

Laksebein som ingrediens i torskefôr

Albrektsen, S.¹, Krogdahl, Å.³, Nortvedt, R.⁴, Sandnes, K.⁵ og Hillestad, M.²

¹Nofima Ingrediens, Bergen

²Biomar

³Veterinærhøgskolen, Oslo

⁴BIO, UiB

⁵Marine Bioproducts AS

RUBIN-konferanse, Hell 2010

Prosjekt støttet av FKD, Rubin, Biomar og Hordaland Fylkeskommune

Laksebein som ingrediens i torskefôr

- 2008: 740 000 tonn laks → 60 000 tonn laksebiprodukt (hode/ryggavskjær) → 12 000 tonn laksebein ≈ 6 000 tonn tørket laksebeinmel (ASBM)
 - 10 % i ASBM i torskefôr tilstrekkelig til å produsere 60 000 tonn fôr
- Askerike biprodukter har gitt positiv effekt på fôrinntak og tilvekst i torsk
 - Krabbe, blåskjell
 - Beinmel fra pelagisk fisk og laks
- Lite kunnskap om hvordan kompleks bundne næringsstoffer i bein kan utnyttes i kommersielt torskeoppdrett
 - Kollagenprotein – lav fordøyelighet (60%, mink)
 - Mineraler – lite tilgjengelig i laks

Dietter og forsøksdesign

- Dietter (Simplex mixture design)
 - 4 nivå laksebeinmel (ASBM): 0, 6, 12, 18 %
 - 3 ulike fett/energinivå: 12, 15, 18 %
 - Senterpunkt for å sjekke variasjon i modell: 9 % ASBM, 15 % fett, n=4
- Torsk, 136 g
 - 16 kar á 75 fisk
 - 12 ukers fôringsforsøk
 - Temperatur: 10.1 ± 0.6 °C
- Laksebeinmel byttes mot fiskemel, nivå av vegetabiliske fôråvarer konstant
 - Tester kvalitet av kollagenprotein i laksebein mot fiskemelsprotein
 - Studerer utnyttelse av mineraler fra laksebein (48 % aske)

Laksebeinmel og fiskemel

- **Laksebeinmel**

- Protein: 35.7 %
- Fett: 6.0 %
- Vann: 8.2 %
- Aske: 48.3 %



- Enzymbehandlet lakseråstoff
- Vasket og rensset

- **Fiskemel**

- Protein: 71.6 %
- Fett: 7.4 %
- Vann: 7.6 %
- Aske: 14.3 %



Tørket laksebeinmel (ASBM)

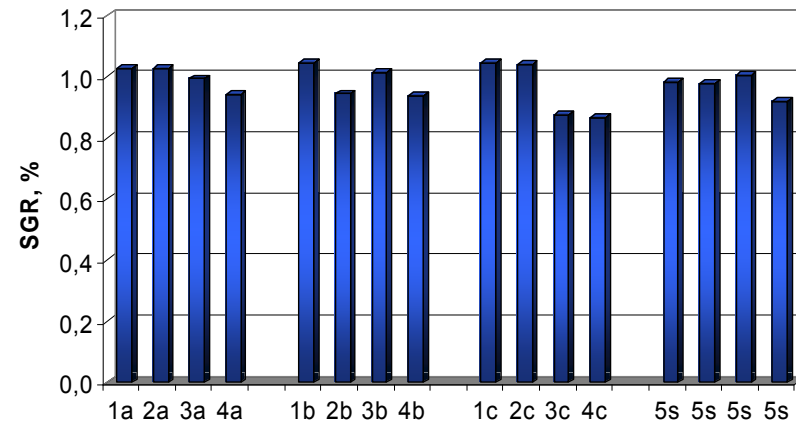
Fôr design og kjemisk sammensetting

Diett	ASBM %	FM %	Fett %	Protein %	Fett %	Aske %	Stivelse %	BruttoE. MJ Kg ⁻¹	Total P %	Løselig P, %	Ca %
1a	0	36	12	52.8	13.0	8.9	6.5	20.6	1.5	0.8	1.59
2a	6	31	12	51.5	12.8	10.9	6.1	20.0	1.78	0.71	2.39
3a	12	26	12	50.7	12.9	12.7	6	19.8	2.1	0.58	3.21
4a	18	21	12	49.2	12.6	14.8	5.6	19.1	2.48	0.48	4.03
1b	0	34.9	15	50.7	16.1	8.5	6.7	21.4	1.45	0.84	1.45
2b	5.8	30	15	49.2	15.6	10.4	6	20.6	1.72	0.68	2.25
3b	11.6	25.2	15	48.1	15.4	12.1	6	20.2	2.03	0.54	2.96
4b	17.4	20.3	15	46.5	15.6	13.9	5.4	19.7	2.25	0.43	3.96
1c	0	33.6	18	48.8	18.7	8.2	6.4	21.9	1.34	0.79	1.5
2c	5.6	28.9	18	47.7	18.6	10.1	6	21.3	1.65	0.67	2.26
3c	11.2	24.2	18	46.6	18.3	11.7	5.7	20.7	2.01	0.57	2.97
4c	16.8	19.6	18	44.9	18.5	13.2	5.3	20.4	2.23	0.43	3.54
5x4	8.7	27.6	15	49.1	16	11.5	5.3	20.5	1.87	0.61	2.7

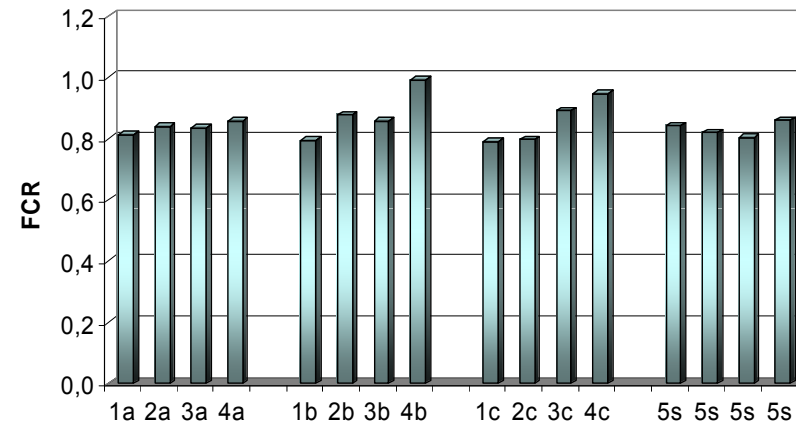
Vekst, fôrutnyttelse og fôrinntak

- 6 % ASBM gir høy vekst og fôrutnyttelse
– Uavhengig av fettnivå
- 12 % ASBM gir høy vekst og fôrutnyttelse
– Ved 12 og 15 % fett i fôr
– ≥ 48 % protein i fôr
- 18 % ASBM gir redusert vekst og fôrutnyttelse
– Uavhengig av fettnivå
- Fôrinntak upåvirket av ASBM og fett i fôr
– selv om redusert protein/energi i fôr

Daglig tilvekst, SGR

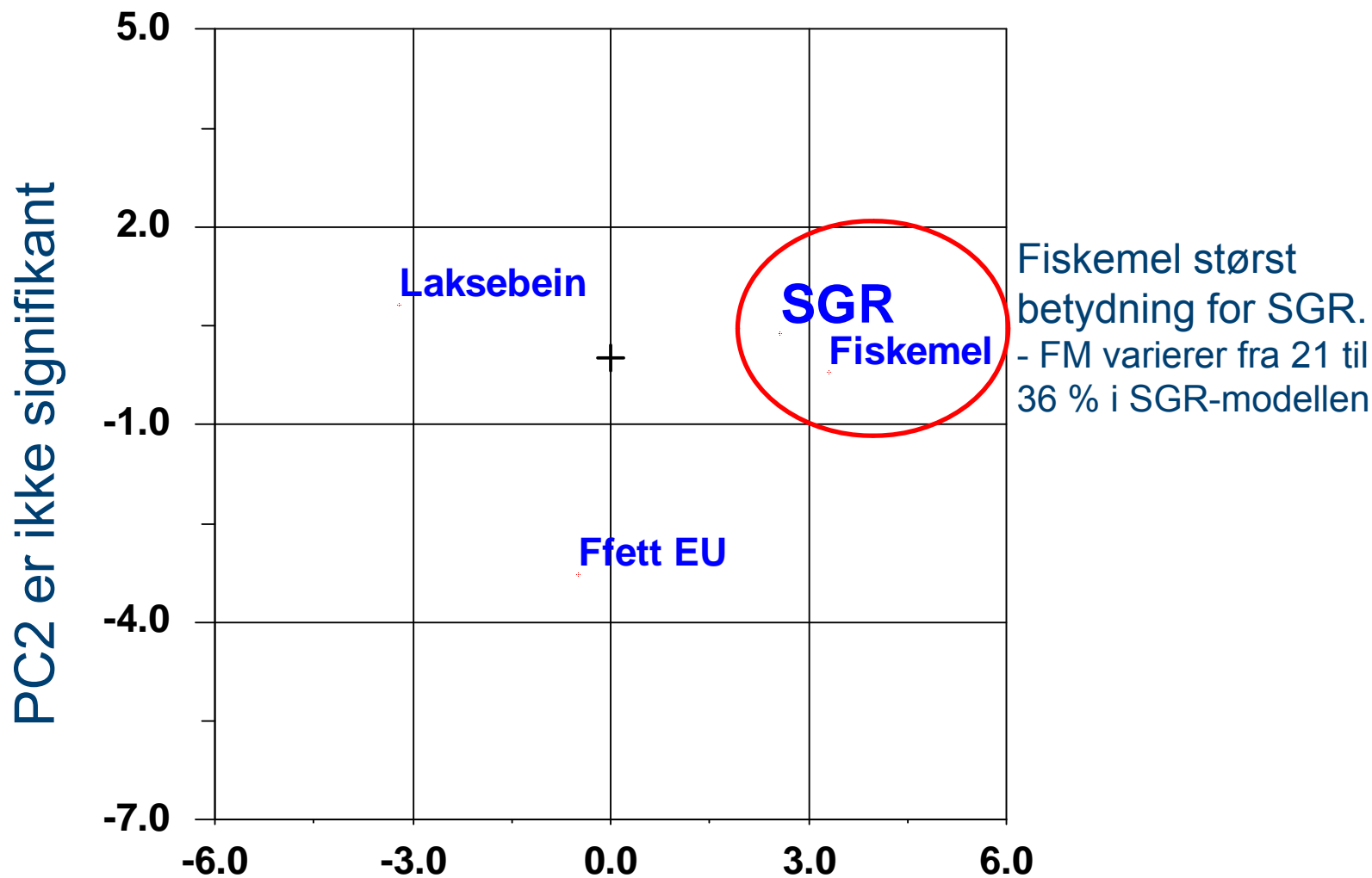


Fôrutnyttelse, FCR



SGR uttrykt ved design variabler:

$$\text{SGR} = 0,93 - 0,004 \text{ ASBM} + 0,005 \text{ fiskemel} - 0,003 \text{ Ffett}$$



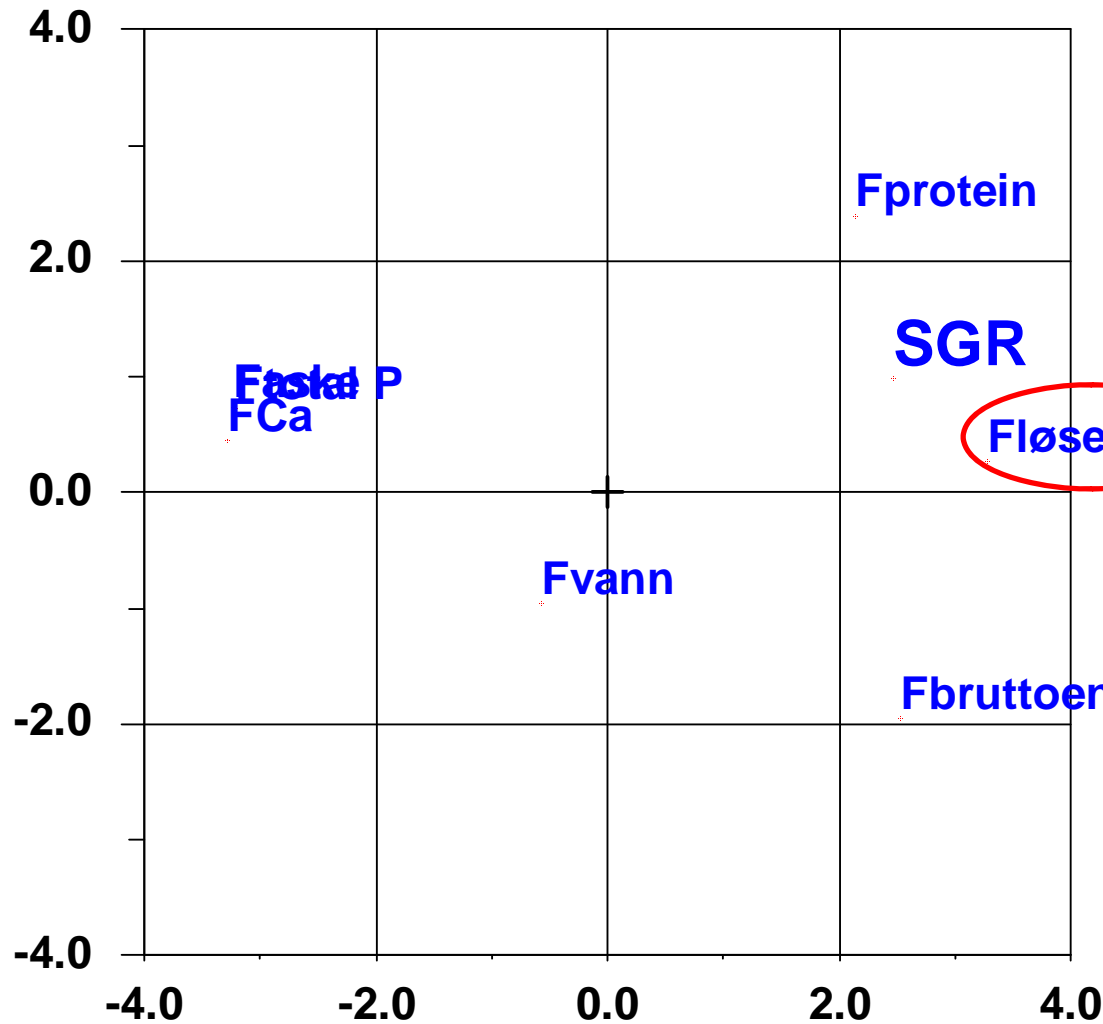
PC1 forklarer 60,3 % av variasjon i SGR



$$\text{SGR} = 0,775 + 0,01 \cdot \text{protein} - 0,021 \cdot \text{vann} - 0,003 \cdot \text{aske} - 0,026 \cdot \text{TotP} + 0,086 \cdot \text{l\o os.P} - 0,009 \cdot \text{Ca} - 0,005 \cdot \text{BruttoE}$$

En modell av **FCR** gir nesten det samme forhold mellom variable, men altså invers effekt, sammenlignet med SGR (som forventet).

PC2 forklarer 8,7% av var. i SGR



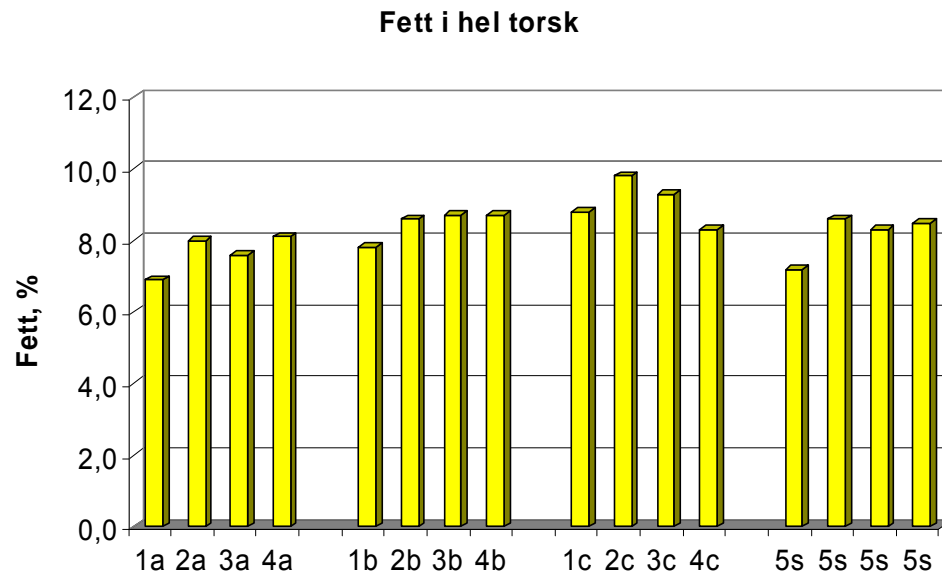
Aske og total fosfor er totalt overlappende.

Mest signif. pos. bidrag, sammen med protein

PC1 forklarer 55,5 % av variasjonen i SGR

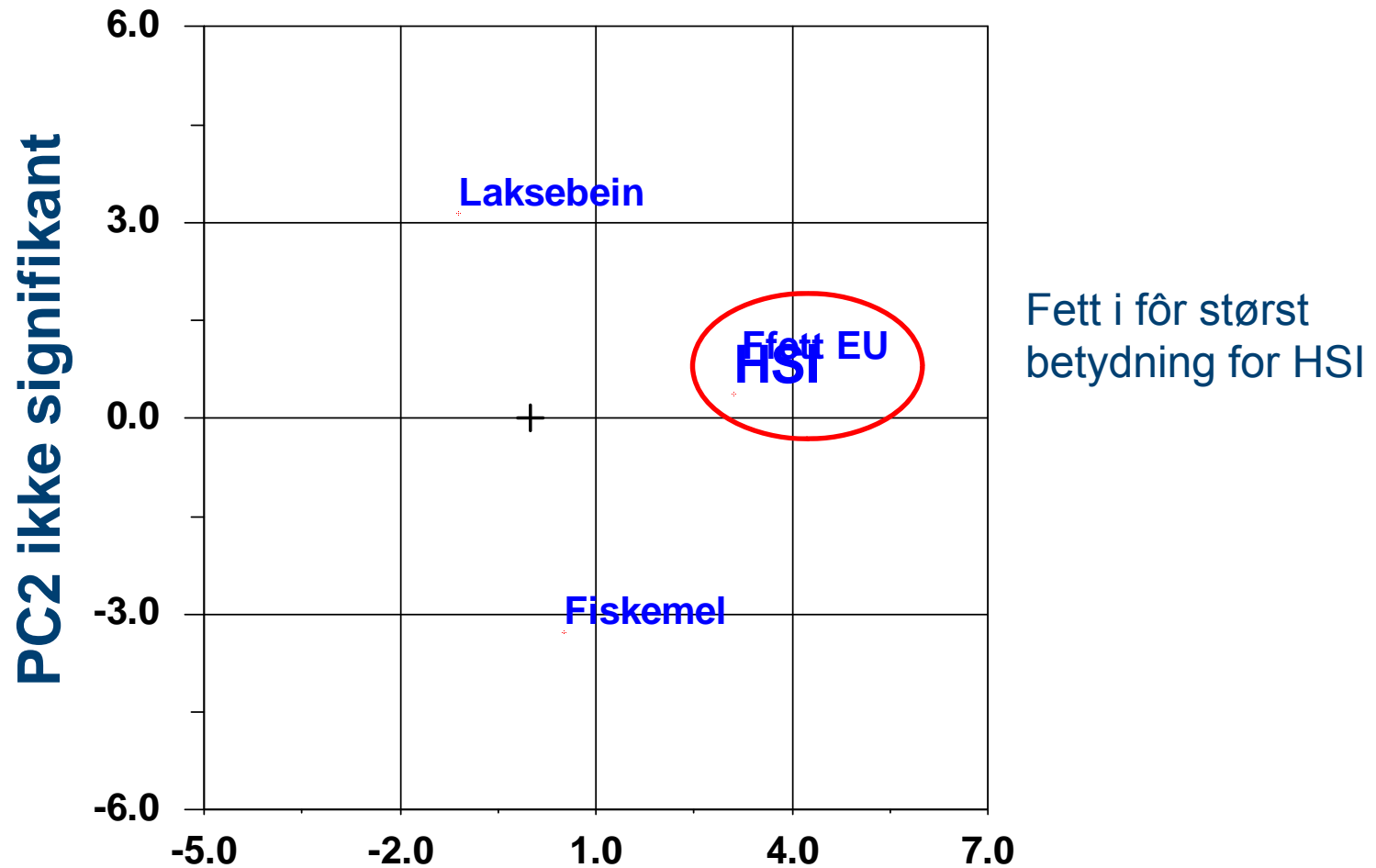
Kjemisk sammensetting

- Protein og aske i torsk upåvirket av laksebeinmel og fett i fôr
- Fett i fisk varierer (korrelert til tørrstoff)
 - Økt ASBM gir moderat økt fett (7 - 10 %) i torsk
 - Økt fett i fôr gir fettakkumulering (10 – 18 %) i torsk



- **Fettakkumulering i lever**
 - Økt HSI
 - Økt slaktesvinn

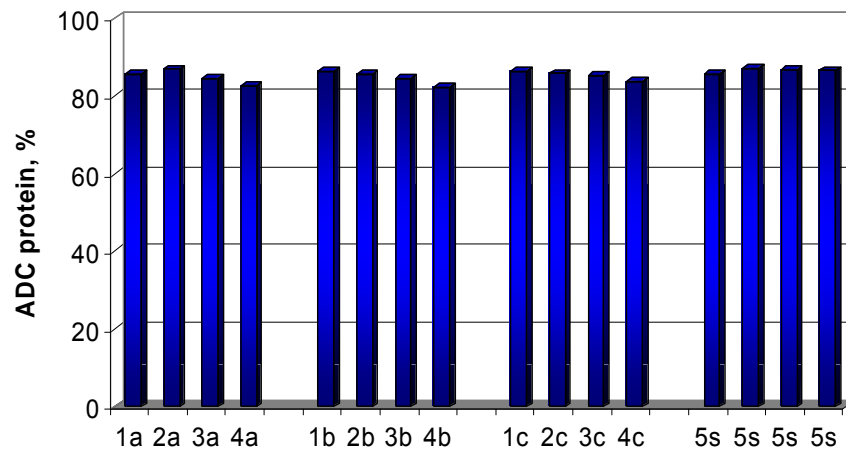
$$\text{HSI} = 6,32 - 0,02 \text{ ASBM} + 0,004 \text{ fiskemel} + 0,26 \text{ Ffett}$$



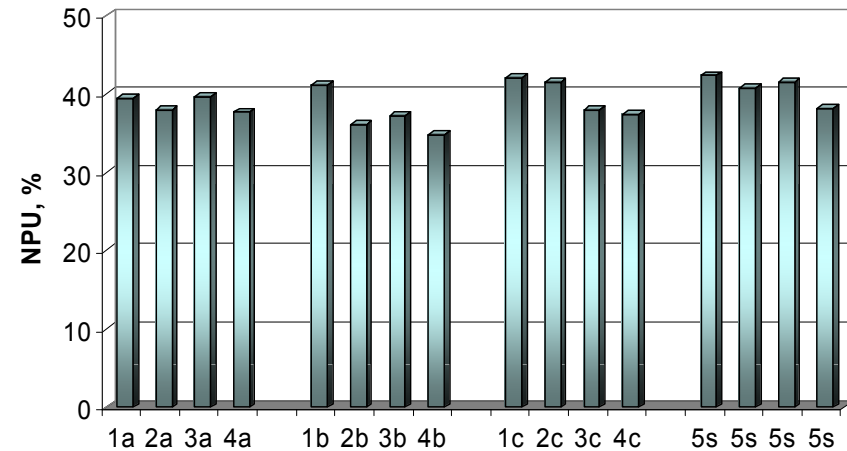
PC1 forklarer 87,9 % av variasjon i HSI

Fordøyelighet, retensjon og utnyttelse av protein

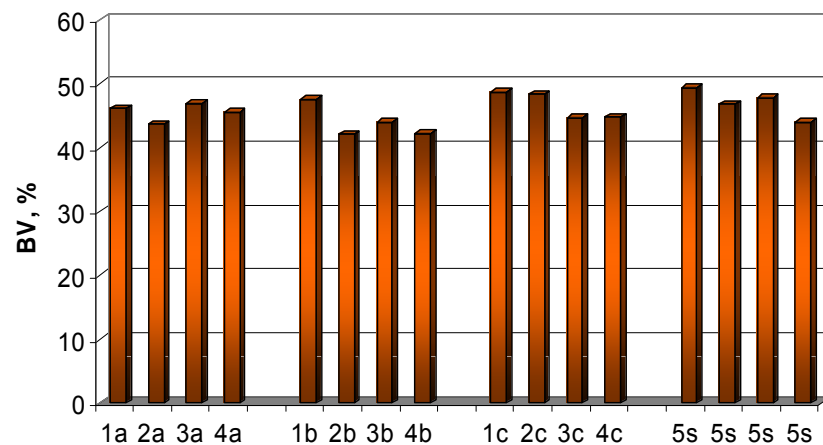
Fordøyelig protein (ADC)



NPU = Retinert N / spist N



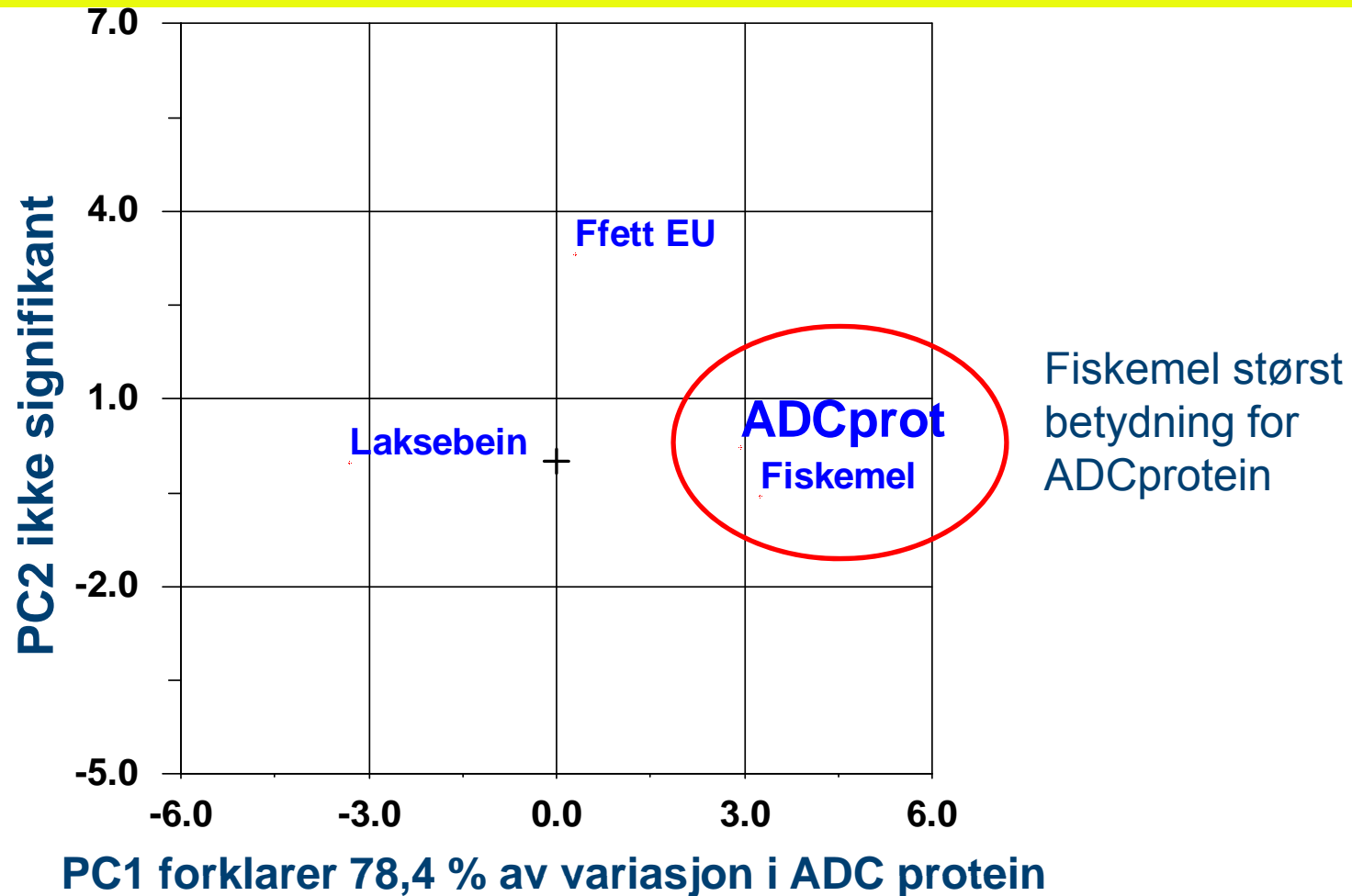
BV = Retinert N / absorbert N



- 18 % laksebeinmel:
 - 3 - 5 % redusert ADC protein
 - 5 – 10 % redusert NPU
 - 1 – 10 % redusert BV

- ADC protein (mink) = 60 %
- ADC protein (torsk) ~ 75 % i torsk

$$\text{ADCprotein} = 82,03 - 0,10 \text{ ASBM} + 0,11 \text{ fiskemel} + 0,04 \text{ Ffett}$$



...andre modeller:

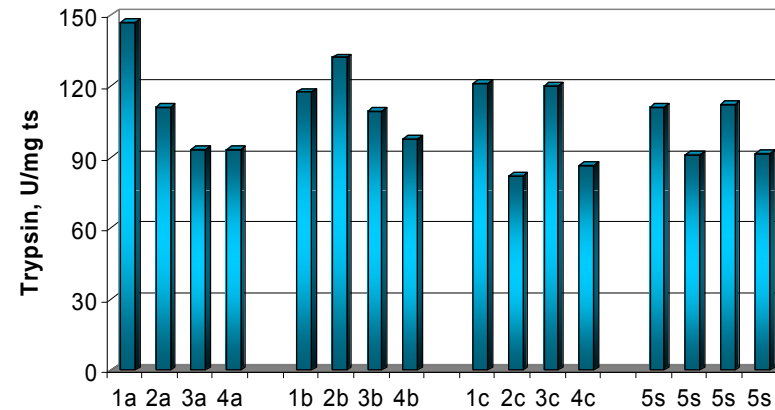
$$\text{ADCFett} = 76,05 - 0,15 \text{ ASBM} + 0,16 \text{ fiskemel} + 0,19 \text{ Ffett}$$

$$\text{ADCEnergi} = 70,6 - 0,15 \text{ ASBM} + 0,17 \text{ fiskemel} + 0,13 \text{ Ffett}$$

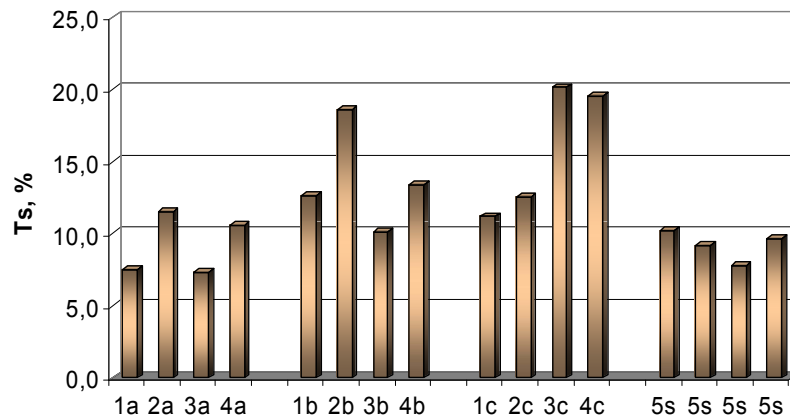
Enzymaktivitet i tørket tarminnhold

- Redusert aktivitet av trypsin (28 %), elastase (39 %) og lipase (35 %) med høyt nivå laksebeinmel
- 10-40 % økt tørrstoff mengde i alle tarmsegment med økt laksebeinmel og fett i fôr

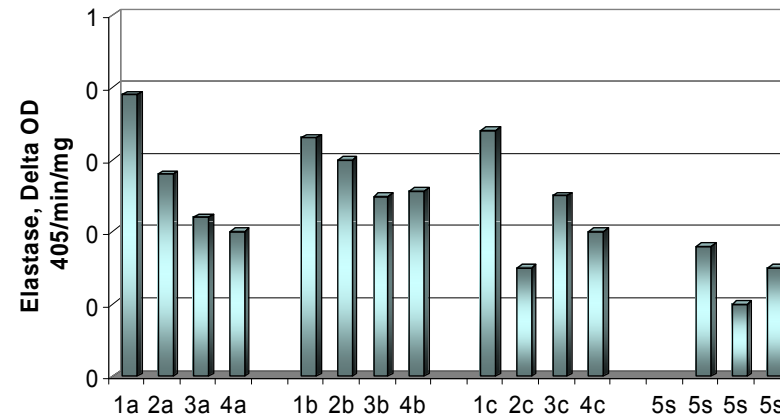
Trypsin aktivitet



Tørrstoff i torskemage



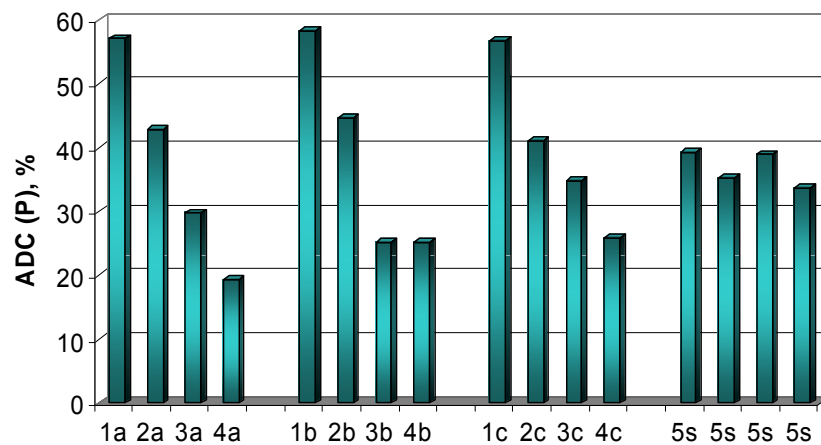
Elastase aktivitet



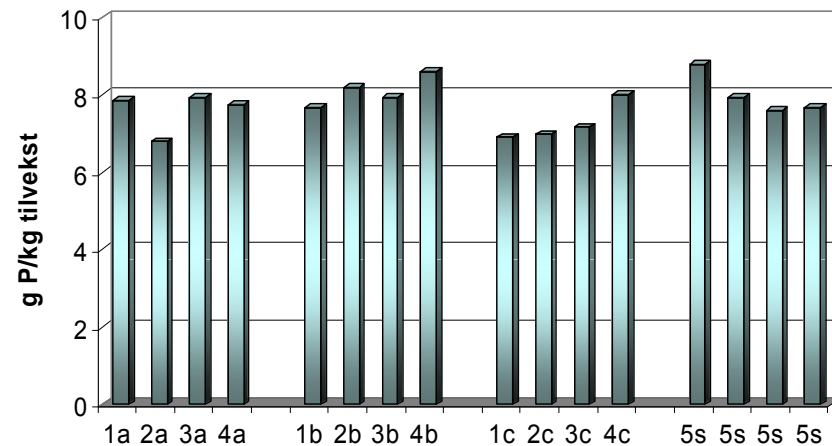
Fordøyelighet og utnyttelse av P fra laksebein

- Fordøyelighet av P signifikant redusert med økende ASBM
- pH i torskemage = 2.0 ± 0.4
 - pH øker til 2.8 ved økt innblanding av laksebeinmel
- P retensjon per kg tilvekst tilnærmet konstant

Fordøyelighet av P, %



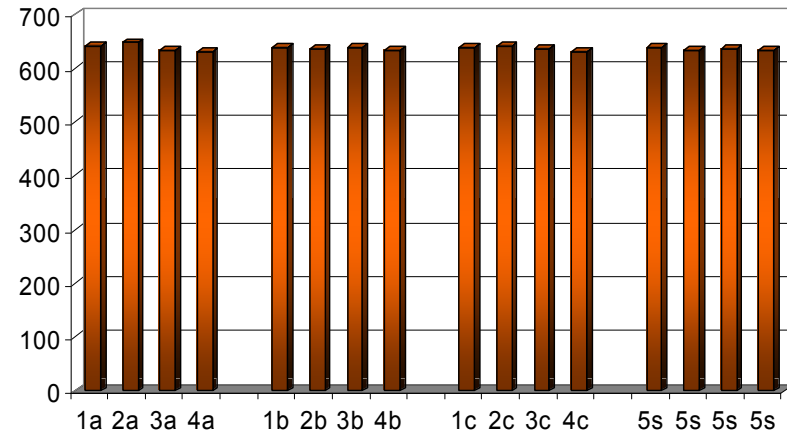
P retensjon (g) per kg tilvekst



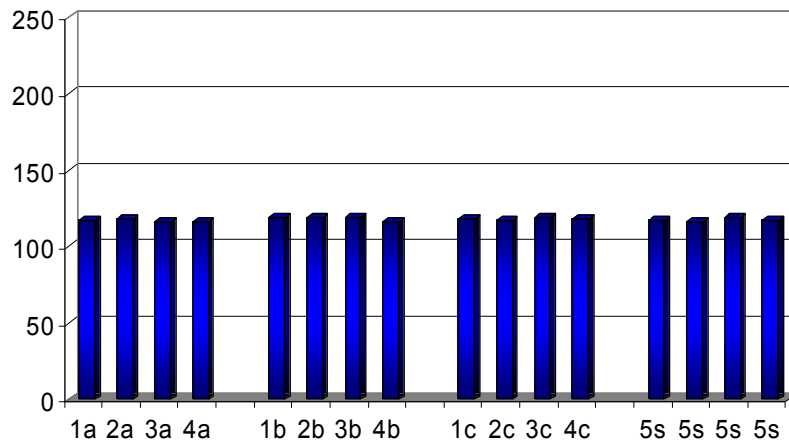
Ryggvirvler – aske og makro mineraler (t.s.)

- Total aske, P og Ca i ryggstøyle upåvirket av ASBM og fett i fôr
- Ca:P ratio = 1.88 ± 0.05

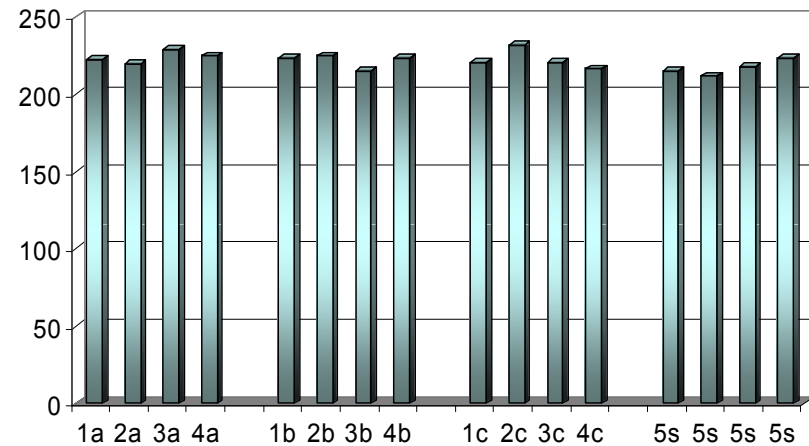
Aske i ryggstøyle, g/kg



Fosfor (P) i ryggstøyle, g/kg



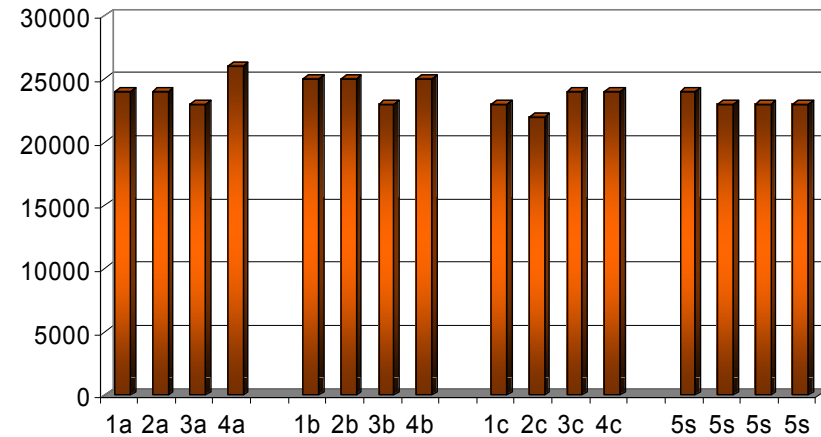
Kalsium (Ca) i ryggstøyle, g/kg



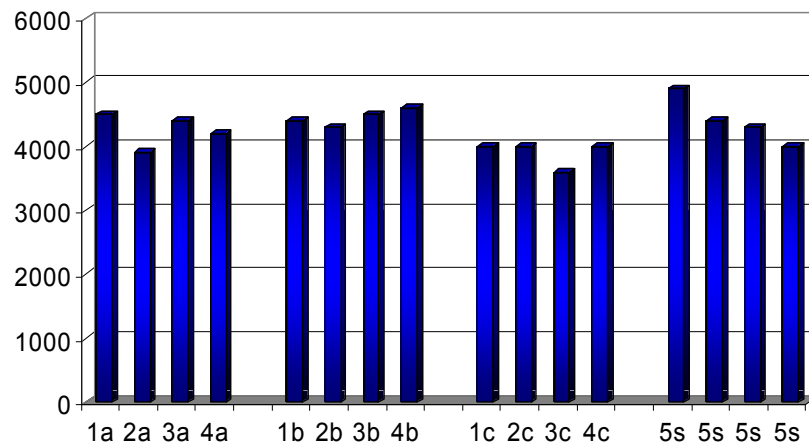
Hel fisk – aske og makro mineraler (v.v.)

- Total aske, P og Ca i hel fisk upåvirket av ASBM
- Ca:P ratio = 1.05 ± 0.10
- Svakt redusert P (8%) med høyt fettnivå i fôr

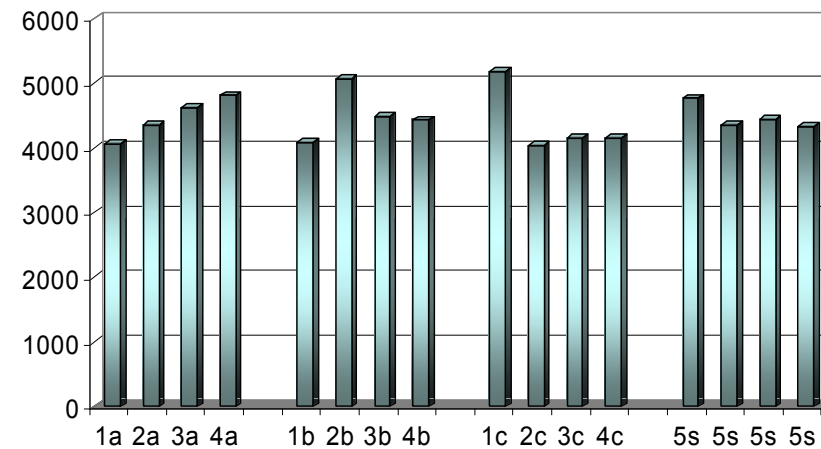
Aske i hel fisk, mg/kg



Fosfor (P) i hel fisk, mg/kg



Kalsium (Ca) i hel fisk, mg/kg



Konklusjoner

- 6 og 12 % ASBM i torskefôr opprettholdt høy vekst, fôrutnyttelse og kvalitet av torsk uavhengig av fettnivå i fôr, men forutsatt et proteinnivå på minst 48 %.
 - 18 % ASBM i torskefôr gav signifikant redusert vekst, fôrutnyttelse og fordøyelighet av protein, fett og energi, samt fysiologiske endringer i tarm; - økt pH i mage og baktarm, økt tørrstoffmengde i alle tarmsegment og redusert aktivitet av fordøyelsesenzymer (trypsin, elastase, lipase) som er sentral i omsetting av protein og fett.
 - Fôrinntak upåvirket av ASBM tross for mindre protein og energi i fôr.
 - Høyt fettinnhold i fôr påvirket ikke vekst og fôrutnyttelse, men gav redusert kvalitet av torsk ved fettakkumulering og økt slaktesvinn (økt HSI)
 - Kollagenprotein i ASBM ble noe dårligere utnyttet enn fiskemelsprotein, og vekstfremmende egenskaper av ASBM ble ikke påvist i dette forsøket
 - Fordøyelig protein i ASBM \approx 75 % i torsk
 - Aske og mineralinnhold i hel fisk og i skjelett upåvirket av ASBM selv ved høy innblanding, forsøket viser at tungt løselige mineraler i laksebein er tilgjengelig i torsk
 - Merverdi av laksebiprodukt ved redusert behov for mineraltilsetning
 - P er det mest kostbare mineral i fôr (ca.3 kr/kg), forventer prisøkning (10-20%) i år
 - Forsøket viste at inntil 50 % av P kommer fra ASBM (0.4 % P/kg fôr)
- Laksebeinmel fra hode- og ryggavskjær representerer en verdifull kilde til protein og mineraler i fôr til torsk

Takk for oppmerksomheten !

