

# **Fargeegenskaper i muskel ved pre-rigor produksjon av røykt laks – bakgrunn, resultater og prosjektstatus**

Sveinung Birkeland, Nofima Mat  
Leif Akse; Nofima Marin

# Agenda

- Bakgrunn og utfordringer med pre-rigor prosessering
- Hovedresultater fra pre-rigor prosjekt 2005-2006
- Orientering om nytt pre-rigor prosjekt 2008-2009

# Bakgrunn og utfordringer med pre-rigor prosessering

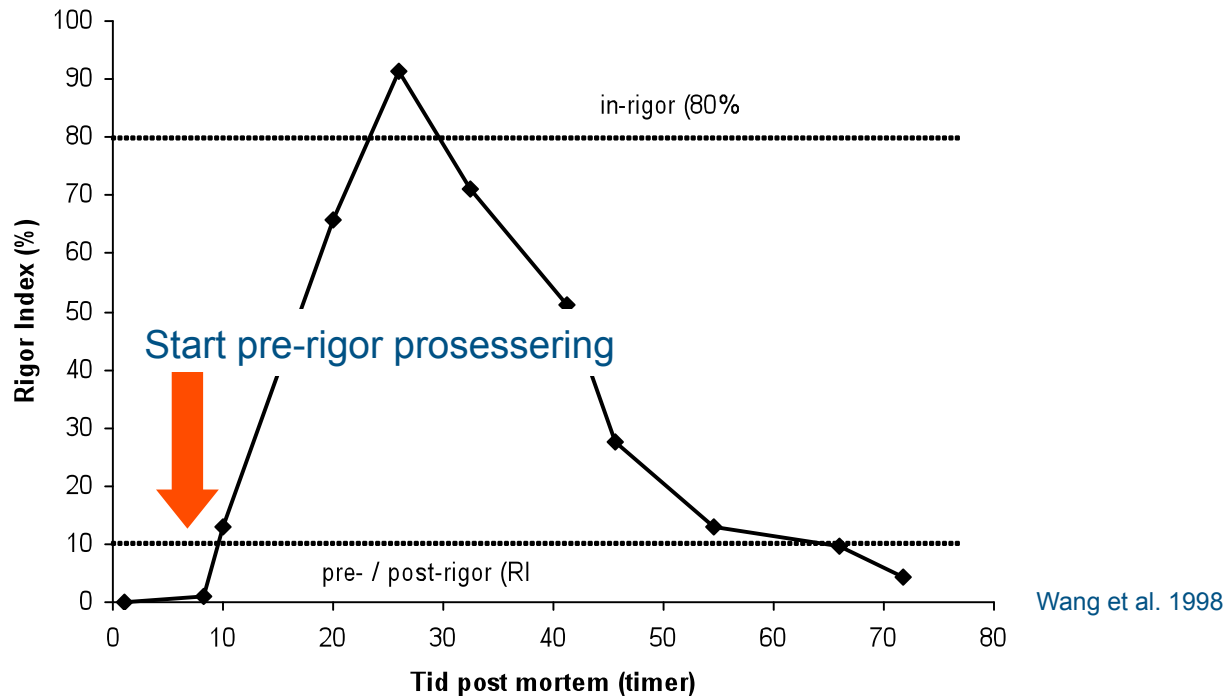
- ✓ Tradisjonelt har prosessering av laksefisk i form av filetering, salting og røyking blitt gjennomført 3-5 dager etter slakting
- ✓ En viktig årsak til dette har vært tidlig inntreden av *rigor-mortis*
  - ✓ Manuell håndtering
  - ✓ Filetering
  - ✓ Beinplukking
- ✓ Optimaliserte slaktemetoder ført til en mer "kontrollert" og senere inntreden av *rigor-mortis*
  - ✓ Inntreden av *rigor mortis* "utsatt" opp til etter 18-20 timer
- ✓ Ført til utvidet tidsintervall tilgjengelig for prosessering før inntreden av *rigor-mortis*
- ✓ Større slakterier endret strategi mot hovedsaklig *pre-rigor* filetering

## Bakgrunn forts..

- ✓ Forbedret filet kvalitet i form av mindre muskelspalting (gaping), øket hardhet og forbedrede fargekarakteristika sammenlignet med *post-rigor* filet
  - ✓ Vitenskapelig dokumentert
  - ✓ Bekreftet i form av færre ”reklamasjonssaker” fra butikker og videreforedlingsbedrifter

# Bakgrunn forts..

## Generelt eksempel på utviklingen av rigor-mortis i laks (3°C)



- ✓ *Rigor-mortis* inntreffer etter ca. 6-10 t (RI>10%)
- ✓ *Post-rigor* fasen inntreffer etter ca. 60-70 t (RI<10%)
- ✓ *In-rigor* fasen (maks. kontr.) oppstår etter 20-30 t (RI=80-100%)

## Bakgrunn forts..

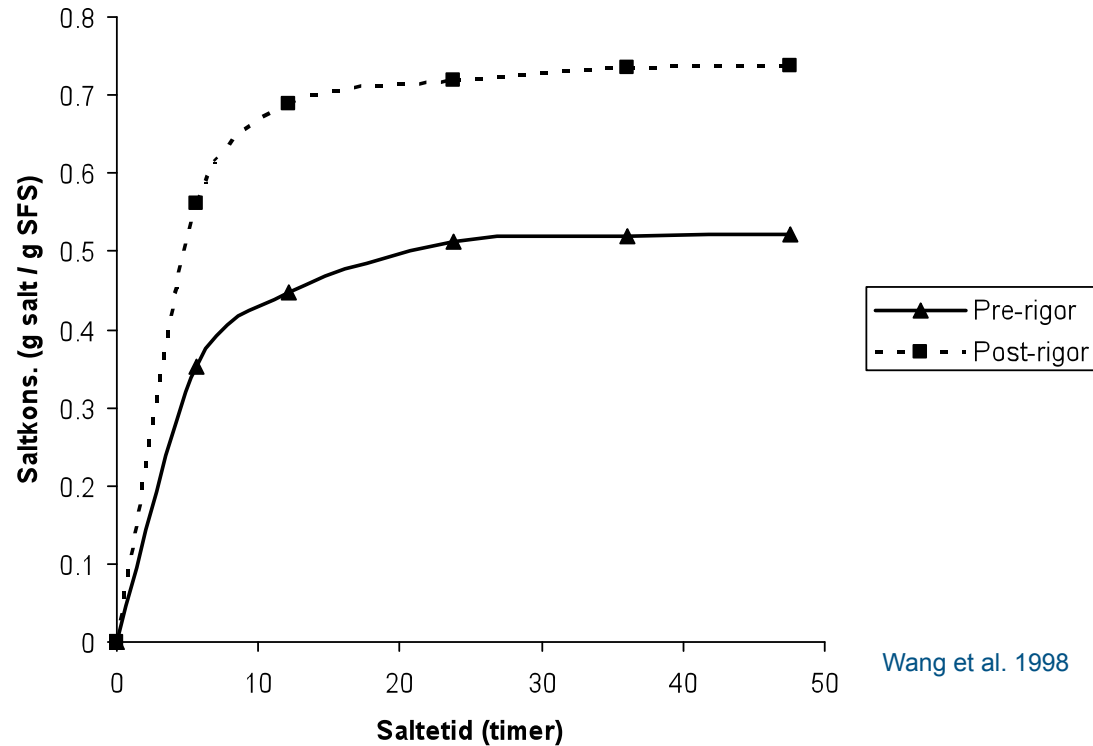
- ✓ Utfordrende å tilføre en *pre-rigor* muskel salt ved bruk av “tradisjonelle” diffusjonsdrevne saltemetoder (tørr- og lakesalting)
  - ✓ Tilføre tilfredsstillende mengder salt
  - ✓ Oppnå homogen fordeling av salt i hele muskelen

### Antatte årsaker:

- ✓ Endogene enzymer har ikke brutt ned cellestrukturene i muskelvevet i en *pre-rigor* muskel i samme grad som i en *post-rigor* muskel (tid etter avlivning)
- ✓ ATP-drevne ionepumper opprettholder konsentrasjonsgradienter over de intakte cellemembranene i en *pre-rigor* muskel
- ✓ Muskelkontraksjonen når *rigor-mortis* inntreer reduserer opptaket og påvirker fordelingen av salt i muskelen

# Bakgrunn forts..

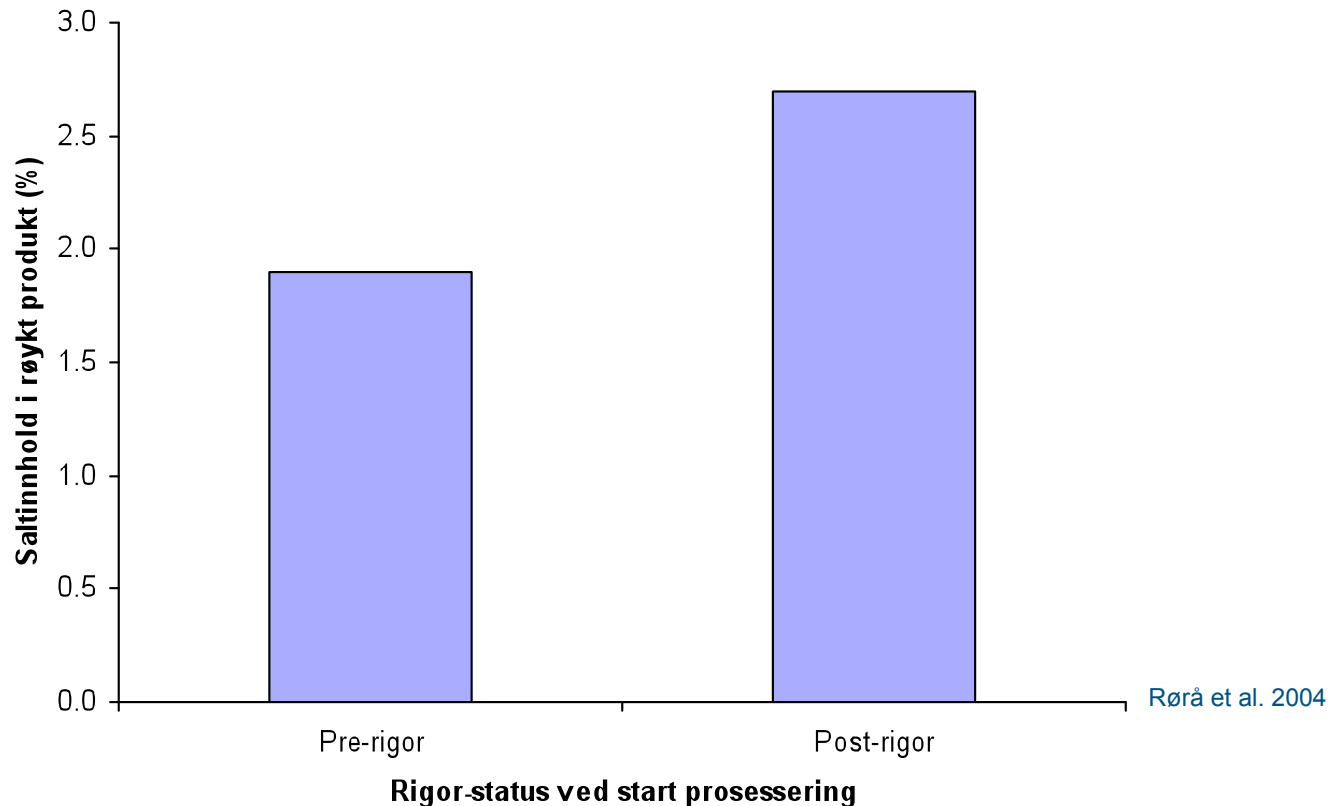
## Effekt av *rigor*-status på opptak av salt ved lakesalting (20%, 10°C)



- ✓ Høyest saltopptak i *post-rigor* muskel
- ✓ Størst opptak av salt de 10-15 første timene

# Bakgrunn forts..

## Effekt av rigor-status på saltinnhold (%) i tørrsaltede og røykte fileter



- ✓ Rigor-status signifikant effekt på saltinnhold også i røykte produkter
- ✓ Signifikant mindre homogen fordeling av salt i pre-rigor filet sammenlignet med post-rigor filet



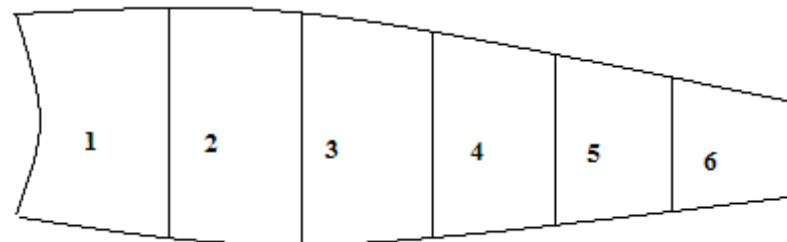
# Hovedresultater pre-rigor prosjekt 2005-2006

- ✓ Viktigste spørsmål som skulle besvares i prosjektet:  
“Er det mulig å produsere “pre-rigor” røyk laks med god/ tilsvarende kvalitet som tradisjonelt “post-rigor” produserte produkter?”
- ✓ Konklusjon:  
“Ja, forutsatt at kombi-salting (injeksjonssalting+1-2 timer tørrsalting) benyttes som saltemetode”

# Resultater salting

- ✓ Injeksjonssalting har blitt utprøvd til salting av pre-rigor filet med gode resultater og er den saltemetoden med størst "potensial"
  - ✓ Bare delvis diffusjonsavhengig, god saltfordeling
  - ✓ Rask metode – beholder tidsaspektet, som er en forutsetning og et konkurransefortrinn ved pre-rigor prosessering
  - ✓ Flere muligheter for "optimalisering" av prosessen ift. råstoffets karakteristika
  - ✓ Kommersielt anvendt metode

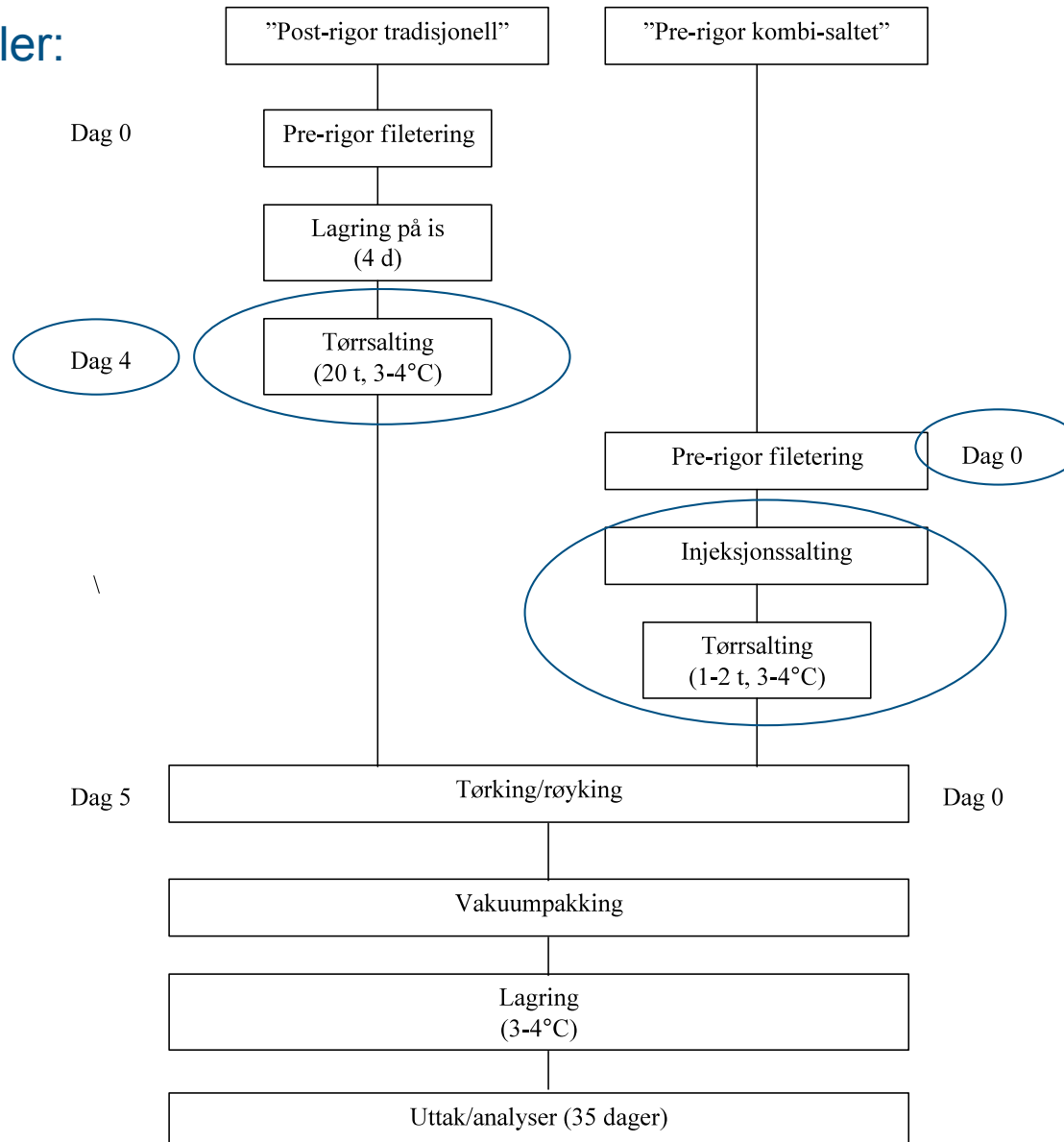
Segment	<u>Injeksjonssalting</u> Saltinnhold rå filet (%)	
	Post-rigor	Pre-rigor
1	2.3	2.3
2	2.2	2.2
3	2.2	2.2
4	2.1	2.1
5	2.0	2.0
6	2.1	2.2
<b>Snitt</b>	2.1	2.2
<b>Variasjon (CV%)</b>	5.5	4.5



- Liten variasjon i saltinnhold mellom de ulike segmentene (hode-hale) av muskelen
- ~Homogen fordeling av salt i muskelen

# Hovedresultater 2005-2006 forts..

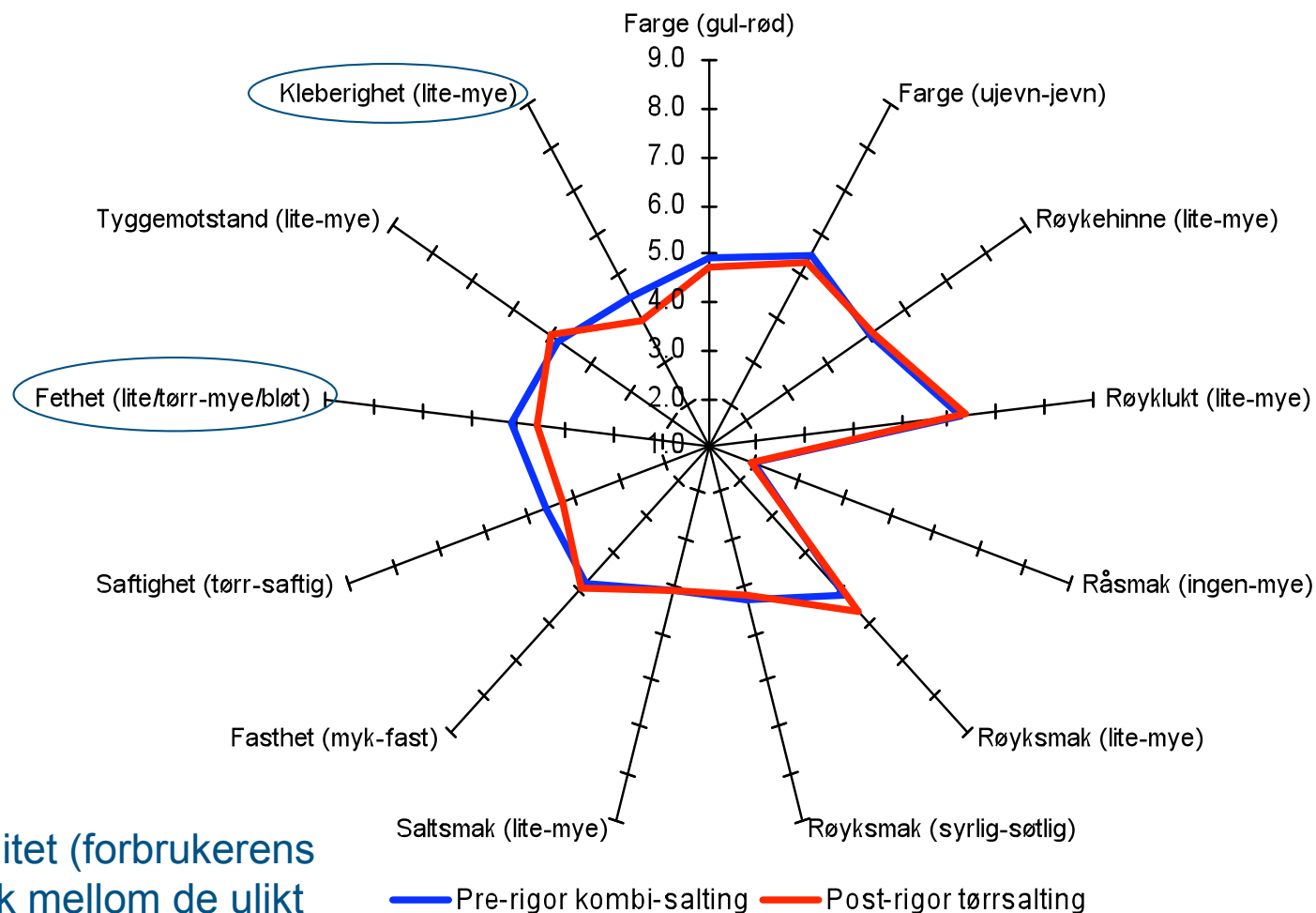
## Prosessprotokoller:



Figur 1. Flytskjema over prosessprotokollene til de ulike variantene i forsøket.

# Hovedresultater 2005-2006 forts..

Sensorisk evaluering av produktene etter kjølelagring (vakuum, 4°C, 35 d)



- ✓ Sensorisk kvalitet (forbrukerens oppfatning?) lik mellom de ulikt prosesserte produktene

# Nytt pre-rigor prosjekt 2008-2009

## *“Fargeegenskaper i muskel ved pre-rigor produksjon av røkt laksefilet”*

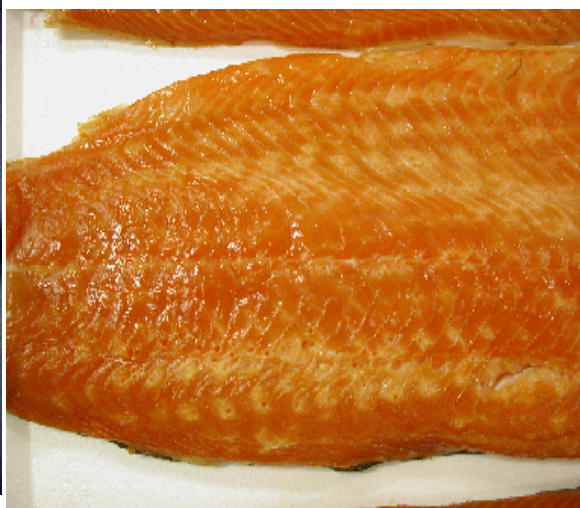
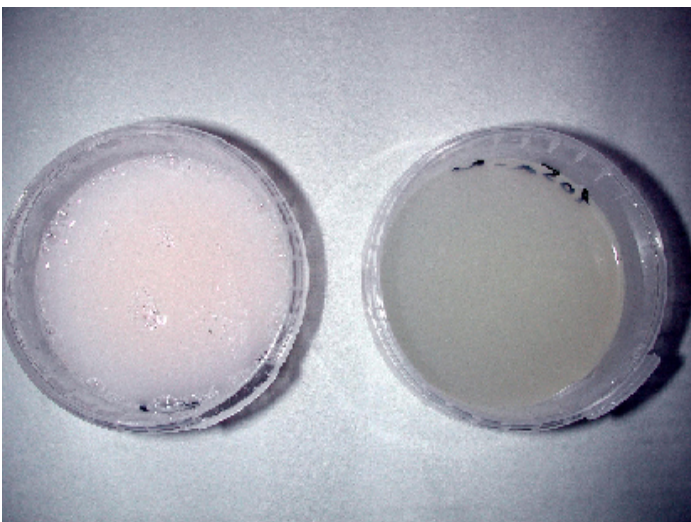
- ✓ Hovedfokus er rettet mot kvalitetsegenskapene; muskelfarge, retensjon av carotenoider (astaxanthin) og oksidasjon
- ✓ Effekter av prosessbetingelser:  
Dokumentere effekter av prosesstrinnene i en kaldrøykingsprotokoll (salting, tørking, røyking), pakking og lagring på kvalitetsegenskaper i pre-rigor prosessert røkt laks
- ✓ Effekter av blod i råstoffet:  
Dokumentere effektene av utblødningsgrad på kvalitetsegenskaper i pre-rigor prosesserte røkt laks (stress)

## *“Fargeegenskaper i muskel ved pre-rigor produksjon av røyt laksefilet”*

- ✓ Finansiert av Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond (FHF)
- ✓ Forankret i FHF's *”Handlingsplan for 2008-2010. Havbruk – Foredling av laks og ørret”*
- ✓ Norske Sjømatbedrifters Landsforening (NSL/NSS) har det overordnede prosjektlederansvaret
- ✓ Nofima Norconserv AS har det overordnede FoU-ansvaret
- ✓ Nofima Marin prosjektdeltaker og leverandør av FoU-tjenester



# Farge.....



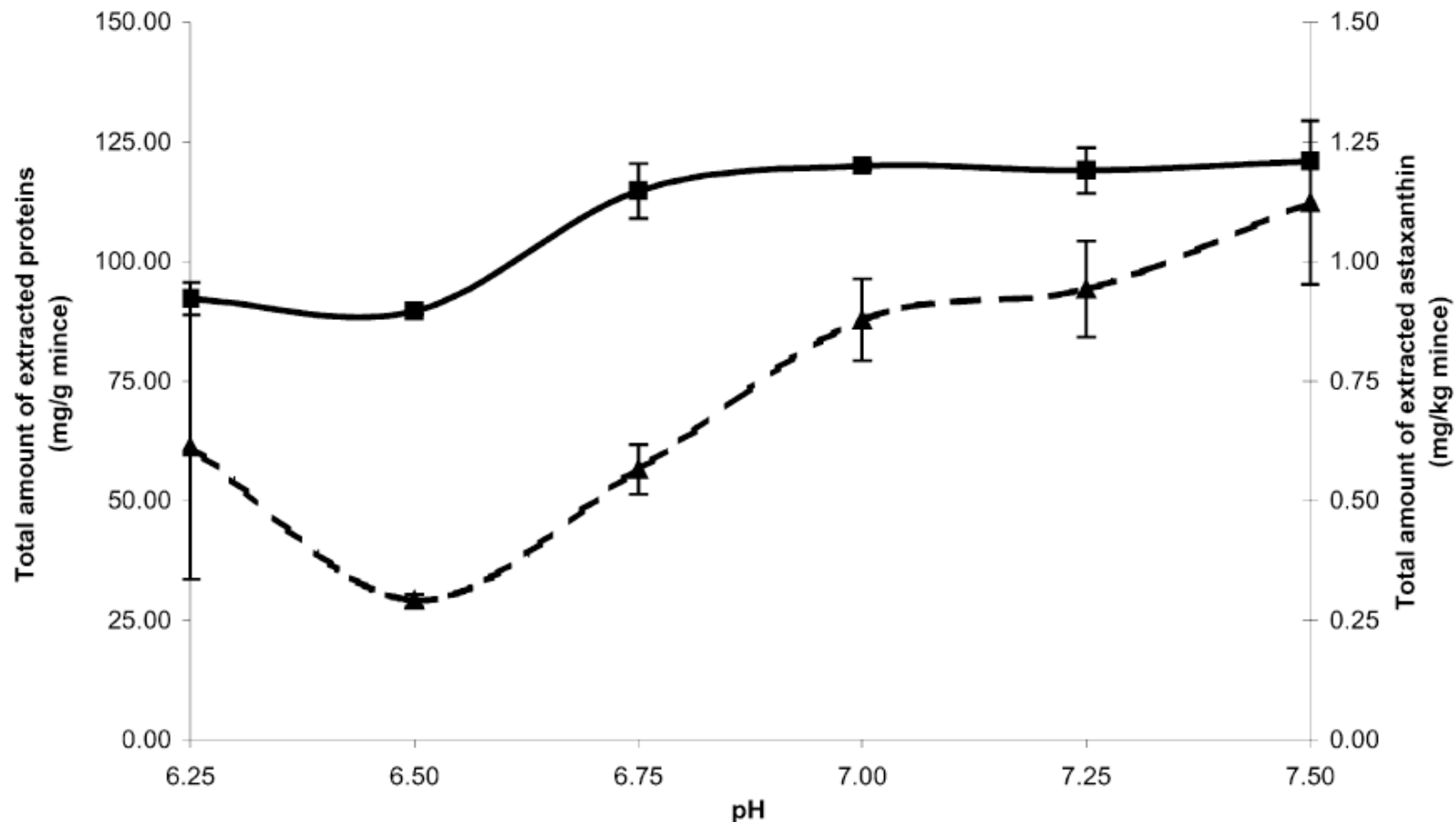


Fig. 5. Total amount of extracted proteins (water-soluble + salt-soluble;  $\text{mg g}^{-1}$  mince) and astaxanthin (water fraction + brine fraction;  $\text{mg kg}^{-1}$  mince) in 1.0 M brine. Extractions were performed at pH 6.25, 6.50, 6.75, 7.00, 7.25 and 7.50. —■— = total amount of extracted proteins, - -▲- - = total amount of extracted astaxanthin.

Birkeland and Bjerkgeng 2004

- Påvist effekt av saltkonsentrasjon på protein og astax. ekstraksjon
- Ulike råstoff og råstoffkvaliteter kan gi effekt???



**Table 2—Means for retention of astaxanthin (%) and relative reduction in astaxanthin concentration  $\Delta$  [Ax]% in Atlantic salmon fillets<sup>a</sup>**

Astaxanthin retention	
<b>Salting method</b>	
Dry salting	86.1
Injection salting	88.7
Effect <sup>b</sup>	ns
<b>Smoking temperature</b>	
20 °C	84.4
30 °C	90.5
Effect <sup>b</sup>	**
<b>Storage</b>	
Freshly processed	89.6
Chilled storage <sup>c</sup>	85.2
Effect <sup>b</sup>	*

<sup>a</sup>( $n = 12$ ).

<sup>b</sup>Effect of process, levels of significance \* $P < 0.05$ , \*\* $P < 0.01$ , \*\*\* $P < 0.001$ , and not significant (ns).

<sup>c</sup>Smoked fillets were vacuum-packaged and stored in darkness for 24 d at  $0.7 \pm 0.9$  °C.

Birkeland et al. 2004

# Arbeidsplan 2008 - 2009

## Forprosjekt - 2008

- ✓ Oppsummere litteratur på området
- ✓ Undersøke avbildende spektroskopi som metode for påvisning av blod og farge

## Hovedprosjekt – 2009 (oppstart august):

- ✓ Tematisk inndelt i to deler

Del 1 – Hovedfokus; effekt av saltemetode på farge og retensjon av astaxanthin

- Tørresalting
- Lakesalting
- Injeksjonssalting

Del 2 – Hovedfokus; effekt av utblødningsgrad på farge, retensjon av astaxanthin og oksidasjonsstatus

- Godt utblødd, ustresset (uthvilt) laks
- Dårlig utblødd laks (som følge av stress/utmattning)

# Resultater i forprosjektet 2008

## Avbildende spektroskopi for påvisning av blod i filet

Karsten Heia og Agnar Sivertsen, Nofima Marin

- ✓ Relativt ny metode for analyse av inhomogene prøver
- ✓ Hurtig og ikke-destruktiv. On-line teknologi
- ✓ Genererer et todimensjonalt digitalt bilde av objektet der hver pixel i bildet er representert med et lysspekter
- ✓ Utviklede algoritmer for fremheving av blod brukes på de innsamlede dataene
- ✓ “Blodfremmhevende bilder”

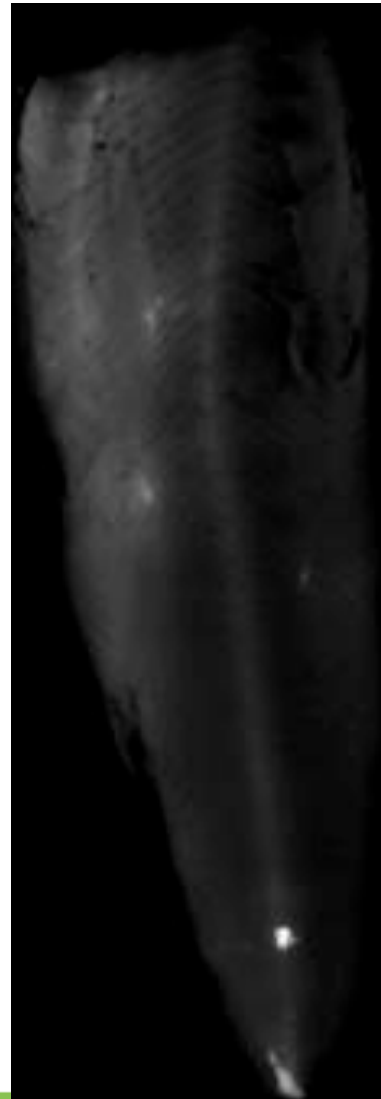
# Røykte laksefileter med blod



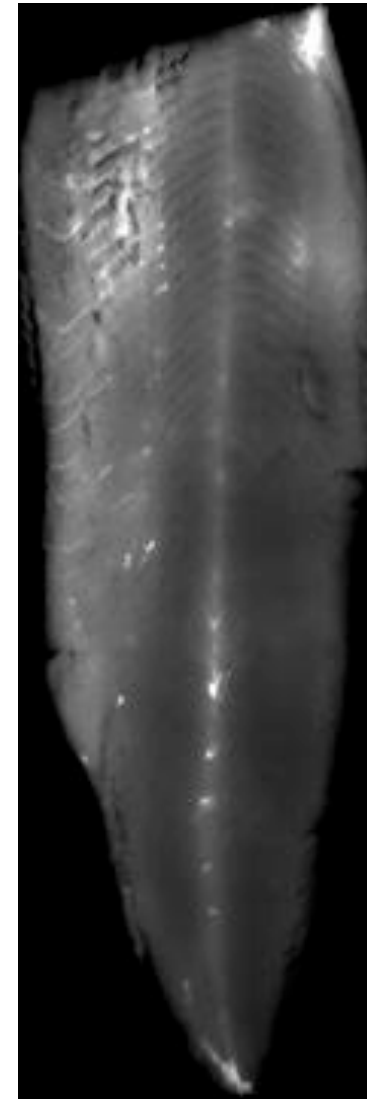
# Avbildende spektroskopi for påvisning av blod i filet

- ✓ Hemoglobin fremhevet
- ✓ Ikke kjemisk referanse
- ✓ Visuell inspeksjon
- ✓ Innplassering av blod, detekteres ned til 1 cm

Normalt utblødd



Dårlig utblødd

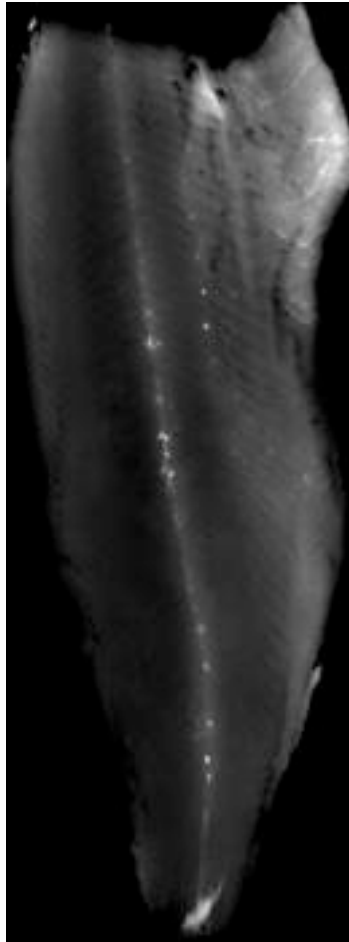


·  
·

# Avbildende spektroskopi for påvisning av blod i filet

- ✓ Oksidasjon av blod

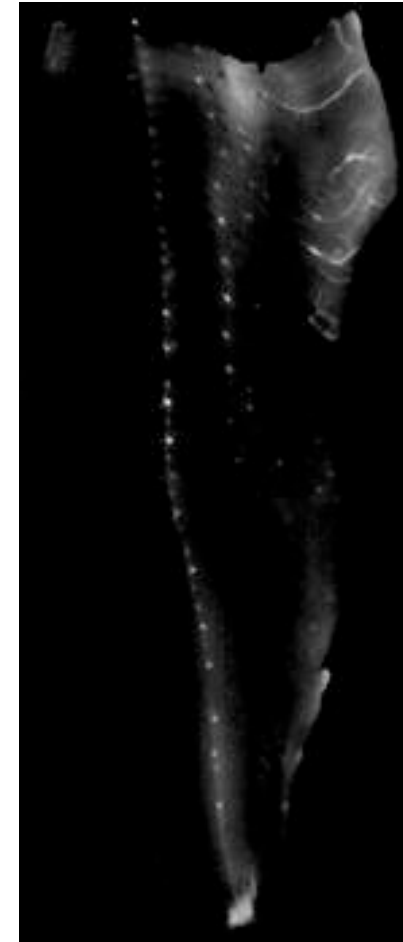
Hemoglobin – dag 0



Met-hemoglobin – dag 0



Met-hemoglobin – dag 1

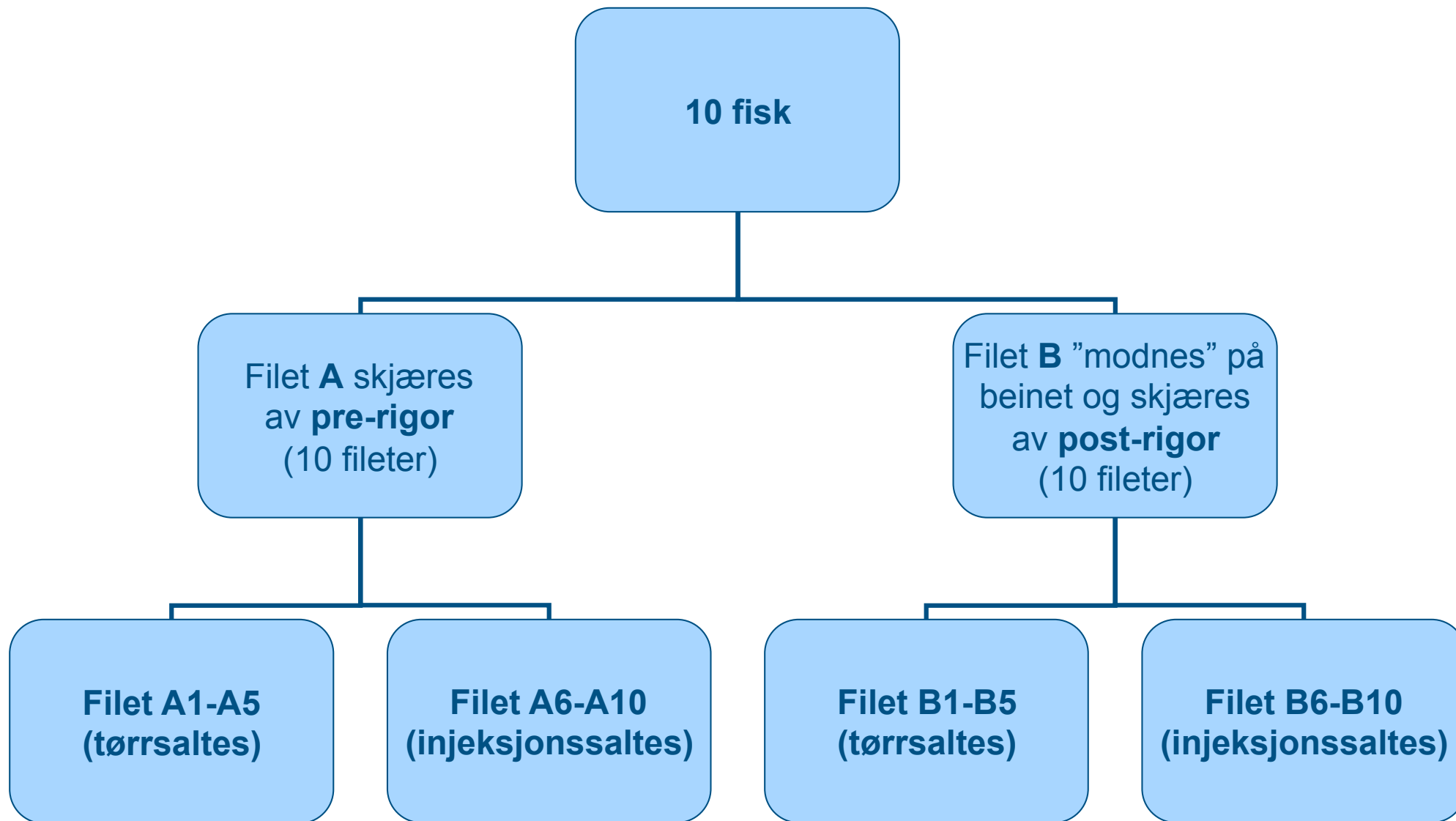




# Arbeidsplan for hovedprosjektet 2009

- **Del 1: Effekter av prosessbetingelser (salting, pakking og lagring)**
  - Eksperiment 1.1: Effekt av saltemetoder (2) på farge og retensjon av astaxanthin (standard røyking, lagring; pre/post)
  - Eksperiment 1.2: Effekt av pakkemetoder (2) og lagringsbetingelser (2) på farge, astaxanthin og oksidasjonsgrad.
- **Del 2: Konsekvenser av mangelfull blodtømming (slaktestress)**
  - Eksperiment 2.1: Ulik utblødning; effekt på farge, astaxanthin og oksidasjonsgrad (standard salting, røyking, lagring)
  - Eksperiment 2.2: Slaktestress /utmattning; effekt på blod i fileter, farge, astaxanthin og oksidasjonsgrad

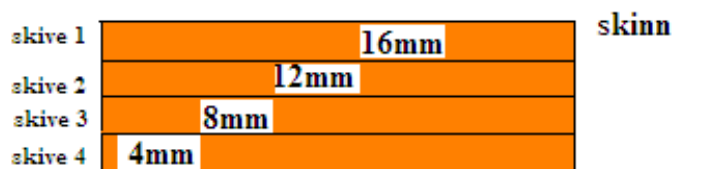
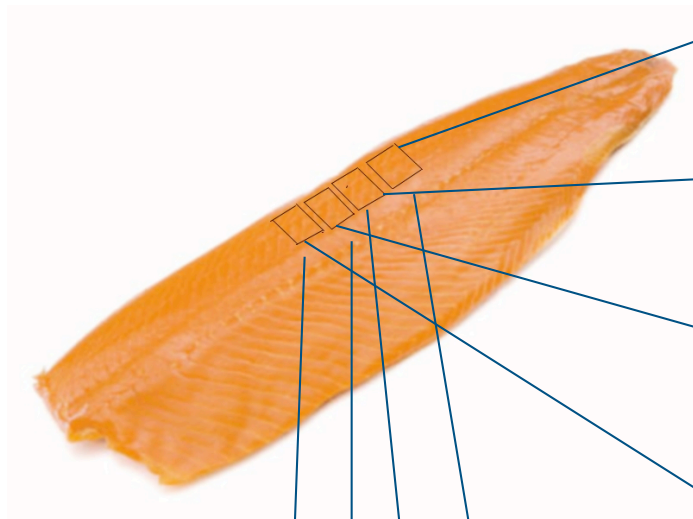
# Eksperiment 1.1 – effekt av saltemetode



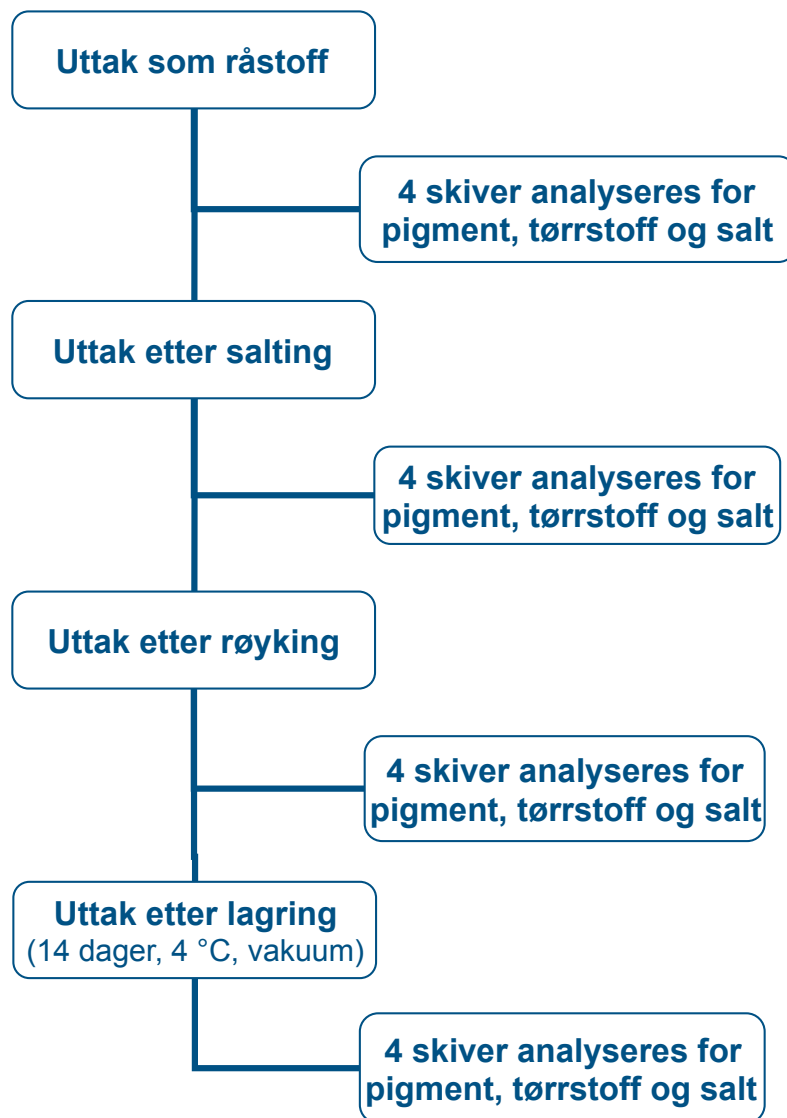


# Analyser alle fileter (20 stk)

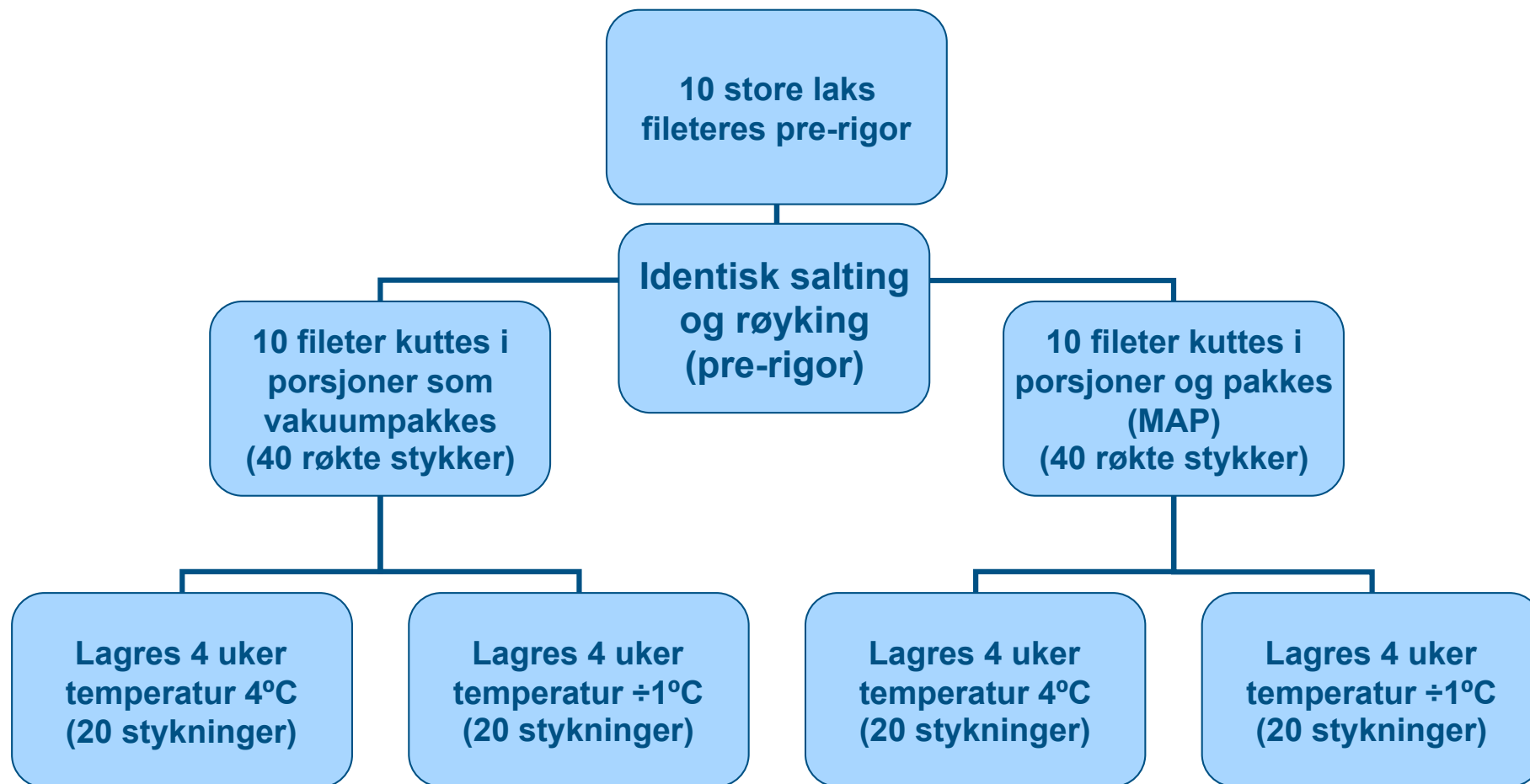
Totalt antall prøver: 320 stk



Horisontale skiver (25 \* 40 \* 4 mm)



# Eksperiment 1.2 – effekt av pakkemetode og lagring



# Prøveuttak og analyser i eksperiment 1.2

- Råstoff og fileter:
  - ”Produksjonshistorie” (fisk, foring, slakteprosess)
  - Fett, vann, protein
  - Farge og astaxanthin
  - Rigor-tilstand ved filetering
- Etter salting og røyking:
  - Farge og astaxanthin
  - Salt, tørrstoff
  - Oksidasjonsgrad
- Under kjølelagring ( 2 pakkemetoder og 2 temperaturer):
  - Farge, astaxanthin i produkt og ”drypptap”.
  - Sammensetningen av ”drypptapet” (fett, vann-/saltløselig protein, astax.)
  - Oksidasjonsgrad i produkt og ”drypptap”

# Eksperiment 2.1 og 2.2: Effekt av slaktestress og utblødningsgrad

**Tre grupper råstoff (laks) slaktes:**

- Uthvilt, godt utblødd
- Stresset/utmattet, godt utblødd
- Dårlig utblødd ("ubløget")

**Pre-rigor filetering  
Injeksjonsalting  
Standard tørking og røyking**

**De røkte filetene vakuumpakkes hele i poser  
og kjølelagres i 4 uker ved temperatur +2 °C**

# Prøveuttak og analyser (2.1, 2.2)

- Råstoff:
  - Nivå stress/utmattning ved slakting
  - Restblod i filetene (kjemisk og avbildende spektroskopi)
  - Fett, vann, protein
- Etter salting:
  - Farge og astaxanthin; før og etter salting
- Etter røyking:
  - Farge og astaxanthin
  - Salt
  - Oksidasjonsgrad
- Under kjølelagring vakuumpakket:
  - Farge, astaxanthin i produkt og ”drypptap”.
  - Oksidasjonsgrad i produkt (og ”drypptap”)
  - Sammensetning av ”drypptapet” (fett, vann-/saltløselig protein, astax.)

# Fremdriftsplan 2009

- Forsinket oppstart på grunn av tekniske problemer med røykeriet etter overflytting til Måltidets Hus.
- Ny fremdriftsplan:
  - Eksperiment 1.1 gjennomføres i Stavanger i aug./sept 09
  - Eksperiment 1.2 gjennomføres i Stavanger september 09
  - Eksperiment 2.1 og 2.2 gjennomføres som ett kombinert forsøk, i Tromsø i oktober 09
  - Databehandling og rapportering skal være avsluttet innen utgangen av 2009.