal of Fish Biology*, **54**:2, 338–355. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1999.tb00834.x>
- Suuronen, P., Erickson, D.L. & Orrensallo, A. (1996). Mortality of herring escaping from pelagic trawl codends. *Fisheries Research*, **25**:3, 305–321. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0165-7836\(95\)00446-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0165-7836(95)00446-7)
- Tahvonen, R., Aro, T., Nurmi, J. & Kallio, H. (2000). Mineral Content in Baltic Herring and Baltic Herring Products. *Journal of Food Composition and Analysis*, **13**:6, 893–903. <https://doi.org/https://doi.org/10.1006/jfca.2000.0933>
- Tenningen, M., Vold, A. & Olsen, R.E. (2012). The response of herring to high crowding densities in purse-seines: survival and stress reaction. *Ices Journal of Marine Science*, **69**:8, 1523–1531. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fss114>
- Tveit, G M., Solvang-Garten, T., Eilertsen, A., & Digre, H. (2017). Utvikling av beste praksis for pumping av pelagisk fisk. Sintef rapport OC2017 A-069.
- Widell, K.N., & Nordtvedt, T.S. (2016). Sluttrapport-Optimal kjøling av pelagisk fisk i nedkjølt sjøvann (RSW) ombord Del 2 (forprosjekt). SINTEF rapport. <http://hdl.handle.net/11250/2447978>
- Wu, H. Z., Forghani, B., Abdollahi, M., & Undeland, I. (2022). Five cuts from herring (*Clupea harengus*): Comparison of nutritional and chemical composition between co-product fractions and fillets. *Food Chemistry-X*, **16**. <https://doi.org/ARTN100488> 10.1016/j.fochx.2022.100488