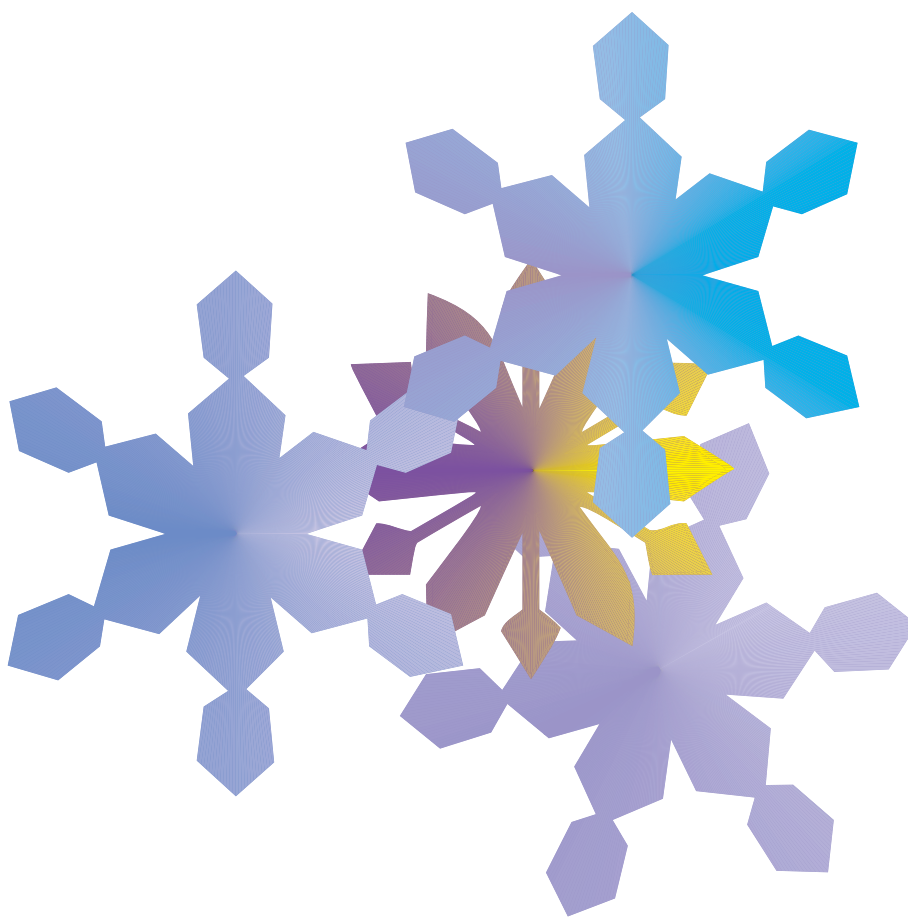


Fisk – Kvalitetsdifferentiering af frossen fisk
Anvendelse af kvalitetsindikatorer

Kvalitet af kølelagret torskefileter fra frossen råvare med differentieret fryselagringsstemperatur



Rapport nr. 27, 1. udgave

Højmarklaboratoriet a/s, Marts 2002



Indholdsfortegnelse

<u>Kapitel</u>	<u>Side nr.</u>
1 Indledning.....	2
2 Formål	2
3 Materiale og metoder	2
3.1 Materiale.....	2
3.2 Koder og plan for udtag.....	3
3.3 Analyseparametre	4
4 Analyseresultater.....	6
4.1 Generel beskrivelse af materialet.....	6
4.2 Analyse af enkeltparametre.....	8
4.3 Multivariat dataanalyse.....	23
5 Konklusion.....	26



1 Indledning

Nærværende rapport indeholder en afrapportering af et lagringsforsøg af ferske fileter og fileter fremstillet af frossen råvare udført i FØTEK-projektet "Kvalitetsdifferentiering af frossen fisk i industrien" som en del af arbejdet med frossen fisk.

Projektet er et forsknings- og udviklingsprojekt med henblik på at formidle og integrere viden vedrørende frossen fisk til industrien. Projektet bygger videre på de opnåede resultater fra projekterne "Fisk - Kvalitet af frossen råvare" og "Kvalitetsindikatorer - et forbrugermål". Projektet gennemføres som et samarbejdsprojekt mellem Danmarks Fiskeriundersøgelser, Afd. for Fiskeindustriel forskning og Højmarklaboratoriet a/s.

2 Formål

Det undersøges, hvorvidt det er muligt at fremstille fileter ved anvendelse af frossen råvare med så god en kvalitet, at disse kan betegnes som et høj kvalitet produkt. De ferske fileter bruges som reference ved vurdering af fileter fremstillet af frossen råvare.

Kvalitetsændringer under kølelagring af fileter fremstillet af optøet fisk undersøges og sammenlignes med kvalitetsændringer af ferske fileter.

Muligheden for at opnå større sikkerhed for råvareleverance ved anvendelse af fryselagring af hel fisk som alternativ til kølelagring af ferske fileter undersøges. Herunder forsøges betydningen af fryselagringsbetingelser belyst.

3 Materiale og metoder

3.1 Materiale

Der blev anvendt 136 isede torsk med en gennemsnitsvægt på 2,5 kg. Fiskene var fanget ved Torup Strand og Lild Strand i Skagerrak som kystfiskeri med garn d.11/12 2000 og landet d. 12/12. Forsøget blev startet d. 13/12. Fiskene var på det tidspunkt fortsat dødsstive.

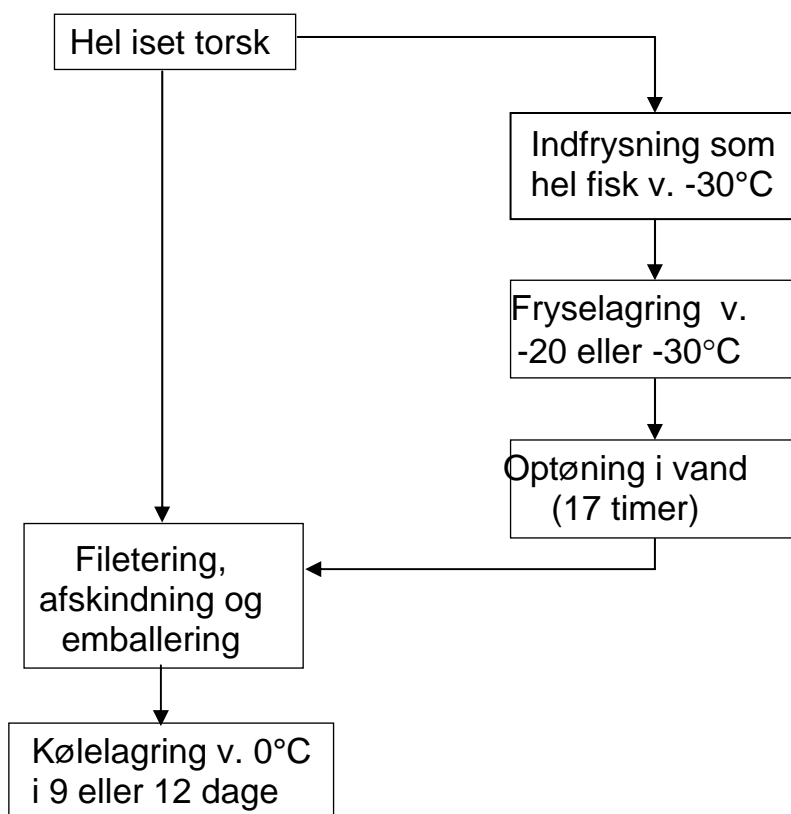
Ved indfrysningen blev 2-4 stk. hele torsk placeret i papomslag, således fisken lå skiftevis med halen i den ene ende og i den anden ende. Fiskene blev indfrosset i pladefryser i 3 timer (første frysning dog kun 2 timer). Herefter blev de vakuumpakket to og to og placeret i blæstfryser i 3 timer ved -30°C. Efter frysning blev fiskene fordelt ved de respektive fryselagringsstemperaturer (-30°C og -20°C), hvor de blev fryselagret indtil udtag.

Fiskene blev optøet natten over i vand i forholdet 1 kg fisk til 3 kg vand. Vandets starttemperatur var 19°C, og rumtemperaturen var ca. 2°C (max. 4°C). Optøningen blev startet kl. ca. 14.00 og var færdig næste morgen kl. ca. 07.00. Vandtemperatur i karret var 1,5°C, da fileteringen blev påbegyndt.



Filetering og afskindning blev foretaget manuelt på dag 0 for de forskellige koder. De to samhørende fileter blev placeret kødside mod kødside i samme plasticpose, lukket med poselukker og opbevaret ispakket i kasser v. 0°C.

På figur 1 er vist et flowdiagram over arbejdsgangen.



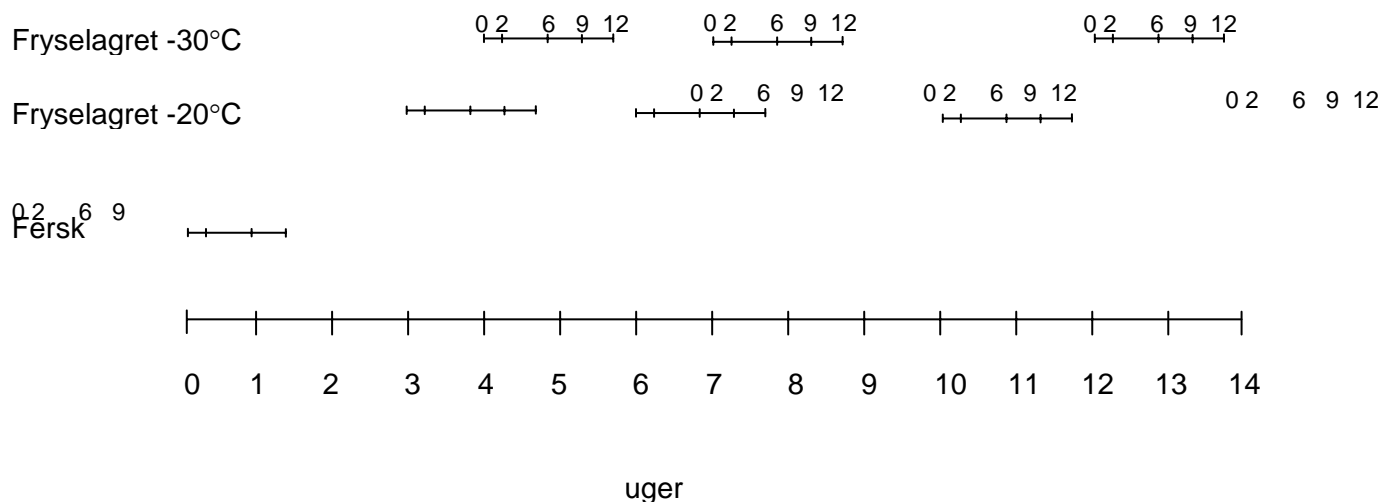
Figur 1. Flowdiagram over arbejdsgangen.

3.2 Koder og plan for udtag

Torskene fryselagres enten ved -20°C eller -30°C. Fra fryselagret på -20°C udtages torsk efter 3, 6 og 10 uger og fra -30°C udtages torsk efter 4, 7 og 12 uger. Fryselagringsstiden er ikke ens for de to fryselagringsstemperaturer af praktiske årsager i forbindelse med analysering af fileterne. Efter fryselagrings optøs, fileteres og kølelagres torskene. Ferske fileter medtages i kølelagringen som reference.

Kvalitet af kølelagret torskfileter fra frossen råvare med differentieret fryselagringsstemperatur

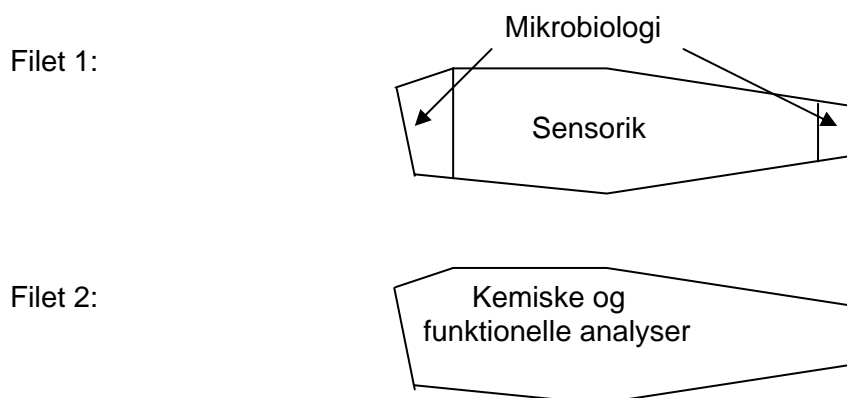
For de ferske fileter er der udtaget prøver dag 0, 2, 6 og 9, mens der for fileterne fremstillet af frossen råvare er udtaget prøver dag 0, 2, 6, 9 og 12 i kølelagringen. Forløbet over prøveudtagningen er illustreret i figur 2. De enkelte koder (fisk) navngives på følgende måde f.eks. F-0-1 (Fersk - dag 0 i kølelagringen - fisk nr. 1) eller 6-6-3 (Fryselagret 6 uger ved -20°C - dag 6 i kølelagringen - fisk nr. 3).



Figur 2. Oversigt over udtag fra fryselager samt prøveudtagning i kølelagringsperioden. Hele forløbet strækker sig over ca. 14 uger.

3.3 Analyseparametre

I figur 3 er fordelingen af analyser på de to samhørende fileter illustreret. Til bestemmelse af total kim og H₂S-producerende bakterier er der udtaget sterilt fra to steder på fileten (figur 3). Der blev skåret en strimmel ud, som gik igennem hele fileten (altså både kød- og skindside).



Figur 3. Skitse over fordelingen af de to samhørende fileter til de forskellige kemiske, funktionelle, sensoriske og mikrobiologiske analyser.



Kvalitet af kølelagret torskefileter fra frossen råvare med differentieret fryselagringsstemperatur

Ved hvert prøveudtag bestemmes parametrene, som er beskrevet tabel 1.

Tabel 1. Oversigt over anvendte analysemetoder.

Analyse	Enhed	Metode/reference	Resultatet udtrykker
Total kimtal, 21°C	CFU/g	VFD 6.3.19 (1997)	- prøvens totale indhold af mikroorganismer, der danner koloni på jernsulfitagar ved inkubation ved 21°C
H ₂ S-producerende bakterier	CFU/g	VFD 6.3.19 (1997)	- prøvens indhold af mikroorganismer, der danner sorte kolonier på jernsulfitagar ved inkubation ved 21°C (pga. H ₂ S-produktion)
TMA	mg N/100 g	FF-analyseforskrift nr. 103.03 (1995)	- prøvens indhold af trimethylamin (TMA), som udtryk for fiskens bakterielle fordærv
TVN ^a	mg N/100 g	Destillationsmetode, Rapport ^b	- prøvens total indhold af flygtige basiske forbindelser (TVN), som bl.a. omfatter NH ₃ , TMA og DMA. TVN er bestemt som enkeltbestemmelse på alle fisk.
pH	Skala 0-14	Mettler delta 345 pH-meter (Hamilton LIQ-plast p/N 238 elektrode)	- prøvens surhedsgrad målt i hakket prøve
Vandbindings-evne	% af vandindhold	Notat ^c , (forbehandling i FF-analyseforskrift nr. 106.02)	- den mængde væske af det totale vandindhold, der tilbageholdes i prøven under centrifugering ved en fastlagt kraftpåvirkning
Vandtab ved filterpres	%	Rapport ^b	- den mængde væske, der frigives ved en kraftpåvirkning svarende til et almindeligt håndtryk
Optønings-tilvækst	%	Notat ^d	- den vægtforøgelse, der sker ved optøning af den hele torsk i vand
Tørstofindhold	%	FF-analyseforskrift nr. 101.02	- den mængde stof, der er tilbage efter afdampning af vandindholdet ved 105°C
Kogetab	%	Notat ^e	- det vægttab, der sker ved varmebehandling og efterfølgende afdrypning af prøven
Sensorik filet (QIM rå filet)	Skala 0-16	QIM, Rapport ^f	- en vurdering af den sensoriske kvalitet udført af 2-3 dommere ud fra parametrene: Konsistens, lugt, farve, blodpletter, gaping og parasitter. Hver parameter bedømmes for sig (der gives også halve karakterer) og en sumkarakter beregnes, hvor 0 er den bedste bedømmelse og 16 er den dårligste
Sensorik kogt filet (QIM kogt filet)	Skala 0-16	QIM, Rapport ^f	- en vurdering af den sensoriske kvalitet udført af 2-3 dommere ud fra parametrene: Lugt, farve, smag og konsistens. Hver parameter bedømmes for sig (der gives også halve karakterer) og en sumkarakter beregnes, hvor 0 er den bedste bedømmelse og 16 er den dårligste. Prøven forbehandles inden bedømmelsen ved opvarmning til 80°C i 20 min.

^a TVN er på den ferske kode bestemt samme dag som prøveudtagningen, mens prøverne fra de optøede koder er nedfrosset og analyseret på et senere tidspunkt

^b "Analysemetoder til vurdering af mince kvalitet", Rapport nr. 6, Højmarklaboratoriet a/s, august 1996

^c "Analyseforskrift for bestemmelse af vandbindingsevne på fiskefars", Notat 1099, Højmarklaboratoriet a/s, 11. januar 1996

^d "Optøning af hel frossen torskefisk", Notat 1176-1, Højmarklaboratoriet a/s, 26. juni 1998

^e "Kogning af filet af torskefisk", Notat 1176-1, Højmarklaboratoriet a/s, 26. juni 1998

^f "Sensoriske bedømmelsesmetoder til frossen torsk", Fiskeriministeriets Forsøgslaboratorium, 1994



4 Analyseresultater

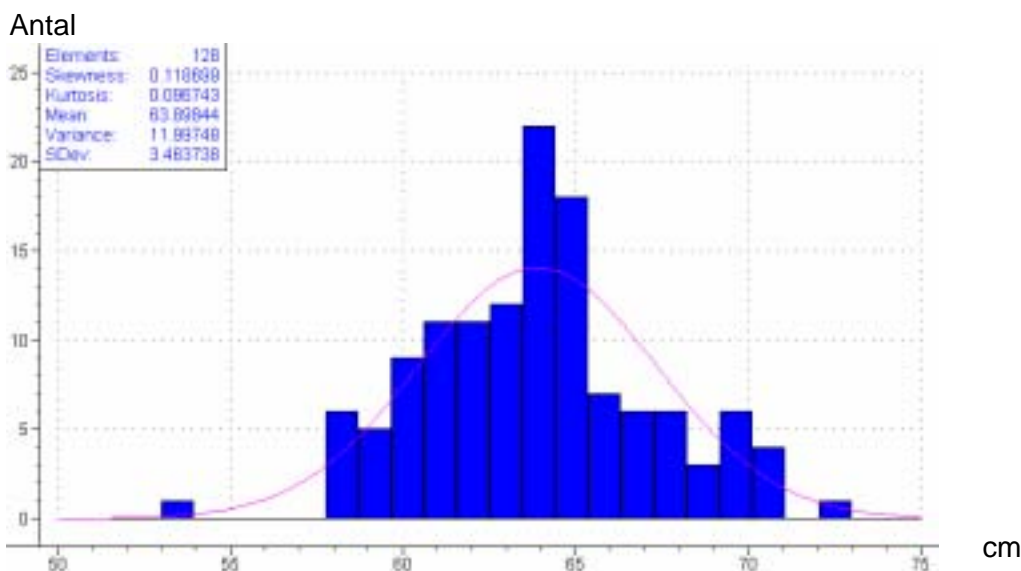
Der er i forsøget analyseret for en række parametre, hvilket har resulteret i et omfattende datamateriale. De følgende afsnit beskriver analyse af enkeltparametrene og multivariat dataanalyse på disse.

Resultaterne i denne rapport er opdelt i følgende afsnit:

- Generel beskrivelse af materialet
- Analyse af enkeltparametre
- Multivariat dataanalyse

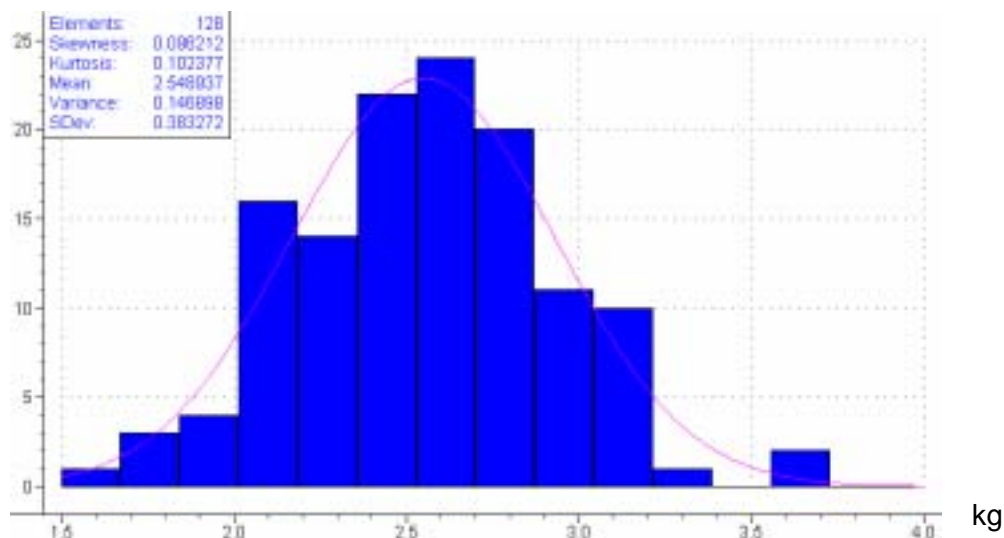
4.1 Generel beskrivelse af materialet

I figur 4 er længden af fiskene illustreret, og det ses, at den fordeler sig mellem 54 og 73 cm med en gennemsnitslængde på ca. 64 cm. Materialet følger ikke fuldstændig en normalfordeling, men accepteres til forsøget.



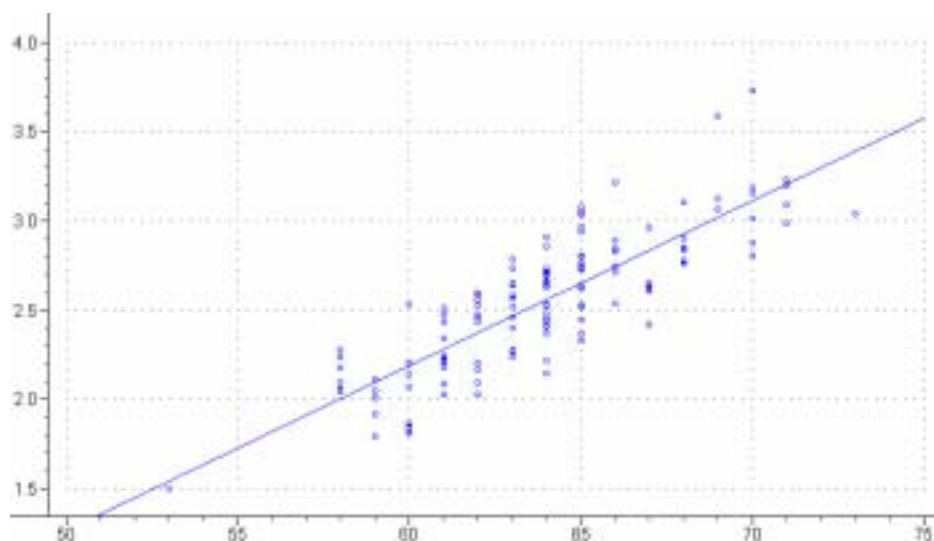
Figur 4. Fordeling af længde af hele torsk.

Antal



Figur 5. Fordeling af vægt af hele torsk.

I figur 5 er vægten af fiskene, der anvendes i forsøget, beskrevet i et histogram. Som det ses ligger vægten for fiskene mellem 1,5 og 3,7 kg med et gennemsnit på ca. 2,5 kg. Igen er materialet ikke fuldstændigt normalfordelt, men accepteres til forsøget.



Figur 6. Sammenhæng mellem længde og vægt af forsøgsmaterialet. Længden (cm) er angivet på x-aksen og vægten (kg) på y-aksen. Korrelationskoefficient 0,84 (n=128).

I figur 6 ses, at der er en god sammenhæng mellem længde og vægt. Korrelationskoefficienten for disse to parametre er 0,84, hvilket ikke er forskelligt fra tidligere forsøg^{1, 2}. En god sammenhæng mellem længde og vægt betyder, fiskene har samme kondition og kan betragtes som et homogent forsøgsmateriale.

¹ Kvalitet af ferske torskefileter fra kort tids fryselagrings, Rapport nr. 24, 2. udgave, Højmarklaboratoriet a/s, Februar 2001

² Projekt "Kvalitetsindikatorer", Strandbyforsøget, Rapport nr. 21, Højmarklaboratoriet a/s, November 1999

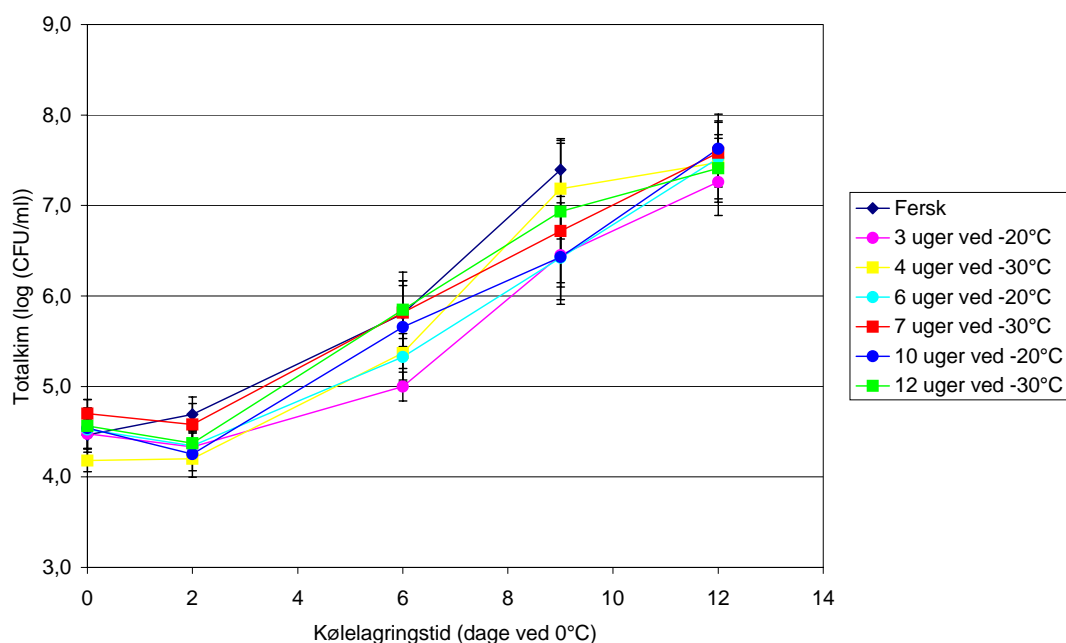


4.2 Analyse af enkeltparametre

I det følgende vil resultaterne for de enkelte parametre blive gennemgået.

Totalkim

Udviklingen i totalkim er illustreret i figur 7, hvor det ses, at der ingen forskel er mellem fileterne, der har været opbevaret under forskellige betingelser. I stort set alle tilfælde ses i begyndelsen af kølelagringsperioden en fase, hvor der ikke sker en forøgelse af kimtallet. Efter 10-12 dage ved 0°C er totalkimniveauet oppe på omkring 5×10^7 CFU/ml. Start- og slutniveauerne for totalkim svarer til resultater fra et tidligere forsøg³.



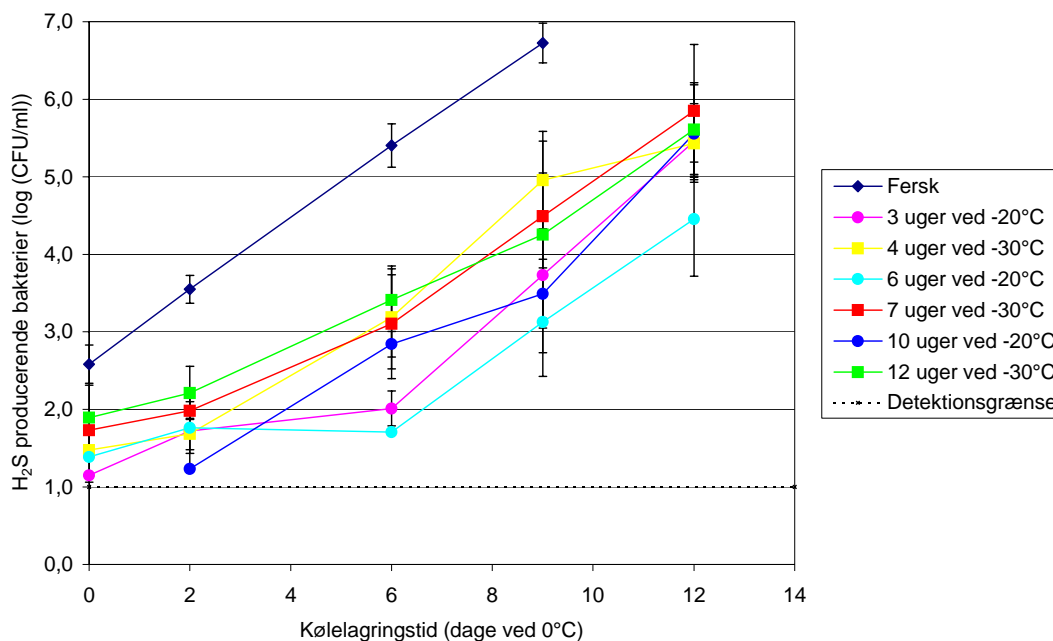
Figur 7. Totalkim (log (CFU/ml)) som funktion af kølelagringstiden (dage ved 0°C). Hvert punkt er baseret på et gennemsnit af 4 fisk med angivelse af standardafvigelsen.

³ Kvalitet af ferske torskfileter fra kort tids fryselagrings, Rapport nr. 24, 2. udgave, Højmarklaboratoriet a/s, Februar 2001



H₂S-producerende bakterier

Hydrogensulfid er almindelig i fordærvet torsk under aerob kølelagring, og udviklingen i hydrogensulfid producerende bakterier er derfor interessant at følge. *Shewanella putrefaciens* er den primære fordærvelsesbakterie i aerobt lagret torsk. Forholdene under kølelagringen i dette forsøg må indledningsvis have været aerobe for efterhånden at blive mere og mere anaerobe.



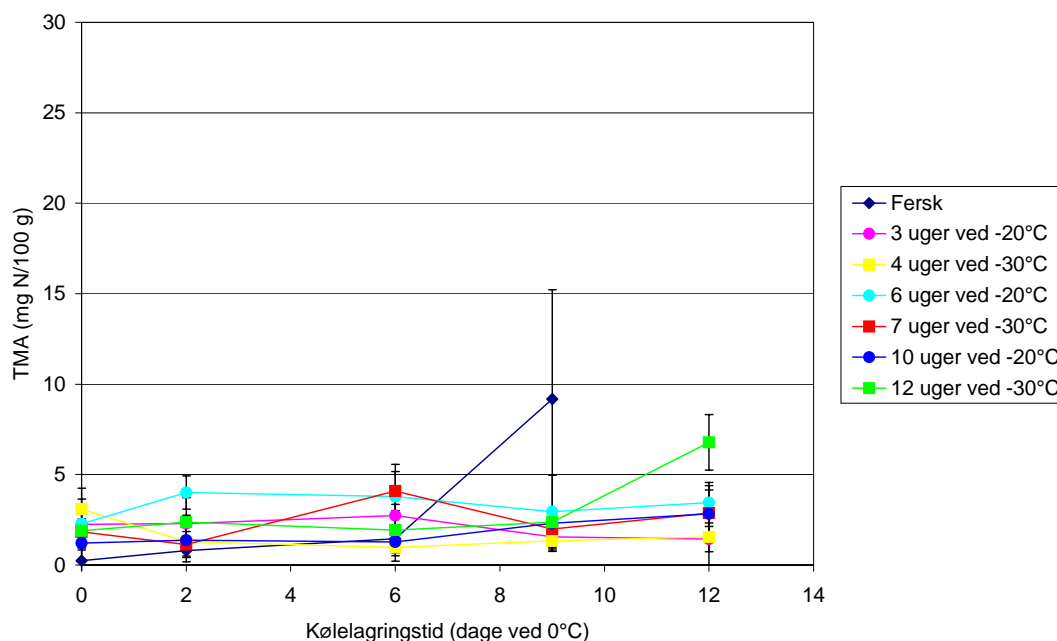
Figur 8. H₂S-producerende bakterier (log CFU/ml) som funktion af kølelagringstiden (dage ved 0°C). Hvert punkt er baseret på et gennemsnit af 4 fisk med angivelse af standardafvigelsen.

I figur 8 ses udviklingen i koncentrationen af H₂S-producerende bakterier. I de ferske fileter begynder den eksponentielle vækst umiddelbar efter, at kølelagringen påbegyndes, og den fortsætter hele kølelagringsperioden. Startniveauet i de ferske fileter er ca. 4×10^2 CFU/ml og efter 9 dages kølelagring er niveauet af H₂S-producerende bakterier oppe på 6×10^6 CFU/ml, hvilket er det højeste niveau, der opnås for alle fileterne i forsøget. Niveauet af H₂S-producerende bakterier er tydeligt højere under hele kølelagringsperioden i de ferske fileter sammenlignet med fileterne fremstillet af frossen råvare. Begyndelsesniveauet af H₂S-producerende bakterier i fileterne, der har været frosne, ligger mellem ikke-detekterbar (mindre end 10 CFU/ml) og 1×10^2 CFU/ml. Der detekteres ikke H₂S-producerende bakterier ved dag 0 i fileterne, som har været frosne ved -20°C i 10 uger. Ved frysning sker der altså et fald i antallet af H₂S-producerende bakterier, som er istand til at danne kolonier, og væksten af dem hæmmes ligeledes ved frysning. Frysning ved -20°C i 10 uger har tilsyneladende den største effekt i begyndelsen af kølelagringen, men senere i kølelagringsperioden ses, at niveauet af H₂S-producerende bakterier er markant lavere i alle fileterne, som har været frosset ved -20°C fremfor ved -30°C. Ved kølelagringens afslutning er forskellen mellem fryselagring ved -20°C og -30°C stort set udlignet.



TMA-indhold

I figur 9 ses udviklingen i TMA-indhold under kølelagringen for fileter fremstillet af råvare, som er opbevaret under forskellige betingelser. Fersk aerobt lagret fisk, der kasseres ved sensorisk bedømmelse, har typisk et TMA-indhold på 10-15 mg N/100 g⁴.



Figur 9. TMA-indholdet (mg N/100 g prøve) som funktion af kølelagringstiden (dage ved 0°C). Hvert punkt er baseret på et gennemsnit af 4 fisk med angivelse af standardafvigelsen.

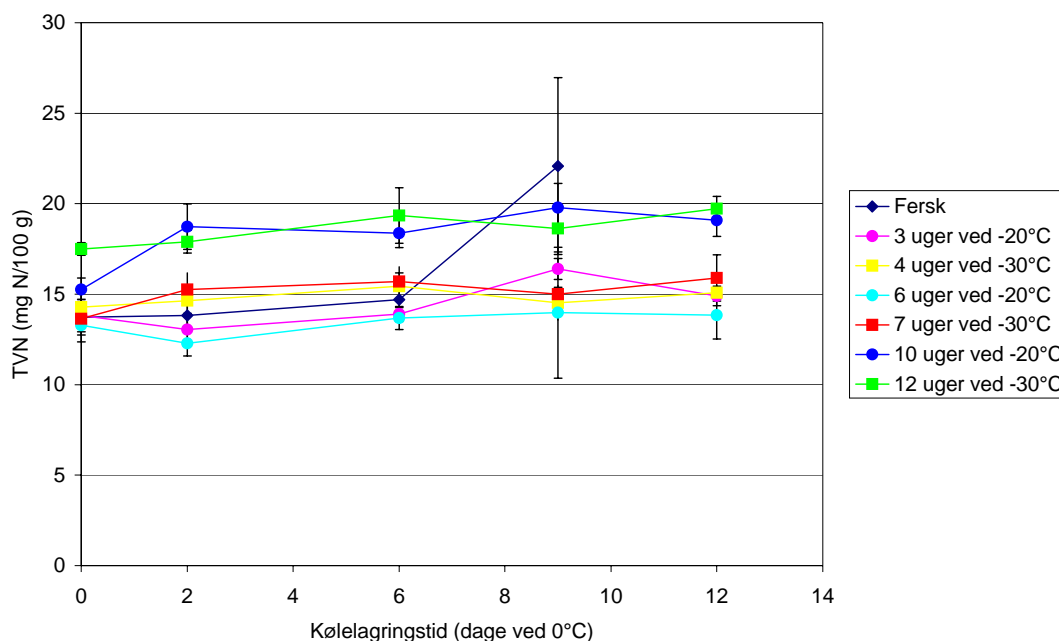
Alle fileterne har fra begyndelsen af kølelagringsperioden et forholdsvis lavt indhold af TMA, som er under 4 mg N/100 g prøve (figur 9). Niveauet forbliver lavt i hele kølelagringsperioden for de fleste fileter. Dog ses på kølelagringens dag 9 en markant stigning i TMA-indholdet i de ferske fileter til 9,2 mg N/100 g prøve. Denne stigning er dog behæftet med en stor usikkerhed, da standardafvigelsen på de fire fisk er meget høj. Dag 12 ses en stigning i TMA-indholdet i fileterne, som har været frosset 12 uger ved -30°C til 6,8 mg N/100 g prøve.

⁴ Huss, H.H. (1999) Kvalitet og kvalitetsændringer i fersk fisk. Oversat fra: Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Technical Paper No. 348, FAO (1995)



TVN-indhold

Udviklingen i indholdet af TVN i fileterne under kølelagring er illustreret i figur 10.



Figur 10. TVN-indholdet (mg N/100 g prøve) som funktion af kølelagringstiden (dage ved 0°C). Hvert punkt er baseret på et gennemsnit af 4 fisk med angivelse af standardafvigelsen.

De ferske fileter har et lavt indhold af TVN i begyndelsen af kølelagringsperioden, men efter 9 dage ved 0°C stiger TVN-indholdet fra 15 mg N/100 g på dag 6 til 22 mg N/100 g på dag 9, denne slutværdi er dog behæftet med stor usikkerhed i form af en høj standardafvigelse (figur 10).

TVN-indholdet ligger stabilt mellem 12 og 16 mg N/100 g gennem kølelagringsperioden for fileterne, som har været frosset kortest tid (3 og 6 uger ved -20°C samt 4 og 7 uger ved -30°C). Indholdet er højere for fileterne, der har været frosset i 10 og 12 uger ved hhv. -20°C og -30°C. Efter 2 dage ved 0°C og i resten af kølelagringsperioden er TVN-indholdet i disse fileter mellem 18 og 20 mg N/100 g. Der sker altså en stigning i indholdet af TVN ved en fryselagringsstid på 10 uger ved -20°C eller 12 uger ved -30°C i den efterfølgende kølelagringsperiode, sammenlignet med kortere tids frysning.

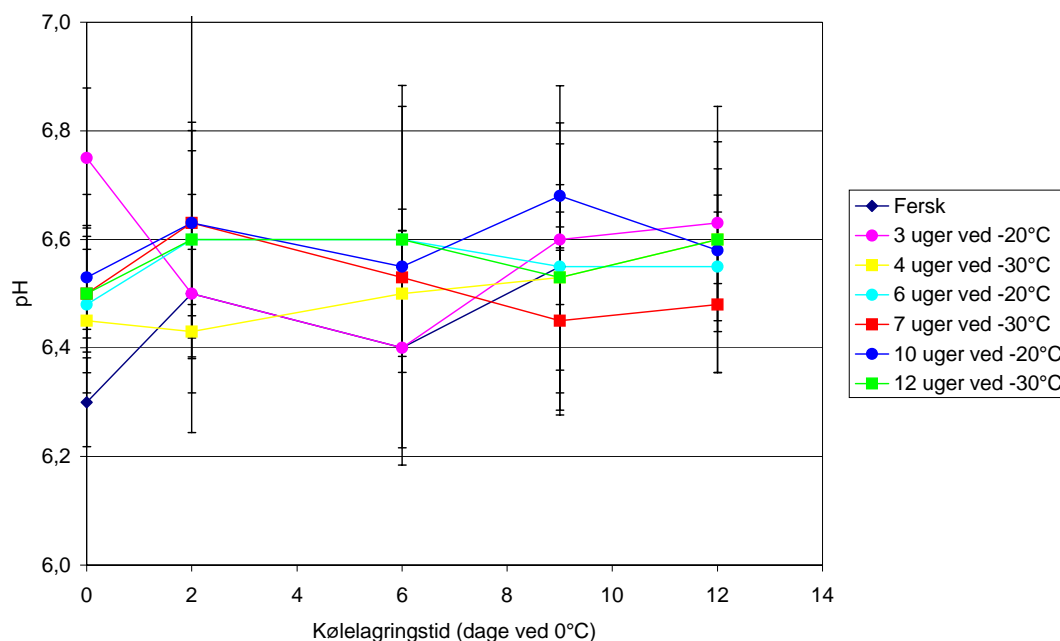
Ved sammenligning af kurverne for TMA (figur 9) og TVN (figur 10) ses, at niveauet for TVN er væsentlig højere end TMA. Dette viser, at fileterne udover TMA indeholder andre flygtige forbindelser, der indgår i TVN f.eks. dimethylamin og ammoniak. Derudover kan nævnes, at TMA og TVN i dette forsøg er bestemt ved to forskellige principper, hvor TMA bestemmes ved Conway-metoden, og TVN bestemmes ved destillation (se også tabel 1).

Stigningen i TMA, som ses i de ferske fileter fra dag 6 til dag 9, observeres også i udviklingen i TVN-indholdet, og det må derfor formodes, at stigningen i TVN skyldes en stigning i TMA-indholdet.



pH

pH-værdien er bestemt i de hakkede prøver af fileterne, og resultatet er vist i figur 11.

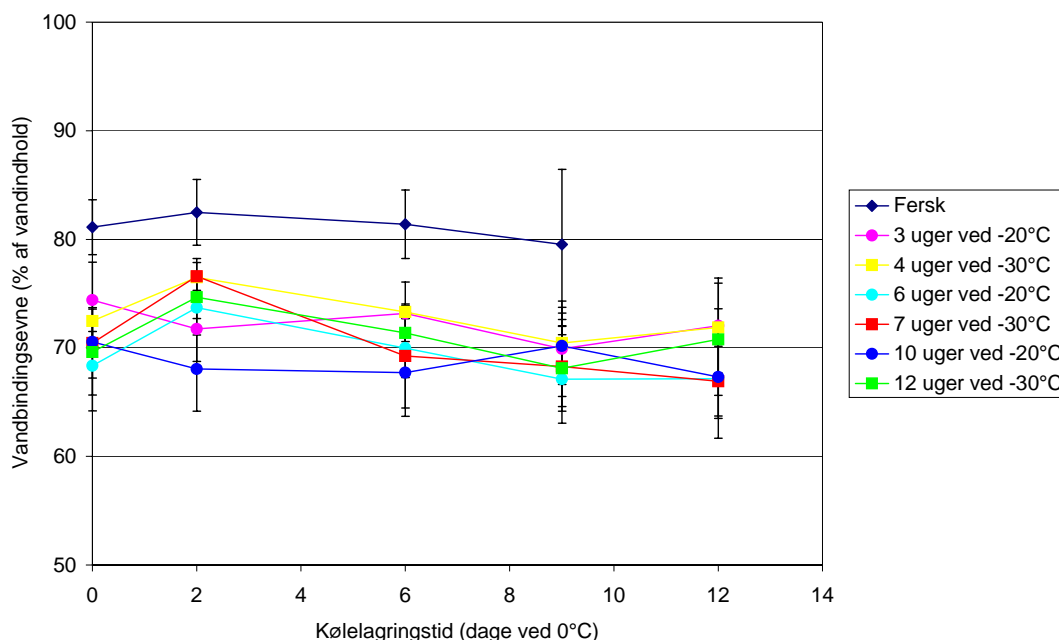


Figur 11. pH som funktion af kølelagringstid (dage ved 0°C). Hvert punkt er baseret på et gennemsnit af 4 fisk med angivelse af standardafvigelsen.

Der ses ingen forskel i pH for de forskellige fileter, dvs. der ses ingen ændring af pH ved frysning og i den efterfølgende fryselagringsperiode (figur 11). pH ændres ikke under kølelagringen. Gennemsnitsværdien for pH for alle fileter over hele kølelagringsperioden er 6,5.

Vandbindingsevne

I figur 12 er udviklingen i vandbindingsevnen under kølelagringen illustreret. Generelt betragtes fisk med en vandbindingsevne over 65-70% som værende af god kvalitet⁵.



Figur 12. Vandbindingsevne (% af vandindhold) som funktion af kølelagringstiden (dage ved 0°C). Hvert punkt er baseret på et gennemsnit af 4 fisk med angivelse af standardafvigelsen.

De ferske fileter adskiller sig fra fileterne fremstillet af frossen råvare ved at have en højere vandbindingsevne i hele kølelagringsperioden. Niveaulet for de ferske fileter under kølelagringen er på ca. 80%. Frysningen forårsager tilsyneladende et fald i vandbindingsevnen, og de optøede fileter har i begyndelsen af kølelagringsperioden en vandbindingsevne mellem 68% og 74%. Der sker stort set ingen udvikling i vandbindingsevnen for nogen af fileterne under kølelagringen. Tilsvarende resultater er observeret i tidligere forsøg⁵, selv hvor der kun har været fryselagret i 2 dage ved -30°C. Resultatet af dette forsøg viser, at størstedelen af fileter fremstillet af frossen råvare har en god kvalitet, selvom vandbindingsevnen er lavere for disse fileter end for ferske fileter.

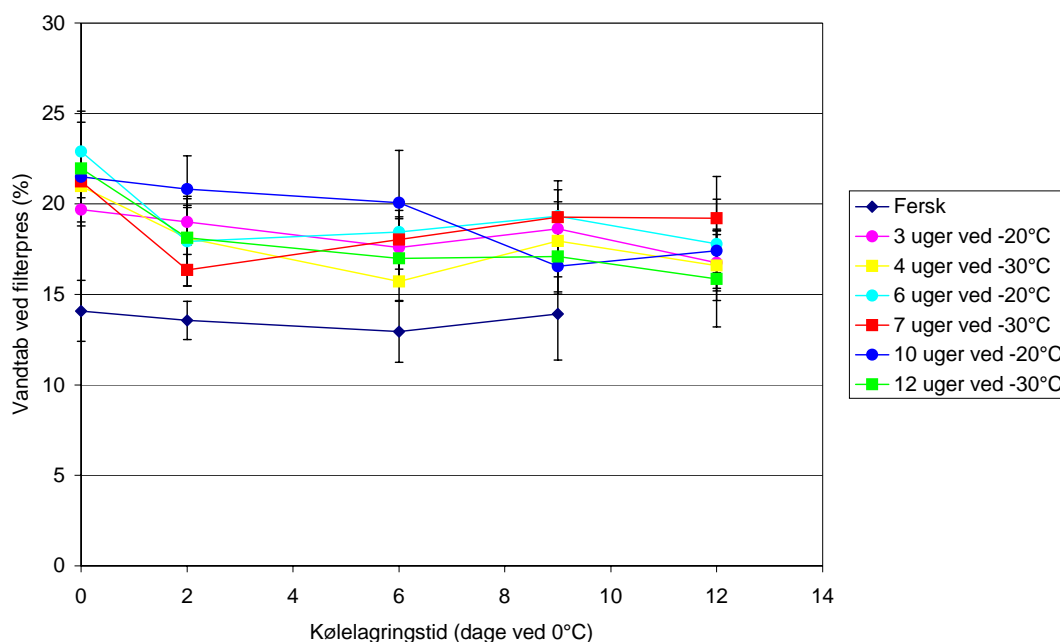
⁵ Kvalitet af ferske torskfileter fra kort tids fryselagring, Rapport nr. 24, 2. udgave, Højmarklaboratoriet a/s, Februar 2001



Vandtab ved filterpresmetoden

I forbindelse med tidligere forsøg er der blevet foreslået en grænse for, hvornår fisk ligger i højkvalitetsområdet vurderet ud fra vandtab bestemt ved filterpresmetoden⁶. Grænsen for højkvalitet med hensyn til vandtab ved filterpres ligger omkring 20-22%.

I figur 13 er udviklingen i vandtabet ved filterpres under kølelagringen illustreret både for de ferske fileter og fileter fremstillet af frossen råvare.



Figur 13. Vandtab (%) bestemt ved filterpresmetoden, som funktion af kølelagringstiden (dage ved 0°C). Hvert punkt er baseret på et gennemsnit af 4 fisk med angivelse af standardafvigelsen.

Vandtabet ved filterpres for de ferske fileter er lavere end vandtabet for fileterne fremstillet af frossen råvare (figur 13). Niveaulet for de ferske fileter ændrer sig ikke under kølelagringen, og vandtabet ligger på 13-14%. Der er en svag tendens til, at vandtabet ved filterpres falder gennem kølelagringsperioden (fra dag 0 til dag 12) for fileterne fremstillet af frossen råvare. Vandtabet ligger mellem 20% og 23% for de optøede fileter ved kølelagringens start og mellem 16% og 19% ved slutningen.

Forskellen i vandtab ved filterpres mellem de ferske fileter og fileterne fremstillet af frossen råvare er størst på dag 0. Dette kan skyldes, at det vand, som blev optaget under optøning, er løsere bundet end det vand, der naturligt er tilstede i fisken (figur 15). På dag 0 har vandet ikke haft mulighed for at trække ud af fisken, og derfor måles stort vandtab ved filterpres på dag 0 for de optøede fileter. Hvis de hele frosne fisk var optøet i luft i stedet for vand, er det forventet, at vandtabet på dag 0 vil være mindre.

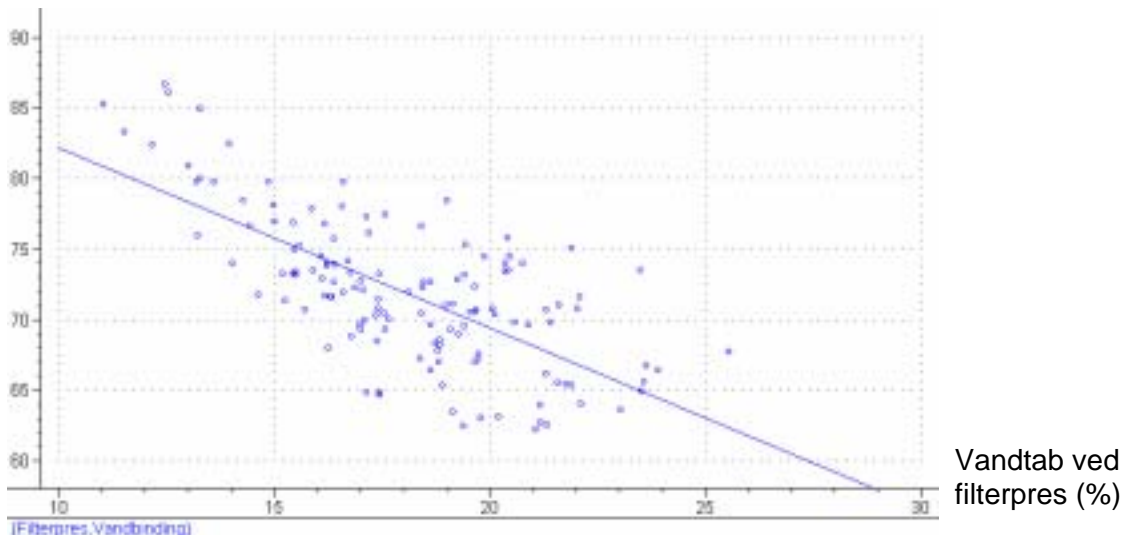
⁶ Kvalitet af ferske torskfileter fra kort tids fryselagrings, Rapport nr. 24, 2. udgave, Højmarklaboratoriet a/s, Februar 2001



Sammenligning af vandbindingsevne og vandtab ved filterpres

Der er i tidligere forsøg⁷ set en god sammenhæng mellem vandbindingsevne og vandtab ved filterpres. I dette forsøg er den fundne sammenhæng ikke tydelig, da korrelationskoefficienten er 0,70 (figur 14).

Vandbindingsevne
(% af vandindholdet)



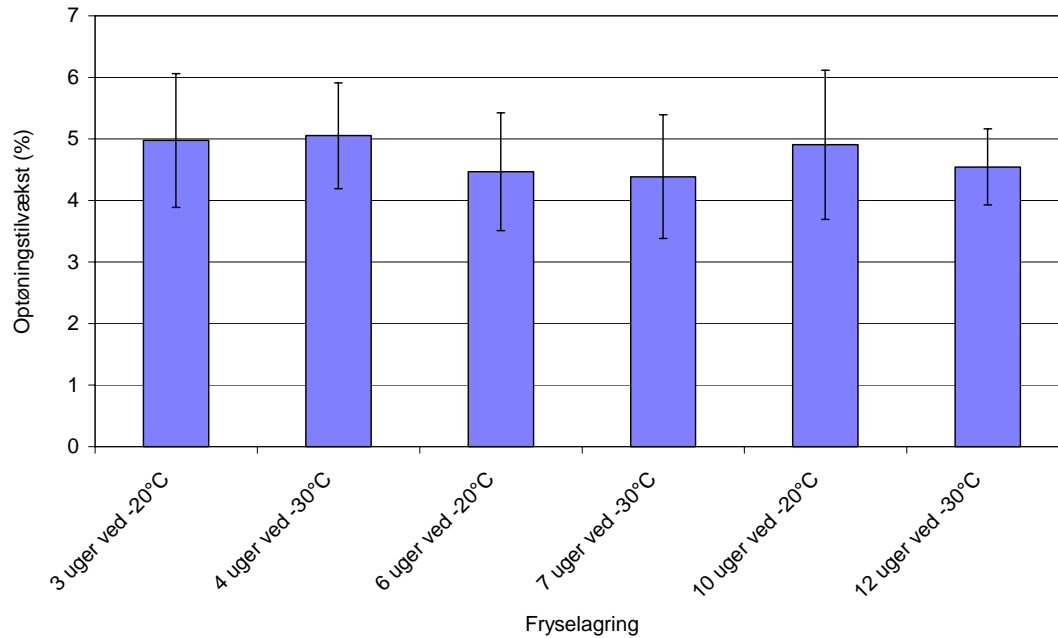
Figur 14. Sammenhæng mellem analysemetoderne vandtab ved filterpres og vandbindingsevne. Korrelationskoefficient 0,70 (n=136).

Den mindre tydelige sammenhæng mellem vandbindingsevne og vandtab ved filterpres skyldes muligvis skyldes det store vandoptag, der sker under optøningen (figur 15), som efterfølgende tabes under kølelagringen (figur 17). Ved at udelade fileterne fra dag 0 i kølelagringen under vurdering af sammenhængen mellem vandbindingsevne og vandtab ved filterpres opnås en stigning i korrelationskoefficient fra 0,70 til 0,78 (figuren er ikke vist), hvilket tyder på, at det vand, der optages under optøningen, påvirker vandbindingsevnen og vandtabet ved filterpres forskelligt.

⁷ Afprøvning af analysemetoder til vurdering af mince kvalitet, Rapport nr. 5, Højmarklaboratoriet a/s, August 1996

Optøningstilvækst

De frosne hele torsk blev optøet i vand. I den forbindelse blev optøningstilvæksten bestemt. Resultatet heraf er illustreret i figur 15. **Fejl! Ukendt argument for parameter..**



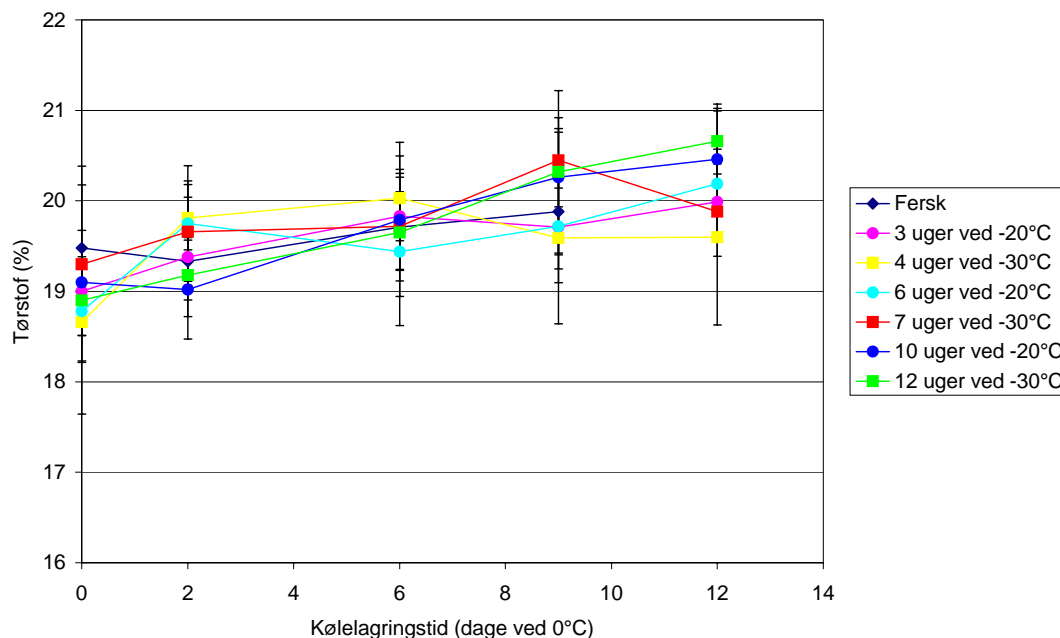
Figur 15. Optøningstilvækst (%) ved optøning af de hele torsk. Hver søjle er baseret på et gennemsnit af 20 fisk med angivelse af standardafvigelsen.

Optøningstilvæksten er tilsyneladende hverken påvirket af fryselagringstiden eller -temperaturen. Den gennemsnitlige optøningstilvækst er på 4,7%.



Tørstofindhold

Ved bestemmelse af tørstofindholdet opnås et samlet udtryk for vandoptaget under optøningen og den efterfølgende fastholdelse af vandet under kølelagring. Udviklingen i tørstofindhold under kølelagring ses i figur 16.



Figur 16. Tørstofindhold (%) som funktion af kølelagringstiden (dage ved 0°C). Hvert punkt er baseret på et gennemsnit af 4 fisk med angivelse af standardafvigelsen.

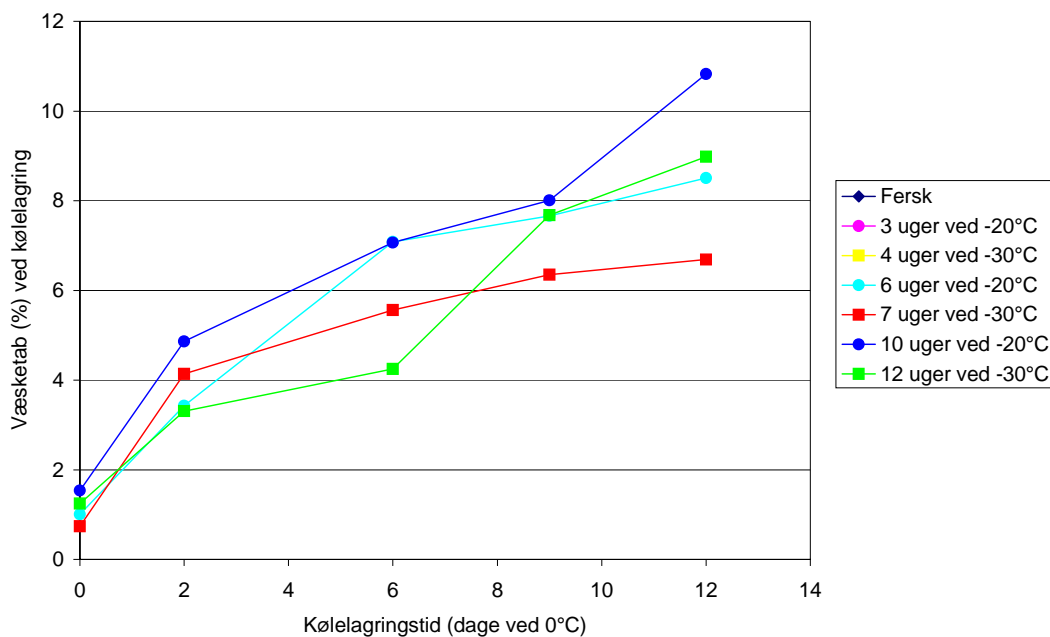
Der er ingen tydelig forskel på tørstofindholdet på kølelagringens dag 0 mellem de forskellige fileter, som det ses af figur 16, selvom tørstofindholdet tilsyneladende er størst for de ferske fileter. Det gennemsnitlige begyndelsesniveau for alle fileterne er ca. 19% tørstof.

Der ses ingen forskel mellem fileterne under kølelagringsperioden, men der ses en tendens til, at tørstofindholdet stiger igennem lagringsperioden, hvilket stemmer overens med observationen af, at der udskilles vand fra fisken under kølelagringen. Af figur 16 fremgår, at der er en lille stigning i tørstofindholdet for de ferske fileter under kølelagringen, men stigningen i tørstofindholdet er størst for fileterne fremstillet af frossen råvare. Dette indikerer, at de ferske fileter ikke har så stort et væsketab under kølelagringen som de øvrige fileter. For fileterne fremstillet af frossen råvare er tørstofindholdet mellem 19,6% og 20,7% på kølelagringens sidste dag.

Når der ses bort fra dag 0, ses en tendens til, at den største stigning i tørstofindhold sker for de koder, der har været fryselagret længst tid.

Væsketab under kølelagring

Under kølelagringen blev der observeret et udtræk af væske primært fra fileterne fremstillet af frossen råvare. Da det først var et stykke henne i lagringsforløbet, at opmærksomheden blev henledt på væsketabet, blev dette ikke bestemt fra forsøgets start. Væsketab (%) er beregnet som det målte væsketab (g) delt med summen af fileternes vægt og væsketabet. Fileternes vægt er ikke bestemt på samme måde under hele forløbet, hvilket betyder, at der er en vis usikkerhed forbundet med de beregnede væsketab, som er vist i figur 17.

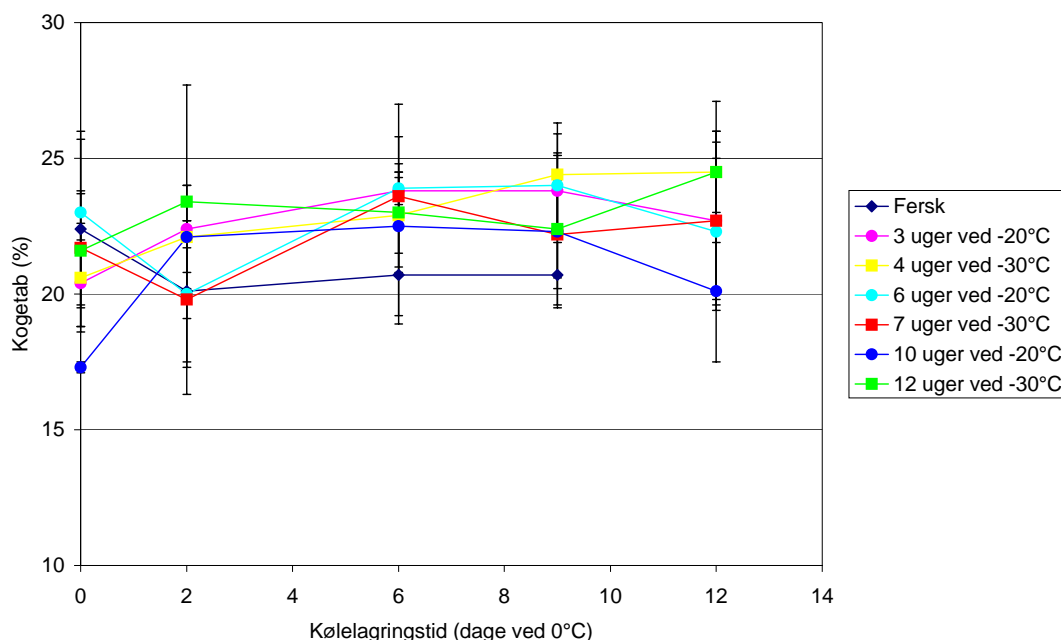


Figur 17. Beregnet væsketab (%) under kølelagringen som funktion af kølelagringstiden (dage ved 0°C). Hvert punkt er baseret på et gennemsnit af 4 fisk.

Væsketabet under kølelagringen er beregnet for fileterne, som har været fryselagret i 6 uger eller mere, da tabet som nævnt ikke er registreret for fileterne, der har været fryselagret kortere tid. Som det ses på 17, sker der for alle fileterne en stigning i væsketabet under kølelagringen. Der ses en svag tendens til, at fryselagring i 7 uger ved -30°C efterfulgt af kølelagring i 9 dage eller mere giver det mindste væggtab og dermed det største udbytte, men resultaterne er som tidligere nævnt forbundet med en vis usikkerhed, pga. måden hvorpå væsketabet er beregnet.

Kogetab

Kogetabet bestemmes i forbindelse med, at fileten forberedes til bestemmelse af QIM på den kogte filet. Kogetabet afhænger bl.a. af hvor meget væske, der eventuel er optaget under optøningen og efterfølgende tabt under kølelagringen. Resultatet er vist i figur 18.



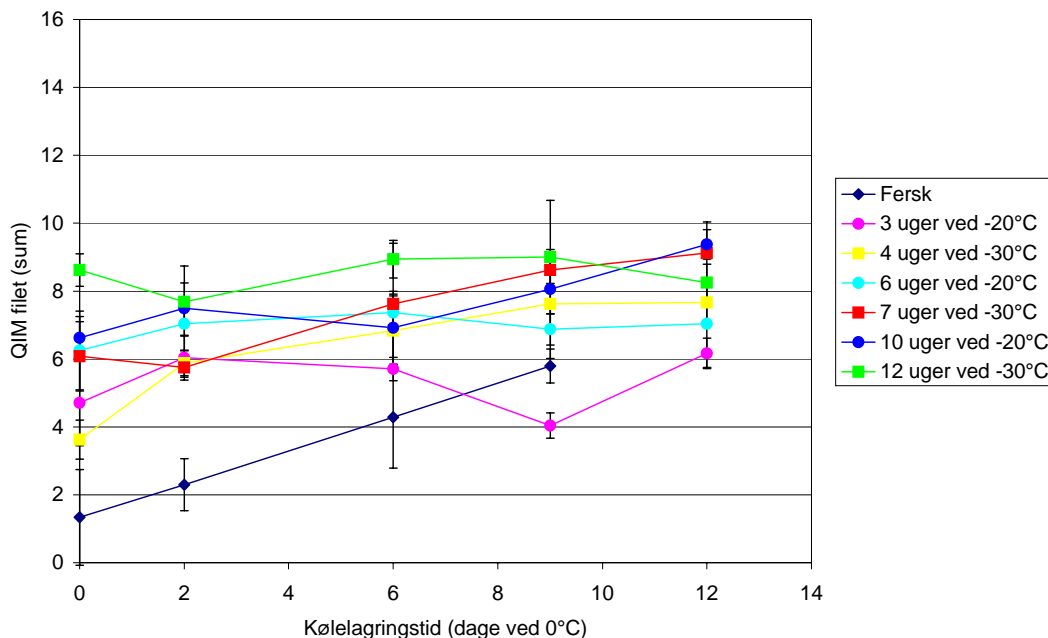
Figur 18. Kogetab (%) som funktion af kølelagringstiden (dage ved 0°C). Hvert punkt er baseret på et gennemsnit af 4 fisk med angivelse af standardafvigelsen.

Kogetabet for fileterne, som har været frossen i 10 uger ved -20°C, er ved kølelagringens begyndelse lavere end de andre fileter på det samme tidspunkt, men denne forskel ses ikke efter 2 dages kølelagring. Generelt ses ingen tydelige ændringer i kogetabet under kølelagringsperioden, ligesom der ingen forskel ses mellem de forskellige fryselagringsbetingelser.

Som det ses på figuren, er der en stor standardafvigelse på bestemmelse af kogetabet indenfor fire fisk, som har fået samme behandling. Dette kan hænge sammen med, at kogetabet er udover den biologiske variation er afhængigt af en række forhold tidligere i forløbet, herunder optøningstilvækst og vandtab under kølelagring.

QIM rå filet

Udviklingen under kølelagringen i summen af QIM ved bedømmelse af de ukogte fileter (QIM rå filet (sum)) er vist i figur 19.



Figur 19. QIM rå filet (sum) som funktion af kølelagringstiden (dage ved 0°C). Hvert punkt er baseret på et gennemsnit af 4 fisk med angivelse af standardafvigelsen.

De ferske fileter har en tydelig lavere QIM rå filet (sum) end fileterne fremstillet af frossen råvare efter 0 og 2 dages kølelagring, hvor QIM for de ferske fileter er hhv. 1,3 og 2,3. Efter 9 dages kølelagring er forskellen udlignet. Startniveauet i QIM rå filet (sum) for fileterne fremstillet af frossen råvare ligger omkring slutniveauet for de ferske fileter. Dog er startniveauerne for fileterne fremstillet af frossen råvare meget forskellige afhængig af frysebehandling, hvor niveauet stiger ved øget fryselagringsstid.

Fileterne fremstillet af frossen råvare ser ud til at være mere stabile end de ferske fileter under kølelagringen mht. de sensoriske bedømmelser, da stigningen i QIM rå filet (sum) for fileterne fremstillet af frossen råvare under kølelagringen ikke så markante, som stigningen, der ses for de ferske fileter. Under kølelagringen af de ferske fileter sker en næsten lineær stigning i QIM, som funktion af tiden.

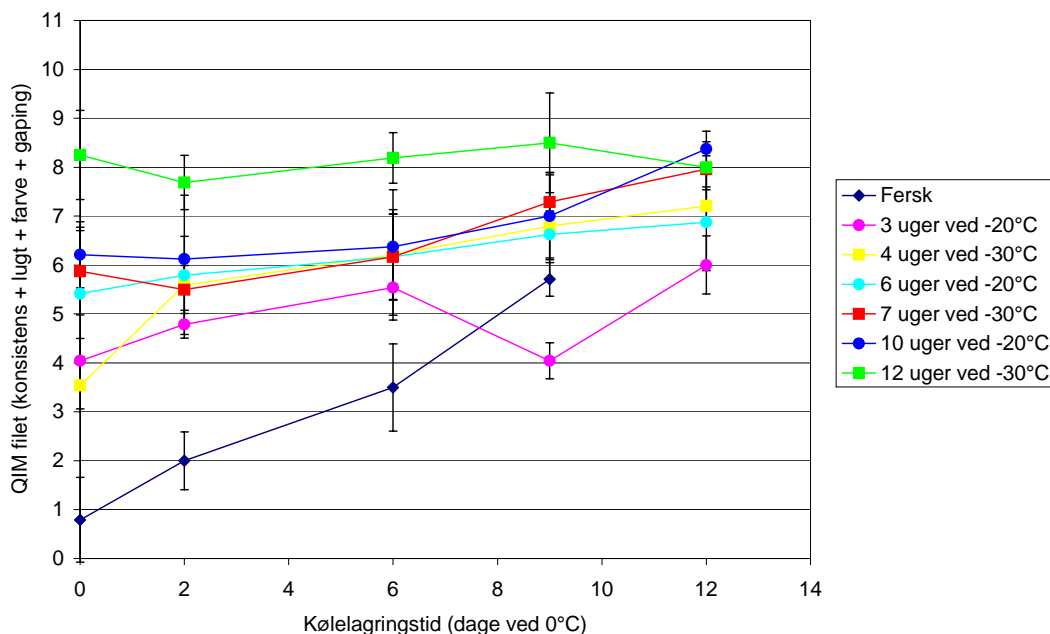
For fileterne fremstillet af råvare, der har været frosset i 3 uger ved -20°C, ses et fald i QIM rå filet (sum) på dag 9. Der tages forbehold for dette resultat, da det betyder, at den sensoriske bedømmelse er bedre på dag 9 end på dag 6, hvilket er uventet.

Der er en tendens til, at de frysebehandlinger, som giver det sensorisk bedste resultat under den efterfølgende kølelagring, er 3 og 6 uger ved -20°C. Derudover ses en svag tendens til, at fileterne, som har været frosset længst tid, får en højere score i QIM rå filet (sum) og dermed en dårligere sensorisk bedømmelse under hele kølelagringsforløbet.



Kvalitet af kølelagret torskfileter fra frossen råvare med differentieret fryselagringsstemperatur

Analyse af enkeltparametrene i den sensoriske bedømmelse af den rå filet viser, at parametrene QIM rå filet (blod) og QIM rå filet (parasitter) ikke bidrager til udviklingen under kølelagringen i QIM rå filet (sum), og måske endda forstyrrer billedet (dataene er ikke vist). I **Fejl! Ukendt argument for parameter.** figur 20 ses udviklingen under kølelagring i summen af de sensoriske parametre: Konsistens, lugt, farve og gaping.



Figur 20. QIM rå filet (konsistens + lugt + farve + gaping) som funktion af kølelagringstiden (dage ved 0°C). Hvert punkt er baseret på et gennemsnit af 4 fisk med angivelse af standardafvigelsen.

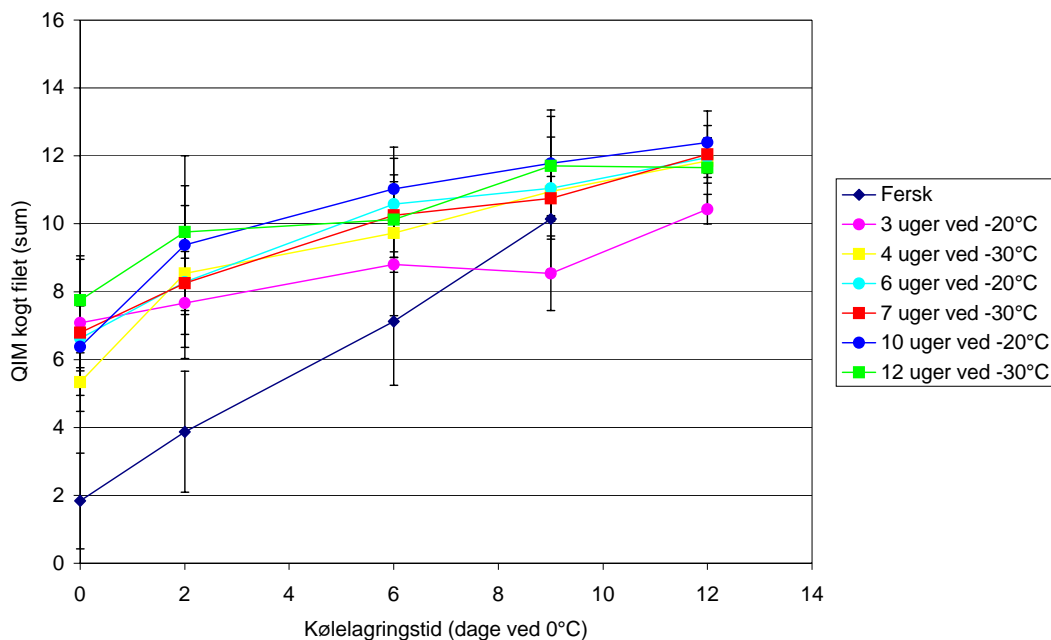
Generelt ses det samme billede som i figur 19, dog er forskellen mellem fileterne tydeligere. Især ses, at fileterne, som har været frosset 12 uger ved -30°C, skiller sig ud fra de øvrige fileter fremstillet af frossen råvare ved en markant dårligere sensorisk bedømmelse indtil slutningen af køleperioden, hvor forskellen udjævnes. Igen ses, at de ferske fileter får tydelig bedre sensorisk bedømmelse end fileterne fremstillet af frossen råvare i begyndelsen af kølelagringen.

Der ses en tendens til at fileterne, som har været fryselagret i hhv. 3 uger ved -20°C og 4 uger ved -30°C på dag 0 får en bedømmelse, der svarer til de ferske fileter på dag 6 og en bedre bedømmelse end de ferske fileter på dag 9.



QIM kogt filet

Den sensoriske kvalitet af de kogte fileter bedømmes ved QIM, og resultatet er illustreret i figur 21.



Figur 21. QIM kogt filet (sum) som funktion af kølelagringstiden (dage ved 0°C). Hvert punkt er baseret på et gennemsnit af 4 fisk med angivelse af standardafvigelsen.

De ferske fileter får igen en bedre sensorisk bedømmelse end fileterne fremstillet af frossen råvare i begyndelsen af kølelagringsperioden, men forskellen bliver udjævnet efter 9 dages kølelagring.

Billedet for QIM sum på den kogte filet (figur 21) ligner billedet for den ukogte filet (figur 19 og figur 20), dog ligger kurverne for fileterne fremstillet af frossen råvare tættere på hinanden, hvilket betyder, at fryselagringsbetingelserne ikke har så stor betydning for kvalitetsændringen under kølelagringen.

Den frysebehandling, der ser ud til at give det bedste sensoriske resultat under kølelagringen, er fryselagring i 3 uger ved -20°C selvom forskellen ikke er signifikant.

Sammenligning af QIM kogt filet (sum) for de ferske fileter på dag 9 med fileterne fremstillet af frossen råvare dag 0 viser en tendens til, at fileterne fremstillet af frossen råvare får en bedre sensorisk bedømmelse end de ferske fileter. QIM kogt filet (sum) for fileterne fremstillet af frossen råvare dag 0 og de ferske fileter dag 6 ligger i samme niveau.

Ved at analysere enkeltparametrene i de sensoriske bedømmelser af den kogte filet, ser det ud til at alle 4 parametre (farve, lugt, smag og konsistens) har betydning for differentiering mellem fryselagringsbetingelser og udviklingen under kølelagringen ved beregning af QIM kogt filet (sum).

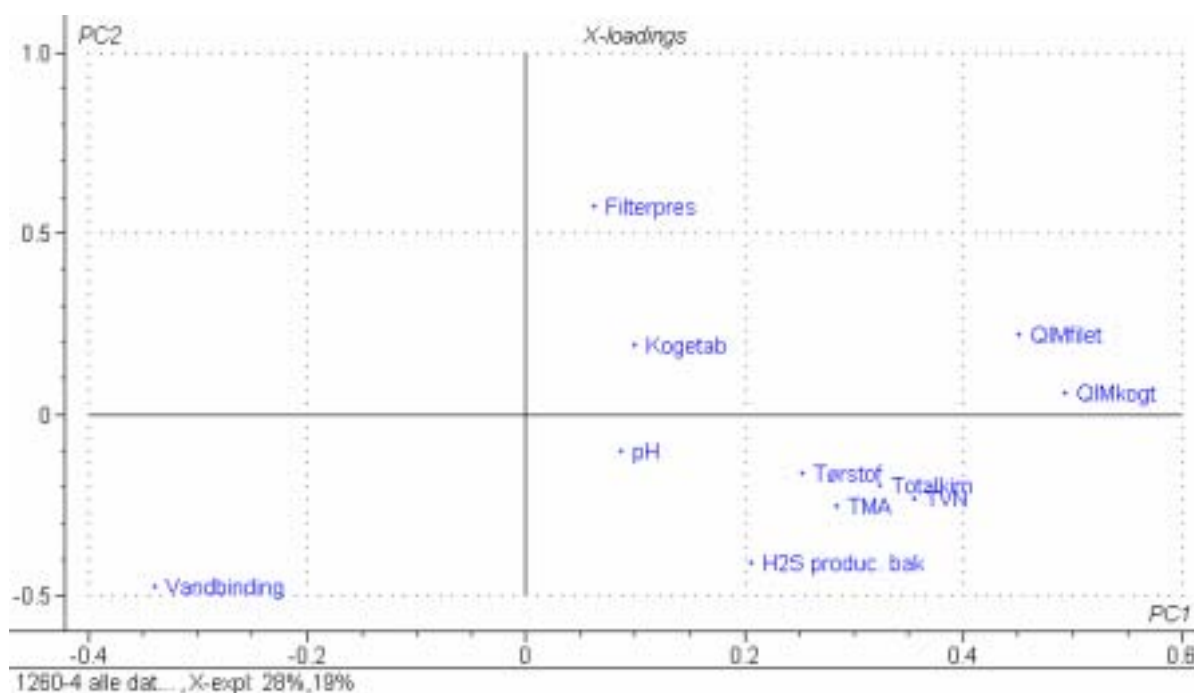


4.3 Multivariat dataanalyse

Der udføres multivariat dataanalyse vha. programmet Unscrambler[®] version 7.6. I analysen udelades parameteren optøningstilvækst, da det kun vil være relevant for de fileter, der er fremstillet af frossen råvare. Desuden medtages detaljerne i QIM analyserne ikke, og det er således kun QIM rå filet (sum) og QIM kogt filet (sum), der inddrages i den multivariate dataanalyse.

Dataene analyseres ved principal komponent analyse (PCA), hvor datamatricen dekomponeres i én del som beskriver strukturen i data og én del som beskriver "støjen". Den systematiske variation ekstraheres, og det oprindelig antal variable reduceres til et færre antal principale komponenter (PC), hvor den første PC (PC1) beskriver størstedelen af den systematiske variation i data, PC2 beskriver den næststørste o.s.v. Scoresplot beskriver enkelte prøvers relation til principal komponenterne og til hinanden, og loadingsplot beskriver hvor stor betydning hver variabel (analyse) har for de enkelte PC. Der henvises til Esbensen⁸ for yderligere detaljer om PCA.

Ved analysen er der anvendt fuld krydsvalidering og standardiserede tal, dvs. værdierne indenfor hver variabel er centrerede og divideret med standardafvigelsen.



Figur 22. Loadingsplot fra PCA af de fysiske, sensoriske, mikrobiologiske og kemiske analyser for PC1 og PC2.

I figur 22 er vist loadingsplottet for PC1 og PC2, hvor det ses, at den variation, der beskrives af PC1, i høj grad udgøres af vandbindingsevnen i den ene retning (mod venstre i plottet) og QIM kogt filet (sum) og QIM rå filet (sum) i den anden retning (mod højre). Derudover har parametrene TVN, totalalkim, TMA og tørstof også betydning for PC1 i samme retning som QIM, dog i mindre

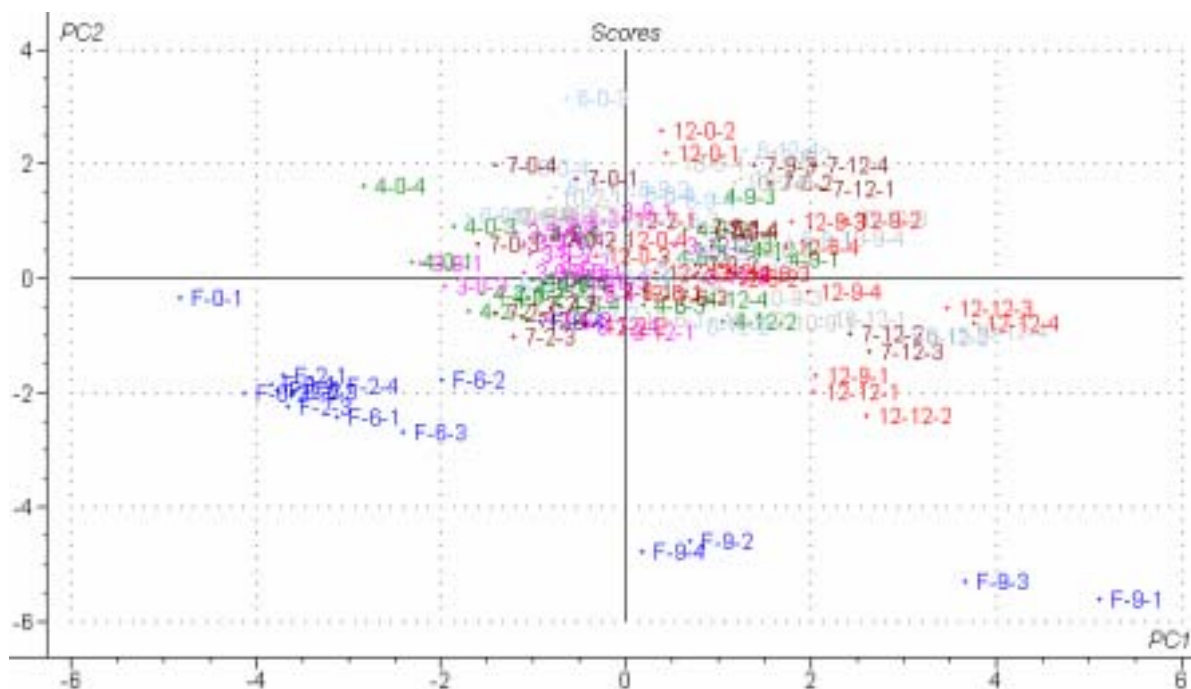
⁸ Esbensen, K.H. (2001) Multivariate Data Analysis –In Practice. An Introduction to Multivariate Data Analysis and Experimental Design. 5th edition. CAMO ASA.



Kvalitet af kølelagret torskfileter fra frossen råvare med differentieret fryselagringsstemperatur

grad. Vandtab ved filterpres (vandtab) har stort set ingen betydning for PC1, men derimod for PC2. I den modsatte retning af PC2 er H₂S-producerende bakterier og vandbindingsevne, hvilket kunne forventes, da en høj vandbindingsevne giver et lavt vandtab ved filterpres.

Scoresplottet for PC1 og PC2 er vist i figur 23 og figur 24, hvor koderne er farvet efter hhv. fryselagrings- og kølelagringstid.



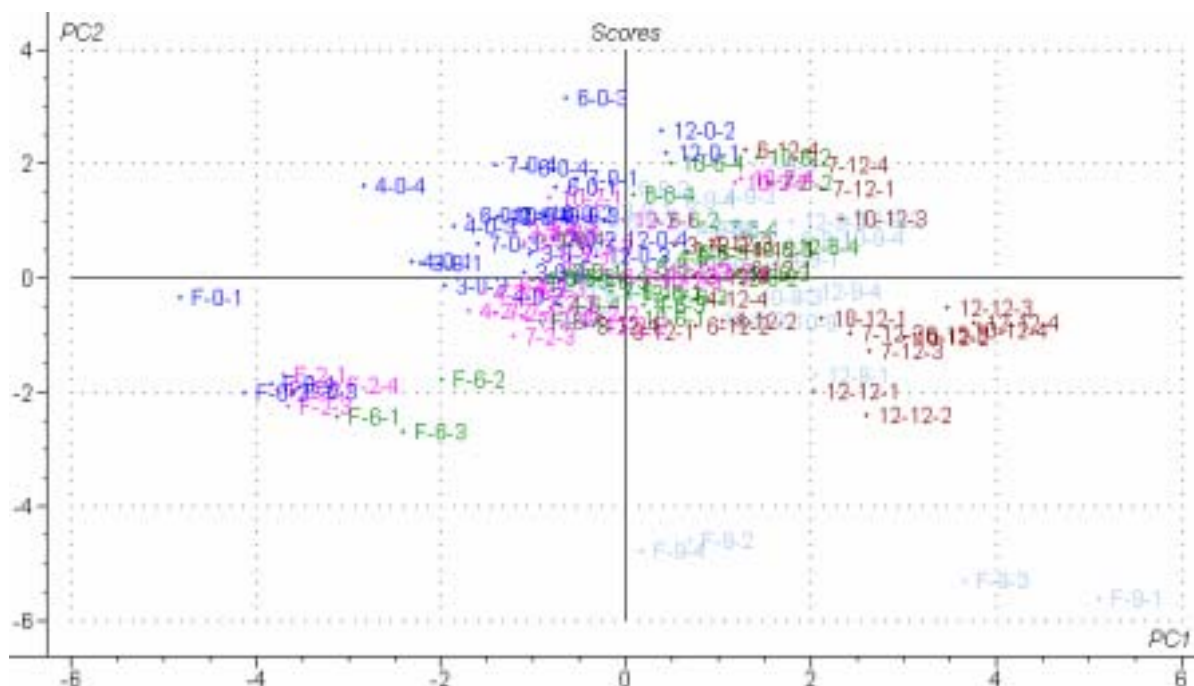
Figur 23. Scoresplot fra PCA af de fysiske, sensoriske, mikrobiologiske og kemiske analyser for PC1 og PC2. Koderne er farvet efter fryselagrings- og kølelagringstid, således at koder med samme fryselagrings- og kølelagringstid har samme farve. Der henvises til afsnit 3.2 for forklaring af kodenavnene.

Det ses i scoresplottet (figur 23), at de ferske prøver (koderne er farvet blå og begynder med F) skiller sig markant ud fra prøverne, som har været frosne. Det ses ved sammenligning med figur 22, at denne adskillelse primært skyldes højere værdier i vandbindingsevne og lavere værdier i vandtab ved filterpres, QIM rå fileten (sum) og QIM kogt fileten (sum), altså parametrene, der beskriver prøvernes funktionelle egenskaber og sensoriske kvaliteter.

Der ses en tendens til, at fileterne som har været fryselagret i 3 uger ved -20°C (koderne er farvet pink) og 4 uger ved -30°C (koderne er farvet grøn) ligger tættere på de ferske fileter (koderne er farvet blå) ved dag 0 i plottet, dvs. de ligner de ferske fileter mest. Størstedelen af fileterne, som har været fryselagret længst tid (10 uger ved -20°C (grå) og 12 uger ved -30°C (orange)), ser ud til at befinde sig længst oppe og til højre i plottet, dvs. mod højere værdier bl.a. i vandtab ved filterpres, QIM rå fileten (sum) og QIM kogt fileten (sum), samt mod lavere vandbindingsevne, men denne adskillelse er ikke tydelig (figur 23).

I figur 24 ses et scoresplot over pC1 og PC2, hvor koderne er farvet efter kølelagringstid, dvs. koder, der har været kølelagret i samme periode, har samme farve.





Figur 24. Scoresplot fra PCA af de fysiske, sensoriske, mikrobiologiske og kemiske analyser for PC1 og PC2. Koderne er farvet efter kølelagringstid, således at koder med samme kølelagringstid har samme farve. Der henvises til afsnit 3.2 for forklaring af kodenavnene.

De ferske prøver bevæger sig under kølelagringen nedad og til højre i plottet (figur 24), dvs. både PC1 og PC2 beskriver ændringer i kølelagringsperioden. Det største spring (forandring) sker fra kølelagringens dag 6 til 9. I de første 6 dage ligger prøverne nogenlunde i en gruppe og der sker altså ingen målte forandringer i de første 6 dage. Når denne vandring sammenholdes med loadingsplottet (figur 22) ses, at prøverne sidst i kølelagringsperioden har den laveste vandbindingsevne og højeste værdier for QIM rå filet (sum) og QIM kogt filet (sum), TVN, TMA, tørstof, H₂S-producerende bakterier og totalkim sammenlignet prøverne i begyndelsen af kølelagringsperioden, hvilket også var forventet. Prøverne F-9-1 og F-9-3 adskiller sig i mange plot (ikke vist), og kunne mistænkes for at være afvigende prøver, der burde fjernes. De betragtes i stedet for ekstreme prøver, da de ligger sidst i en kølelagringsperiode.

For fileterne fremstillet af frossen råvare ses en tendens til, at udvikling under kølelagringsperioden er tilsvarende den, som ses hos de ferske fileter (figur 24), idet koderne, der har været kølelagret længst ligger til højre og nedad i plottet i forhold til koderne, der har været kølelagret kortest tid. Dette betyder, at fileterne, der har haft den længste kølelagringsperiode har et højere indhold af TVN, TMA, tørstof, totalkim, H₂S-producerende bakterier, QIM rå filet og QIM kogt filet. Dog ses der ikke den samme store forandring på kølelagringens dag 9 som hos de ferske koder, men i stedet tendens til en forandring på dag 12.

5 Konklusion

Formålet med dette forsøg har bl.a. været at undersøge, om der kan fremstilles fileter med baggrund i en frossen råvare af en kvalitet, der kan betegnes som værende af høj kvalitet med ferske fileter som reference. Kvalitetsændringerne af fileterne fremstillet af frossen råvare er desuden blevet sammenlignet med ændringerne af de ferske fileter. Derudover er muligheden for anvendelse af fryselagring af hel torsk som alternativ til kølelagring af ferske fileter blevet undersøgt, herunder betydning af fryselagringsbetingelserne.

De anvendte analyseparametre har alle haft større eller mindre evne til at beskrive ændringer, der sker under kølelagring eller som følge af frysning. Dette gælder dog ikke pH og kogetab, som er de parametre, der i dette forsøg dårligst beskriver ændringerne i kvaliteten.

Der sker en tilvækst under optøningen i vand på ca. 5 % uafhængig af fryselagringsforholdene. Størstedelen af dette tabes igen efter kort tids kølelagring. Som alternativ til den anvendte optøningsprocedure kan anvendes optøning uden vand i kølerum.

De ferske fileter har i forhold til fileterne fremstillet af frossen råvare en bedre kvalitet mht. vandtab ved filterpres og vandbindingsevne under hele kølelagringen. Denne forskel er tilsyneladende forårsaget af selve indfrysningen og uafhængig af fryselagringsbetingelserne. Der ses ingen forskel mellem de forskellige fryselagringsbetingelser.

Derimod er den mikrobielle kvalitet mht. H₂S-producerende bakterier dårligst for de ferske fileter under hele kølelagringsperioden. Der kan således konstateres en tydelig effekt af fryselagringen på antallet af H₂S producerende bakterier, der kan danne koloni ved de optøede fileter, hvilket kan betegnes som et frysedrab.

De ferske fileter har en dårligere kemisk kvalitet i form af TMA- og TVN-indhold efter 9 dages kølelagring i forhold til fileterne fremstillet af frossen råvare. Indtil dag 9 er der ingen forskel på fileterne.

I starten af kølelagringsperioden er den sensoriske kvalitet bedst for de ferske fileter, men denne forskel er udlignet på dag 9.

De sensoriske bedømmelser viser, at fileter fremstillet af frossen råvare på dag 0 i kølelagringsperioden har en sensorisk kvalitet, der er tilsvarende eller bedre end for de ferske fileter, som har været kølelagrede i 9 dage.

På den mikrobielle kvalitet udtrykt som H₂S-producerende bakterier ses en tendens til, at fryselagring ved -20°C har en større reducerende effekt i hele kølelagringsperioden end fryselagring ved -30°C.

Af de undersøgte fryselagringsbetingelser, ses en tendens til at den sensoriske kvalitet er bedre, jo mindre frysebelastningen er. Med baggrund i forsøgets design kan man ikke udlede betydningen af fryselagringsstemperaturen på den sensoriske kvalitet.

