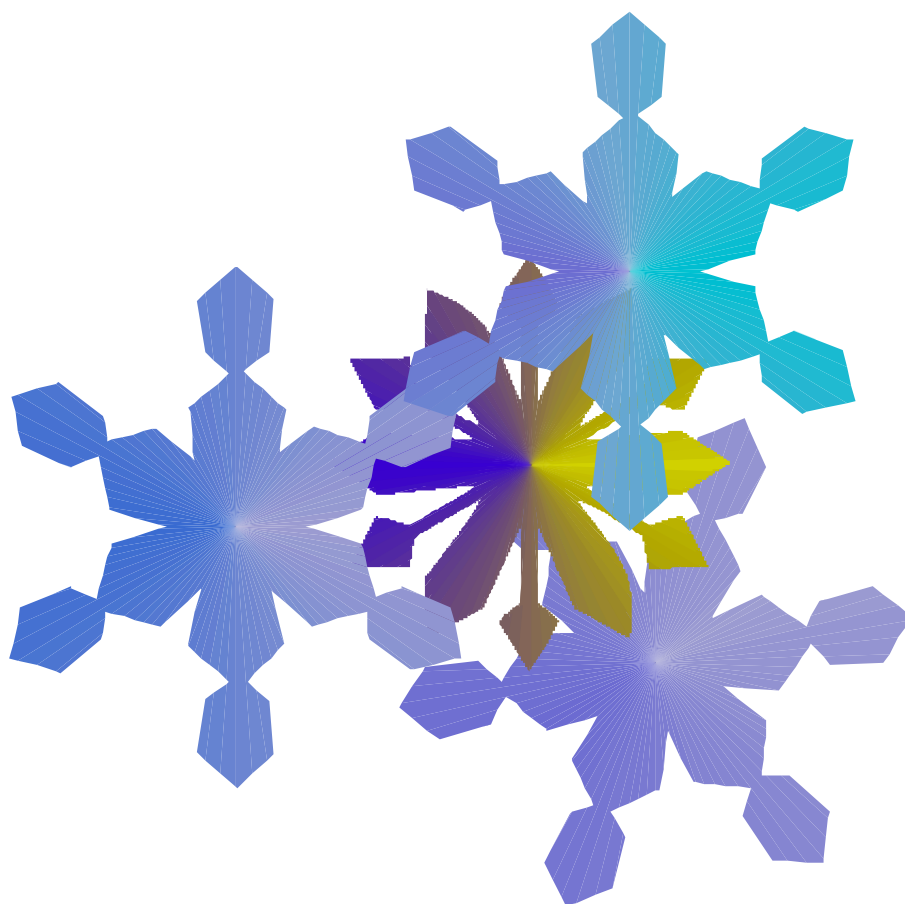


Fisk – Kvalitetsdifferentiering af frossen fisk  
Anvendelse af kvalitetsindikatorer

## Kvaliteten af torskefileter opbevaret på køl eller frost



**Rapport nr. 28, 2. udgave**

Højmarklaboratoriet a/s, Juli 2002



## Indholdsfortegnelse

Kapitel	Side nr.
1 Baggrund.....	2
2 Vision.....	2
3 Formål .....	3
4 Forsøgsopstilling .....	3
5 Analysemetoder.....	5
6 Analyseresultater.....	6
7 Generel beskrivelse af datamaterialet.....	7
8 Multivariat dataanalyse.....	7
8.1 PCA-model til generel beskrivelse af datamaterialet .....	7
8.2 PCA-modellering uden parametrene TVN og TMA.....	12
8.3 PCA-modellering af kemiske og fysiske data.....	15
8.4 PCA-model for optøede fileter .....	18
8.5 Kommentar til PCA-modellering af samtlige data .....	18
8.6 PLS1-modellering af lagringsmetode.....	19
8.7 PLS1-modellering af lagringsperiode.....	20
8.8 PLS1-modeller til modellering af fileternes friskhed.....	22
8.9 Konklusion på multivariat dataanalyse.....	23
9 Analyse af enkeltparametre.....	24
9.1 Analyse af TVN-indhold .....	24
9.2 Analyse af TMA-indhold.....	25
9.3 Analyse af vandbindingsevne .....	26
9.4 Analyse af pH-værdier .....	27
9.5 Sensoriske bedømmelser .....	28
9.6 Konklusion på analyse af enkeltparametre .....	30
10 Konklusion.....	31
11 Litteraturliste.....	33



## 1 Baggrund

I forbindelse med projektet "Kvalitetsdifferentiering af frossen fisk i industrien" ønskes der udviklet et koncept for fremstilling og dokumentation af højkvalitets frosne fiskeprodukter under mottoet "frisk fisk fra fryseren". Det skal derfor belyses, hvor god kvaliteten af frossen fisk kan være, hvornår det er en fordel at indfryse fisk og om det overhovedet er muligt, at differentiere mellem kvalitet af frossen fisk. Yderligere skal der skaffes dokumentation for fiskenes kvalitet.

En stor del af de ferske fisk, der i dag sælges til forbrugerne, er omkring 5-7 dage gamle og således ikke fuldstændigt friske. Det formodes derfor, at der i mange tilfælde kan opnås en kvalitetsgevinst ved at indfryse den 0-1 dag gamle råvare og optø denne umiddelbart inden anvendelse.

Flere af de undersøgelser, der tidligere er udført omkring frossen fisk, omhandler undersøgelse af kvaliteten af frosne fisk efter længere tids fryselagring, hvilket medfører et mellemkvalitets produkt. Der er lavet nogle indledende forsøg med kort tids fryselagring af højkvalitets fisk, men på nuværende tidspunkt er der ingen erfaringer med, om fryselagring i kort tid kan resultere i et højkvalitets produkt.

Derfor ønskes det nu at undersøge kemisk/fysisk og sensorisk, om kvaliteten af kort tids fryselagrede og efterfølgende optøede fisk lever op til kvaliteten af kølelagrede fisk.

Det ønskes ligeledes at fastlægge, om kvalitetsindikatorer undersøgt i projektet "Kvalitetsindikatorer – et forbruger mål" til beskrivelse af kvalitetsændringer efter længere tids fryselagring, kan anvendes til beskrivelse af kvalitetsforandringer ved kort tids fryselagring. Hvis dette er muligt, er der dannet grundlag for fastlæggelse af anvendelige metoder til dokumentation af kvaliteten af højkvalitets frosne fisk.

## 2 Vision

Visionen med projektet "Kvalitetsdifferentiering af frossen fisk i industrien" er, at hele kæden fra fisker til forbruger skal oplyses om muligheden for fremstilling og anvendelse af højkvalitets frossen fisk.

Hvis det viser sig, at det ved indfrysning af frisk fisk er muligt at opnå et produkt af høj kvalitet, samt at korttids fryselagring sammenlignet med kølelagring er en fordel, er der store perspektiver i anvendelsen af frossen fisk. Dette skyldes, at eksempelvis fiskeindustrien, fiskeeksportører, fiskehandlere og forbrugere bl.a. vil opnå større fleksibilitet i leverance og forarbejdning ved anvendelse af frossen fisk, fremfor letfordærlig fersk fisk.



### 3 Formål

Formålet med forsøget er at finde svar på følgende spørgsmål:

- Hvilke kvalitetsforandringer sker der ved kort tids fryselagring af torskefileter i forhold til kølelagrede fileter ?
  - Kemiske kvalitetsforandringer
  - Sensoriske kvalitetsforandringer
- Hvilke kvalitetstab/gevinster opnås ved indfrysning af torskefileter ?
- Kan tidligere fundne kvalitetsindikatorer til beskrivelse af ændringerne ved længere tids fryselagring ligeledes anvendes til beskrivelse af kvaliteten og kvalitetsforandringerne ved kort tids fryselagring samt ved kølelagring ?

### 4 Forsøgsopstilling

Til undersøgelse af parametrene beskrevet under formålet indkøbes 40 stk. daggamle torsk af god kvalitet (E-kvalitet, vægt 1-2 kg). Torskene er fanget ca. 3 timers sejllads fra Thorsminde, natten mellem den 14. og 15. februar 2002 og handlet på auktionen i Thorsminde d. 15. februar 2002.

Forsøget blev påbegyndt om formiddagen d. 15. februar 2002, hvor en stor del af fiskene var prærigor, mens de øvrige var i rigor eller på vej i rigor. Fiskene blev modtaget rensset og afblødt.

Generel havde fiskene en del fangstmærker og blodpletter, hvilket tyder på en dårlig fangstbehandling. Fiskene var derfor ikke et fuldstændigt høj kvalitetsprodukt. Efter modtagelse af fiskene fileteres og afskinnes disse manuelt, hvorefter de enkelte fileter vejes. Fileterne holdes parret, således, at de to fileter tilhørende samme fisk holdes samlet.

I figur 1 og 2 ses et billede af et af de anvendte fisk som hel fisk og som filet.



Figur 1. Eksempel på anvendt fisk inden filetering.



Figur 2. Eksempel på anvendte fileter.

Efter vejning af fileterne, emballeres disse i plastposer, som lukkes ved ombukning af poserne. Fileterne blev tilfældig opdelt til hhv. frysning og kølelagring.

Kølelagring af fileterne foretages i et enkelt lag på en rist i kølerum ved 2-4°C, mens fileterne, der skulle fryselagres, blev indfrosset i en pladefryser i 1,5 time ved -30°C, idet poserne med fileter blev placeret i et enkelt lag på pladerne i fryseren. Efter indfrysningen blev fileterne pakket i flamingokasser og placeret i en fryser ved -20°C.

Inden analyse af de frosne fileter optøes disse ved placering på en rist i kølerummet (2-4°C) i 16-20 timer.

Temperaturen registreres under fryse- og kølelagringen af fileterne, ved placering af datalogger i 2 fileter. Temperaturlogningen viser, at indfrysning af fileter i 1½ time ved -30°C i pladefryseren samt optøning i 16 timer er tilstrækkeligt til en fuldstændig indfrysning og optøning. Yderligere viser temperaturlogning, at temperaturen under fryselagring er holdt ved -20°C ± 2°C.

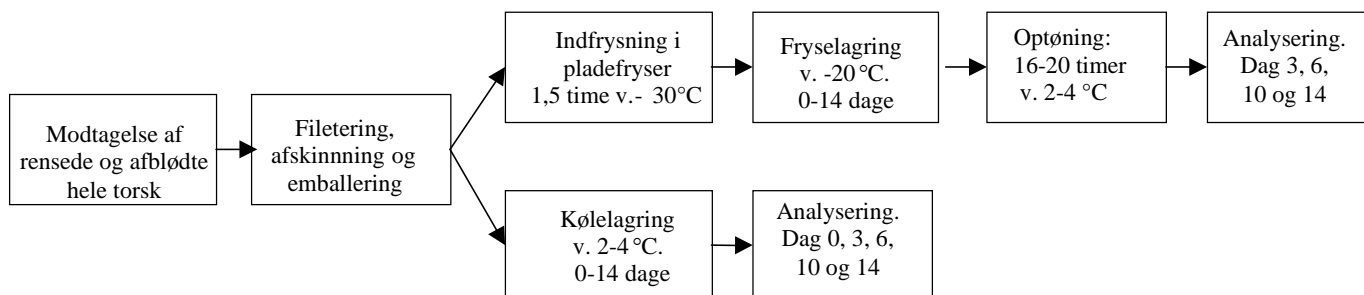
Ved analyse af fileterne udtages prøver 0, 3, 6, 10 og 14 dage efter modtagelsen. Ved undersøgelse af fileternes kvalitet analyseres 4 fileter, der har gennemgået samme lagringsforløb, idet det formodes, at der således er mulighed for at afspejle, om kvalitetsforskelle mellem de enkelte fileter skyldes forskelle på det biologiske materiale, eller om der er tale om forskelle grundet forskellige lagringsperioder eller lagringsmetoder.

Ud fra forsøgsopstillingen mærkes poserne med fileterne efter lagringsmetode, hvor F (fersk) angiver kølelagret, mens R (refreshed) angiver optøet. Yderligere anvendes et nummer, der angiver lagringsperiode, samt et nummer, som angiver fisk nummer. Mærkningen bliver således:

- Kølelagret dag 0, 3, 6, 10 og 14, fire fileter pr. dag.  
- (Mærkning f.eks. F-0-1: Fersk, dag 0, fisk nr. 1)
- Fryselagret, optøet dag 3, 6, 10 og 14, fire fileter pr. dag  
- (Mærkning f.eks. R-3-1: Refreshed, dag 3, fisk nr. 1)

Ved de optøede fileter bemærkes, at disse udtages fra fryseren dagen før analyserne foretages.

På figur 3 er vist et flowdiagram over arbejdsgangen.

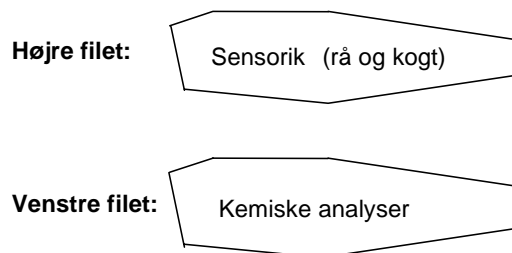


Figur 3. Flowdiagram over arbejdsgangen.

## 5 Analysemetoder

Ved forsøget ønskes, at fastlægge kemiske, fysiske og sensoriske kvalitetsændringer, der sker under lagring af fileter, hvorfor denne type analyser laves.

Fordelingen af analyserne på de to fileter tilhørende samme fisk fremgår af figur 4.



Figur 4. Fordelingen af analyser på højre og venstre filet.

Ved kemisk og fysisk analyse af fileterne bestemmes følgende parametre:

- TVN
- TMA
- pH
- Vandbindingsevne
- Vandtab v. filterpres
- Tørstof
- Lagringsdryptab "Vægttab v. lagring" (Begge fileter)
- Kogedryptab "Kogetab" (Højre filet)

Sensorisk laves følgende analyser:

- QIM-bedømmelse af rå filet
- QIM-bedømmelse af kogt filet

Med hensyn til en yderligere beskrivelse af analyseparametrene henvises til bilag 1. Yderligere er de anvendte QIM-skemaer indsat i bilag 2.

Resultaterne af de kemiske, fysiske og sensoriske analyser fremgår på skemaform af bilag 4 og 5, hvor plot af enkeltparametrene ligeledes ses. Ud fra de enkelte behandlinger beregnes middelværdier, standardafvigelse og konfidensintervaller, hvilke ligeledes fremgår af tabellerne.

Formlerne til beregning af middelværdi, standardafvigelse og konfidensintervaller ses i bilag 3.

## 6 Analyseresultater

I forsøget er der analyseret for en række parametre, hvilket har resulteret i et omfattende datamateriale både indeholdende kemiske, fysiske og sensoriske data.

Grundet det ret omfattende datamateriale foretages analyse af resultaterne ved anvendelse af multivariat dataanalyse, da dette giver mulighed for at analysere mange parametre i samme arbejdsgang og herved giver et godt overblik over datamaterialet samt en effektiv databehandling.

Yderligere anvendes den multivariable dataanalyse til fastlæggelse af generelle tendenser i datamaterialet samt hvilke analyseparametre, der er mest anvendelige til beskrivelse de forandringer, der sker med fileterne ved fryse- og kølelagring i en periode på op til 14 dage.

Efter fastlæggelse af parametrene, der særligt ændres ved ændring af lagringsperiode og lagringsmetode, analyseres disse parametre enkeltvis, idet det således er muligt at fastlægge, om analyse af enkelte parametre er tilstrækkeligt til beskrivelse af kvalitetsforandringerne.

Analyse af forsøgsresultaterne opdeles således i følgende afsnit:

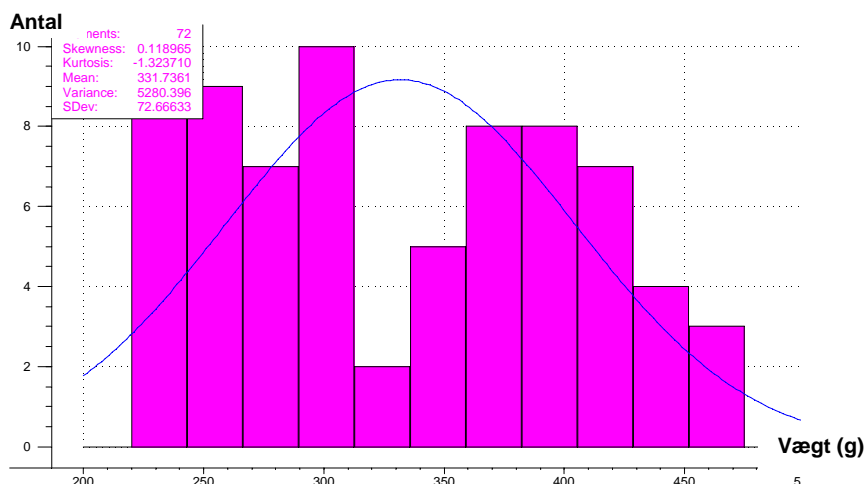
- Multivariat dataanalyse
  - Generel beskrivelse af datamaterialet
  - Fastlæggelse af parametre, der afhænger af lagringsmetode
  - Fastlæggelse af parametre, der afhænger af lagringsperiode
- Analyse af enkeltparametre

Den multivariable dataanalyse udføres i programmet Unscrambler<sup>®</sup> version 7.6, idet der opstilles hhv. PCA og PLS-modeller, mens analyse af enkeltparametre foretages i programmet Microsoft Excel 97.



## 7 Generel beskrivelse af datamaterialet

Ved den generelle beskrivelse af datamaterialet undersøges indledningsvist størrelsen på fileterne, samt om denne er normalfordelt. Dette undersøges i figur 5, hvor fordelingen af vægten af fileterne ses.



Figur 5. Fordeling af vægten af fileterne. Vægten (g) er angivet på x-aksen, mens antal fileter med en bestemt vægt fremgår af y-aksen.

Af figur 5 ses, at vægten af fileterne ikke følger en normalfordeling, idet højden på søjlerne ikke følger den blå kurve. Yderligere ses, at fileterne opdeles i grupperne ca. 220-300 g og 350-460 g. Den gennemsnitlige vægt for fileterne er 332 gram.

## 8 Multivariat dataanalyse

For at danne et overblik over datamaterialet samt for at fastlægge hvilke parametre, der er mest beskrivende for datasættet, opstilles en principal komponent analyse (PCA) ved anvendelse af multivariat dataanalyse.

### 8.1 PCA-model til generel beskrivelse af datamaterialet

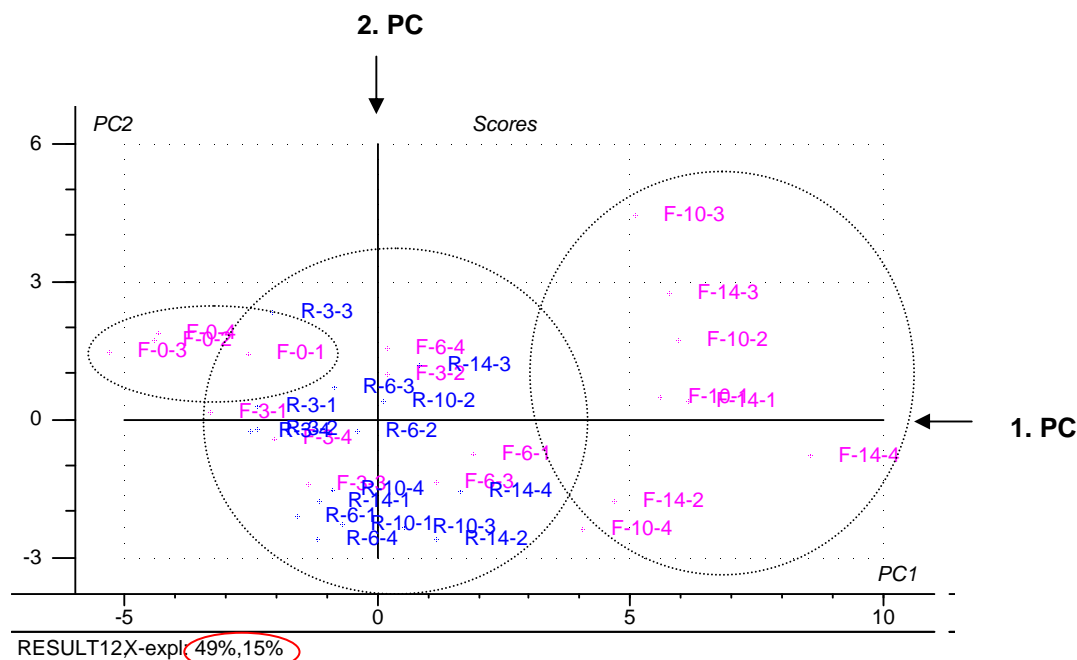
PCA-analysen laves ud fra et datasæt indeholdende samtlige fisk som prøver, samt de kemiske, fysiske og sensoriske analyseparametre som variable. Dette resulterer i et datasæt med 36 fisk og 19 analyseparametre. De anvendte metoder til modellering og validering fremgår af bilag 6.1.

Ved opstilling af PCA-modellen undersøges datasættet for afvigere, idet der anvendes en række forskellige plot til identifikation heraf. Undersøgelse af afvigere resulterer i, at prøve F-6-2 identificeres som værende en afviger, grundet meget store væggtab v. lagring. Hvorvidt dette egentlig er tilfældet for denne fisk eller, om der er tale om en målefejl vides ikke, men det vælges, at udelukke prøven fra datasættet (bilag 6.2).

Resultaterne fra PCA-analyser kan blandt andet illustreres i såkaldte "Score-" og "Loadingsplot", hvor det i "scoreplottet" er muligt, at se de forskellige prøvers placering i forhold til hinanden og

herved sammenhænge mellem prøverne. "Loadingsplottet" viser sammenhænge mellem analyseparametrene.

På figur 6 ses et scoreplot for 1. PC og 2. PC for PCA-modellen.



Figur 6. Scoreplot fra PCA-modellering af datasættet uden prøve F-6-2. I plottet er de kølelagrede fileter (F) markeret med violet, mens de optøede fileter (R) er markeret med blå. Grupperinger i datasættet er indtegnet i figuren.

Ved multivariat dataanalyse kaldes akserne i plottene principale komponenter eller PC'er. Den vandrette akse, der normalvis udgør X-aksen kaldes 1. PC, mens den lodrette akse kaldes 2. PC.

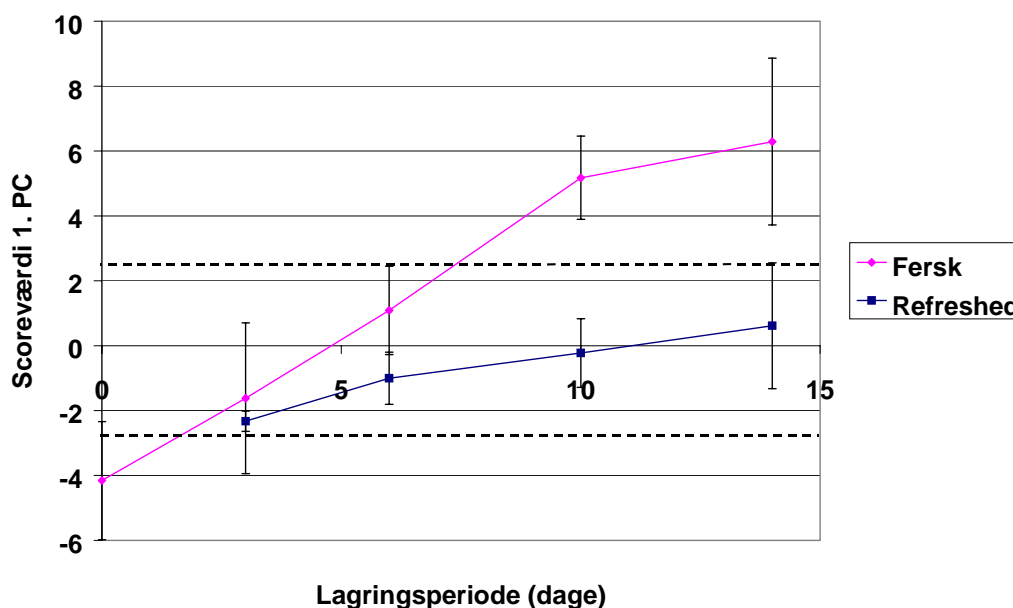
Ved betragtning af plottet på figur 6 skal der særligt ligges mærke til, at 1. PC forklarer 49 % af variationerne i datasættet, mens 2. PC forklarer 15 %, hvilket fremgår af linien under plottet. 1. PC forklarer således en større del af variationerne i datasættet i forhold til 2. PC.

Ved betragtning af kodernes placering i scoreplottet ses, at der er tendens til 3 grupperinger i plottet, hvilket er indtegnet med stiplede linier. Grupperne udgør længst til venstre de helt friske fileter på dag 0, i midten ses de kølelagrede fileter dag 3 og 6 samt alle de fryselagrede fileter, mens gruppen længst til højre udgør de kølelagrede fileter lagret i 10 og 14 dage. Ved grupperingen ses, at særligt de kølelagrede fileter dag 10 og 14 tydeligt adskiller sig fra de øvrige, mens de to resterende grupper overlapper hinanden.

Grupperingen resulterer i, at det kan konstateres, at 1. PC forklarer en stor del af de ændringer, der sker med fileterne i løbet af lagringsperioden, idet dag 0 ses til venstre mens dag 10 og 14 ses til højre i plottet.

Ved grundig betragtning af den midterste gruppe i figur 6 ses, at der også for de optøede fileter er en tendens til, at 1. PC forklarer ændringer i løbet af lagringsperioden. Dette ses ved, at fileterne, der er optøet dag 3, er placeret længst til venstre, mens fileterne, der er optøet dag 14, er placeret længst til højre. Fileterne optøet dag 6 og 10 kan ikke umiddelbart adskilles.

For at illustrere stigningerne i scoreværdier på 1. PC i løbet af lagringsperioden plottes den gennemsnitlige scoreværdi for de kølelagrede og de fryselagrede fileter ved de forskellige lagringsperioder, hvilket fremgår af figur 7. På figuren er der for de enkelte koder indtegnet 95 % konfidensintervaller for middelværdierne, idet disse anvendes til illustration af hvorvidt der er signifikant forskel på de forskellige koder. Med betegnelsen "kode" menes de fire fileter, som har gennemgået samme lagringsforløb, eksempelvis de fire fileter der er analyseret dag 0.



Figur 7. Illustration af gennemsnitlig scoreværdi for de kølelagrede (fersk) og de optøede (refreshed) fileter som funktion af lagringsperioden. Scoreværdierne er fremkommet ved modelering af samtlige analysedata samt efter fjernelse af prøve F-6-2. De stiplede linier angiver grænserne for konfidensintervallerne for scoreværdierne for de optøede fileter. 95 % konfidensintervaller for middelværdien er angivet med de lodrette streger.

Af figur 7 ses, at fileter på dag 0 har den laveste gennemsnits scoreværdi, hvorefter scoreværdierne stiger med lagringsperiodens længde. Yderligere ses, at scoreværdierne for de kølelagrede fileter er højere end for de optøede fileter på de enkelte analysedage, samt at stigningen i scoreværdien for de optøede fileter kun er ganske svag.

Ved betragtning af konfidensintervallerne for de optøede fileter ses, at intervallet for fileterne dag 3 ikke overlapper intervallerne for dag 6, 10 og 14. Dette indikerer, at kvaliteten af de optøede fileter dag 3 adskiller sig fra kvaliteten af de øvrige optøede fileter.

Da konfidensintervallet for de optøede fileter dag 3 overlappes af intervallerne for de helt friske fileter (dag 0) og de fersklagrede fileter dag 3, kan kvaliteten af disse fileter ikke umiddelbart adskilles.

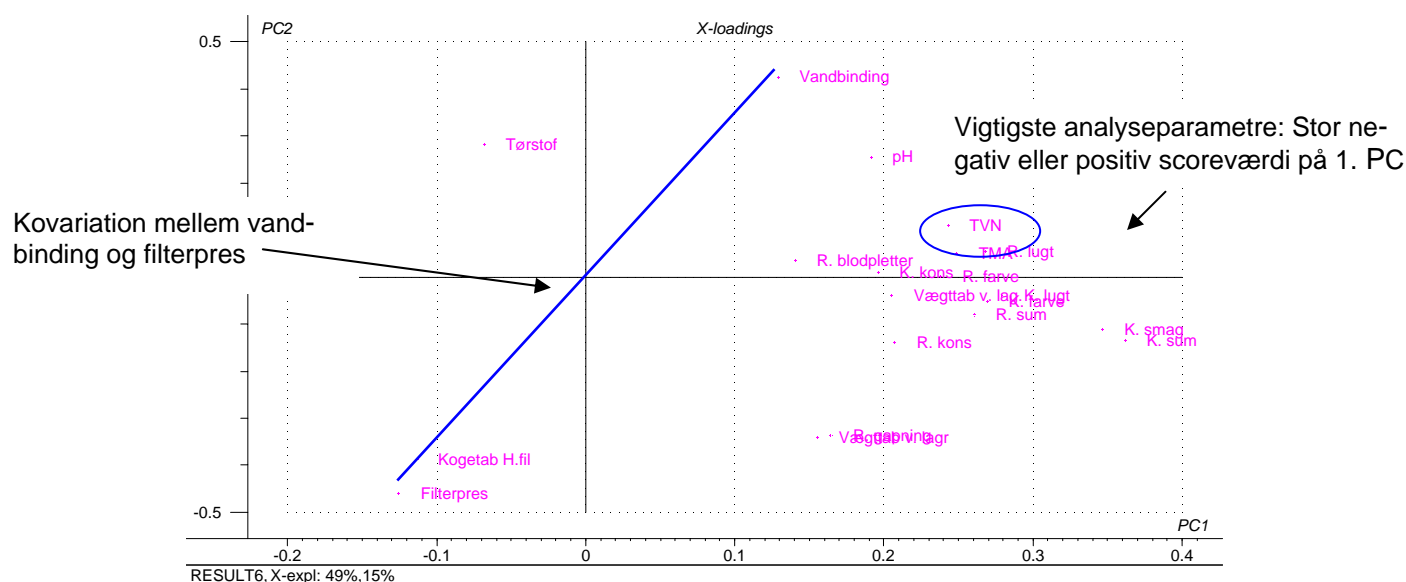
De stiplede linier, der er indtegnet på figur 7 angiver grænserne for konfidensintervallerne for de optøede fileter (refreshed). Ud fra grænserne ses, at de optøede fileter dag 3-14 ud fra scoreværdierne ikke kan adskilles fra de kølelagrede fileter med en lagringsperiode på 0-6 dage. Ved betragtning af de enkelte konfidensintervaller ses dog, at det udelukkende er intervallet for de optøede fileter dag 3, der overlapper intervallet for de helt friske fisk. Dette viser, at indfrysning i

mere end 3 dage resulterer i et produkt, der ikke fuldstændigt lever op til kvaliteten af helt friske fisk. I stedet kan det konkluderes, at indfrysning i op til 14 dage giver et produkt, der kvalitetsmæssigt ikke kan adskilles fra kølelagrede fileter lagret i 3-6 dage, og i nogle tilfælde et produkt der er på højde med helt friske fisk.

Idet der ikke er foretaget analyse af fileterne dag 7, 8 og 9, er det ud fra forsøget ikke muligt at fastlægge, hvorvidt der kvalitetsmæssigt er forskel på køle- og fryselagrede fileter disse dage. Yderligere kan det ikke fastlægges, hvilken kvalitet fryselagrede fileter lagret i mere en 14 dage har sammenlignet med kølelagrede fileter.

Det kan dog på nuværende tidspunkt i databehandlingen fastlægges, at indfrysning og fryselagring i 3-14 dage, samt optøning resulterer i fileter, der ud fra de anvendte analyseparametre kvalitetsmæssigt ikke kan adskilles fra kølelagrede fileter lagret i 0-6 dage.

For at fastlægge hvilke analyser, der anvendes til forklaring af variationerne i datamaterialet opstilles et "loadingsplot" for PC1 og PC2 på figur 8.



Figur 8. Loadingsplot for PC1 vs. PC 2 fra PCA-modellering af datasættet uden prøve F-6-2. Figuren viser de enkelte analyseparametres forklaring af variationerne i datasættet.

I ovenstående plot viser analysemetoder placeret langt til højre eller venstre i plottet, at metoden beskriver en stor del af variationerne i datasættet mht. 1. PC, og hermed størstedelen af de ændringer, der optræder ved køle- og fryselagring af torskefileter i en periode på op til 14 dage.

Ved betragtning af de sensoriske parametre angiver et "K", at der er tale om bedømmelse af kogte fileter, mens "R" angiver bedømmelse af rå fileter.

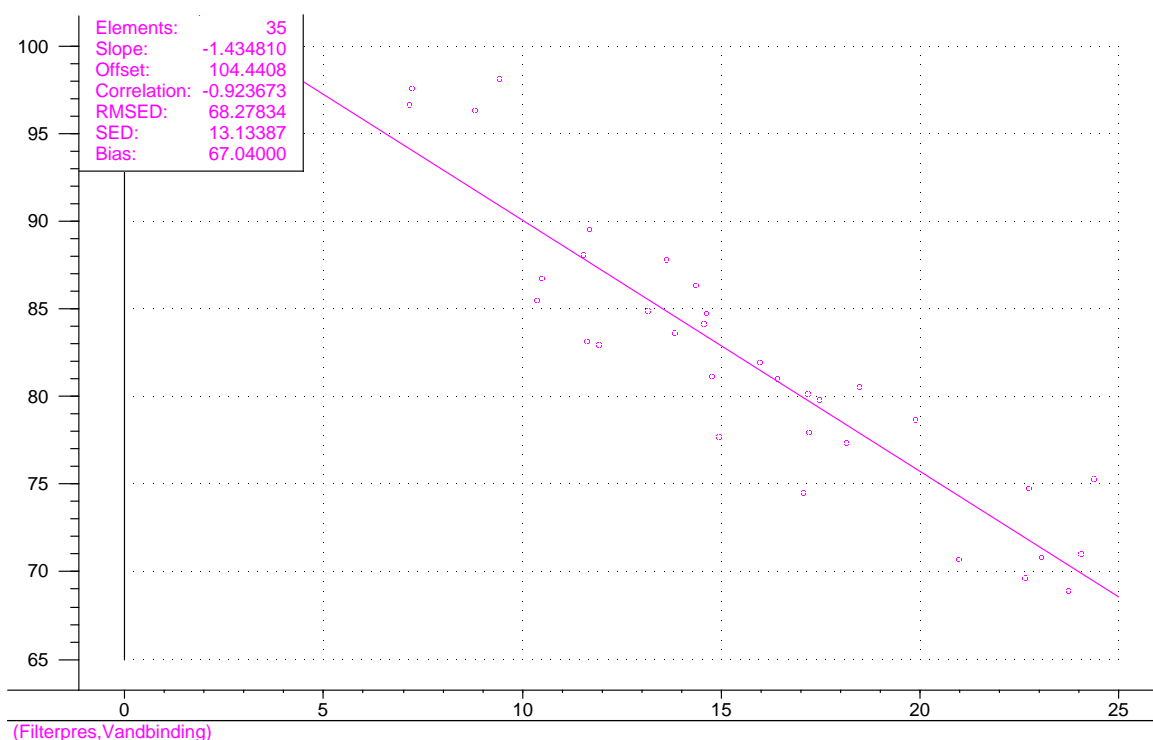
Idet de sensoriske parametre er placeret langt til højre i plottet, udspænder disse parametre den største del af variationen i datasættet, hvilket ligeledes er tilfældet for de kemiske parametre TMA og TVN, som i figuren er indtegnet med en cirkel.

De øvrige parametre er placeret længere inde i plottet, hvorfor disse er mindre beskrivende for datasættet. Da ingen af parametrene er placeret centralt (0,0), anvendes samtlige parametre dog til beskrivelse af variationerne i analysedataet.



Ved betragtning af 2. PC ses, at størstedelen af variationen udspringer af de kemiske og fysiske analyseparametre. Figur 8 samt loadingsplot for de efterfølgende PC'er viser, at parametrene filterpres og vandbinding, som de eneste, kovarierer i samtlige plot. Kovariation mellem parametre ses i loadingsplot ved, at analyserne er placeret diagonalt overfor hinanden, hvilket i figur 8 er illustreret med den rette linie. I figuren ligger parametren kogetab (kogedryptab) ligeledes på den rette linie, men ved undersøgelse af de øvrige PC'er konstateres, at dette kun er tilfældet ved plot af PC1 og PC2. Parameteren kogetab kovarierer derfor ikke med vandbindingen.

I figur 9 undersøges kovariationen mellem parametrene vandbindingsevnen og vandtab ved filterpres nærmere ved plot af vandbindingresultaterne som funktion af resultaterne for vandtab ved filterpres.



Figur 9. Plot af vandbindingsevnen som funktion af vandtabet ved filterpres til undersøgelse af kovariationen mellem parametrene. Korrelationskoefficienten -0,92 viser stor kovariation.

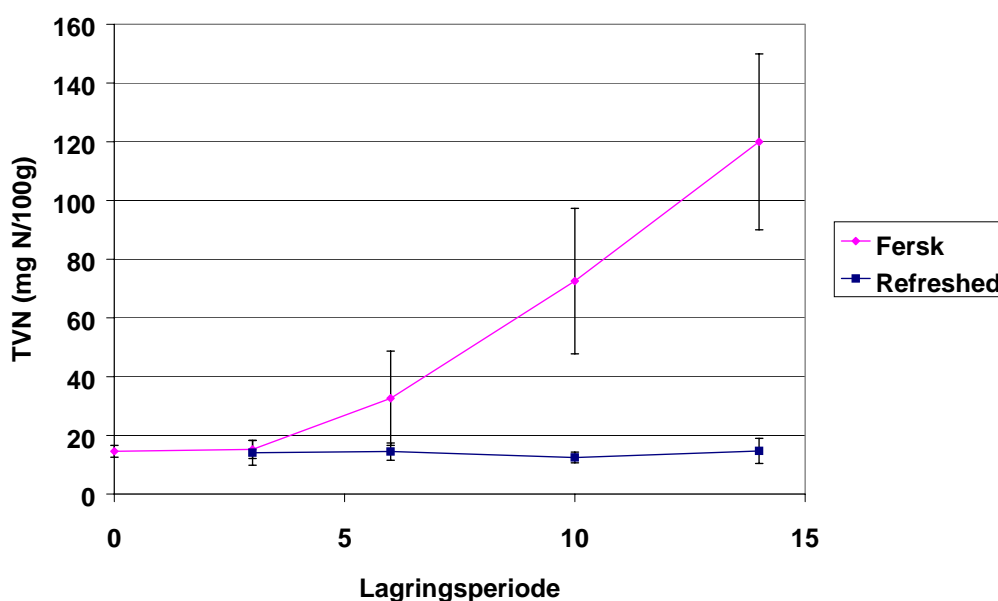
Af figur 9 ses, at korrelationen mellem de to parametre vandbinding og filterpres er -0,92, hvilket viser stor kovariation, idet denne ved optimale tilfælde er 1. Der er således mulighed for at erstatte den ene analysemetode med den anden, da disse beskriver de samme ting omkring ændringer ved fryselagring og kølelagring af fileter.



## 8.2 PCA-modellering uden parametrene TVN og TMA

Da en stor del af kvalitetsforskellen mellem de kølelagrede og de optøede fileter skyldes parametrene TVN og TMA undersøges disse parametre nærmere.

På figur 10 er TVN-indholdet i fileterne vist som funktion af lagringsperiodens længde. Kurverne er optegnet ud fra middelværdierne for de enkelte koder med påsatte 95 % konfidensintervaller for middelværdierne, idet det således er muligt, at bedømme, hvorvidt der er signifikant forskel på TVN-indholdet i de kølelagrede og fryselaugrede fileter.

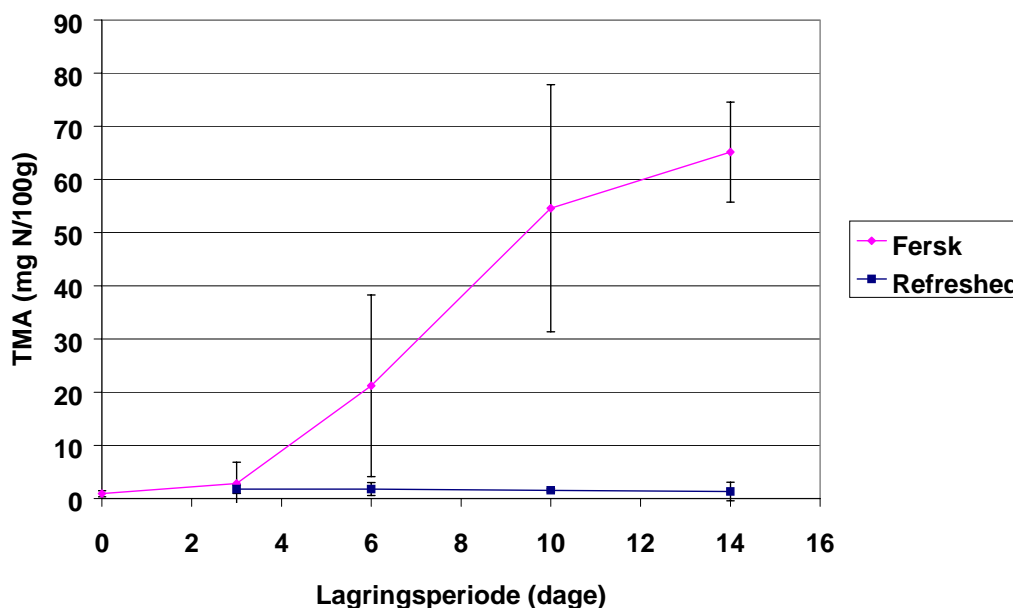


Figur 10. Gennemsnitlig TVN-indhold som funktion af lagringsperioden. De lodrette streger angiver 95 % konfidensintervaller for middelværdierne. Fersklagring 2-4°C. Fryselaugring -20°C .

Af figur 10 ses, at TVN-indholdet i de kølelagrede fileter stiger kraftigt i løbet af lagringsperioden, samt at der allerede på dag 6 ses en forskel på de kølelagrede og de optøede fileter. Ved betragtning af konfidensintervallerne ses dog, at denne forskel ikke er signifikant, idet konfidensintervallerne overlapper hinanden. På dag 10 og 14 ses at konfidensintervallerne for de optøede og de ferske fisk ikke overlapper hinanden, hvorfor der er signifikant forskel på TVN-indholdet i fiskene disse dage.



På figur 11 er TMA-indholdet i fileterne afbildet som funktion af lagringsperiodens længde.



Figur 11. Gennemsnitlig TMA-indhold som funktion af lagringsperioden. De lodrette streger angiver 95 % konfidensintervaller for middelværdierne. Fersklagring 2-4°C. Fryselagring -20°C.

Af figuren ses, at der også for TMA-indholdet er en væsentlig forskel på de kølelagrede og de op-tøede fileter fra dag 6.

Idet kurveforløbet for TVN- og TMA-indholdet i fileterne er fuldstændigt som forventet, vælges at opstille en PCA-model for de øvrige analyseparametre, for således at fastlægge om de tidligere konstaterede tendenser udelukkende skyldes den kraftige stigning i TVN og TMA-indholdet i de kølelagrede prøver.

Yderligere er det ud fra en PCA-model uden parametrene TVN og TMA muligt at fastlægge, hvorvidt udviklingen i disse parametre skygger over mindre forandringer i de øvrige parametre.

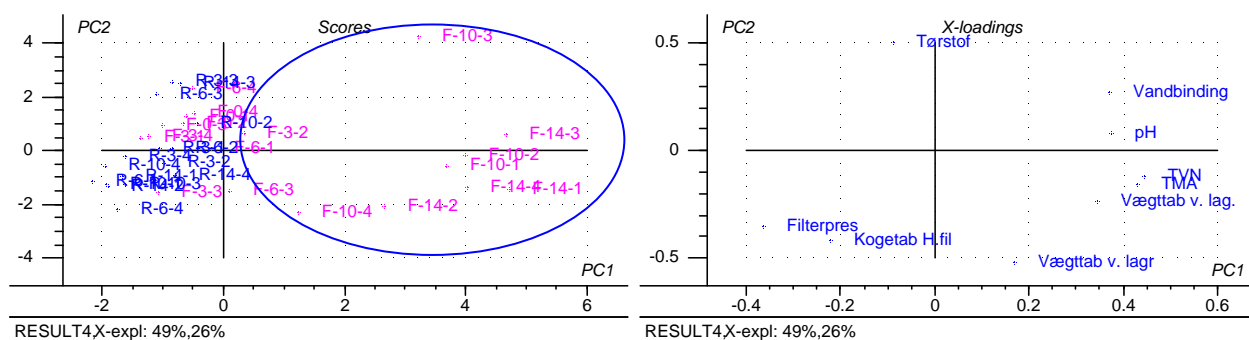


### 8.3 PCA-modellering af kemiske og fysiske data

Idet anvendelse af sensoriske analyser ofte er forbundet med store usikkerheder, vælges at opstille en PCA-model udelukkende ud fra de kemiske og fysiske analysedata, da det således er muligt at undersøge disse analyseparametre nærmere.

Ved modellering af de kemiske og fysiske analysedata optræder prøve F-6-2 igen som værende afvigende.

På figur 13 ses et score- og et loadingsplot for de første 2 PC'er for modellen. I scoreplottet er de kølelagrede prøver angivet med violet, mens de optøede er angivet med blå.



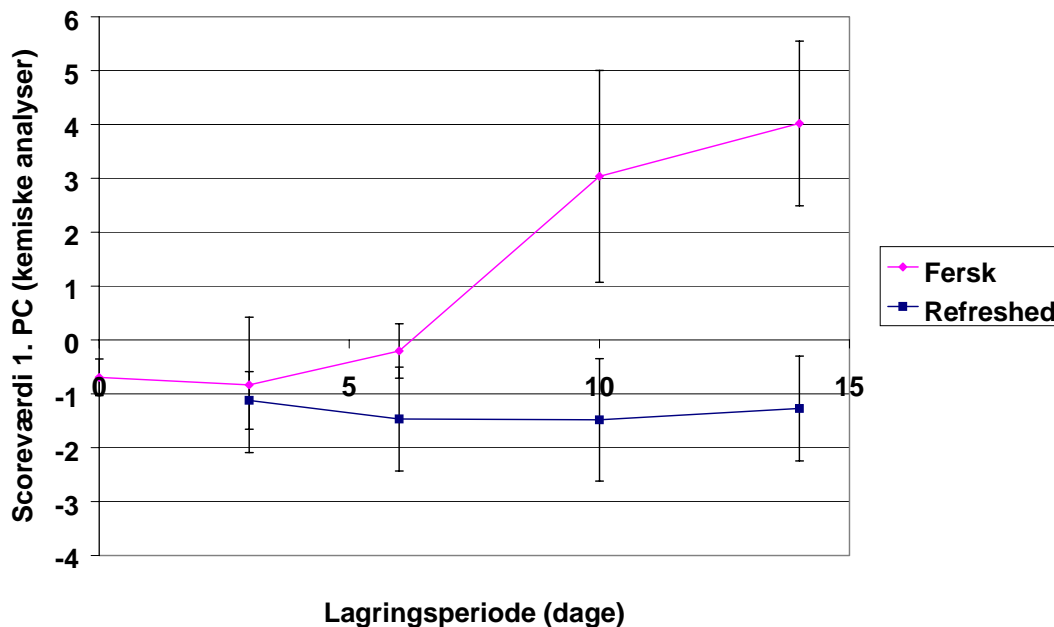
Figur 13. Score- og loadingsplot for PC1 og PC2 fra PCA-modellering af datasættet indeholdende kemiske og fysiske analyseparametre. Ved modelleringen er prøve F-6-2 fjernet grundet afvigelse.

Ved betragtning af loadingsplottet på figur 13 ses, at ingen af analyseparametrene er placeret midt i loadingsplottet, og samtlige analyseparametre er dermed beskrivende for datasættet. Yderligere ses ved sammenligning af de to plot i figur 13, at de kølelagrede prøver dag 10 og 14 (F-10 og F-14) har opnået høje værdier i TVN, TMA, vægttab ved lagring, vandbinding og pH i forhold til de øvrige prøver. Dette ses ud fra placeringen af score og loadings, idet placering af scores i samme del af plottet som en specifik loadings illustrer, at prøven har opnået en høj værdi i den enkelte analyse.

Af scoreplottet i figur 13 ses, at det udelukkende er de kølelagrede prøver dag 10 og 14, der adskiller sig fra de øvrige. Altså er det ud fra de kemiske og fysiske analyser ikke umiddelbart muligt, at adskille de helt friske fileter (dag 0) fra fileterne, der er kølelagret i 3-6 dage, samt fra de optøede fileter efter op til 14 dages frysning.



I figur 14 er scoreværdierne for de forskellige koder optegnet som funktion af lagringsperiodens længde, idet det således er muligt at fastlægge, hvorvidt de kemiske og fysiske analyseparametrene er anvendelige til beskrivelse af ændringer i de kølelagrede og optøede fileter.



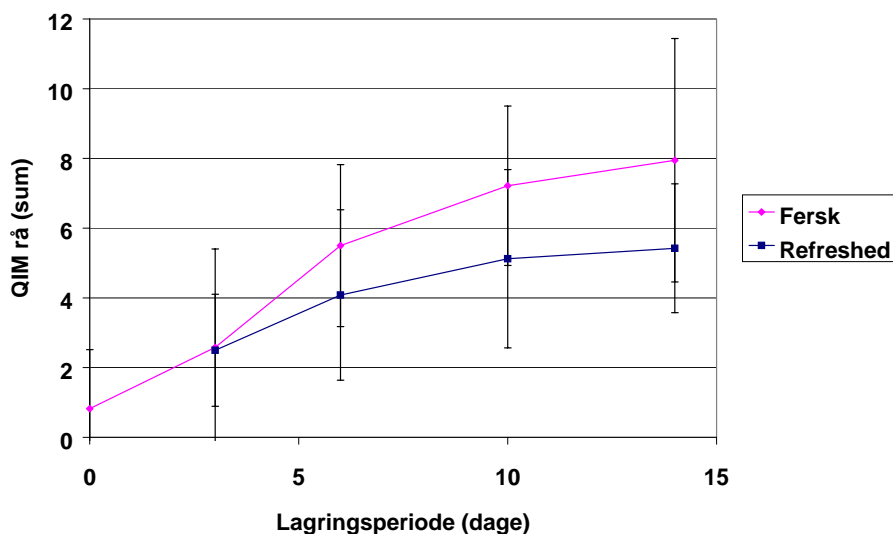
Figur 14. Scoreværdier for 1. PC, ved modellering af de kemiske og fysiske analyseparametre. De lodrette streger angiver 95 % konfidensintervaller for middelværdierne.

Af figur 14 ses, at der ikke optræder en ændring i scoreværdierne for de optøede prøver i løbet af lagringsperioden, samt at det ikke er signifikant forskel på de optøede fileter og de kølelagrede fileter dag 0, 3 og 6.

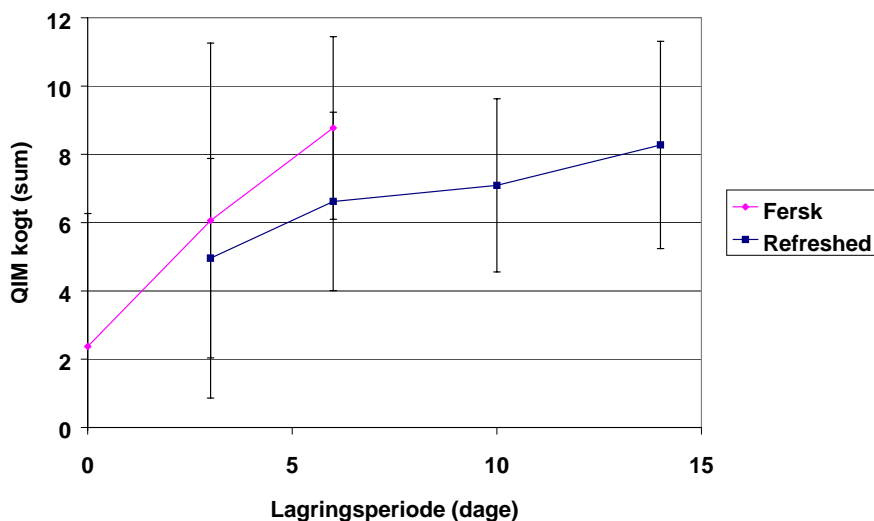
Ved tidligere analyse af fileterne ud fra både de kemiske, fysiske og sensoriske analyser så vi eksempelvis på figur 7, at der var tendenser til kvalitetsforringelse ved frysning i 14 dage i forhold til frysning i 3 dage. Idet disse tendenser ikke ses på figur 14 kan det fastlægges, at eventuelle kvalitetsændringer ved korttidsfrysning af fileter kun afspejles ud fra de sensoriske analyser.

Da de sensoriske analyser udføres af internt personale på Højmarklaboratoriet, er det ved udførelse af forsøgene ikke muligt at hemmeligholde eksempelvis fiskeleveringsdatoer, hvorfor dommerne ved hvorvidt de skal bedømme en helt frisk filet eller en filet, der har været lagret en periode. Disse faktorer har en stor psykologisk virkning på dommerne, hvilket selv veltrænet personale sandsynligvis ikke kan abstrahere fuldstændigt fra. Tendensen til kvalitetsforringelse kan således skyldes psykologiske påvirkninger af dommerne, men der kan også være tale om virkelige kvalitetsforringelser, som ikke afspejles af de kemiske og fysiske analyser.

For at undersøge de sensoriske resultater for de optøede fileter nærmere illustreres QIM sum for hhv. de rå og de kogte fileter på figur 15 og 16.



Figur 15. QIM (sum) for rå fileter. De lodrette streger angiver 95 % konfidensintervaller for middelværdierne.



Figur 16. QIM (sum) for kogte fileter. Kurven for de kølelagrede fileter stopper på dag 6, idet fileterne dag 10 var for dårlige til smag og konsistensbedømmelse. De lodrette streger angiver 95 % konfidensintervaller for middelværdierne.

Ved QIM-bedømmelser angiver en lille værdi, at fileterne har en god kvalitet, mens en høj værdi angiver dårlig kvalitet. Af kurverne i figur 15 og 16 ses, at der både ved bedømmelse af kogte og rå fileter er tendens til stigende bedømmelseskarakter i løbet af lagringsperioden.

Ved betragtning af konfidensintervallerne for de optøede fileter ses, at der både ved bedømmelse af rå og kogte fileter ikke kan konstateres en signifikant forringelse af fiskekvaliteten, idet samtlige konfidensintervaller for de optøede fileter overlapper hinanden. Yderligere ses, at intervallerne for



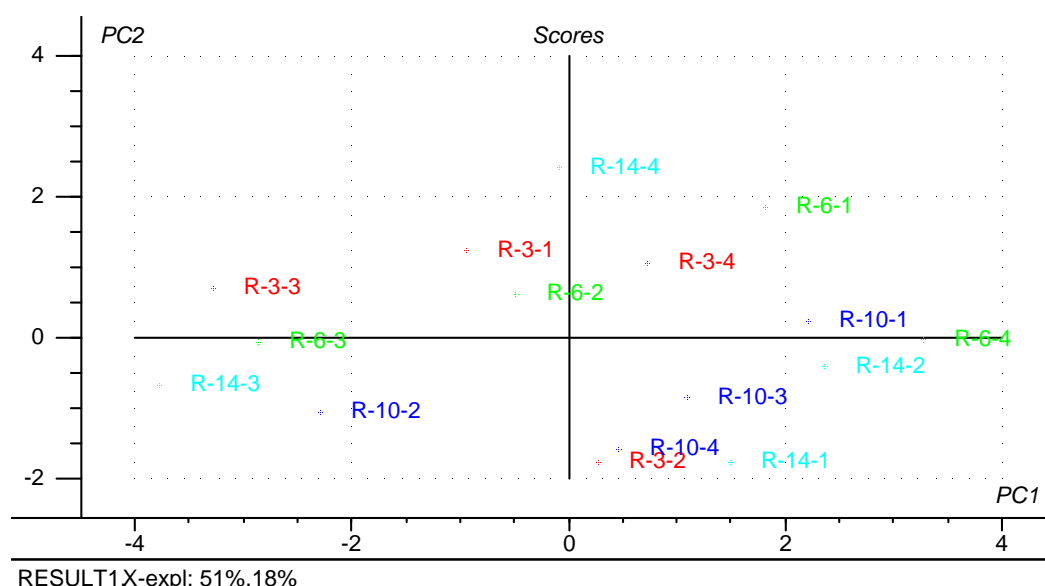
de ferske og de optøede fileter overlapper hinanden på de enkelte analysedage, hvorfor der ikke ud fra de sensoriske bedømmelser kan konstateres en signifikant forskel på bedømmelserne.

Tendenserne til ændring i sensorisk kvalitet i løbet af lagringsperioden viser dog, at der er indikationer af, at de anvendte kemiske og fysiske analyser ikke er tilstrækkelige til beskrivelse af de sensoriske kvalitetsændringer ved kort tids fryselagring. Det er dog nødvendigt at foretage yderligere sensoriske analyser af, hvorvidt der er tale om en egentlig kvalitetsændring i løbet af fryselagringsperioden.

Da der ved korttidsfryselagring af fileter ikke ses ændringer i de kemiske og fysiske analyseparametre, kan disse ikke umiddelbart anvendes som kvalitetsindikatorer til korttidsfryselagrede fileter. Dette undersøges dog nærmere ved opstilling af en PCA-model udelukkende for de optøede fileter.

#### 8.4 PCA-model for optøede fileter

Opstilling af en PCA-model for de optøede fileter resulterer i scoreplottet på figur 17, hvor fileterne er farvet efter lagringsperiodens længde.



Figur 17. Scoreplot fra PCA-modellering af de kemiske og fysiske analyseparametre for de optøede fileter.

Af figur 17 ses, at der for de optøede fileter ikke er en systematik i analysedataene, som kan relateres til lagringsperiodens længde. Dette illustrer således tydeligt, at fileterne ud fra de kemiske og fysiske analyseparametre beskrives som værende af samme kvalitet, hvilket er forventet.

#### 8.5 Kommentar til PCA-modellering af samtlige data

Ved PCA-modellering af samtlige variable og samtlige prøver har det været muligt at adskille kølelagrede fileter lagret i 10 og 14 dage fra de øvrige fileter. Yderligere er der set tendenser til, at de helt friske fileter adskiller sig fra de øvrige. Denne tendens er dog ikke signifikant og skyldes udelukkende de sensoriske bedømmelser. Ud fra PCA-analyserne er det således fundet, at



fryselagring af fileter i 3-14 dage giver fileter med en kvalitet, som svarer til kølelagrede fileter, der er 3-6 dage gamle.

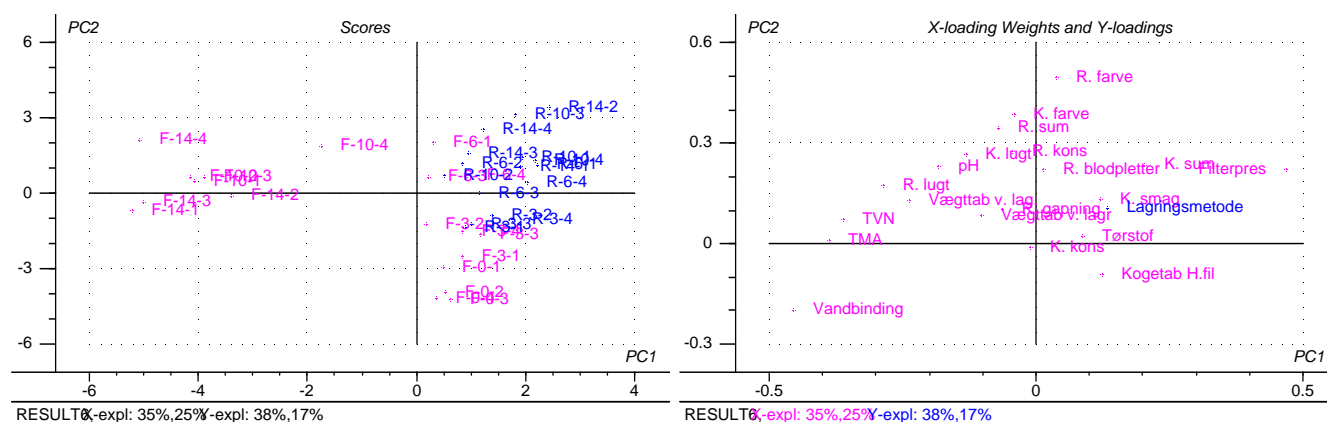
Yderligere er det fundet, at særligt de sensoriske parametre samt TMA og TVN indholdet anvendes til beskrivelse af fileternes kvalitetsændringer i løbet af køle- og fryselagringen.

Idet det ønskes at undersøge, hvorvidt det ud fra de anvendte analyser er muligt, at opstille modeller til prædiktion af friskheden af en torskefilet, samt om fileten har været lagret på køl eller ved frysning, opstilles der herefter PLS1-modeller til prædiktion heraf.

## 8.6 PLS1-modellering af lagringsmetode

Ved PLS1-modellering af datasættet er der mulighed for at undersøge, hvorvidt analysedataene er anvendelige til bestemmelse af en fastlagt parameter. I dette tilfælde vil vi gerne undersøge, om det ud fra PLS1-modellering af datasættet er muligt at fastlægge, om en filet har været fryselagret eller kølelagret. For at dette er muligt, tilføjes en kolonne "Lagringsmetode" til datasættet. Kolonnen laves således, at denne indeholder værdien "0" for de kølelagrede prøver og værdien "1" for de fryselagrede. Herefter foretages en PLS1-modellering i forhold til parameteren "Lagringsmetode". Denne anvendes således som y-variabel ved modelleringen, mens de sensoriske data og de kemiske og fysiske analysedata anvendes som **X**.

Ved modelleringen fjernes prøven F-6-2, idet denne afviger fra de øvrige. Herefter opnås en model indeholdende 3 PC'er. Score og loadingsplottet for PC1 og PC2 for modellen fremgår af figur 18.



Figur 18. Score- og loadingsplot fra modellering af datasættet i forhold til lagringsmetode. Ved modelleringen er F-6-2 fjernet som afviger. I scoreplottet er fileterne farvet efter lagringsmetode.

Af scoreplottet ses, at de kølelagrede fileter er placeret længst til venstre i plottet, mens de optøede er placeret længere til højre. Dog ses endnu engang, at det ikke er muligt fuldstændigt at adskille de optøede fileter dag 0-14 fra de kølelagrede dag 0-6.

Da størstedelen af adskillelsen af prøver i forhold til lagringsmetode foretages ud fra første PC, er de analysemetoder, som er placeret længst til venstre eller højre i loadingsplottet mest anvendelige mht. adskillelse af prøver i forhold til lagringsmetoden.



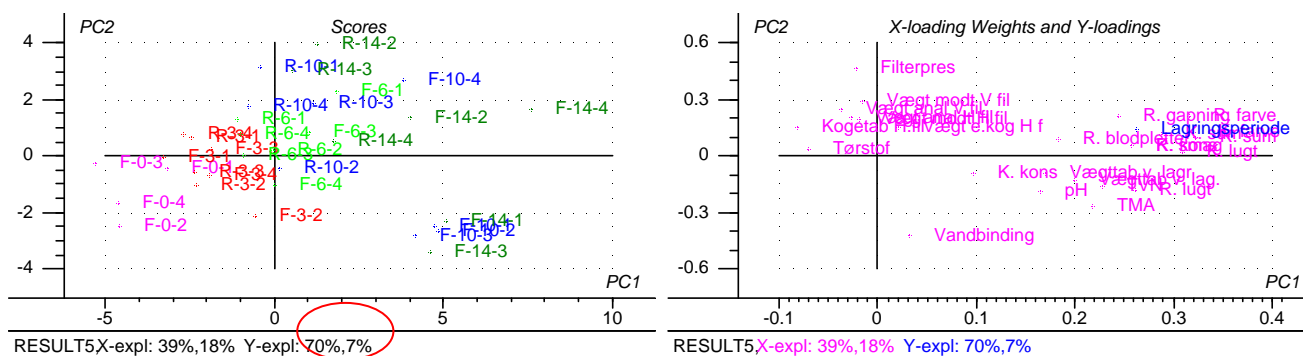
Det ses således, at metoderne filterpres og vandbinding samt TVN og TMA er mest anvendelige til adskillelse af optøede og ferske fileter, idet disse analyser opnår de største negative eller positive værdier i loadingsplottet. Dog er det ikke ud fra metoden muligt, fuldstændigt af opdele fileterne.

Da det ved multivariat dataanalyse ikke er muligt fuldstændigt, at adskille prøverne efter lagringsmetode, er dette ligeledes heller ikke muligt ud fra analyse af parametrene enkeltvis.

### 8.7 PLS1-modellering af lagringsperiode

Ud fra forsøgsopstillingen er det interessant at undersøge, om de anvendte analyseparametre kan anvendes til bestemmelse af, hvor lang tid fileterne har været lagret. Der foretages derfor en PLS1-modellering af analyserne i forhold til lagringsperiodens længde. PLS1-modelleringen foretages i første omgang ud fra både de kølelagrede og de optøede prøver, hvilket resulterer i, at prøve F-6-2 og prøve R-14-1 fjernes grundet afvigelse.

Score og loadingsplottet for modellen uden prøve F-6-2 og R-14-1 ses på figur 19.



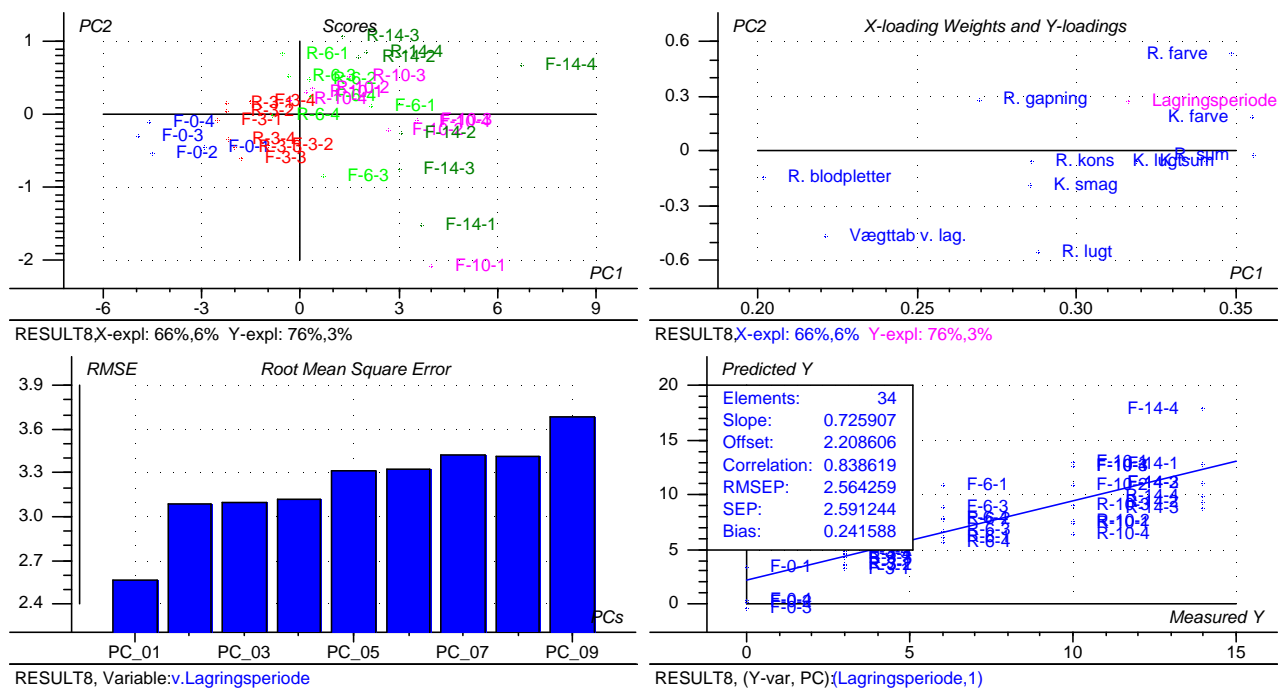
Figur 19. Score- og Loadingsplot for PLS-model til modellering af lagringsperiodens længde. I scoreplottet er koderne farvet efter lagringsperiodens længde.

Ud fra PLS1-modelleringen findes, at der for en model med 2 PC'er opnås en RMSEP-værdi (*Root Mean Square Error of Prediction*) på 2,80, samt en korrelation mellem de målte og de beregnede værdier på 0,8. En RMSEP-værdi på 2,80 betyder, at det ud fra modellen er muligt at beregne, hvor lang tid fileterne har ligget på lager med en nøjagtighed på  $\pm 2,8$  dage, hvilket sammenlignet med lagringsperiodens maksimale længde på 14 dage udgør 20 %.



Idet det ønskes at undersøge hvilke parametre, der er signifikante for modellen, anvendes en såkaldt Jack-Knifing metode, der udføres i programmet Unscrambler<sup>[Kilde2]</sup>. Metoden anvender statistiske beregninger til fastlæggelse af signifikante parametre. Ud fra metoden findes, at samtlige vægtparametre samt tørstof, vandbinding, filterpres og K. kons ikke er signifikante for modellen. Dette betyder, at disse parametre ikke er beskrivende for hvor længe de forskellige prøver har været lagret.

Det vælges derfor at opstille en ny model udelukkende ud fra de parametre, der er fundet signifikante til beskrivelse af, hvor længe fileterne har ligget på lager. På figur 20 ses plot fra modellering udelukkende af signifikante parametre.



Figur 20. Regressionsplot for model hvor det udelukkende er de signifikante parametre der modelleres.

Af plottet nederst til højre i figur 20 ses, at der ved modellering af de signifikante parametre opnås en forbedring af RMSEP-værdien til 2,56 dage samt en korrelation, der ligger på 0,84.

Idet en model med en nøjagtighed på  $\pm 2,56$  dage i forhold til en lagringsperiode på 14 dage ikke findes optimal, forsøges at optimere modellen. Optimeringen foretages ved opstilling af separate PLS1-modeller for hhv. de kølelagrede og de optøede fileter. Eventuel senere anvendelse af disse modeller til prædiktion af friskheden af en fileter kræver dog, at det vides, hvorvidt en filet er lagret på køl eller frost.



### 8.8 PLS1-modeller til modellering af fileternes friskhed

Modellerne for de kølelagrede og optøede fileter fremgår af bilag 6.3 og 6.4, hvor det er fundet, at lagringsperioderne kan prædikteres med en nøjagtighed på 1,5 - 2 dage. I tabel 1 ses hvilke analyseparametre, der ud fra det udførte forsøg er fundet signifikante til beskrivelse af fileternes friskhed samt hvilke parametre, der ikke er fundet signifikante.

	<b>Signifikante analyseparametre</b>	<b>Ikke signifikante analyseparametre</b>
<b>Samtlige fileter</b>	Sensoriske analyser (ikke K. kons) TVN TMA pH	Vægt Vægttab v. lagring Kogetab Tørstof Filterpres Vandbinding K. kons
<b>Optøede fileter</b>	Sensorik kogt filet (ikke K. smag) R. farve R. kons	Vægtparametrene Filterpres Vandbinding TVN TMA Tørstof pH R. sum, R. blod, R. gap K. smag
<b>Kølelagrede fileter</b>	Sensorik rå filet K. farve Vægttab v. lagring Filterpres Vandbinding TVN TMA pH	Vægtparametre (ikke vægttab v. lag) Sensorik kogt filet (ikke K. farve) Tørstof

Tabel 1. Resultater fra PLS1-modellerne.

Af tabellen ses, at en stor del af de kemiske og fysiske analyser, ud fra det udførte forsøg ikke er fundet signifikante til beskrivelse af kvalitetstabet ved højkvalitets fileter, der fryselagres i kort tid.



## 8.9 Konklusion på multivariat dataanalyse

Ud fra PCA-modellering af analysedataene kan der på baggrund af de anvendte analysemetoder konkluderes følgende:

- Der ses en tydelig kvalitetsforandring på fileter kølelagret i 10 og 14 dage i forhold til fileter, der kølelagres i kortere perioder eller fileter, der fryselagres og efterfølgende optøs.
- Fileter, der fryselagres i en periode på 0-14 dage og efterfølgende optøs, har en kvalitet, som svarer til fileter, der er kølelagret i 3-6 dage.
- Eventuelle kvalitetsforandringer i de optøede fileter efter en fryselagring på 0-14 dage, afspejles udelukkende ud fra de sensoriske analyser.
- De kemiske og fysiske analyseparametre er ikke fundet anvendelige til kvalitetsdifferentiering mellem korttidsfryselagrede fileter (fryselagring 0-14 dage), hvilket viser, at kvalitetsforandringerne i løbet af 14 dages fryselagring er meget lille.

Ved PLS1-modelleringen er der opstillet modeller for lagringsmetode og lagringsperiode, hvilket har resulteret i følgende:

- Ud fra de anvendte analyseparametre er det ikke muligt at opstille en model til prædiktions af, hvorvidt en torskefilet er oplagret ved frysning eller ved kølelagring.
- PLS1-modellering af lagringsperiodens længde ud fra både de kølelagrede og optøede fileter har resulteret i en model, hvor fileternes friskhed kan prædikteres med en nøjagtighed på  $\pm 2,56$  dage.
- Friskheden af kølelagrede eller fryselagrede fileter kan ved separat modellering prædikteres med en nøjagtighed på 1,5 - 2 dage
- En stor del af de kemiske og fysiske analyser er ikke anvendelige til beskrivelse af kvalitetsændringer ved høj kvalitets fileter grundet meget små eller ingen kvalitetsændringer.



## 9 Analyse af enkeltparametre

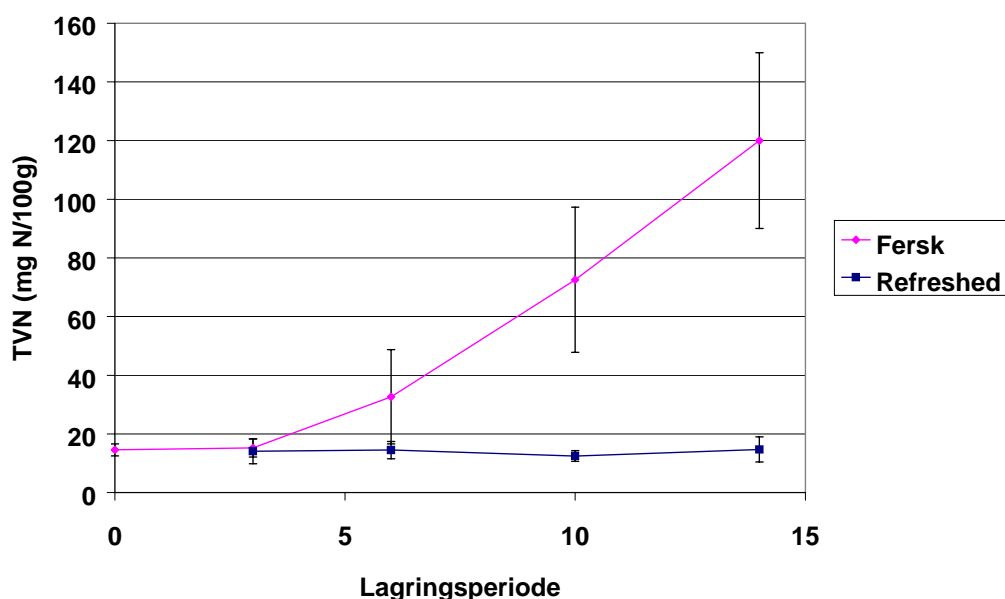
På baggrund af den multivariable dataanalyse er det fundet, at ingen af analyserne er anvendelige til afspejling af, hvorvidt en filet har været kølelagret eller fryselagret, hvorfor dette ikke undersøges nærmere. Ved undersøgelse af analyser, der er anvendelige til beskrivelse af fileternes friskhed, er det valgt at betragte følgende analyseparametre:

- TVN
- TMA
- Vandbinding
- pH
- Sensoriske analyser

Resultaterne fra ovenstående analyser undersøges nærmere ved plot af analyseparametrene enkeltvis for således at have mulighed for at sammenligne med eksempelvis grænseværdier. Ved de sensoriske analyser plottes Sum-bedømmelsen for hhv. de rå fileter og de kogte fileter samt de bedømmelser, som vurderes at beskrive mest omkring datamaterialet.

### 9.1 Analyse af TVN-indhold

På figur 21 er TVN-indholdet i fileterne vist som funktion af lagringsperiodens længde. Kurven er betragtet tidligere i rapporten, men i dette tilfælde anvendes kurverne til sammenligning med grænseværdien for TVN i fødevarer.



Figur 21. Gennemsnitlig TVN-indhold som funktion af lagringsperioden. De lodrette streger angiver 95 % konfidensintervaller for middelværdierne. Fersklagring 2-4°C. Fryselagring -20°C.

Som tidligere nævnt ses af kurven, at der dag 10 og 14 er signifikant forskel på TVN-indholdet i de kølelagrede og de optøede fileter, samt at der allerede på dag 6 er tendenser til at TVN-indholdet i de kølelagrede fileter er højere end indholdet i de optøede fileter.



Da den vejledende grænseværdi for TVN i torskeprodukter til konsum er 35 mg N/100 g, kan det ud fra kurven konkluderes, at kølelagring af torskefileter i en periode på 6 dage resulterer i et produkt, der i nogle tilfælde bør kasseres som konsumprodukt, idet TVN-indholdet ligger over den vejledende grænseværdi.

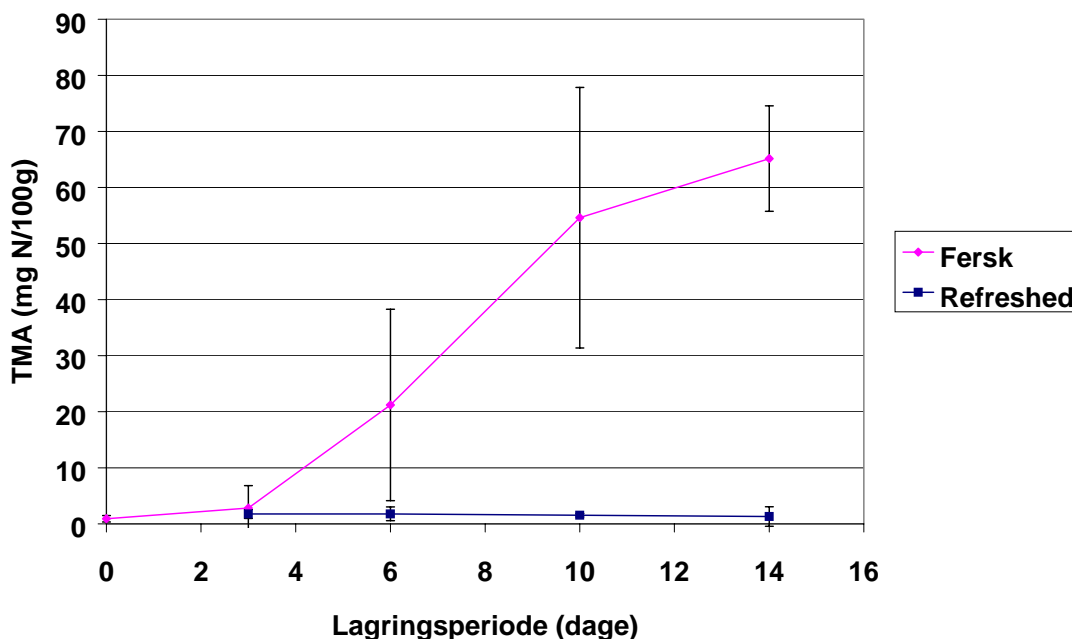
Fastlæggelse af, hvornår der med hensyn til TVN-indholdet i fileterne er en gevinst ved indfrysning, kan ikke specifikt foretages ud fra forsøget. Dog kan det konstateres, at ved en lagringsperiode på 6 dage eller mere, bør fileterne fryselagres.

Med hensyn til lagringsperioden skal det huskes, at der til forsøget er anvendt fileter, som er fuldstændig friske, hvorfor lagringsperiodens længde ikke må sammenlignes med de fileter den almindelige forbruger køber, da disse ofte er flere dage gamle.

Hvorvidt ovenstående konklusioner ligeledes er gældende for TMA-indholdet undersøges herunder.

## 9.2 Analyse af TMA-indhold

På figur 22 er TMA-indholdet i fileterne afbildet som funktion af lagringsperiodens længde.



Figur 22. Gennemsnitlig TMA-indhold som funktion af lagringsperioden. De lodrette streger angiver 95 % konfidensintervaller for middelværdierne. Fersklagring 2-4°C. Fryselagring -20°C.

Som tidligere nævnt ses der for TMA-indholdet også en stigning i de kølelagrede fileter dag 6-14, hvor de kølelagrede fileter er væsentlig mere fordærvede end de optøede. Ved sammenligning af resultaterne med den vejledende grænseværdi for TMA-indholdet i torsk<sup>[Kilde 4]</sup>, der anvendes som fødevarer, på 10-30 mg N/100 g konstateres, at fileter som kølelagres i mere end 6 dage har opnået et TMA-niveau, hvor de bør kasseres.



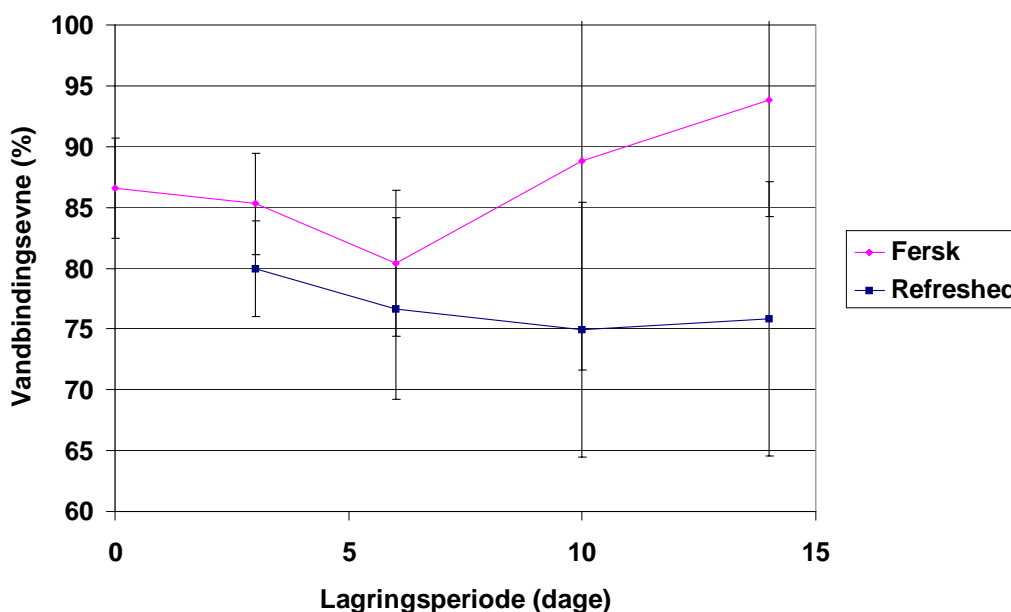
Hvorvidt der tidligere i kølelagringsperioden opnås fileter med et TMA-indhold, som overskrider den vejledende grænseværdi, kan ikke fastlægges ud fra forsøget, idet der ikke er foretaget analyser efter en lagringsperiode på 4 og 5 dage.

Med hensyn til TMA-indholdet i fileter kan det konkluderes, at lagring af fileter i 6 dage henholdsvis i kølerum samt i fryser resulterer i et signifikant forskelligt TMA-indhold, idet indholdet i de frysede fileter er væsentlig mindre end i de kølelagrede prøver. Yderligere ses der ved frysning i 3-14 dage ikke en stigning i TMA-indholdet i fileterne.

### 9.3 Analyse af vandbindingsevne

For optøede fileter afspejler vandbindingsevnen proteinernes faldende kapacitet til at opsuge ud-fosset væsvæske under optøningen. Under frysning af fileter sker en dehydrering og denaturering af proteinerne i fileterne, hvorfor vandbindingsevnen er faldende med lagringsperioden. I ferske fileter er vandbindingsevnen afhængig af fiskenes fysiske kondition, hvilken igen afhænger af årstid, kønsmodenhed og gydning<sup>[kilde 4]</sup>.

Hvorvidt ovenstående afspejles af det udførte forsøg undersøges ved afbildning af vandbindingsevnen for fileterne som funktion af lagringsperioden, hvilket fremgår af figur 23.



Figur 23. Vandbindingsevnen som funktion af lagringsperioden. De lodrette streger angiver 95 % konfidensintervaller for middelværdierne. Fersklagring 2-4°C. Frysning -20°C.

Af figur 23 ses, at der er tendenser til, at vandbindingsevnen for de kølelagrede fileter er højere end vandbindingsevnen for de optøede fileter, hvilket ligeledes er fundet ved tidligere forsøg med køle- og frysning af torsk. Ud fra konfidensintervallerne ses dog, at forskellen på de kølelagrede og optøede fileter ikke er signifikant, hvorfor det ikke ud fra vandbindingsevnen er muligt at fastlægge hvorvidt en fileter har været kølelagret eller frysning.



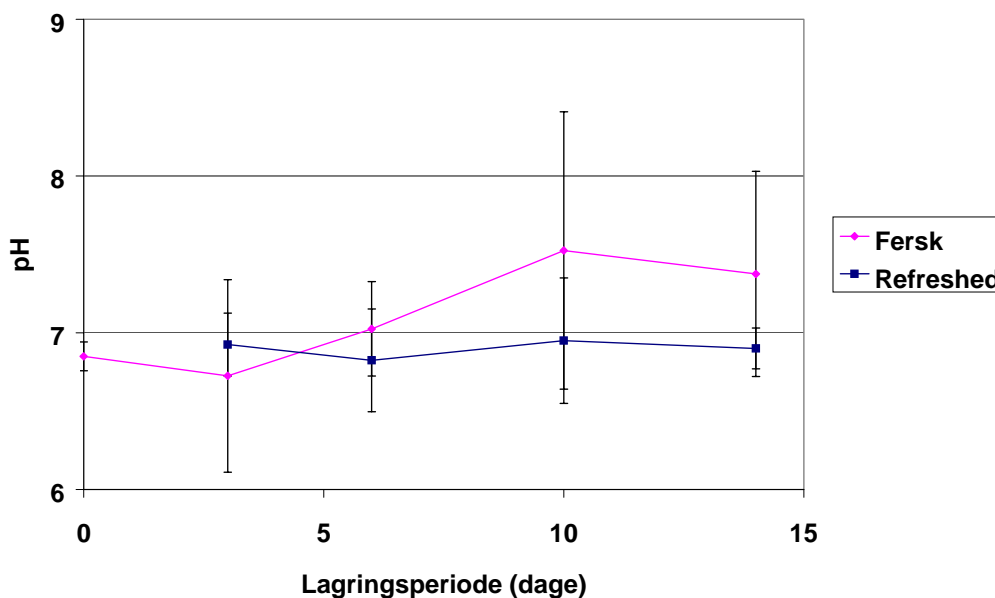
Ved betragtning af kurvernes forløb ses, at der ikke kan fastlægges signifikante ændringer i vandbindingsevnen i løbet af lagringsperioden, idet samtlige konfidensintervaller overlapper hinanden.

#### 9.4 Analyse af pH-værdier

Ved multivariat dataanalyse er der fundet indikationer af, at pH-værdien for de ferske fileter er anvendelig til beskrivelse af, hvor længe fileterne har ligget på lager. Det formodes således, at pH-værdien for de ferske fileter ændres systematisk med lagringsperioden.

pH-værdien i en fisk afhænger af fiskenes ernæringsmæssige tilstand samt stressfaktoren og de fysiske anstrengelser fisken har været udsat for inden døden. Ligeledes afhænger pH-værdien i fiskeproduktet af afblødningen af fisken, idet stressede fisk samt ikke afblødte fisk resulterer i en lavere pH-værdi i fisken. Idet lavere pH-værdier i fiskene resulterer i en delvis denaturering af fiskekødet ses et fald i vandbindingsevnen, hvilket medfører et større vandtab ved lagring og ved kogning. Det er således hensigtsmæssigt at opretholde "høje" pH-værdier i fiskene<sup>[Kilde 4]</sup>.

På figur 24 er pH-værdien afbildet som funktion af lagringsperioden.



Figur 24. pH-værdi som funktion af lagringsperioden. De lodrette streger angiver 95 % konfidensintervaller for middelværdierne. Fersklagring 2-4°C. Fryselagring -20°C.

Af figuren fremgår, at der for de ferske fileter er en svag tendens til stigning i pH-værdi i løbet af lagringsperioden, dog angiver konfidensintervallerne af denne stigning ikke er entydig. Yderligere ses en tendens til højere pH-værdier for de fersklagrede fisk, hvilket stemmer overens med højere vandbindingsevne for disse fileter.



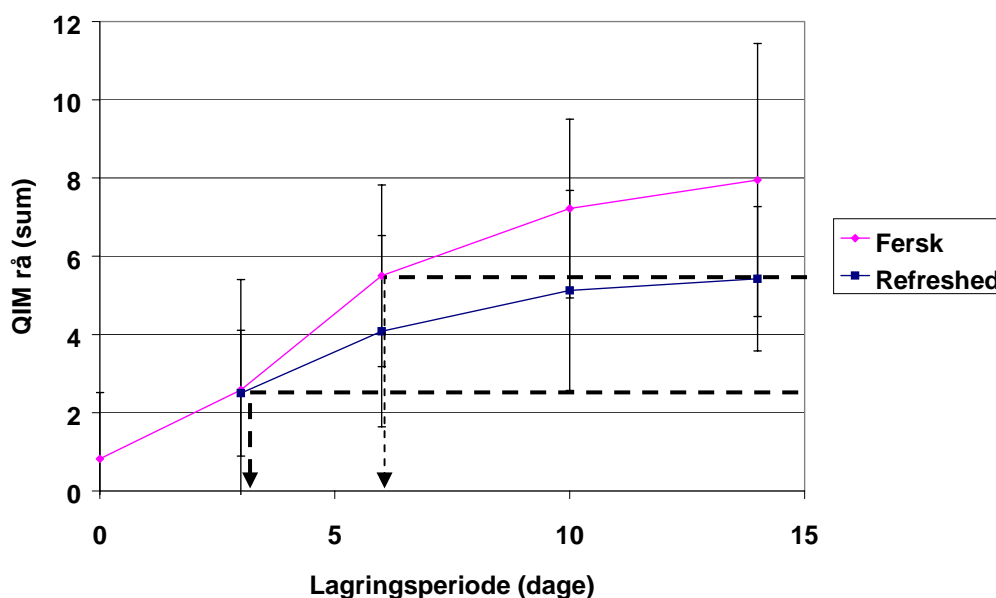
## 9.5 Sensoriske bedømmelser

Ved betragtning af resultaterne fra de sensoriske bedømmelser er følgende parametre fundet mest anvendelige til afspejling af ændringer i datamaterialet:

- QIM kogt (lugt)
- QIM rå (sum)
- QIM rå (lugt)

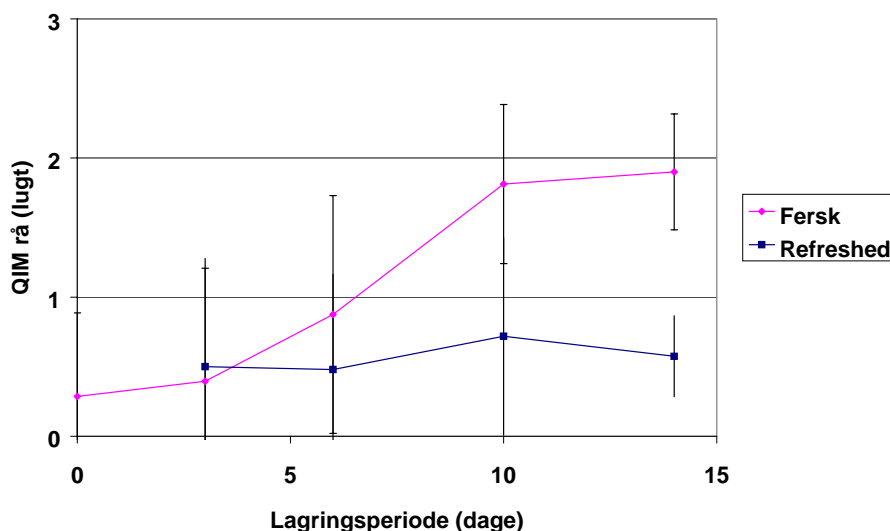
Ved sensoriske bedømmelser af kogte fileter er smag og konsistens ikke bedømt dag 10 og 14 da fileterne var for dårlige. Det vælges derfor at betragte bedømmelsen af lugten af de kogte fileter. Ved sensoriske bedømmelser angiver lave værdier, at produktet har fået en god sensorisk bedømmelse mens høje værdier angiver en dårlig bedømmelse.

Plottene fra de sensoriske bedømmelser af de rå fileter fremgår af figur 25 og 26.



Figur 25. QIM rå (sum) for ferske og optøede fileter som funktion af lagringsperioden. De stiplede linier angiver gennemsnitskvaliteten af optøede fileter dag 3 og dag 14. De lodrette streger angiver 95 % konfidensintervaller for middelværdierne. Fersklagring 2-4°C. Fryselagring -20°C .



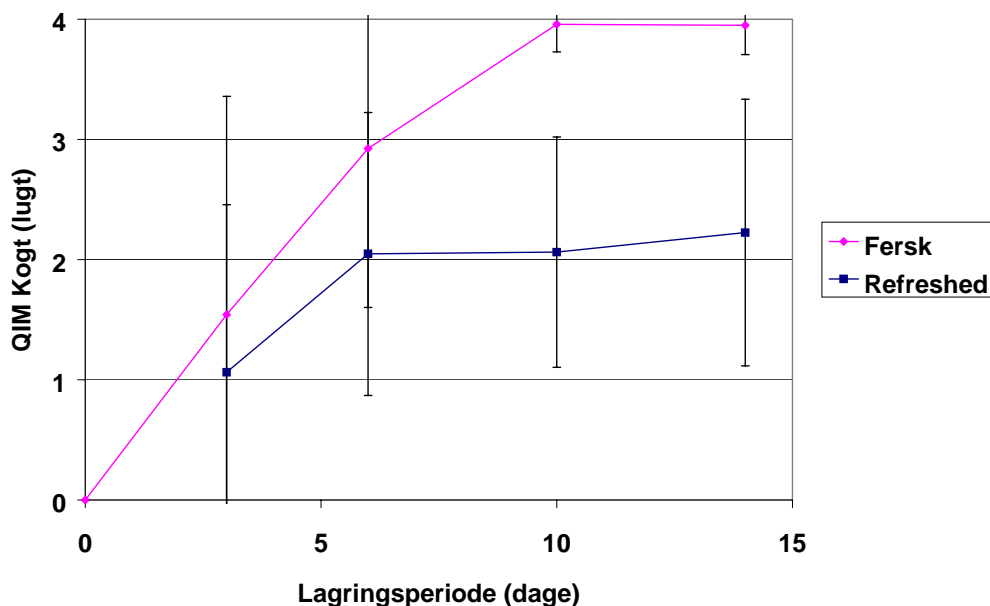


Figur 26. QIM rå (lugt) for ferske og optøede fileter som funktion af lagringsperioden. De lodrette streger angiver 95 % konfidensintervaller for middelværdierne. Fersklagring 2-4°C. Fryselagring -20°C .

Af figur 25 og 26 ses, at der både for sum- samt lugtbedømmelsen er tendenser til, at der opnås en bedre sensorisk kvalitet ved anvendelse af optøede fileter i stedet for kølelagrede fileter, når der er tale om en lagringsperiode på 6 dage eller derover. Yderligere viser figur 25, at indfrysning af fileter samt fryselagring i 3-14 dage giver en gennemsnitlig kvalitet, der svarer til kvaliteten af kølelagrede fileter lagret i 3-6 dage, hvilket er tilsvarende resultaterne fundet ved multivariat dataanalyse.



På figur 27 er den sensoriske bedømmelse af lugten af kogte fileter illustreret.



Figur 27. QIM kogt (lugt) som funktion af lagringsperioden. De lodrette streger angiver 95 % konfidensintervaller for middelværdierne. Fersklagring 2-4°C, fryselagring (-20°C).

Af figur 27 ses tydelige ændringer i lugten på de kølelagrede fileter, mens lugten for de optøede fileter stabiliseres efter 6 dage. Yderligere ses, at der på dag 10 og 14 er signifikant forskel på lugten af de ferske og de optøede fileter, idet de ferske fileter opnår en signifikant dårligere bedømmelse.

## 9.6 Konklusion på analyse af enkeltparametre

Analyse af parametrene enkeltvis giver mulighed for, at illustrere de totale værdier af de enkelte analyser, hvorved sammenligning med eksempelvis grænseværdier bliver nemmere.

Ved afbildning af parametrene TVN og TMA ses en meget tydelig stigning i værdierne for de kølelagrede fileter på dag 6-14, mens værdierne for de fryselagrede fileter forbliver små.

Både den multivariable dataanalyse samt analyse af enkeltparametre fastslår, at forbrugeren ved anvendelse af torskefileter, der er mere end 6 dage gamle, bør foretrække en fileter, der er indfrosset umiddelbart efter fangst og lagret på først i stedet for en kølelagret fileter. Ligeledes bør fiskehandlere og fiskeeksportører indfryse råvaren, hvis ikke fileterne sælges inden 6 dage fra fangst, idet fiskehandlerne herved opnår et stabilt produkt af høj kvalitet. Hvorvidt fileterne herefter sælges videre som optøede eller frosne fileter, afhænger af forbrugernes krav samt anvendelsen af fileterne.



## 10 Konklusion

Formålet med forsøget var at finde svar på følgende spørgsmål:

1. Hvilke sensoriske og kemiske kvalitetsforandringer sker der ved korttidsfryselagring af fileter i forhold til kølelagring af fileter ?
2. Hvilke kvalitetstab/gevinster opnås ved indfrysning af torskfileter ?
3. Kan tidligere fundne kvalitetsindikatorer til mellemkvalitetsfisk anvendes til beskrivelse af kvaliteten og kvalitetsforandringerne ved højkvalitetsfisk ?

Ud fra forsøget kan følgende konklusioner drages:

Ad 1: Ved betragtning af kvalitetsforandringerne mellem optøede og kølelagrede fileter er det fundet, at kvaliteten af korttidsfryselagrede fileter (lagret i 3-14 dage) svarer til kvaliteten af kølelagrede fileter lagret i 3-6 dage. Særligt parametrene TVN og TMA har vist stor forskel på de fryselagrede og de kølelagrede fileter, idet værdierne for disse analyser for de fryselagrede fileter forbliver lav, mens TMA og TVN-indholdet i de kølelagrede fileter stiger voldsomt efter 3 dages lagring.

Yderligere er det fundet, at der er tendenser til, at vandbindingsevnen i de optøede fileter er lavere end for de kølelagrede fileter. Generelt er det fundet, at korttidsfryselagring af fileter giver et stabilt produkt af høj kvalitet.

Ad 2: Ud fra de anvendte analyseparametre i forsøget er det fundet, at indfrysning af fileter samt fryselagring i op til 14 dage giver en kvalitet, der svarer til kvaliteten af kølelagrede fileter lagret i 3-6 dage. Ved udelukkende betragtning af de kemiske og fysiske analyser er der ikke forskel på fryselagrede fileter og helt friske fileter. Denne forskel ses dog ud fra de sensoriske analyser. Da dommerpanelet til forsøget er udvalgt internt i huset, har dommerne informationer omkring forsøgsstart, hvorfor samtlige dommere ved bedømmelse af fileter på dag 0 ved, at de bedømmer en helt frisk fileter. Denne viden vil have psykologisk virkning på dommernes bedømmelse, hvorfor fileternes kvalitet dag 0 evt. er sat højere end det egentlig var tilfældet. Det kan således ud fra forsøget ikke fastlægges, hvorvidt der egentlig er forskel på kvaliteten af helt friske fileter og fileter fryselagret i 3-14 dage.

Yderligere er det fundet, at undersøgelse af kvaliteten af kølelagrede og fryselagrede fileter dag 1, 2, 4, 5, 7, 8 og 9 er yderst interessant, da det således er muligt at fastlægge mere specifikt hvornår det er en fordel at fryselagre fileter. Ved betragtning af TMA og TVN-indholdet i fileterne er der på dag 6 en meget tydelig forskel på indholdet i de kølelagrede og de optøede fileter, hvorfor det konkluderes, at der ved lagring af fileter i 6 dage eller der over bør anvendes fryselagring.

Ad 3: Ved undersøgelse af anvendeligheden af kvalitetsindikatorer til mellemkvalitetsfisk med hen syn til bedømmelse af kvaliteten af højkvalitets frosne fileter, er det fundet, at de kemiske og fysiske analyser ikke giver mulighed for at afspejle eventuelle kvalitetsforandringer ved fryselagring af fileter i op til 14 dage. Hvorvidt der reelt sker en kvalitetsforandring ved fryselagring af fileter i op til 14 dage er dog tvivlsom, idet klassificering af fileterne ikke viser systematiske ændringer i fileterne. Dog ses, at den sensoriske bedømmelse af fileterne bliver dårligere i løbet af lagringsperioden, hvilket dog formodes at kunne skyldes dommernes "insider" viden omkring forsøgsdesignet. Hvorvidt der reelt sker en forringelse af den sensoriske kvalitet af fileterne kan på baggrund af dette forsøg hverken bekræftes eller afkræftes, hvorfor dette bør undersøges nærmere.



Generelt kan det ud fra rapporten fastlægges, at det er muligt at opnå frosne fileter af høj kvalitet og grundet stabiliteten af de frosne fileter bør mulighederne for indfrysning af fileter i fremtiden fremmes på det danske og det udenlandske marked. For den enkelt forbruger betyder dette, at hvis ikke forbrugeren har mulighed for at indkøbe helt friske fileter vil det ofte være bedre at købe høj kvalitets frosne fileter. For at dette er muligt, skal der dog udvikles et koncept der sikrer, at kvaliteten af de frosne fileter er god.



## 11 Litteraturliste

1. Eriksson L. et al: Multi- and megavariate Data Analyses – Principles and Applications. Umetrics Academy 2001. ISBN: 91-973730-1-X
2. Esbensen, Kim H.: Multivariate Data Analysis -in practice. CAMO ASA, 5. udgave 2001. ISBN 82-993330-2-4
3. Fiskeriministeriets Forsøgslaboratorium: Sensoriske bedømmelsesmetoder til frossen torsk, 1994.
4. Huss. H. H.: Kvalitet og kvalitetsændringer i fersk fisk. Danmarks Fiskeriundersøgelser, 1999. ISBN: 87-88041-73-3.
5. Højmarklaboratoriet A/S: Analyseforskrift for bestemmelse af vandbindingsevne på fiskefars, notat 1099, januar 1996.
6. Højmarklaboratoriet A/S: Analysemetoder til vurdering af mince kvalitet, Rapport nr. 6, Aug. 1996.
7. Højmarklaboratoriet A/S: Kogning af filet af torskefisk, "notat 1176-1, juni 1998.
8. Højmarklaboratoriet A/S: Optøning af hel frossen torskefisk, notat 1176-1, juni 1998.

