

# Fargeutvikling i laksefilet samt påvisning av blod- og melaninflekker

Karsten Heia<sup>1)</sup>, Silje Ottestad<sup>2)</sup>, Agnar H. Sivertsen<sup>1)</sup> og Jens Petter Wold<sup>2)</sup>

1) Nofima Marin

2) Nofima Mat

# Agenda

- Prosjektaktiviteter
- Avbildningssystemer
- Fargeteori
- Effekt av lysspredning og kjemiske endringer på opplevd farge
- Fargeutvikling under lagring som filet

# Agenda

- Videre arbeid på fargemåling / fargeforståelse
- Påvisning av blod og melanin
- Planlagt forsøk
- Oppsummering



# Prosjektaktiviteter

## 2 aktivetspakker

- **Aktivitet 1: Farge**
  - Opplevd farge og pigmentinnhold
  - Påvise og skille melanin og blod
  - Øke forståelse av fargeutvikling
- **Aktivitet 2: Bein**
  - Dokumentere ytelse av eksisterende teknologi for automatisk påvisning av bein
  - Videreutvikling av teknologi
  - Automatisk trimming av utvalgte områder på filet

# Aktivitet 1: Farge / pigmentering

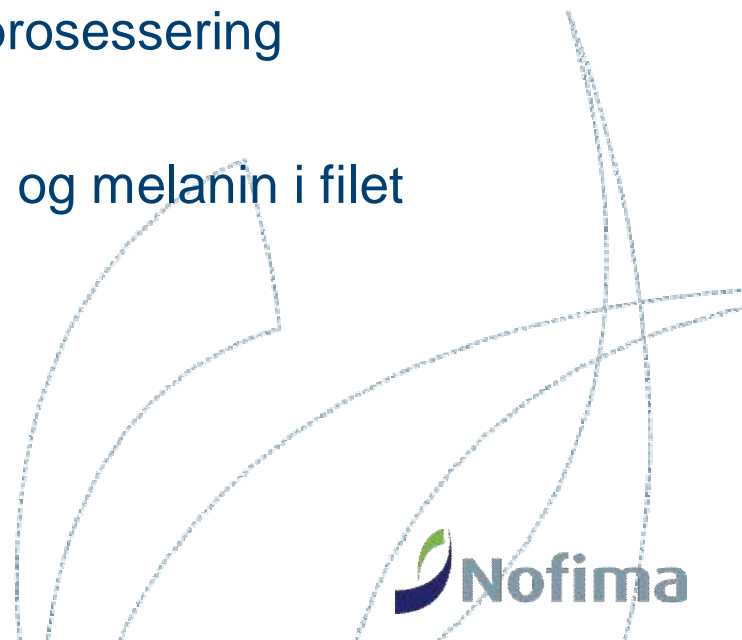
## Utfordringer

- De største utfordringene er
  - Fargevariasjon:
    - Ujevn farge / skjolding
    - Individvariasjoner
  - Fargetap:
    - Under prosessering
    - Under lagring og transport
  - Opplevd farge kontra pigmentinnhold
    - Hva bidrar til opplevd farge?
    - Hvordan forutsi fargetapet?
    - Kan vi måle og bedre forstå hvordan ulike prosessering påvirker fargetap?

# Aktivitet 1: Farge / pigmentering

## Delaktiviteter

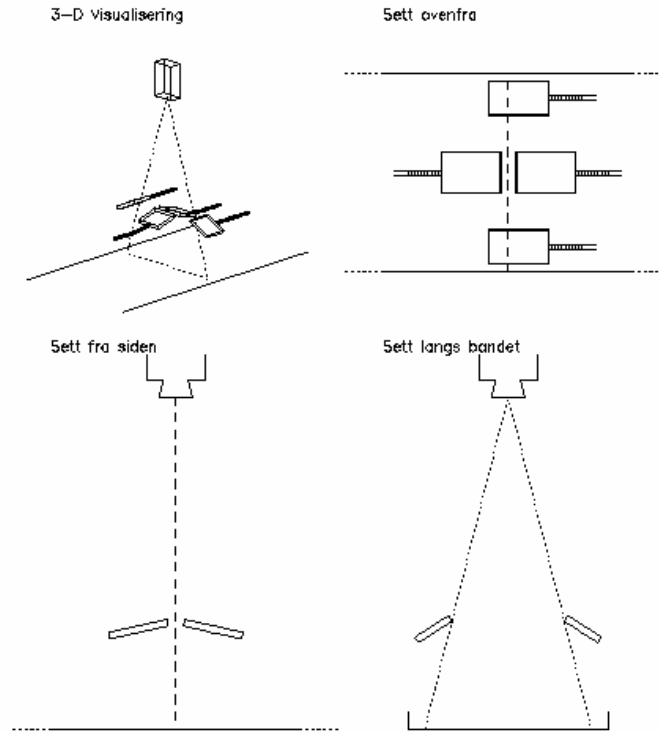
1. Kartlegge krav til romlig og spektral oppløsning for instrumentell påvisning av blod og melanin
2. Formulere og teste hypoteser for opplevd farge og fargeutvikling
3. Modellere fargeutvikling under lagring/prosessering
4. Utvikle system for måling av farge, blod og melanin i filet
5. Industritest



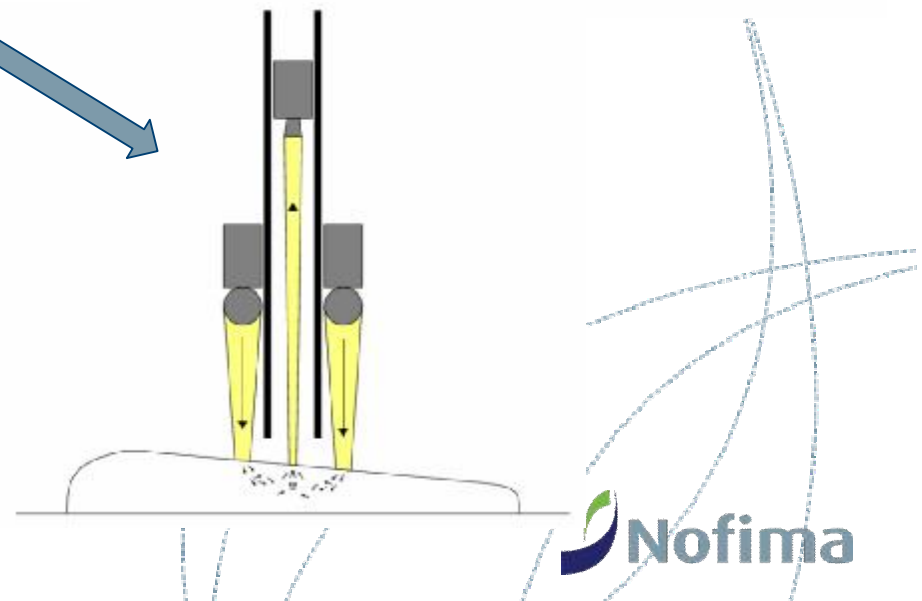
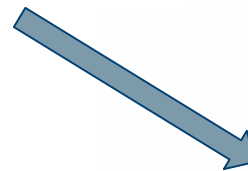
# Avbildningssystemer

## Farge og kjemi

- Fargemåling:  
**Diffus refleksjonsspektroskopi**



- Påvise blod, melanin, astaxanthin og forutsi fargeutvikling:  
**Interaktansspektroskopi**



# Fargeteori

- Standard fargeavbildning krever diffus standardisert belysning.
  - SalmoFan krever for eksempel diffus  $D_{65}$  belysning (dagslys).
- Årsak er at opplevd farge avhenger av belysning.

$D_{65}$



$D_{50}$



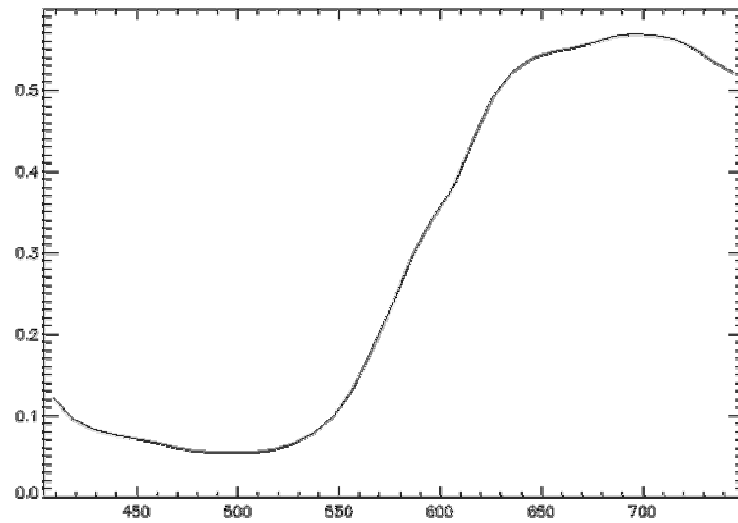


# Fargeteori

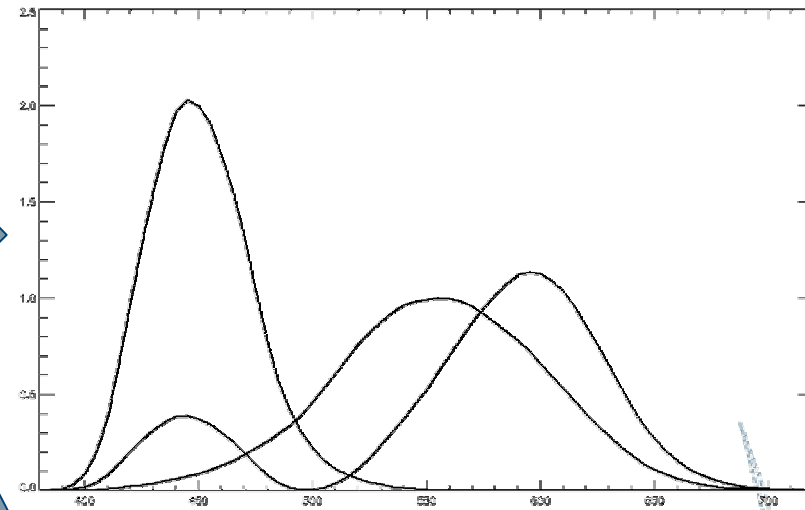
- Vi har ikke 100% diffus og jevn belysning.
- Vi har ikke  $D_{65}$  belysning.
- Men:
  - Ved bruk av refleksjonsstandarder kan vi regne om fargespektrene våre til reflektansspektra.
  - Reflektansspektrene kan regnes om til fargeverdier i henhold til en CIE standard (1031 eller 1964) for en gitt belysningskilde.

# Fargeteori

## Reflektansspekter



## Tristimuluskurver



XYZ - verdier

Fargeverdier RGB / Lab

Lab = [49.3, 39.1, 29.6]

# Fargeteori

- Hvorfor bruke spektroskopi og ikke et vanlig fargekamera?
  - Er mer robust med hensyn til belysning
    - krever ikke  $D_{65}$  siden den kan kalibreres opp
  - Kan avdekke hvilke deler av reflektansspekteret som endrer seg gjennom lagring under ulike betingelser
  - Kan avdekke hvilke underliggende egenskaper som er viktig for fargeutvikling

# Effekt av lysspredning på farge

Illustrert ved innfrysning av prøver

Før frysing



Frossen



Etter tining

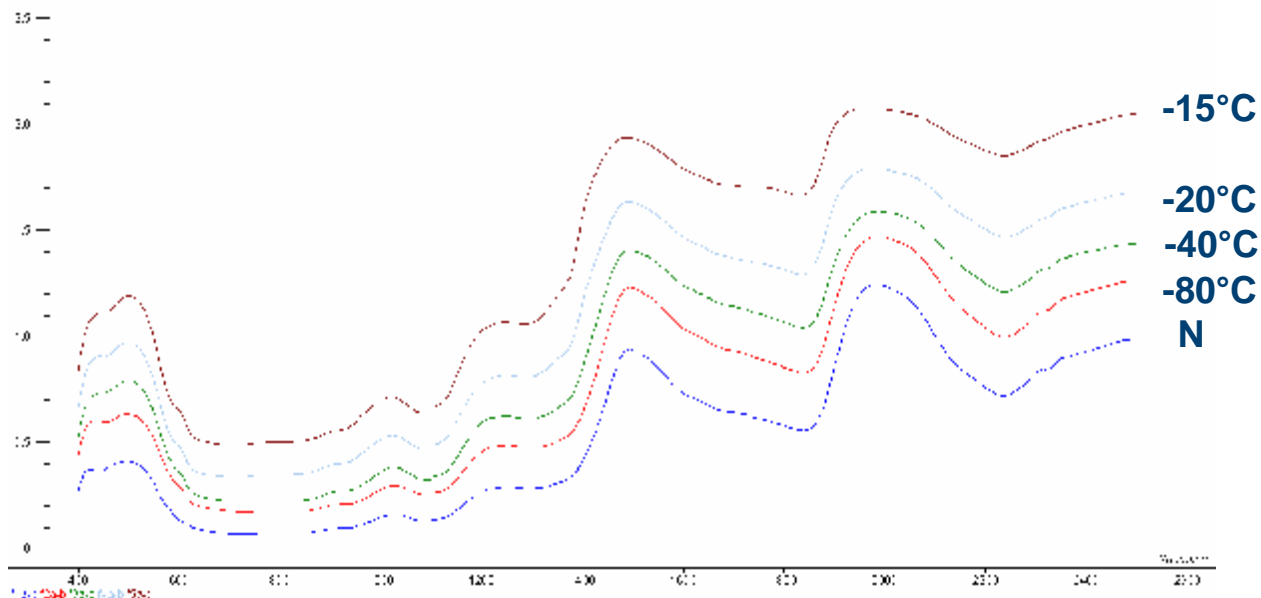


Illustrerer effekten av lysspredning på farge

Størrelsen på iskrystallenen som dannes er avhengig av innfrysningstemperaturen. Lavere temperatur gir raskere innfrysning og små iskrystaller. Små iskrystaller sprer lyset mer effektivt enn store og gjør at prøvene ser lysere ut.



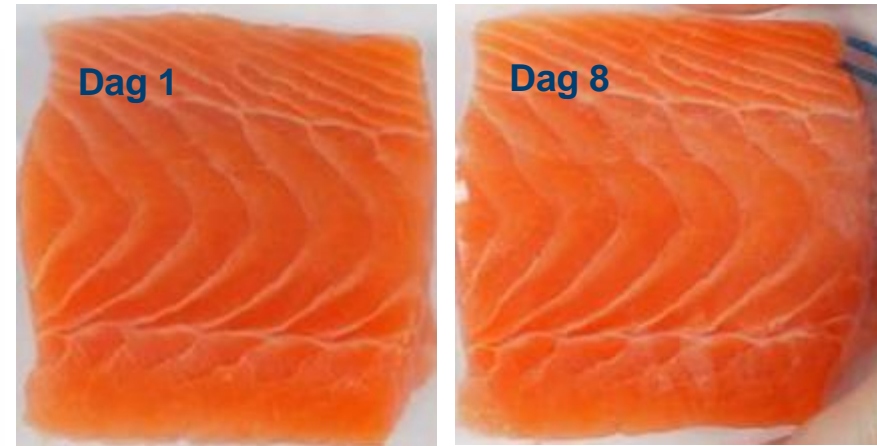
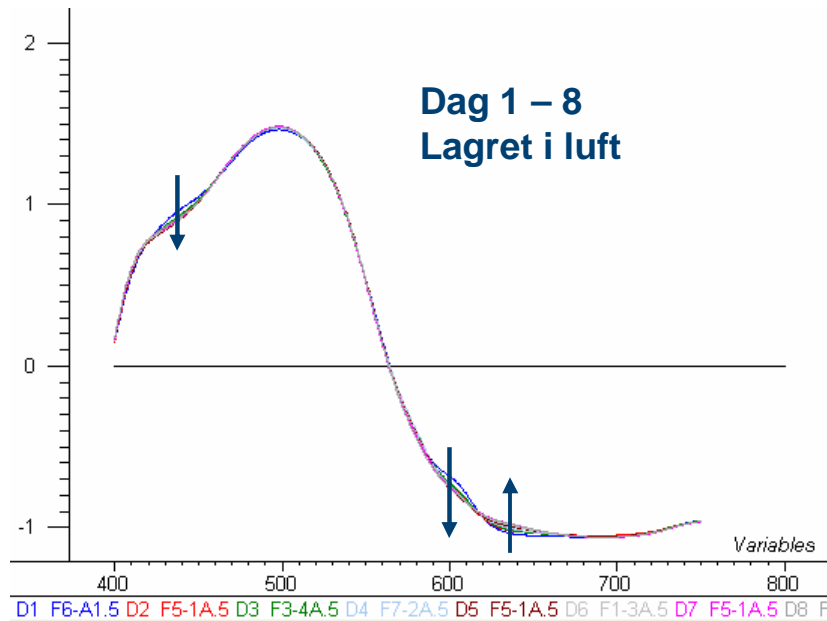
# Effekt av lysspredning på spektrene



## Refleksjonsmålinger

- Absorpsjonen avtar når innfrysningstemperaturen reduseres.
- Mer lys reflekteres fra overflaten og mindre lys går inn i prøven og absorberes.

# Fargetap kan skyldes kjemiske endringer

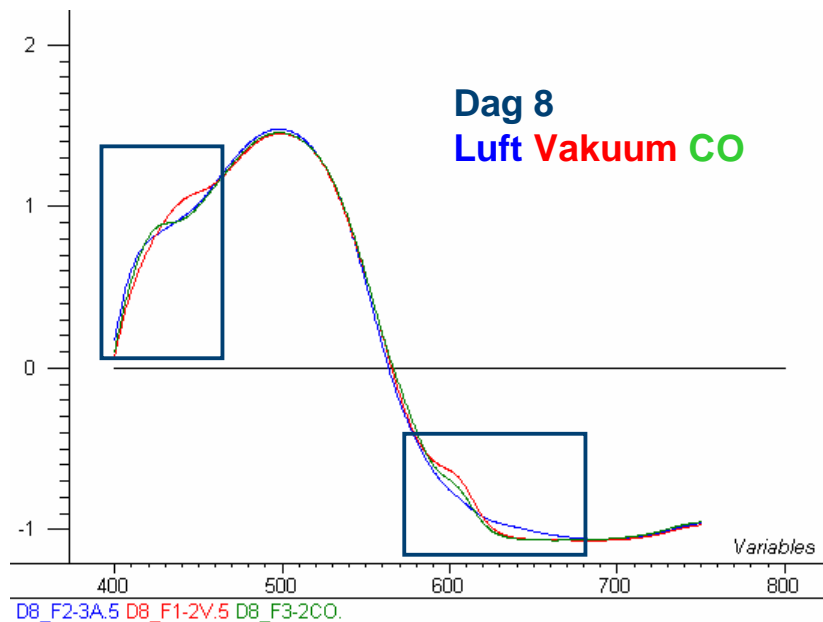


**Vi må undersøke nærmere om de kjemiske endringene i spektrene er store nok til å gi fargevariasjon.**

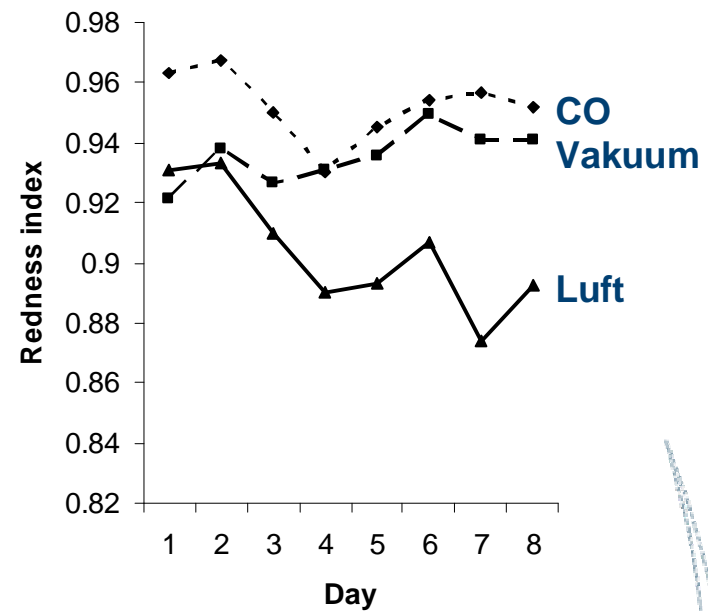
Ved å bruke et modellsystem kan vi variere en og en faktor om gangen, ta opp spektra og bruke et dataprogram til å beregne SalmoFan verdier.

# Fargeendringer

## Ulike lagringsforhold



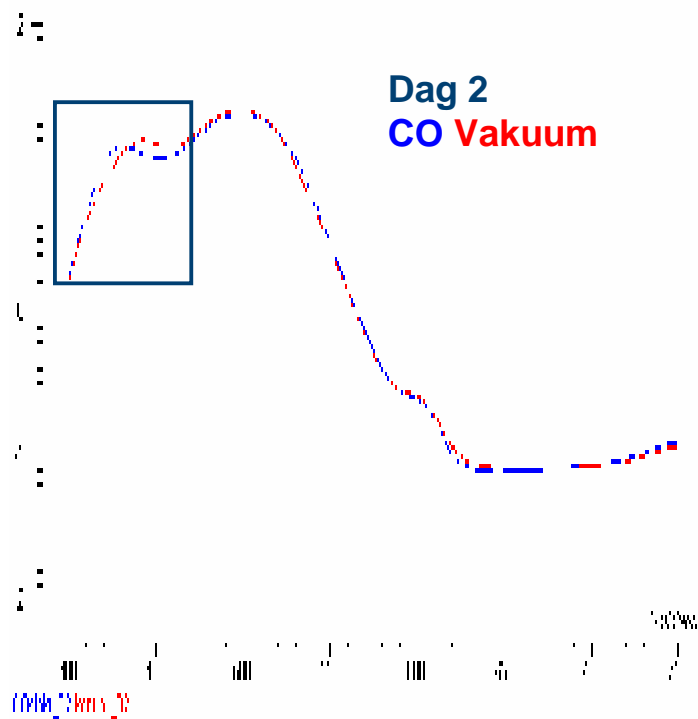
Dette gir oss en indikasjon på hva endringene kan skyldes



Fargetapet er størst i prøver lagret i luft  
Prøver lagret i CO er noe rødere enn de andre

# Fargepåvirkning

## Ulik bedøvning under slakting



CO bedøving gir de samme systematiske forskjellene i spektrene og noe rødere laks.



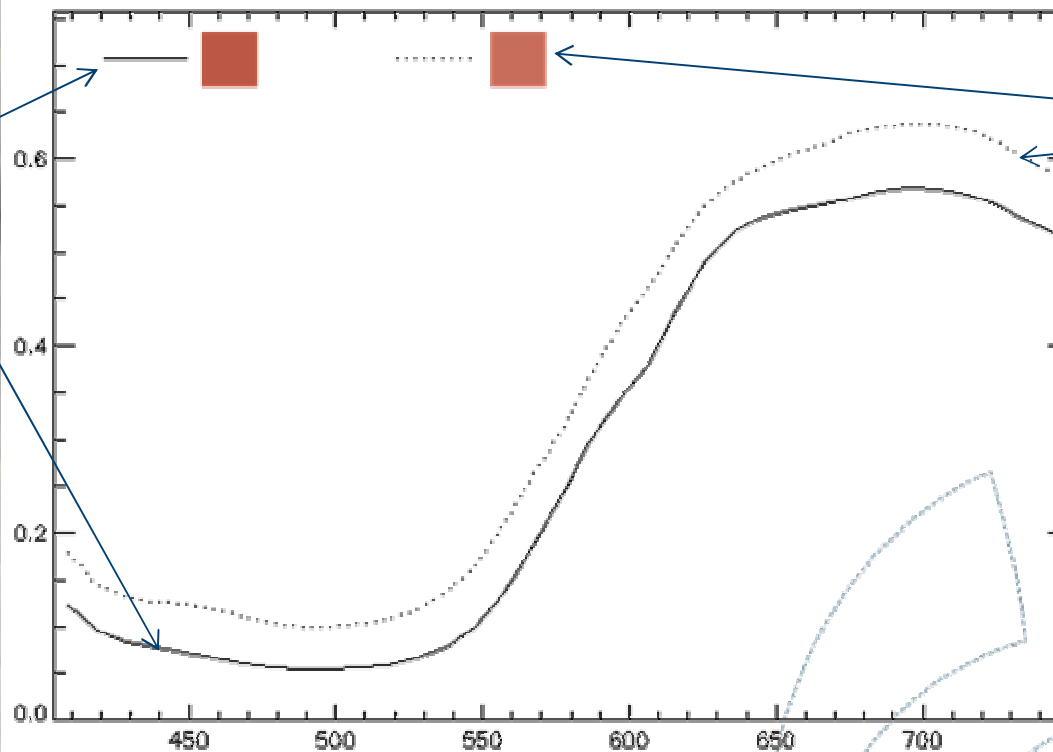
# Fargeendring under lagring som filet

## Forsøksoppsett

- 100 fileter pre-rigor filetert ble sendt til Tromsø
- På dag 3, 7 og 11 etter slakting ble samtlige fileter målt/vurdert ved
  1. Diffus refleksjonsspektroskopi
  2. Interaktansspektroskopi
  3. SalmoFan
- I tillegg ble det tatt ut prøver for astaxanthinanalyser fra 30 nye fileter på hver måledag

# Fra reflektansspektra til farge

$D_{65}$  og CIE1964 standard observatør



# Fargeendring under lagring

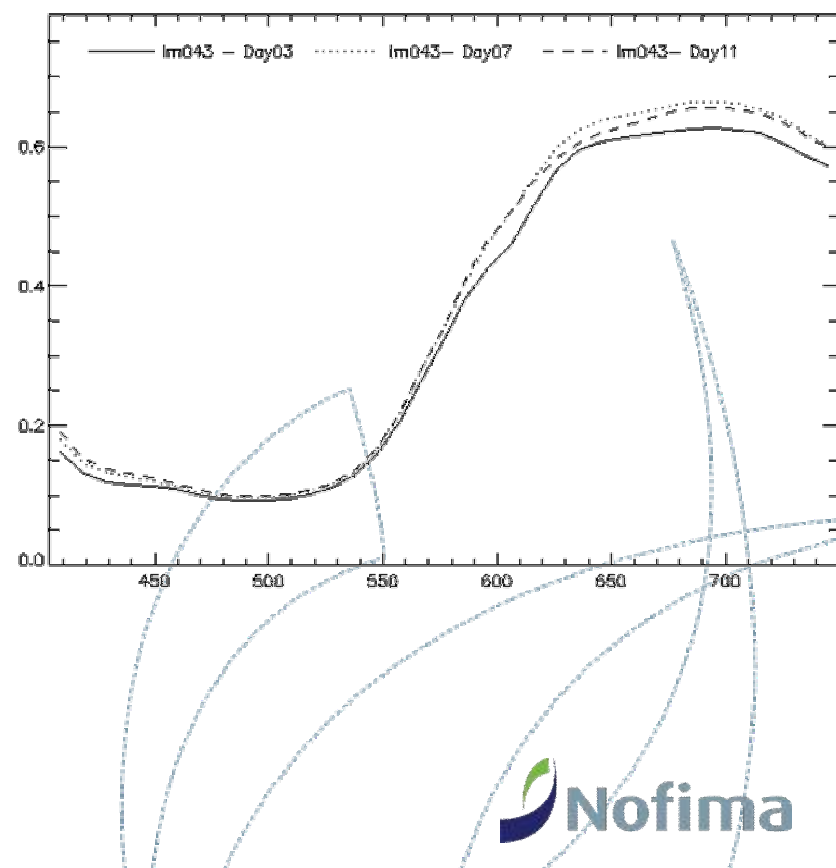
Lagret som filet pakket i plast i is



Dag 3

Dag 7

Dag 11



# Fargeendring under lagring

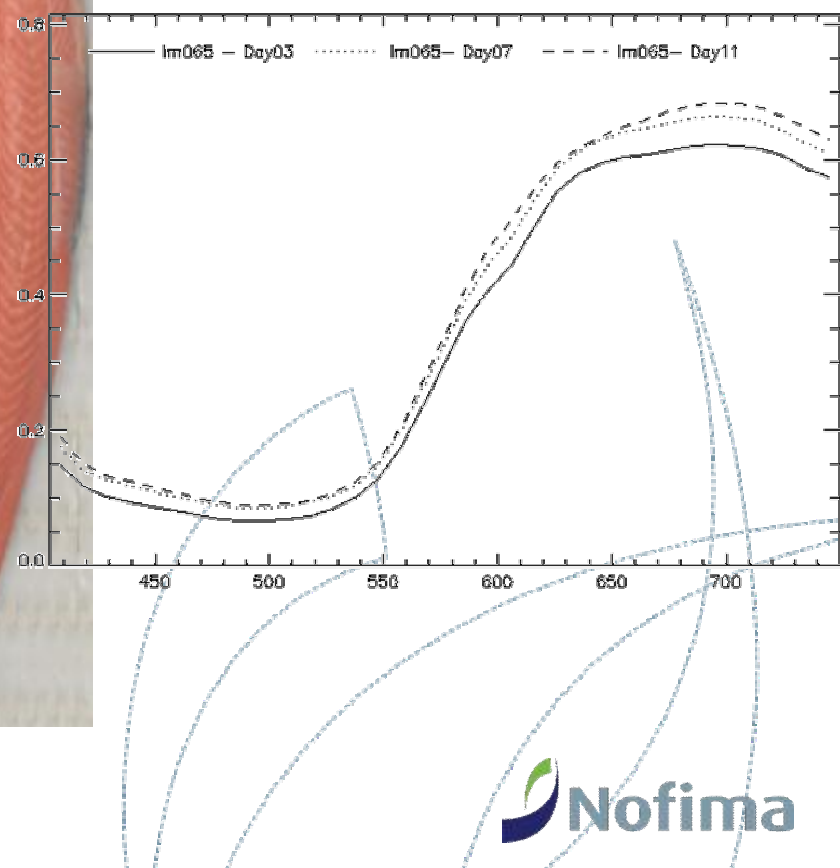
Lagret som filet pakket i plast i is



Dag 3

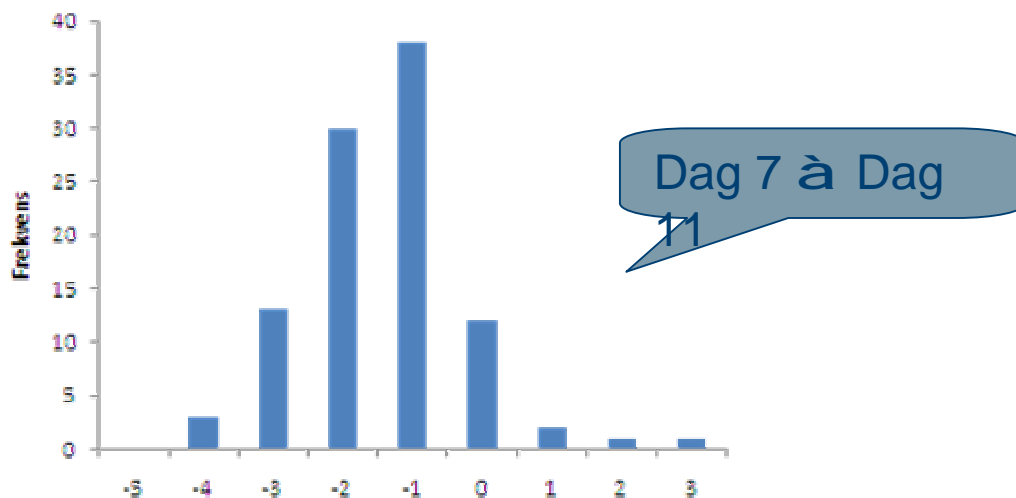
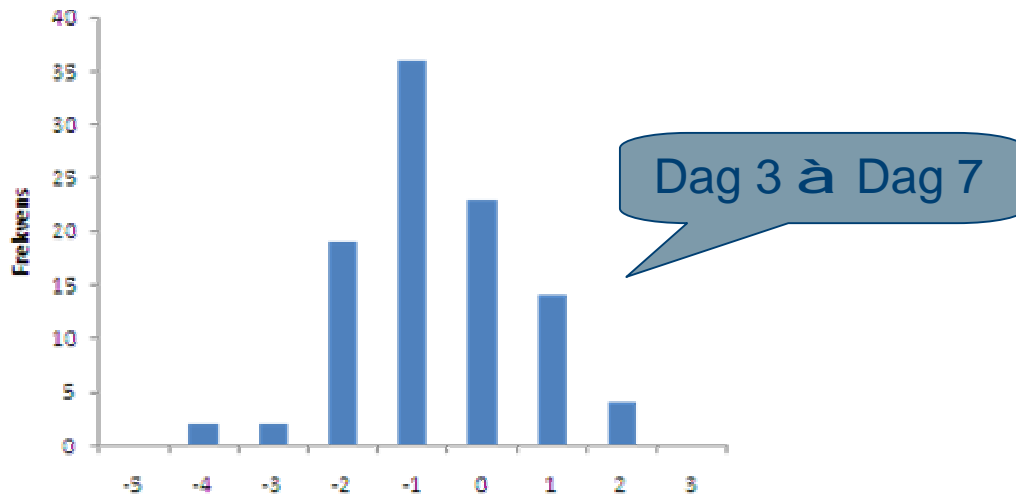
Dag 7

Dag 11



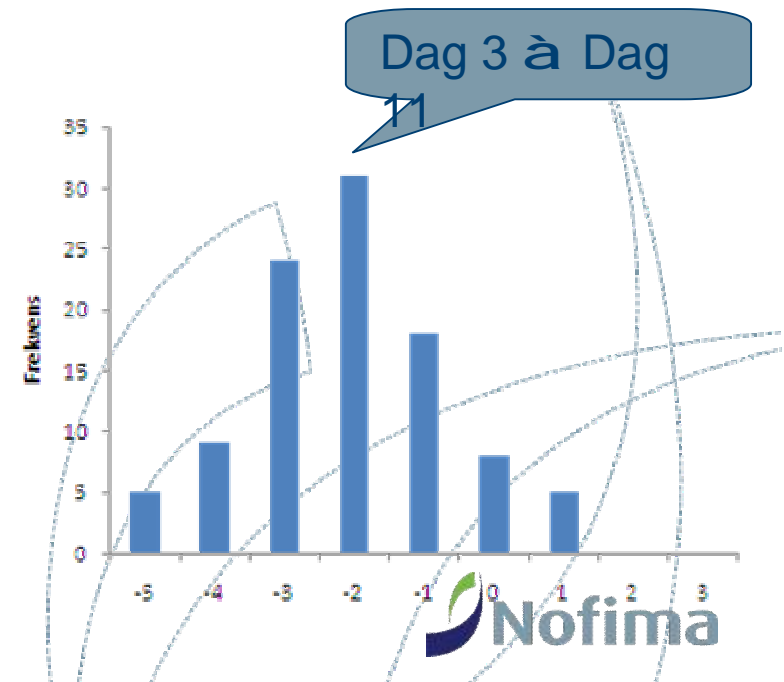
# Fargeendring under lagring

## Lagret som filet pakket i plast i is



Endring i SalmoFan-verdi registrert i tykkfisk

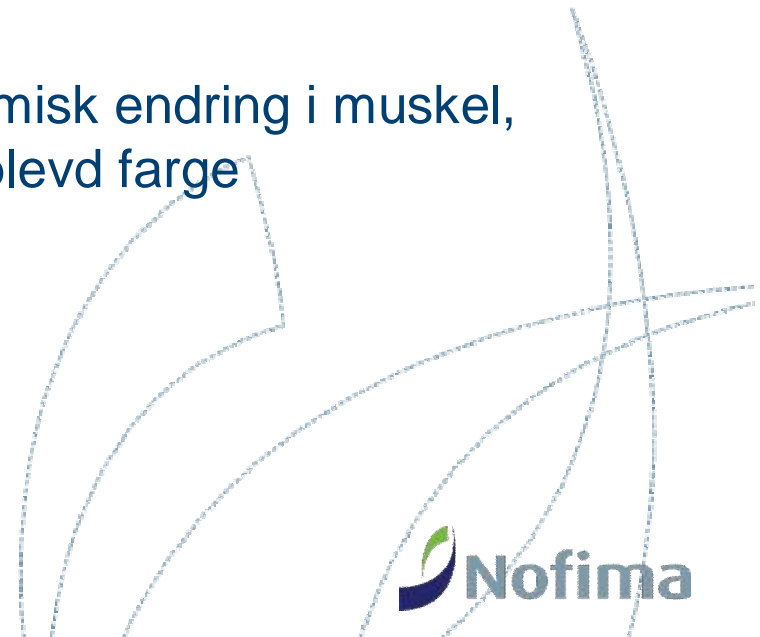
Signifikant nedgang fra dag 3 til 7 og dag 7 til 11



# Fargeendring under lagring

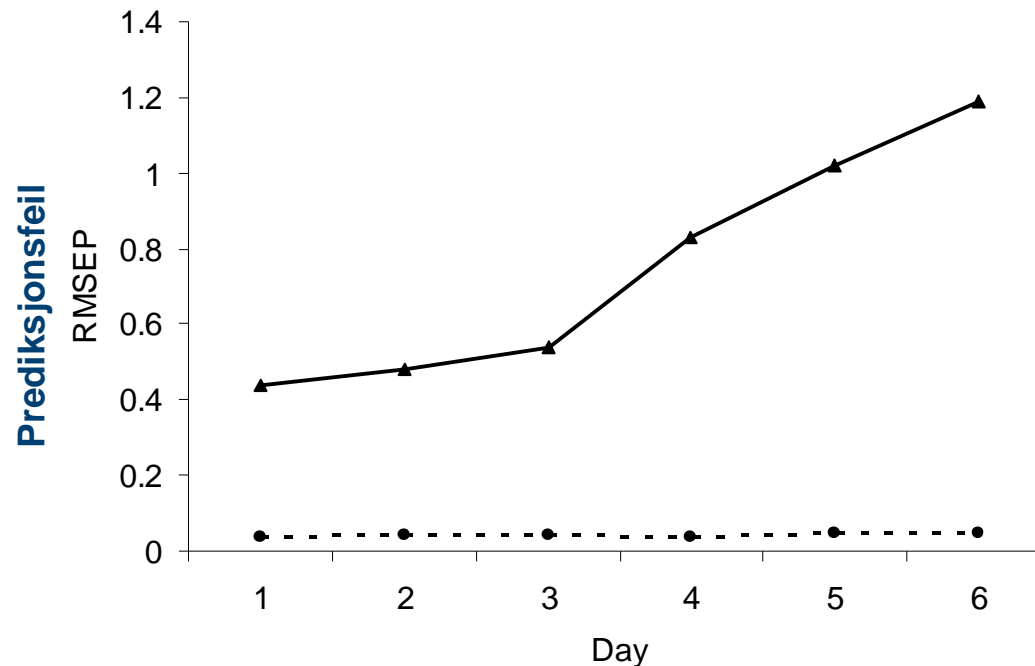
## Videre arbeid

- Koble fargemålinger og interaktansmålinger til kjemisk målt astaxanthininnhold
- Koble fargemålinger til interaktansmålinger
  - Kan interaktansmålingene forutsi forventet fargeutvikling
- Se videre på vekselvirkning mellom kjemisk endring i muskel, endring i spredningsegenskaper og opplevd farge
- Forbedre modellering av astaxanthin



# Fargeendring under lagring

## Modellering av astaxanthin



Hvis vi lager en modell for astaxanthin basert på fersk fisk og bruker denne modellen til å predikere konsentrasjonen av astaxanthin i lagret fisk vil prediksjonsfeilen øke med lagringstid. Dette skjer også når vi har korrigert for lysspredning. Dette må vi ta hensyn til når vi lager/bruker astaxanthin modellene.

# Påvisning av blod- og melaninflekker

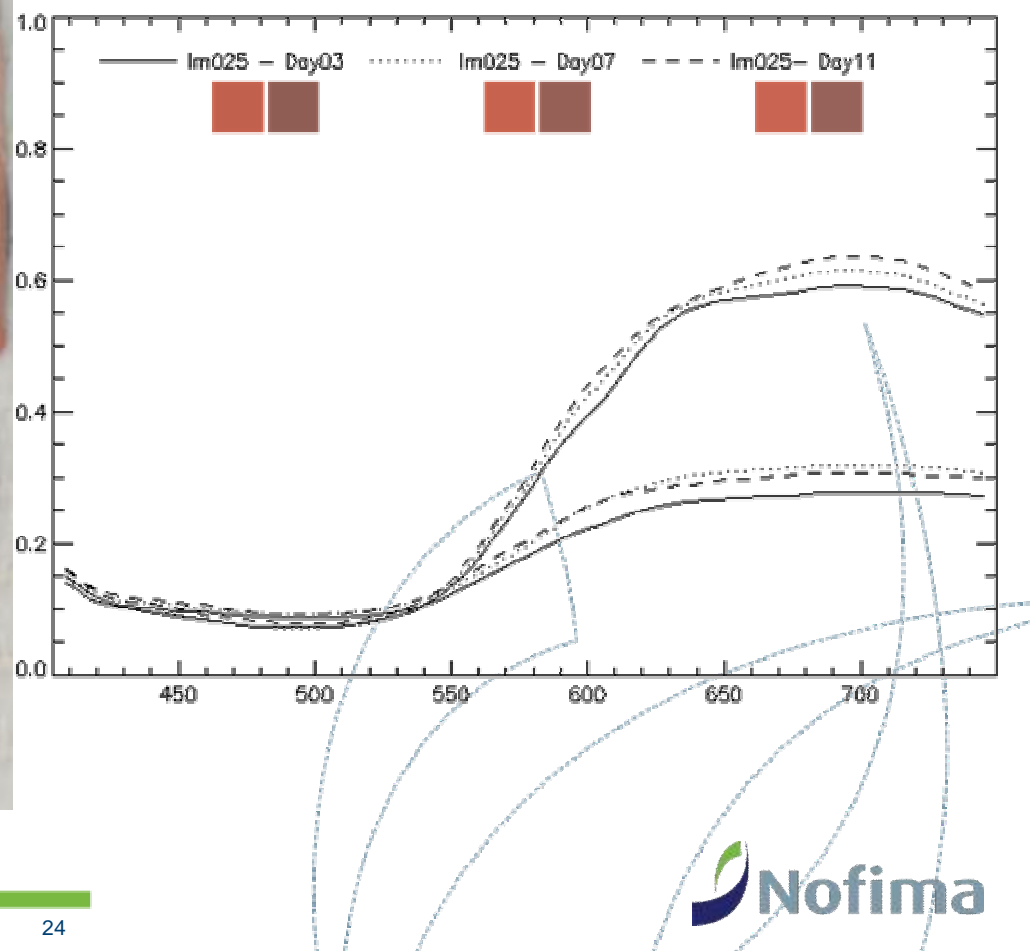
## Melanin fra fargemåling



Dag 3

Dag 7

Dag 11



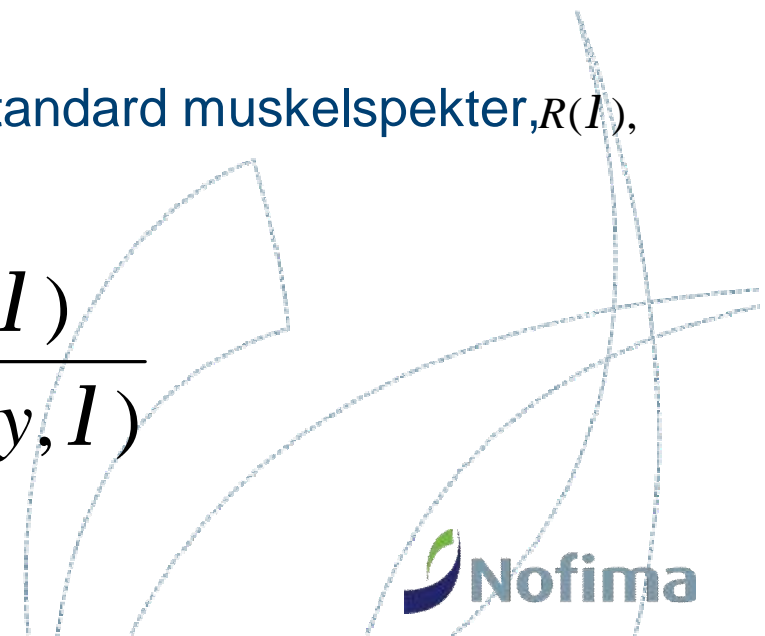


# Påvisning av blod og melaninflekker

## Interaktansmålinger

- Under lagring skjer det endringer i sprednings- og absorpsjonsegenskaper
  - Muliggjør ferskhetsbestemmelse vha spektroskopi
  - Gjør at astaxanthinmålinger blir unøyaktige på eldre råstoff
- Hvordan kompensere for dette?
  - Normalisere hvert spekter med et standard muskelspekter,  $R(I)$ , for den fileten som studeres

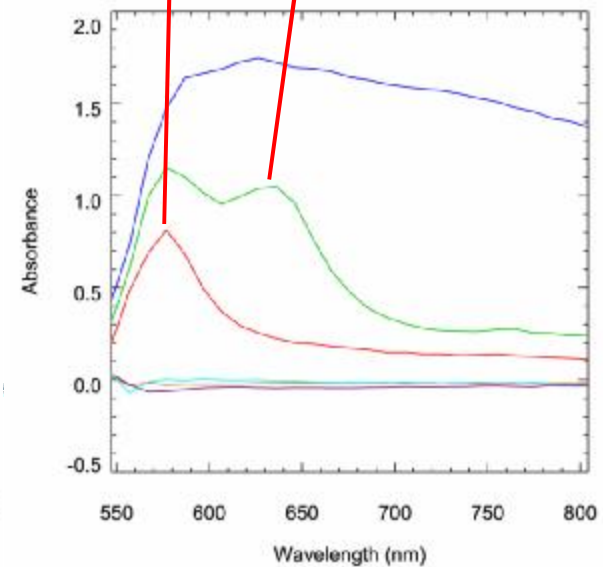
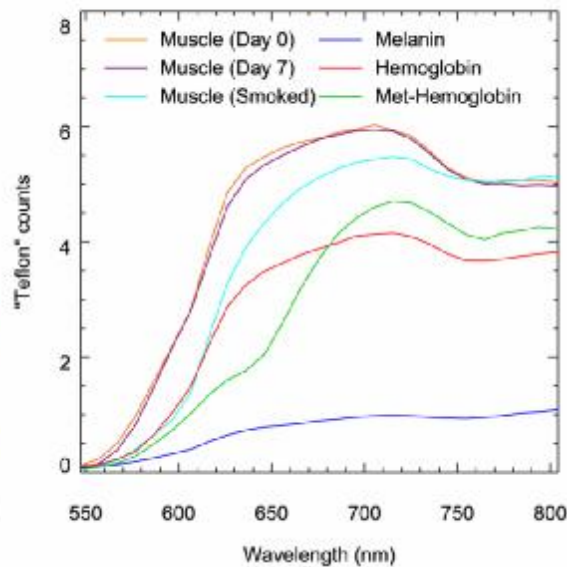
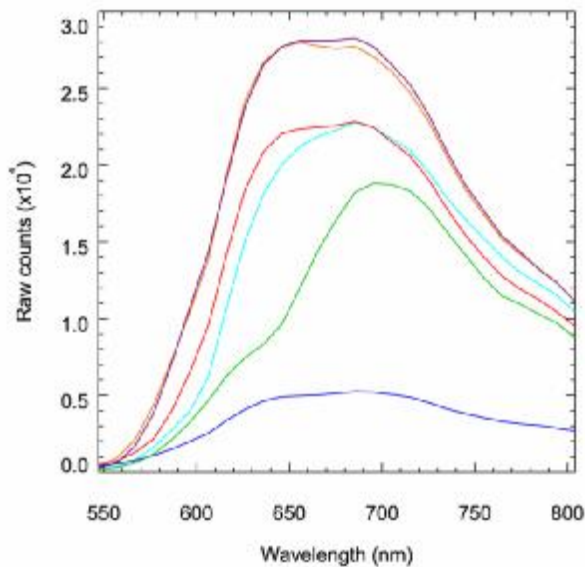
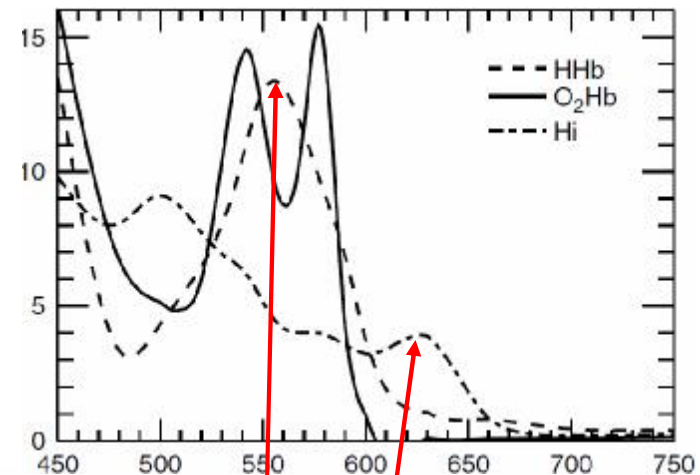
$$A(x, y, I) = \ln \frac{R(I)}{S(x, y, I)}$$



# Påvisning av blod og melaninflekker

## Interaktansmålinger

Ved å bruke intern referanse for hver filet er det mulig å påvise blod og melaninflekker uavhengig av råstoffets alder og tidligere prosessering.



# Påvisning av blod og melaninflekker

## Interaktansmålinger



Eksempel 1:

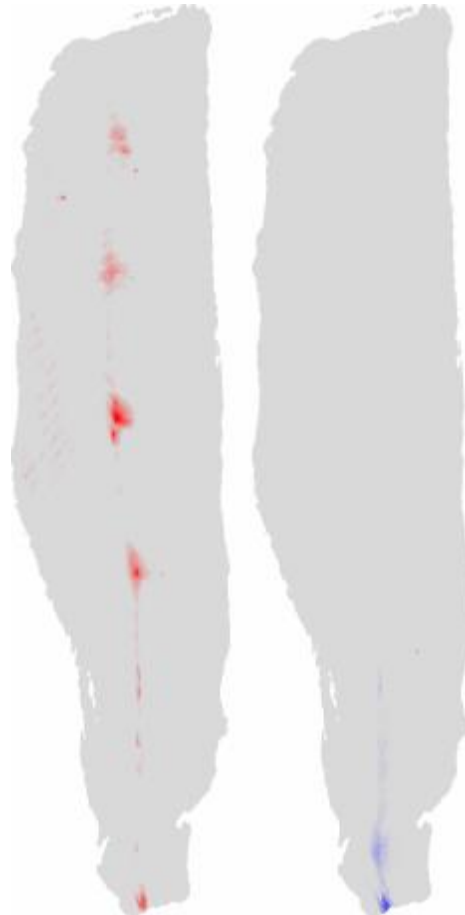
à Lite blod

à Kraftig melaninflekk



# Påvisning av blod og melaninflekker

## Interaktansmålinger



Eksempel 2:

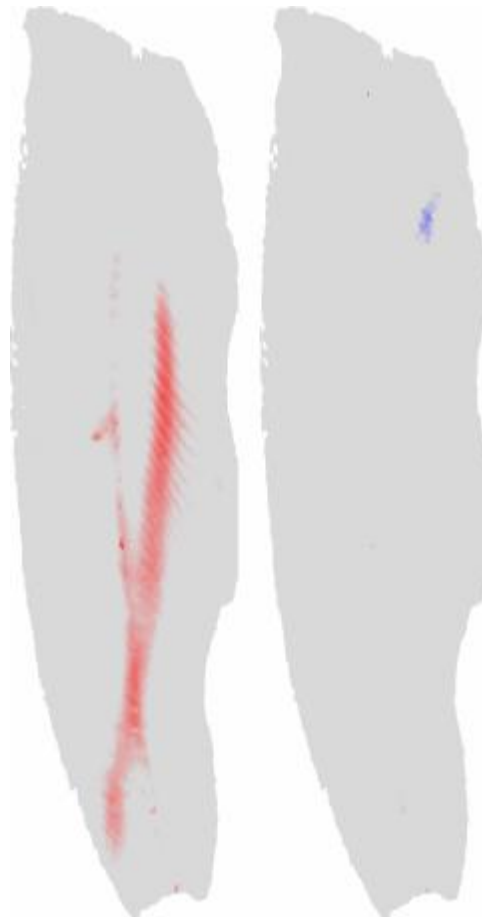
à Flere blodflekker

à Ikke melaninflekker



# Påvisning av blod og melaninflekker

## Interaktansmålinger



Eksempel 3:

à Kraftig blodutredning

à Melaninflekk



# Påvisning av blod og melaninflekker

## Status

- Fungerer godt
  - Ulik lagringstid, farge, prosessering osv
- Utfordring: Estimere standard muskelspekter til fileten
  - Bør ikke inkludere områder med blod/melanin
    - Greit å styre unna områder med melanin
    - Dersom det er et forhøyet blodnivå i hele fileten påvirker dette sensitiviteten til algoritmene (null-nivået)

# Planlagt forsøk

- I juli 2010 skal det kjøres et felles forsøk sammen med Turid Mørkøre
  - Ca 2500 fileter vil inngå i forsøket
  - Alle vil bli avbildet med interaktansspektroskopi
  - Noen fileter vil sendes til Nofima Marin for videre analyse
    - Fargemåling
    - Lagringsforsøk

# Oppsummering

- Vi har kommet langt i å avdekke mekanismer bak fargeutvikling
  - Kombinasjon av endring i spredningsegenskaper og kjemi.  
Blod spiller antagelig en viktig rolle her
- Denne kunnskapen danner grunnlag for å kunne forutsi fargeutvikling basert på interaktansspektroskopi
- Algoritmene for påvisning av blod og melaninflekker fungerer bra selv om noe arbeid gjenstår
- Forsøket i juli vil danne et godt grunnlag for videre arbeid frem mot gode løsninger for blod, melanin, farge og fargeutvikling



# Takk for oppmerksomheten

Dette arbeidet er finansiert av FHF og administrert av FHS ved Kristian Prytz

