



**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**  
*INSTITUTE OF MARINE RESEARCH*





# **NFR plattformen ”Nye Marine Fôrressurser”**

**NFR prosjekt nr 172641**

**New Marine Feed Resources**

**The building of a consortium towards exploitation of unutilised  
marine resources for diets to farmed fish**



**Ørjan Karlsen & Rolf Erik Olsen**

**Strategisamling FHF – FoU verdikjede laks 1.-2. juni 2010**

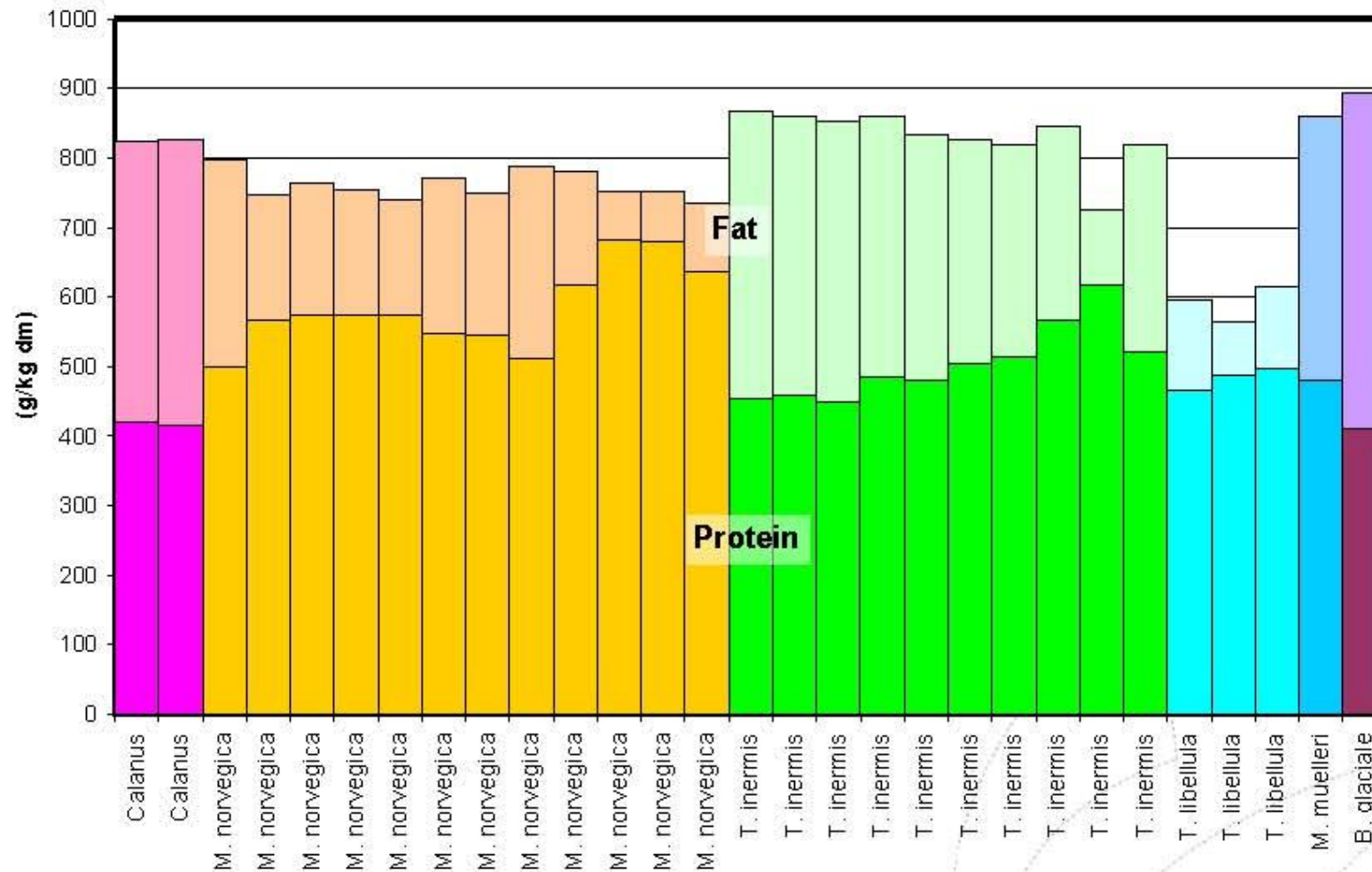
# Mål

- Karakterisere egnethet av fôrressurser fra lavere trofiske nivå som fôr til oppdrettsfisk, fokus på gjenværende utfordringer
- Arbeidspakkene:
  - Karakterisere fôrressursene
  - Prosessering
  - Fôrtillaging og optimalisering
  - Fôringsforsøk og fiskevelferd
  - Fremmedstoffer, spesielt biotilgjengelighet av fluor



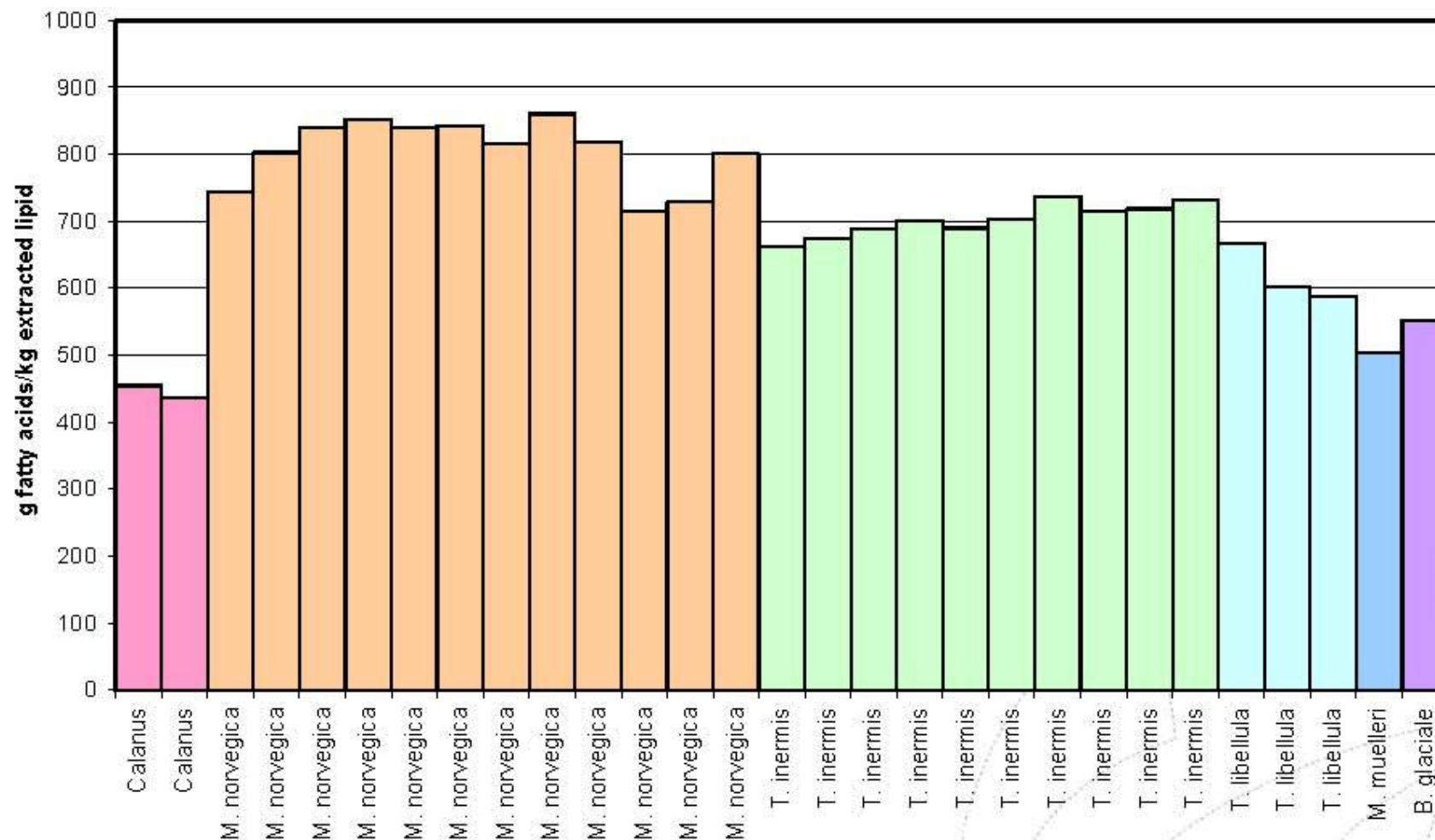
# Protein og fett i plankton og mesopelagisk fisk

## Prøver fra Norske- og Barentshavet



# Fettsyrer som andel av totallipid

Prøver fra Norske- og Barentshavet

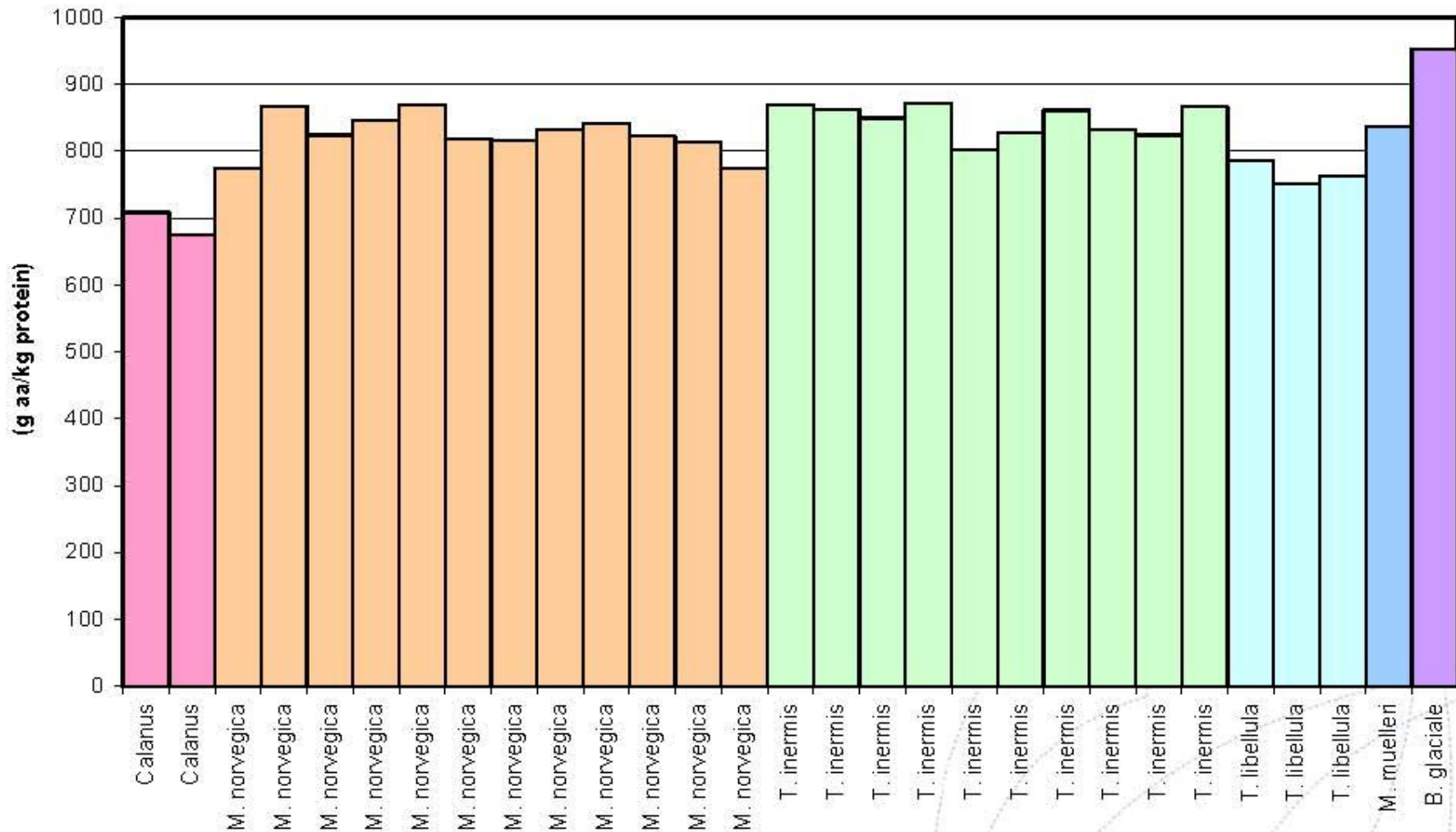


Eyolf Langmyhr, Nofima Ingrediens



# Andel av protein som aminosyrer

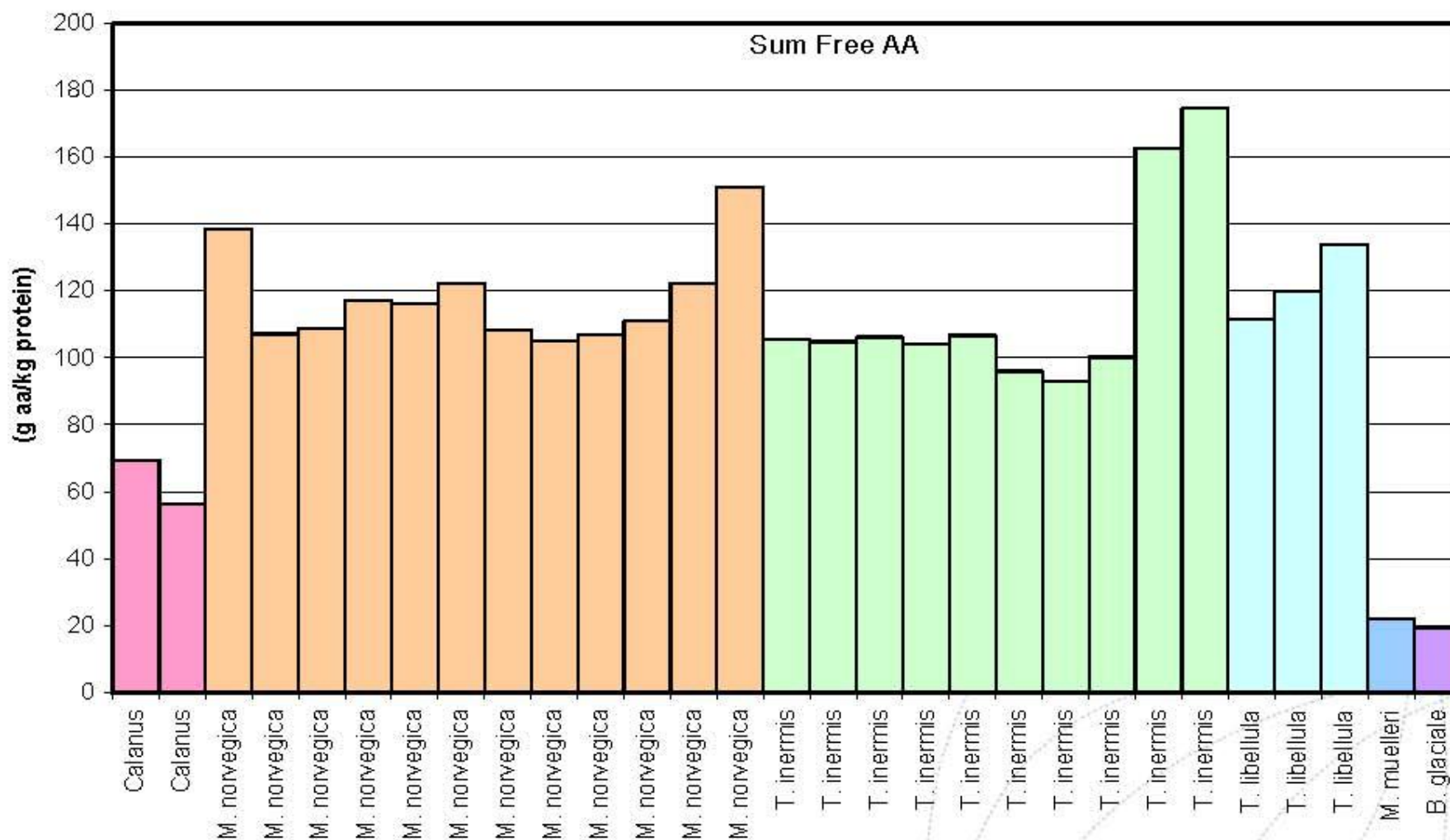
## Prøver fra Norske- og Barentshavet



Eyolf Langmyhr, Nofima Ingrediens

# Frie aminosyrer

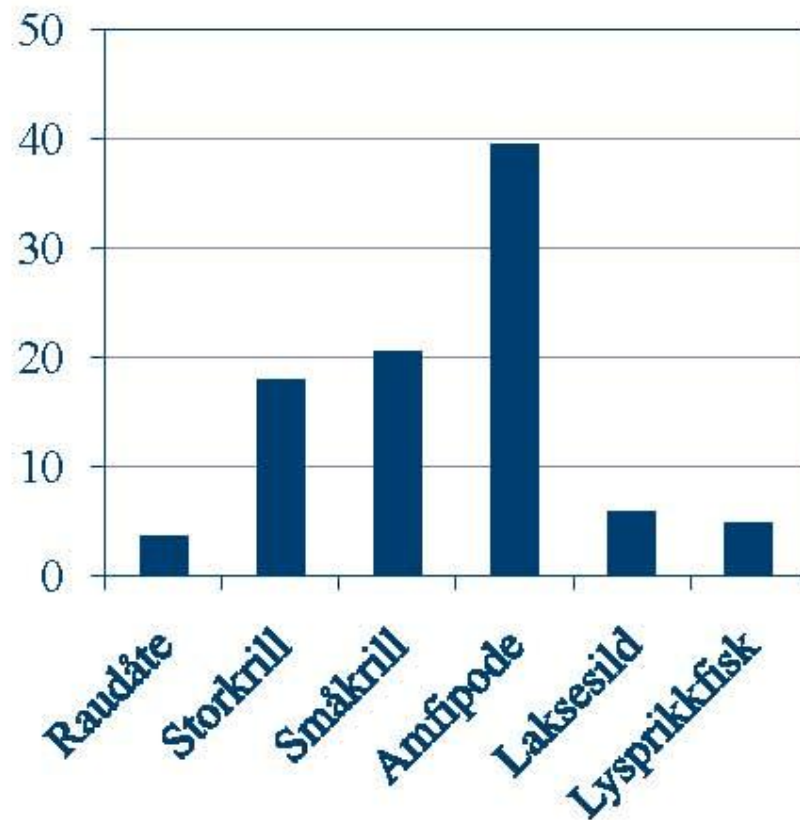
Prøver fra Norske- og Barentshavet



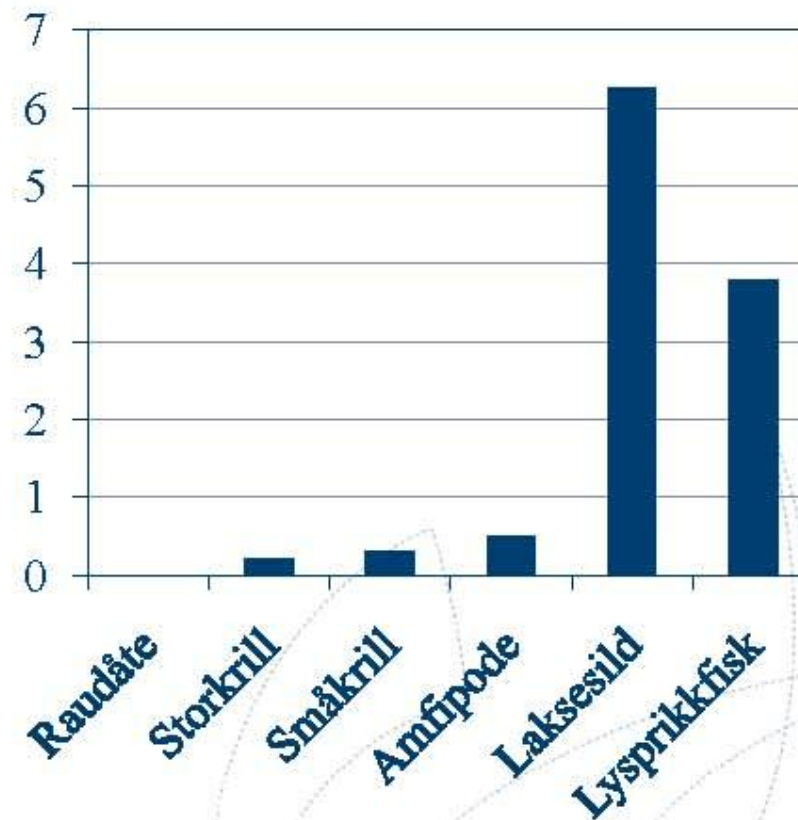
Eyolf Langmyhr, Nofima Ingrediens

# Aminosyrer i marine fôringredienser g/1000 g protein N (merk skalaforskjell)

## Taurin



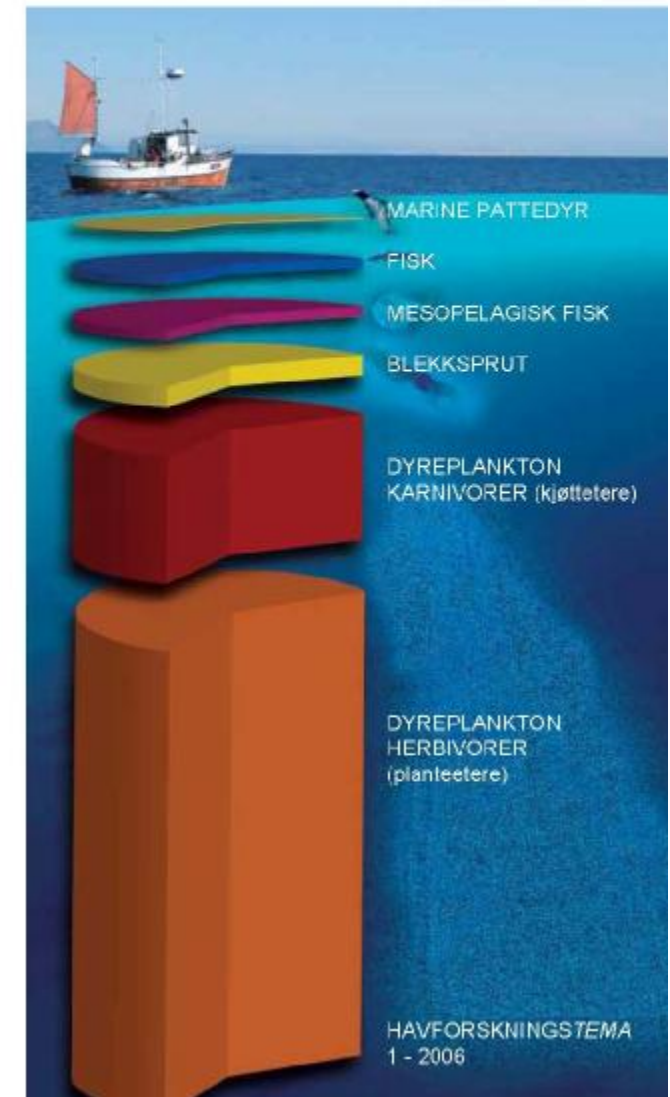
## Anserin





# Nye marine ressurser

Art	Biomasse (mill t)	Områder (mill. km <sup>2</sup> )
<b>Copepoder</b>		
<i>Calanus finmarchicus</i>	48	Norskehavet (1)
<i>Calanus hyperboreus</i>	34	Norskehavet (1)
<b>Krill (Euphausiids)</b>		
Euphausiacea (mye <i>M. norvegica</i> )	42/150	Norskehavet (2.2)
<i>Euphausia superba</i>	117-379	Antarktis
<b>Amphipoder</b>		
<i>Themisto spp.</i> (mye <i>T. libellula</i> )	29	Norskehavet (2.2)
<b>Mesopelagisk fisk</b>		
Antarctic mycophids	1 000	Globalt
	70-396	Antarktis



# NEW MARINE FEED RESOURCES

## Raudåte (*Calanus finmarchicus*)

Deltagere på prosjektet ved NTNU:

**Turid Rustad**, Karakterisering av enzymaktivitet i råstoff (Institutt for bioteknologi)

**Elin Kjørsvik**, Fôringsforsøk med fisk (Institutt for biologi)

**Ingrid Overrein**, Kjemisk karakterisering av råstoff (Sintef Fiskeri og Havbruk)

**Trygve Eikevik**, Prosessering av råstoff (Institutt for energi og prosessteknikk)

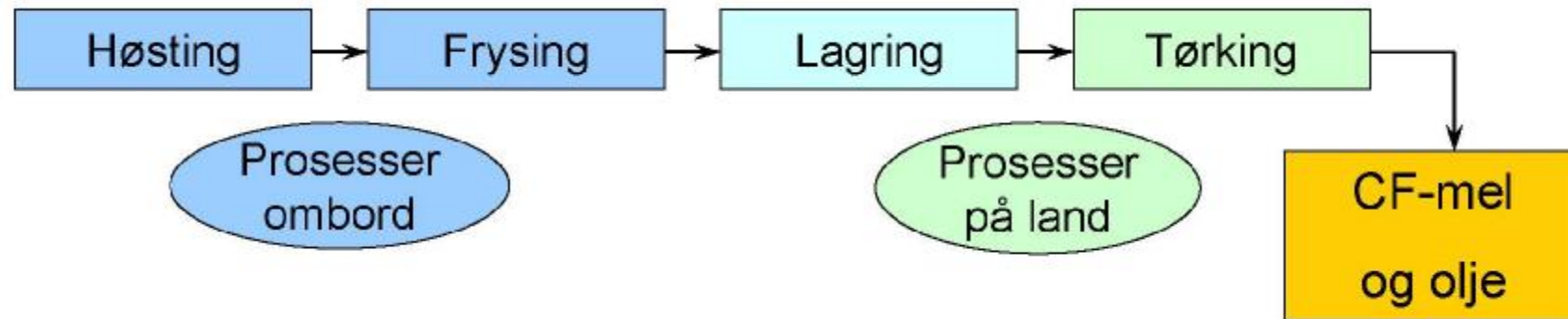
**Jan Ove Evjemo**, (Institutt for biologi)

**Yngvar Olsen**, (Institutt for biologi)

2 Stipendiater, Maria Bergvik og Michael Bantle



# ENZYMATISK AKTIVITET - FRYSETØR KING



Råstoff fra raudåte (CF) har svært høy enzymatisk aktivitet  
→ tørking ved lav temperatur (frysetørking)

Ferskt råstoff er en tykk masse med høyt vanninnhold  
→ utfordring å få stor overflate under behandling/prosessering

Ved frysetørking innaktiveres enzymer i råstoffet – dermed unngås varmebehandling

→ **Atmosfærisk frysetørking (Atmospheric Freeze Drying (AFD))**

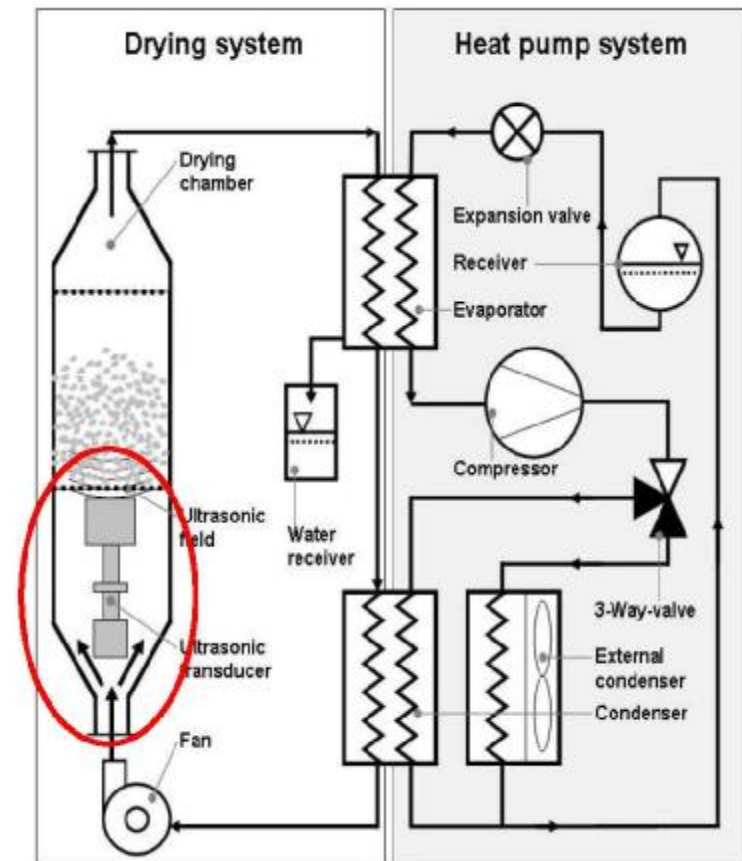
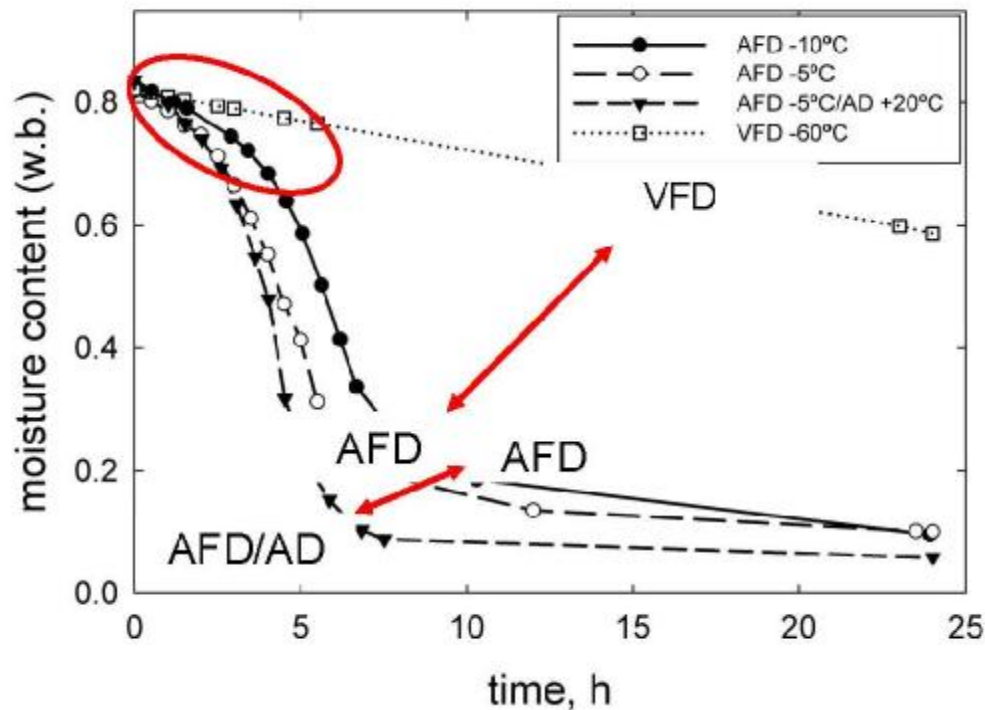


# TØR KING AV RÅSTOFF FRA RAUDÅTE

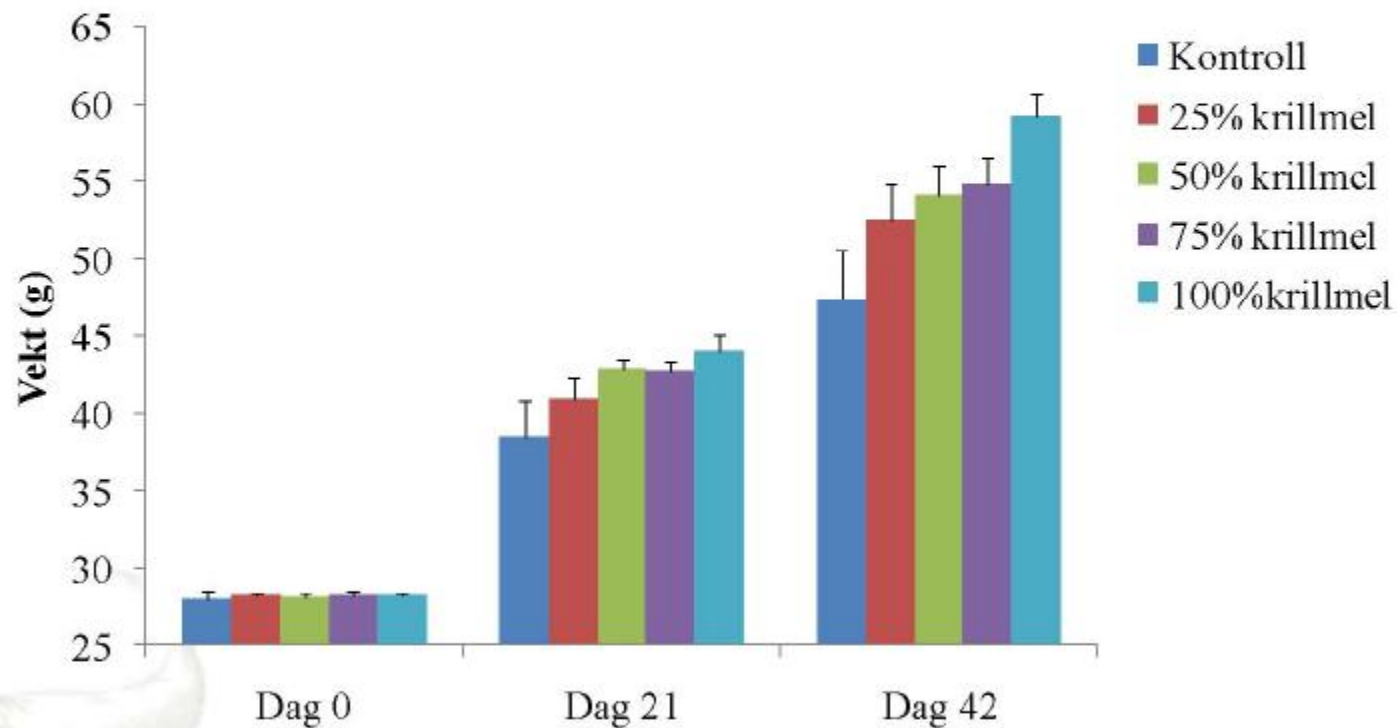
AFD: Atmosfærisk frysetø rking

VFD: Frysetø rking ved vakuum

AFD/AD: Atmosfærisk frysetø rking/atmosfærisk tø rking



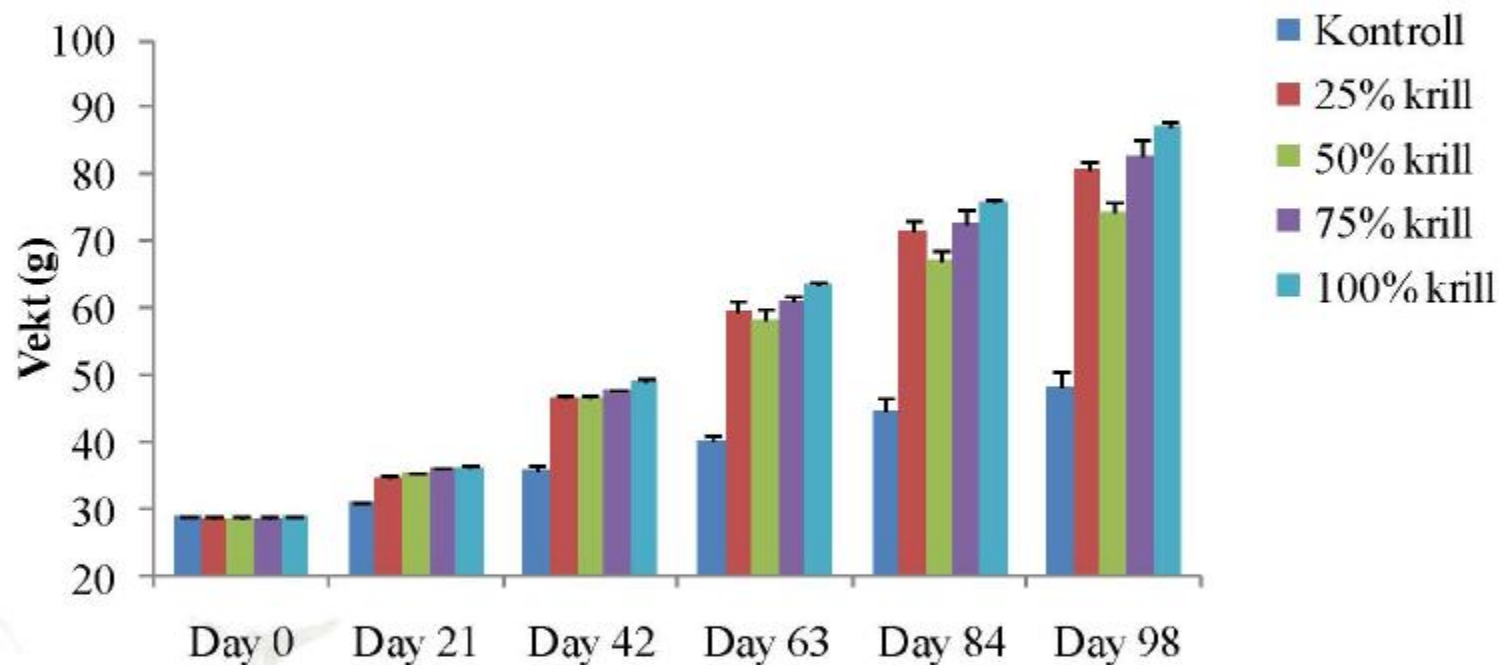
# Antarktisk krill øker vekst i torsk



Tibbets, Olsen, Lall, in press



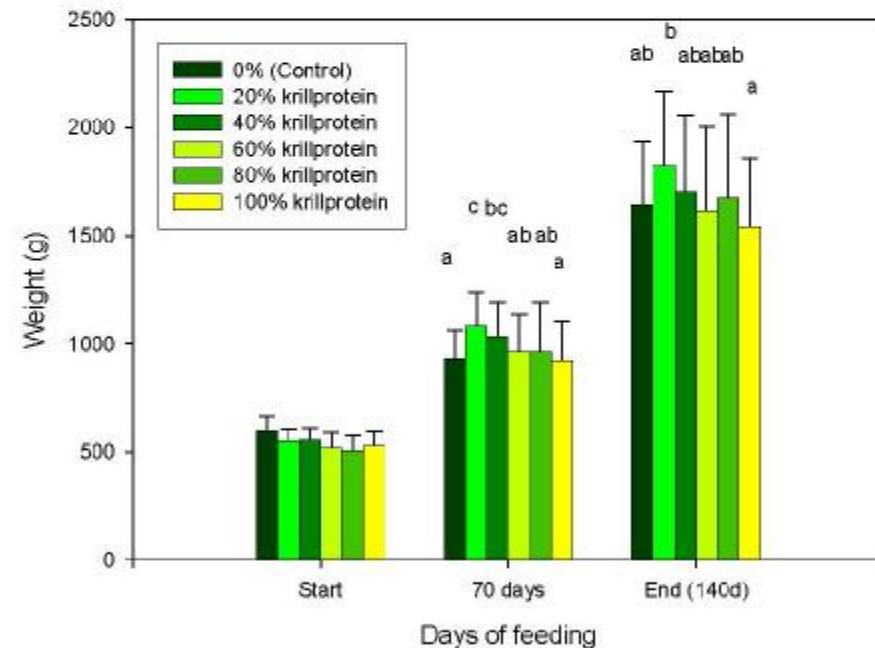
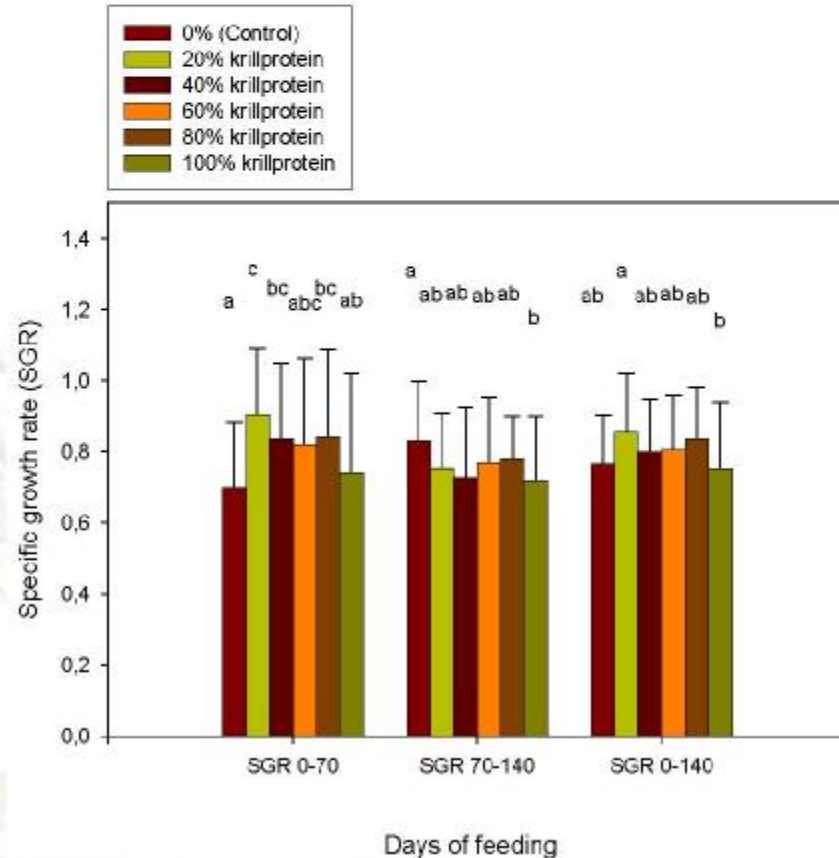
# Øker vekst mye i kveite



Tibbets, Olsen, Lall, in press

# Laks fôret med Antarktisk krill

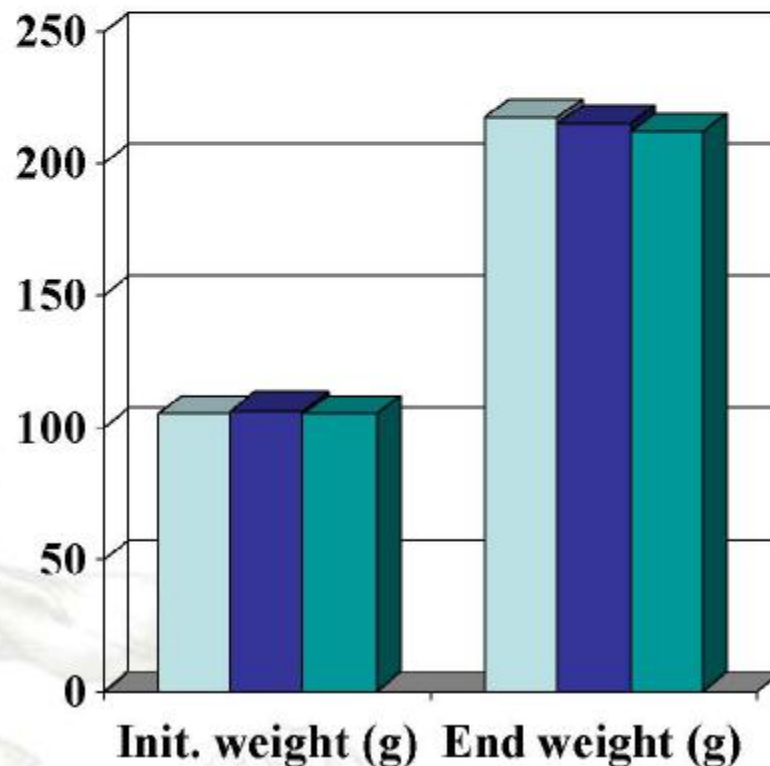
## *Euphausia superba*



- 0 til 100% av proteinet fra krill

# Laks fôret med småkrill

*Meganyctiphanes norvegica*



SGR Control	0,91
SGR 25%	0,88
SGR 50%	0,88

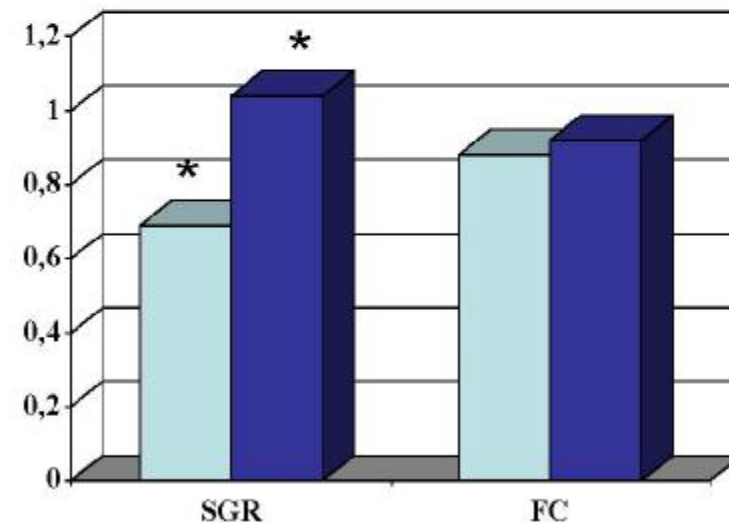
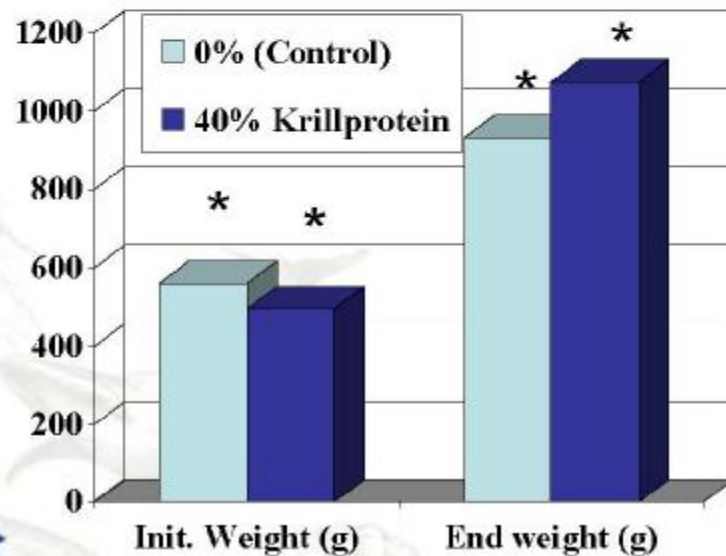
0% (Control)
25% krillprotein
50% krillprotein



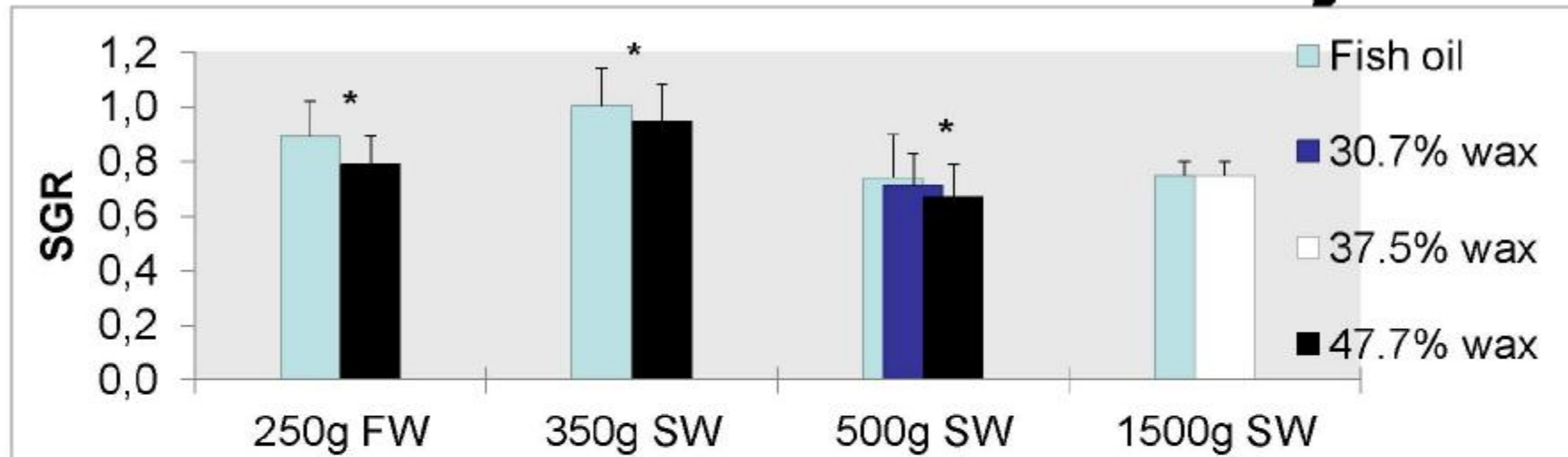
# Laks fôret med amfipode

## *Themisto libellula*

30% av proteinet med amfipode protein



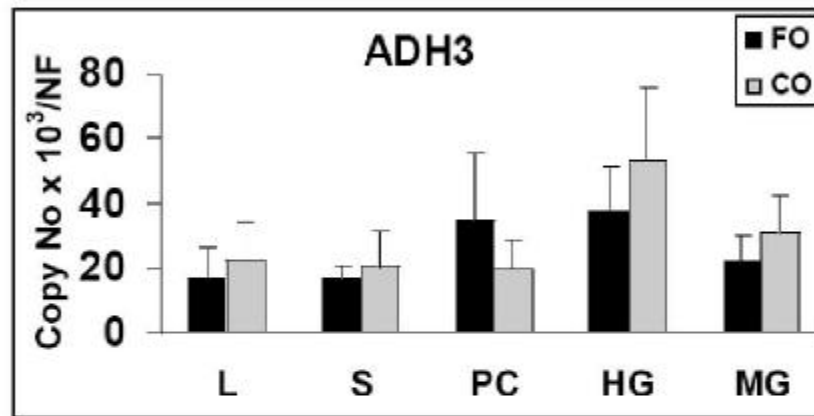
# Laks fôret med raudåteolje



- Voksestere spaltes saktere enn TAG,
- Fettalkoholer absorberes saktere enn fettsyrer
- Økt fôrinntak, galle- og enzymproduksjon gir fordøyelse på lik linje med en fiskeoljediett så lenge tarmen har tilgang på “tilstrekkelige” mengde TAG!
- Øvre grense voksester i dietter til laks:
  - Bør ligge nærmere 40% enn 50% voksestere av fett
  - Eventuelt forhold mellom voksestere:TAG på max 2:1

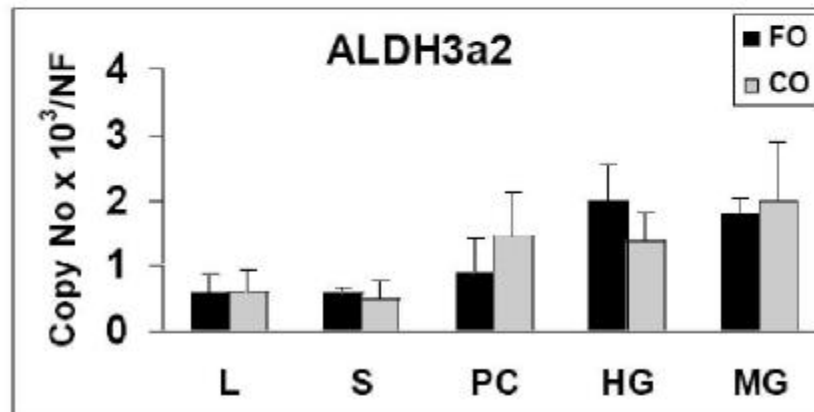


# Voksester til laks



Alkohol dehydrogenase og aldehyd dehydrogenase i tarm (oksidierer alkohol til fettsyre).

Oppreguleres ikke ved voksfôring.



Kan være begrensning mot høye mengder voksester.

Mininghetti, Olsen, Tocher, in press



## Overføring av fluor fra fôr til fisk

- En rekke forsøk ved HI, NOFOMA og NIFES har vist at fluor fra krillmel (KM) ikke overføres fra fôr til fisk holdt i sjøvann (Julshamn et al. 2004, Moren et al. 2007)
  - Studier med regnbueørret har vist at ørret akkumulerer fluor fra KM i bein, men ikke i fillet (Yoshitomi et al., Aquaculture 2006; 2007)
- Påvirker saltholdigheten i vannet opptak og akkumulering av fluor i fisk?

## 12 ukers fôringsforsøk med fersk- og sjøvannsadapterte Atlantisk laks

- Startvekt hhv.  $123 \pm 12$  og  $142 \pm 12$  g  
(n = 20)
- 3 dietter
  - Kontroll  $54 \pm 15$  mg F/kg (n = 2)
  - Krillmel  $263 \pm 4$  mg F/kg (n = 2)  
50% innblanding, Antarktisk krill
  - Kontroll + NaF  $211 \pm 9$  mg F/kg (n = 2)
- Analyserte fluor innhold i samleprøver  
(n = 10) av bein og fillet

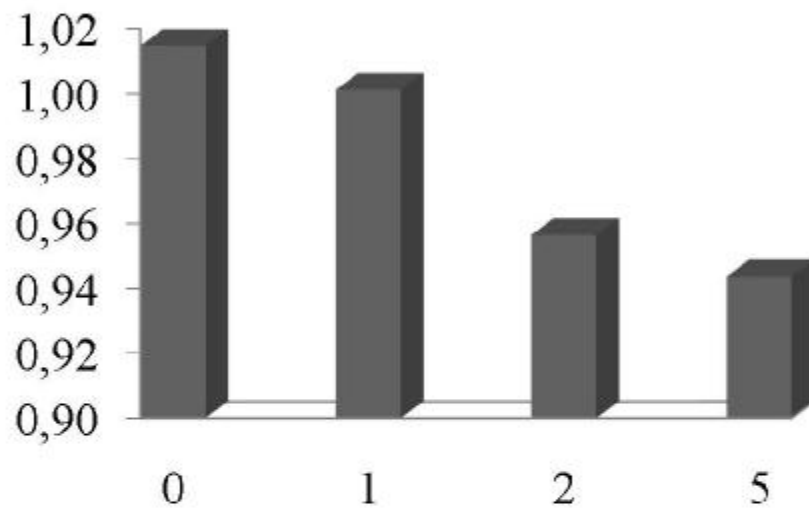


## **Påvirkes opptak og akkumulering av fluor i laks av saltholdighet i vannet?**

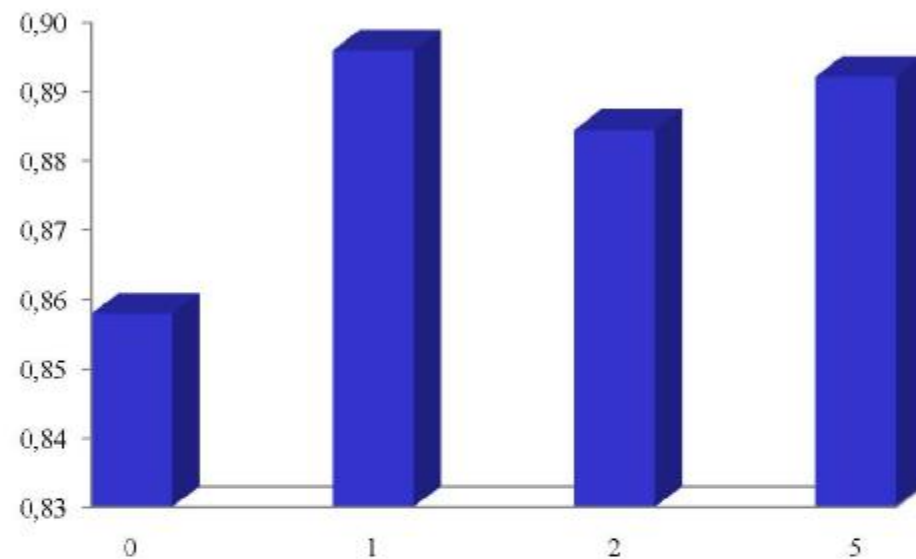
- Vi fant ingen akkumulering av fluor i fillet eller bein
  - Indikerer at opptaket og akkumulering av fluor i Atlantisk laks ikke påvirkes av saltholdigheten
- På Matre er der en liten innblanding av sjøvann i ferskvannet
  - Kan en vis innblanding av sjøvann i ferskvann forhindre opptak og dermed akkumulering av fluor i fisk holdt i ferskvann? Dette må undersøkes nærmere

# Laks foret med opp til 5% kitin

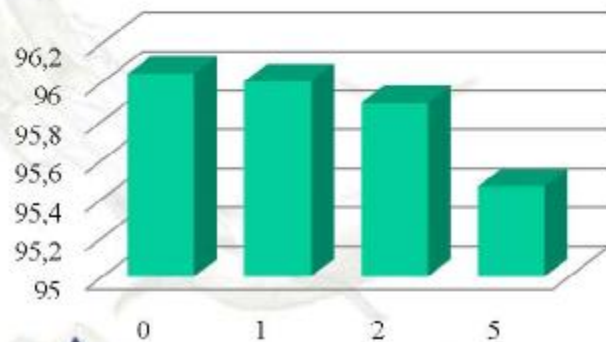
## SGR



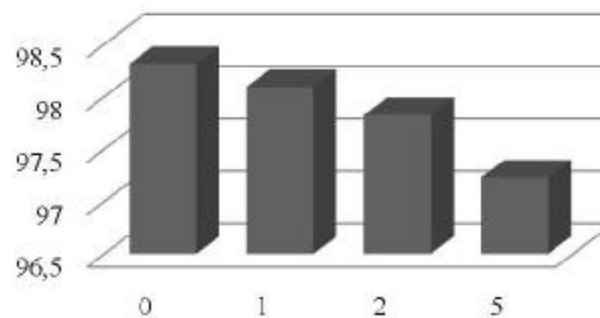
## FCR



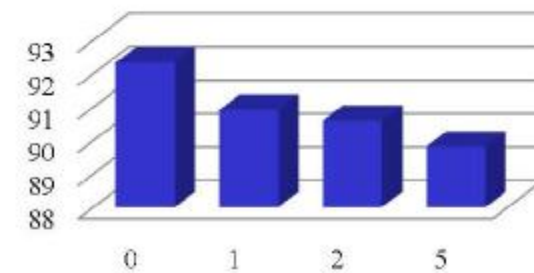
## ADC Tørrstoff



## ADC Protein



## ADC Fett





# Marine arter

- Fordøyer kitin
  - Prebiotika diskusjon veldig aktuell
  - Immunkompetanse aktuell problemstilling
- Mel svært god attraktant, dobling av vekst
  - Råstoffbehandling viktig fremover
- Enkelte produkter svært gode i weaningdietter



# Laks

- Målsetningene stor sett oppnådd
- Fluor ikke noe problem
- Kitin bør begrenses
- Utnytter voks til en viss grad, men høye mengder bør begrenses
- Mel god attraktant, bør utnyttes som tilsetning



# Perspektiver

- Stort potensiale for råstoff (mesopelagisk tilgjengelig)
- Enda noen utfordringer med voks
  - Temperatur
  - Effekt på lipidmetabolisme
  - Morfologiske endringer
- Immunkompetanse og "prebiotika" effekt veldig interessant med krillmel

