

RAPPORT 14-17

Ingebrigt Bjørkevoll, Trygg Barnung, Kristine Kvangarsnes, Ann Helen Hellevik og Turid Standal Fylling

Bruk av nanois ved islagring av torsk

Tittel	Bruk av nanois ved islagring av torsk
Forfatter(e)	Ingebrigt Bjørkevoll, Trygg Barnung, Kristine Kvangarsnes, Ann Helen Hellevik og Turid Standal Fylling
Rapport nr.	MA 14-17.
Antall sider	27
Prosjektnummer	54744
Prosjektets tittel	Uttesting av nanois ved islagring av torsk
Oppdragsgiver	VRI
Referanse oppdragsgiver	13/16
ISSN	0804-54380
Distribusjon	Åpen.
Nøkkelord	Nanois, flakis, torsk, islagring, holdbarhet, klippfisk, kvalitet
Godkjent av	Agnes Gundersen, Forskningsjef
Godkjent dato	1.10.2014

Sammendrag

Målsetningen med prosjektet har vært å få kartlagt effekten av nanois som kjølemedium ved å undersøke kvalitet og holdbarhet til torsk under islagring. Nanois er en underkjølt slush-is med meget små ispartikler laget av sjøvann. I forsøket ble islagring ombord i fiskebåt og ising av fisk i isoporesker undersøkt. Kjøling i nanois medførte raskere nedkjøling av råstoff enn kjøling med flakis, både i kontainere ombord og under ising i kasser. Nanoisens lave temperatur (ned mot $-2,3^{\circ}\text{C}$) gjorde at fisken ble stiv og kunne virke fryst, spesielt i buken. Kjøling i nanois gav ikke merke på fiskeskinnet, noe lagring på flakis gjør, men fisken ble derimot noe mørkere og mindre glansfull i skinnet. Lagring på nanois gav ikke forlenget holdbarhet sammenlignet med flakis. Forklaringen kan være at nanoisen smeltet raskere enn flakis.

Nanois består av to faser (is og underkjølt vann). Vannfasen gjør det utfordrende å bruke nanois direkte i kasser med dren. I forsøket ble fisken pakket med avrent nanois, som var så kompakt at det var vanskelig å pakke den rundt fisken.

Ut fra forsøkene virker nanois best egnet som kjølemedium ved bruk i tette kontainere. I videre tester bør de to fasene i nanoisen (underkjølt vann og is) blandes til en homogen masse som kan håndteres lettere ved pakking, og hindre tap av vann og kjølekapasitet under kjøleprosessen. En bør også undersøke og komme frem til korrekt temperatur på nanois i forhold til optimal kvalitet og holdbarhet, men samtidig ikke er så lav at deler av fisken virker fryst.

© Forfatter/Møreforsking Marin

Forskriftene i åndsverkloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller fremstille eksemplar til privat bruk. Uten spesielle avtaler med forfatter/Møreforsking Marin er all annen eksemplarfremstilling og tilgjengelighetsgjøring bare tillatt så lenge det har hjemmel i lov eller avtale med Kopinor, interesseorgan for rettshavere til åndsverk.

FORORD

Dette prosjektet har blitt finansiert av VRI Møre og Romsdal. Forsøkene har blitt utført ved O. Skarsbø AS på Harøysundet i Fræna Kommune. Arbeidet ble gjort i samarbeid NanoiceGlobal sin representant i Norge. Stor takk til disse bedriftene for godt samarbeid, og en stor takk til VRI Møre og Romsdal for finansiell støtte.

Ålesund 31.8.2014

Ingebrigt Bjørkevoll

INNHold

1	Innledning.....	7
2	Målsetning.....	8
3	Materiale og Metode	9
3.1	Testforsøk med islagring.....	9
3.1.1	Produksjon av is	9
3.1.1	Råstoff og håndtering	9
3.2	Islagring av torsk - hovedforsøk.....	9
3.2.1	Råstoff.....	9
3.2.2	Produksjon av is	9
3.2.3	Håndtering og islagring ombord	9
3.2.4	Analysering og pakking av fisk ved mottak	10
3.2.5	Lagringsforsøk	10
3.2.6	Lagringsforsøk - Tilleggsforsøk.....	10
3.2.7	Tineforsøk	10
3.2.8	Uttesting av nanois hos mottaker/utsalgssted	10
3.2.9	Ising av blank torsk ved ordinær produksjon.....	11
3.3	Analysemetoder	11
4	Resultat	12
4.1	Testforsøk med islagring.....	12
4.2	Islagring av torsk - Hovedforsøk	15
4.2.1	Råstoffhåndtering ombord	15
4.2.2	Analysering av fisk før pakking.....	15
4.2.3	Lagringsforsøk	15
4.2.4	Tilleggsforsøk	19
4.2.5	Forsøk med lagring av is (tineforsøk).....	20
4.2.6	Uttesting av nanois hos mottaker/utsalgssted	21
4.2.7	Forsøk med ordinær pakking av blank torsk med flakis og nanois.....	22
5	Diskusjon	23
5.1	Bruk av nanois som kjølemedium ombord i fiskebåter.....	23
5.2	Kvalitetseffekt av nanois som kjølemedium ved ising av fisk.....	23
6	Konklusjon.....	25
7	Videreføring.....	26
8	Referanser	27
9	Vedlegg.....	28

SAMMENDRAG

Rask nedkjøling og konstant kjøle- og frysekjede er avgjørende for kvaliteten på fisken. Jo raskere nedkjøling ned mot 0 °C, jo lengre holdbarhet får fisken. Ombord i fiskefartøyene benyttes sjøvann i utblødningstankene. Temperaturen i sjøvannet varierer mye i ulike årstider, fra rundt 2-4 °C til over 15 °C, noe som vil påvirke kvaliteten på fisken i ulike fangstsesonger. En ny type is som kalles nanois (Nanoiceglobal.com) blir maskinelt produsert, og danner en sjøvannsbasert is-slurry av meget små ispartikler (400-700 nm). Fordeler med denne typen is er potensielt høyere kontaktflate (raskere nedkjøling) og mindre skader på råstoffet som kjøles. Med sjøvann får isen en temperatur under frystpunktet, og fisken vil også vil holde en temperatur under 0 °C (superkjøling). Nanoisen kan bli produsert på land eller ombord i større havgående båter, og være et aktuelt kjølemedium på linje med slurry laget av annen type is, som for eksempel flakis.

Målsetningen med prosjektet har vært å få kartlagt effekten av nanois som kjølemedium ved å undersøke kjølerate, kvalitet og holdbarhet til torsk under islagring. Forsøket ble gjennomført både med islagring ombord i fiskefartøy og ising av fisk i isoporesker.

Resultatene viste av nanois medførte raskere nedkjøling av råstoff, både i containere ombord og under ising i kasser, enn ved bruk av flakis. Nanoisens lave temperatur (ned mot -2,3 °C) gjorde at fisken ble stiv og virket fryst, spesielt i buken. Dette ble oppfattet som negativt, både av produksjonsanlegget ved videre bearbeiding av råstoffet, og av kjøpere av fersk iset torsk. Nanois gav ikke merke på fiskeskinnet, noe lagring på flakis gjør, men fisken var derimot noe mørkere og mindre glansfull i skinnet enn fisk lagret på flakis. Lagring på nanois gav ikke forlenget holdbarhet sammenlignet med flakis, noe som kan være forårsaket av at nanoisen smeltet raskere enn flakis, eller at det er en høyere saltkonsentrasjon i nanoisen, som kan føre til økt mikrobiologisk vekst sammenlignet med fisk lagret i flakis.

Nanois består av to faser, underkjølt vann og is. Det ble derfor vanskelig å beregne tilførsel av is, samt at pakking av fisk i kasser ble en utfordring da væsken rant ut av kassene, og den gjenværende isen ble for kompakt.. En burde derfor teste ut bruk av blandetank for å oppnå en mer homogen nanois-blanding, hvilket kan gjøre prosessen lettere, og unngå tap av kjølt vann fra kassene. Resultat fra forsøkene som har blitt gjennomført viser at nanois fungerer best som kjølemedium ved bruk i tette containere der all kjølekapasiteten (vann og is) utnyttes. Videre bør en undersøke ising av råstoff i kasser og containere ombord i fartøyet der isen blandes bedre før bruk. En bør også undersøke hva som vil være optimal temperatur på isen med hensyn til holdbarhet av råstoff, uten at fisken delvis fryses.

SUMMARY

Rapid cooling and stable cooling or freezing chains post-harvest, are important when preserving perishable foodstuff as fish. The faster the fish temperature drops to zero or below, the longer optimal quality can be kept, resulting in increased shelf life of the product. Chilling can be done with ice or with combinations of ice and liquids (slurry ice) to increase chilling rates. While dry ice as flake ice only reaches 0 °C, slurry ice made from seawater can reach temperatures below – 2 °C which is often referred to as superchilling of the product. Nanoice consists of small ice particles (400 – 700 nm) made from seawater. Potential advantages of this type of ice are increased and gentler surface contact, resulting in more rapid cooling and less damages to the product.

On board fishing vessels, seawater is often used for bleeding and storage of whole fish, and washing and storage of headed and gutted fish. Both seawater and fish temperature vary with season in the range from 2-3 °C to above 15 °C. Therefore, efficient cooling of the process water and raw materials are essential for keeping optimal quality of the fish. On process plants, fresh raw materials are stored and distributed most often on dry ice to keep the temperature as low as possible.

The aim of this project has been to study the effect of nanoice as cooling medium and cooling rate, quality and shelf life of headed and gutted cod. This was tested in storage tanks on board fishing vessels, and in boxes used for distribution at processing plants.

According to results the use of nanoice increased cooling rate of cod both on board vessels and in fish boxes compared to traditional flake ice. However, due to the low temperature in nanoice (reaching - 2.3 °C), the fish was partially frozen, especially in the belly-region. This was regarded as a negative effect, both by the processing plant, making the butterfly cutting of the raw material difficult, and by fish dealers having to assess the product as frozen. The use of nanoice gave no spots on the fish skin as observed when using flake ice, but the nanoice stored fish appeared darker and less glossy than the fish stored on flake ice. In these trials, nanoice did not increase the shelf life of cod chilled in boxes compared to flake ice. Explanations for this could be the observed increased melting rate of the nanoice during the storage period, or the higher salt content in the ice, resulting in increased bacterial loads compared to flake ice stored fish. Since the nanoice consists of two phases, water and ice, it was challenging to add the ice to the fish boxes. The chilled water was drained through the box which reduced the cooling effect of the nanoice. This also made it difficult to calculate the amount of ice and challenging to place the fish in the remaining ice due to the compactness of the ice.

In the further work with nanoice the following should be investigated:

- *Mixing the ice more thoroughly in a blending tank before use. This could increase the cooling capacity and make the ice easier to place and use in distribution boxes.*
- *Optimizing the temperature to reduce partial freezing of the cod*
- *Trials on fishing vessels that use RSW or other types of ice slurry, and compare this to the use of nanoice for preservation and storage.*
- *Study the effects of nanoice on other fish species during on board storage and further processing and storage on land.*
- *Evaluate the effect of partial freezing on fish quality, both chemical and sensorial.*

1 INNLEDNING

Kjøling av fiskeråstoff til videreforedling er en vanlig conserveringsmetode i dag, og bidrar til økt holdbarhet og reduserert risiko for bakteriell nedbrytning av råvaren. Bortsett fra kystflåten, som lander fersk fisk, har fiskeriflåten tradisjonelt sett i liten grad benyttet seg av nedkjøling av fangst med is. Dette skyldes at isanlegg krever plass om bord, og at luft- og havtemperaturer er forholdsvis lave store deler av året. Nedkjøling ved bruk av islurry har vist seg å gi positive effekter på kvalitet, farge og holdbarhet på produktene. Den islandske havgående flåten er utstyrt med islurry eller nanois-anlegg gjennom hele produksjonslinja. Forsøk tyder på at en får en kvalitetsgevinst ved å kjøle fangsten gjennom hele fangstsesongen og holde kjølekjeden uavbrutt. Mange av de nye norske trål- og linefartøyene er utstyrt for kjøling om bord, men har ennå ikke testet ut effekten av utstyret og kjølemediene.

Rask nedkjøling og konstant kjøle- og frysekjede er avgjørende for kvaliteten på fisken. Jo raskere nedkjøling ned mot 0 °C, jo lengre holdbarhet får fisken. Ombord i fiskefartøyene benyttes sjøvann i utblødningstankene. Temperaturen i sjøvannet varierer mye med årstidene (fra rundt 2-4 °C til over 15 °C) og påvirker dermed kvaliteten på fisken i de forskjellige fangstsesongene.

Fiskerinæringen har i senere tid hatt økt fokus på å kartlegge effektene av optimal kjøling og lagring av råstoff ombord på havgående linebåter. Gjennom prosjektene «Optimal fangstbehandling av råstoff til klippfisk-industrien» og «Fangstbehandling av råstoff til klippfiskindustrien», finansiert av Møre og Romsdal fylke og FHF, har effektene av islurry-nedkjøling av både lange og torsk blitt undersøkt. Resultatene har vist at andel klippfisk med optimal kvalitet øker både for lange (13 %) og torsk (2-3 %) ved islurry nedkjøling i bløgetank og/eller skylletank før innfrysing.

En ny type is som kalles nanois (Nanoiceglobal.com) blir maskinelt produsert og består av en islush av meget små ispartikler (400-700 nm). Fordelen med denne typen is er potensielt høyere kontaktflate (raskere nedkjøling) og mindre skader på råstoffet. Ved bruk av sjøvann vil isen holde en temperatur ned til rundt -2,3° avhengig av saliniteten til sjøvannet som medfører at også fisken vil holde temperatur under 0 °C. Dette kalles superkjøling (Sikorski, 1990). Superkjøling senker hastigheten til de autolytiske og mikrobiologiske nedbrytningsprosessene i fisken.

Nanoisen kan bli produsert på land eller ombord i større, havgående båter og være et aktuelt kjølemedium for disse fartøyene på linje med annen type nedkjøling. For kystflåten vil nanoisen bli hentet der fisken leveres, lagret i fiskekar og tilført fisken etter bløgging, sløying og skylling. Nanois har høyere tetthet enn flakis, og vil derfor oppta mindre plass om bord i fartøyet.

Dersom konseptet med nedkjøling ved bruk av nanois gir gode resultater for torsk, vil overføringsverdien være stor til annen fiske- og landindustri. Dette vil kunne gjelde alle fiskearter, spesielt laks der det eksporteres store mengder fersk rund fisk og fersk filet.

2 MÅLSETNING

Målsetningen med prosjektet var å dokumentere om bruk av nanois til nedkjøling og lagring av fersk torsk forbedrer kvalitet og holdbarhet, sammenlignet med bruk av tradisjonell flakis.

Delmål 1: Dokumentasjon av kvalitet på fersk torsk lagret med nanois sammenlignet med flakis

Delmål 2: Se på holdbarhet til torsk kjølt med nanois, sammenlignet med tradisjonell kjøling ved bruk av flakis

Delmål 3: Dokumentere holdbarhet (tinehastigheten) til nanois sammenlignet med flakis

3 MATERIALE OG METODE

3.1 Testforsøk med islagring

3.1.1 Produksjon av is

Flakis ble produsert på tradisjonell måte ved bruk av ferskvann. Nanoisen ble laget av UV-behandlet sjøvann med nanoismaskinen levert av NanoiceGlobal i Seattle USA. I nanoismaskinen lages isslurry med svært små ispartikler (400-700 nm). Tykkelsen av isslurrien bestemmes av mengde ispartikler i forhold til underkjølt sjøvann. Gjennomstrømningen av sjøvann(flow) reguleres i maskinen for å gi nanois-slurry av forskjellig tykkelse. Lav gjennomstrømming(flow) gir tykkere isslurry. I det innledende forsøket ble det brukt en flow gjennom nanoismaskinen på henholdsvis 150, 250, 300, 400 l/time.

3.1.1 Råstoff og håndtering

I et innledende testforsøk med lagring av torsk (uten hode) ble torsken fulliset (hele fisken dekket med is) med fire ulike tykkelser nanois (laget med flow på henholdsvis 150, 250, 300, 400 l/time) og sammenlignet med torsk blankpakket i flakis. Fisken ble pakket i 10 kilos isoporesker (Ca. 5 kg nanois til 10 kg fisk) og lagret på kjølerom (2 °C) i fem dager før fisk og is ble undersøkt for temperaturforskjeller og sensorisk kvalitet.

3.2 Islagring av torsk - hovedforsøk

3.2.1 Råstoff

Torsken som ble brukt i forsøket ble fangstet på Budagrunnen utenfor kysten av Fræna i Møre og Romsdal av fiskefartøyet Trym (35 fot). Fisket ble gjennomført med garn over natten fra 17.-18. 03.14 på ca. 70-80 meters dyp. Torsken ble bløgget og blødd ut i kontainer med vann i ca. 15-30 minutter før sløying, skylling og overføring til lagring på is. Fisken hadde en vekt på 2-4 kg (sløyd og hodekappet).

3.2.2 Produksjon av is

Flakis ble produsert på tradisjonell måte ved bruk av ferskvann. Nanoisen ble produsert av UV-behandlet sjøvann som holdt 5,6 °C. Tykkelsen på isen bestemt ved å ha en flow på 250 liter/time gjennom nanoismaskinen. Isen som ble brukt ombord i båtene ble ikke avrent. Isen som ble brukt i isoporkassene (åpne) til lagring av iset fisk ble avrent både før og etter pakking.

3.2.3 Håndtering og islagring ombord

Isen (både flakis og nanois) ble lastet om bord i båten ett døgn før den skulle brukes og lagret i kontainer med lokk.

Sløyd og utblødd fisk ble overført til tette plastkontainere (350 liter). Halvparten av fangsten ble lagret på flakis tilsatt ca. 100 liter sjøvann (-1,2 °C), og den andre halvparten ble lagret i ca. 100 liter

nanois (tykkelse på 250 liter/time) som holdt ca. -2,1 °C. For hver gruppe ble det målt temperatur på fem fisk på tre tidspunkt, i) etter sløyning ii) etter en times oppbevaring og ii) ved mottak på land etter ca. 4-6 timers lagring i islurry. 25 fisk i hver gruppe ble individmerket og veid før og etter islagring ombord. Temperatur i islurry ble målt ved start og slutt på lagringen ombord i fartøyet.

3.2.4 Analysering og pakking av fisk ved mottak

Ved mottak på land ble temperaturen målt både i islurryen og i fisken. pH ble målt i 10 fisk fra hver gruppe, og hver fisk ble veid før videre pakking i samme type is som ble brukt på båten. I hver isoporeske (størrelse 20 kg) ble 4 fisk blankiset med is i bunnen av esken og i nakkene. Forholdet mellom nanois og fisk i eskene var ca. 10-15 kg fisk til 7 kg is (tykkelse 250 liter/time før avrenning, beregnet ca. 40 % avrenning). Forholdet mellom flakis og fisk var ca 14-16 kg fisk til 5 kg is. Totalt 6 kasser ble pakket for hver av de to istypene.

3.2.5 Lagringsforsøk

Isoporkassene med fisk ble lagret på kjølerom ved ca. 2-3 °C og analysert ved start, etter 5 , 8-, 9- og 13 dager. Ved hvert uttak ble en ny isoporkasse åpnet og temperatur målt i fisk og is.

Videre ble QIM (Quality Index Method) brukt til å bestemme sensorisk kvalitet på fisken. For hver gruppe ble 4 fisk analysert etter QIM metoden.

Mikrobiologisk analyse ble utført på 10 g fiskemuskel uten skinn.

3.2.6 Lagringsforsøk - Tilleggsforsøk

I et tilleggsforsøk, for å se om hyse har samme lagringsutvikling som torsk på nanois, ble hyse med hode og torsk uten hode fulliset med nanois og flakis i 20 kilos isoporesker og lagret på kjølerom i ca. 12 dager før analysering av fisk og is.

3.2.7 Tineforsøk

Et lagringsforsøk med nanois og flakis ble gjennomført for å sammenligne tinehastighet og temperaturøkning i isen ved 5 °C. For begge istypene ble 5 kg is lagret i en 10 liters plastbøtte uten lokk i 2 døgn. 5 kg flakis fylte nesten hele bøtten, mens 5 kg avrent nanois (tykkelse (250 liter/time) fylte ca. halve bøtten da forsøket startet.

3.2.8 Uttesting av nanois hos mottaker/utsalgssted

For å innhente kunnskap om hvordan detaljistledet vurderte bruken av nanois ved blankising av torsk ble fisk iset med nanois sendt til mottaker/utsalgssted. Mottaker ble intervjuet om hvordan de oppfattet nanois sammenlignet med tradisjonell flakis.

3.2.9 Ising av blank torsk ved ordinær produksjon

Garnfanget torsk (2-4 kg) som ikke var iset med flakis eller nanois rett etter fangst, ble blankiset samme dag som den ble levert. Fisken ble iset med flakis etter vanlig prosedyre ved bedriften (cirka 5 kg is til 10 kg fisk). Tilsvarende ble samme type fisk pakket i forholdet 10 kg nanois/10 kg fisk. Det ble satt temperaturloggere i to fisk lagret i flakis og i to fisk lagret i nanois. Fisken ble lagret på kjølerom ved bedriften (2-3 °C) i 7 dager før fisken ble undersøkt.

3.3 Analysemetoder

Merket fisk ble veid med en Mettler Toledo Model MS12001L vekt. Temperatur ble målt i tykkfisk med stikkelektrode (Ebro TEX 410, Ingolstadt, Tyskland).

Temperaturlogging ble gjennomført med temperaturlogger Ebro EBI-85A.

pH ble målt med stikkelektrode (WTW, pH 3310, Weilheim, Tyskland) i nakkepartiet på fisken.

For bestemmelse av totalt bakterieinnhold ble først skinnen på fisken fjernet sterilt i et 5x5 cm stort område. Fra det skinnfrie området ble prøve på 10 g muskelvev tatt ut og innveid i steril stomacherpose og tilsatt 90 ml temperert fortynningsløsning. 1 ml av homogenisert prøve ble fortynnet i Dilucups og videre ble 1 ml av fortyningene sådd ut på Petrifilm (Total Aerobic, Artikkelnr: 0-2005-7215-7 fra 3M). Petrifilmene ble inkubert ved 20 °C i tre døgn før avlesning.

QIM metoden (Quality Index Method) blir utført av trent personell der hver enkelt fisk fikk en kvalitetsscore ut i fra egenskaper som lukt, farge og utseende etter modifisert QIM-skjema (Eurofish). Kvalitetsscoren angir produktets restholdbarhet (Skjema vist i vedlegg).

Test av tekstur ble gjort etter at fisken ble filetskåret. Spordenden av fileten ble bøyd frem over fileten. Og teksturen ble bedømt etter hvor mye sporden rettet seg ut igjen. Se figur 4.7

4 RESULTAT

4.1 Testforsøk med islagring

Nanois ble produsert av en Nanoice-maskin (Fig. 4.1) levert av NanoiceGlobal, Seattle, USA. Maskinen har to uttak, der is strømmes ut av det ene uttaket, og underkjølt vann fra det andre. (Fig. 4.2). Det ble ikke brukt blandetank i dette forsøket (ville gitt en mer homogen blanding av is og vann), hvilket gjorde at underkjølt vann rant ut av isoporkassene, og den gjenværende isen ble for kompakt. Dette resulterte trolig i redusert kjølekapasitet i nanoisen.



Figur 4.1. Nanoice-maskinen (NanoiceGlobal, Seattle, USA) som ble brukt i forsøket.



Figur 4.2. Nanois fylles i tett isoporeske. Isen var delt i en vann- og en isfase.

For å undersøke egenskapene til ulike typer nanois ble hodekappet torsk lagret i nanois (fulliset) med ulik is-konsistens som vist i Fig. 4.3. Resultatet etter endt lagringsforsøk viste at is produsert med høyere gjennomstrømning (mer vann produsert sammen med isen) gav litt mer avrenning og litt mindre is i kassene enn is produsert med mindre vanngjennomstrømning. Etter lagring på is i fem døgn, ble alle grupper fisk beskrevet som hard/stiv (som i rigor mortis), men ble ikke vurdert som frossen. Kjernetemperaturen til fisken for alle gruppene lå på $-1,0$ til $-1,1$ °C, mens nanoisen i kassene holdt en temperatur på $-0,8$ til $-1,1$ °C. Isen gjorde at fiskekjøttet ble noe mørkere, mer matt og noe ruglete i overflaten sammenlignet med fisk blankiset med flakis (se Fig. 4.4 og 4.5). Temperaturen i flakiset torsk lå på $-0,3$ til $-0,7$ °C mens temperaturen i isen lå på $-0,1$ til $-0,3$ °C. Der fisken hadde vært i kontakt med flakisen ble det observert merker i skinnen, noe som ikke ble registrert under fullising med nanois.



Figur 4.3. Torsk lagret på nanois i 5 dager ved 2 °C. I rekkefølge fra venstre ble fisken pakket i nanois med en gjennomstrømning (flow) på 400, 300, 250 og 150 liter/time. Høyere verdi indikerer mer flytende og tynnere konsistens på isen.



Figur 4.4. Torsk blankiset med flakis



Figur 4.5. Torsk etter fullising med nanois i 5 dager (isen på toppen er fjernet).

4.2 Islagring av torsk - Hovedforsøk

4.2.1 Råstoffhåndtering ombord

Under fisket var sjøvannstemperaturen i overflaten 5,6 °C, og lufttemperaturen 2-3 °C. Temperaturen i fem fisk etter sløyning og før lagring i henholdsvis flakis/sjøvann og nanois var $5,2 \pm 0,7$ og $5,4 \pm 0,5$ °C (se Tab. 4.1.). Før islagringen var temperatur på blanding av flakis og sjøvann på -1,2 °C. Nanoisen hadde en temperatur på -2,1 °C. Etter ca. 2 timers oppbevaring var temperaturen $0,7 \pm 0,6$ °C i fisk oppbevart i flakis. For fisk oppbevart i nanois lå temperaturen på $-0,7 \pm 0,2$ på samme tidspunkt. Ved levering til mottaksanlegg etter ca. 5 timers oppbevaring i isslurry, var temperaturen i fisken lagret på flakis- og nanois henholdsvis $-0,9 \pm 0,1$ og $-1,2 \pm 0,2$ °C (målt i 5 fisk). Fisken lagret på nanois virket hard/fryst, spesielt i spord og buker. Dette ble ikke registrert for fisk lagret i flakis/sjøvann. Råstoffkvaliteten ble vurdert som over middels god for å være garnråstoff. Ved levering av fisken på kai var temperaturen i flakisen -1,2 °C, og i nanois -1,8 °C. Ved levering var det rikelig med flakis igjen i karet, og derimot lite igjen av nanois.

Tabell 4.1. Temperaturer (°C) i fisk (n=5) og is under fangst og oppbevaring av råstoff ombord på fiskebåt frem til levering ved mottaksanlegg.

	Flakis			Nanois		
	Ved fangst	Etter 2 timer	Ved levering (5t)	Ved fangst	Etter 2 timer	Ved levering (5t)
Temperatur i fisk (°C)	$5,2 \pm 0,7$	$0,7 \pm 0,6$	$-0,9 \pm 0,1$	$5,4 \pm 0,5$	$-0,7 \pm 0,2$	$-1,2 \pm 0,2$
Temperatur i is (°C)	-1,2	----	- 1,2	-2,1	-----	- 1,8

4.2.2 Analysering av fisk før pakking

Ved pakking ca. 2 timer etter levering ble kjernetemperaturen i fisk lagret i flakis målt til $-0,6 \pm 0,3$ °C (målt i 26 fisk) mens tilsvarende for nano-islagring var $-1,0 \pm 0,2$ °C (målt i 23 fisk). pH på dette tidspunkt var $6,8 \pm 0,4$ og $7,1 \pm 0,3$ for henholdsvis fisk lagret i flakis og nanois. All fisk var enten på veg inn i rigor eller i rigor ved pakking. Vekten på fisk lagret i flakis og sjøvann ombord hadde økt med 1,8 % under lagringen i båt. Tilsvarende for nanois-lagringen var 1,6 % vektøkning (5 fisk målt).

4.2.3 Lagringsforsøk

Isoporkasser med blankiset fisk ble analysert etter 5, 8, 9 og 13 dagers islagring, der en ny kasse med fisk for hver istype ble åpnet ved hvert prøveuttak. For prøveuttaket etter 5 og 8 dager ble fisk fraktet til Ålesund og oppbevart på kjølerom ved 4-5 °C frem til analysering. For de to andre uttakene ble fisk lagret på kjølerom på anlegget til O. Skarsbø i hele lagringsperioden (2-3 °C). En oppsummering av resultatene er vist i Tab. 4.2.

Dag 5

Etter 5 dager var kjernetemperaturen i fisken lagret på henholdsvis flakis og nanois $0,4 \pm 0,3$ °C og $-0,9 \pm 0,3$ °C. Fisken lagret på flakis viste ikke tegn til å være fryst, men to av fiskene var noe bløtere enn de andre. Ved uttak etter 5 døgn hadde vekten gått ned med 0,7 % for fisken lagret i flakis og 1,3 % for fisken pakket i nanois. Temperaturen i flakisen var $-1,0$ °C, mens temperaturen i nanoisen var $-1,3$ °C. Det var 3,1 kg flakis og 1,5 kg nanois igjen i kassene etter 5 døgn lagring.

QIM-scoren (høyere verdi indikerer kortere restholdbarhet) for fisk lagret på henholdsvis flakis og nanois var på 2 og 1 i snitt (gjennomsnitt av 4 fisk). Forskjellene mellom gruppene var små, men nanois-fisken luktet mindre og hadde ikke merker etter is i buken noe som ble registrert for fisk lagret på flakis (se Fig. 4.5).



Figur 4.5. Torsk lagret på flakis og nanois etter fem dager. Rekken (ovenfra og ned) til venstre viser fisk lagret på flakis, og rekken til høyre viser fisk lagret på nanois.

Fileter av fisk lagret på flakis ble vurdert som noe bløtere og mer spaltet enn fileter fra fisk lagret på nanois. Fisk lagret på nanois hadde også en jevnere og mer kompakt overflate (Fig. 4.6). I en test av teksturen, der sporden legges fremover fileten, går sporden automatisk tilbake dersom teksturen er fast. For fisk lagret på flakis var 3 av 4 fileter bløtere, mens 0 av 4 fileter var bløtere hos fisk lagret på nanois (Fig. 4.7).



Figur 4.6. Fileter skjært av fisk lagret på flakis og nanois. De fire filetene til venstre er lagret på flakis, og fire filetene til høyre er lagret på nanois.



Figur 4.7. Fileter skjært av fisk lagret på flakis (bilde til venstre) og fileter fra fisk lagret på nanois (bilde til høyre) under test av tekstur/fasthet.

Bakterieinnholdet i fisken lagret på flakis var på 7×10^2 bakterier/g mens det for fisk lagret på nanois var $1,5 \times 10^2$ bakterier/g.

Dag 8

Ved uttak etter 8 dager var kjernetemperaturen i fisk lagret i flakis og nanois henholdsvis $0,0 \pm 0,2$ °C og $3,0 \pm 0,1$ °C. Vekten hadde gått ned med 0,9 % for fisken pakket i flakis og med 1,1 % for fisken pakket i nanois. Nanoisen var ved dette uttaket smeltet mens det var ca. 1 kg flakis igjen med temperatur på ca. 0 °C.

QIM-scoren (høyere verdi indikerer kortere restholdbarhet) ved dette uttaket lå på rundt score 7 for begge gruppene. Forskjellene mellom gruppene var små, men nanois-fisken luktet noe mer (surt). Begge gruppene, spesielt fisken lagret på nanois, ble vurdert til ikke å være videre holdbar på grunn av avvikende lukt. Flakis-fisken hadde merker etter isen i skinnet under buken, men disse var mindre tydelige enn etter lagring i 5 dager (Fig. 4.8).



Figur 4.8. Torsk etter 8 dagers lagring på flakis (fire fisk til venstre) og nanois (fire fisk til høyre)

Bakterieinnholdet i fisken lagret i flakis var på 2×10^4 bakterier/gram mens det for fisk lagret på nanois var $4,4 \times 10^4$ bakterier/g.

Dag 9

Denne fisken ble under hele lagringsperioden oppbevart på kjølelageret til O. Skarsbø som holdt en temperatur på rundt 2-3 °C. Temperaturen i fisken lagret på flakis var på -0,3 °C mens fisken lagret på nanois holdt -0,8 °C. Det var på dette tidspunkt 3,9 kg flakis igjen og ca. 1,8 kg nanois igjen i kassene. Det ble ikke gjennomført QIM test eller bakterieanalyser ved dette uttaket. Det ble registrert ismerker på fisken lagret på flakis, men ikke på fisken lagret på nanois. Flakis-fisken var noe blankere i skinnen enn nanois-fisken.

Dag 13

Denne fisken ble under hele lagringsperioden oppbevart på kjølelageret til O. Skarsbø (2-3 °C). Temperaturen i flakis-fisken var på -0,1 °C mens nanois-fisken holdt 0 °C. Det var på dette tidspunkt 3,1 kg flakis igjen og ca. 0,8 kg nanois igjen i kassen. Temperaturen i flakis og nanois i kassen var henholdsvis på -0,1 og -0,3 °C. Vekten på fisken iset i nanois hadde gått ned med 1,2 % mens fisken lagret i flakis hadde gått ned med 0,7 %. QIM scoren ved dette uttaket var 12 for flakis-gruppen og 11 for fisken lagret på nanois. Det ble ikke registrert betydelige forskjeller mellom gruppene (Fig. 4.9), men fisken lagret på flakis var noe mer matt i fargen og hadde tydelige merker fra is i buken (Fig. 4.10). Begge gruppene luktet surt og var ikke lengre holdbare på dette tidspunkt.

Det ble registrert stor variasjon i bakterieinnholdet i fisk innad i hver gruppe. For flakis-gruppen varierte kimtallet fra 4×10^2 til 6×10^4 per gram muskel med et gjennomsnitt på $1,7 \times 10^4$ bakterier/gram. Bakterieinnholdet i nanois-gruppen varierte også betydelig og lå mellom $1,4 \times 10^3$ og $1,5 \times 10^6$ med et gjennomsnittlig bakterieinnhold på 4×10^5 /gram muskel.



Figur 4.9. Fisk lagret på nanois (til venstre) og flakis (til høyre) i 13 dager.



Figur 4.10. Fisk lagret på nanois (til venstre og flakis (til høyre) i 13 dager.

Tabell 4.2. Temperaturer (°C) i fisk og is, samt QIM-score og totalt bakterieinnhold i torsk under lagring i isoporkasser ved 4-5 °C (dag 5 og dag 8) eller ved 2-3 °C (dag 9 og 13). Fire fisk ble analysert for hver gruppe ved hvert uttak.

	Flakis				Nanois			
	Dag 5	Dag 8	Dag 9	Dag 13	Dag 5	Dag 8	Dag 9	Dag 13
Temperatur i fisk (°C)	0,4	0,0	-0,3	-0,1	-0,9	3,0	-0,8	0,0
Temperatur i is (°C)	-1,0	0,0	----	-0,1	-1,3	----	----	-0,3
QIM score	2	7	----	12	1	7	----	11
Bakterieinnhold/g	7×10^2	2×10^4	----	2×10^4	2×10^2	4×10^4	----	4×10^5

4.2.4 Tilleggsforsøk

I et tilleggsforsøk ble hyse med hode og torsk uten hode fulliset med nanois og flakis i 20 kilos isoporesker og lagret på kjølerom i ca. 12 dager før analysering av fisk og is. I forsøket med hyse var det rikelig med is igjen både i kassen med flakis (-0,1 °C i isen) og kassen med nanois (-0,3 °C i isen). Fisken lagret i flakis var fortsatt helt dekt av is, mens fisken lagret på nanois var ca. ½ - ¾ dekket av is. Temperaturen i fisk lagret i flakis var på -0,1 °C mens fisk lagret i nanois var -0,2 °C. Fisk lagret på flakis hadde en QIM score på 17 mens fisk lagret på nanois hadde en score på 21. Fisken (spesielt gjellene) luktet sterkt surt, og fisken var uegnet for konsum.

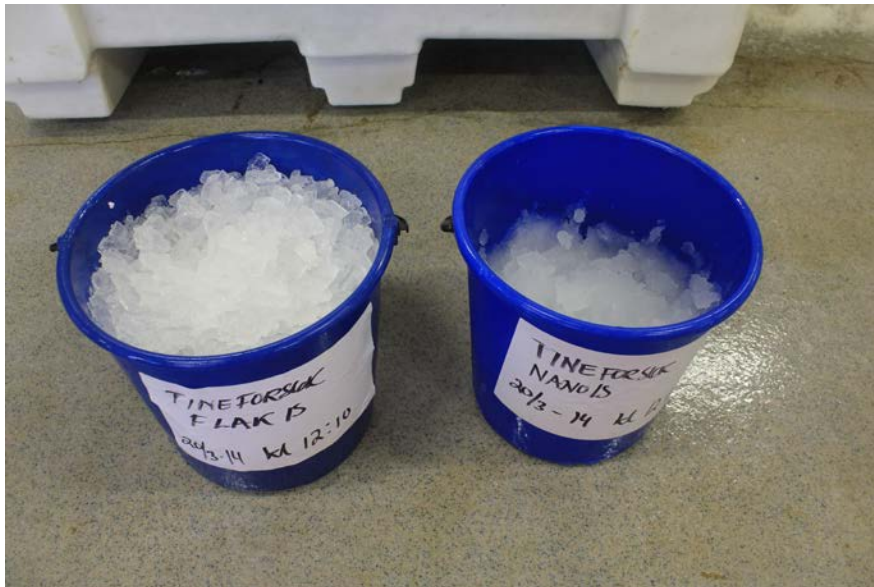
Torsk (uten hode) fulliset i nanois (-0,5 °C i isen) og flakis (-0,3 °C i isen) hadde ikke nevneverdige forskjeller i kvalitet etter 12 døgns lagring på is på kjølerom (2-3 °C). Temperaturen i fisken lagret på flakis og nanois var begge på -0,3 °C. QIM scoren for begge grupper var 10. Skinnen til fisken i nanois-gruppen var noe jevnere og uten flekker etter is på buksiden (Fig. 4.11), men skinnen var noe mørkere enn skinnen på fisken lagret på flakis.



Figur 4.11. Torsk fulliset og lagret i 12 dager. Fisken på øverste bilde er lagret på nanois, fisken på bildet under er lagret på flakis.

4.2.5 Forsøk med lagring av is (tineforsøk)

En bølge med 5 kg flakis (full bølge) og en med 5 kg nanois (halv bølge, 250 liter/time, avrent) ble lagret i hallen (temperatur på 5-7 °C) for å undersøke hvor raskt de to istypene smeltet (Fig. 4.12). Starttemperaturen i flakisen var -0,2 og temperaturen i nanoisen var -2,3 °C. Etter 1 døgn var temperaturen i flakisen -2,1 i overflaten og -1,5 °C i bunnen, og i nanoisen -2,2 °C i overflaten og -1,9 °C ved bunnen. Det var på dette tidspunktet tilbake et 5-10 cm lag med nanois øverst i bølga. Etter 1,5 døgn var halvparten av flakisen smeltet. Smeltevann og is ble derfor blandet og temperaturen målt til -0,1 °C. Nanoisen var nesten helt smeltet, bare en liten mengde nanois ble registrert i overflaten. Vann og resterende is ble blandet og temperaturen målt til -1,2 °C.



Figur 4.12. Ved start av tineforsøk (over) og etter ca. 20 timers (under).

4.2.6 Uttesting av nanois hos mottaker/utsalgssted

Blankiset torsk (skrei) ble pakket med nanois (8 kg nanois til 10 kg fisk), der 4 kg nanois ble lagt i bunnen og 4 kg ved nakkepartiet. Isen ble produsert med flow-innstilling på 250 l/t og avrent før pakking. Etter pakking gikk vekten i kassen ned med ca. 100 g etter 20 -30 min på grunn av avrenning.. Fisken ble pakket samme dag som den ble levert og sendt videre til mottaker neste morgen. Mottaker var Grande Fiskerute AS, Brekstad, Ørland kommune. De foredler og distribuerer torsk og uer til Trøndelagsområdet, mellom annet til Coop og Mega. Fisken ble videre prosessert og lagret som fersk rund fisk, fersk filet og lettsaltet fisk.

Kassene ble åpnet etter 3 dagers lagring av fisken i nanois. Fisken ble vurdert som fast og fin, men ble betraktet som fryst. At fisken virket fryst ble vurdert som negativ, da fisken ikke vil bli oppfattet som et ferskt produkt hos mottakerledd.

Holdbarhetstiden som de opererte med var 10 dagers lagring på is. Det ble vurdert som en betydelig fordel om holdbarhetstiden kunne forlenges.

4.2.7 Forsøk med ordinær pakking av blank torsk med flakis og nanois

Garnfanget torsk ble blankiset med flakis og nanois samme dag som den ble levert, etter vanlig prosedyre ved bedriften (cirka 5 kg flakis eller 10 kg nanois til 10 kg fisk). Temperaturen målt i to fisk lagret i flakis ble redusert fra 6,1 °C til 0 °C på 2-2,5 timer og under videre lagring lå temperaturen i tykkfisk-muskelen på $-0,4 \pm 0,1$ °C. Tilsvarende ble temperaturen i to fisk lagret i nanois redusert fra 6,8 °C til 0 °C på 45-60 minutter og under videre lagring lå temperaturen på $-0,6 \pm 0,1$ °C. Etter 7 dagers lagring på kjølerom ved bedriften var temperaturen i flakisen -0,1 °C og temperaturen i nanoisen var -0,7 °C. Temperaturen i fisken lagret i flakis lå på -0,2 °C mens temperaturen i fisken lagret i nanois lå på -0,4 °C etter endt lagring.

Fisk lagret på flakis ble vurdert som blankest på den siden av fisken som vendte opp og derfor ikke hadde vært i kontakt med isen (Fig. 4.13). Den andre siden av fisken hadde merker og små hull etter isen den hadde ligget på. Fisken oppbevart på nanois hadde en litt mindre blank og mer blek, matt og ruglet overflate på begge sider av fisken, men hadde ikke merker etter is på samme måte som fisken oppbevart på flakis (Fig.4.13).



Figur 4.13. Fisk lagret 7 dager på flakis (3 fisker til høyre) og på nanois (3 fisker til venstre).

QIM scoren for fisk lagret på henholdsvis flakis og nanois var 7,3 og 7,4. Nakkepartiet på fisken lagret på nanois var noe mer grått enn fisken lagret på flakis. Utenom dette ble begge gruppene vurdert som av god kvalitet ved endt forsøk etter 7 dager.

Bakterieinnholdet i gruppen lagret på nanois var på 5×10^4 bakterier/gram fiskemuskel (gjennomsnitt av 6 fisk). Fisk lagret på flakis inneholdt $8,3 \times 10^2$ bakterier/gram fiskemuskel (gjennomsnitt av 5 fisk).

5 DISKUSJON

5.1 Bruk av nanois som kjølemedium ombord i fiskebåter

Nanois ble testet som kjølemedium ombord i en liten kystbåt som drev garnfiske etter torsk på Budagrunnen i mars måned. Etter to timers oppbevaring var temperaturen 1,5 °C lavere i fisk lagret i nanois (- 0,7 °C) sammenlignet med fisk oppbevart i flakis/sjøvann (0,3 °C). Ved levering (etter 5 timer) var temperaturen i fisken om lag den samme i begge gruppene, -0,9 mot -1,2 °C, for henholdsvis flakis og nanois. På dette tidspunkt var fisken lagret på nanois hard, spesielt i buken, som virket fryst. Nanoisen var nesten helt smeltet mens det var mye flakis igjen i karene.

Resultatene viser at nanois bidrar til raskere nedkjøling av råstoff etter fangst enn ved bruk av flakis blandet med sjøvann. Denne effekten kan være enda tydeligere dersom sjøvannstemperaturen er høyere enn ved tilfellet under dette forsøket (5-6 °C). Under lagring ombord jevnet temperaturen i fisken seg ut mellom gruppene og nanoisen virket mindre holdbar og smeltet raskere enn flakisen.

Fisken lagret på nanois var hard og ble vurdert som nærmest fryst i buken, noe som indikerer at temperaturen på nanoisen (-2,1 °C) kan ha vært for lav ved start av forsøket. For de fleste fiskearter starter muskelen å fryse ved - 0,8 til - 1,4 °C (Sikorski, 1990). I litteraturen angis det videre at ved - 1 °C er 19 % av vannet i fisk fryst mens ved - 2 °C er hele 55 % av vannet i fisken fryst (Ronsivalli og Baker, 1981). Negative effekter i form av økt drypptap, dårligere utseende og tekstur grunnet dannelse av store iskrystaller, proteindenaturering og økt enzymaktivitet, kan bli resultatet når en betydelig andel av fiskens vann blir fryst (Love og Elerian, 1964) ved kjøling under frysepunktet. Det vil derfor være viktig å finne frem til optimal temperatur på nanoisen, som videre gir lengst holdbarhet på produktet, uten å redusere kvaliteten nevneverdig.

Dersom temperaturen på nanoisen kan tilpasses, og eventuelt ny is kan tilføres underveis under lagring ombord, kan nanois være fordelaktig siden temperaturen raskt kan senkes til et nivå lavere enn temperaturen som oppnås ved bruk av flakis/sjøvann. Denne gevinsten vil være større dess høyere temperaturen er i sjøvannet. Ut fra resultatene vil Nanois som kjølemedium være mest aktuelt på større båter som kan ha eget nanois-anlegg med blandetank installert ombordombord, og tilføre nanois til fisk i containere under fangst på feltet.

5.2 Kvalitetseffekt av nanois som kjølemedium ved ising av fisk

Under pakking var avrent nanois for hard til at fisk kunne legges ned i isen. Is måtte derfor legges i bunnen før ilegging av fisk. Den flytende vannfasen i nanoisen, som også holdt under - 2 °C, rant raskt ut av esken etter pakking. Dette medførte at mye av kjølemediet gikk til spille. I tillegg gjorde avrenningen det vanskelig å beregne hvor mye is det var i kassen ved pakking av fisk. Løsningen på dette problemet kan være å bruke en blandetank før anvendelse av isen, der blandingen blir mer homogen. Isen ville da fått konsistens som en slush/slurry og dermed både lettere å tilføre kassene, samt hindre større tap av underkjølt vann.

Ved fullising (fisk helt dekt av is) etter 5 dagers lagring gav bruk av nanois noe kaldere fisk (-1,0 °C) enn ved bruk av flakis (-0,5 °C), Dette var ikke tilfellet etter 12 dagers lagring. Etter lagring i 5 dager virket nanois-lagret fisk hard, men ikke fryst, og virket noe lettere å filetere enn flakis-lagret fisk. Fiskeskinnet hadde en jevnere, men noe mørkere farge og hadde en mer ruglete overflate. Lagring på flakis førte til mer flekkvis misfarging av fiskeskinnet der overflaten hadde vært i kontakt med is. Kvaliteten etter 12 dagers fullising var lik for begge grupper (QIM score på ca. 10). Resultatene viste at bruken av nanois i liten grad reduserer temperaturen eller øker kvaliteten på fulliset fisk

sammenlignet med bruk av flakis. Visuelt sett gav nanois både fordeler og ulemper med hensyn til utseende på fiskeskinnet, noe som er viktig å ta hensyn til når fisken skal omsettes hel.

For blankiset fisk gav nanois forbedret kvalitet etter 5 dagers lagring sammenlignet med tradisjonell flakis-pakking, både ved sensorisk og mikrobiologisk analyse. Dette kom sannsynligvis av den lave temperaturen i fisken (1,5 °C lavere enn ved bruk av flakis) ved dette uttaket.

Etter 8 dager ved relativ høy kjølelagringstemperatur (4-5 °C) var all nanoisen smeltet bort, mens det fortsatt var 20 % flakis igjen i isoporeskene. Temperaturen var vesentlig høyere i nanois-fisken (3 mot 0 °C) og kvaliteten på nanois-lagret fisk var dårligere enn fisk lagret på flakis, både sensorisk og bakterielt. Begge gruppene ble vurdert som ikke lengre holdbare etter 8 dager. Dette viser at nanoisen smelter raskere enn flakisen. En av grunnene til dette kan være høyere saltinnhold i nanoisen (laget av sjøvann) som gjør at smeltepunktet ligger ved en lavere temperatur enn for flakisen som er laget av ferskvann.

Under lagring ved lav kjøleromtemperatur (2-3 °C) holdt fisken seg lengre og begge grupper holdt god kvalitet etter 9 dagers lagring. Som under lagring ved høy temperatur, hadde nanoisen også her smeltet raskere enn flakisen og fisken tapte derfor noe mer vekt, men forskjellene var ikke store (opp mot 0,5 % i forskjell).

Etter 13 dager ble begge gruppene, etter en sensorisk vurdering, beskrevet som ikke holdbar med en QIM score på 11-12. Ifølge QIM-manualen (Martinsdottir *et al.*, 2001) har islagret torsk en total holdbarhet på 15 dager. Forskjellen i holdbarhetstid kan komme av at restholdbarhet i våre forsøk ble vurdert ut fra islaget fisk mens i QIM-manualen er restholdbarhet korrelert med kvalitet på kokte prøver.

Bakterieinnholdet var vesentlig høyere i nanois-lagret fisk enn i fisk lagret på flakis. Det var også stor variasjon i kimtall mellom fisk i samme gruppe. Dette kan komme av ujevn fordeling av is i kassen og/eller hvor fisken var plassert i kassen. Den store variasjonen i kimtall og dermed også i holdbarhet er også rapportert tidligere (Dalgaard, 1995) der torsk lagret ved 0-4 °C har en holdbarhet på 7-14 dager.

I et forsøk med ordinær blankis-pakking ble temperaturen i fisk lagret i nanois redusert til 0 °C 2,5 ganger raskere (1 time mot 2,5 timer) og fisken var 0,6 grader kaldere etter endt forsøk enn fisk lagret på flakis. Den sensoriske kvaliteten var lik for begge grupper, men bakterieinnholdet var, som tidligere registrert, vesentlig høyere for nanois-gruppen. Siden nanoisen ble produsert av UV-behandlet sjøvann, kan ikke høyt bakterieinnhold i isen være en forklaring. En annen forklaring kan være at nanoisen har et saltinnhold som er likt det i sjøvann og at naturlig forekommende bakterier på fisken (spesielt på skinnet) er tilpasset denne saltkonsentrasjonen (Bjørkevoll, Olsen og Skjerdal, 2002). Dette kan forklare hvorfor bakteriene vokser raskere ved bruk av nanois enn ved bruk av flakis som er laget av ferskvann.

I det videre arbeidet bør en gjennomføre tester med optimalt blandet nanois både til ising av fisk i kasser og til ising av fisk ombord. En bedre blanding av de to fasene vil gjøre det lettere å tilføre is i kasser og muligens bidra til at mindre vann renner ut. En bør også undersøke hva som vil være den optimale temperaturen på isen i forhold til forlenget holdbarhet og kvalitet, men som ikke bidrar til at produktet blir oppfattet som fryst.

6 KONKLUSJON

- Forsøket ble gjort uten at nanoisen gikk gjennom en blandetank, og dermed hadde isen to faser, vann og is. Dette gjorde det vanskelig å tilføre og beregne mengde is i åpne isoporesker, samt at kjølt vann rant ut av esken, og førte til tap av total kjølekapasitet.
- Nanois reduserte temperaturen i fisken raskere enn ved bruk av ren flakis eller flakis/sjøvann.
- Nanois smeltet raskere enn flakis ved pakking i isoporesker og ved kjøling av fisk ombord.
- Nanois gir ikke merke på fiskeskinnet, men skinnet ser ut til å bli noe mørkere sammenlignet med flakis
- Bakterieinnholdet ser ut til å være lavere i fisk lagret på flakis enn fisk lagret på nanois, selv om temperaturen var høyere i fisk oppbevart på flakis.
- Nanois produsert ved temperaturene i denne testen ($-2,1$ til $-2,3$ oC), kan medføre at fisken virker/blir fryst, noe som kan oppfattes som negativt av forbruker/konsument. Høyere is-temperaturer, kanskje ved innblanding av ferskvann under produksjon av nanois, kan hindre at fisken fryser.
- Ut fra forsøkene så langt virker nanois mer egnet til ising av råstoff i tette tanker enn til ising av fisk i åpne isoporesker. Dette vurderes på bakgrunn av isens egenskaper og tinehastighet. Uttesting av blandet nanois, som kan endre isens egenskaper, bør gjennomføres.

7 VIDEREFØRING

I det videre arbeidet med uttesting av nanois bør følgende tema undersøkes:

- Bruk av blandetank for å homogenisere nanois. Mer homogen is vil kunne gjøre isen mer anvendbar både ombord og på land.
- Studere effekten av å endre isens temperatur på kvalitet og holdbarhet under lagring ombord og på land. Noe høyere temperatur på isen vil redusere isdannelse i produktene.
- Bruk av nanois ombord i fiskebåter som oppbevarer fisk i slurry for å undersøke om nanois øker nedkjølingshastig, reduserer skader på fisken og øker kvaliteten på produktet.
- Studere effekten av å bruke nanois ved kjøling av andre typer fisk enn torsk, både under lagring ombord og ved videre bearbeiding og lagring på land.
- Evaluere effekten av delvis innfrysing av fiskemuskel på kvalitet, både kjemisk, mikrobiologisk og sensorisk.

8 REFERANSER

- Bjørkevoll, I., Olsen R. L. and Skjerdal, O. T. (2002). Origin and spoilage potential of the microbiota dominating genus *Psychrobacter* in steril rehydrated salt-cured and dried salt cured cod (*Gadus morhua*). *International Journal of Food Microbiology* 84, 175-187.
- Dalgaard, P. (1995). The effect of anaerobic conditions and carbon dioxide. In: H.H. Huss (editor), *Quality and quality changes in fresh fish*. FAO Fisheries technical paper no 348. FAO, Rome, Italy.
- Love, R. M. and Elerian, M. K. (1964). Protein denaturation on frozen fish. VIII. The temperature of maximum denaturation in cod. *J. Sci. Food. Agric.*, 15, 805-809.
- Martinsdottir, E., Sveinsdottir, K., Luten, J., Schelvis-Smit, R og Hyldig, G. (2001). Sensorisk bedømmelse av fisk med fokus på ferskhet.. Referansemanual for fiskerisektoren. QIM EUROFISH (www.qim-eurofish.com).
- Nanoiceglobal (<http://www.nanoiceglobal.com/>)
- Ronsivalli, L. J. and Baker, D. W. (1981). Low temperature preservation of seafood: A review. *Mar. Fish. Rev.* 33, 6-9.
- Sikorski, Z. E. (1990). *Seafood: Resources, nutritional composition and preservation*. Boca Ration, Florida, USA: CRC Press Inc.

9 VEDLEGG

QIM-SKJEMA - TORSK UTEN HODE

Gruppe:		Uttak:	Fisk nr.:				
Kvalitetsparametre		Beskrivelse					
Skind	Farge/ utseende	Klar, regnbueskinnende pigm. (0)					
		Heller matt, beg. misfarging (1)					
		Matt (2)					
	Slim	Klart, ikke klumpet (0)					
		Melkeaktig, klumpet (1)					
		Gult og klumpet (2)					
	Lukt	Frisk, tangaktig, metallisk (0)					
		Nøytral, gressaktig, muggen (1)					
		Gjær, brød, øl, sur melk (2)					
		Eddiksyre, svovelaktig, meget sur (3)					
	Tekstur	I rigor (0)					
		Fast, elastisk (1)					
		Myk (2)					
Meget myk (3)							
Kutt- flater	Sløyesnitt (buk) Farge	Gjennomsiktig, blålig (0)					
		Voksaktig, melkaktig (1)					
		Ugjennomsiktig, gul, brune flekker (2)					
	Kappe- snitt (nakke) Farge	Gjennomsiktig, blålig (0)					
		Voksaktig, melkaktig (1)					
		Ugjennomsiktig, gul, brune flekker (2)					
		Mørk, brun, misfarget (3)					
Buk	Lukt	Frisk, tangaktig, metallisk (0)					
		Nøytral, gressaktig, muggen (1)					
		Gjær, brød, øl, sur melk (2)					
		Eddiksyre, svovelaktig, meget sur (3)					
	Farge på blod	Rød (0)					
		Mørk rød (1)					
		Brun (2)					
Kvalitetsindeks	Poengsum (0-17)						

QIM-SKJEMA – TORSK MED HODE

Gruppe:		Uttak:	Fisk nr.:			
Kvalitetsparametere		Beskrivelse				
Skinn	Farge/ utseende	Klar, regnbueskinnende pigm. (0)				
		Heller matt, beg. misfarging (1)				
		Matt (2)				
	Slim	Klart, ikke klumpet (0)				
		Melkeaktig, klumpet (1)				
		Gult og klumpet (2)				
	Tekstur	I rigor (0)				
		Fast, elastisk (1)				
		Myk (2)				
Meget myk (3)						
Øyne	Hornhinne	Klar (0)				
		Med opalglans (1)				
		Melkeaktig (2)				
	Form	Konveks (0)				
		Flat, litt innsunken (1)				
		Innsunken, konkav (2)				
	Pupille	Svart (0)				
		Matt, ugjennomsiktig (1)				
		Grå (2)				
Gjeller	Farge	Klar rød (0)				
		Noe avfarget, beg. misfarging (1)				
		Misfarget, brune flekker (2)				
		Brun, misfarget (3)				
	Lukt	Frisk, tangaktig, metallisk (0)				
		Nøytral, gressaktig, muggen (1)				
		Gjær, brød, øl, sur melk (2)				
		Eddiksyre, svovelaktig, meget sur (3)				
	Slim	Klart (0)				
Melkeaktig (1)						
Melkeaktig, mørkt, ugjennomsiktig (2)						
Sløye- snitt	Farge	Gjennomsiktig, blålig (0)				
		Voksaktig, melkeaktig (1)				
		Ugjennomsiktig, gul, brune flekker (2)				
Buk	Lukt	Frisk, tangaktig, metallisk (0)				
		Nøytral, gressaktig, muggen (1)				
		Gjær, brød, øl, sur melk (2)				
		Eddiksyre, svovelaktig, meget sur (3)				
	Farge på blod	Rød (0)				
		Mørk rød (1)				
		Brun (2)				
Kvalitetsindeks		Poengsum				



MØREFORSKING

MØREFORSKING MARIN
Postboks 5075, NO-6021 Ålesund

Telefon +47 70 11 16 00
Telefaks +47 70 11 16 01

epost@mfaa.no
www.moreforsk.no



**HØGSKOLEN
I ÅLESUND**

HØGSKOLEN I ÅLESUND
Serviceboks 17, NO-6025 Ålesund

Telefon +47 70 16 12 00
Telefaks +47 70 16 13 00

postmottak@hials.no
www.hias.no