VEILEDER

INDUSTRIELLE KONSEPTER FOR REFRESH PRODUKTER AV HVITFISK

INNHOLD

INNLEDNING
SIDE 3

STARTKVALITET
SIDE 5

INNFRYSNING
SIDE 6

FRYSELAGRING
SIDE 6

TINING
SIDE 7

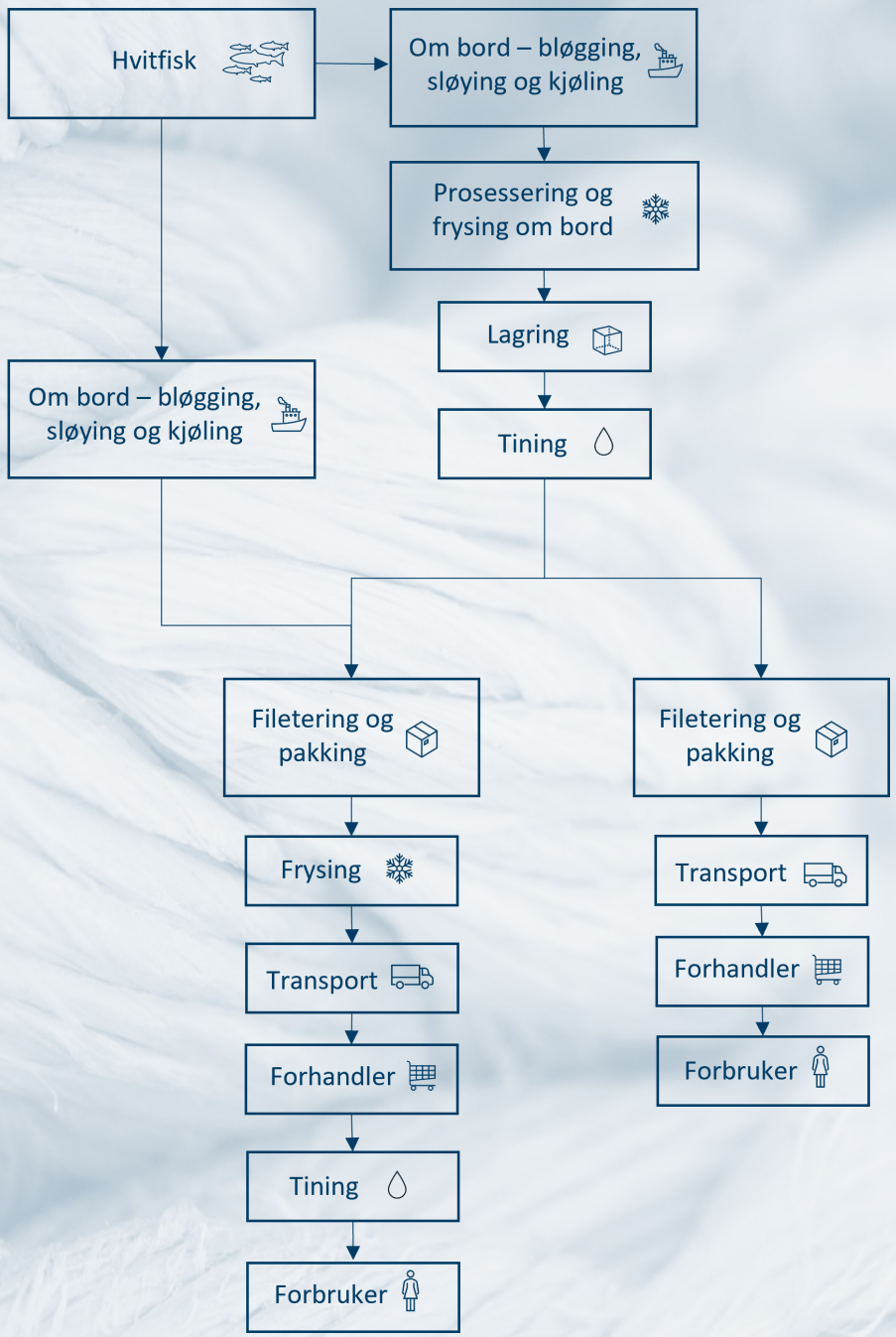
KONKLUSJON
SIDE 8

INNLEDNING

En refresh-produksjon henviser til produkter som har vært fryst, lagret og tint en eller flere ganger gjennom verdikjeden fra fangst til butikk. En vanlig metode for en refresh-produksjon av hvitfisk er å produsere konsumentforpakninger av filet eller loins som fryses, transporteres og deretter tines nært utsalgsstedene [13,16,18]. En annen tilnærming er å fryse inn porsjoner i blokk eller IQF (individuelt raskt frosset), for deretter å tine og pakke produktene nært markedet (Se figur 1, s.4). Det norske fisket etter torsk er sesongbasert. Hovedtyngden av volumet landes i løpet av årets første måneder i perioden januar til april. Sesongvariasjonene skaper utfordringer for ferskfiskindustrien som er avhengig av jevn produksjon. Markedet ønsker stabile leveranser slik at forbrukerne kan tilbys torsk hele året. En løsning på dette er å fryse fisken i høysesong for deretter å tine og selge "refresh"-produkter utenfor sesong [4,13,18]. Refresh-produksjon kan gi flere fordeler knyttet til holdbarhet og matsvinn, mer miljøvennlig distribusjon, lavere distribusjonskostnader, jevn og høy kvalitet og mer stabile leveranser. Norsk industri ønsker også å øke andelen innenlands foredling fremfor å eksportere fisk til prosessering i utlandet. Refresh-produksjon kan bidra til dette.

I dag er den kun en norsk industriell aktør som har en slik produksjon, men flere industriaktører er interessert i å starte opp. Skal det satses ytterligere på en slik produksjon, er det avgjørende at den beste teknologien og produksjonskonseptene blir benyttet. Fersk selvfangstet fisk eller fisk som man kjøper direkte fra fisker har selvsagt den ideelle kvaliteten så lenge den har blitt optimalt behandlet. Men, med utgangspunkt i råstoff av høy kvalitet og god kunnskap om innfrysing, lagring og tining kan man også produsere tinte produkter av høy kvalitet også utenom høysesong. Denne veilederen oppsummerer "best practice" for en refresh-produksjon basert på kunnskapsstatus og resultater fra FHF prosjektet ReFresh (*Kartlegging og optimalisering av industrielle konsepter for refresh-produkter av hvitfisk*, prosjektnr. 901596).

Finansiert av:



Figur 1: Eksempel på ulike prosesseringslinjer for refresh-produksjon. Gjengitt etter diskusjon med industri. Illustrasjon av SINTEF Ocean.

STARTKVALITET

Det er viktig å ha god kontroll på kvaliteten av råstoffet som går inn i en refresh-produksjon. Utgangspunktet for produksjonen bør være råstoff av høy kvalitet, og den beste kvaliteten har fisken når den lever i havet. Fra øyeblikket fisken trekkes opp av havet, og frem til forbruker, handler det om å preservere så mye som mulig av denne kvaliteten. Dette gjøres med fokus på skånsom håndtering, lagring og prosessering.

Startkvalitet beskriver egenskaper hos fisken som ikke kan påvirkes og omfatter karakteristiske egenskaper som fiskestørrelse, årstidsvariasjoner, gytesyklus, fangstområde [2,3,6,7] og fangstmetode [1,10,12]. Variasjon i startkvalitet er kjent å kunne påvirke filetutbytte, antall parasitter samt misfarging og spalting (gaping) av filet [9].

Hvilke fangstredskaper som brukes, og hvordan de gjennomføres har også mye å si for kvalitet på hvitfisk [5,12,15]. Ulike fangstredskaper har utfordringer med ulike fangstskader. Eksempelvis utsettes trålfanget ofte for klemskader, mens linefanget fisk oftere har krokskader [19]. Redskapsskader er ikke bare synlig utenpå fisken i form av skader på skinn og finner, de kan også bidra til klemming av fisken og kutt innover i muskel som gir myke og misfargede fileter.

Ved fokus på å benytte hvitfisk av god kvalitet som utgangspunkt for refresh-produksjon kan fisk som fryses, lagres og tines ved tilfredsstillende betingelser vedlikeholde sin gode kvalitet [13,14,18]. Videre bør valg av emballasje vurderes med samme standard som for fersk fisk [16,18]. Pakking i modifisert atmosfære (MAP) gir en holdbarhet på 2-3 uker. Når i kjeden produktet pakkes har innvirkning på fryse- og tineprosessene. Innpakket produkt tar lengre tid å fryse inn, men er gunstig for å hindre uttørking og fryseskader.

INNFRYSNING

Hvitfisk som benyttes for refresh-produksjon er enten enkelt- eller dobbeltfryst avhengig av tilgjengelig råstoff. Dobbeltfryst råstoff fryses inn om bord på fartøy like etter ombordtakning, for deretter å tines, prosesseres og pakkes før påfølgende innfrysing ved landanlegg. Videre transporteres produktet til markedet og tines nær forbruker [4,13]. Enkeltfryst råstoff produseres ved landanlegg der fersk fisk prosesseres, pakkes og fryses før det sendes ut og tines nært forbruker. Resultater viser at ved å benytte råstoff av høy kvalitet har refreshed loins fra dobbeltfryst råstoff like god eller bedre kvalitet sammenlignet med islagret trålfanget torsk 4 dager etter fangst [16,17,18].

Det er i hovedsak to frysemetoder som per dags dato er aktuelle for refresh-produksjon. Det er a) horisontal eller vertikal innfrysing i platefryser eller b) tunellfrysere eller IQF-frysere (Individual quick freezers) [13]. Vertikale platefrysere finner man typisk om bord på frysetrålere der de benyttes for å fryse blokker av utblødd og sløyd hvitfisk, mens horisontale platefrysere benyttes for å fryse forhåndspakkede kartonger med fisk og fiskeprodukter (f.eks. fileter). Eksempelvis vil en vertikal platefryser på -40°C bruke 3 timer og 20 minutter på å fryse inn en 10cm tykk torskeblokk med en starttemperatur på 5°C [11].

Tunnelfrysere eller IQF-frysere er mest brukt i fiskeindustrien for innfrysning av ferdige fiskeprodukter. Ulike typer av frysere benyttes av industrien, og generelt er designet tilpasset produktvolum, god hygiene og lett håndtering. Batchfrysing i en slik tunell tar ofte mellom 18-20 timer [8]. Se fordeler og ulemper med disse frysemetodene i tabell 1.

Det kan også poengteres at dobbeltfrysing er en mye mer energikrevende prosess sammenlignet med enkeltfrysing. Dette er i all hovedsak fordi innfrysing, som er den mest energikrevende enkeltoperasjonen, gjennomføres to ganger [16].

FRYSELAGRING

Den sensoriske produktkvaliteten forringes under fryselagring, men ved korrekt håndtering og prosessering kan en vedlikeholde den. Fryselagring bør foregå ved stabil lav temperatur [9] da temperatursvingninger kan føre til fryse-tine-sykluser i fiskekjøttet som påvirker blant annet tekstur, vannbinding og farge. Studier viser også at lavere temperatur på fryselager (-35 °C) kan være et gunstig utgangspunkt for balanse mellom gevinst på kvalitet, holdbarhet og energikostnader [13].

Tabell 1: Fordeler og ulemper knyttet til eksisterende fryse og tinemetoder som kan brukes i industrien.

	Metode/teknologi	Fordeler	Ulemper
Frysemetoder	Luftfrysing (tunnel)	Enkel håndtering; påvirker ikke produktform	Væsketap (for uemballert produkt); lav innfrysningsrate
	Lakefrysing	Høy varmeoverføringsrate; lavt energiforbruk	Tilsetter salt til uemballert produkt
	Kontaktfrysing (plate)	Høy varmeoverføringsrate	Fisk kan deformeres og gi redusert utbytte ved filetering
	IQF	Veldig høy varmeoverføringsrate	Passer kun for små produkter (f.eks. loins)
Tinemetoder	Tining i vann	Høy varmeoverføring; rask splitting av blokker	Blokker fester seg til hverandre; hygieneutfordringer
	Tining i luft	Enkel håndtering; rimelig	Tidskrevende; dehydrering av produkt; mikrobielle risikoer
	Dielektrisk tining	Redusert tinetid	Ikke uniform tining
	Mekanisk kontakttining	God prosesskontroll	Unøyaktig kontakt mellom kontaktflate og produkt; prosedyre for pakking og tømming

TINING

Gode tineprosesser er essensielt for produksjon av refresh-produkter, og de kan gjennomføres en eller to ganger avhengig av om fisken er enkelt- eller dobbeltfryst (se figur 1 og 2). Dersom råstoffet er platefryste blokker med HG-fisk, må disse tines før videre pressering og innfrysning [13]. Den mest vanlige formen for tining av fryste blokker av HG-fisk gjennomføres i kar/tanker med kontinuerlig gjennomstrømning av vann.

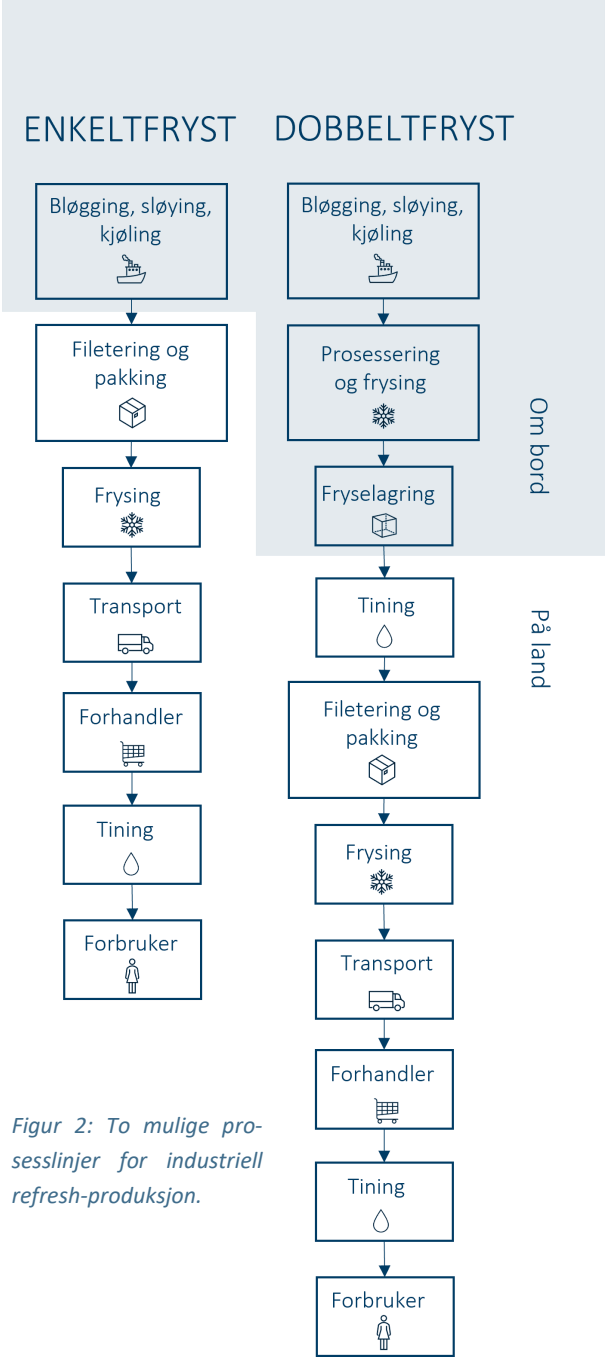
For tining av ferdigpakkede produkter, som for eksempel vakuumpakkede torskeloins, så gjennomføres dette nært forbruker. Ifølge industrien gjøres dette ofte av en tredjepart like før produktene kommer ut i butikk. Det benyttes ofte enkel teknologi, og det vanligste er at produktene tines i luft på kjølerom, under kjølt transport eller i produkttilpassede tineskap [13].

Tining er en sårbar og tidkrevende prosess. Den må gjennomføres kontrollert med fokus på temperatur, tid og hygiene. Ulike tinemetoder har effekt på ulike stadier av tiningen, og en kombinasjon av metoder kan være fordelaktig. Aktuelle tinemetoder for refresh-produksjon samt deres fordeler og ulemper kan sees i tabell 1.

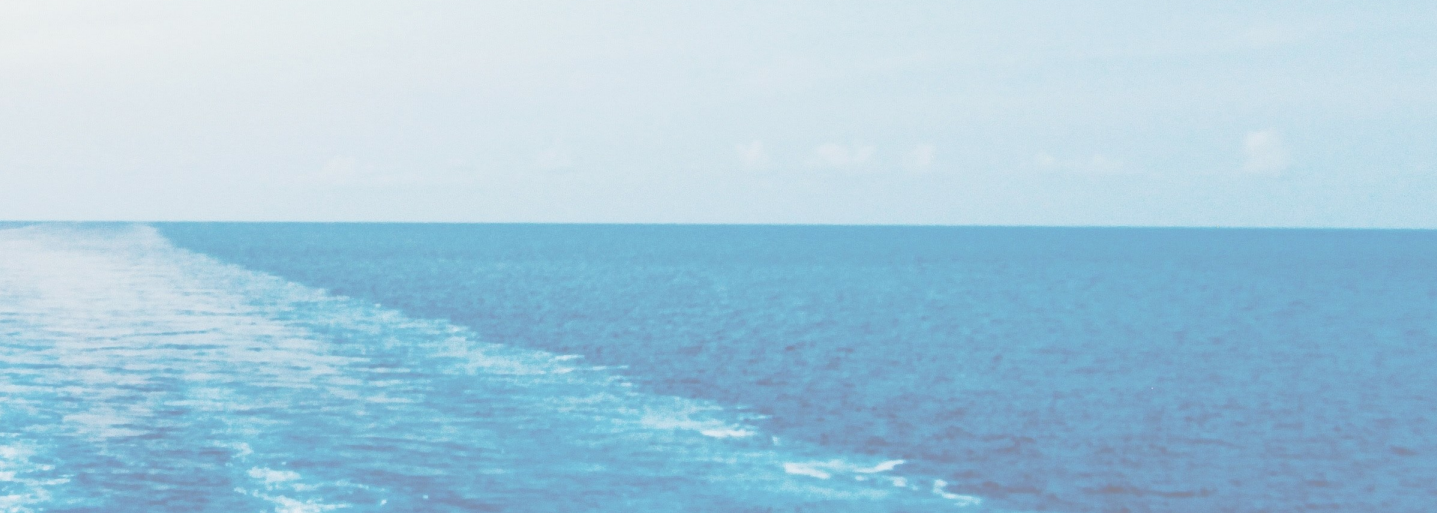
KONKLUSJON

I ReFresh prosjektet har en fokusert på to prosesslinjer med størst relevans for refresh-produksjon i Norge. Den ene representerer enkeltfryste-produkter av hvitfisk som blir filetert og fryst i konsumentforpakninger ved landanlegg, og deretter tint nært forbruker. Den andre representerer dobbeltfryste-produkter der HG-fisk fryses inn om bord, for deretter å tines ved landanlegg før videre prosessering, frysing og tining.

For **enkeltfryste-produkter** er vår anbefaling å benytte IQF fryser for innfrysing av produkter ettersom dette sikrer rask og individuell innfrysning. Optimal sensorisk kvalitet kan oppnås om produktene fryses til -35 °C. Videre transport bør gjennomføres ved tilsvarende temperatur. Fisk som fryses inn individuelt gir også enklere håndtering sammenlignet med blokkfryste fiskeprodukter. Tining bør gjennomføres ved kontrollerte temperaturer, og fortrinnsvis i mindre batcher for optimal kontroll. Tining bør gjennomføres ut ifra etterspørsel ettersom dette resulterer i kortere lagringstid før produktet når forbruker, og derav også bedre produktkvalitet.



Figur 2: To mulige prosesslinjer for industriell refresh-produksjon.



For **dobbeltfryste-produkter** anbefaler vi at fisken fryses inn om bord i vertikale platefrysere for enkel pakking. Ammoniakk er per i dag det mest anvendte kuldemediet, men studier vises at bruk av CO2 kan gi fordeler som redusert innfrysningstid og økt produksjonskapasitet, på bekostning av et noe høyere spesifikt energiforbruk. Temperatur under transport og lagring skal være lav og jevn, helst -20 °C eller lavere. Tining av blokker bør gjennomføres i vann med sirkulasjon for rask splitting av blokker. Temperaturen på vannet bør være 10 °C for å oppnå kortere tinetid, og når produktet er tint bør det raskt lagres ved lavere temperatur før videre prosessering og transport.

REFERANSER

[1] Botta, J.R., Bonnell, G., Squires, B.E. (1987). Effect of Method of Catching and Time of Season on Sensory Quality of Fresh Raw Atlantic Cod (*Gadus morhua*). *J. Food Sci.* 1987, *52*, 928–931. [2] Bøknæs, N., Østerberg, C., Sørensen, R., Nielsen, J., Dalgaard, P. (2001). Effects of Technological Parameters and Fishing Ground on Quality Attributes of Thawed, Chilled Cod Fillets Stored in Modified Atmosphere Packaging. *LWT* 2001, *34*, 513–520. [3] Castell, C.H. (1971). Some fundamental problems in the quality assessment of fishery products. In *Fish Inspection and Quality Control*; Kreuzer, R., Ed.; Fishing News Books: London, UK, 1971; pp. 9–13. [4] Erikson, U., Uglem, S., Greiff, K. (2021). Freeze-Chilling of Whitefish: Effects of Capture, On-Board Processing, Freezing, Frozen Storage, Thawing, and Subsequent Chilled Storage—A Review. *Foods*, *10*(11), 2661. [5] Esaiassen, M., Nilsen, H., Joensen, S., Skjerdal, T., Carlehög, M., Eilertsen, G., & Elvevoll, E. (2004). Effects of catching methods on quality changes during storage of cod (Gadus morhua). *LWT-Food Science and Technology,* 37(6), 643-648. [6] Love, L.M. (1988). *The Food Fishes, Their Intrinsic Variation and Practical Implications*; Farrand Press: London, UK, 1988; ISBN 9780442207465. [7] Maccallum, W.A.; Jaffray, J.I.; Churchill, D.N.; Idler, D.R. Condition of Newfoundland Trap-Caught Cod and Its Influence on Quality After Single and Double Freezing. *J. Fish. Res. Board Can.* 1968, *25*, 733–755. [8] Magnussen, O. M., Haugland, A., Hemmingsen, A. K. T., Johansen, S., Nordtvedt, T. S. (2008). Advances in superchilling of food–Process characteristics and product quality. *Trends in Food Science & Technology*, *19*(8), 418-424. [9] Margeirsson, S., Jonsson, G.R., Arason, S., Thorkelsson, G. (2007). Influencing factors on yield, gaping, bruises and nematodes in cod (*Gadus morhua*) fillets. *J. Food Eng.* 2007, *80*, 503–508. [10] Martinsdottir, E.M., Magnusson, H. (2001). Keeping Quality of Sea-Frozen Thawed Cod Fillets on Ice. *J. Food Sci.* 2001, *66*, 1402–1408. [11] Nicholson, F.J. (1982). *The Freezing Time of Fish*; Torry Advisory Note No 62; FAO: Rome, Italy, 1982; 7p. [12] Rotabakk, B.T., Skipnes, D., Akse, L., Birkeland, S. (2011). Quality assessment of Atlantic cod (*Gadus morhua*) caught by longlining and trawling at the same time and location. *Fish. Res.* 2011, *112*, 44–51. [13] Svendsen, E. S., Widell, K. N., Tveit, G. M., Nordtvedt, T. S., Uglem, S., Standal, I., Greiff, K. (2022). Industrial methods of freezing, thawing and subsequent chilled storage of whitefish. *Journal of Food Engineering*, *315*, 110803. [14] Svendsen, E.S., Schei, M., Uglem, S. (2022). Tineforsøk på torskeloins. SINTEF-rapport nr 2022:00494. [15] Tveit, G. M., Sistiaga, M., Herrmann, B., & Brinkhof, J. (2019). External damage to trawl-caught northeast arctic cod (Gadus morhua): Effect of codend design. *Fisheries Research*, *214*, 136-147. [16] Uglem, S., Svendsen, E.S., Nordtvedt, T.S., Tveit, G.M., Widell K.N., Schei, M., Greiff, K., Erikson, U.G., Standal, I.B. (2022). Kartlegging og optimalisering av industrielle konsepter for refresh-produkter av hvitfisk – Refresh. SINTEF-rapport nr 2022: 00505. [17] Uglem, S., Nordtvedt, T.S., Greiff, K. (2022). The effect of freeze-chilling on quality changes of cod loins (*Gadus morhua*) during chilled storage.7th IRR conference on Sustainability and the Cold Chain (Newcastle 2022).[18] Uglem, S., Tveit, G.M., Nordtvedt, T.S., Dalsaune, S.I., Standal, I.B. (2022). Variasjon i kvalitet og holdbarhet for refresh-produkter av torsk. SINTEF-rapport nr 2022:00504. [19] Veldhuizen, L., Berentsen, P., de Boer, I., van de Vis, J., Bokkers, E. (2018). Fish welfare in capture fisheries: A review of injuries and mortality. *Fish. Res.* 2018, *204*, 41–48.

LAGET AV:

Guro Møen Tveit

Solveig Uglem

Eirik Starheim Svendsen

Tom Ståle Nordvedt

Kristina Widell

FOTO:

Guro Møen Tveit, SINTEF Ocean (side 4)

PEXELS (side 2-3, 8-9,)

TYD (side 1, 5, 6-7, 10)

PROSJEKT:

Kartlegging og optimaliseringav industrielle konsepter for refresh-produkter av hvitfisk (ReFresh)

FHF prosjektnummer 901596

https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901596/

https://www.sintef.no/prosjekter/2020/refresh/

SINTEF rapportnummer: 2022:00544

ISBN: 978-82-14-07600-4

ARBEIDET ER FINANSIERT AV:

FHF -Fiskeri– og havbruksnæringens forskningsfinansiering

KONTAKTPERSONER

Guro Møen Tveit
+47 93 00 27 09
guro.tveit@sintef.no

Solveig Uglem
+47 95 22 00 76
solveig.uglem@sintef.no

Tom Ståle Nordtvedt
+47 93 00 88 53
tom.s.nordtvedt@sintef.no

Finansiert av: