

Kunnskapsstatus på salt til salt- og klippfiskproduksjon

Faglig sluttrapport

Grete Lorentzen





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 350 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på fem ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Tromsø

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9–13
Postboks 6122 Langnes
NO-9291 Tromsø

Ås:

Osloveien 1
Postboks 210
NO-1431 ÅS

Stavanger:

Måltidets hus, Richard Johnsgate 4
Postboks 8034
NO-4068 Stavanger

Bergen:

Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5844 Bergen

Sunnalsøra:

Sjølsengvegen 22
NO-6600 Sunndalsøra

Felles kontaktinformasjon:

Tlf: 02140
E-post: post@nofima.no
Internett: www.nofima.no

Foretaksnr.:

NO 989 278 835 MVA

Rapport

<i>Tittel:</i> Kunnskapsstatus på salt til salt- og klippfiskproduksjon Faglig sluttrapport	ISBN: 978-82-8296-559-0 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Title:</i> Salt used in the saltfish industry. State of the art.	<i>Rapportnr.:</i> 36/2019
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Grete Lorentzen	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Avdeling:</i> Sjømatindustri	<i>Dato:</i> 17. desember 2019
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF)	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 18 + 10
<i>Stikkord:</i> Saltkvalitet, saltfisk, klippfisk	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF 901377
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Formålet med dette prosjektet er å vise kunnskapsstatus på salt som brukes til salting av fisk gjennom en utredning og et faktaark. Delmål har vært å 1) lage en oversikt over krav og regelverk til salt i de viktigste markedene, nasjonalt og internasjonalt, 2) kartlegge analysemetodikk av salt, 3) vise konsekvenser av å bruke nytt salt i forhold til brukt salt, og 4) vise konsekvenser for produktet ved å bruke ulikt salt. I Kvalitetsforskrift for Fisk og fiskevarer, §24, stilles det krav om at saltet som skal anvendes til salting av fisk skal være rent av utseende og ikke inneholde fargede partikler eller fremmede krystaller. Videre stilles det krav til at saltet skal være fritt for en avvikende lukt, og det skal ha en tydelig og ren saltsmak. Jern- og kobber innholdet skal henholdsvis ikke overstige 10 og 0,1 mg/kg salt. Salt som anvendes til salting av fisk inneholder 97–98 % salt, mens den resterende andelen består av mineraler; kalsium, magnesium, sulfat, magnesium, kobber og jern. Etter at saltet har vært brukt endres saltets sammensetning. Nivået kalsium, magnesium, kobber og sulfater reduseres samtidig som vann og proteininnhold øker. Fordelingen mellom siktefraksjonene (partikkelstørrelsen) endres også. Saltets sammensetning påvirker produktkvaliteten. Med høye nivå kalsium og magnesium i saltet kan fiskens overflate bli hard, noe som kan redusere hastigheten for saltopptak, tørking og utvanning. De observerte endringene er fra forsøk med en del salt og en del fisk. Utenom saltet er det flere forhold som har betydning for produktkvaliteten og utbyttet. Dette er råstoffets beskaffenhet (frosset-tint eller ferskt) ved saltetidspunkt, temperatur under salting, saltetid, lagringstid og fysisk press. Noen bedrifter har i den senere tid innført mekanisk rensing av brukt salt. Erfaringene med dette er positive. Det meldes om at det ikke er noen forskjeller i saltopptak, tørketid eller utbytte mellom nytt og rensed salt. Fullmettet saltfisk oppnås etter samme antall modningsdager uavhengig av om saltet er nytt eller brukt.	
<i>English summary/recommendation:</i> The aim of this project has been to show the state-of-the-art with respect to salt applied in the salt and clipfish industry. The project has been divided into four work packages; 1) screen regulations dealing with salt quality for domestic and international markets, 2) map out methods for analysis of salt, 3) show consequences of using used salt, and 4) show the consequences for the product using new versus used salt. In the Norwegian regulation, the level of iron and copper must not exceed 10 and 0.1 mg/kg salt, no discoloration, and it shall not contain foreign matter. The salt applied in the saltfish industry contains 97–98 % NaCl in addition to several minerals like Ca, Mg, Cu, and sulphates. After use, the composition of the salt changes. In detail, the level of minerals decreases, while the water and protein content increases. The composition of the salt influences the quality of the product. For instance, elevated levels of Ca and Mg involves a longer time for salt uptake, drying, and desalting. The observed changes of the salt are from experiments with one part salt and one part of fish. There are also other elements influencing the product quality and yield, such as use of frozen-thawed fish vs. fresh fish, temperature, time, storage time and pressure as a result of the height of the stack. Recently, some saltfish industry has introduced mechanical filtration technology of used salt. They experience no difference between new and purified salt in terms of salt uptake, drying time or yield.	

Innhold

1	Sammendrag (norsk og engelsk)	1
2	Innledning	2
3	Problemstilling og formål	3
4	Prosjektgjennomføring	3
5	Resultater, diskusjon og konklusjon	4
5.1	Salting av fisk – hva skjer i salteprosessen?	4
5.2	Krav til saltkvalitet	4
5.2.1	Forskrift om kvalitet på fisk og fiskevarer	4
5.2.2	Norsk Standard for Saltfisk	4
5.2.3	Hygienekrav til salt i EØS og norsk regelverk	5
5.2.4	Codex Alimentarius.....	5
5.2.5	Krav i Brasil	6
5.2.6	Frivillige krav til saltkvalitet på Island	6
5.3	NMKL- og AOAC-metoder	7
5.4	Saltets fysikalske, kjemiske og mikrobiologiske egenskaper	7
5.4.1	Fysikalske egenskaper	7
5.4.2	Saltets kjemiske sammensetning og effekt på salteprosessen	8
5.4.3	Saltets mikrobiologi	9
5.5	Metoder for prøveuttak og analyser av salt	10
5.6	Gjenbruk av salt.....	10
5.6.1	Kvalitet på brukt salt	10
5.6.2	Gjenbruk av salt på Island	12
5.6.3	Kvalitet på saltfisk- og klippfisk produsert av gjenbrukt salt.....	12
5.6.4	Frosset tint råstoff vs. ferskt råstoff til salting	12
5.6.5	Gjenbruk av saltlake.....	12
5.6.6	Saltemetoder i Norge og på Island	13
5.7	Utbytte.....	14
6	Hovedfunn	15
7	Leveranser	16
8	Referanser	17
	Vedlegg	i

1 Sammendrag (norsk og engelsk)

Formålet med dette prosjektet er å vise kunnskapsstatus på salt som brukes til salting av fisk gjennom denne utredningen og et faktaark. Delmål har vært å 1) lage en oversikt over krav og regelverk til salt i de viktigste markedene, nasjonalt og internasjonalt, 2) kartlegge analysemetodikk av salt, 3) vise konsekvenser av å bruke nytt salt i forhold til brukt salt, og 4) vise konsekvenser for produktet ved å bruke ulikt salt. Kvalitetsforskrift for Fisk og fiskevarer, §24, stiller krav om at saltet som skal anvendes til salting av fisk skal være rent av utseende og ikke inneholde fargede partikler eller fremmede krystaller (Nærings- og fiskeridepartementet, 2013). Videre stilles det krav til at saltet skal være fritt for en avvikende lukt, og det skal ha en tydelig og ren saltsmak. Jern- og kobberinnholdet skal henholdsvis ikke overstige 10 og 0,1 mg/kg salt. Salt som anvendes til salting av fisk inneholder 97–98 % salt, mens den resterende andelen er mineraler; kalsium, magnesium, sulfat, magnesium, kobber og jern. Etter at saltet har vært brukt endres saltets sammensetning. Nivået kalsium, magnesium, kobber og sulfater reduseres samtidig som vann- og proteininnholdet øker. Saltets sammensetning påvirker produktkvaliteten. Høye nivå av kalsium og magnesium i saltet bidrar til at fiskens overflate blir hard, noe som kan redusere hastigheten for saltopptak, tørking og utvanning. De observerte endringene er fra forsøk med en del salt og en del fisk. Saltet har forøvrig ikke vært rensset eller justert med hensyn til mineralinnholdet i forkant av forsøkene. Fordelingen mellom siktefraksjonene (partikkelstørrelsen) endres også etter bruk. Utenom saltet er det flere forhold som har betydning for både produktkvalitet og utbytte. Dette er om råstoffet har vært frosset og tint eller om det er ferskt på saltetidspunkt, temperatur under salting, saltetid, lagringstid og fysisk press. Noen bedrifter har i den senere tid innført mekanisk rensing av brukt salt. Erfaringene med dette er positive. Det meldes om at det ikke er noen forskjeller i verken saltopptak, tørketid eller utbytte mellom nytt og rensset salt. Fullmettet saltfisk oppnås etter samme antall modningsdager uavhengig av om saltet er nytt eller brukt.

The aim of this project has been to show the state-of-the-art with respect to salt and clipfish industry. The project has been divided into four work packages; 1) screen regulations dealing with salt quality for domestic and international markets, 2) map out methods for analysis of salt, 3) show consequences of using used salt, and 4) show the consequences for the product using new versus used salt. In the Norwegian regulation, the level of iron and copper must not exceed 10 and 0.1 mg/kg salt, no discoloration, and it shall not contain foreign matter. The salt applied in the saltfish industry contains 97-98 % NaCl in addition to several minerals like Ca, Mg, Cu and sulphates. After use, the composition of the salt changes. In detail, the level of minerals decreases, while the water and protein content increases. The composition of the salt influences the quality of the product. For instance, elevated levels of Ca and Mg involves a longer for time for salt uptake, drying and desalting. The observed changes of the salt are from experiments with one part salt and one part of fish. There are also other elements influencing the product quality and yield, such as use of frozen-thawed fish vs. fresh fish, temperature, time, storage time and pressure as a result of the height of the stack. Recently, some saltfish industry has introduced mechanical filtration technology of used salt. They experience no difference between new and purified salt in terms of salt uptake, drying time or yield.

2 Innledning

Bakgrunnen for dette prosjektet er behovet for å få en oversikt over eksisterende kunnskap om salt som anvendes til produksjon av salt- og klippfisk. Norsk saltfisk-, og klippfiskindustri bruker om lag 180 000 tonn salt årlig, tilsvarende en verdi på 120 millioner NOK (Haraldsen, 2011). Salt er en viktig og sentral bestanddel i produktet, men hva vet vi om hvordan salt påvirker utbytte eller produktkvaliteten? Målet med denne utredningen er derfor å gi en oversikt over kunnskapsstatus på dette feltet.

Ulike forskningsmiljø har studert effekten ulike typer salt har på saltfisk og klippfisk. Her har utbytte og generelle kvalitetsmålinger på produktet vært gjennomført. Resultatene fra disse arbeidene er spredt og til dels lite tilgjengelige. I dette prosjektet er rapporter, artikler, foredrag, informasjon fra relevante nettsteder samlet sammen, gjennomgått og oppsummert i denne utredningen for å vise kunnskapsstatus på salt anno 2019. Utredningen er et ledd i FHF's arbeide for å heve kompetansenivået i norsk salt- og klippfiskindustri.

Medlemmer i prosjektets referansegruppe har vært Kristoffer Engeseth fra Grytestrand Fiskeindustri AS, Andreas Austnes fra Fjordlaks AS, Sverre Johansen og Gunn Harriet Knutsen fra Sjømat Norge og Lorena Gallart Jornet i FHF. Lene Risbakk, Br. Sperre AS ble med i referansegruppen når Andreas Austnes gikk over i en annen stilling. Utredningen er forankret både i FHF's handlingsplan for 2018, og i Nofima's strategi.

3 Problemstilling og formål

Det overordnede målet med prosjektet er å lage en oversikt over kunnskapsstatus på salt som anvendes til saltfisk- og klippfiskproduksjon.

Delmål:

1. Lage en oversikt over krav og regelverk til salt i de viktigste markedene, nasjonalt og internasjonalt.
2. Kartlegge analysemetodikk av salt.
3. Hva er konsekvensen av å bruke nytt salt i forhold til brukt salt?
4. Konsekvenser for produkt ved å bruke ulikt salt (utbytte, farge, smak, utseende osv.)

4 Prosjektgjennomføring

Prosjektet startet med et litteratursøk innen vitenskapelig og populærvitenskapelig litteratur, forskningsrapporter, avisartikler og foredrag som beskriver saltkvalitet og effekten saltet har på salt- og klippfisk. Det er også gjennomført søk på relevante nettsteder nasjonalt og internasjonalt. Samtlige referanser som er brukt er enten vist bare i teksten eller både i teksten og i referanselisten. Salt- og klippfiskindustrien har i tillegg vært kontaktet for å få en oversikt over erfaringen med nytt og brukt salt vedrørende salteprosessen, produktkvalitet, og kvaliteten på det brukte saltet.

Det har vært avholdt 2 prosjektmøter i styringsgruppen. Det første møtet ble gjennomført på Skype 27. august i 2018. På dette møtet ble forslag til utredningens innhold gjennomgått. Basert på tilbakemeldinger fra styringsgruppen ble utredningens innhold og struktur korrigert. Det andre møtet ble holdt 14. desember i 2018 hos FHF i Ålesund. På dette møtet ble utredningen gjennomgått sammen med industrien.

Resultater fra utredningen ble presentert av Gunn Harriet Knutsen og Andreas Austnes på Klippfiskseminaret 4. september i 2018 i Ålesund. Gunn Harriet Knutsen presenterte også utvalgte resultater fra prosjektet på FHF's hvitfiskseminar i Tromsø 18. oktober i 2018. Resultater fra hele prosjektet ble presentert på klippfiskseminaret i Ålesund 19. september i 2019.

5 Resultater, diskusjon og konklusjon

5.1 Salting av fisk – hva skjer i salteprosessen?

Salt som anvendes til salting av fisk inneholder 97–98 % NaCl. Den resterende andelen av saltet er kalsium, magnesium, sulfat, magnesium, kobber og jern. Ved salting av fisk skjer det en utveksling av salt- og vannmolekyler ved at saltet transporteres inn i muskelen, mens vevsvæsken i fisken transporteres ut (Lauritzsen & Akse, 1995). Salteprosessen kan deles i tre trinn. I første trinn sveller muskelen ved at vannet bindes samtidig som saltinnholdet øker. Laken som fisken ligger i har en høyere saltkonsentrasjon av oppløste salter enn vevsvæsken, og gjennom diffusjon og osmose trenger saltet inn i fiskemuskelen. Det første trinnet, svellestadiet, passerer når muskelen oppnår cirka 9–10 % salt. I dette trinnet endres også proteinene ved at det denaturerer (endrer struktur) og aggregerer. I det andre trinnet stivner og krymper fiskemuskelen noe som medfører at vannet diffunderer ut fra cellene gjennom hinner og membraner. I det tredje og siste trinnet skjer det en stabilisering ved at saltet bindes til muskelproteinene og fiskens vekt øker svakt. Etter saltmodning i 4–6 uker inneholder fiskemuskelen 17–18 % salt og 57–58 % vann. Etter tørking til klippfisk er saltinnholdet 19–20 %, mens vanninnholdet er redusert til 50–53 %. Her vil valg av salte- og tørkemetode avgjøre det endelige vann- og saltinnholdet i den ferdige klippfisken (Olsen & Joensen, 2019).

5.2 Krav til saltkvalitet

Det er utarbeidet krav til salt som skal brukes til salting av fisk og generell industriell matproduksjon, både nasjonalt, i EU, i Codex Alimentarius, og i Brasil. I det følgende vises en oversikt over disse kravene.

5.2.1 Forskrift om kvalitet på fisk og fiskevarer

I forskrift om kvalitet på fisk og fiskevarer, Kapittel VIII, §24¹, stilles det krav til salt som skal anvendes til produksjon av fisk og fiskevarer. Kravene er at:

- a) Saltet skal ha et rent utseende og ikke inneholde tydelige, fargede partikler eller fremmede krystaller. Saltet skal være fritt for avvikende lukt og ha en tydelig ren saltsmak.
- b) Jern-innholdet skal ikke overstige 10 mg/kg salt.
- c) Kobber-innholdet skal ikke overstige 0,1 mg/kg salt.

5.2.2 Norsk Standard for Saltfisk

I 2012 ble standarden for Norsk Saltfisk Torsk fastsatt (Norsk Standard, 2012). Standarden ble utarbeidet av en gruppe bestående av representanter fra Norges sjømatråd, Norges Råfisklag, produsenter og eksportører av saltfisk produsert av torsk. Med bakgrunn i et økende krav til dokumentasjon av kvalitet på fisk og fiskeprodukter ble standarden utarbeidet for å bidra til god og stabil kvalitet på norsk saltfisk. Standarden gjelder for hel flekket saltfisk produsert av fersk, villfanget torsk. Standarden stiller krav til råstoffet før salting, det ferdig saltede produktet, pakking og merking. Standarden stiller imidlertid ingen krav til saltet som skal anvendes.

¹ <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2013-06-28-844>

5.2.3 Hygienekrav til salt i EØS og norsk regelverk

EU-forordningene stiller ingen konkrete krav til saltkvalitet. EU-forordningene 852/2004 (næringsmiddelhygieneforordningen) og 853/2004 (særlige hygieneregler for næringsmidler av animalsk opprinnelse) stiller kun generelle krav for å sikre produksjon av trygg mat. I vedlegg 5 er kapittel IX til EU-forordningen 852/2004 gjengitt. Dette kapittelet beskriver generelle krav til alle næringsmidler og ingredienser som er brukt, inkludert tilsetningsstoffer (herunder salt) for bruk i matproduksjon. Begge forordningene gjelder også i Norge da de er tatt inn i norske forskrifter.

5.2.4 Codex Alimentarius

Codex Alimentarius er en samling tekster bestående av «guidelines», «standards» og «code of practice». Sistnevnte kan betegnes som en form for bransjeretningslinje. Tekstene i Codex Alimentarius skal bidra til produksjon av trygge matvarer og en redelig omsetning i internasjonal handel². Å oppfylle Codex Alimentarius er frivillig og det er heller ingen bindinger til nasjonale regelverk.

Codex Alimentarius har blant annet utviklet en standard for «Food grade salt» (Codex, 2012) og standarden gjelder både for salt som selges direkte til konsum og for salt til industriell matproduksjon. Standarden gjelder for både sjøsalt og bergsalt. «Food grade salt» standarden anvendes også når saltet er en «bærer» av andre tilsetningsstoffer, eksempelvis i blandinger med nitritt eller nitrat, eller små mengder fluor, jod, jern eller vitaminer.

I denne standarden kreves det at saltinnholdet (NaCl) ikke skal være lavere enn 97 % på tørrstoffbasis (se analysemetode i vedlegg 1). Metode for prøveuttak er gjengitt i vedlegg 4. Det stilles i tillegg krav til maksimalt nivå av:

Arsenikk:	0,5 mg/kg uttrykt som As
Kobber:	2 mg/kg uttrykt som Cu
Bly:	2 mg/kg uttrykt som Pb
Kadmium:	0,5 mg/kg uttrykt som Cd
Kvikksølv:	0,1 mg/kg uttrykt som Hg

Codex standarden henviser til analysemetoder for de respektive kontaminantene. I tillegg vises det til metoder for analyser av uløselig stoff, sulfat, kalsium, magnesium, kalium, fuktighet og jod (Vedlegg 2).

Codex standarden beskriver også krav til hygiene, merking, pakking, lagring og transport. Det stilles krav om at saltet skal være pakket for å unngå forurensning.

Det er også utarbeidet en Codex-standard for salt og klippfisk (Codex, 2018a) der det i kapittel 3.1 stilles krav om at fisken som skal saltes skal være av god kvalitet. I kapittel 3.2 i samme standard stilles følgende krav til saltkvalitet:

² <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/about-codex/en/>

«Salt used to produce salted fish shall be clean, free from foreign matter and foreign crystals, show no visible signs of contamination with dirt, oil, bilge or other extraneous materials and comply with the requirements laid down in the Code of Practice for Fish and Fishery Products (Codex, 2018b).»

Her refereres det til bransjeretningslinjen «Code of Practice for Fish and Fishery Products» (Codex, 2018b), og her opplyses det om hvilke konsekvenser salt av varierende sammensetning kan ha for kvaliteten på det ferdig saltede produktet. I kapittel 12.3.1 «Salt requirements», kulepunkt nr. 6 står det:

«Salt used in salt fish should be inspected to ensure that it is clean, not used before, free from foreign matter and foreign crystals, and show no visible sign of contamination with dirt, oil, bilge or other extraneous materials.»

Listen med alle krav fra kapittel 12.3.1 er gjengitt i vedlegg 3.

I den samme bransjeretningslinjen, kapittel 12.3.2 «Handling», kulepunkt nr. 2 står det:

«In order to minimize the presence and growth of bacteria and moulds in salted fish, such as pink and dun, the reuse of salt should be avoided.»

5.2.5 Krav i Brasil

Brasilianske myndigheter publiserte januar 2019 nytt regelverk for saltfisk og klippfisk; «Normative Instruction NO.1, 15th of January, 2019.» Krav til salt er omtalt i artikkel 5:

'Saltfish and Clippfish have fish and salt (sodium chloride) as obligatory ingredients, with the use of intentional additives and species according to specific legislation. The salt used for the production of Saltfish and Clippfish must be food grade, with an appropriate composition, shall not have any foreign material and no signs of contamination by dirt.'

«Normative Instruction» er utviklet og eid av DIPOA. Det er ikke noe mer detaljert regelverk som omtaler saltet fisk og saltet og tørket fisk.

5.2.6 Frivillige krav til saltkvalitet på Island

Islandsk saltfiskindustri og det islandske forskningsinstituttet MATIS har sammen skrevet Saltfiskhåndboken (Anon, 2012). I denne boken er det blant annet listet opp en rekke frivillige krav til salt som skal brukes i salt- og klippfiskproduksjon (Tabell 1).

Tabell 1 Islandske krav til saltkvalitet (Anon, 2012)

	Enhet	Avvikende	Bra	Avvikende	Ikke akseptabelt
NaCl	% av tørrstoff		≥ 98		
Vann	%		< 3,5		
Kalsium	% Ca	< 0,05	0,05–0,20	0,20–0,35	≥ 0,35
	% CaSO ₄	< 0,17	0,17–0,70	0,70–1,19	≥ 1,19
Magnesium	% Mg		< 0,1		≥ 0,1
	% Mg SO ₄		< 0,5		≥ 0,5
Kobber	Cu/kg		< 0,03	0,03–0,05	> 0,05
Jern	Fe/kg		< 20		≥ 20
Mangan	Mn/kg		< 2		≥ 2
Rødmidd	per g		< 100 000	100 000–1 000 000	
Urenheter (sand, mugg)	g		< 0,03 g	0,03–0,045	> 0,045
Olje			0,01	0,01–0,03	> 0,03
Partikkelstørrelse					
≤ 1 mm	%		4–12		
≥ 4 mm	%		8–24		

Kravene er i hovedsak relatert til produktets kvalitetsegenskaper. Krav som omhandler matvaretrygghet er offentlige hygienekrav som uansett skal være oppfylt. Ved sammenligning mellom norske (se kap. 5.2.1) og islandske krav til salt aksepteres et lavere jern- og et høyere kobber-innhold i Norge enn det gjøres på Island (Tabell 1, kolonne 4). I saltfiskhåndboken (Anon, 2012) er det ikke opplyst om hvilke analysemetoder som skal anvendes for å kontrollere kravene.

5.3 NMKL- og AOAC-metoder

Nordisk Metodikk komité for Levnedsmidler (NMKL) har utviklet analysemetoder for flere parametere som er relevante for salt. NMKL metode nr. 153 er for analyse av kalsium og magnesium. For anvendelsesområde oppgis det i denne metoden at prøven må være tørr. NMKL metode nr. 186 beskriver analyse av arsen, kadmium, kvikksølv og bly i alle typer næringsmidler. Metodene er tilgjengelige og kan skaffes tilveie på www.NMKL.no.

AOAC (Association of Analytical Communities) er en ikke-kommersiell og uavhengig organisasjon som utvikler analysemetoder. AOAC har blant annet utviklet metoder for deteksjon og kvantifisering av kalsium, magnesium, bly og kadmium. Det opplyses imidlertid ikke om at disse metodene kan anvendes på salt. Metodene er tilgjengelige og kan skaffes tilveie på www.AOAC.org.

5.4 Saltets fysiske, kjemiske og mikrobiologiske egenskaper

5.4.1 Fysiske egenskaper

Saltets fysiske egenskaper er viktige fordi dette har innvirkning på saltfiskens eller klippfiskens kvalitet. Siden fysiske egenskaper kun påvirker kvaliteten og ikke matvaretryggheten, er dette egenskaper som gjerne er beskrevet i spesifikasjoner og produktdatablad fra produsenter og

leverandører av salt eller som i overenskomsten mellom saltfiskbedriftene på Island (Tabell 1). Eksempler på øvrige fysiske egenskaper for Blandingssalt fra GC Rieber er³:

- Løselighet i vann; 359 g/L (ved 20 °C).
- Egenvekt eventuelt bulk tetthet er på 1,1–1,2 g/cm³.
- pH i løsning på 7.
- Kalsium (Ca) tilsettes saltet for å gi saltfisken en hvitere overflate, høyere fasthet og et høyere vektutbytte. I Blandingssalt er det tilsatt 0,05–0,25 % Ca.

Saltets partikkelstørrelser (granulatstørrelser eller siktefraksjoner) og fordeling mellom fraksjonene har betydning for saltopptaket i fiskemuskelen. Små saltpartikler løses raskt opp, og saltet migrerer inn i muskelen. Større saltpartikler løses saktere opp, noe som medfører lengre tid før saltet innvirker med fiskemuskelen. Ved tørrsalting vil større saltpartikler danne et saltsjikt mellom fiskene som reduserer risikoen for sammenklistring. Dersom fraksjonen av salt med liten partikkelstørrelse er for stor, kan det dannes en hinne på fiskens overflate som forlenger tiden for saltopptak.

Eksempel på fordeling av partikkelstørrelse i «Havsalt»⁴:

- > 8 mm (> 1 %)
- > 6,3 mm (≤ 5 %)
- < 0,315 mm (≤ 5 %)

Det finnes flere leverandører av salt, men informasjon om disse produktene er ikke tilgjengelige.

Saltet tilsettes Natriumjerncyanid (E 535) for å unngå sammenklumping. Natriumjerncyanid er godkjent i EU og det tillates maksimalt 20 mg natriumjerncyanid/kg salt (Commission regulation no 1129/2011).

Salt som for eksempel inneholder olje, sand eller andre fremmedstoffer, vil gi et produkt med kvalitetsavvik. Salt med et høyt nivå kobber og jern vil gi en gulere farge på fiskens overflate på grunn av oksidasjonsprosesser. Nivå kalsium og magnesium varierer med saltets geografiske opprinnelse og om det er berg- eller havsalt (Kvangarsnes *et al.*, 2012).

5.4.2 Saltets kjemiske sammensetning og effekt på salteprosessen

Saltets kjemiske sammensetning har betydning for de endringene som oppstår i fisken gjennom salteprosessen. I det følgende gis det korte oppsummeringer fra forsøk med ulike sammensetninger av salt.

I 1995 ble det gjennomført et forsøk med salting av fisk med ulik saltkvalitet (Lauritzsen & Akse, 1995). Hensikten med forsøkene var å undersøke hvordan nivået for kalsium, magnesium og pH påvirket utbyttet og kvaliteten på saltfisk. Til sammen 16 saltblandinger med varierende nivå kalsium, magnesium og pH ble brukt. Nivået kalsium var 0,8; 0,4; 0,2 og 0,01 %, mens nivået magnesium var 0,4; 0,2; 0,1 og 0,01 %. Saltet ble justert til pH-verdiene 4,24; 6,55 og 8,62. Underveis i saltmodningen ble vektutbytte bestemt og fargen på saltfisken målt. På den ferdig modnede saltfisken ble farge, tekstur og lukt målt og vurdert. Den kjemiske sammensetningen av fiskemuskelen ble bestemt både på

³ <https://gcrieberstorage.blob.core.windows.net/gcrieber/1242/blandingssalt.pdf>

⁴ <https://gcrieberstorage.blob.core.windows.net/gcrieber/1193/produktatablad-havsalt.pdf>

råstoffet og på den saltmodne fisken. Deretter ble utvannede og kokte prøver av den saltmodne fisken analysert sensorisk. Resultatene viste at til tross for ulike nivåer kalsium, magnesium og pH ga ikke dette store kvalitetsmessige variasjoner på saltfisken. Lauritzsen & Akse (1995) konkluderte derfor med at det var lite sannsynlig at saltkvaliteten alene forklarte kvalitetsvariasjonen på saltfisken, og at den viktigste årsaken til forskjeller skyldtes variasjon i råstoffet. Magnesium og pH har betydning for lysheten og fastheten på saltmoden fisk. Et salt med høye nivåer kalsium (0,8 %) og magnesium (0,4 %) en lav pH (4,24–6,48) resulterte i en lys og fast saltmoden saltfisk. En pH-reduksjon ved bruk av sitronsyre til et rent salt ga ingen eller liten positiv effekt på fiskens lyshet og fasthet.

I dette forsøket ble også saltets kjemiske og fysiske egenskaper målt før og etter bruk. Innholdet av kalsium, magnesium og sulfater ble lavere, mens vann- og proteininnholdet økte. I tillegg økte fraksjonen av store krystaller. Det ble derfor konkludert med at gjenbruk av salt kunne ha en negativ effekt på saltfiskkvaliteten (Lauritzsen & Akse, 1995).

I forsøk utført på Møreforskning i 2012 ble innholdet av kalsium og magnesium analysert i fire kommersielle salttyper; 1) bergsalt fra Tyskland, 2) havsalt fra Spania, 3) og 4) i to typer havsalt fra Tunisia 1 og Tunisia 2 (Kvangarsnes *et al.*, 2012). Nivåene av kalsium og magnesium ble målt i (a) nytt salt, (b) ved omlegging, (c) i ferdig saltfisk, (d) før andre gangs bruk, (e) etter andre gangs bruk, (f) før tredje gangs bruk, og (g) etter tredje gangs bruk. For bergsalt (1) gikk magnesiumnivået ned mens det for kalsium var en økning fra nytt salt til omlegging. For havsalt (2, 3 og 4) skjedde den største reduksjonen for både kalsium- og magnesiumnivået mellom nytt salt og etter første omlegging. Rapporten opplyser imidlertid ikke om variasjon mellom parallelle prøver av saltet, og det er derfor vanskelig å gjøre en eksakt fortolkning av resultatene.

I den Islandske saltfiskhåndboken (Anon, 2012) opplyses det om at kalsium og magnesium i saltet påvirker saltfiskens farge, smak, tekstur og overflate. Kalsium gjør fisken hvitere, men dersom nivået kalsium og magnesium blir for høyt vil dette ha en negativ effekt ved at fiskens overflate blir for tett og hard. En tett og hard overflate krever mere tid til saltopptak, tørking og utvanning. Høye nivåer magnesium og kalsium i saltet kan også bidra til en avvikende smak på produktet.

5.4.3 Saltets mikrobiologi

Rødmidd er naturlig forekommende i salt, både i havsalt (Ventosa *et al.*, 2011) og bergsalt (Fendriham *et al.*, 2006). Høye nivåer rødmidd vises som rød misfarging på fiskens overflate. Rødmidd er ujevnt fordelt i saltet, noe som medfører ujevn misfarging. Ved en forhøyet temperatur, vil et høyt antall rødmidd medføre tidligere synlig rød misfarging sammenlignet med salt med et lavere antall rødmidd. Dette skyldes at rødmidd først er synlig fra og med log 7 rødmidd/g fisk (eller 10 mill. rødmidd per gram fisk). Et høyere startnivå med rødmidd gir en synlig rød misfarge tidligere sammenlignet med et lavere startnivå. Dersom saltet og saltfisken/klippfisken oppbevares kjølig er vekst av rødmidd uansett ikke et problem (Lorentzen *et al.*, 2016a og b). Det er i forsøk ved Nofima vist at rødmidd ikke vokste i prøver lagret ved 4 °C, selv etter 5 år. Rødmidd vokser sakte ved cirka 8 °C, mens veksten øker med økende tempeartur. Vekstoptimum er ved cirka 37 °C. For å fjerne rødmidd, kan saltet varmebehandles. Brukt salt har et høyere proteininnhold sammenlignet med nytt salt (Lauritzsen *et al.*, 1996), og proteiner fra fiskerester og blodrester i kombinasjon med forhøyet temperatur vil gi rødmidd gode vekstvilkår, og dermed en økt sannsynlighet for misfarging. Å spise salt- eller klippfisk med rød misfarging er ikke farlig, men produktet vil ha en avvikende lukt og smak som gjør produktet

mindre delikat. Vekst av rødmidd fører i tillegg til at fiskens overflate blir mykere på grunn av proteinnedbrytning.

5.5 Metoder for prøveuttak og analyser av salt

Codex Alimentarius har en oversikt med referanser til metoder (ISO) for analyse av saltinnhold, uløselige stoffer, sulfater, halogener, kalsium, magnesium, kalium, kobber, arsenikk, kvikksølv, bly, kadmium og jod. Det refereres også til en metode for å måle fuktighet i saltet. Metoden beskriver også prosedyre for prøveuttak av salt for analyse (Vedlegg 4).

Møreforskning har utviklet en metode for analyse av rød- og brunmidd i salt, se vedlegg 6 (Hellevik & Bjørkevoll, 2009).

5.6 Gjenbruk av salt

I Kvalitetsforskrift for Fisk og fiskevarer var det frem til 2013 et krav om å bruke nytt salt til produksjon av fisk- og fiskevarer. I den reviderte forskriften ble kravet om å bruke nytt salt fjernet, se kapittel 5.2.1. Nå må industrien selv vurdere om saltet oppfyller kravene i kvalitetsforskriften, og dokumentere dette i egenkontrollsystemet.

I november 2017 ba Nærings- og Fiskeridepartementet Mattilsynet om en full revisjon av fiskekvalitetsforskriften. Hovedmålet er å forenkle og klargjøre forskriften samtidig som den skal oppdateres i henhold til ny kunnskap, kjente utfordringer og erfaringer fra utøvelse av tilsyn. Den 21 mars 2019, oversendte Mattilsynet høringsinnspillene til Nærings- og Fiskeridepartementet⁵.

5.6.1 Kvalitet på brukt salt

Sammensetningen av saltet endres etter bruk både ved lakesalting og tørrsalting. I et forsøk rapportert av Kvande-Pettersen & Losnegård (1991) er det vist at brukt salt avviker markant fra nytt salt i sammensetningen. Kloridnivået var uendret, men innholdet av kalsium og magnesium, og fraksjonen store saltpartikler ble betydelig redusert, mens «mellom-siktefraksjonen» økte. I tillegg økte mengden organisk forurensning. Vanninnholdet økte også. Brukt salt ga et lavere vektutbytte, høyere tørkesvinn og en dårligere kvalitetssortering. Ved salting med brukt salt ble det en større lakeavrenning frem til omlegging, men fisken endte likevel opp med å ha et høyere vanninnhold og lavere saltinnhold sammenlignet med fisk saltet med nytt salt.

I forsøk utført ved Fiskeriforskning i 1996 ble kjemiske og fysiske endringer i tørrsalt og lakesalt undersøkt gjennom salteprosessen (Lauritzsen *et al.*, 1996). Flekket torsk ble saltet i kar, og etter 7 dager ble fisken tatt ut av laken og tilført nytt salt og lagt på pall og lagret i 14 dager. Deretter ble overflødig salt fjernet, og nytt salt tilført mens fisken ble lagt om på nytt på pall og lagret i 7 dager. Romtemperaturen var på 5 °C fra saltingen startet til avsluttet saltmodning. Prøver av det overkytende saltet (saltet som ikke trenger inn i fiskemuskelen) ble tatt ut på døgn 0, 7, 21 og 30. Prøver av lake ble tatt ut på dag 0, 7 og 21 etter oppstart av saltingen. Saltet ble analysert for vanninnhold, protein, pH, uorganisk materiale, partikkelstørrelse, farge, turbiditet og uløselige stoffer.

⁵ www.mattilsynet.no

Nivået av kalsium, magnesium og sulfat ble lavere gjennom salteprosessen. Dette viser at ionene ble tatt opp i muskelen gjennom salteprosessen. Ione-transporten skjer på grunn av forskjeller i det osmotiske trykket mellom den ferske fiskemuskelen og saltet. Innholdet av vann og protein økte i saltet gjennom salteprosessen. Et økt vanninnhold i saltet ga saltet en redusert ionestyrke og dermed en mindre effekt av saltet. Et salt med redusert ionestyrke fører til at salteperioden må forlenges for å oppnå et saltmodent produkt. Økt proteinnivå i saltet er uønsket da det gir bedre betingelser for mikrobiologisk vekst, eksempelvis rødmidd og brunmidd. Saltet kan også inneholde blodrester som vil gi et høyere jerninnhold. Jern er en prooksidant som fremmer harskning av fettene i fiskemuskelen. Videre ble saltets pH-verdi redusert med cirka en enhet etter salteprosessen. Reduksjon i pH-verdien kan medføre endringer i løseligheten for kalsiumsulfat noe som igjen kan påvirke sluttproduktets kvalitet. Gjennom salteprosessen fikk saltet mer farge og det ble mindre gjennomskiktig. Dette skyldtes i hovedsak lekkasje av blod og proteiner fra fiskemuskelen til saltet. Partikkelstørrelsen ble endret ved at siktefraksjonen «store partikler» økte. En større fraksjon med store partikler kan føre til redusert kontakt mellom saltet og fiskemuskelen, noe som igjen krever en forlenget saltetid for å oppnå et saltmodent produkt (Lauritzsen *et al.*, 1996). Det ble konkludert med at saltets kjemiske sammensetting og de fysiske egenskapene ble endret gjennom salteprosessen, og at disse endringene kan ha en negativ effekt på det ferdige saltede produktet.

I 2009 ble det utført salteforsøk ved Møreforskning der saltkvaliteten ble målt (Hellevik & Bjørkevold, 2009). Resultatene viste at brukt salt ble mørkere og gulere sammenlignet med nytt salt. Dette var spesielt merkbart i forsøk med ferskt råstoff. Misfarging av salt gjennom salteprosessen kan komme av blod og/eller rester fra fiskemuskel. Nivået av salt (NaCl) viste små endringer gjennom salteforløpet og det var en liten nedgang i saltinnholdet i saltet fra prøver tatt fra bunnen av saltet. Til tross for dette var alle analyseresultatene innenfor kravet på minimum 97 % NaCl. Av de totalt 32 analyserte saltprøvene hadde 18 prøver et kobberinnhold på <0,01 mg/kg, mens de resterende prøvene var fra 0,015 til 0,071 mg kobber/kg. Prøven med høyest innhold av kobber var fra et nytt blandings salt (25 % bergsalt og 75 % sjøsalt). Det ble konkludert med at kobberinnholdet ble redusert ved bruk. Vedrørende jern viste samtlige saltprøver nivåer lavere enn 10 mg/kg. I likhet med tidligere refererte forsøk, viste også dette forsøket en økning av siktefraksjonen «store saltpartikler» etter bruk.

I det samme Møreforskprosjektet, ble også nytt og brukt salt analysert for rødmidd. Analyse-resultatene viste at saltprøver tatt ut fra saltsekk eller fra bulk (lastebil) inneholdt 100–250 rødmidd-bakterier/g salt. I brukt salt varierte nivået rødmidd fra under deteksjonsnivå (< 25 bakterier/g salt) til 1000 bakterier/g salt.

I arbeidet med å skrive denne utredningen har undertegnede vært i kontakt med salt- og klippfisk industrien i Norge for å få informasjon om erfaringer ved å anvende nytt og brukt salt. Tilbakemeldingene er at det ved produksjon av fryst tint råstoff ikke merkes noen forskjeller verken i saltopptak, tørking eller utbytte mellom nytt og brukt salt. Fullmettet saltfisk oppnås etter det samme antallet modningsdager, uavhengig om saltet er nytt eller brukt. Det kommenteres også at fisken er minst like fin og hvit ved bruk av brukt salt som nytt salt. Ved analyser av brukt i forhold til nytt salt er det ved analyser ikke funnet vesentlige avvik på verken jern (Fe) eller kopper (Cu) – innhold. Videre er det ved analyser av rødmidd, ikke vært påvist forskjeller i vekst i produktet som har vært saltet med nytt og brukt salt. Disse positive erfaringene kan sees i sammenheng med at det brukte saltet har vært rensert gjennom en mekanisk behandling før det ble brukt på nytt. Dette er teknologi utviklet i leverandørindustrien i samarbeide med bedrifter (FHF-prosjekt nr. 901380; Utvikling, implementering

og testing av teknologi for gjenvinning av salt og saltlake ReSALT). Denne teknologien har vært anvendt i de senere år og dermed muliggjort økt gjenbruk av salt.

5.6.2 Gjenbruk av salt på Island

På Island gjenbrukes salt ved produksjon av salt- og klippfisk (pers. meddelelse Sigurjón Arason, Matis, 2018; Hellevik & Bjørkevoll, 2009). Produksjon av saltfisk starter enten ved lakeinjisering (18–22 % NaCl) eller ved at fisken legges i lake (pers. meddelelse Sigurjón Arason, Matis, 2018; pers. meddelelse Gustav Martinsen & Sjúrdur Joensen, 2018). Deretter picklesaltes fisken i kar i 14 til 21 dager, der det brukes 1 til 2,5 kg salt per kg fisk (Hellevik & Bjørkevoll, 2009). Det brukes i hovedsak sjøsalt fra Tunisia til både lakeinjisering og tørrsalting. Til lakene brukes kun nytt salt, mens det er tillatt å anvende brukt salt i den påfølgende saltingen. Brukt salt forlenger saltetiden fra 14 til 16 dager. Det brukte saltet mellomlagres i merkede kar som angir antall ganger det har vært brukt. Saltet brukes inntil 5 ganger (Hellevik & Bjørkevoll, 2009), mens Arason opplyste om at saltet kun brukes inntil 3 ganger (pers. meddelelse Sigurjón Arason, Matis, 2018).

5.6.3 Kvalitet på saltfisk- og klippfisk produsert av gjenbrukt salt

Det er foretatt fargemålinger av saltfilet som er saltet med nytt og brukt salt (Kvangarsnes *et al.*, 2012). Det er målt lyshet (L^*) og gulfarge (b^*) på filetenes overflate ved bruk av alle fire typer salt. For lyshet var det ingen klare trender, mens filetenes overflate ble noe gulere ved salting med brukt salt.

I forsøk utført på Møreforskning er det vist at klippfisk produsert av brukt salt utviklet en raskere vekst av rødmiddbakterier enn kontrollfisken (nytt salt) etter lagring i 6 måneder på kjølerom (Hellevik *et al.*, 2011).

Det gjøres oppmerksom på at i dette arbeidet ikke var noen form for mekanisk rensing eller justering av mineralinnholdet før saltet ble brukt på nytt.

5.6.4 Frosset tint råstoff vs. ferskt råstoff til salting

Ved salting av frosset tint råstoff er saltet mindre tilsmusset etter endt salting sammenlignet med tilsvarende produksjon av ferskt råstoff. Forskjellen skyldes at tineprosessen i vann fører til en «vasking» av fisken der eventuelt rester av blod og innvoller blir fjernet. Dette innebærer at en ved vurdering av gjenbruk bør ta i betraktning om saltet har vært brukt til salting av ferskt eller av frosset tint råstoff.

5.6.5 Gjenbruk av saltlake

I et FHF prosjekt i 2015–2017, gjennomførte Sintef Ocean et forprosjekt der det ble studert tekniske muligheter og økonomisk potensial for gjenbruk av laken⁶.

Lakesammensetningen ble undersøkt der en hadde variert metode (tørrsalting og lakesalting) råstoff (ferskt og frosset), art (torsk, sei, hyse) og saltetid. Det ble ikke avdekket forskjeller i sammensetningen mellom lakene. Vedrørende økonomisk potensiale ble følgende løsninger for gjenbruk av saltlake foreslått:

⁶ <https://fhf.no/prosjektdetaljer/?projectNumber=901196>

- Gjenbruk av ikke-løst salt
- Gjenbruk av oppløst salt
- Utnyttelse av proteinene

Ifølge Sintef Ocean er det et stort økonomisk potensial for gjenbruk av ikke-løst salt, og de mener det er realistisk å anta at 40 % av saltet kan gjenbrukes. Dette vil anslagsvis utgjøre en total besparelse på 45 millioner NOK per år, gitt en saltkostnad på 120 millioner kroner til produksjon av salt- og klippfisk.

5.6.6 Saltemetoder i Norge og på Island

I Norge saltes fisken på ulike måter, enten i kar (picklesalting), ved tilsetning av lake eller på pall. På Island starter salteprosessen oftest med stikkinjisering eller lakesalting (eller en kombinasjon) før tørrsalting. Trinnet med lakesalting eller stikkinjisering fører til at fisken «vaskes» ren for blodrester og annen forurensing før tørrsaltingen, mens en umiddelbar tørrsalting etter flekking ikke gir en tilsvarende mulighet for «vasking». En annen hovedforskjell er at Island bruker cirka 3 saltenheter per enhet fisk, mens det i Norge er et forhold på cirka 1:1. En «vasket» flekket fisk før tørrsalting og et annet saltforbruk per enhet fisk medfører ulike betingelser for endring i saltets sammensetning etter bruk. Med et høyt nivå salt i forhold til mengde fisk, for eksempel 3:1, vil de relative endringene i saltets sammensetning bli mindre sammenlignet med salting i forholdet 1:1. Dette er viktige faktorer å ta hensyn til ved fortolkning av resultater fra salteforsøk.

5.7 Utbytte

I forsøk rapportert av Kvande-Pettersen & Losnegård (1991) er det vist at vektutbytte for saltfisk og klippfisk fra ferskt råstoff avtar med økende innhold av kalsium og magnesium i saltet.

Møreforskning har gjennomført forsøk med utbyttmålinger av saltfilet saltet med nytt salt, og etter 2. og 3. gangs bruk (Kvangarsnes *et al.*, 2012). Fire typer salt ble testet ut, jfr. kapittel 4.2. Uavhengig av type salt var saltfiskutbyttet signifikant høyere ($p < 0,05$) etter andre og tredje gangs bruk sammenlignet med nytt salt. Økt utbytte forklares med et høyere vanninnhold i brukt salt enn det er i nytt salt. Eksempelvis, vanninnholdet var 5,7, 5,8, og til 5,8 % etter første, andre, og tredje gangs bruk.

På oppdrag for GC Rieber AS utførte Nofima i 2015 forsøk med 5 ulike typer salt for å undersøke saltets betydning for utbytte og kvalitet på saltfisk. Resultater fra dette arbeidet ble presentert på FHF's seminar for hvitfiskindustrien 22. oktober i 2015⁷. I dette forsøket ble det brukt linefanget torsk, og saltingen ble utført på både ferskt og frosset tint råstoff. Følgende salt ble testet ut; Havsalt (H), Steinsalt (S), blanding havsalt og steinsalt (Blanding H+S), havsalt med tilsetning (Kvitfisksalt hav) og kvitfisksalt blanding (Blanding H+S). Hvilken tilsetning som ble anvendt er konfidensiell. Ved produksjon av saltfisk ble saltfiskutbytte høyest for fryst tint torsk, der havsalt (H) og Kvitfisksalt Hav ga et saltfiskutbytte på omkring 75 %. Tilsvarende utbytte for ferskt råstoff var i størrelsesorden 70–72 % for de øvrige salttypene. Ved produksjonen av klippfisk ble utbytte høyest ved bruk av Kvitfisksalt Hav, uavhengig av om det var ferskt eller frosset tint råstoff. Oppsummert viste resultatene at Havsalt (H) ga høyt utbytte både som rent salt og som kvitfisksalt Hav sammenlignet med steinsalt (S) eller blandingssal (Blanding H+S). Ved salting av ferskt råstoff ga ikke kvitfisksaltene noe høyere utbytte sammenlignet med tilsvarende salter uten tilsetning. For frosset og tint råstoff var det en utbyttegevinst som klippfisk ved bruk av kvitfisksalt.

I forsøk med salting av levendelagret torsk, viser resultatene at det viktig å salte *post rigor*, dvs. etter dødsstivheten. Salting *post rigor* vil gi et produkt med en lysere farge og et høyere utbytte (Olsen *et al.*, 2018). Salting i *pre rigor* (før dødsstivhet) ga cirka 10 % lavere utbytte sammenlignet med *post rigor*. Det ble i tillegg vist at *pre rigor* saltet torsk ble signifikant gulere. For kystnær flåte der villfanget torsk leveres og produseres *post rigor* eller *i rigor*, kan en anta tilsvarende forskjeller i utbytte og gulfarge.

Nofima (tidligere Fiskeriforskning) har gjennomført salteforsøk av fisk med påfølgende utbyttmålinger (Barat *et al.*, 2006; Akse & Joensen, 2008; Olsen *et al.*, 2018; Olsen *et al.*, 2019). Den generelle erfaringen er at dersom det er variasjon i fiskeråstoffet, eksempelvis ulik grad av ferskhet eller om det har vært frosset og tint, har dette en større betydning for utbyttet enn variasjon i saltkvalitet (pers. med. Sjúrdur Joensen, Nofima, 2018). I tillegg har temperatur, saltemetode, saltetid, lagringstid og fysisk press under produksjon og lagring, betydning for saltfiskutbyttet.

⁷ <https://www.fhf.no/arrangementer/arrangementer/fhf-hvitfisk-samling/>

6 Hovedfunn

- Nytt salt som anvendes til salting av fisk inneholder ≥ 97 – 98 % salt (NaCl). Den resterende andelen består av kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalsiumsulfat (CaSO₄), magnesiumsulfat (MgSO₄), kobber (Cu) og jern (Fe). Vanninnholdet < 4 %, og siktefraksjonen kan eksempelvis være < 1 %; > 8 mm; < 5 %, $> 6,3$ mm; og < 5 %, $< 0,3$ mm. I løsnings er pH-verdien cirka 7.
- Saltets sammensetning endres etter bruk:
 - Redusert nivå kalsium, magnesium, kobber, sulfater og en lavere pH-verdi.
 - Økt vann- og proteininnhold.
 - Endring i fordeling mellom siktefraksjoner (partikkelstørrelsen).Dette er i hovedsak forsøk basert på salt og fisk i forholdet 1:1, og saltet har verken blitt rensset eller blitt justert i forhold til mineralinnholdet.
- Saltets sammensetning påvirker produktkvaliteten. For høye nivå av kalsium og magnesium i saltet gir fisken en hard og tett overflate. Dette reduserer hastigheten for saltopptak, tørking og utvanning. Høye nivåer av magnesium og kalsium kan også bidra til en avvikende smak på produktet.
- Råstoffets beskaffenhet (frosset-tint eller ferskt) ved saltetidspunktet, temperatur under salting, saltetid, lagringstid og fysisk press, er alle faktorer som for eksempel har større betydning for kvalitetsvariasjon på salt- og klippfisk enn hva variasjon i saltkvaliteten har.
- Salt brukt til salting av frosset tint råstoff inneholder mindre synlig smuss sammenlignet med salting av ferskt råstoff. Dette skyldes «utvaskingen» av urenheter gjennom tineprosessen.
- Enkelte bedrifter har innført mekanisk rensing av brukt salt. Erfaringene med dette er positive. Det meldes om at det ikke er registrert noen forskjeller i saltopptak, tørketid eller utbytte mellom nytt og rensset salt. Fullmettet saltfisk oppnås etter samme antall modningsdager uavhengig av om saltet er nytt eller rensset.

7 Leveranser

Denne utredningen

Et faktaark basert på hovedpunktene i utredningen

8 Referanser

- Akse, L., & S. Joensen (2008). Undersøkelse av utbyttfaktorer ved produksjon av saltfisk. Rapport 21/2008, Fiskeriforskning, Tromsø.
- Anon (2012). Saltfiskhandbókin. Fjølbreyttar og gagnlegar upplýsingar fyrir saltfiskframleiðendur. Mátis utg. no 1. (<http://www.matis.is/media/baeklingar/Saltfiskbokin.pdf>.)
- Barat, J.M., L. Gallart-Jornet, A. Andrés, L. Akse, M. Carlehög & O.T. Skjerdal (2006). Influence of cod freshness on the salting, drying and desalting stages. *Journal of Food Engineering*, **73**, pp. 9–19.
- Nærings- og fiskeridepartementet (2013). Forskrift om kvalitet på fisk og fiskevarer. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2013-06-28-844/KAPITTEL_8#KAPITTEL_8>
- Codex (2012). Codex standard for food grade salt. Codex stan 150-1985.
- Codex (2018a). Codex standard for salted fish and dried salted fish of the Gadidae family of fishes. CXS 167-1989. Sist endret i 2018.
- Codex (2018b). Codex code of practice for fish and fishery products. CAC/RCP 52-2003. Sist endret i 2016.
- Fendriham, S., A.vLegat, M. Pfaffenuemer, C. Gruber, G. Weidler, F. Gerbl & H. Stan-Lotter (2006). Extremely halophilic archaea and the issue of long-term microbiological survival. *Rev. Environ Sci Biotechnol*, **5**, pp. 203–218.
- Haraldsen, I. (2011). Lønnsom gjenbruk av salt. <https://forskning.no/fisk-mat/2011/06/lonnsom-gjenbruk-av-salt>).
- Hellevik, A.H., I. Bjørkevoll, M. Kjerstad & S. Joensen (2011). Resirkulering av salt i produksjon av salt- og klippfisk. Delrapport 2: Bruk av resirkulert salt. Møreforskning rapport nr. MA 11-06.
- Hellevik, A.H. & I. Bjørkevoll (2009). Resirkulering av salt ved produksjon av saltfisk og klippfisk. Delrapport 1: Vurdering av salt i produksjon av saltfilet, saltfisk- og klippfisk. Møreforskning rapport nr. Å0910.
- Kvande-Pettersen, T. & N. Losnegard (1991). Faktorer som innvirker på kvalitet av saltfisk og klippfisk. Fiskeridirektoratet, Bergen. Rapporter og meldinger no. 3/91, 81, Fiskeridirektoratet.
- Kvangarsnes, K., T. Barnung & A.H. Hellevik (2012). Resirkulering av salt: Utvida salteforsøk – Småskalaforsøk. Møreforskning rapport nr. MA 12-19. 29s.
- Lauritzsen, K. & L. Akse (1995). Saltkvalitet og saltfiskkvalitet. Rapport nr. 1/1995, Fiskeriforskning, Tromsø.
- Lauritzsen, K., B. Gundersen & L. Akse (1996). Changes in the chemical and physical composition of the brine and the dry salt during the salt fish process. Proceeding at the 26th Wefta meeting in Gdynia, Poland, 22-26 sept 1996.
- Lorentzen, G. (2016a). Holdbarhet på klippfisk - Sluttrapport. Rapport 65/2016, Nofima, Tromsø.
- Lorentzen, G., F.-A. Egeness, I.E. Pleym & E. Ytterstad (2016b). Shelf life of packaged loins of dried salt-cured cod (*Gadus morhua* L.) stored at elevated temperatures. *Food Control*, **64**, pp. 65–69.
- Norsk Standard (2012). Fisk og fiskeprodukter. Norsk Saltfisk Torsk. NS 9413:2012. ICS 67.120.30.
- Olsen, S.H., T. Tobiassen & S. Joensen (2019). Quality aspects of salted dried fillets produced from live-stored feed-deprived Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) at different times post-mortem. Sendt inn til Fisheries Research.
- Olsen, S. H., G. Martinsen, S. Joensen & T. Tobiassen (2018). Consequences of salting Atlantic cod fillets in pre-rigor conditions. Poster presentation at WEFTA Conference, 15–18 October 2018, Lisbon, Portugal.
- Olsen, S.H. & S. Joensen (2019). Alt du bør vite om salting av fisk. <<https://nofima.no/verdt-a-vite/alt-du-bor-vite-om-salting-av-fisk/>>

Ventosa, A., A., Oren & Y. Ma (2011). Halophiles and Hypersaline Environments. Current Research and Future Trends. Springer, New York, USA.

Vedlegg

1. Bestemmelse av saltinnhold (ref. Codex 2012).
2. Referanse til analysemetoder for uløselig stoff, sulfat, kalsium, magnesium, kalium, fuktighet, kobber, arsenikk, kvikksølv, bly, kadmium og jod i salt (Codex, 2012)
3. Krav til salt (Codex 2018b, Code of practice for fish and fishery products, CAC/RCP 52-2003)
4. Metode for prøveuttak for bestemmelse av saltinnhold (Codex 2012)
5. EU forordning 852/2004, Vedlegg II, kapittel IX, generelle krav til tilsetningsstoffer (herunder salt) og råvarer.
6. Mikrobiologisk metode for analyse av nivå rød- og brunmidd i salt (Hellevik & Bjørkevoll, 2009)

VEDLEGG 1: Bestemmelse av saltinnhold (Codex, 2012)

9.2 Determination of sodium chloride content

This method allows the calculation of sodium chloride content, as provided for in Section 3.1, on the basis of the results of the determinations of sulphate (Method 8.4), halogens (Method 8.5), calcium and magnesium (Method 8.6), potassium (Method 8.7) and loss on drying (Method 8.8). Convert sulphate to CaSO_4 and unused calcium to CaCl_2 , unless sulphate in sample exceeds the amount necessary to combine with calcium, in which case convert calcium to CaSO_4 and unused sulphate first to Magnesiumsulphate and any remaining sulphate to Na_2SO_4 . Convert unused magnesium to MgCl_2 . Convert potassium to KCl . Convert unused halogens to NaCl . Report the NaCl content on a dry matter basis, multiplying the percentage NaCl by $100/100-P$, where P is the percentage loss on drying.

VEDLEGG 2: Referanse til analysemetoder for uløselig stoff, sulfat, kalsium, magnesium, kalium, fuktighet, kobber, arsenikk, kvikksølv, bly, kadmium og jod i salt (Codex, 2012)

9.3 DETERMINATION OF INSOLUBLE MATTER According to ISO 2479-1972 "Determination of matter insoluble in water or in acid and preparation of principal solutions for other determinations".

9.4 DETERMINATION OF SULPHATE CONTENT According to ISO 2480-1972 "Determination of sulphate content - barium sulphate gravimetric method". Alternatively, EuSalt/AS 015-2007 "Determination of Elements Emission Spectrometric Method (ICP-OES)" or EuSalt/ AS 018-2005 "Determination of Anions High Performance Ion Chromatography (HPIC) may be used."

9.5 DETERMINATION OF CALCIUM AND MAGNESIUM CONTENTS According to ISO 2482-1973 "Determination of calcium and magnesium contents - EDTA complexometric methods". Alternatively, EuSalt/AS 009-2005 "Determination of Calcium and Magnesium Flame Atomic Absorption Spectrometric Method" or EuSalt/ AS 015-2007 "Determination of Elements Emission Spectrometric Method (ICP-OES) may be used. CODEX STAN 150-1985 3

9.6 DETERMINATION OF POTASSIUM CONTENT According to EuSalt/AS 008-2005 "Determination of potassium by flame atomic absorption spectrophotometric method". Alternatively EuSalt/ AS 015-2007 "Determination of Elements Emission Spectrometric Method (ICP-OES) may be used.

9.7 DETERMINATION OF THE LOSS ON DRYING (CONVENTIONAL MOISTURE) According to ISO 2483-1973 "Determination of the loss of mass at 110 °C".

9.8 DETERMINATION OF COPPER CONTENT According to EuSalt/AS 015-2007 "Determination of Elements Emission Spectrometric Method" (ICP-OES).

9.9 DETERMINATION OF ARSENIC CONTENT According to EuSalt/AS 015-2007 "Determination of Elements Emission Spectrometric Method" (ICP-OES) may be used.

9.10 DETERMINATION OF MERCURY CONTENT According to method EuSalt/AS 012-2005 "Determination of total mercury content cold vapour atomic absorption spectrometric method" or EuSalt/AS 015-2007 "Determination of Elements Emission Spectrometric Method (ICP-OES).

9.11 DETERMINATION OF LEAD CONTENT According to method EuSalt/AS 013-2005 "Determination of total lead content - flame atomic absorption spectrometric method". Alternatively, EuSalt/AS 015-2007 "Determination of Elements Emission Spectrometric Method (ICP-OES) may be used.

9.12 DETERMINATION OF CADMIUM CONTENT According to method EuSalt/AS 014-2005 "Determination of total cadmium content flame atomic absorption spectrometric method". Alternatively, EuSalt/AS 015-2007 "Determination of Elements Emission Spectrometric Method (ICP-OES) may be used.

9.13 DETERMINATION OF IODINE CONTENT According to method EuSalt/AS 002-2005 "Determination of total iodine content - titrimetric method using sodium thiosulfate". Alternatively the method from WHO/UNICEF/ICCIDD "Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. A guide for programme managers. Third edition, Annex 1: Titration method for determining salt iodate

and salt iodine content. World Health Organization, Geneva, 2007" or EuSalt/AS 019-2009 "Determination of Total Bromine and Iodine Emission Spectrometric Method (ICP-OES)" may be used.

VEDLEGG 3: Krav til salt (Codex 2018b, Code of practice for fish and fishery products, CAC/RCP 52-2003)

Potential hazards: chemical and physical contamination

Potential defects: incorrect composition

Technical guidance:

- The quality of salt used in salting of fish should possess an appropriate composition for the product.
- The composition of salt differs according to the origin. Mine salt and solar salt of marine origin contain several other salts such as calcium sulphate, magnesium sulphate and chloride as impurities. Vacuum-processed and refined salt is almost pure sodium chloride.
- A relatively pure salt is needed for the dry-salting of fatty fish, but for some products the presence of small quantities of calcium salts will improve the appearance of the product. Too much calcium may reduce the rate of salt penetration to an extent that spoilage may occur.
- If present at too high a concentration, magnesium salts will give rise to unpleasant bitter flavours and may cause spoilage during the salting operation.
- Salt produced from marine sources may contain halophilic bacteria and mould that continue to live in the salt and dry salted fish and could contribute to spoilage.
- Salt used in salt fish should be inspected to ensure that it is clean, not used before, free from foreign matter and foreign crystals, and shows no visible sign of contamination with dirt, oil, bilge or other extraneous materials.
- The size of the salt granules used should be carefully considered. The use of very fine salt granules could result in the formation of clusters, which is not favourable for ensuring the uniform distribution of salt on the fish. The use of very coarse salt granule could result in damage to the fish flesh during salting and may reduce the rate of maturation.
- Small crystals of salt should be used for dry-salting of fatty fish, and large crystals for lean fish.
- Salt used as an ingredient needs to be of food grade.

VEDLEGG 4: Method for the sampling of food grade salt for the determination of sodium chloride (Codex 2012)

METHOD FOR SAMPLING OF FOOD GRADE SALT FOR DETERMINATION OF SODIUM CHLORIDE

1. SCOPE

This method specifies the sampling procedure to be applied when determining the main component in order to assess the food grade quality of sodium chloride (salt) as provided for in the Codex Standard for Food Grade Salt, Section 3: "Essential Composition and Quality Factors". The criterion to be used for acceptance or rejection of a lot or consignment on the basis of this sample is also provided.

2. FIELD OF APPLICATION

This method is applicable to the sampling of any type of salt intended for use as food, either prepacked or in bulk.

3. PRINCIPLE

This method represents a variables sampling procedure for mean quality: blended bulk sample analysis. A blended bulk sample is produced in such a way that it is representative of the lot or consignment. It is composed of a proportion of items drawn from the lot or consignment to be analyzed. Acceptance criterion is on the basis that the mean value obtained from analyses of those blended bulk samples must comply with the provision in the Standard.

4. DEFINITIONS

The terms used in this sampling method refer to those in the "Instructions on Codex Sampling Procedures" (CX/MAS 1-1987).

5. EQUIPMENT

The sampling equipment used should be adapted to the nature of the tests to be carried out (for example: sampling by borer, sampling equipment made of chemically inert material, etc.). The containers used for collecting the samples should be made of a chemically inert material and should be air-tight.

6. PROCEDURE

6.1 PREPACKED SALT

Sampling may be carried out by "random sampling" or by "systematic sampling". The choice of the method to be used depends on the nature of the lot (for example: if the packages are marked with successive numbers, systematic sampling may be suitable).

6.1.1 Random sampling

Draw the n items from the lot in such a way that each item in the lot has the same chance of being selected.

6.1.2 Systematic sampling

If the N units in the lot have been classified and can be numbered from 1 to N , the 1-in- k systematic sampling of n items can be obtained as follows:

- a) Determine the k value as $k = N/n$. (If k is not an integer, then round to the nearest integer).
- b) From the first k items in the lot take one at random and then make every k th item thereafter.

6.2 SALT IN BULK

Here, the lot is fictitiously divided into items (strata); a lot with a total mass of m kg is considered to be composed of $m/100$ items. In this case, it is necessary to draw up a "stratified sampling" plan appropriate to the lot dimension. The samples are selected from all the strata in proportion to the stratum sizes. Note: **Stratified sampling** of a population which can be divided into different subpopulations (called strata) is carried out in such a way that specified proportions of the sample are drawn from the different strata.

6.3 CONSTITUTION OF THE SAMPLE

The size and the number of the items forming the sample depend on the type of salt and the lot magnitude. The minimum size to be taken into account should be in accordance with one of the following specifications according to the circumstances: - 250 g of salt in bulk or prepacked in more than 1 kg packages; - one package for prepacked salt in 500 g or 1 kg packages. Concerning the number of samples to be drawn from the lot, an example of minimum sample number that would be picked up, can be found in the document CX/MAS 1-1987, Appendix V, Table 3, taking into account the magnitude of the lot and appropriate inspection level, in this case generally level 4 (see paragraph 8.4 in the same document).

Combine and mix well the different items drawn from the lot. This blended bulk sample constitutes the laboratory sample. More than one laboratory sample may be composed in such a manner.

7. ACCEPTANCE CRITERION

Determine the NaCl content (%) of at least two test portions of the laboratory sample.

Calculate the average of the results obtained for the n test portions of the laboratory sample using:

$$= \frac{(\geq 2) \sum x}{n}$$

n

x

x

In accordance with the provision for the relevant NaCl content (%), a lot or a consignment shall be considered acceptable if the following condition is verified:

$$x \geq \text{minimum level specified}$$

8. SAMPLING REPORT

The sampling report should contain the following information:

- a) type and origin of the salt;
- b) alterations of state of the salt (e.g. presence of foreign matter);
- c) date of sampling;
- d) lot or consignment number;
- e) method of packing;
- f) total mass of lot or consignment;
- g) number, unit mass of packages and whether the mass is given net or gross;
- h) number of items sampled;
- i) number, nature and initial position of sampled items;

- j) number, composition and mass of the bulk sample(s) and the method used to obtain and conserve it (them);
- k) names and signature of people who have carried out the sampling.

9. BASIC REFERENCE

Document CX/MAS 1-1987.

10. REMARK

"Laboratory sample" is the "blended bulk sample" described in CX/MAS 1-1987, Appendix IV, paragraph 4-B.

VEDLEGG 5: EU forordningen 852/2004, Vedlegg II, kapittel IX, generelle krav til tilsetningsstoffer (herunder salt) og råvarer.

CHAPTER IX

PROVISIONS APPLICABLE TO FOODSTUFFS

- 1) A food business operator is not to accept raw materials or ingredients, other than live animals, or any other material used in processing products, if they are known to be, or might reasonably be expected to be, contaminated with parasites, pathogenic microorganisms or toxic, decomposed or foreign substances to such an extent that, even after the food business operator had hygienically applied normal sorting and/or preparatory or processing procedures, the final product would be unfit for human consumption.
- 2) Raw materials and all ingredients stored in a food business are to be kept in appropriate conditions designed to prevent harmful deterioration and protect them from contamination.
- 3) 3. At all stages of production, processing and distribution, food is to be protected against any contamination likely to render the food unfit for human consumption, injurious to health or contaminated in such a way that it would be unreasonable to expect it to be consumed in that state.
- 4) Adequate procedures are to be in place to control pests. Adequate procedures are also to be in place to prevent domestic animals from having access to places where food is prepared, handled or stored (or, where the competent authority so permits in special cases, to prevent such access from resulting in contamination).
- 5) Raw materials, ingredients, intermediate products and finished products likely to support the reproduction of pathogenic micro-organisms or the formation of toxins are not to be kept at temperatures that might result in a risk to health. The cold chain is not to be interrupted. However, limited periods outside temperature control are permitted, to accommodate the practicalities of handling during preparation, transport, storage, display and service of food, provided that it does not result in a risk to health. Food businesses manufacturing, handling and wrapping processed foodstuffs are to have suitable rooms, large enough for the separate storage of raw materials from processed material and sufficient separate refrigerated storage.
- 6) Where foodstuffs are to be held or served at chilled temperatures they are to be cooled as quickly as possible following the heat-processing stage, or final preparation stage if no heat process is applied, to a temperature which does not result in a risk to health.
- 7) The thawing of foodstuffs is to be undertaken in such a way as to minimise the risk of growth of pathogenic microorganisms or the formation of toxins in the foods. During thawing, foods are to be subjected to temperatures that would not result in a risk to health. Where run-off liquid from the thawing process may present a risk to health it is to be adequately drained. Following thawing, food is to be handled in such a manner as to minimise the risk of growth of pathogenic microorganisms or the formation of toxins.
- 8) 8. Hazardous and/or inedible substances, including animal feed, are to be adequately labelled and stored in separate and secure containers.

VEDLEGG 6. Mikrobiologisk metode for analyse av nivå rødmidd- og brunmidd i salt (Hellevik & Bjørkevoll, 2009)

Prøveuttak

Saltprøver ble samlet inn og lagret i plastflasker med skrukork ved 2-4 °C frem til analysing. Til analysing av rødmidd og brunmidd i prøvene ble 10 gram salt tatt ut og fortynnet i 40 ml pepton vann (1 % pepton). Homogeniseringen av prøven foregikk ved å riste stomacherposen for hånd i 3-5 minutter, eller til alt saltet var oppløst. Bruk av stomacher var ikke mulig da det punkterte posen. I et forsøk med ulike konsentrasjoner av salt i fortynningsløsningen og forskjellig homogeniseringstid gav fortynning i peptonvann med 25 % NaCl et 2-3 ganger høyere bakterieinnhold enn peptonvann med 5 og 15 % NaCl. En homogeniseringstid på 2,5 minutter gav litt høyere totalt bakterieinnhold enn 30 sekunder som igjen gav litt høyere bakterieinnhold enn 4,5 minutters homogenisering. Dette indikerer at en fortynningsløsning med 25 % NaCl kan brukes selv om ikke alt av saltprøven løses opp ved homogenisering (ca. halvparten av saltet løste seg opp).

Deteksjon av rødmidd

For deteksjon av rødmidd ble prøver av salt fortynnet 1 til 5 i peptonvann med 5, 15 eller 25 % NaCl og pH 7,4, og sådd ut på rødmidd-medium (NMKL nr. 171). Ved å så ut 200 mikroliter på hver agarskål ble deteksjonsnivået 25 bakterier/g. Skåler ble inkubert ved 37 °C og avlest etter 3 og 5 uker. Antall rødlige bakteriekolonier bestemte mengde rødmidd i prøven og totalt antall kolonier utgjorde total mengde bakterier.

Deteksjon av brunmidd

For deteksjon av brunmidd ble prøver av salt fortynnet 1 til 5 i peptonvann med 7,5 % NaCl og pH 5,6. Prøver ble sådd ut på DG-18 medium (NMKL nr.171) og inkubert ved romtemperatur i 3-4 uker. Antall brune kolonier bestemte mengde brunmidd i prøven.

