

**Produktionskæden fra frysetrawler via optøning til
dobbeltfrossen torskefilet**

Optøningsrapport (del 2)

DFU-rapport nr. 18.

“ Fisk - Kvalitet af frossen råvare”

Niels Bøknæs
Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. for Fiskeindustriell Forskning
August 1996

Sammendrag

I forsøgene er der ombord på den grønlandske frysetrawler Paamiut indfrosset 1000 kg rensede og hovedkappede torsk, der er fryselagret ca. 42 uger før optøning. Torskeblokkene blev optøet med henholdsvis *vandoptøning* og *luftoptøning*. Ved vandoptøningen blev der anvendt en traditionel batchvis optøning med en starttemperatur på 53°C og luftomrøring af karrene. Ved luftoptøningen blev der anvendt en optøningskabine fra Cabinplant, hvor optøningstemperatur og luftfugtighed kunne styres under optøningen. De optøede torsk fra de to optøningsmetoder blev fileteret og trimmet til benfri torskefilet. Derefter blev torskefileter fra de to behandlinger dobbeltfrosset og fryselagret i yderligere 8 uger. Lagringsperioden viser forskelle i fryselagringsstemperaturerne fra frysetrawler til fabrik, specielt i forbindelse med transporterne af de frosne råvarer. Fryselagringsstemperaturerne har primært ligget i intervallet -20°C til -30°C. De dobbeltfrosne torskefileter har været emballeret i plastikposer og fryselagret ved -27°C.

Vandoptaget i råvarerne under vand- og luftoptøningen er henholdsvis 2,0% og 0,4%. For maskin- og trimmede filetudbytter opnås der signifikant højere udbytter ved luftoptøning sammenlignet med vandoptøning. Når vandoptaget ved optøningerne inddrages bliver maskin- og trimmede filetudbytter for koderne (vandoptøning) og (luftoptøning) dog ikke signifikant forskellige. Dette tyder på, at vandoptaget ved vandoptøningen mistes under filetering og trimming af torskene.

Ved sensoriske bedømmelser af optøet hel torsk, kogt filet, samt måling af tørstof, proteinernes vandbindingsevne, dryptab og formaldehyd er der ingen signifikant forskel mellem vand- og luftoptøning. Udledningen pr. tons råvare af tørstof, BI5, glødetab, sedimentering, total-N og total-P er væsentlig højere for vandoptøning sammenlignet med luftoptøning. Dette betyder, at vandoptøning generelt giver en meget større miljøbelastning sammenlignet med luftoptøning. Ved sensoriske bedømmelser af filet, kogt filet, samt måling proteinernes vandbindingsevne, tørstof, dryptab, væggtab (frysning) og væggtab (optøning) optræder der heller ikke signifikante forskelle mellem vand- og luftoptøningen for de dobbeltfrosne torskefileter.

Sammenhold med tidligere forsøg på tilsvarende råvare viser et meget stort kvalitetstab for den anvendte råvare med en fryselagringsstid på 42 uger. I tidligere forsøg med en fryselagringsstid for råvaren på 17 uger blev der opnået en meget bedre kvalitet. Det var dog kendetegnende for begge optøede råvarer, at torskefileternes kvalitet med hensyn til blodpletter etc. havde højere kvalitet sammenlignet med russiske optøede råvarer anvendt i industrien. Dette viser potentialet ved, at benytte relativ korte trawltider og hensigtsmæssige fangstbehandlingssystemer ombord på frysetrawlerne.

Valget mellem vandoptøning eller luftoptøning til optøning af torskeblokke er i høj grad afhængig af investering og priser for spildevandsafledning for den enkelte filetfabrik. Med udgangspunkt i den opstillede forsøgsrække er der ikke fundet kvalitetsforskel på vandoptøning og luftoptøning til hel frossen torsk for enkeltfrosne torsk og dobbeltfrosne torskefileter.

Forord

Delprojektet "Produktionskæden fra frysetrawler via optøning til dobbeltfrossen torskefilet (Optøningsrapport del 2)" er udført i forbindelse med hovedprojektet "Fisk - Kvalitet af frossen råvare" hos Danmarks Fiskeriundersøgelser, afdeling for Fiskeindustriell Forskning i Lyngby. Projektet er finansieret af Landbrugs- og Fiskeriministeriets produktudviklingsmidler via Jordbrugsdirektoratet. Hovedprojektet er opstartet pr. 1/8-1993, og færdiggøres d. 1/8-1996. Resultaterne fra projektet er af almenyttig karakter, og er fuldt offentlig tilgængelige.

Der rettes en tak til Royal Greenland A/S for mulighed for deltagelse i fangstrejsen med frysetrawleren Paamiut i Barentshavet i foråret 1995. Fangstrejsen var en uforglemmelig oplevelse, og der rettes en speciel tak til skipper Oddbjørn Neshamar, fabrikschef Torben Lund, baadermand Atli Larsen samt den øvrige besætning ombord på Paamiut for hjælp ved behandling og indfrysning af torskeblokkene. Dette har betydet, at selve "fangst- og frysehistorien" for de frosne torsk har været kendt gennem hele processen fra fangst på frysetrawler til dobbeltfrossen torskefilet.

Der rettes en tak til Cabinplant A/S, Hårby for udlån af luftoptøningsudstyr til forsøgene. Der rettes en tak til Lars Roesager, Cabinplant for deltagelse i optøningsforsøgene i Grenå d. 19-20/2-1996.

Der rettes en tak til Thorfisk A/S, Grenå for udlån af forarbejdningsfaciliteter i forbindelse med optøningsforsøgene i projektet. Der rettes en speciel tak til kvalitetschef, Anton Nielsen samt det øvrige personale i skæreafdelingen hos Thorfisk for en stor hjælp ved udførelsen af optøningsforsøgene.

Der rettes en tak til Hugo Ladefoged for en stor praktisk støtte ved udførelsen af optøningsforsøgene samt udbytterige diskussioner. Ligeledes en tak til Jonas Nordahl Winther for deltagelse i optøningsforsøgene. Derudover takkes de personer ansat ved Danmarks Fiskeriundersøgelser i Lyngby, der har deltaget i de sensoriske analyser i forbindelse med fryselagringsforsøgene.

Lyngby, den 13/8-1996

Niels Bøknæs

Indholdsfortegnelse

1. Indledning	1
2. Formål	1
3. Forsøgsplanlægning	2
3.1 Forsøgsopstilling.....	2
3.2 Forsøgsoversigt.....	4
4. Indfrysning på frysetrawleren Paamiut	4
4.1 Udførelse af indfrysningforsøg.....	5
4.2 Temperaturmålinger for fryselagringsforløbet.....	6
5. Optøningsforsøg	7
5.1 Udførelse af optøningsforsøg.....	7
5.2 Temperaturmålinger for optøningsforløbene.....	7
5.3 Udbytter.....	8
5.4 Spildevand	12
5.5 Sensoriske bedømmelser.....	14
5.6 Fysiske analyser.....	16
5.7 Kemiske analyser.....	19
5.8 Diskussion.....	21
6. Produktforsøg	23
6.1 Udførelse af produktforsøg.....	23
6.2 Temperaturforløb for 2. fryselagring.....	23
6.3 Sensoriske bedømmelser.....	23
6.4 Fysiske analyser.....	25
6.5 Vejninger.....	28
6.6 Diskussion.....	30
7. Konklusion	31
8. Litteraturliste	34

1. Indledning

Produktion med frosne torskefilet som råvare i Danmark er blevet essentiel for dele af den danske fiskeindustri pga. faldende og varierende råvareleverancer, som resulterer i en ustabil situation mht. beskæftigelse og produktion af færdigvarer af torskefilet. Langt hovedparten af de frosne torskefilet, der forarbejdes i Danmark, er hovedkappede russiske torsk. Ved en produktion med frosne hele torsk som råvare gennemgår torskene følgende proces fra fangst til dobbeltfrosne torskefilet (se figur 1).

Fangst ⇔ Fangstbehandling ⇔ Indfrysning ⇔ Fryselagring ⇔ Optøning ⇔ Forarbejdning ⇔ Fryselagring

Figur 1: Flowskema; fra fangst til dobbeltfrosne torskefilet.

Efter fangst og fangstbehandling ombord bliver torskene rensede, hovedkappet og afblødt før indfrysning. Indfrysningen sker i blokke med varierende størrelser (10-25 kg) i vertikale pladefrysere. Efter indfrysning indpakkes blokkene og placeres på fryselageret. Torskeblokkene fryselagres ombord og transporteres til filetfabrikker i Danmark på frysetransport. På fabrikken optøes torskeblokkene, og de optøede torsk indgår som råvare i den daglige produktion. På de fleste fabrikker anvendes der en form for vandoptøning til torskeblokkene. De optøede torsk forarbejdes, og de sælges primært som frosne filetprodukter (diverse udskæringer og blokprodukter).

Der optræder ofte store kvalitetsforskelle mellem de partier af frosne torsk, der importeres til Danmark. Efter forarbejdningen har en del af torskefileterne mange blodpletter og er meget løse i kødet. Vandoptøning af torskeblokke er en proces, der giver en stor mængde spildevand. Med de kraftige prisstigninger på afledning af spildevand i Danmark indenfor de seneste år er det blevet meget relevant at undersøge alternative metoder til optøning af torskeblokke.

2. Formål

Der opstilles en forsøgsrække, der viser en god råvarebehandling af torsk ombord på en frysetrawler, hvor der indfryses helt friske rensede hovedkappede torsk. Torskene indfryses i en vertikal pladefryser, og lagres med en fryselagringsperiode på ca. 42 uger. Torskene optøes med henholdsvis *vandoptøning* og *luftoptøning*. Forsøgene skal vise en god råvarebehandling ombord

på en frysetrawler samt et dokumenteret fryselagringsforløb for de frosne råvarer og dobbeltfrosne torskefileter.

- Det undersøges, hvilken betydning indfrysning af torsk med en god råvarebehandling (helt nyfangede torsk) har på kvaliteten af de optøede torsk efter ca. 42 ugers fryselagring for udvalgte kvalitetsmetoder.
- Der måles fryselagringstemperaturer for de indfrosne torskeblokke på frysetrawlerens fryselager, under transporten til Danmark og på fryselager i Danmark. Desuden måles der fryselagringstemperaturer for de dobbeltfrosne torskefileter samt for vand- og luftoptøningen.
- Effekten af de to opstillede optøningsmetoder (vandoptøning og luftoptøning) undersøges ved hjælp af udvalgte kvalitetsmetoder, filetudbytter samt spildevandets belastning.
- Det undersøges, hvilke kvalitetsforskelle, der optræder for dobbeltfrosne torskefileter fra koderne vand- og luftoptøning efter en dobbeltfrysning med en yderligere fryselagringstid på ca. 8 uger.

3. Forsøgsplanlægning

I det følgende gennemgås den overordnede forsøgsopstilling med tilhørende forsøgsoversigt med udførelsen af forsøgene.

3.1 Forsøgsopstilling

Forsøgsrækken udformes som et fuldskala forsøg, hvor råvaren følges fra fangsten ombord på frysetrawleren Paamiut til optøningen hos Thorfisk i Grenå. Dette betyder, at de anvendte råvarer i forsøgene har fået en meget ensartet behandling, og dermed elimineres de sædvanlige forskelle i råvarekvalitet ved forsøg af denne art. Efter endt fryselagring undersøges effekten af to mulige metoder til optøning af torskeblokke: *Vandoptøning* og *luftoptøning*.

Til luftoptøningen blev der anvendt en optøningskabine fra Cabinplant A/S, hvor lufttemperatur og luftfugtighed styres under optøningen af torskeblokkene. Optøningskabinen var en demomodel, som kunne optø ca. 400 kg torskeblokke pr. batch. Under luftoptøningsforsøgene blev der anvendt en luftfugtighed omkring 70%. Luftoptøningen blev gennemført med følgende temperaturprogram (se

tabel 1). Temperaturprogrammet til luftoptøningen blev udformet således, at temperaturbelastningen på torskeblokkene under optøningen ikke blev for kraftig.

Tid	Temperatur
10 timer	5°C
2 timer	15°C
3,5 timer	12°C
2 timer	8°C
2 timer	5°C
1 time	12°C

Tabel 1: Temperaturprogram til luftoptøningen af torskeblokkene.

De intervaller under luftoptøningen, hvor temperaturen er 5°C tilføres der ikke varme til optøningskabinen. Rumtemperaturen i produktionslokalet, hvor luftoptøningsanlægget var placeret var 5°C. Den samlede optøningstid for luftoptøningen af torskeblokkene var ca. 20,5 timer.

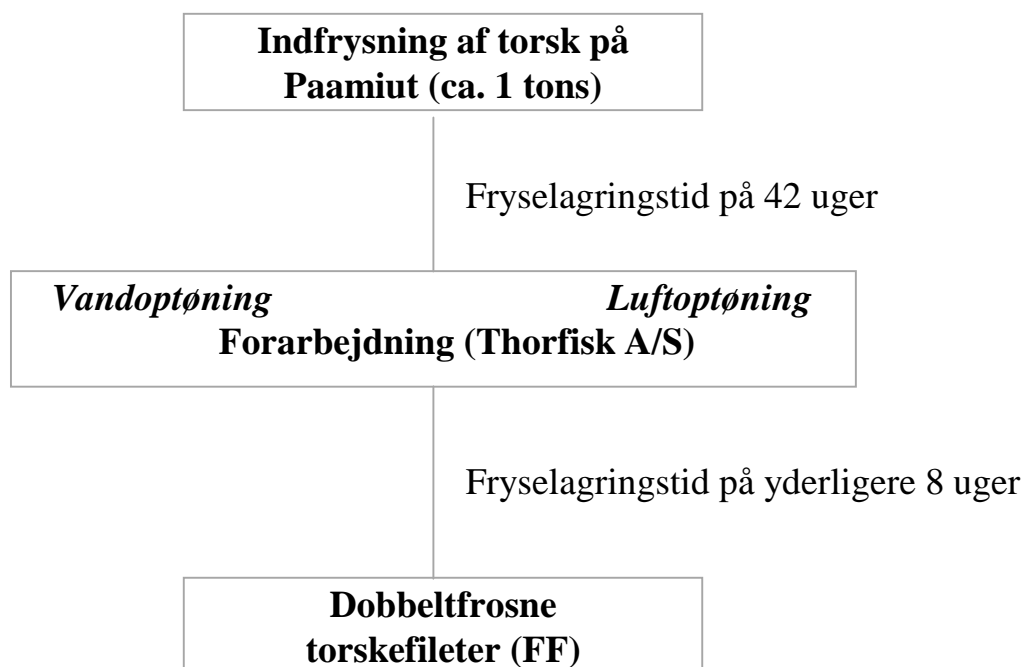
Vandoptøningen af torskeblokkene er foretaget efter en praksis, der benyttes i Danmark, hvor optøningen foretages batchvis med en starttemperatur for vandet i intervallet 30-55°C. Der blev anvendt vand med en starttemperatur på 53°C, og et fisk:vand-forhold på 1:1,35. Der blev tilført luft til karrene for at sikre omrøring af optøningsvandet. De frosne torskeblokke blev efter udpakning og vejning placeret i et af de to anvendte optøningskar. Torskeblokkene blev placeret forskudt i optøningskarrene for at sikre en god kontakt mellem torskene og optøningsvandet. Efter ca. 18 timer var torskene optøede.

Efter optøning forarbejdes alle torskene på en fileteringslinie, og torskefileterne trimmes for benrester, parasitter og blodpletter. Efter forarbejdningen indfryses torskefileter til fryselagringsforsøg på dobbeltfrosne torskefileter.

Med den opstillede forsøgsstruktur undersøges effekten af optøningsmetode til torskeblokkene, da det er den eneste parameter, der varierer i forsøgene. Det undersøges ligeledes i forsøgene, hvordan en god fangst og fangstbehandling ombord påvirker kvaliteten af torsk i optøet tilstand. Desuden undersøges det, hvorledes en god fangst og fangstbehandling kombineret med vandoptøning og luftoptøning påvirker kvaliteten af dobbeltfrosne torskefileter.

3.2 Forsøgsoversigt

I det følgende opstilles der en forsøgsoversigt med afviklingen af hele projektets forløb (se figur 2). Under en fangstrejse med frysetrawleren Paamiut i Barentshavet i foråret 1995 blev der indfrosset ca. 1 tons rensede hovedkappede torsk fra samme fangst. Disse torskbløkke blev indfrosset ombord og fryselageret i 42 uger på forskellige fryselagre før optøning. Torskbløkkene blev optøet med henholdsvis vand- og luftoptøning og forarbejdet hos Thorfisk i Grenå. Efter forarbejdningen blev der indfrosset torskfileter fra de to optøningsmetoder til fryselagringsforsøg på dobbeltfrosne torskfileter. Disse forsøg med dobbeltfrosne torskfileter blev udført efter yderligere 8 ugers fryselagring på laboratoriet i Lyngby.



Figur 2: Forsøgsoversigt fra indfrysning af torskbløkke ombord på frysetrawler til dobbeltfrosne torskfilet.

4. Indfrysning på frysetrawleren Paamiut

I det følgende redegøres der for de praktiske forsøg ombord på frysetrawleren Paamiut.

4.1 Udførelse af indfrysningsforsøg

Indfrysningen af torskene er foretaget den samme dag (d. 6/5-1995) ombord på Paamiut. Der blev fisket ved Bjørneøen i Barentshavet. Alle de indfrosne torsk stammer fra det samme træk med en trawltid på ca. 5 timer. Der blev fanget ca. 3 tons fisk i trækket, hvor langt hovedparten af fangsten var torsk. Den største del af torskene var levende ved fangsten. Torskene blev hovedkappet i en Baader 424 indenfor ½ time efter fangsten. Ved hovedkappingsprocessen blev indvoldene fjernet med vacuum. De hovedkappede og rensede torsk blev afblødt i havvand (ca. 2,5°C) i ca. ½ time. Efter afblødning blev torskene indvejet til den vertikale pladefryser, og der blev indfrosset ca. 25 kg hovedkappede torsk pr. blok. Blokkene blev efterfyldt med havvand i pladefryseren, og torskablokkene blev indfrosset til en kernetemperatur i blokkene på under -20°C. Alle torskene blev indfrosset før dødsstivhedens indtræden, og enkelte hovedkappede torsk havde stadig bevægelser efter placering i pladefryseren som følge af muskelkontraktioner. Efter indfrysning blev torskablokkene pakket i plastikposer, og placeret på fryselageret (se figur 3). Torskablokkenes dimensioner er (55x50x10)cm.



Figur 3: Den anvendte blokstørrelse og emballering af de frosne torskablokke i forsøgene.

Blokkene blev placeret på fryselageret ombord på Paamiut. Behandlingen af torskene ombord betyder, at de indfrosne torsk repræsenterer torsk med en god fangst og fangstbehandling fra en frysetrawler. Der henvises til bilag 1 for yderligere uddybning af indfrysningerne af torskeblokkene.

4.2 Temperaturmålinger på fryselagringsforløbet

I udvalgte torskeblokke blev der placeret temperaturlogger til måling af fryselagringsforløbet fra indfrysning ombord på frysetrawleren til optøningstidspunktet på fabrikken. Temperaturloggerne har form som en ishockey puck, og indfryses sammen med torskene i de udvalgte torskeblokke. Efter fire timers indfrysning i en vertikal pladefryser var kernetemperaturen i blokkene under -25°C . Temperaturmålingerne ombord på Paamiut viste en rimelig konstant fryselagringsstemperatur på omkring -29°C (se bilag 4). Temperaturerne lå i intervallet -25°C til -31°C under fryselagringen på ca. 3 uger ombord på Paamiut. Ved losningen i Sortland i Nordnorge d. 22/5-1995 blev torskeblokkene placeret på et frysetransportskib og fragtet til Danmark. Denne tur havde en varighed af ca. 6 døgn og fryselagringsstemperaturen lå i intervallet -19°C til -22°C .

Efter losningen i Danmark blev torskeblokkene placeret på et fryselager i ca. 3 døgn med en lagringstemperatur omkring -29°C . Derefter blev torskeblokkene transporteret til et andet fryselager og opbevaret. I de første 4 uger (uge 22-25) var fryselagringsstemperaturen ret stabil omkring -24°C . I de næste 5 uger (uge 26-30) var fryselagringsstemperaturen meget varierende i intervallet -19°C til -24°C . I en uge (uge 31) var fryselagringsstemperaturen stigende, og var på et tidspunkt -14°C pga. problemer med fryserens fordamper. I 2 uger (uge 33-34) var fryselagringsstemperaturen i intervallet -19°C til -22°C . I 21 uger (uge 35-3) var temperaturen i intervallet -23°C til -25°C . Under transporten af torskeblokkene til Grenå i uge 4 steg fryselagringsstemperaturen til intervallet -19°C til -21°C . I de sidste 3 uger (uge 5-7) af torskeblokkenes fryselagringsforløb var temperaturen i intervallet -25°C til -27°C . Målinger i hele frysekæden fra frysetrawlerens fryselager til optøning på filetfabrikken har vist ret store forskelle i fryselagringsstemperaturerne. De store forskelle observeres specielt i forbindelse med transporterne af de frosne torskeblokke. For uddybning af fryselagringsstemperaturerne henvises der til bilag 4.

5. Optøningsforsøg

I det følgende præsenteres udførelsen af optønings- og forarbejdningsforsøgene, der blev udført hos Thorfisk i Grenå i perioden 19-20/2-1996. Desuden vises resultaterne fra optønings- og forarbejdningsforsøgene med tilhørende databehandling.

5.1 Udførelse af optøningsforsøg

Efter fryselagringen af den frosne råvare i 42 uger opdeles de 40 torskeblokke til henholdsvis luft- og vandoptøning. De enkelte torskeblokke udpakkes af plastikemballagen og vejes før optøning. Luft- og vandoptøningen blev opstartet d. 19/2-1996. Efter optøningen blev torskene vejjet og placeret i kasser til forarbejdningen. De optøede torsk blev forarbejdet i batch á 75 kg. De optøede torsk blev forarbejdet i en Baader 184, og torskefileterne blev afskindet i en Baader 51. Efter trimningen blev torskefileterne udvejjet og placeret i rulle vogne. Undervejs i forarbejdningen blev der udtaget optøede hele torsk og torskefileter til sensoriske bedømmelser.

5.2 Temperaturmålinger for optøningsforløbene

Ved vandoptøningen blev der placeret en temperaturlogger i kernen af en frossen torskeblok. Kernetemperaturen var omkring -25°C før optøningen blev påbegyndt. Efter 2 timers optøning var kernetemperaturen steget til ca. -4°C . Efter ca. 20 timers optøningsforløb var kernetemperaturen i torskeblokkene -1°C .

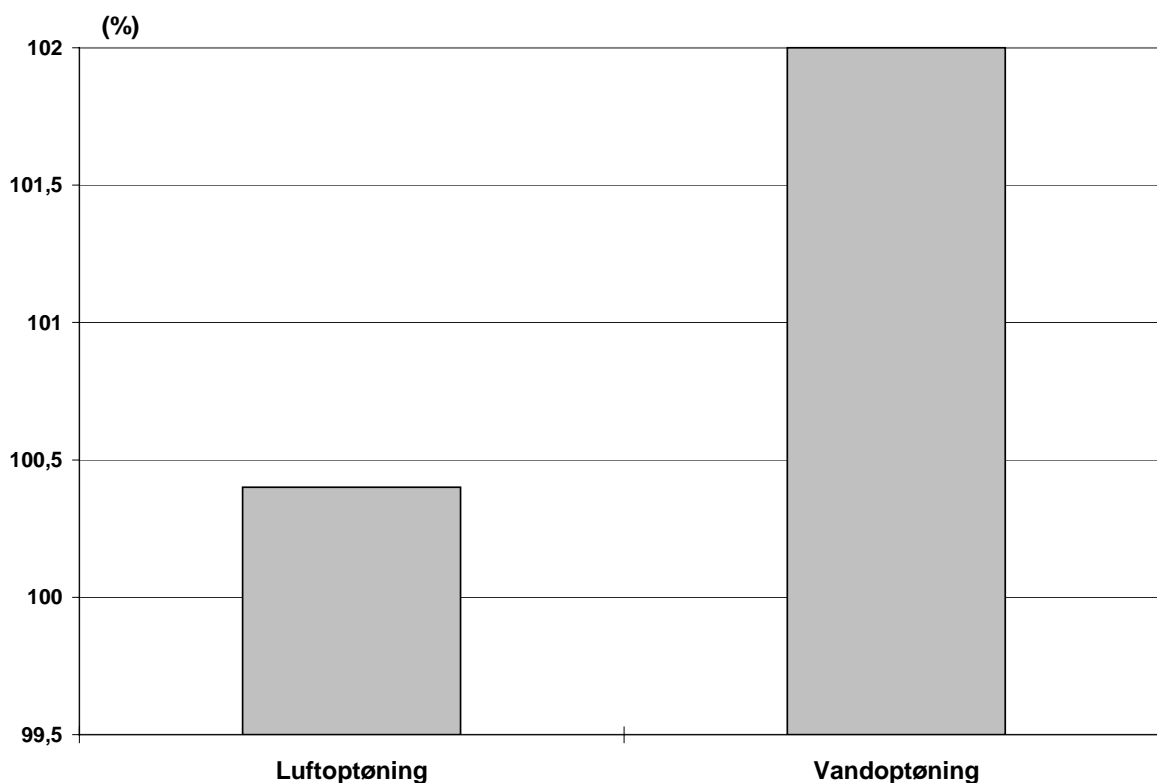
Ved luftoptøningen blev der placeret temperaturfølere i kernen og på overfladen på en torskeblok. Kerne- og overfladetemperatur var henholdsvis -24°C og -21°C før optøningen blev påbegyndt. I de første 8 timer af luftoptøningen blev der ikke tilført varme til optøningskammeret. I denne periode skete der en moderat stigning i blokkens kerne- og overfladetemperatur. Efter ca. 8 timers optøning var både kerne- og overfladetemperatur -13°C . Torskeblokkens overfladetemperatur steg de følgende 4 timer til ca. 8°C , og kernetemperaturen steg til -4°C de følgende ca. 2 timer. Kernetemperaturen blev udlignet til omkring -1°C over en periode på 18,5 timer. For uddybning af temperaturforløbene henvises der til bilag 4.

5.3 Udbytter

I det følgende præsenteres de forskellige udbyttmålinger fra indfrysningen ombord på Paamiut og til optøning og forarbejdning hos Thorfisk. Det bemærkes, at udbyttmålingerne er beregnet ud fra en hovedkappet råvare, hvor kravebenet er fjernet i hovedkappingsprocessen. Der er opstillet følgende udbyttmålinger i forsøgsrækken: Vandoptag ved optøningen, maskinudbytte og trimmet filetudbytte.

Vandoptag ved optøningen

De rensede og hovedkappede torsk er udvejet til hver blok før indfrysningen i den vertikale pladefryser ombord på Paamiut. De optøede torsk fra luft- og vandoptøningen vejes ligeledes før forarbejdningen. Til luftoptøningen blev der indvejet 403,26 kg hovedkappet torsk før indfrysning, og udvejet 405 kg hovedkappet torsk efter optøning. Til vandoptøningen blev der indvejet 630,89 kg hovedkappet torsk, og udvejet 643,7 kg hovedkappet torsk. På figur 4 vises udbytterne for vandoptaget for koderne: Vandoptøning og luftoptøning. Der henvises til bilag 2 for uddybning af udbyttedata.

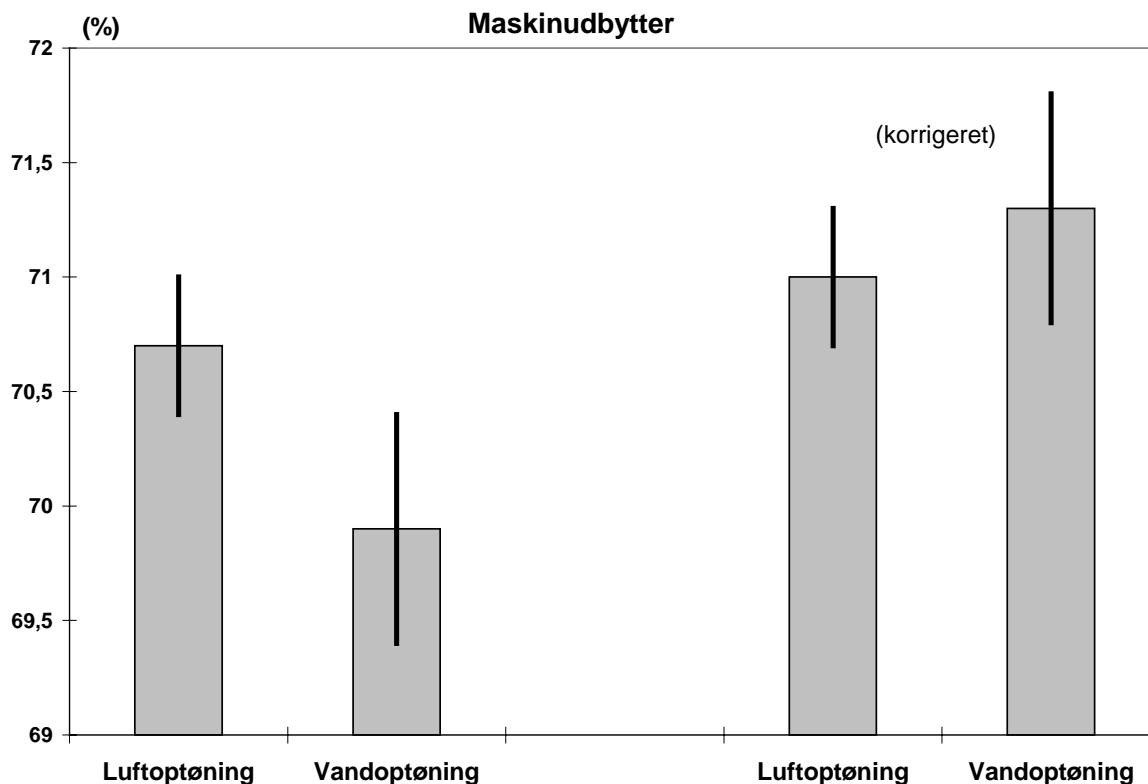


Figur 4: Torskens vandoptag (%) fra indfrysningen ombord på Paamiut til efter optøningen hos Thorfisk for henholdsvis vand- og luftoptøning.

Som det fremgår af figur 4 har de hovedkappede vandoptøede torsk et vandoptag på ca. 2%, mens de hovedkappede luftoptøede torsk har et vandoptag på ca. 0,4% fra indfrysning til optøning. Dette indikerer, at vandoptøede torsk har et større vandoptag under optøningsprocessen sammenlignet med luftoptøede torsk. Det er overraskende, at de luftoptøede torsk havde et vandoptag under optøningsprocessen, da disse torsk ikke direkte er placeret i vand under optøningsprocessen. Ved den anvendte luftoptøning blev der dog tilført en del vand for at holde fugtigheden i kammeret på omkring 70%, da den anvendte elektriske dampgenerator ikke kunne generere den ønskede fugtighed på over 90% i optøningskammeret. Dette kan have medvirket til, at de luftoptøede torsk også havde et mindre vandoptag under optøningen.

Maskinudbytter

Efter optøningen blev torskene indvejet med ca. 40 kg hovedkappede torsk i hver batch. Torskene blev fileteret i en Baader 184 og torskefileterne afskindet i en Baader 51. Begge maskiner er justeret, og fileteringsmaskinen blev betjent af den samme operatør under alle forarbejdningsforsøg. Samtlige optøede torsk fra begge optøningsmetoder blev forarbejdet på den samme maskine. Forarbejdningen af alle torskene var fuldført i løbet af ca. 3 timer. Gennemsnitsvægten af torskene (uden hoved og kraveben), der er anvendt i forsøgene ligger i intervallet 0,9-1,0 kg for samtlige batch for både vand- og luftoptøning. Dette har stor betydning for sammenligningerne af udbyttedata for de to optøningsmetoder. Ved forarbejdning af forskellige størrelser torsk på den samme maskinlinie vil der blive observeret udbytteforskelle som følge af størrelsesforskelle mellem torsk. På figur 5 vises de gennemsnitlige maskinudbytter med tilhørende 95%-konfidensintervaller for filetering og afskindning af optøede torsk, hvor der anvendes vejning af optøede torsk før forarbejdning og vejning af forarbejdede torskefileter. På figur 5 vises desuden korrigerede maskinudbytter for filetering og afskindning, hvor der anvendes vejningerne af hovedkappede torsk ombord på frysetrawleren og vejningerne af forarbejdede torskefileter. Der henvises til bilag 2 for uddybning af data.



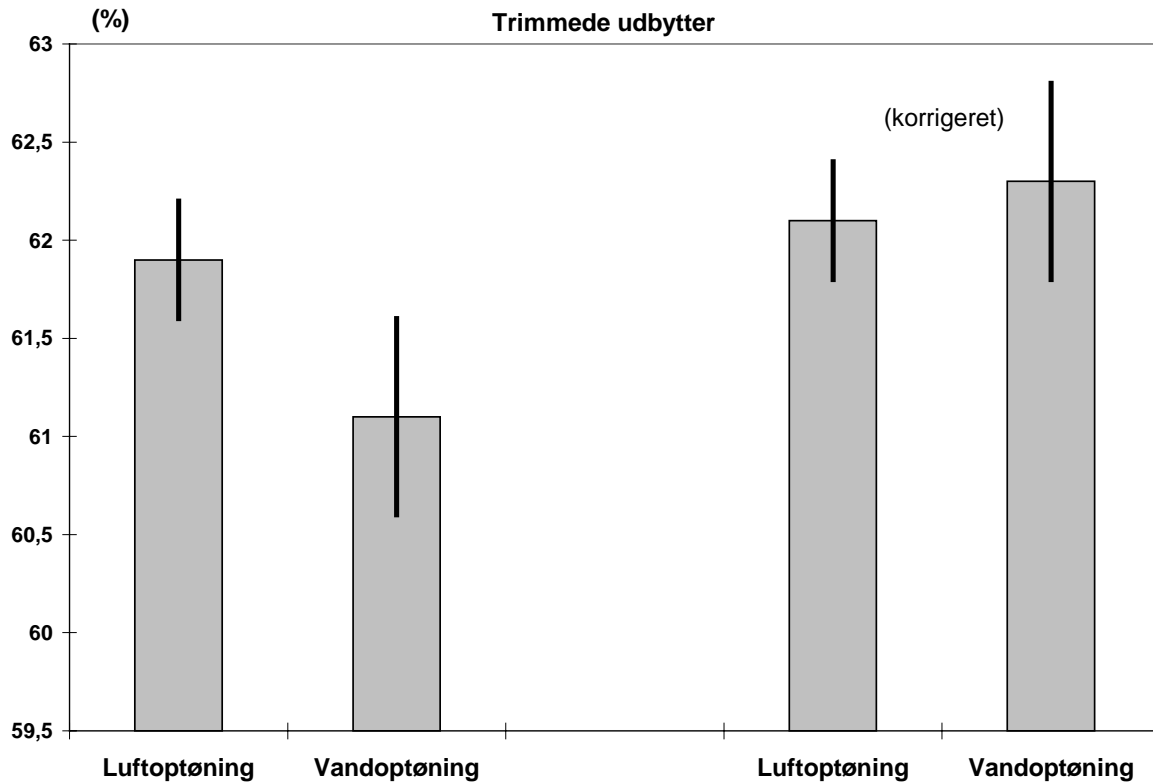
Figur 5: Gennemsnitlige maskinudbytter og gennemsnitlige korrigerede maskinudbytter med tilhørende 95%-konfidensintervaller for torskene fra henholdsvis vand- og luftoptøningen.

Figur 5 viser, at koden (luftoptøning) har et gennemsnitlig maskinudbytte på 70,7%, og koden (vandoptøning) har et gennemsnitlig maskinudbytte på 69,9%. Som det fremgår af figur 5 har koden (luftoptøning) et signifikant højere maskinudbytte end koden (vandoptøning). Når der korrigeres for vandoptag under optøningen: vandoptøning (+2,0%) og luftoptøning (+0,4%) opnås, at koden (luftoptøning) har et gennemsnitlig maskinudbytte på 70,9%, og koden (vandoptøning) har et maskinudbytte på 71,3%. Som det fremgår af figur 5 har koden (vandoptøning) ikke et signifikant højere korrigeret maskinudbytte sammenlignet med koden (luftoptøning). Der optræder dog en tendens til et højere maskinudbytte for hele processen fra indfrysning på frysetrawler til optøning af torskablokkene ved at anvende vandoptøning.

Trimmede filetudbytter

Efter filetering og afskindning trimmes torskfileterne for benrester, parasitter og blodpletter. Det blev aftalt med fire trimmere, hvorledes trimningen af torskfileterne skulle foretages med henblik på at udføre forsøgene så ensartede som muligt. Kilesnittet (V-snittet) blev ligeledes fjernet i forbindelse med trimmeprocessen. Alle torskfileterne blev trimmet af de samme fire personer. På figur 6 vises gennemsnitsværdierne for trimmede filetudbytter for torskfileterne med tilhørende 95%-konfidensintervaller, hvor der blev foretaget vejninger af torskfileterne før og efter

trimmeprocessen. På figur 6 vises desuden gennemsnitlige korrigerede trimmede filetudbytter for trimmeprocessen med tilhørende 95%-konfidensintervaller, hvor der korrigeres for vandoptaget ved de to forskellige optøningsmetoder. Der henvises til bilag 2 for uddybning af data.

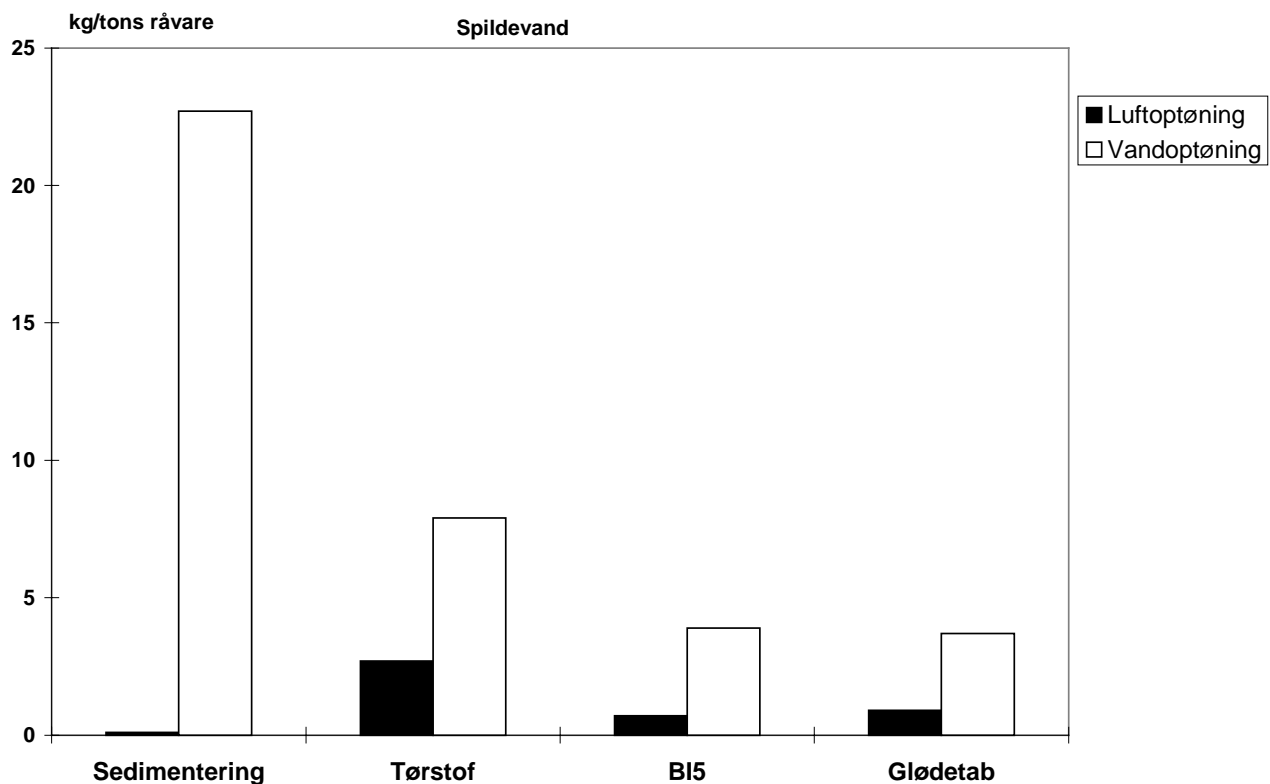


Figur 6: Gennemsnitlige trimmede filetudbytter og gennemsnitlige korrigerede trimmede filetudbytter med tilhørende 95%-konfidensintervaller for torskene fra henholdsvis vand- og luftoptøningen.

Figur 6 viser, at koden (luftoptøning) har et gennemsnitlig trimmet filetudbytte på 61,9%, og koden (vandoptøning) har et gennemsnitlig trimmet filetudbytte på 61,1%. Som det fremgår af figur 6 har koden (luftoptøning) et signifikant højere trimmet filetudbytte end koden (vandoptøning). Når der korrigeres for vandoptag under optøningen: vandoptøning (+2,0%) og luftoptøning (+0,4%) opnås, at koden (vandoptøning) har et gennemsnitlig trimmet filetudbytte på 62,3% og koden (luftoptøning) har et trimmet filetudbytte på 62,1%. Som det fremgår af figur 6 har koden (vandoptøning) ikke et signifikant højere trimmet filetudbytte sammenlignet med koden (luftoptøning). Der er dog en lille tendens til et højere trimmet filetudbytte for hele processen fra indfrysning på frysetrawler til optøning af torskablokkene ved at anvende vandoptøning.

5.4 Spildevand

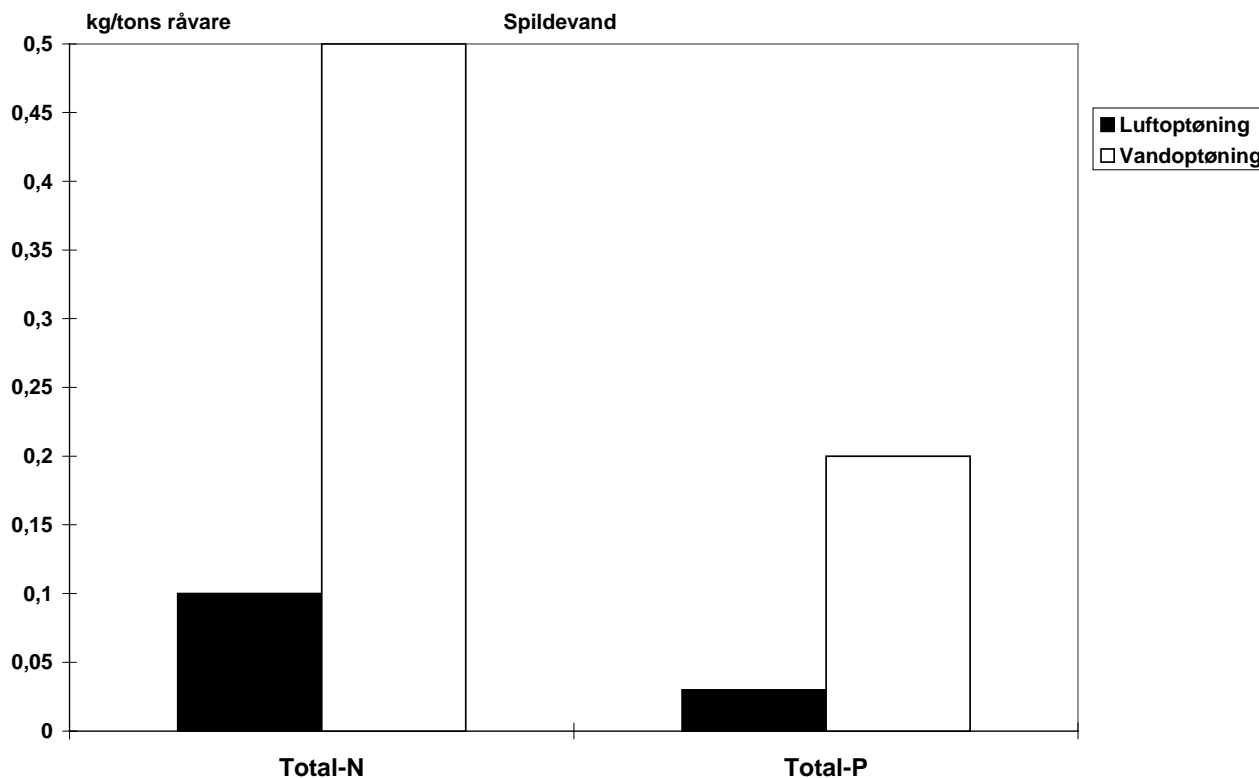
Der er lavet spildevandsanalyser i forbindelse med vand- og luftoptøningsforsøgene. De udtagne prøver er analyseret for følgende parametre: pH, sedimentering, tørstof, BI5, total-Nitrogen, total-Phosphor og glødetab. Spildevandsanalyserne er foretaget af Miljø og Levnedsmiddelkontrollen i Østjylland. pH for koden (luftoptøning) er 7,57, og pH for koden (vandoptøning) er 7,98. Ved luftoptøningen blev der anvendt 450 l vand til optøning af 418,6 kg frosne torskeblokke. Den store mængde vand til luftoptøningen blev anvendt for at sikre en relativ høj luftfugtighed i optøningskammeret. Dette medførte, at torskeblokkene blev oversprøjtet med vand under optøningsforløbet. Ved vandoptøning blev der anvendt 875 l vand til optøning af 655,2 kg frosne torskeblokke. Sammenholdes disse informationer med analysedata for de to spildevandsprøver (se bilag 2), er det muligt at sammenligne miljøbelastningen fra de to optøningsmetoder.



Figur 7: Miljøbelastning pr. tons råvare: sedimentering, tørstof, BI5 og glødetab på udtag fra henholdsvis vand- og luftoptøningen.

På figur 7 er miljøbelastningen pr. tons råvare for de to anvendte optøningsmetoder vist. Af figur 7 ses, at udledningen ved vandoptøning for tørstof, BI5 og glødetab er mellem 3 og 6 gange højere end udledningen ved luftoptøning, målt som kg pr. tons råvare. Det fremgår ligeledes, at udledningen fra vandoptøning for sedimentering er over 200 gange højere end udledningen ved luftoptøning, målt som kg. pr. tons råvare (se bilag 2).

På figur 8 vises miljøbelastningen pr. tons råvare af total-N og total-P de to opstillede optøningsmetoder. Af figur 8 ses, at udledningen af total-N og total-P er mellem 5 og 7 gange højere end udledningen ved luftoptøning, målt som kg pr. tons frossen råvare.



Figur 8: Spildevandsanalyserne: Total-N og total-P på udtag fra henholdsvis vand- og luftoptøningen.

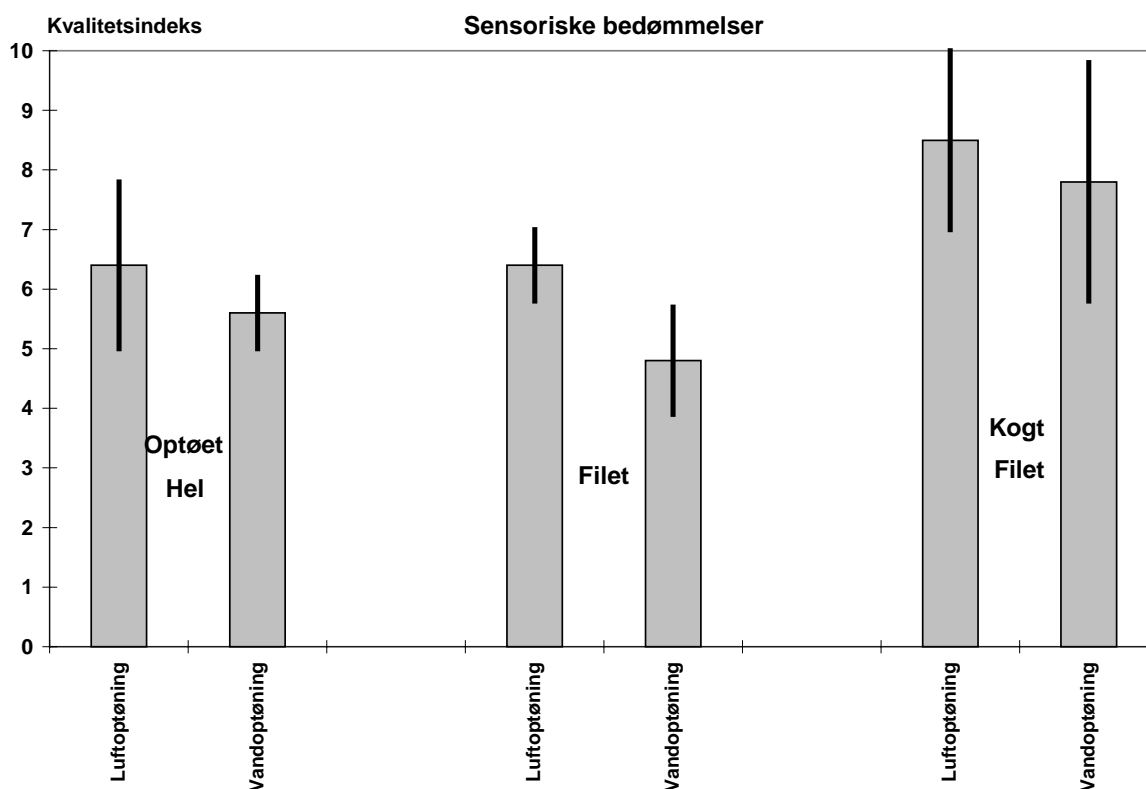
Vandforbruget ved vandoptøning er målt til at være 1,34 m³/tons råvare, og vandforbruget ved luftoptøningen er målt til 1,07 m³/tons råvare. Ved vandoptøningen er der en meget større miljøbelastning (kg pr. tons råvare) sammenlignet med luftoptøningen. Ved en luftoptøningskabine i fuldskala vil vandforbruget kunne nedsættes til omkring 0,05 m³/tons råvare (Lars Roesager, Pers. komm.). Dette betyder, at mængden af spildevand minimeres betragtelig sammenlignet med den opstillede optøningsmetode. Generelt kan det dermed anføres, at der ved vandoptøning fås relativt store mængder spildevand, der er normalt belastet. Ved luftoptøning i fuldskalamodel opnås der relativt små mængder spildevand, der er højt belastet. Hvorvidt dette reelt er et miljømæssigt problem afhænger af de specifikke spildevandsforhold på den enkelte virksomhed.

5.5 Sensoriske bedømmelser

I det følgende præsenteres de sensoriske bedømmelser på optøet hel torsk, torskefilet og kogt torskefilet for henholdsvis vand- og luftoptøningen.

Sensorik på optøet hel torsk

Bedømmelsesmetoden, der anvendes til optøede hele torsk er udviklet på FF i Lyngby (Bøknæs, 1994). Der bedømmes følgende parametre for hver optøet torsk: *Konsistens, indvoldsrester, fiskeform, fangstmærker, lugt, udseende og snitflader*. Kvalitetsindekset, der angiver torskenes kvalitet, fremkommer ved, at bedømmelserne for de enkelte parametre for hver torsk lægges sammen. Dette betyder, at en optøet torsk med den bedste kvalitet har et kvalitetsindeks på 0, og en optøet torsk med den dårligste kvalitet har et kvalitetsindeks på 18. Bedømmelserne af de optøede torsk er foretaget af de samme to dommere således, at der laves dobbeltbestemmelser for hver af 10 optøede torsk pr. kode. I figur 9 ses gennemsnitsværdierne med tilhørende 95%-konfidensintervaller for kvalitetsindeksene for optøet torsk, torskefilet og kogt torskefilet for de to opstillede optøningsmetoder. Der henvises til bilag 2 for uddybning af data.



Figur 9: Gennemsnitlige sensoriske bedømmelser (kvalitetsindeks) med tilhørende 95%-konfidensintervaller af optøet hel torsk, filet og kogt torsk for henholdsvis vand- og luftoptøningen.

Koden (vandoptøning) har det laveste gennemsnitlige kvalitetsindeks med 5,6, og koden (luftoptøning) har det højeste gennemsnitlige kvalitetsindeks med 6,4. På figur 9 observeres der ikke signifikante forskelle i kvalitetsindeks for optøede torsk. Dette betyder, at optøningsmetoden ikke har signifikant betydning for torskenes kvalitetsindeks. Kvalitetsindeks for optøet torsk omkring 6 betegner optøet torsk med jævn god kvalitet.

Sensorik på torskefilet

Bedømmelsesmetoden, der anvendes til de optøede torskefileter er udviklet på FF i Lyngby (Bøknæs, 1994). Der bedømmes følgende parametre for hver torskefilet: *Konsistens, lugt, farve, blodpletter, gaping og parasitter*. Kvalitetsindekset, der angiver torskefileternes kvalitet, fremkommer ved, at bedømmelserne for de enkelte parametre for hver torskefilet lægges sammen. Dette betyder, at en torskefilet med den bedste kvalitet har et kvalitetsindeks på 0, og en torskefilet med den dårligste kvalitet har et kvalitetsindeks på 16. Bedømmelserne af torskefileterne er foretaget af de samme tre trænede dommere således, at der laves en trippelbestemmelse for hver af de 10 torskefiletpar pr. kode. I figur 9 afbildes gennemsnitsværdierne for kvalitetsindeksene for torskefilet med tilhørende 95%-konfidensintervaller for de to opstillede optøningsmetoder. Der henvises til bilag 2 for uddybning af data.

Koden (luftoptøning) har det højeste gennemsnitlige kvalitetsindeks på 6,4, og koden (vandoptøning) har det laveste gennemsnitlige kvalitetsindeks på 4,8. På figur 9 observeres der signifikant højere kvalitetsindeks for torskefileterne fra luftoptøningen sammenlignet med vandoptøningen. Dette betyder, at torskefileterne fra luftoptøningskoden har en lidt dårligere kvalitet som optøet filet sammenlignet med vandoptøningskoden. Kvalitetsindeks med værdier omkring 5 betegner torskefilet med jævn god kvalitet.

Udtalelser fra trimmerne viste, at torskefileterne fra koden (luftoptøning) havde været lettere at trimme sammenlignet med torskefileterne fra koden (vandoptøning). Torskefileterne fra koden (luftoptøning) havde en bedre og mere fast konsistens. Med baggrund i filetbedømmelser foretaget sammen med produktionsfolk fra Thorfisk blev det konstateret, at torskefileterne efter optøning og forarbejdning havde en relativ god kvalitet for begge optøningsmetoder. Torskefileterne havde en god konsistens, og en relativ lille del af torskefileterne havde mange blodpletter. Dette skal sammenlignes med den normale råvarekvalitet af optøede russiske torsk, der anvendes i den danske filetindustri. Forsøgene viser, at der med en god fangst og fangstbehandling kan opnås relativ gode råvarekvaliteter, hvor der kan produceres optøede torskefileter med relativ gode kvaliteter.

Sensorik på kogt torskefilet

Bedømmelsesmetoden, der anvendes til optøede kogte torskefileter er udviklet på FF (Bøknæs, 1994). Der bedømmes følgende parametre for hver torskefilet: *Lugt, farve, smag og konsistens*. Kvalitetsindekset, der angiver torskefileternes "kogte" kvalitet fremkommer ved, at bedømmelserne for de fire parametre lægges sammen. Dette betyder, at en kogt torskefilet med den bedste kvalitet har et kvalitetsindeks på 0, mens den dårligste kvalitet har et kvalitetsindeks på 16. Bedømmelserne er foretaget af de samme 5 trænede dommere, og der er foretaget en dobbeltbestemmelse for hver af de 10 torskefiletpar pr. kode. Loinsstykket fra hver torskefilet er varmebehandlet i 20 min. ved 100°C i en konvektomat. I figur 9 ses gennemsnitsværdierne for kvalitetsindeksene for kogt torskefilet med tilhørende 95%-konfidensintervaller for de to opstillede optøningsmetoder. Der henvises til bilag 2 for uddybning af data.

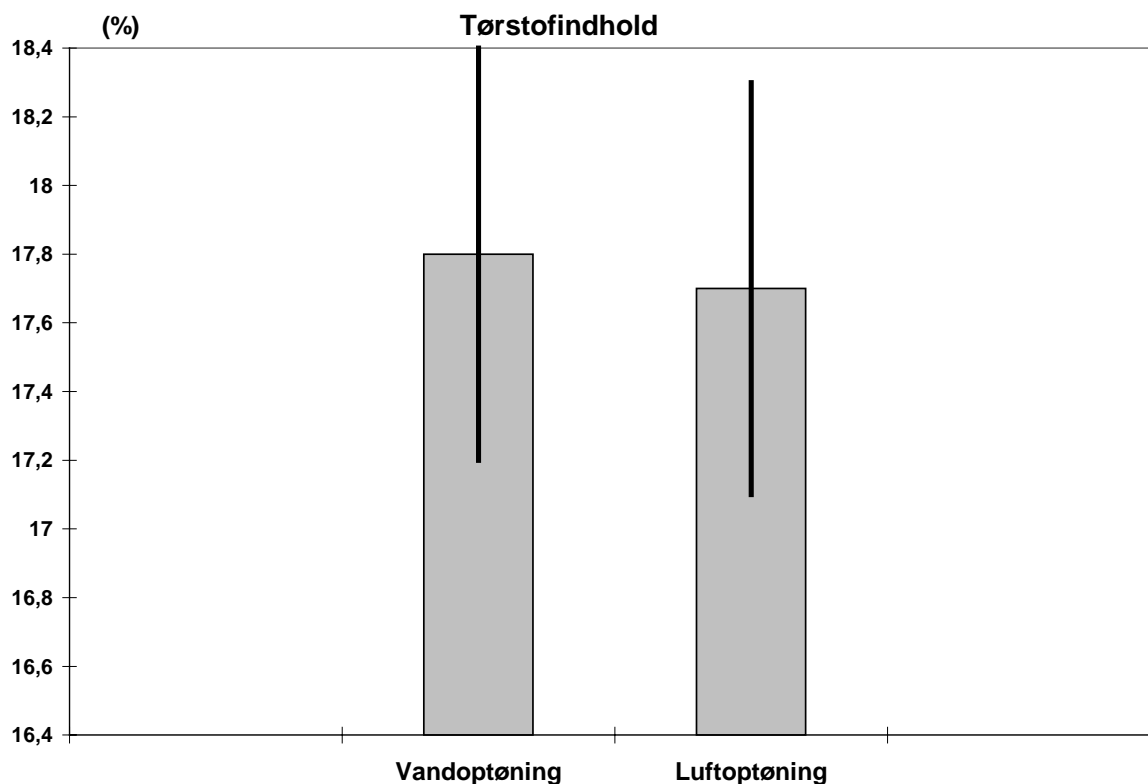
Koden (luftoptøning) har det højeste gennemsnitlige kvalitetsindeks med 8,5, og koden (vandoptøning) har det laveste gennemsnitlige kvalitetsindeks med 7,8. På figur 9 observeres der ingen signifikante forskelle mellem kvalitetsindeks for kogt filet. Dette betyder, at optøningsmetoden ikke har signifikant betydning for de kogte torskefileters kvalitetsindeks. Kvalitetsindeks for kogt torskefilet med værdier omkring 9 angiver en kvalitet under middel.

5.6 Fysiske analyser

I det følgende præsenteres resultaterne fra de tre fysiske analyser: Tørstof, proteinernes vandbindingsevne og dryptab.

Tørstof

Torskenes tørstofindhold bestemmes ved en tørring af den homogeniserede torskefilet i ca. 20 timer ved 105°C. Der henvises til analyseforskriften fra FF for udførelsen af forsøgene. Der foretages en dobbeltbestemmelse ved målingen af tørstofindholdet for de 6 enkelte torskefiletpar. I figur 10 vises gennemsnitsværdierne af tørstofindholdet med tilhørende 95%-konfidensintervaller for de to opstillede optøningsmetoder. Der henvises til bilag 2 for uddybning af data.

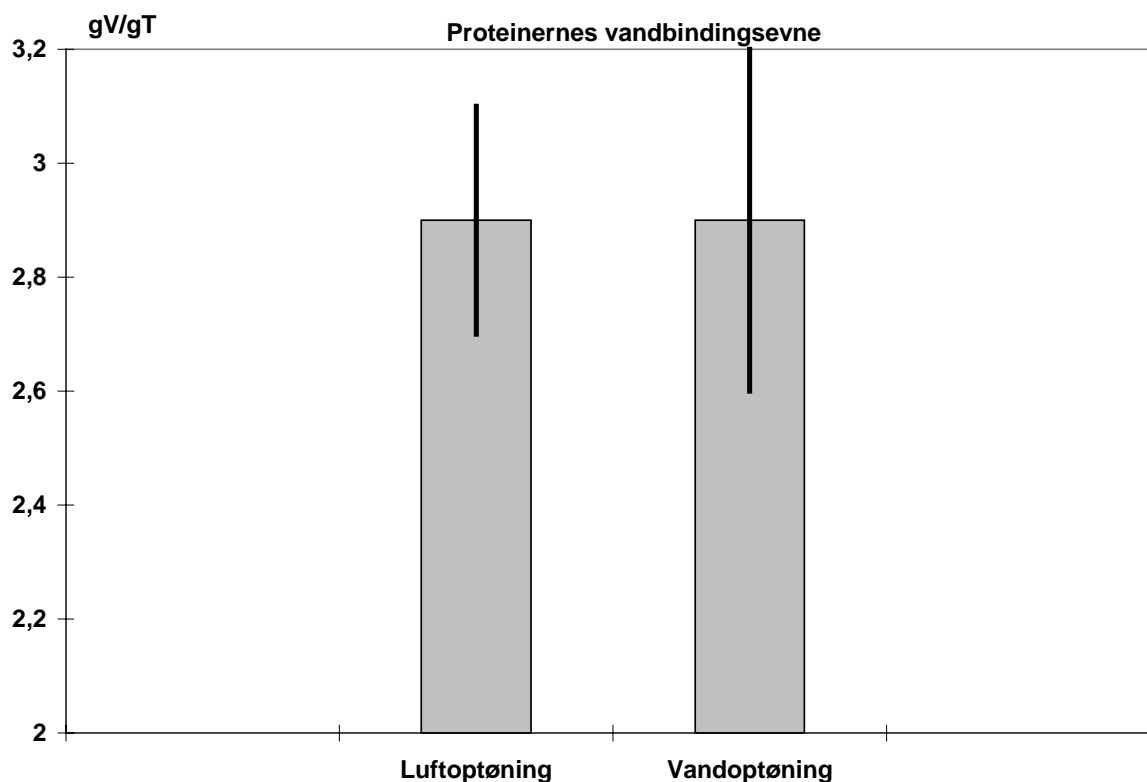


Figur 10: Gennemsnitlige tørstofindhold (%) med tilhørende 95%-konfidensintervaller for torskene fra henholdsvis vand- og luftoptøningen.

Koden (vandoptøning) har det højeste gennemsnitlige tørstofindhold med 17,8%, og koden (luftoptøning) har det laveste gennemsnitlige tørstofindhold med 17,7%. På figur 10 observeres der ingen signifikant forskel i torskens tørstofindhold mellem de to anvendte optøningsmetoder. Dette betyder, at de to anvendte optøningsmetoder ikke har signifikant betydning for torskens tørstofindhold efter optøning.

Proteinernes vandbindingsevne

Proteinernes vandbindingsevne bestemmes ved centrifugering. Der henvises til analyseforskriften fra FF for udførelsen af forsøgene. Der foretages en firedobbeltbestemmelse ved målingerne af vandbindingsevnen af 6 torskfileter fra hver af de to opstillede optøningsmetoder. I figur 11 vises gennemsnitsværdierne for vandbindingsevnen (gV/gT) med tilhørende 95%-konfidensintervaller for de to optøningsmetoder. Der henvises til bilag 2 for uddybning af data.

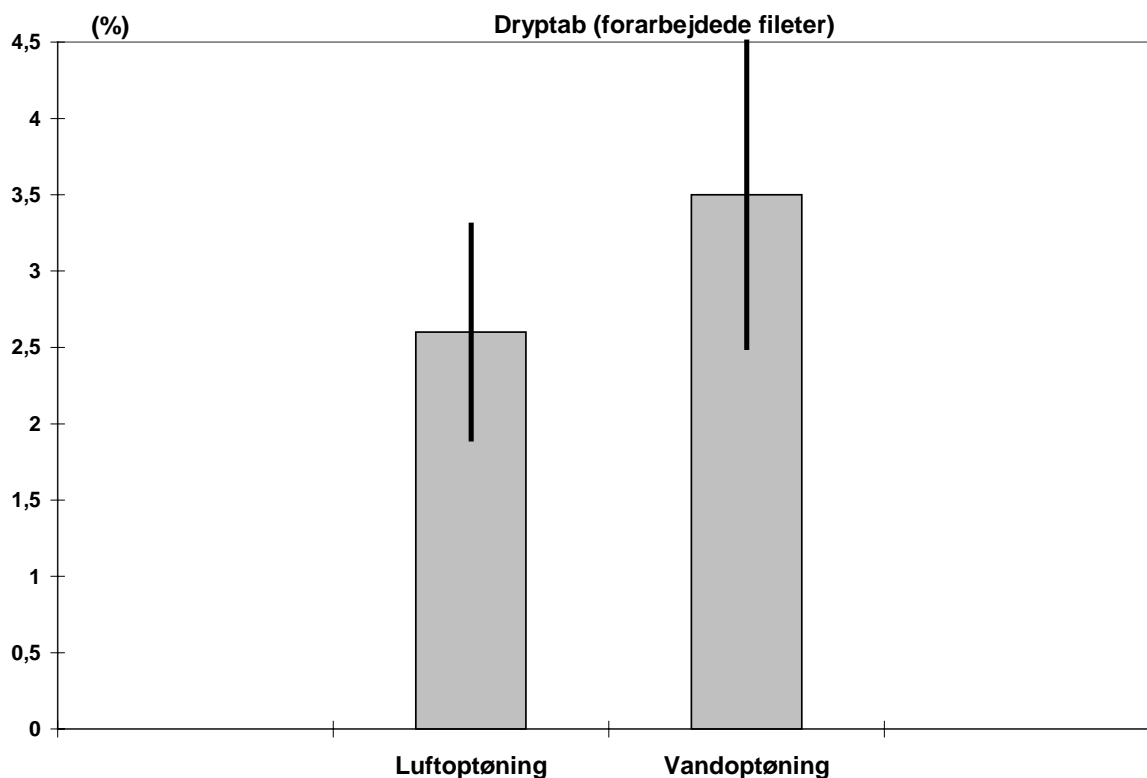


Figur 11: Gennemsnitlige værdier for proteinernes vandbindingsevne (gV/gT) med tilhørende 95%-konfidensintervaller for torskene fra henholdsvis vand- og luftoptøningen.

Begge koder (vandoptøning og luftoptøning) har gennemsnitlige værdier for vandbindingsevnen på 2,9 gV/gT. På figur 11 observeres der ingen forskel i vandbindingsevnen for de to opstillede optøningsmetoder. Dette betyder, at vandbindingsevnen (gV/gT) for de enkeltfrosne torskfileter er uafhængig af optøningsmetoden.

Dryptab

Torskfileternes dryptab bestemmes ved at placere de forarbejdede torskfileter i bakker i 2 timer i produktionshallen hos Thorfisk. Temperaturen i produktionslokalet var ca. 18°C. Der laves dryptabsmålinger på 4 gange 5 kg torskfileter pr. kode. I figur 12 vises gennemsnitsværdierne med tilhørende 95%-konfidensintervaller for dryptabene (%) for torskfileterne fra de to opstillede optøningsmetoder.



Figur 12: Torskefileternes gennemsnitlige dryptab (%) med tilhørende 95%-konfidensintervaller for torskene fra henholdsvis vand- og luftoptøningen.

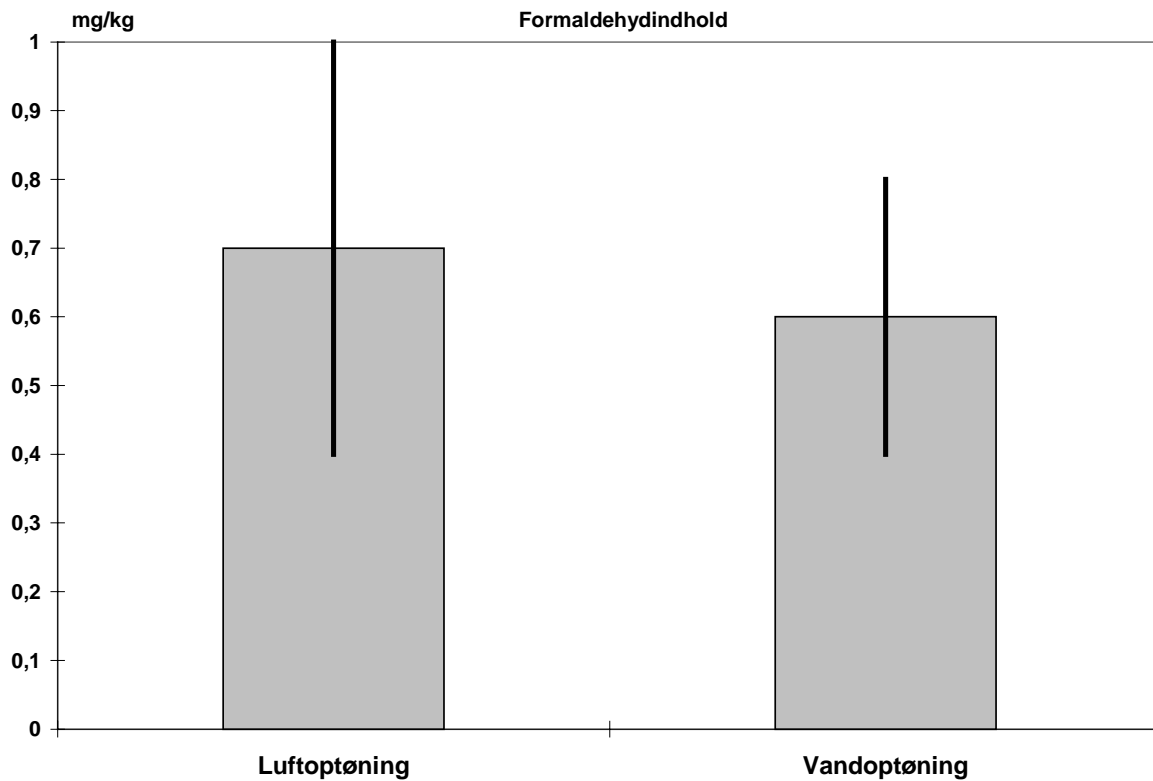
Koden (vandoptøning) har det højeste gennemsnitlige dryptab med 3,5%, og koden (luftoptøning) har det laveste gennemsnitlige dryptab med 2,6%. På figur 12 observeres der ingen signifikant forskel i torskefileternes dryptab. Dette betyder, at de enkeltfrosne torskefileters dryptab ikke afhænger af optøningsmetoden til hel frossen torsk. Der er dog en lille tendens til et større dryptab for koden (vandoptøning).

5.7 Kemiske analyser

I det følgende præsenteres resultaterne fra den kemiske formaldehydanalyse.

Formaldehyd

Torskens formaldehydindhold bestemmes ved at anvende Nash-test til bestemmelse af det frie formaldehydindhold i torskene. Der henvises til analyseforskriften fra FF for udførelsen af forsøgene. Der måles på 6 torskefileter pr. kode, og der foretages dobbeltbestemmelse ved målingen af formaldehydindholdet for de enkelte torskefileter. I figur 13 vises gennemsnitsværdierne for formaldehydindholdet med tilhørende 95%-konfidensintervaller for de to opstillede optøningsmetoder. Der henvises til bilag 2 for uddybning af data.



Figur 13: Gennemsnitlige formaldehydindhold (mg/kg) med tilhørende 95%-konfidensintervaller for torskefileterne fra henholdsvis vand- og luftoptøningen.

Koden (luftoptøning) har det højeste formaldehydindhold med 0,7 mg/kg, og koden (vandoptøning) har det laveste formaldehydindhold med 0,6 mg/kg. På figur 13 observeres der ingen signifikant forskel i formaldehydindhold mellem de to opstillede koder. Dette betyder, at optøningsmetoden for frossen torsk ikke har signifikant betydning for formaldehydindholdet i torskene efter optøningen.

5.8 Diskussion

I det følgende laves der en opsamling af målingerne på de optøede torsk fra de to opstillede optøningsmetoder for de udvalgte kvalitetsmetoder (se tabel 2).

Kvalitetsmetode	Vandoptøning	Luftoptøning
Vandoptag (%)	2,0	0,4
Maskinudbytter (%)	69,9	70,7
Korr. Maskinudbytter (%)	71,3	71,0
Trimmede udbytter (%)	61,1	61,9
Korr. Trimmede udbytter (%)	62,3	62,1
Sedimentering (kg/tons)	22,7	0,1
Tørstof (kg/tons)	7,9	2,7
BI5 (kg/tons)	3,9	0,7
Glødetab (kg/tons)	0,5	0,1
Total-N (kg/tons)	0,2	0,03
Total-P (kg/tons)	3,7	0,9
Sensorik optøet torsk (indeks)	5,6	6,4
Sensorik filet (indeks)	4,8	6,4
Sensorik kogt filet (indeks)	7,8	8,5
Tørstof (%)	17,8	17,7
Vandbindingsevne (gV/gT)	2,9	2,9
Dryptab (%)	3,5	2,6
Formaldehydindhold (mg/kg)	0,6	0,7

Tabel 2: Gennemsnitsværdier for samtlige kvalitetsmetoder udført på enkeltfrosne torskablokke fra de to opstillede optøningsmetoder.

Vandoptaget for vand- og luftoptøning er henholdsvis 2,0% og 0,4%. For maskin- og trimmeudbytterne opnås der signifikant højere udbytter for luftoptøningen sammenlignet med vandoptøning ved indvejning og udvejning af torskene på fabrikken. Når vandoptaget ved optøningerne inddrages bliver maskin- og trimmede filetudbytter for koderne (vandoptøning og luftoptøning) ikke signifikant forskellige. Der optræder endda en tendens til et lidt højere maskin- og trimmede filetudbytter for koden (vandoptøning).

For de sensoriske bedømmelser af optøet hel torsk og kogt torskefilet er der ikke signifikante forskelle mellem de to opstillede optøningsmetoder. De sensoriske bedømmelser af fileten viser en signifikant dårligere kvalitet for koden (luftoptøning) sammenlignet med koden (vandoptøning).

Udledningen pr. tons råvare af tørstof, BI5, glødetab, total-N og total-P er 3 til 7 gange højere for vandoptøningen sammenlignet med luftoptøningen. Udledningen pr. tons råvare af sedimentering er over 200 gange højere for vandoptøning sammenlignet med luftoptøning. Dette betyder, at vandoptøning generelt giver en meget større miljøbelastning sammenlignet med luftoptøning. I denne forsøgsrække er der anvendt relativt store mængder vand til luftoptøningen. Ved luftoptøning med fuldskala model vil dette vandforbrug kunne nedsættes betragteligt.

For tørstof, proteinernes vandbindingsevne, dryptab og formaldehyd er der ikke signifikante forskelle mellem vand- og luftoptøningen af frosne torskeblokke.

6. Produktforsøg

I det følgende præsenteres udførelsen af produktforsøgene på de dobbeltfrosne torskefileter. Desuden vises resultaterne fra produktforsøgene og databehandlingen på de dobbeltfrosne torskefileter fra henholdsvis luftoptøningen og vandoptøningen.

6.1 Udførelse af produktforsøg

Efter forarbejdningen hos Thorfisk blev der tilfældigt udvalgt 50 torskefileter fra hver optøningsmetode, der blev vejjet, mærket enkeltvis og emballeret i plastikposer før indfrysningen. Torskefileterne blev indfrosset IQF i en tunnelfryser, hvorefter de blev pakket i flamingokasser og placeret på fryselageret hos Thorfisk. Torskefileterne blev transporteret til laboratoriet i Lyngby, hvor de blev opbevaret frem til forsøgenes udførelse. Den samlede fryselagringstid er dermed ca. 42 uger som blokfrossen hovedkappet råvare, og ca. 8 uger som dobbeltfrossen torskefilet.

Produktforsøgene er udført over to forsøgsg dage, hvor der analyseres en kode pr. dag. En kode består af 50 torskefileter, og hver forsøgsg dag har en varighed af ca. 6 timer før samtlige analyser er afsluttede. For hver kode udføres der sensoriske og fysiske bedømmelser, og der foretages ligeledes vejninger. Der henvises til bilag 3 for den specifikke udførelse af forsøgene.

6.2 Temperaturforløb for 2. fryselagring

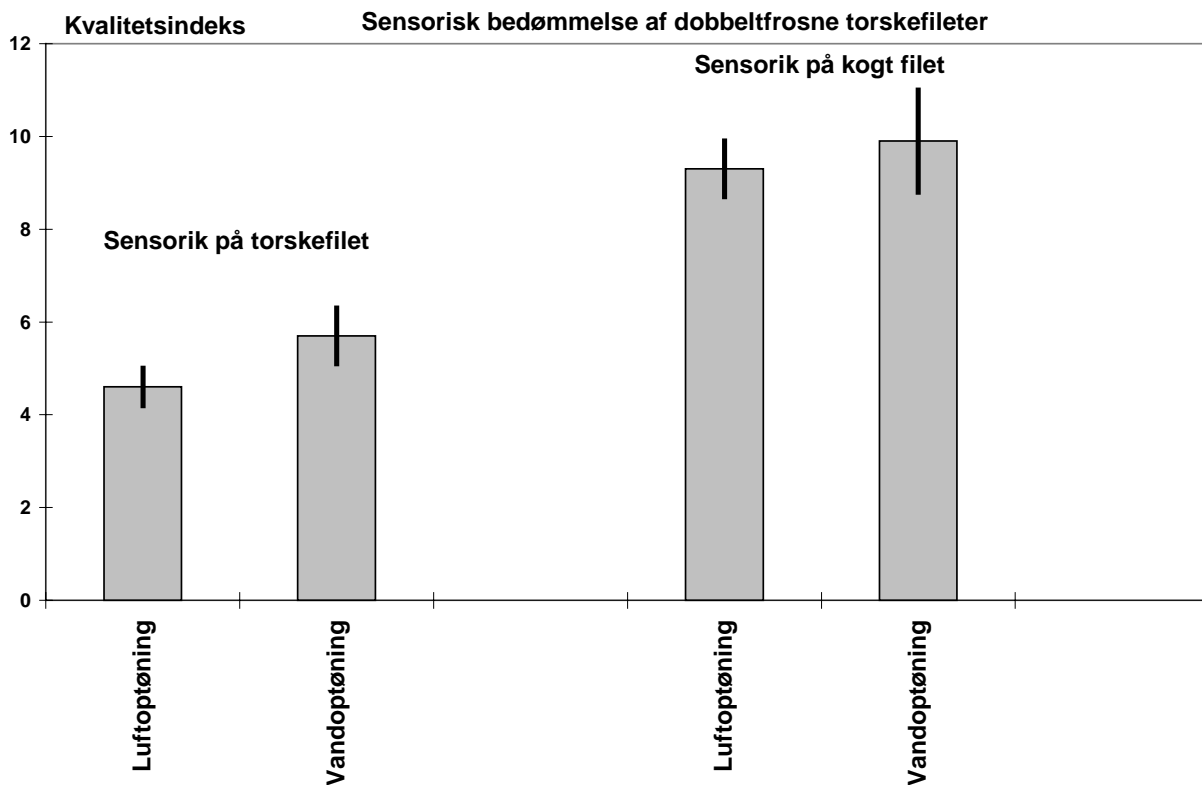
Der blev placeret temperaturloggere sammen med torskefileterne under indfrysningen og sammen med de frosne torskefileter i masterkartoner. I bilag 4 ses temperaturforløbet for de dobbeltfrosne torskefileters fryselagring. Torskefileterne indfryses til en temperatur på omkring -20°C , hvorefter de placeres ved ca. -22°C i flamingokasser. Under transporten til laboratoriet i Lyngby placeres der tøris i flamingokasserne, hvilket betyder, at temperaturen i flamingokasserne under transporten falder til -35°C . På laboratoriet i Lyngby opbevares de dobbeltfrosne torskefileter ved ca. -27°C .

6.3 Sensoriske bedømmelser

I det følgende præsenteres de sensoriske bedømmelser på henholdsvis optøede og kogte torskefileter fra de to optøningsmetoder.

Sensorik på torskefilet

Bedømmelserne af torskefileterne er foretaget efter kvalitetsindeksmetoden (se side 14) til optøet filet af de samme tre trænedede dommere således, at der laves en trippelbestemmelse for hver af de 10 torskefileter pr. kode. I figur 14 afbildes gennemsnitsværdierne for kvalitetsindeksene for torskefilet med tilhørende 95%-konfidensintervaller for de to opstillede optøningsmetoder. Der henvises til bilag 3 for uddybning af data.



Figur 14: Gennemsnitsværdier med tilhørende 95%-konfidensintervaller for kvalitetsindeks på optøet og kogt dobbeltfrossen torskefilet for de to optøningsmetoder.

Koden (vandoptøning) har det højeste gennemsnitlige kvalitetsindeks med 5,7, og koden (luftoptøning) har det laveste gennemsnitlige kvalitetsindeks med 4,6. På figur 14 observeres der signifikant højere kvalitetsindeks for torskefileterne fra vandoptøningen sammenlignet med luftoptøningen. Dette betyder, at torskefileterne fra vandoptøningen har en lidt dårligere kvalitet som optøet filet sammenlignet med luftoptøningen. Der er dog tale om en minimal forskel på omkring én enhed. Kvalitetsindeks med værdier omkring 5 betegner torskefileter med rimelige kvaliteter.

Sensorik på kogt torskefilet

Bedømmelserne er foretaget efter kvalitetsindeksmetoden til kogt torsk (se side 16) af de samme 5 trænedede dommere, og der er foretaget en dobbeltbestemmelse for hver af de 10 torskefileter pr. kode. Loinsstykket fra hver torskefilet er varmebehandlet i 20 min. ved 100°C i en konvektomat. I figur 14 afbildes gennemsnitsværdierne for kvalitetsindeksene for kogt torskefilet med tilhørende 95%-konfidensintervaller for de to opstillede optøningsmetoder. Der henvises til bilag 3 for uddybning af data.

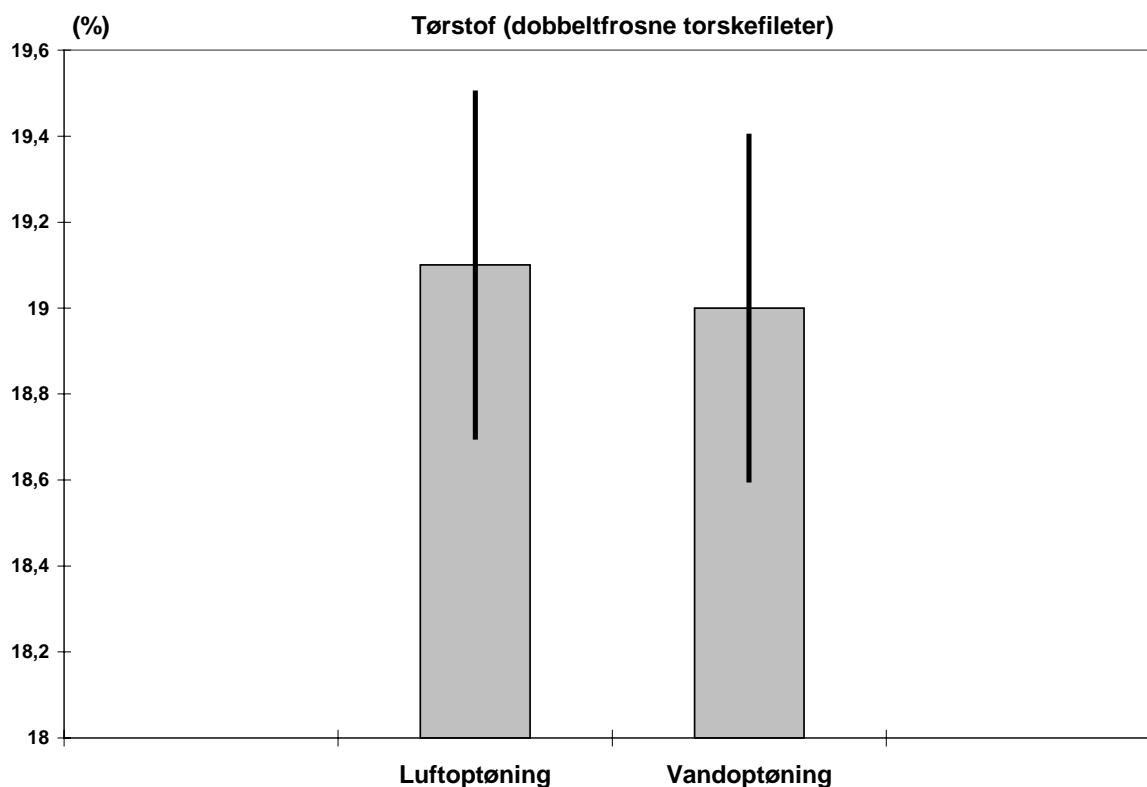
Koden (vandoptøning) har det højeste gennemsnitlige kvalitetsindeks med 9,9, og koden (luftoptøning) har det laveste gennemsnitlige kvalitetsindeks med 9,3. På figur 14 observeres der ingen signifikante forskelle mellem kvalitetsindeks for kogt torskefilet. Dette betyder, at optøningsmetoden ikke har signifikant betydning for torskefileternes kvalitetsindeks. Kvalitetsindeks for kogt torskefilet med værdier omkring 9 betegner kogte torskefileter med kvaliteter under middel.

6.4 Fysiske analyser

I det følgende præsenteres resultaterne fra de tre fysiske analyser: Tørstof, proteinernes vandbindingsevne og dryptab.

Tørstof

Torskens tørstofindhold bestemmes ved en tørring af den homogeniserede torskefilet i ca. 20 timer ved 105°C. Der henvises til analyseforskriften fra FF for udførelsen af forsøgene. Der foretages en dobbeltbestemmelse ved målingen af tørstofindholdet for de 10 torskefileter pr. kode. I figur 15 vises gennemsnitsværdierne for tørstofindholdet med tilhørende 95%-konfidensintervaller for de to opstillede optøningsmetoder. Der henvises til bilag 3 for uddybning af data.

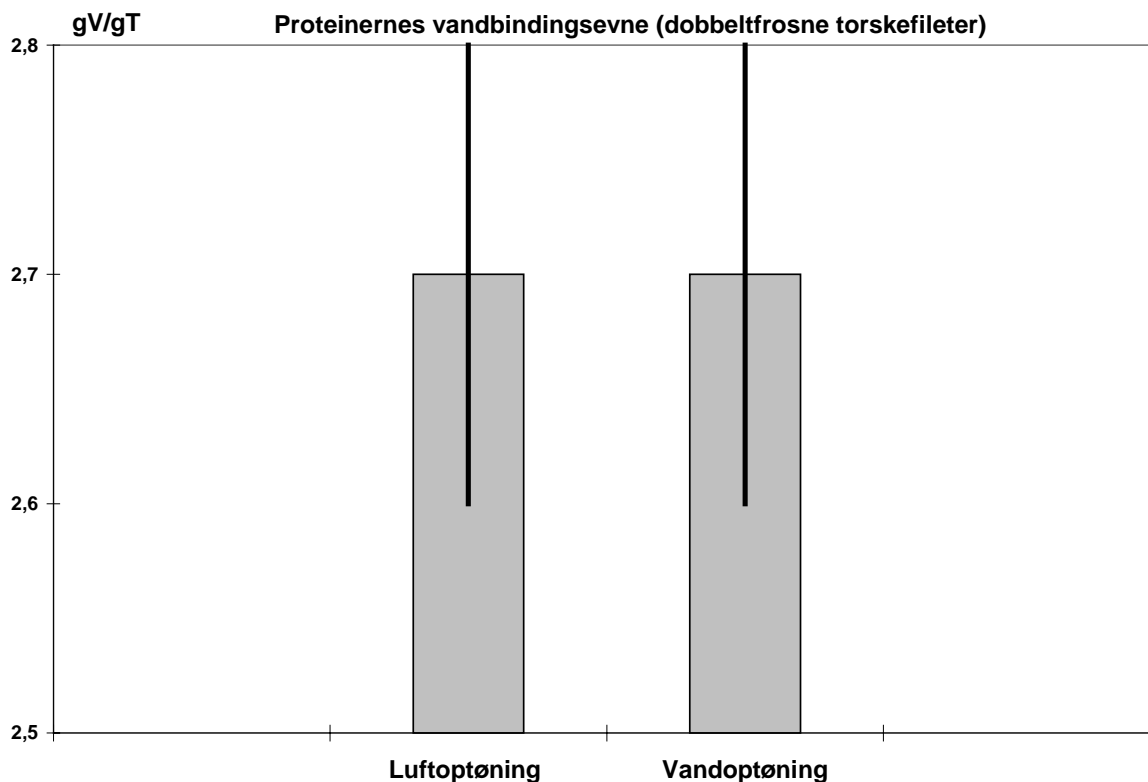


Figur 15: Gennemsnitsværdier med tilhørende 95%-konfidensintervaller for tørstofindholdet (%) for de to optøningsmetoder.

Koden (luftoptøning) har det højeste gennemsnitlige tørstofindhold med 19,1%, og koden (vandoptøning) har det laveste gennemsnitlige tørstofindhold med 19,0%. På figur 15 observeres der ingen signifikant forskel i tørstofindhold mellem de to opstillede koder. Dette betyder, at optøningsmetoden for hel frossen torsk ikke har signifikant betydning for de dobbeltfrosne torskefileters tørstofindhold.

Proteinernes vandbindingsevne

Proteinernes vandbindingsevne bestemmes ved centrifugering. Der henvises til analyseforskriften fra FF for udførelsen af forsøgene. Der foretages en firedobbelbestemmelse ved målingerne af vandbindingsevnen af 10 torskefileter fra hver af de to opstillede optøningsmetoder. For at kunne sammenligne torskefileter med forskellige tørstofindhold udregnes størrelsen gV/gT (gram vand pr. gram tørstof). I figur 16 vises gennemsnitsværdierne for vandbindingsevnen (gV/gT) med tilhørende 95%-konfidensintervaller for de to opstillede optøningsmetoder. Der henvises til bilag 3 for uddybning af data.

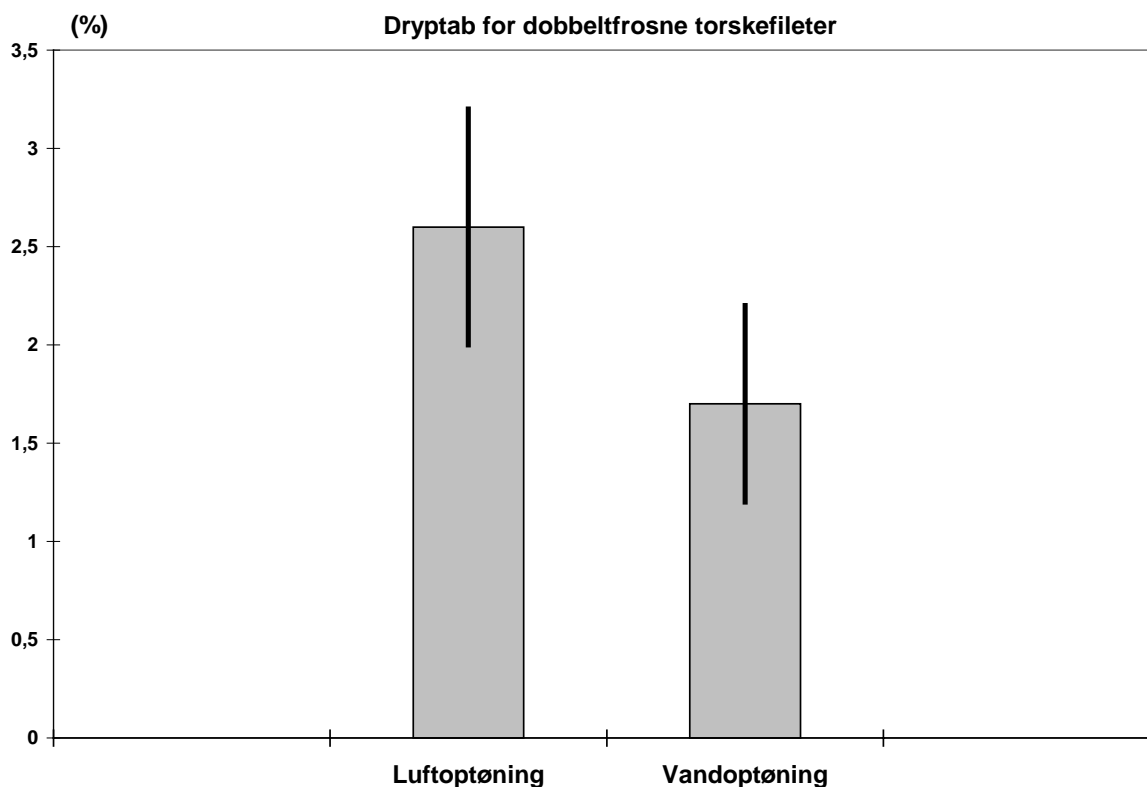


Figur 16: Gennemsnitsværdier med tilhørende 95%-konfidensintervaller for proteinernes vandbindingsevne (gV/gT) for torskfileterne fra de to optøningsmetoder.

Begge koder (vandoptøning) og (luftoptøning) har gennemsnitlige værdier for vandbindingsevnen på 2,7 gV/gT. På figur 16 observeres der ingen forskel i vandbindingsevnen for de to opstillede optøningsmetoder. Dette betyder, at vandbindingsevnen (gV/gT) for de dobbeltfrosne torskfileter er uafhængig af optøningsmetoden til hel frossen torskblok.

Dryptab

Torskfileternes dryptab bestemmes ved at placere de optøede torskfileter i netkasser i 3 timer ved ca. 10°C. Torskfileterne vejes før og efter placeringen ved 10°C. Der laves dryptabsmålinger for ca. 20 torskfileter pr. kode. I figur 17 vises gennemsnitsværdierne med tilhørende 95%-konfidensintervaller for dryptabene i % for torskfileterne fra de to opstillede optøningsmetoder.



Figur 17: Gennemsnitsværdier med tilhørende 95%-konfidensintervaller for dryptabene for torskfileterne fra de to optøningsmetoder.

Koden (luftoptøning) har det højeste gennemsnitlige dryptab med 2,6%, og koden (vandoptøning) har det laveste gennemsnitlige dryptab med 1,7%. På figur 17 observeres der ingen signifikant forskel i torskfileternes dryptab. Dette betyder, at de dobbeltfrosne torskfileters dryptab ikke afhænger af optøningsmetoden for hel frossen torsk. Der optræder dog en lille tendens til et større dryptab for koden (luftoptøning).

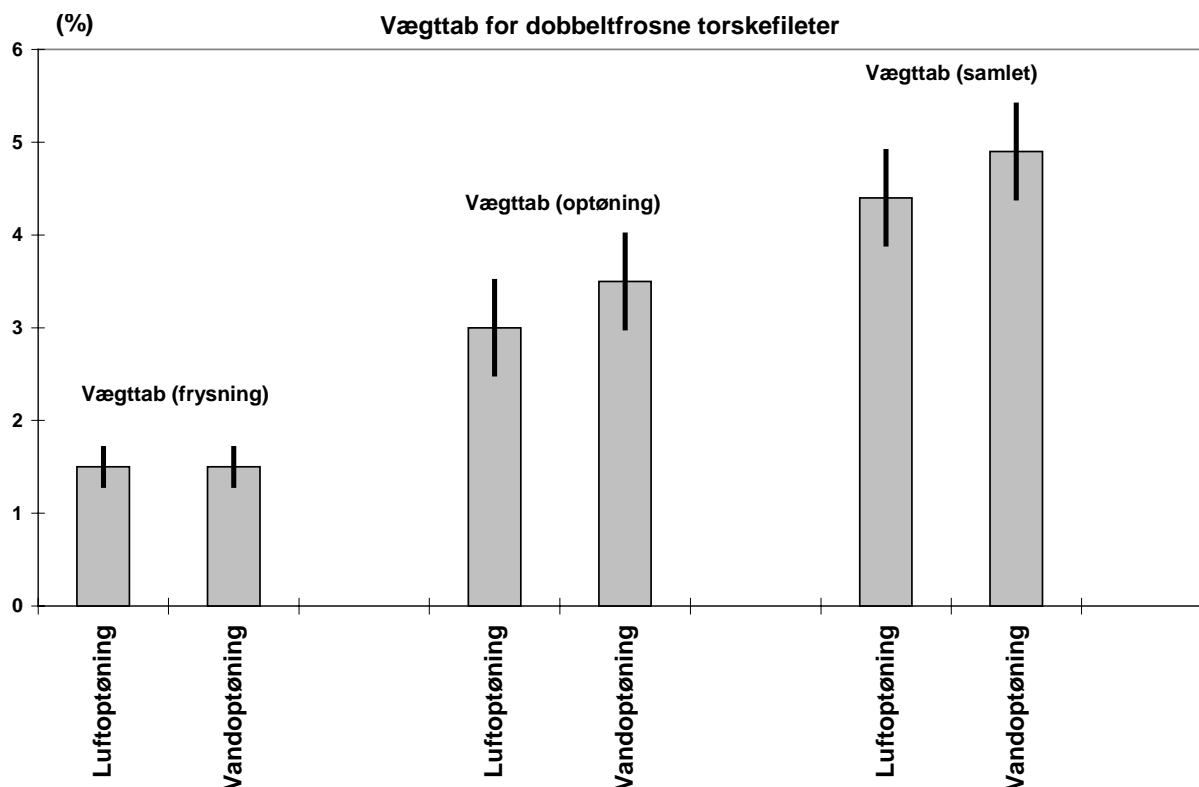
6.5 Vejninger

I det følgende vises og databehandles resultaterne for vejningerne af de dobbeltfrosne torskfileter under fryselagrings- og optøningsforløbet. Der laves følgende opdeling: Vægttab (frysning), vægttab (optøning) og samlet vægttab (fra filetering til optøet torskfilet).

Vægttab (frysning)

Vægttabet under frysningen foretages ved vejning og mærkning af 50 torskfileter fra hver af de to opstillede optøningsmetoder. Torskfileterne vejes før indfrysning og pakning i polyethylenposer samt før optøningen opstartes. I figur 18 vises gennemsnitsværdierne med tilhørende 95%-

konfidensintervaller for vægttabene under frysningen (%) for torskefileterne for de to opstillede optøningsmetoder. Der henvises til bilag 3 for uddybning af data.



Figur 18: Gennemsnitsværdier med tilhørende 95%-konfidensintervaller for torskefileternes vægttab under dobbeltfrysningen for de to opstillede optøningsmetoder.

Begge koder (luftoptøning) og (vandoptøning) har gennemsnitlige vægttab under frysningen på 1,5%. Som det fremgår af figur 18 er vægttabet under dobbeltfrysningen af torskefileterne ikke afhængig af optøningsmetoden til hel frossen torsk.

Vægttab (optøning)

Vægttabet under optøningen foretages ved at veje 50 torskefileter fra hver kode før og efter optøning. Optøningen foretages ved, at torskefileterne er placeret i polyethylenposer ved 10°C i ca. 18 timer. I figur 18 vises gennemsnitsværdierne med tilhørende 95%-konfidensintervaller for vægttabene under optøningen (%) for torskefileterne for de to opstillede optøningsmetoder. Der henvises til bilag 3 for uddybning af data.

Koden (vandoptøning) har det største gennemsnitlige væggtab under optøningen på 3,5%, og koden (luftoptøning) har det mindste gennemsnitlige væggtab under optøningen på 3,0%. Som det fremgår af figur 18 er der ikke signifikant forskel i væggtabet under optøningen for de to koder. Dette betyder, at væggtabet for de dobbeltfrosne torskefileter ikke er afhængig af de to opstillede optøningsmetoder.

Vægttab (samlet)

Ved beregningerne af det samlede væggtab fra filetering til optøning af de dobbeltfrosne torskefileter foretages der vejninger af 50 torskefileter fra hver af de to opstillede optøningsmetoder. I figur 18 vises gennemsnitsværdierne med tilhørende 95%-konfidensintervaller for de samlede væggtab i % fra fileteringen til optøningen af de dobbeltfrosne torskefileter for de to opstillede optøningsmetoder. Koden (vandoptøning) har det største gennemsnitlige væggtab fra filetering til optøet torskefilet med 4,9%, og koden (luftoptøning) har det mindste gennemsnitlige væggtab fra filetering til optøet torskefilet med 4,4%. Som det fremgår af figur 18 er der ikke signifikant forskel i det samlede væggtab mellem de to koder. Dette betyder, at det samlede væggtab for dobbeltfrosne torskefileter fra filetering til optøning ikke afhænger af optøningsmetoden for frossen hel torsk.

6.6 Diskussion

I det følgende laves der en opsamling af målingerne på de dobbeltfrosne torskefileter fra de to optøningsmetoder for de udvalgte kvalitetsmetoder (se tabel 3).

Kvalitetsmetode	Vandoptøning	Luftoptøning
Sensorik på filet (indeks)	5,7	4,6
Sensorik på kogt filet (indeks)	9,9	9,3
Vandbindingsevne (gV/gT)	2,7	2,7
Tørstof (%)	19,0	19,1
Dryptab (%)	1,7	2,6
Vægttab frysning (%)	1,5	1,5
Vægttab optøning (%)	3,5	3,0
Vægttab samlet (%)	4,9	4,4

Tabel 3: Gennemsnitsværdier for samtlige kvalitetsmetoder udført på de dobbeltfrosne torskefileter fra de to opstillede optøningsmetoder.

Ved samtlige analyser observeres der ikke signifikante forskelle i torskefileternes kvalitet for de to koder med undtagelse af de sensoriske bedømmelser af optøet filet. Dette betyder, at de to opstillede optøningsmetoder til frossen hel torsk ikke giver signifikant forskellige kvaliteter for de dobbeltfrosne torskefileter. I denne forbindelse har fryselagringstiden som hel frossen råvare været på ca. 42 uger og torskefileterne har været fryselagret i ca. 8 uger i dobbeltfrossen tilstand. Dette medfører, at der opnåes samme kvalitet for dobbeltfrosne torskefileter med begge opstillede optøningsmetoder med den samme råvare.

Ved sammenhold af analyseresultaterne for de enkelt- og dobbeltfrosne torsk med samme behandlinger observeres der følgende forskelle/ligheder. Det gennemsnitlige tørstofindhold for de enkeltfrosne torsk ligger i intervallet 17,7-17,8%, og for de dobbeltfrosne torskefileter stigende til 19,0-19,1%. Dette skyldes primært optøningsdryppet fra 2. optøning. De gennemsnitlige værdier for proteinernes vandbindingsevne for enkeltfrosne torsk ligger på 2,9 gV/gT med 42 ugers fryselagringstid. De dobbeltfrosne torskefileter har en vandbindingsevne på 2,7 gV/gT med en dobbeltfrysning og fryselagringstid på yderligere 8 uger. Sensorik på torskefilet viser gennemsnitlige målinger for enkeltfrosne torsk i intervallet 4,8-6,4, mens for de dobbeltfrosne torskefileter ligger de gennemsnitlige målinger i intervallet 4,6-5,7. Sensorik på kogt torskefilet viser gennemsnitlige målinger for enkeltfrosne torsk i intervallet 7,8-8,5, og de gennemsnitlige målinger ligger i intervallet 9,3-9,9. Med den anvendte enkeltfrosne råvare med en fryselagringstid på ca. 42 uger observeres der minimale sensoriske ændringer ved en dobbeltfrysning af torskefileterne i yderligere 8 uger. Ved dobbeltfrysningen observeres dog en signifikant stigning i tørstofindholdet sammenlignet med enkeltfrysningen, og der observeres ligeledes en tendens til et fald i proteinernes vandbindingsevne ved dobbeltfrysningen.

7. Konklusion

I forsøgene er der ombord på frysetrawleren Paamiut indfrosset 1000 kg rensede og hovedkappede torsk, der er fryselagret ca. 42 uger før optøning. Torskeblokkene blev optøet med henholdsvis **vandoptøning** og **luftoptøning**. Ved vandoptøningen blev der anvendt en traditionel batchvis optøning med en starttemperatur på 53°C og luftomrøring af karrene. Ved luftoptøningen blev der anvendt en optøningskabine fra Cabinplant, hvor optøningstemperatur og luftfugtighed kunne styres under optøningen. De optøede torsk fra de to optøningsmetoder blev fileteret og trimmet til benfri torskefilet. Derefter blev torskefileter fra de to behandlinger dobbeltfrosset og fryselagret i yderligere 8 uger. Lagringsperioden viser forskelle i fryselagringstemperaturerne fra frysetrawler til fabrik, specielt i forbindelse med transporterne af de frosne råvarer. Fryselagringstemperaturerne har

primært ligget i intervallet -20°C til -30°C . De dobbeltfrosne torskefileter har været emballeret i plastikposer og fryselagret ved -27°C .

Vandoptaget i råvarerne under vand- og luftoptøningen er henholdsvis 2,0% og 0,4%. For maskin- og trimmede filetudbytter opnås der signifikant højere udbytter ved luftoptøning sammenlignet med vandoptøning. Når vandoptaget ved optøningerne inddrages bliver maskin- og trimmede filetudbytter for koderne (vandoptøning) og (luftoptøning) dog ikke signifikant forskellige. Dette tyder på, at vandoptaget ved vandoptøningen mistes under filetering og trimning af torskene.

Ved sensoriske bedømmelser af optøet hel torsk, kogt filet, samt måling af tørstof, proteinernes vandbindingsevne, dryptab og formaldehyd er der heller ingen signifikant forskel mellem de opstillede vand- og luftoptøninger. Udledningen pr. tons råvare af tørstof, BI5, glødetab, sedimentering, total-N og total-P er væsentlig højere for vandoptøning sammenlignet med luftoptøning. Dette betyder, at vandoptøning generelt giver en meget større miljøbelastning sammenlignet med luftoptøning.

Ved sensoriske bedømmelser af filet, kogt filet, samt måling proteinernes vandbindingsevne, tørstof, dryptab, væggtab (frysning) og væggtab (optøning) optræder der heller ikke signifikante forskelle mellem vand- og luftoptøningen for de dobbeltfrosne torskefileter.

Sammenhold med tidligere forsøg på tilsvarende råvare viser et meget stort kvalitetstab for den anvendte råvare med en fryselagringsperiode på 42 uger. I tidligere forsøg med en fryselagringsperiode for råvaren på 17 uger blev der opnået en meget bedre kvalitet. Det var dog kendetegnende for begge optøede råvarer, at torskefileternes kvalitet med hensyn til blodpletter etc. havde højere kvalitet sammenlignet med russiske optøede råvarer anvendt i industrien. Dette viser potentialet ved, at benytte relativ korte trawltider og hensigtsmæssige fangstbehandlingssystemer ombord på frysetrawlerne.

Ved vandoptøningen vil det være hensigtsmæssigt at anvende en lavere starttemperatur, da der med den relativ høje starttemperatur (53°C) er mulighed for lokale varmebelastninger af torskene i begyndelsen af optøningen. Dette vil sandsynligvis medføre bedre kvalitet og højere udbytte for de optøede torsk. For luftoptøningen vil det ligeledes være hensigtsmæssigt at afprøve luftoptøningen i fuldskala, hvor styringen af luftfugtigheden er mere velfungerende.

Valget mellem vandoptøning eller luftoptøning til optøning af torskablokke er i høj grad afhængig af investering og priser for afledning af spildevand for den enkelte filetfabrik. Med udgangspunkt i

den opstillede forsøgsrække er der ikke fundet kvalitetsforskel på vandoptøning og luftoptøning til hel frossen torsk for enkeltfrosne torsk og dobbeltfrosne torskefileter.

8. Litteraturliste

Analyseforskrifter fra FF: Tørstof, proteinernes vandbindingsevne og formaldehyd.

Bøknæs N., Jessen K., Ladefoged H. og Nielsen J.

Sensoriske bedømmelsesmetoder til frossen torsk

Manual til sensorisk bedømmelse af optøet hel, fileteret og kogt torsk

Fiskeriministeriets Forsøgslaboratorium

Lyngby, 1994

Lars Roesager, Cabinplant A/S International

Personlig kommentar