

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 Albrechtsen

Samarbeidspartnere:

- NOFIMA
- NIFES

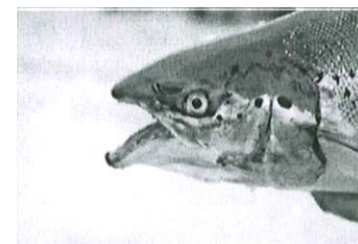
Er det mulig å utnytte marine biprodukter på en bedre måte ?

Eksempel: Fosfor

Fosfor er en begrenset ressurs



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

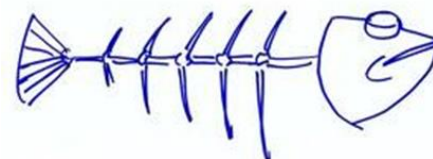


Fosfor nivå er høyt i marint råstoff og fiskemel, men fordøyeligheten er lav og variabel (20 - 40%)



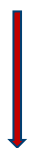
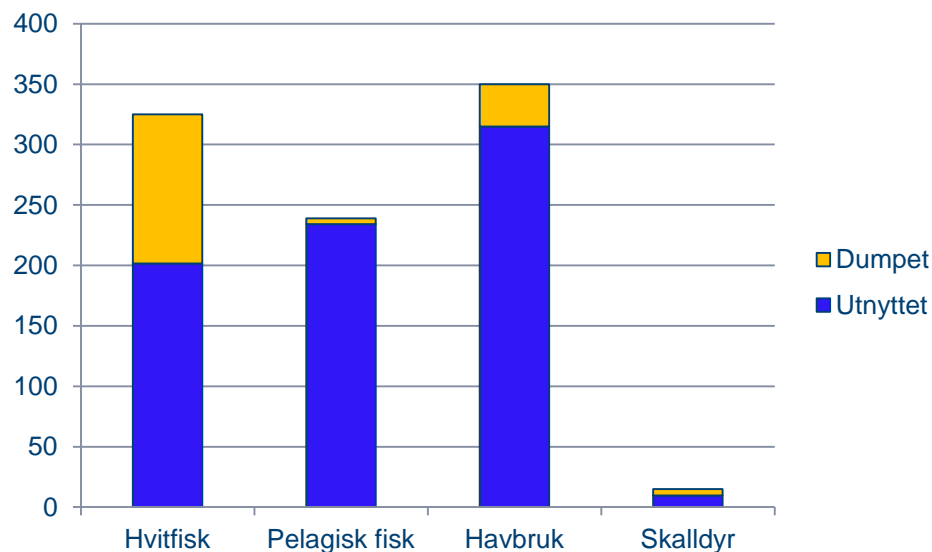
Fosfor utslipp (60-80% fra fôr) bidrar til forurensning og kan gi algeoppblomstring i ferskvann

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
Totalt (tonn)	12 654

(Ytrestøyl et al., 2011)

Prosessering av marine biprodukt

Fiske biprodukt

1. Separasjon

Beinråstoff



2. Syrehydrolyse
pH ~ 1.3

Beinhydrolysat



3. Bufring pH ~ 3

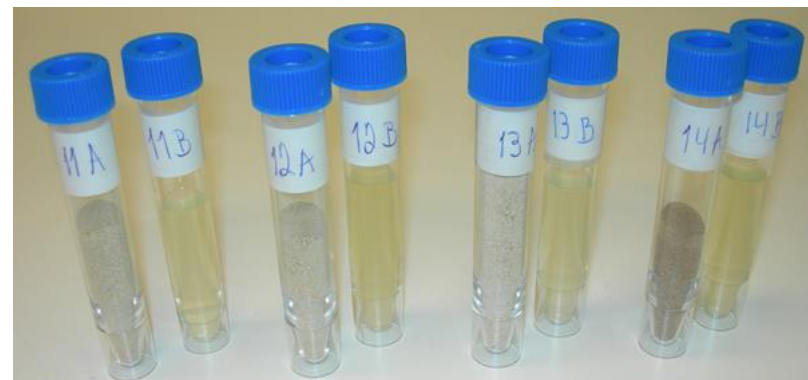
4. Spraytørrking

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.

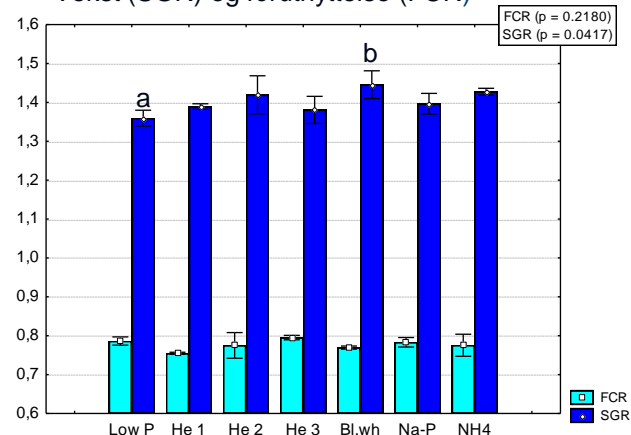
	FB hydrolysat Sild 2011	FB hydrolysat Kolmule	FB hydrolysat Sild 2012
Protein (%)	30*	8.9	33.9
Fett (%)	1.6	1.6	0.8
Aske (%)	32.2	67.7	31.8
Vann (%)	2.2	3.6	2.7
Total P (%)	10.40	10.35	10.88
Løselig P (%)	9.10	9.15	9.22
Ca	1.75	1.30	0.56

P fra fiskebein i fôr til laks etter smoltutsett

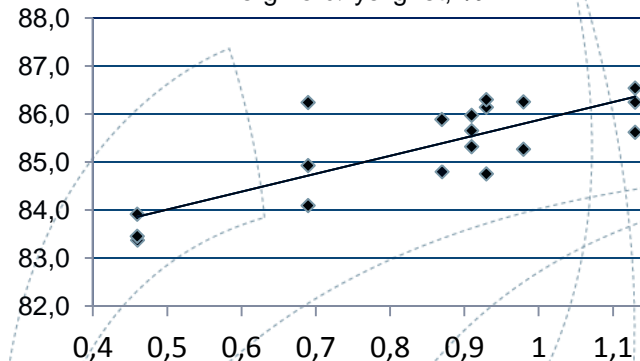
Diett	Løselig P
Lav P	0,5
Sild 1	0,7
Sild 2	0,9
Sild 3	1,1
Km 2	0,9
Na-P	0,9
NH ₄ SO ₄	0,9

- 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)

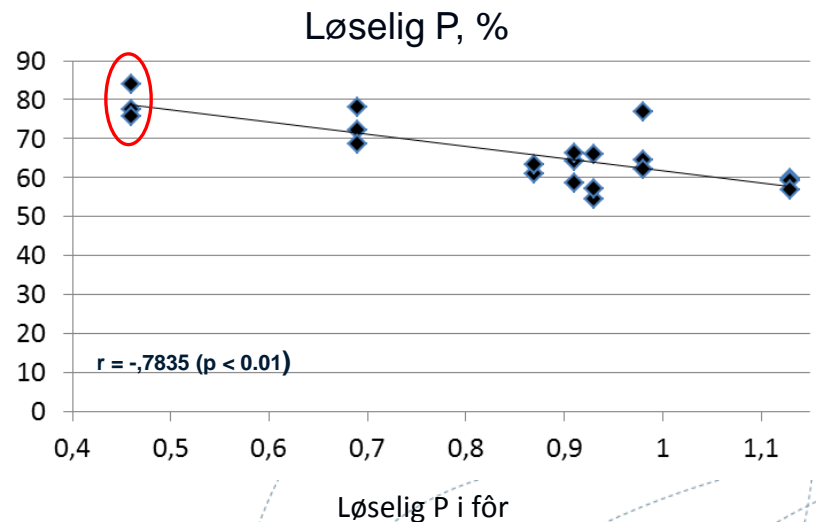
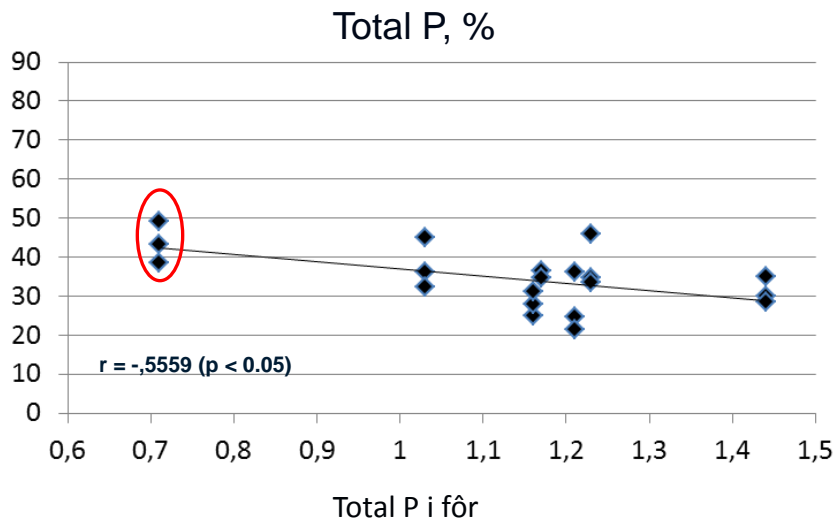


Energi fordøyelighet, %

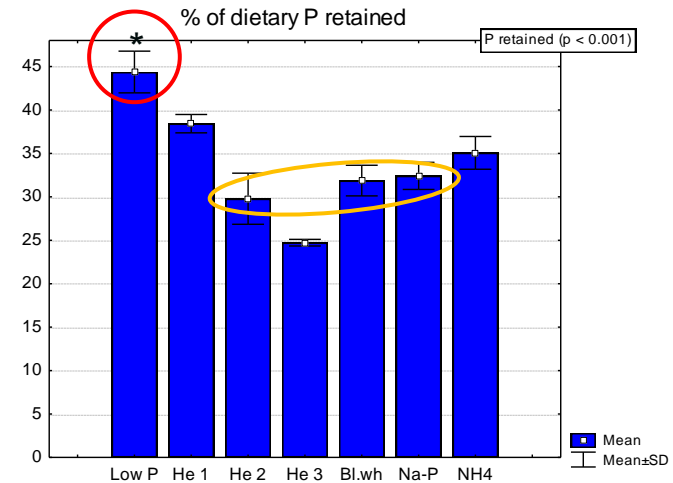
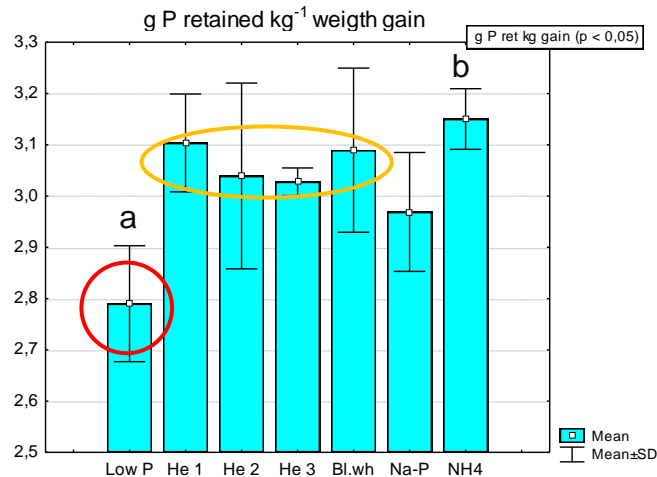


Fosfor fordøyelighet

- **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

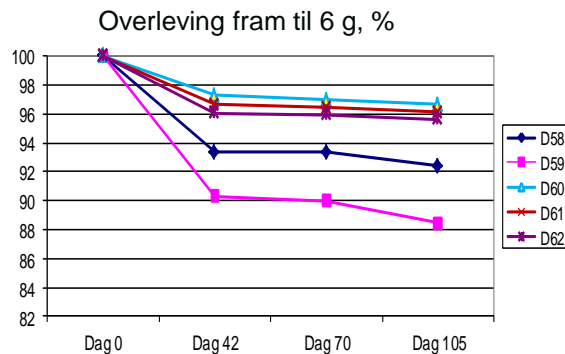
Startfôring av laks (*Salmo salar*)



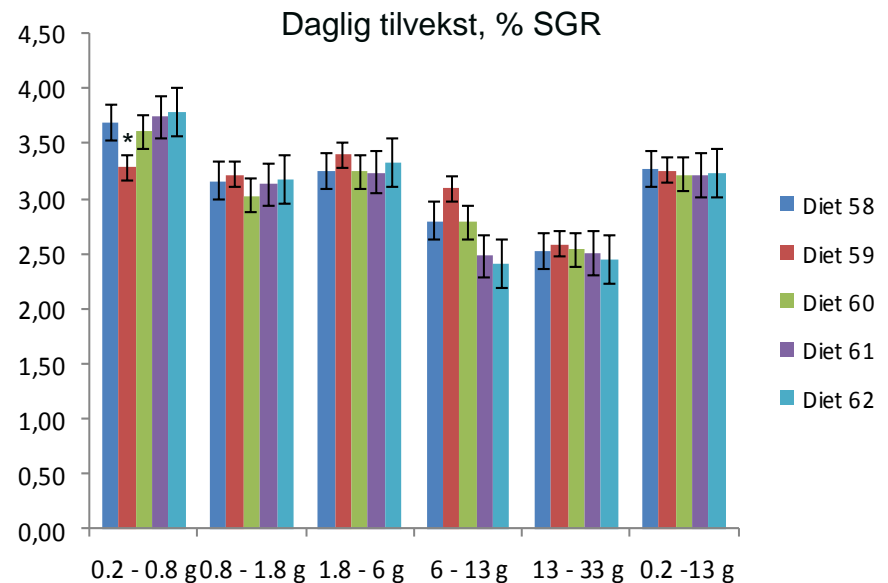
Tanks Ø 0,5 m

- ✓ Startvekt 0,17 g
- ✓ 168 fôrdager (April – Oktober 2012)
- ✓ Temperatur $12.1 \pm 0.4^{\circ} \text{ C}$
- ✓ 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

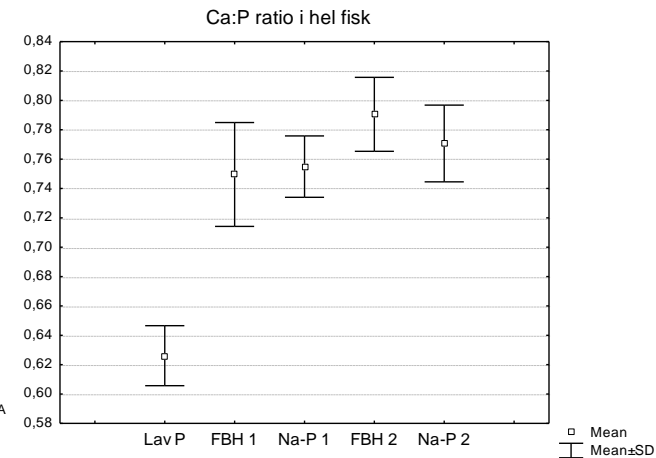
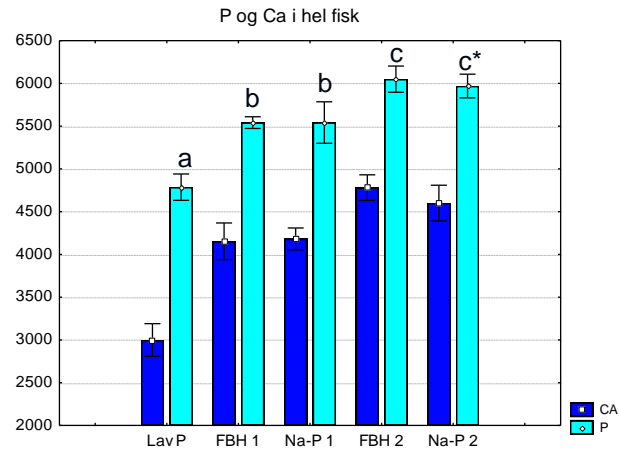
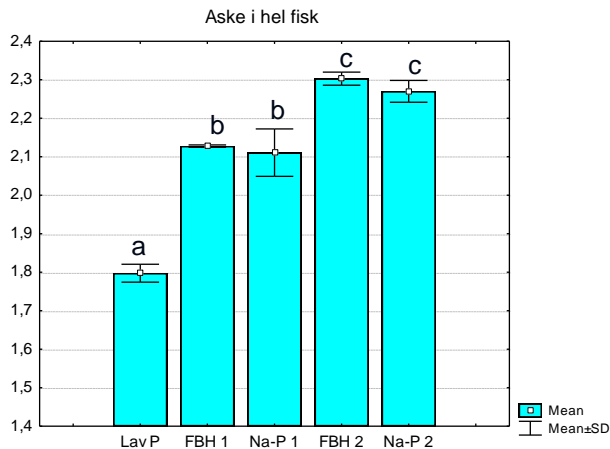


- ✓ FBH 1 (D59) gir økt dødelighet og redusert vekst ved tidlig startfôring



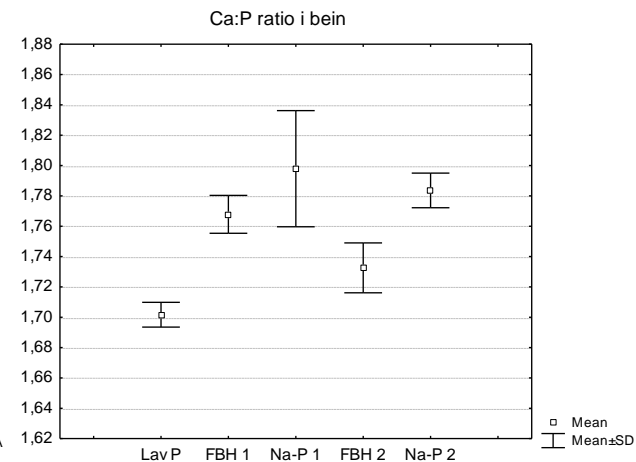
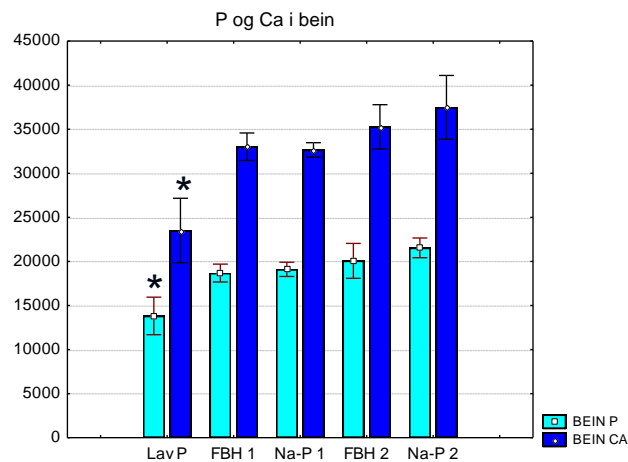
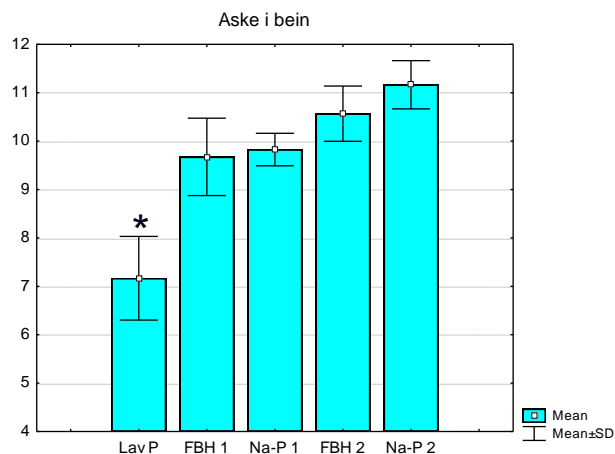
Aske og mineraler i hel fisk, 15g

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

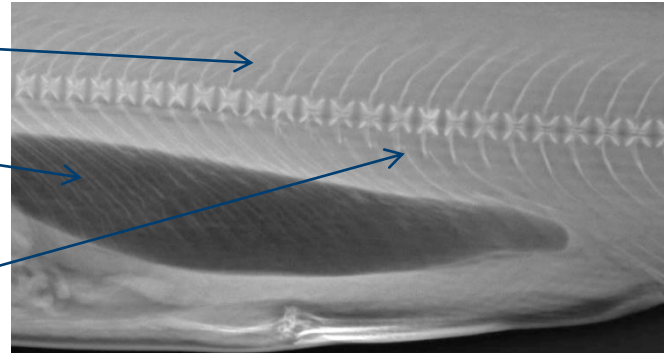
Aske og mineraler i bein, 15g



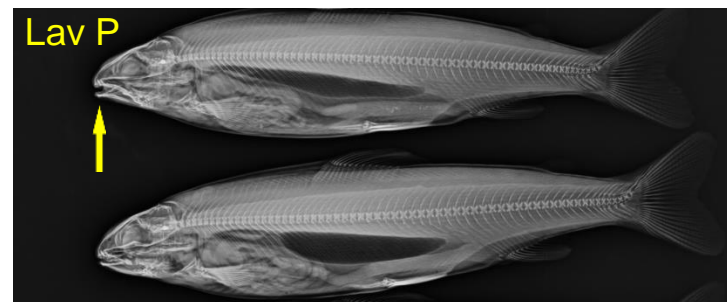
- Lav P fôr gir lav mineralisering i fisk
- Nivåforskjeller i mineralisering med økende P i fôret (ns)
- Ingen nivå forskjeller mellom P kilder (FBM vs Na-P)
- Lav P fôr gir lavest Ca:P ratio (ns)

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



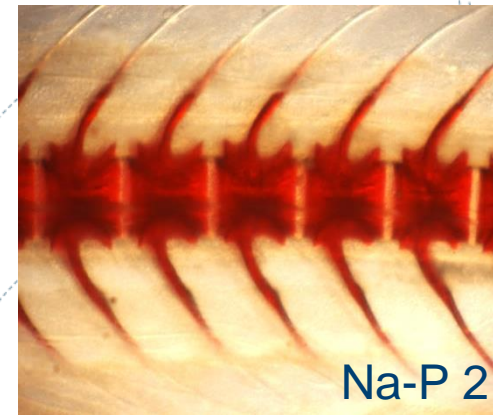
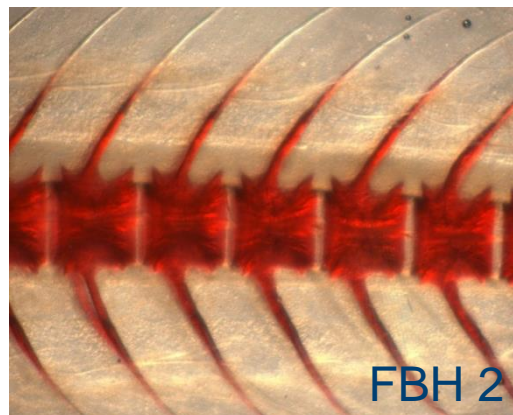
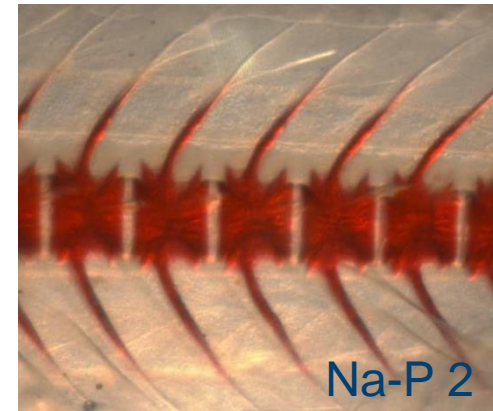
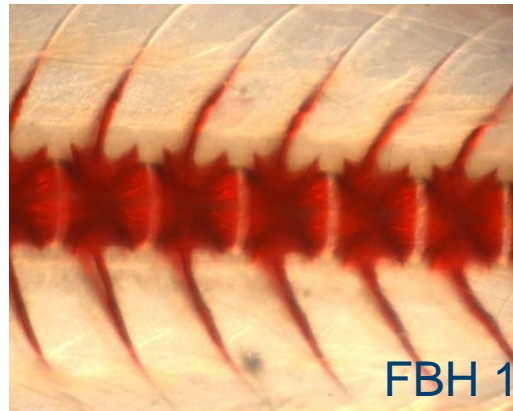
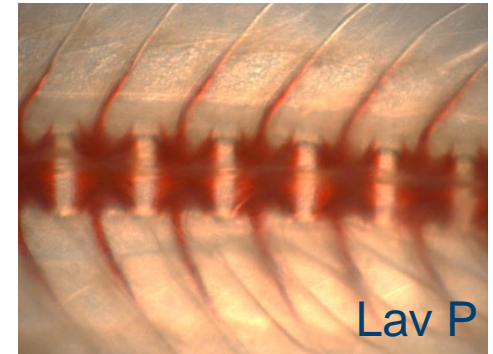
- Ingen morfologiske forskjeller mellom de andre gruppene relatert til P kilde eller P nivå (røntgen ved 13 og 33 g)

Farging av hel fisk med Alicarin Red

- utsnitt av bein over bukfinne

Fisk fôret med lav P diett:

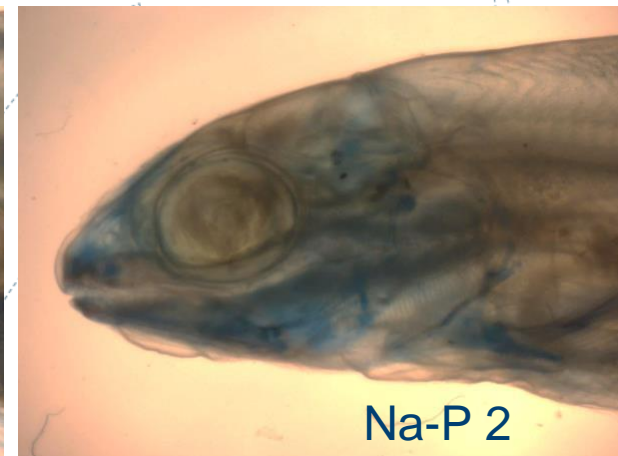
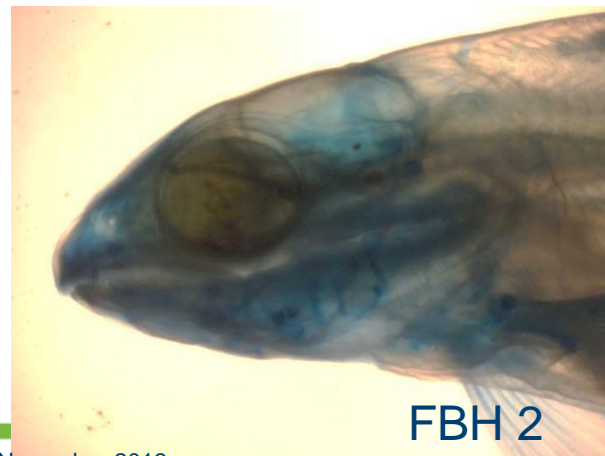
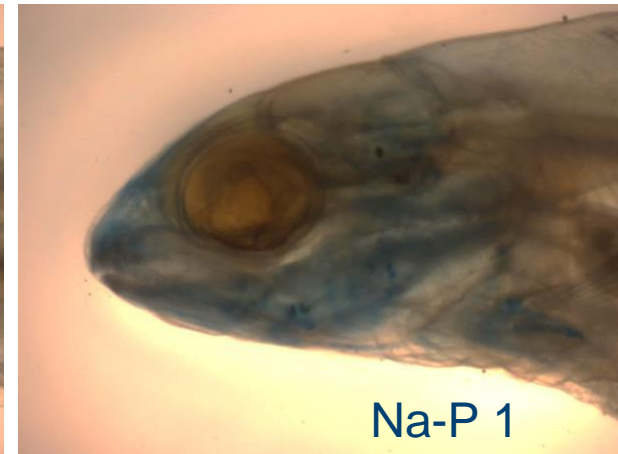
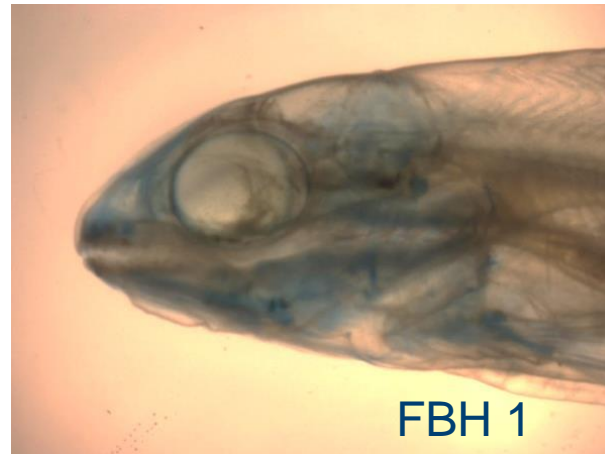
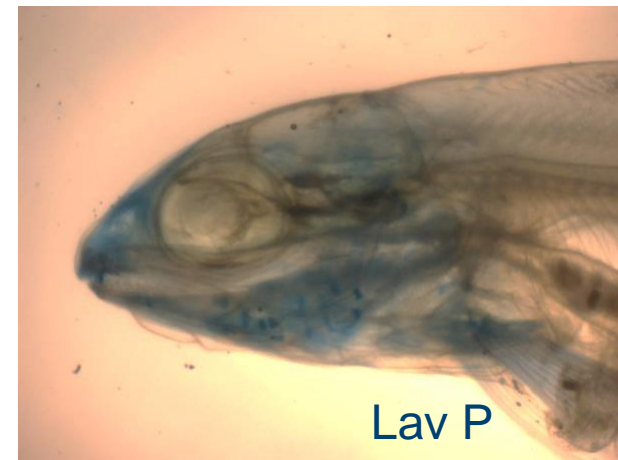
- Mindre virvler og stort mellomrom mellom virvler
- Kortere lengde på innfarget del av neural og hemalbue



Farging av hel fisk med Alcian Blue - evaluering av bruskdannelse

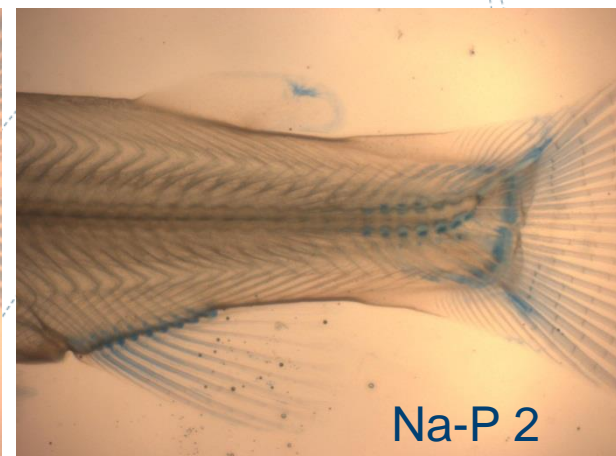
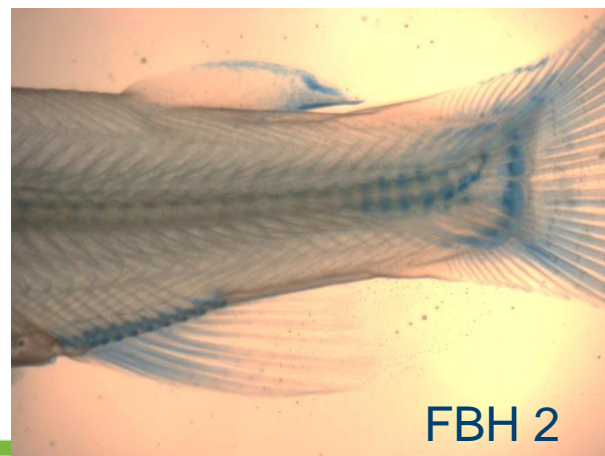
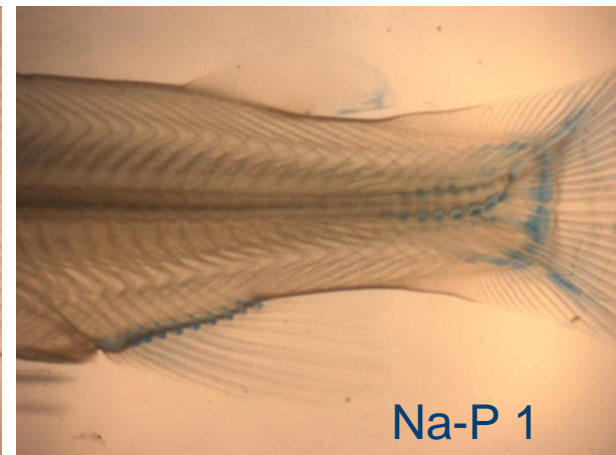
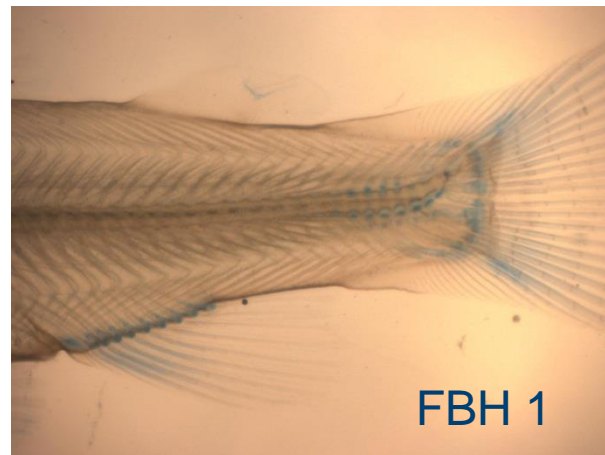
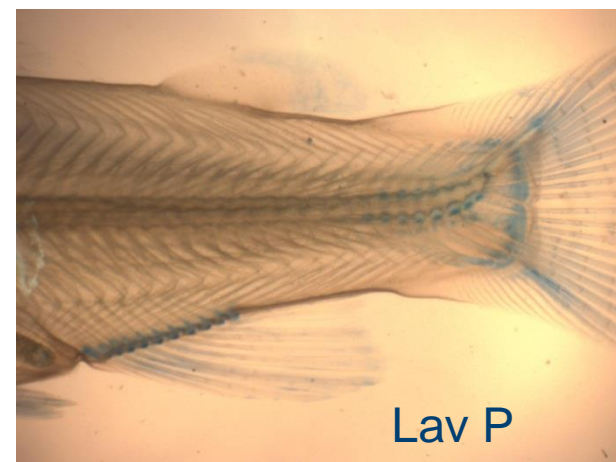
Hoderegion:

Ingen klare forskjeller ved bruskfarging av 1 g fisk

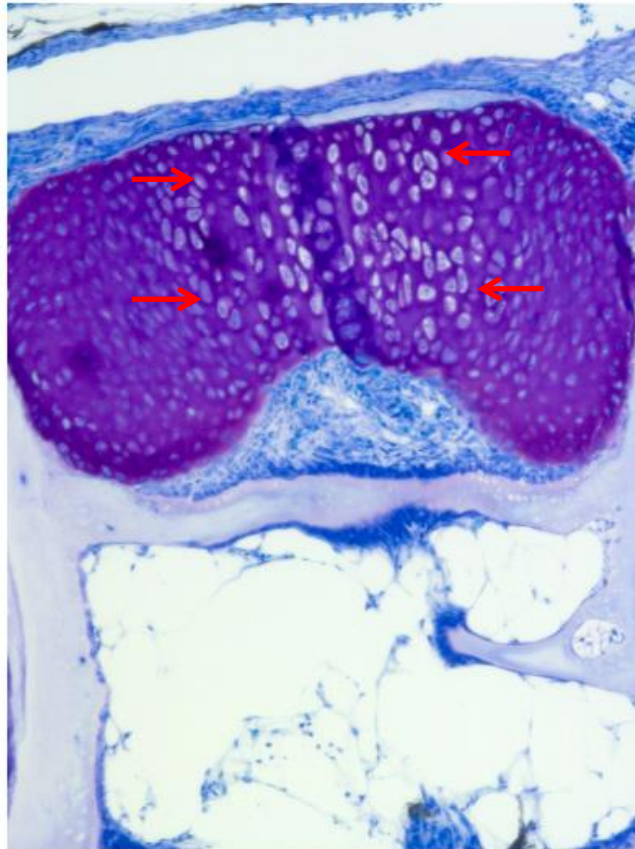


Farging av hel fisk med Alcian Blue - evaluering av bruskdannelse

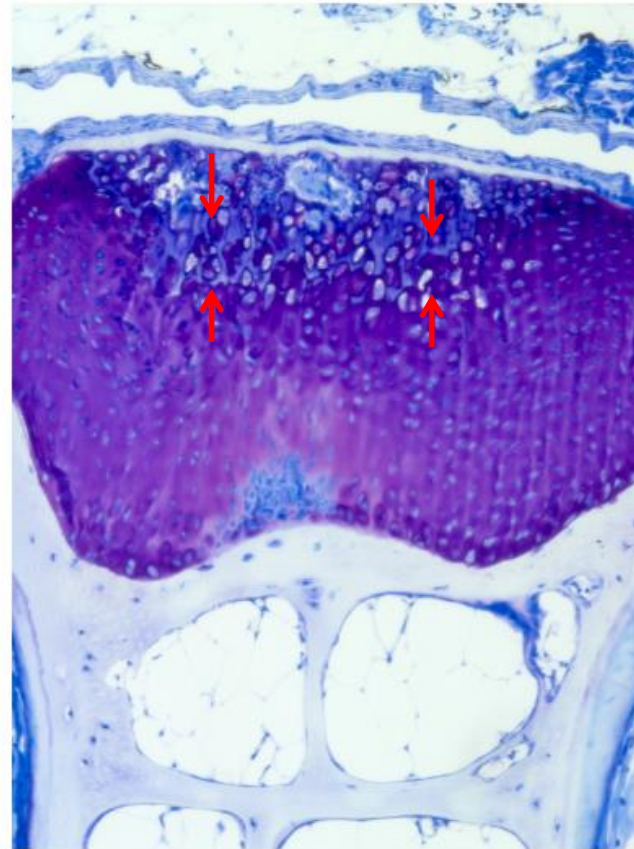
Haleregion:
Ingen klare forskjeller ved bruskfarging av 1 g fisk



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



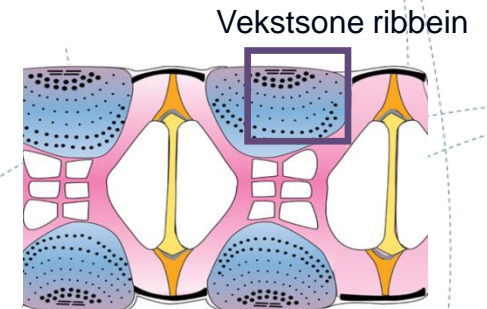
Na-P 1: P 0,70 (pos. kontroll)



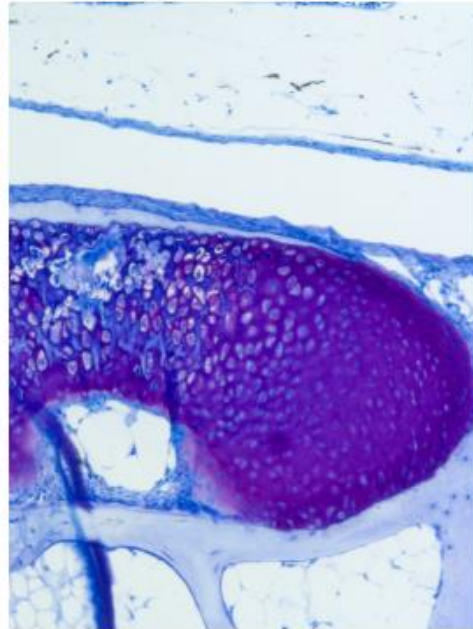
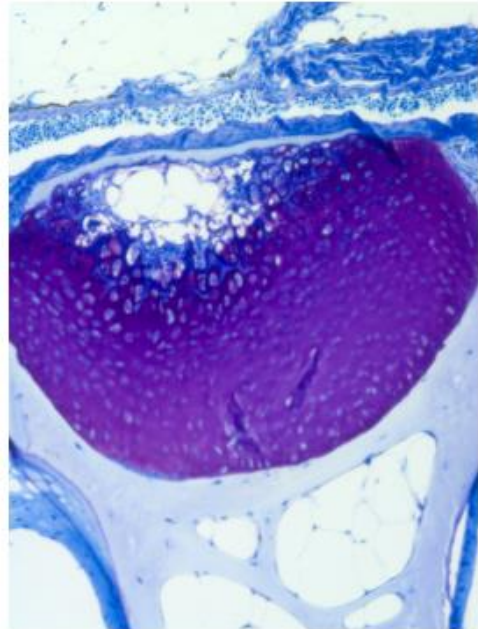
Vekstsone ribbein: negativ og positiv kontroll

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

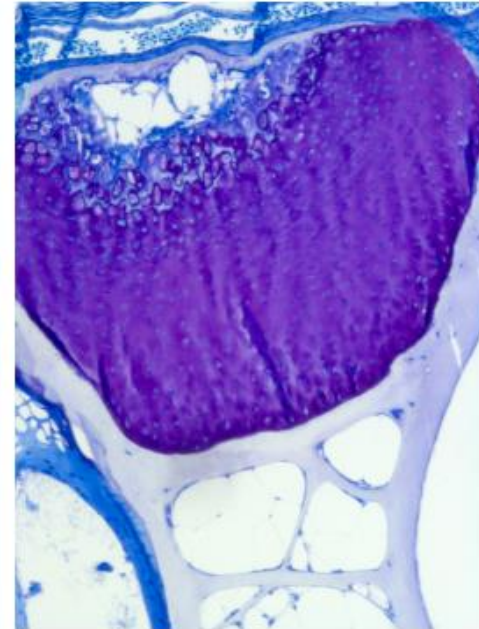
- Økning i hypertrofe bruskceller kan medføre avvik i mineralisering



FBH 1: P 0,70 % P



FBH 2: P 0,85

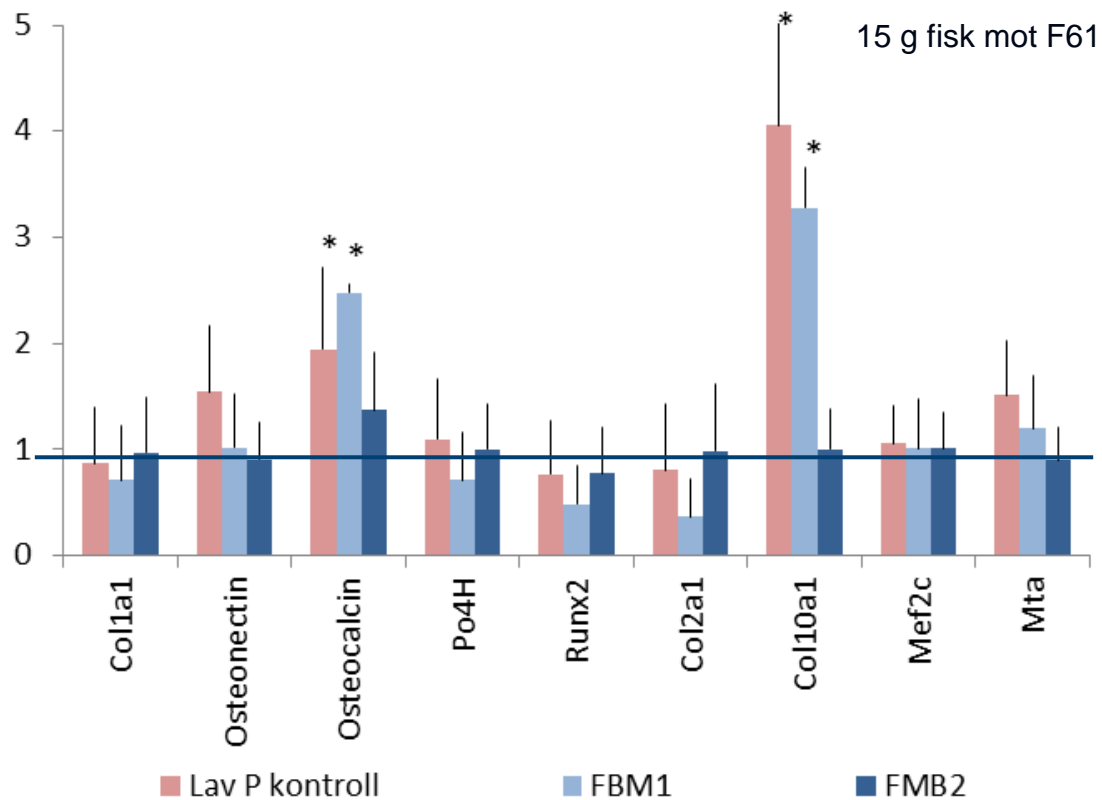


Vekstsone ribbein: Beinhydrolysatgruppene

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).

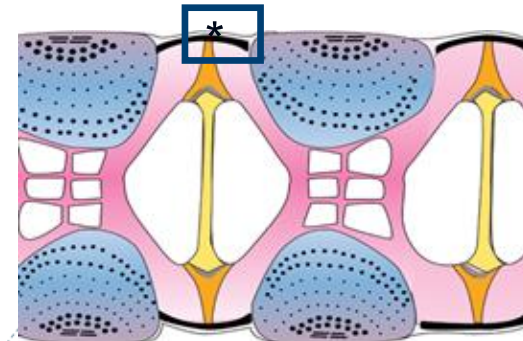
Real-time PCR (ryggvirvel)



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

