

# FHF prosjekt #900558:(2010-2013)

## Økt utnyttelse av fosfor fra marine biprodukt

MÅL: Økt verdiskapning av marint restråstoff ved å utvikle bioteknologiske løsninger som kan øke tilgjengeligheten av næringsstoffer i fiskebein, og bidra til en bærekraftig, kostnads- og miljøvennlig utnyttelse av tilgjengelige marine ressurser.

- ✓ Utvikle nye prosesslinjer for økt mineralutnyttelse fra fiskebein
- ✓ Utvikle nye prosesslinjer for økt proteinutnyttelse fra fiskebein
- ✓ Dokumentere merverdi av nye marine ingredienser som fôrmiddel til fisk

*Av prosjektleder : Sissel Albrektsen*

### Samarbeidspartnere:

- NOFIMA
- NIFES

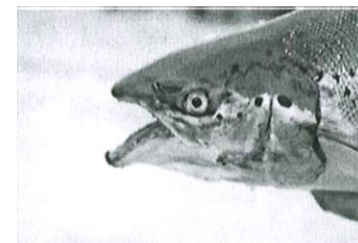
# Er det mulig å utnytte marine biprodukter på en bedre måte ?

## Eksempel: Fosfor

**Fosfor** er en begrenset ressurs



**Fosfor er nødvendig** for normal vekst og beinutvikling; lav tilgjengelighet av P i fiskefôr kan gi deformiteter

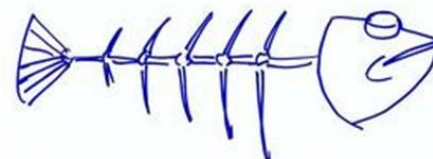


**Fosfor nivå er høyt** i marint råstoff og fiskemel, men fordøyeligheten er lav og variabel (20 - 40%)



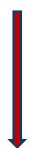
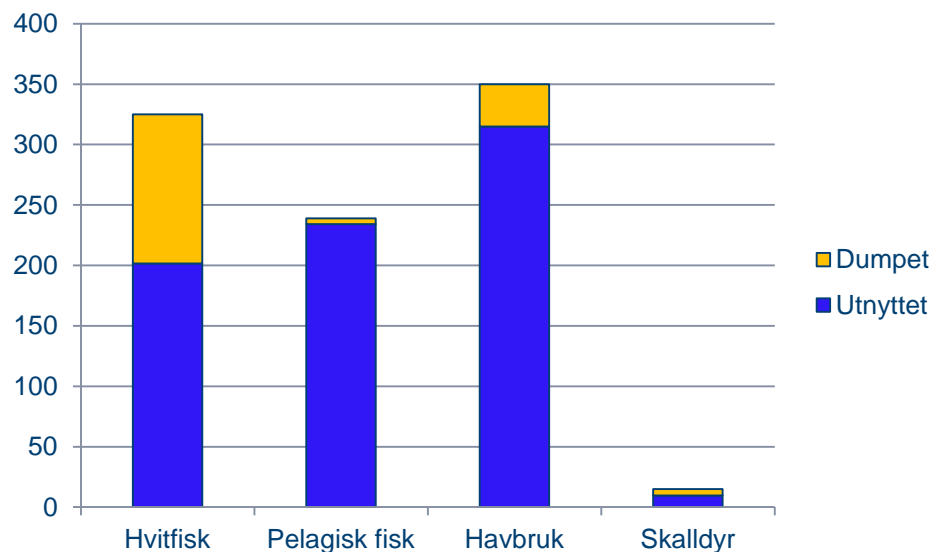
**Fosfor utslipp** (60-80% fra fôr) bidrar til forurensning og kan gi algeoppblomstring i ferskvann

**Fiskeavskjær inneholder mye fosfor** – er det mulig å øke utnyttelsen av denne P kilden ?



# Fiske biprodukter i Norge

929 (x1000) tonn (SINTEF rapport 2012)



20 % fiskebein

~ 1157 tonn P

| P kilder i laksefôr              |               |
|----------------------------------|---------------|
| P fra marine ingredienser (tonn) | 6 962         |
| P fra plante ingredienser (tonn) | 3 224         |
| P tilsatt (tonn)                 | 2 468         |
| <b>Totalt (tonn)</b>             | <b>12 654</b> |

(Ytrestøyl et al., 2011)

# Prosessering av marine biprodukt

Fiske biprodukt

1. Separasjon

Beinråstoff



2. Syrehydrolyse

pH ~ 1.3

Beinhydrolysat



3. Bufring pH ~ 3

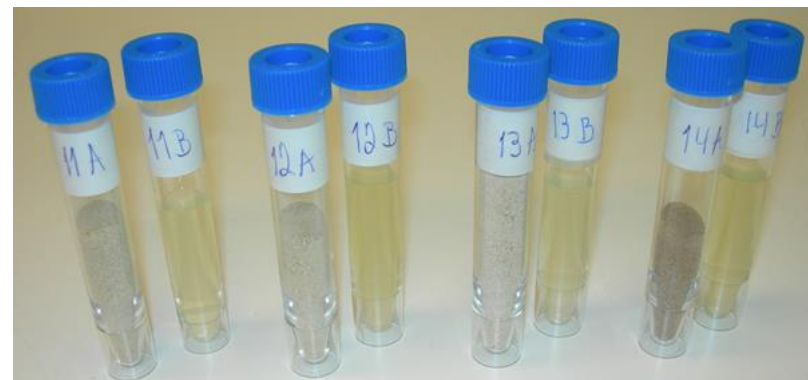
4. Spraytørrking

Fôringrediens



# Fiskebein hydrolysat:

- Fysisk/kjemiske variabler:
  - Syretype/-konsentrasjon
  - Syre/bein/vann
  - Nøytraliseringsmiddel
  - Temperatur
  - Tid
  - pH



A) Vasket, tørket og homogenisert fast stoff  
B) Sterilfiltrert (0,2 µm) væskefase.

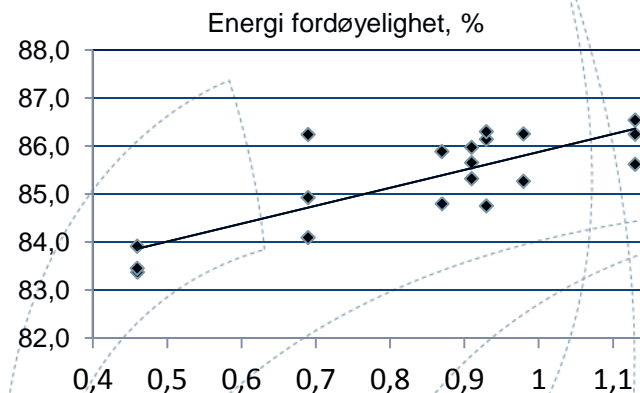
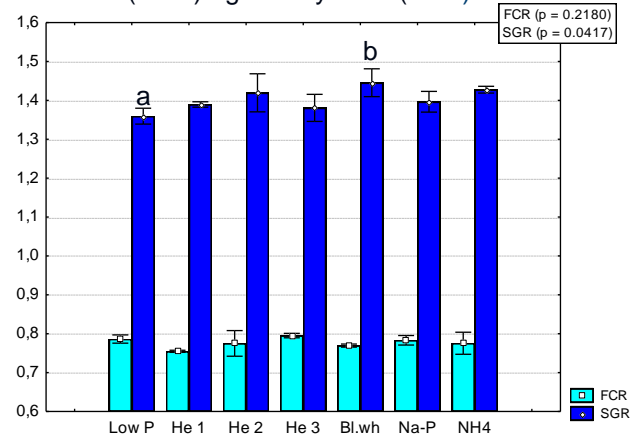
|                      | FB hydrolysat<br>Sild 2011 | FB hydrolysat<br>Kolmule | FB hydrolysat<br>Sild 2012 |
|----------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
| <b>Protein (%)</b>   | 30*                        | 8.9                      | 33.9                       |
| <b>Fett (%)</b>      | 1.6                        | 1.6                      | 0.8                        |
| <b>Aske (%)</b>      | 32.2                       | 67.7                     | 31.8                       |
| <b>Vann (%)</b>      | 2.2                        | 3.6                      | 2.7                        |
| <b>Total P (%)</b>   | 10.40                      | 10.35                    | 10.88                      |
| <b>Løselig P (%)</b> | 9.10                       | 9.15                     | 9.22                       |
| <b>Ca</b>            | 1.75                       | 1.30                     | 0.56                       |

# P fra fiskebein i fôr til laks etter smoltutsett

| Diett                           | Løselig P |
|---------------------------------|-----------|
| Lav P                           | 0,5       |
| Sild 1                          | 0,7       |
| Sild 2                          | 0,9       |
| Sild 3                          | 1,1       |
| Km 2                            | 0,9       |
| Na-P                            | 0,9       |
| NH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub> | 0,9       |

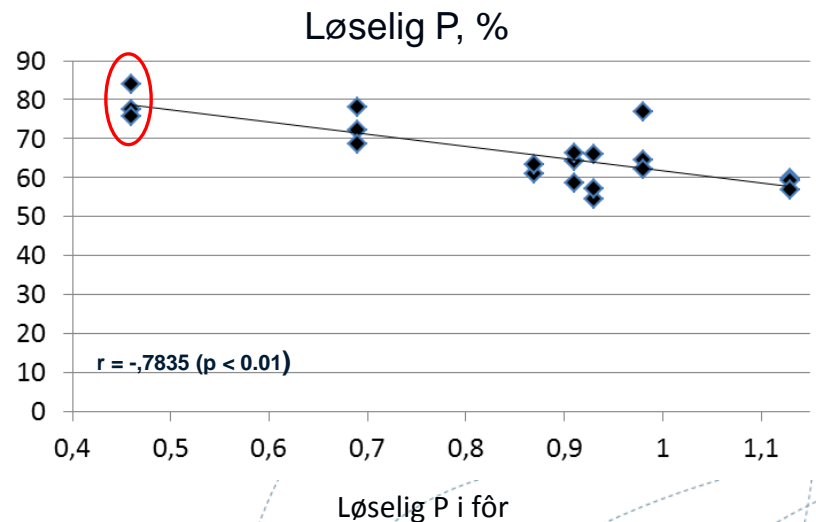
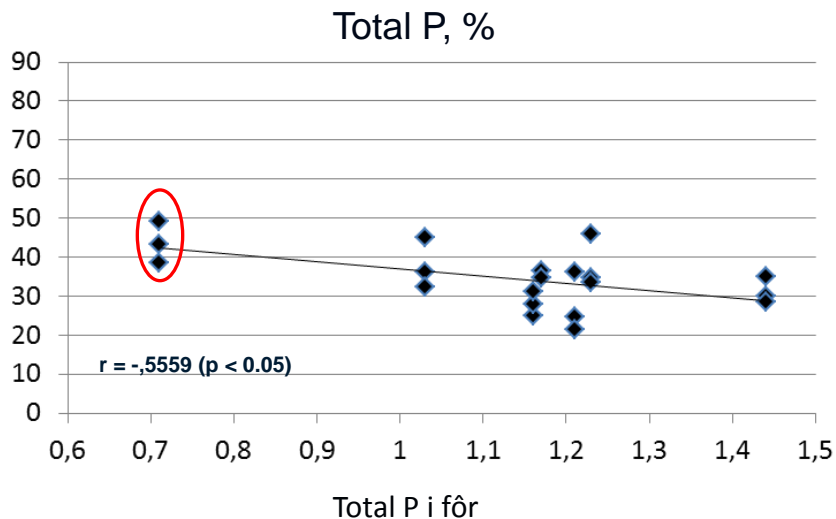
- Redusert vekst og mineralisering
- P mangel markører aktivert
  - NaPi transporter i tarm
  - ALP enzym i bein
- God vekst og fôrutnyttelse
- God mineralisering i hel fisk, bein og skjell (P, Ca)
- Økt energi fordøyelighet med økende P nivå i fôret

Vekst (SGR) og fôrutnyttelse (FCR)

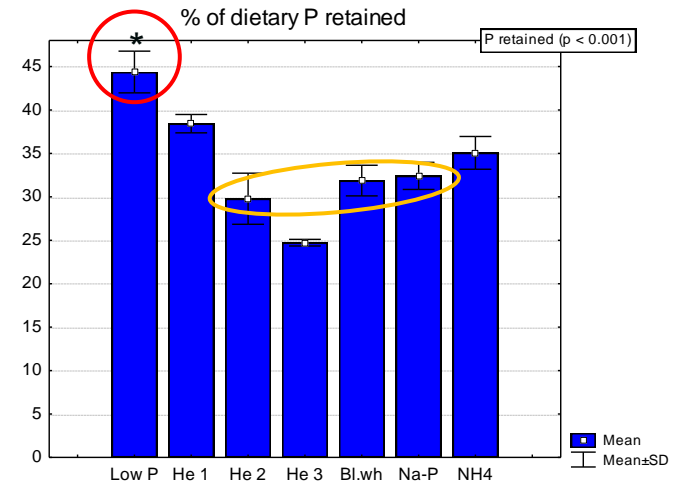
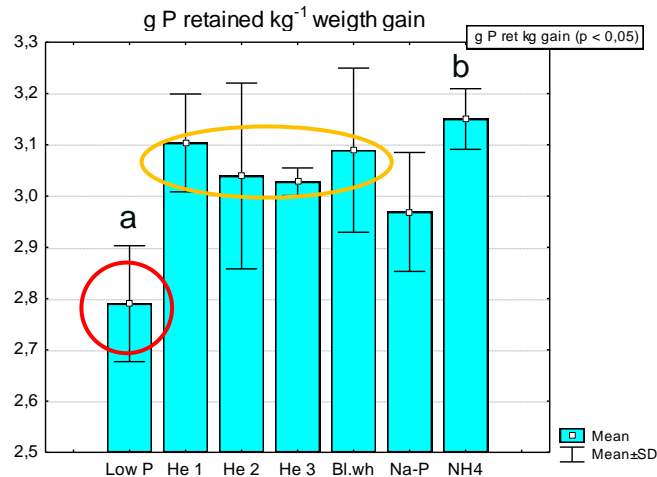


# Fosfor fordøyelighet

- **Opptaket** av P fra fôr mest effektivt i fisk fôret med lav P diett
- **Fordøyelighet** av total P og løselig P synker med økt P innhold i fôret



# P retensjon i fisk og P utnyttelse fra fôr



- ✓ Lav retensjon, men effektiv P utnyttelse i fisk fôret med lav P kontroll diett
- ✓ Høy P retensjon i fisk fôret med beinhydrolysat fra sild og kolmule
- ✓ Lik P utnyttelse fra fôret uavhengig av P kilde

- Oppnår full behovsdekning på 0.7 % løselig P



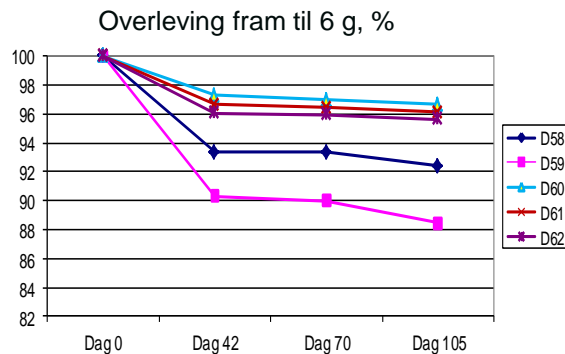
# Startfôring av laks (*Salmo salar*)



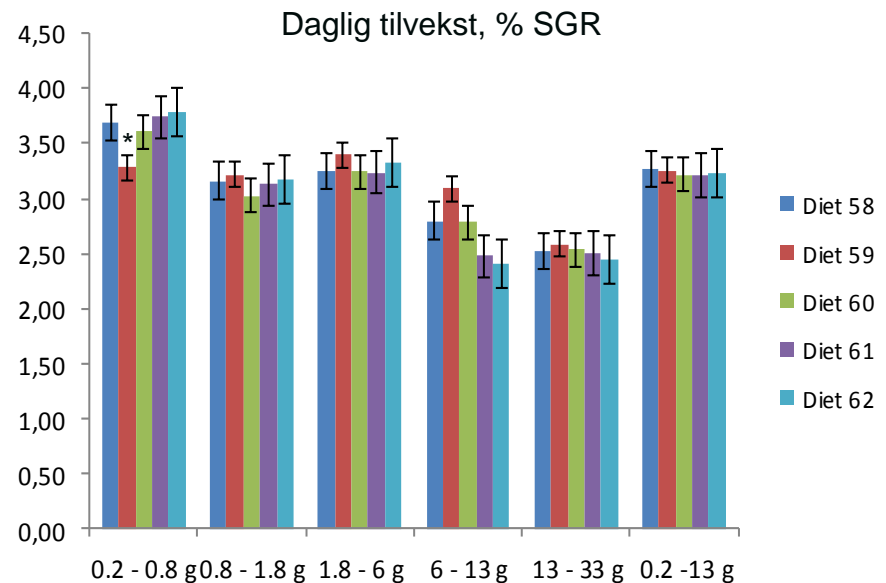
Tanks Ø 0,5 m

- ✓ Startvekt 0,17 g
- ✓ 168 fôrdager (April – Oktober 2012)
- ✓ Temperatur  $12.1 \pm 0.4^{\circ}$  C
- ✓ 350 fisk/kar (n=3)
- ✓ Kontinuerlig fôring

| Diett       | D58   | D59   | D60   | D61    | D62    |
|-------------|-------|-------|-------|--------|--------|
|             | Lav P | FBH 1 | FBH 2 | Na-P 1 | Na-P 2 |
| Løselig P,% | 0,55  | 0,70  | 0,85  | 0,70   | 0,85   |

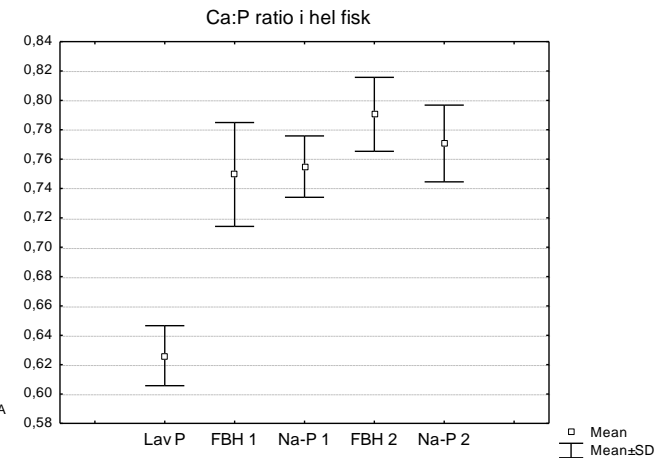
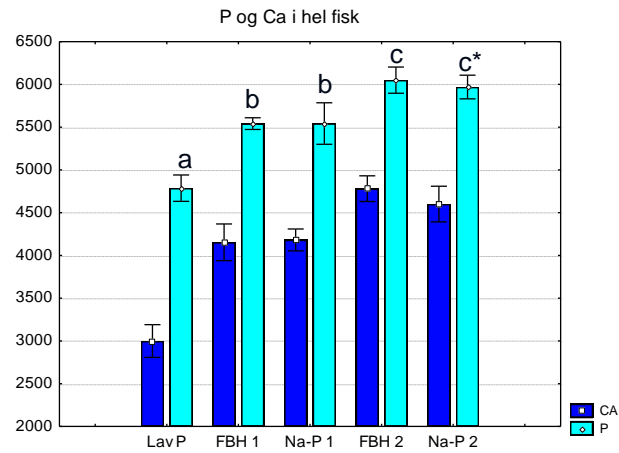
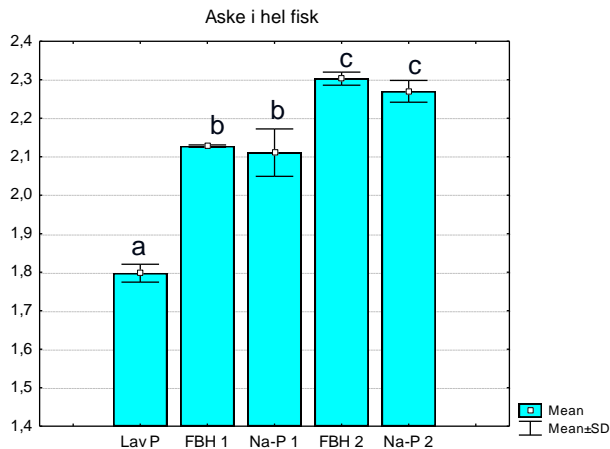


- ✓ FBH 1 (D59) gir økt dødelighet og redusert vekst ved tidlig startfôring



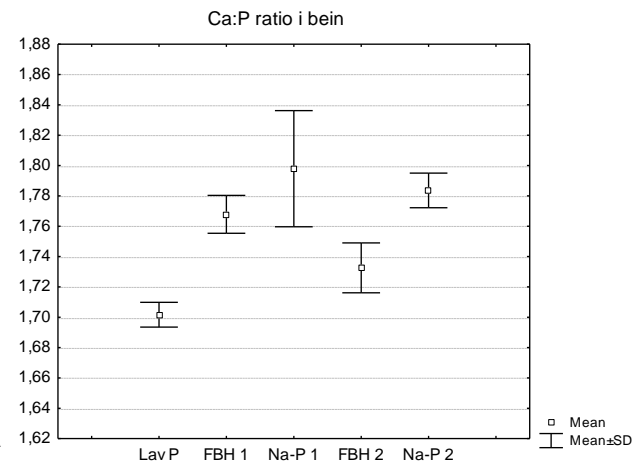
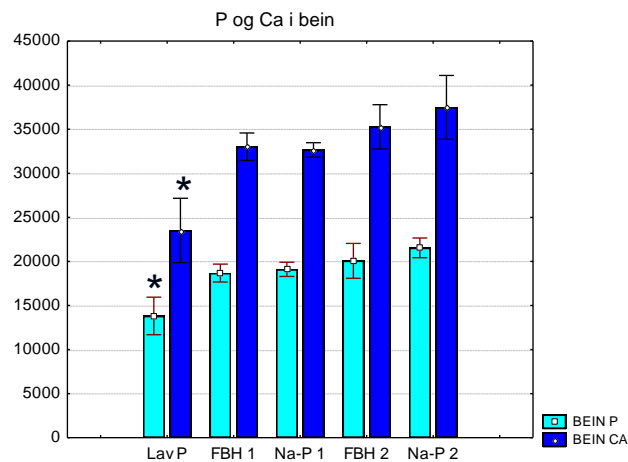
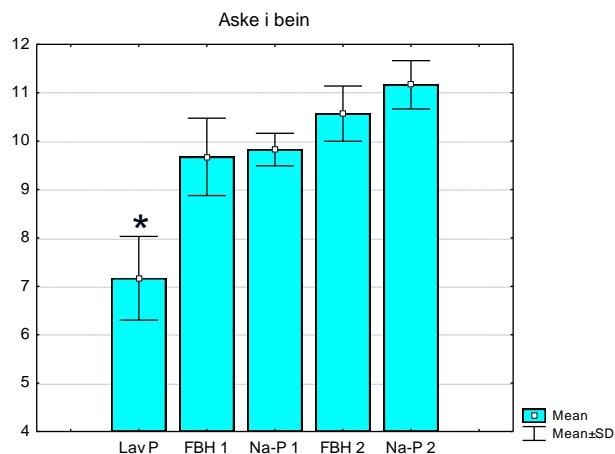
# Aske og mineraler i hel fisk, 15g

Ved startfôring (0.18g): 1.35 % aske



- Lav P fôr gir lav mineralisering i fisk
- Klare nivåforskjeller i mineralisering med økende P i fôret
- Ingen nivå forskjeller mellom P kilder (FBH vs Na-P)
- Lav P fôr gir signifikant lavere Ca:P ratio

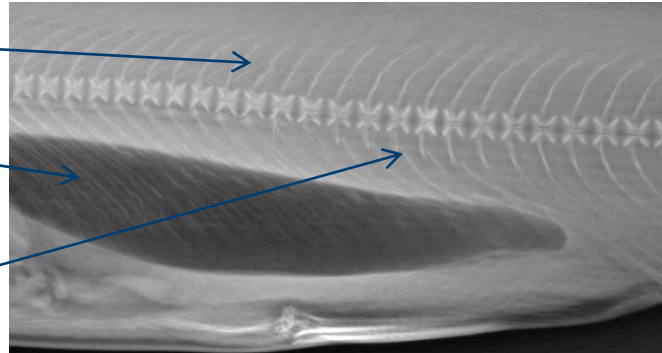
# Aske og mineraler i bein, 15g



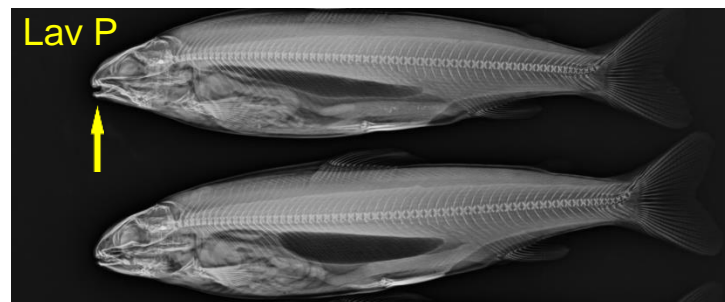
- Lav P fôr gir lav mineralisering i fisk
- Nivåforskjeller i mineralisering med økende P i fôret (ns)
- Ingen nivå forskjeller mellom P kilder (FBM vs Na-P)
- Lav P fôr gir lavest Ca:P ratio (ns)

# Generelle observasjoner røntgen

- Fôr 58 (lav P kontroll) viste tydelige tegn på P-mangel
  - Uregelmessige og svakt mineraliserte virvler
  - Krøllete virvelstråler
  - Krøllete ribbein
  - HD-virvel:



- Avvik i ganebein
- Observert tidlig stadium av hakeslepp i 33 g fisk



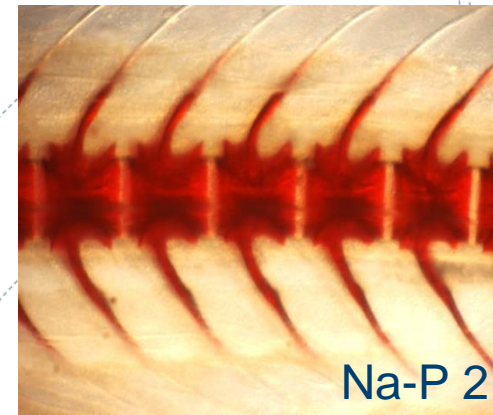
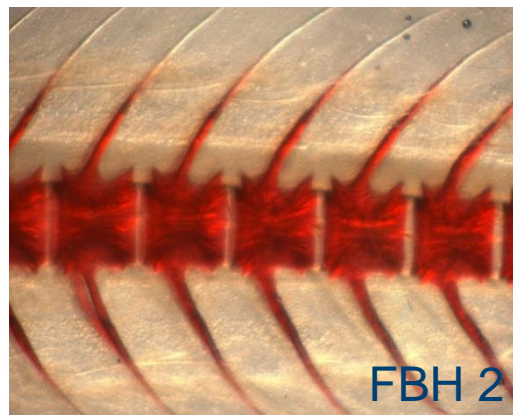
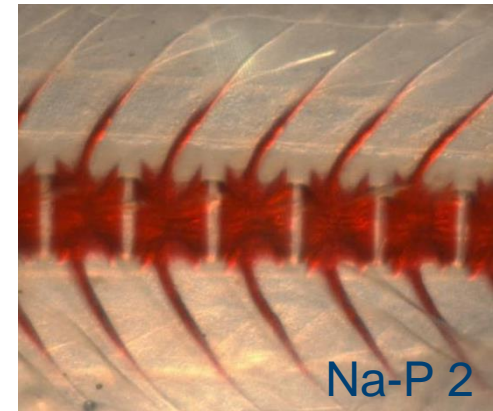
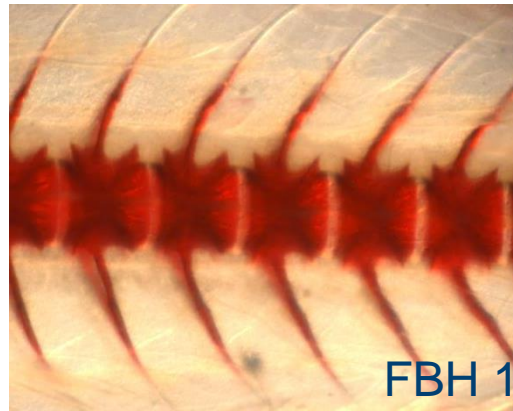
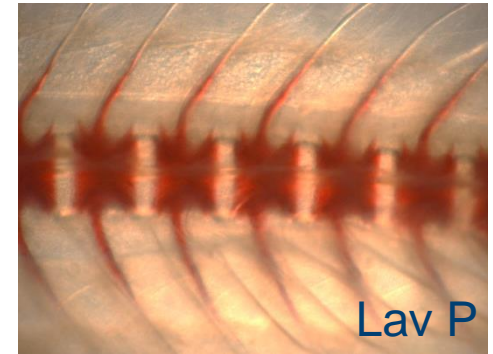
- Ingen morfologiske forskjeller mellom de andre gruppene relatert til P kilde eller P nivå (røntgen ved 13 og 33 g)

# Farging av hel fisk med Alicarin Red

## - utsnitt av bein over bukfinne

Fisk fôret med lav P diett:

- Mindre virvler og stort mellomrom mellom virvler
- Kortere lengde på innfarget del av neural og hemalbue

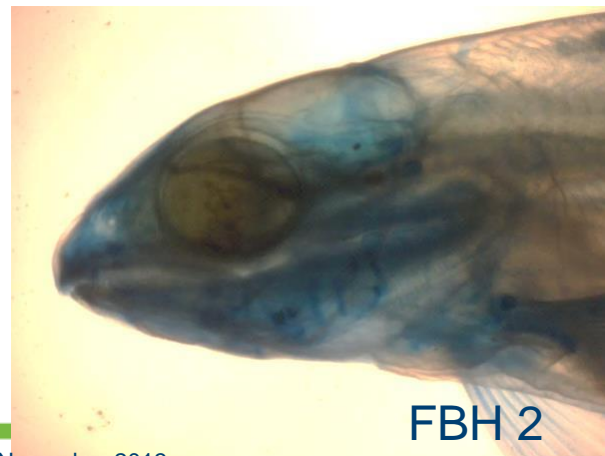
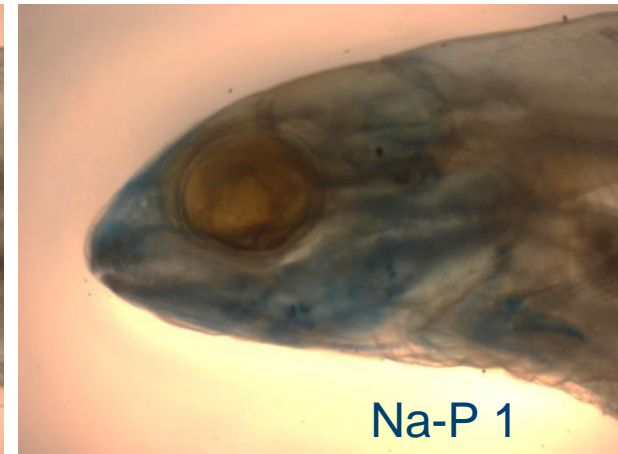
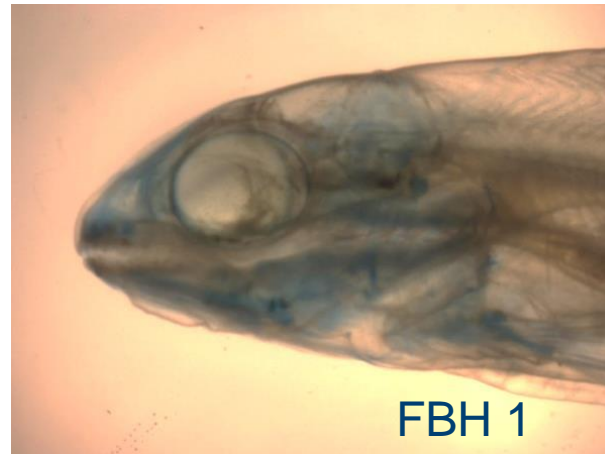




# Farging av hel fisk med Alcian Blue - evaluering av bruskdannelse

Hoderegion:

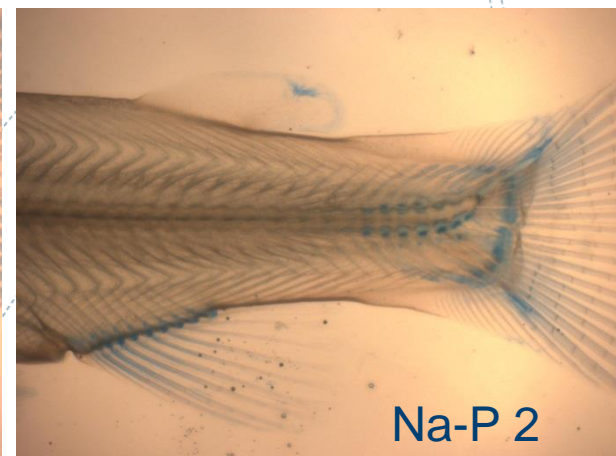
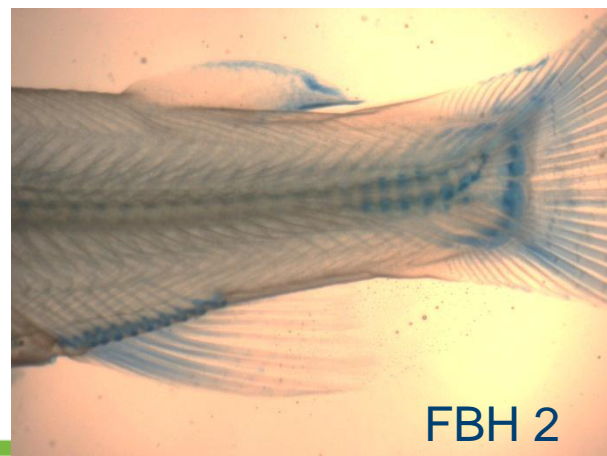
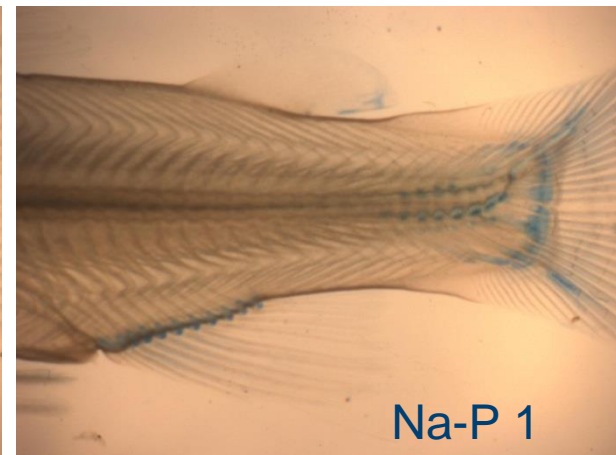
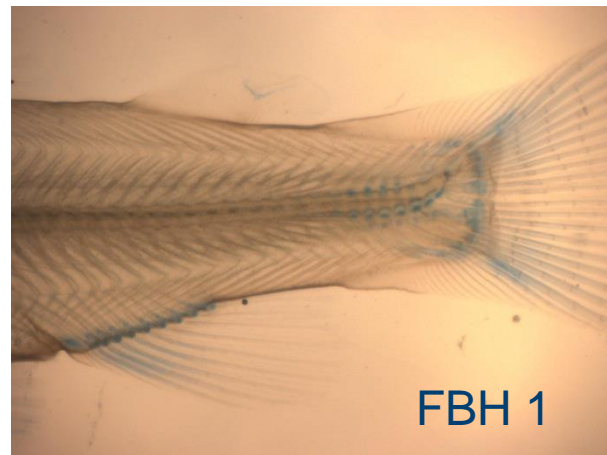
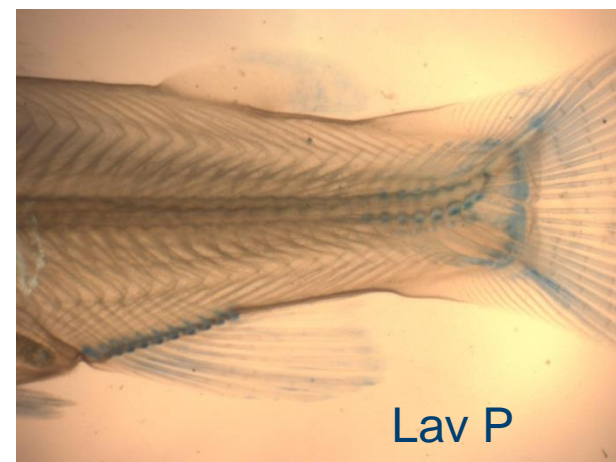
Ingen klare forskjeller ved bruskfarging av 1 g fisk



# Farging av hel fisk med Alcian Blue - evaluering av bruskdannelse

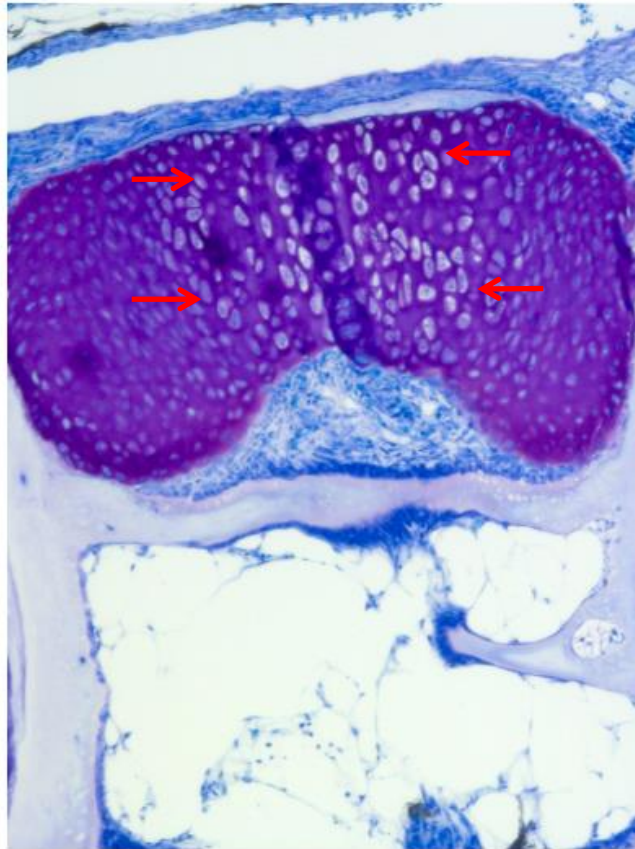
Haleregion:

Ingen klare forskjeller ved bruskfarging av 1 g fisk

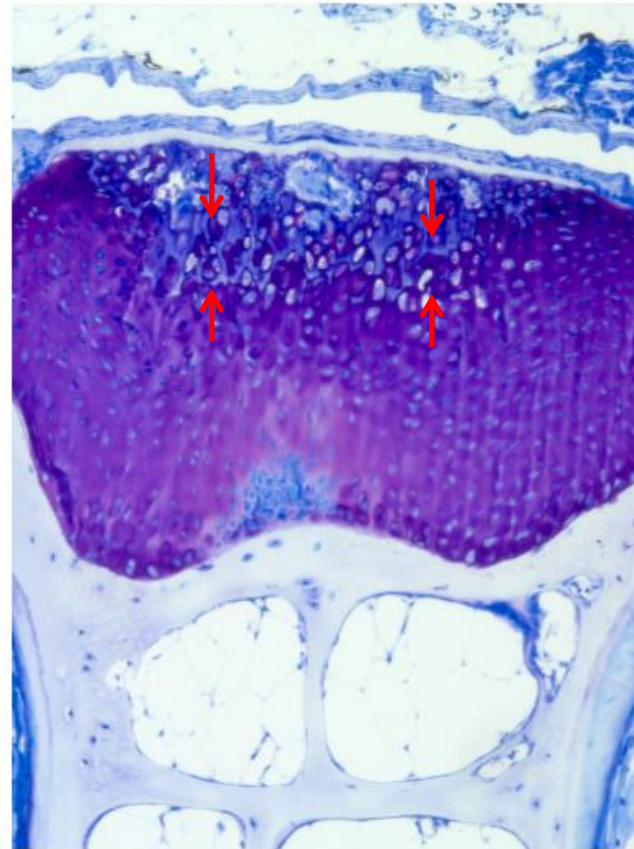




Lav P: P 0,55 (neg. kontroll)



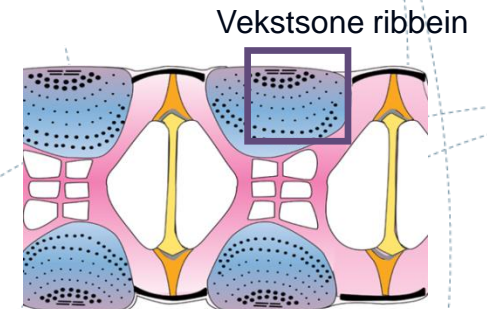
Na-P 1: P 0,70 (pos. kontroll)



### Vekstsone ribbein: negativ og positiv kontroll

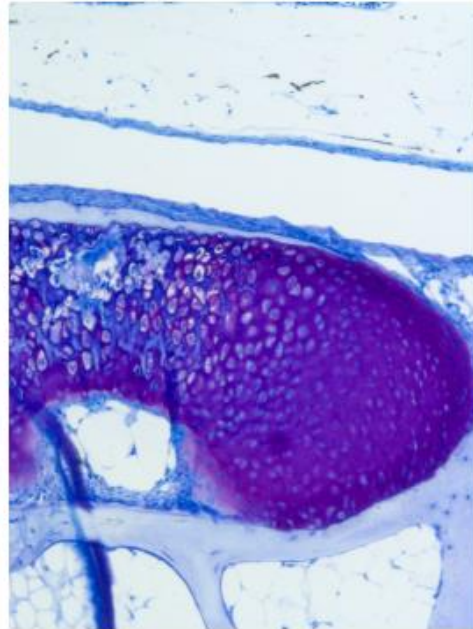
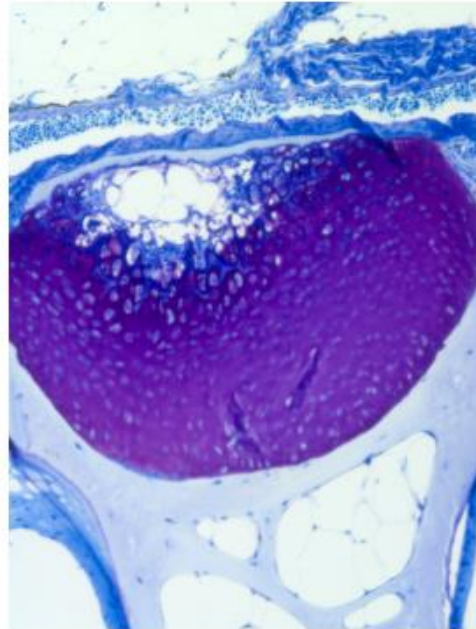
Mer hypertrofe bruskceller i lav P diett (negativ kontroll) sammenliknet med høy P diett (positiv kontroll)

- Økning i hypertrofe bruskceller kan medføre avvik i mineralisering

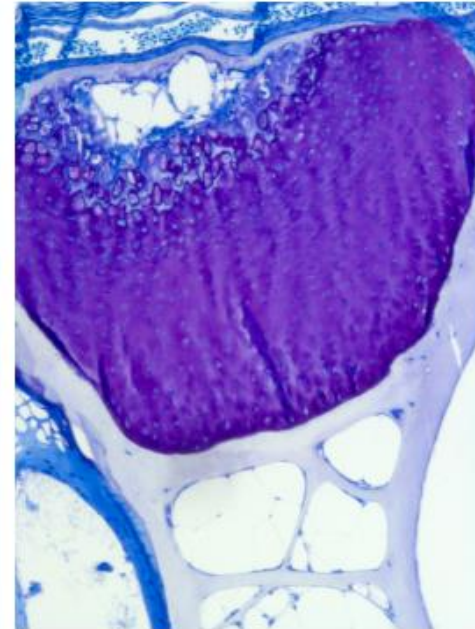




FBH 1: P 0,70 % P



FBH 2: P 0,85

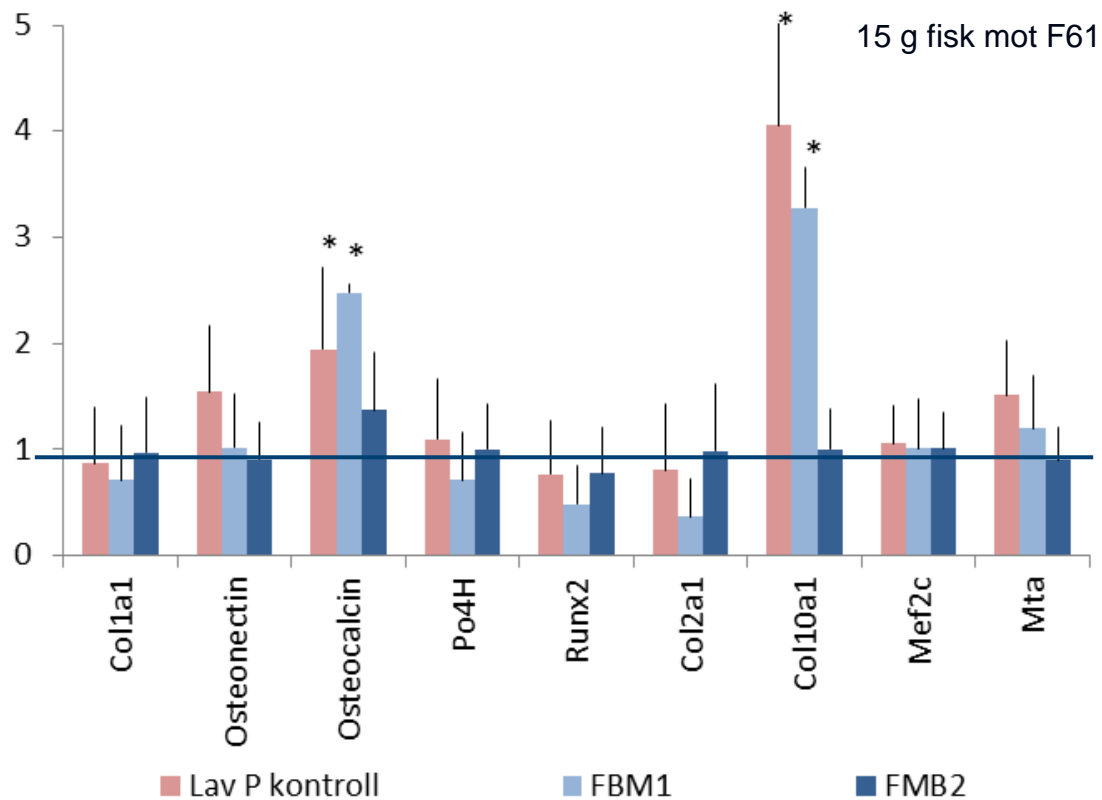


## Vekstsone ribbein: Beinhydrolysatgruppene

FBH 1: Histologisk vurdering viser ca 50:50 fordeling av individer med fenotype lik Na-P 1 (positiv kontroll) og lav P diett (negativ kontroll).

FBH 2: Histologisk lik Na-P 1 (positiv kontroll).

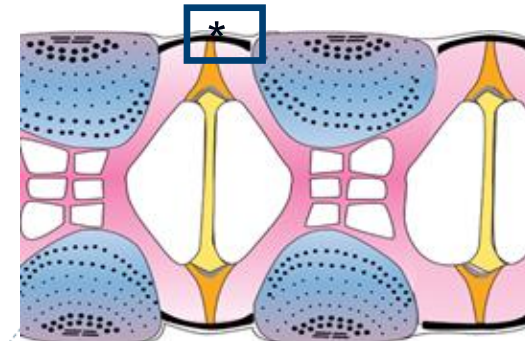
## Real-time PCR (ryggvirvel)



## FTIR (vekstsone virvel)

|     | P-kilde             | Løselig P | Mineral/matrix | Kryssbinding |
|-----|---------------------|-----------|----------------|--------------|
| F58 | Lav P kontroll      | 0,55      | 3,15 ±0,08 *   | 2,24 ±0,02*  |
| F59 | FBH 1               | 0,70      | 3,19 ±0,08 *   | 2,36 ±0,08 * |
| F60 | FBH 2               | 0,85      | 3,31 ±0,11     | 2,01 ±0,05   |
| F61 | Na-P 1 pos-kontroll | 0,70      | 3,41 ± 0,06    | 2,03 ±0,03   |

Vekstsone virvel (beindannelse)



### Observasjoner ryggbein basert på ulike metoder:

- Fisk fôret med FBH 1 (0,70 % P) ligner lav P (negativ kontroll)
- Fisk fôret med FBH 2 (0,85 % P) tilnærmet lik Na-P 1 (positiv kontroll)



# Stort potensial for bedre utnyttelse av fosfor fra marine biprodukter

- ✓ 90 % av fosfor i fiskebein fra sild og kolmule kan frigjøres ved hydrolyse i sterke syrer ( $H_2SO_4$ )
- ✓ Fosfor i beinhydrolysat fra sild utnyttes like effektivt som Na-P og gir normal vekst, mineralisering og skjelettutvikling i smolt etter sjøutsett
- ✓ Fosfor i beinhydrolysat fra sild gir også normal vekst, mineralisering og skjelettutvikling i lakseyngel, men tilgjengeligheten av P kan være lavere enn for Na-P

# Implementerbarhet

- Forutsetninger for implementering
  - Krever relativt enkle omlegginger i bedrift
  - Små krav til kompetanseheving for å håndtere nye prosess og produktlinjer
  - Moderat investeringsbehov
  - Nytenkning og motivasjon for utradisjonelle tilnærminger
- Tiltak for å sikre god implementering
  - Informasjon og oppfølging av bedrifter
  - Bedriftsøkonomiske kalkyler
- Spesielle tiltak for deltakende bedrifter
  - Sikkerhetsmessige tiltak (anvendelse av syre)
  - Skreddersydde produksjonslinjer
  - Tørketeknologi





# Takk for oppmerksomheten!

NOFIMA: Sissel Albrektsen  
Halvor Nygård  
Eyolf Langmyhr  
Torbjørn Åsgård  
Elisabet Ytteborg  
Harald Takle  
Grete Bæverfjord  
Mona Pedersen  
Eva-Veiseith Kent



NIFES: Erik-Jan Lock  
Robin Ørnsrud  
Rune Waagbø

