

Smoltkvalitet og prestasjon i sjø

Grete Bæverfjord
AKVAFORSK
Sunndalsøra

“Intensivt smoltoppdrett”

- Rask vekst
- Høg temperatur
- Høg tetthet
- Lavt vannforbruk
- Oksygenert vann
- Store enheter
- Lav forfaktor
- Rask utvikling i næringa, uprøvde løsninger tas i bruk
- Kortere produksjonssyklus
- Kostnadsreduksjon
- Oppskalering av produksjonssystemer
- Færre lokaliteter, mer produsert pr enhet

Presset er høgest i ferskvannsproduksjonen

Ti år med deformitetsforskning har lært oss at....

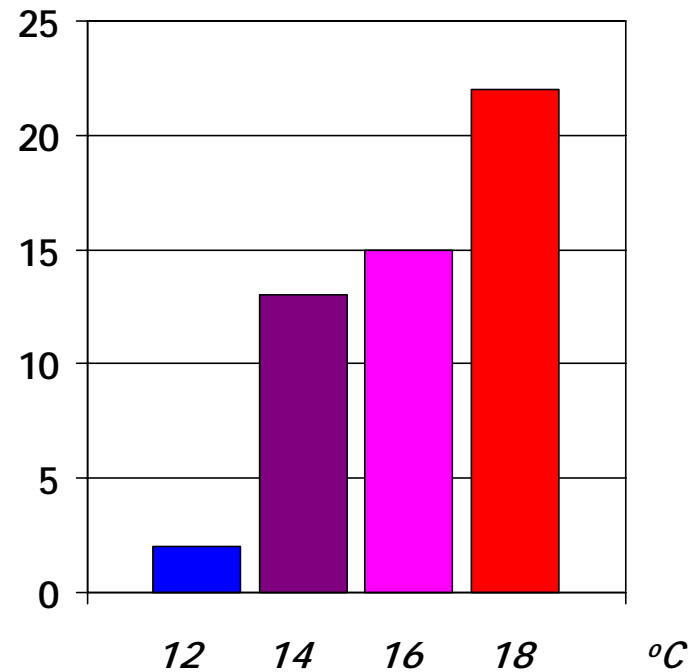
- Det finnes biologiske grenser vi må forholde oss til
- Fisken presterer best mht kvalitet når
 - Temperaturen er moderat
 - Veksthastigheten i ferskvatn er moderat
 - Vannkvaliteten er under kontroll og stabil
- Nivået av kontroll i ferskvannsproduksjonen er ikke alltid bra nok
- "Alt henger sammen med alt"
 - Nødvendig å se ulike elementer av ferskvannsproduksjonen i sammenheng
 - Ubehagelig mange avvik på stor fisk har sammenheng med suboptimale forhold i ferskvatn

Egg incubation temperature $> 8^{\circ}\text{C}$ in Atlantic salmon can induce:



Misdannelser i ryggvirvler (60g størrelse)

Effekt av produksjonstemperatur 0-60g

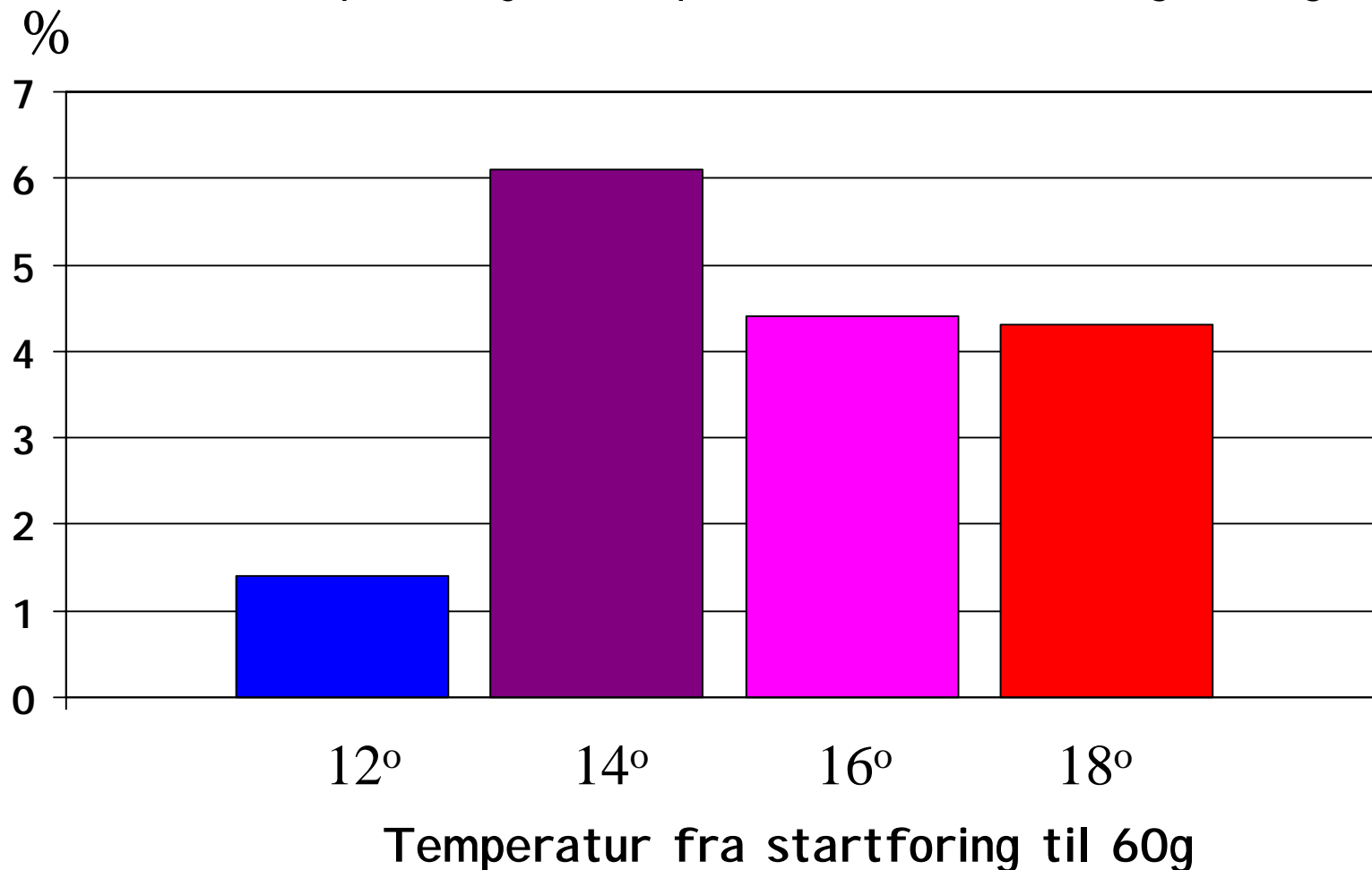


% av fisk med misdannelser
i ryggvirvler

Nedklassing på slaktelinja

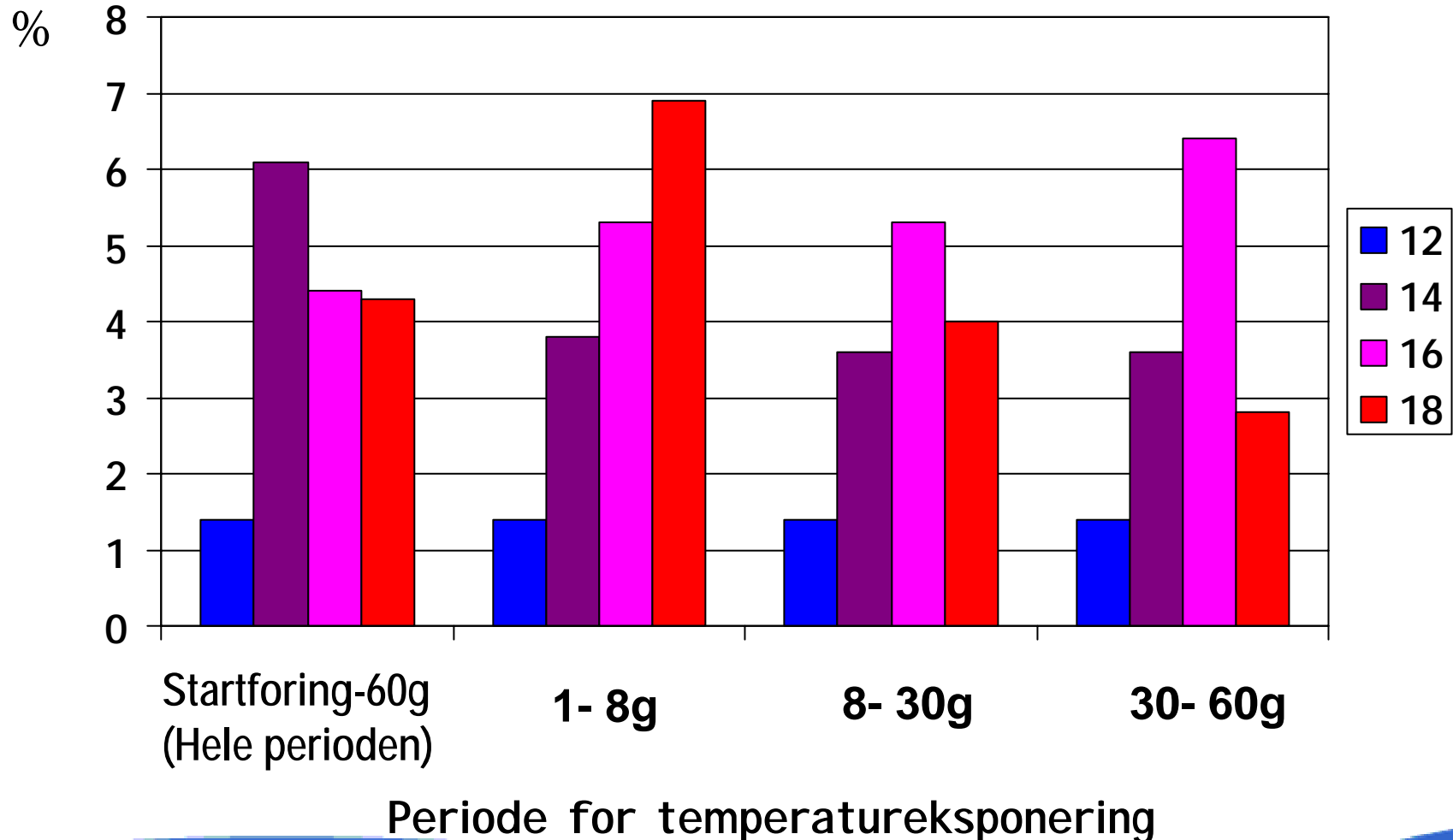
p.g.a. avvik i kroppsform/deformiteter

Effekt av produksjonstemperatur fra startforing til 60g



Nedklassing på slaktelinja p.g.a. avvik i kroppsform/deformiteter

Effekt av produksjonstemperatur i ulike perioder i ferskvatn

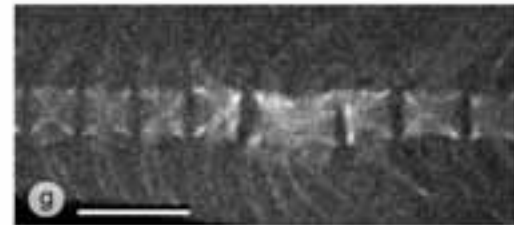
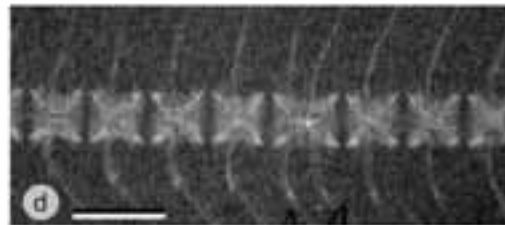
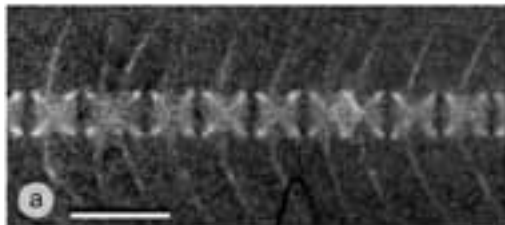


Development of temperature induced deformities with time

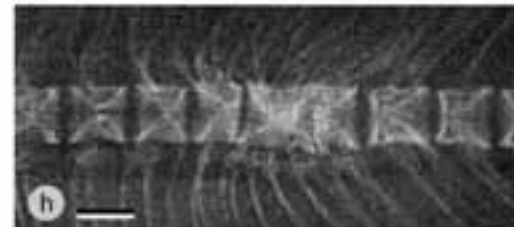
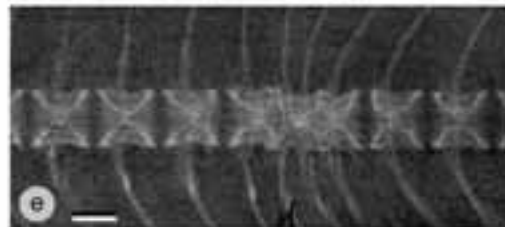
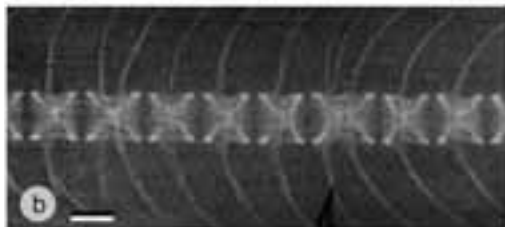
Fish #1

Fish #2

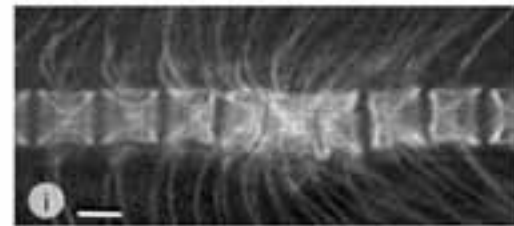
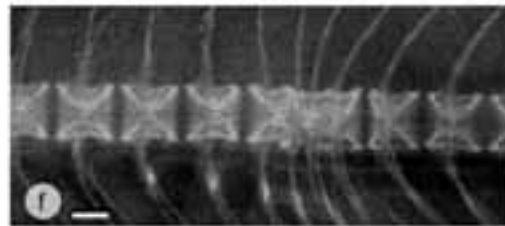
Fish #3



Smolt
(100g)



After
6 mo in
sea (1kg)



Harvest
(2,5 kg)

Grade:
superior

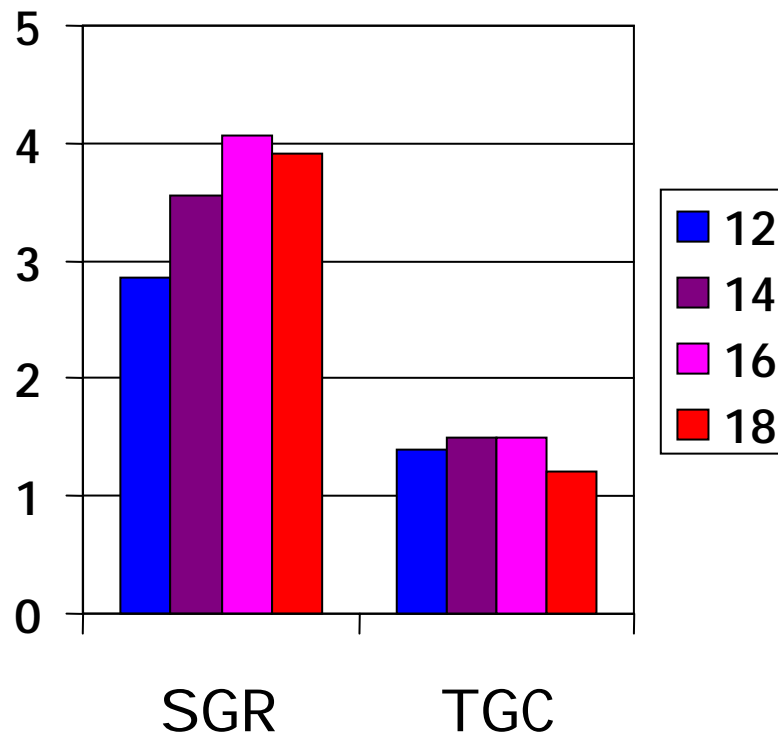
Grade:
superior

Grade:
ordinary

Witten et al., in manuscript

Growth rates and freshwater production time

Effect of temperature 0-60g



- Production time:

12°: 199 days, 60g (6,6 mnd)

14°: 158 days, 56g (5,3 mnd)

16°: 140 days, 58g (4,7 mnd)

18°: 140 days, 49g (4,7 mnd)

- NB! Fish were not graded during this period

Vekt ved utsett i sjø

1-åring, mars, ulik temperatur 0-60g

Temperatur 0-60g	Vekt (g)	Vektvariasjon (CV)	Kondisjons- faktor
12°C	88	24	1,28
14°C	102	29	1,25
16°C	111	32	1,30
18°C	98	34	1,28

Vekt ved slakting

1-åring, juni, 12 mnd i sjø, ulik temperatur 0-60g

Temperatur 0-60g	Vekt (g)	Lengde (cm)	Kondisjons- faktor
12°C	2170	56	1,18
14°C	2360	58	1,19
16°C	2660	60	1,22
18°C	2680	59	1,28

Oppsummering, temperatur

- Rogn, plommeseekkyngel: Fremdeles viktig
- Temperatur i ferskvannsproduksjon:
 - Temperaturer over 12°C vil gi sammenvoksninger i ryggvirvler
 - Hvor mye tåler fisken før det blir et problem?
 - Temperaturinduserte skader fra ferskvatn vil videreutvikles i sjø
 - Skadene er som regel ikke synlige ved utsett
 - **Tapt tilvekst ved lavere temperatur**

Veksthastighet

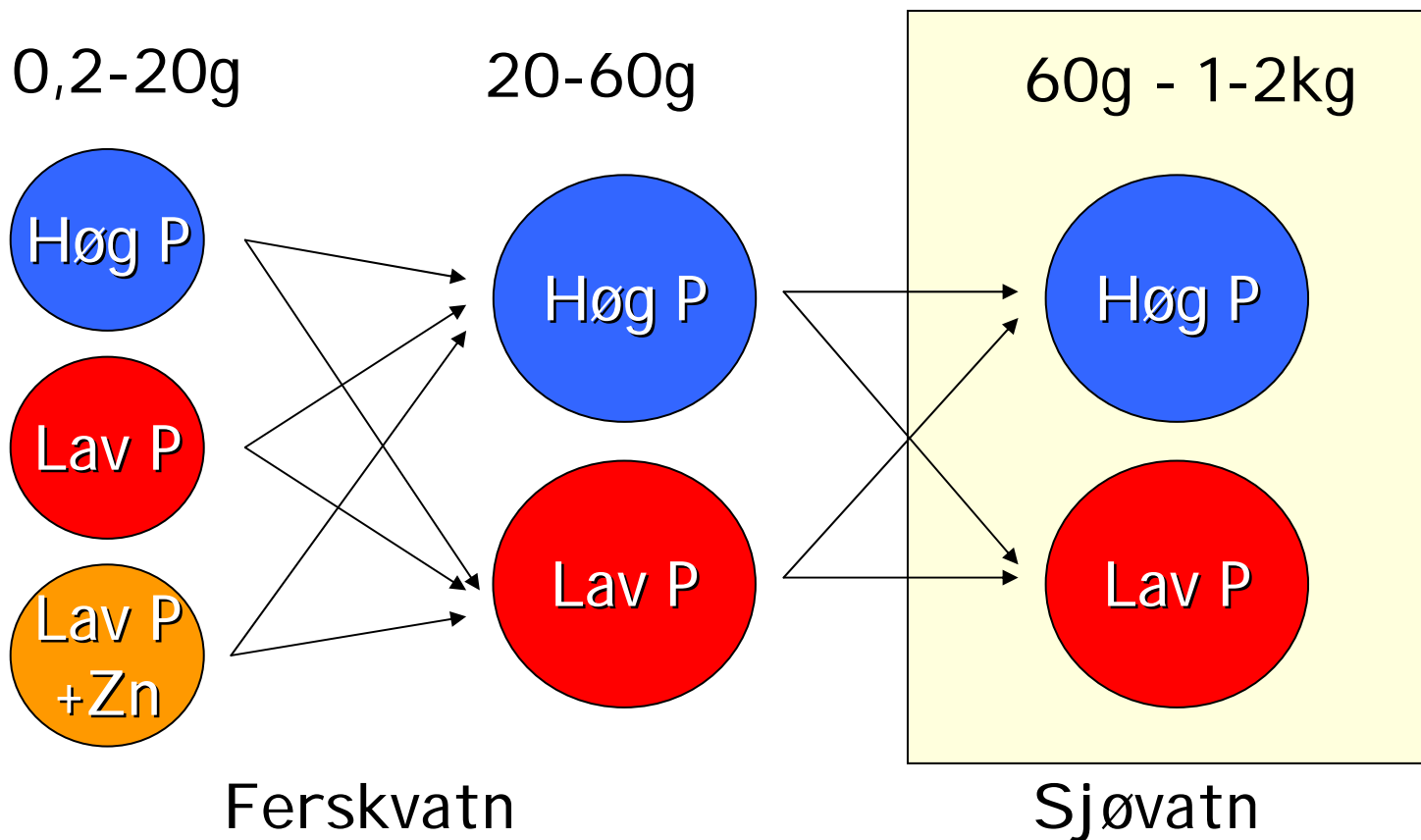
- Maks veksthastighet for laks ved **15-16 °C**
- Utfordring å skape **balansert vekst** ved maks vekshastighet
- Harmonisk vekst av ulike organer, og av skjelett-muskelmasse
- **Vekst og utvikling av hjerte ?**
- Vanskelig å dekke alle **stofflige behov** når det går fort og forfaktoren er lav
- **Mineralernæring** et kjent problemområde, ikke bare innhold i for er av betydning.

Uforutsigbar dekning av fosforbehov

- Fordøyelighet av P avhenger av kilde
- Hvor høgt P-innhold foret må ha avhenger av fordøyelighet (%) og forfaktor (kg for/kg tilvekst)
- **Innhold av P i hel fisk med normal mineralisering av bein ~4000 mg/kg.**

P i foret mg/kg (%)	Fordøyelighet %	FCR (kg for/ kg tilvekst)	Mengde P (mg/kg) tilgjengelig per kg tilvekst
12 000 (1,2 %)	50	1	6000
12 000 (1,2 %)	30	0,8	2880

Fosfor i for: Effekt av knapp forsyning av fosfor i ulike deler av livssyklus. Utvikling av bein og skjelett



For:

	Fosfor (P) %	Sink (Zn) mg/kg
Høg P	1,7-1,8	140-190
Lav P	1,0-1,2	140-190
Lav P + Zn	1,0-1,2	50-80

Lav P: P nivå på linje med det som står i læreboka

Lav Zn: Zn levels " " "

Hvis fordøyelighet 50% og forfaktor 1,0: Nok

Hvis fordøyelighet 40% og forfaktor 0,7: **Litt** for lite

20g



High P



Low P



**Low P
+ Zn**





Deformiteter i hale og underkjeve ved avslutning i sjø (1-2 kg)

0-20g	20-60g	Sjø	"Halebrett" %	Hakeslepp eller fortykket underkjeve %
High P	High P	High P	0	4
	High P	Low P	5	7
	Low P	High P	0	2
	Low P	Low P	12	26
Low P	High P	High P	30	21
	High P	Low P	33	13
	Low P	High P	36	22
	Low P	Low P	47	28
Low P + Zn	High P	High P	32	26
	High P	Low P	50	18
	Low P	High P	50	18
	Low P	Low P	38	29

Oppsummering, fosfor i fôr:

- Små marginer for fosfor i fôr sammenliknet med de fleste andre næringsstoff
- Selv en moderat knapphet kan gi varige effekter
- Perioder med negativ P-balanse kan gi irreversible strukturforandringer i bein, som ikke forsvinner selv om mineralinnholdet i bein normaliseres
- De tidligste stadiene etter startfôring er mest sårbare
- Perioder med rask vekst er særlig utsatt

Vannkvalitet, problemstilling 1:

- Begrensede vannmengder tilgjengelig, samtidig som produksjonen av smolt øker
- O₂ må tilsettes vannet for å øke produksjonskapasiteten
- Metning i innløp kan være > 250%
- Metning i karet ideelt ikke > 100%
- Hva skjer dersom fisken eksponeres for O₂-metning > 100% ?

Forsøk med overdosering av O_2 (metning i karet >100%):

Eksponeringsnivå:

- Første periode

Innløp

100

150

175

Utløp

75

105

130

- Vekstperiode,
40-80g,
24 t lys

- Andre periode

Innløp

100

170

Utløp

85

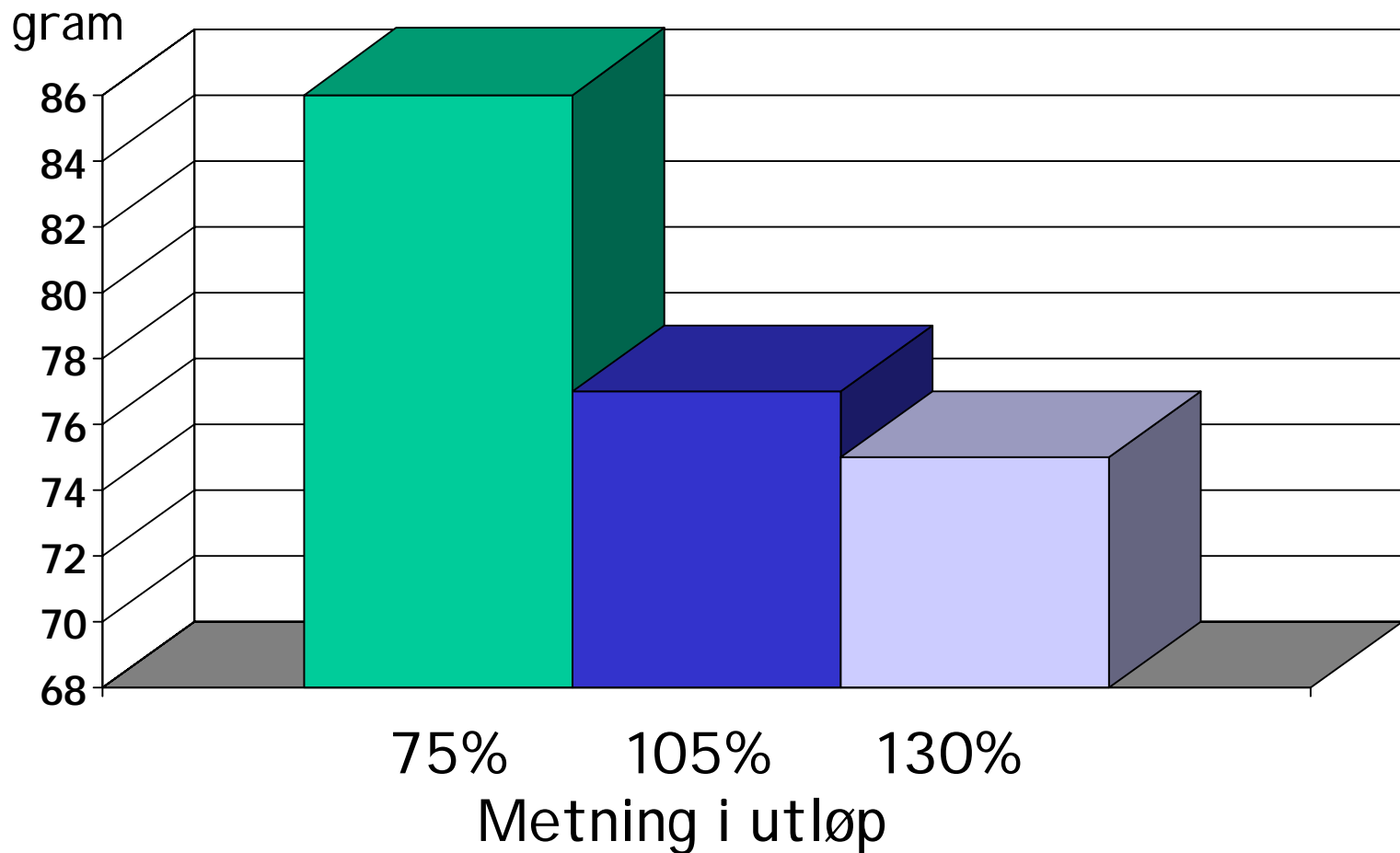
125

- Smoltifisering,
lysstyring

Tilsvarende metning i karet

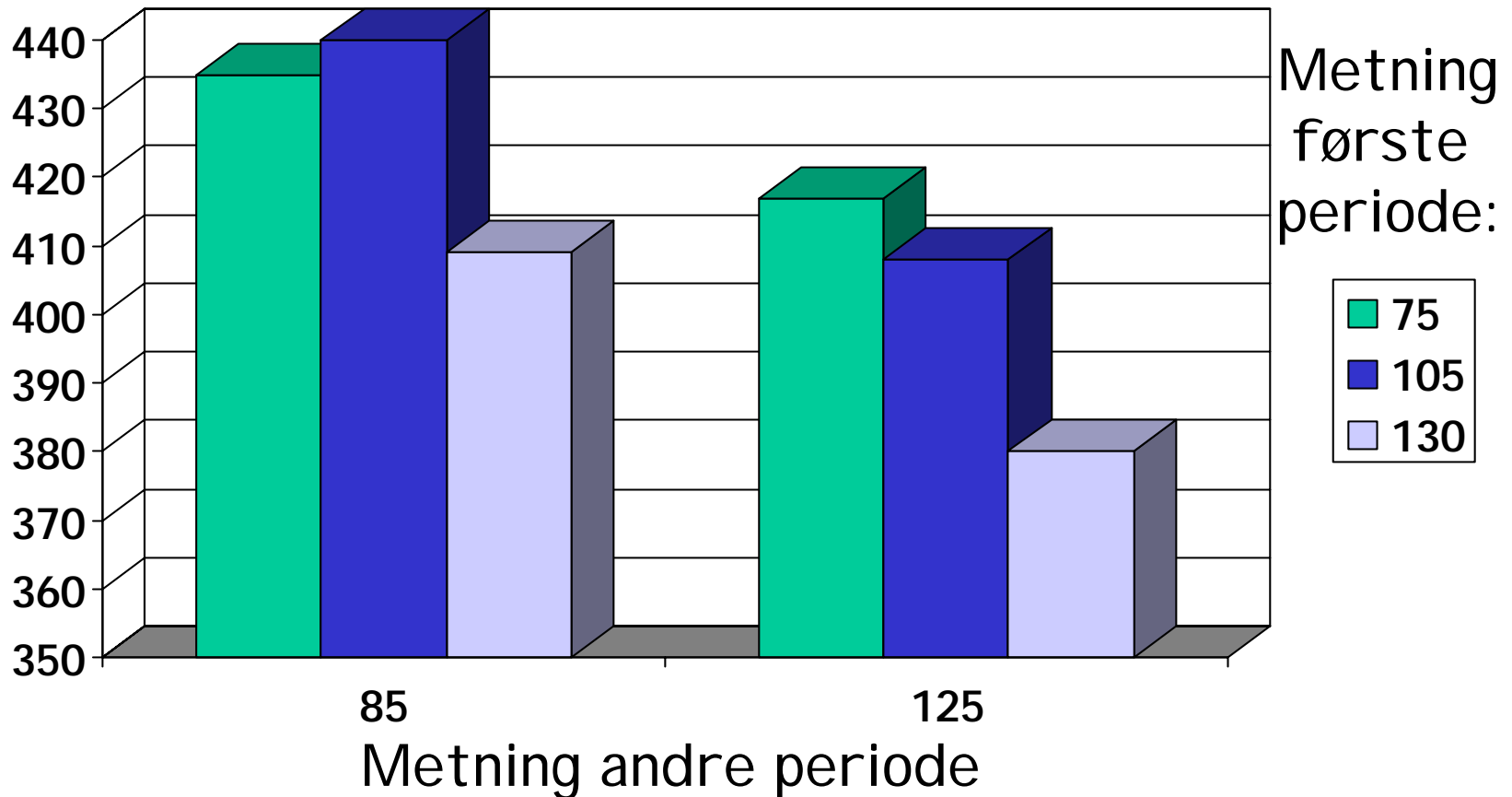
Etter utsett i sjø, 16 uker i felles not

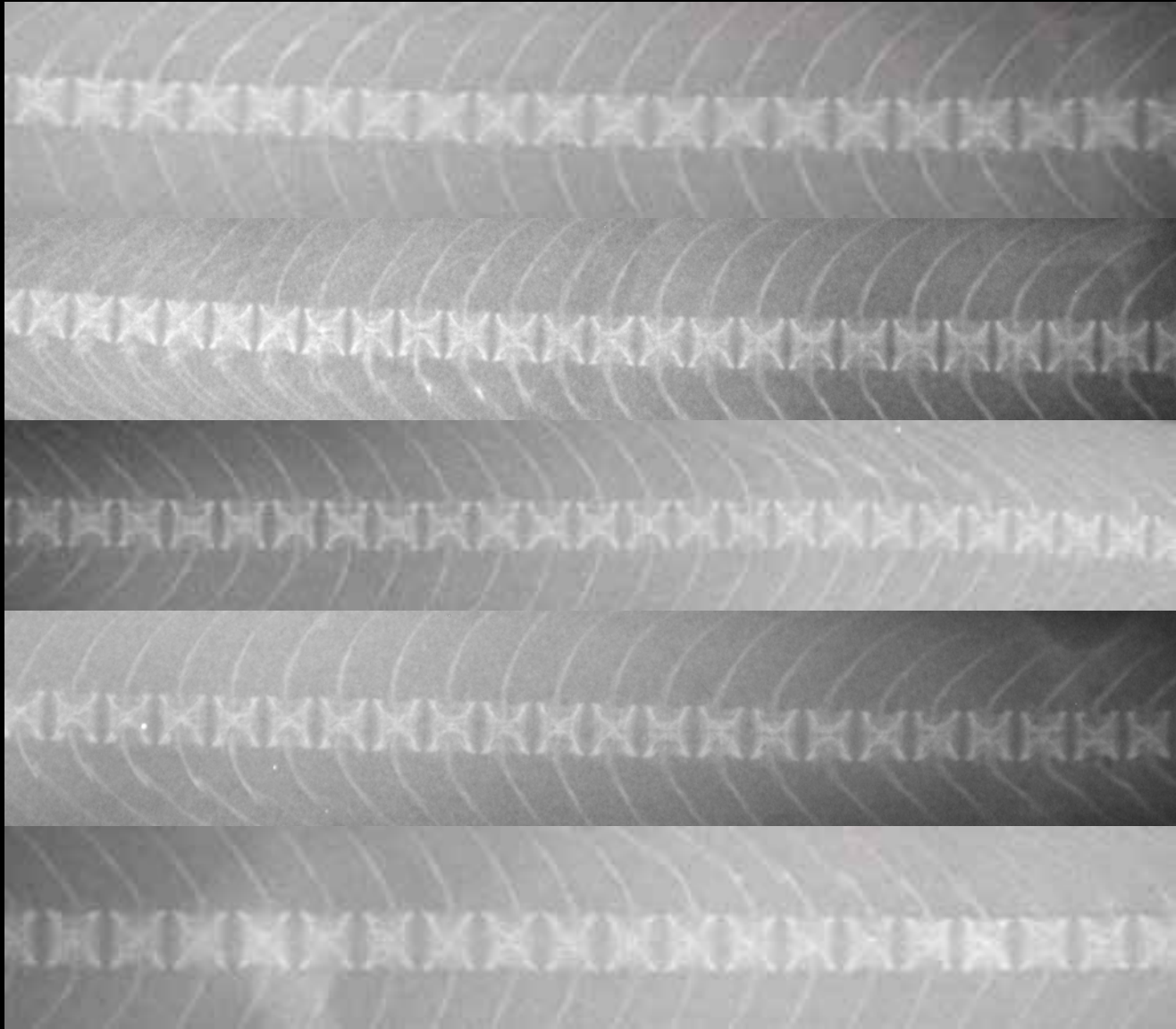
Vekt ved avslutning av første eksponeringsperiode



Vekt ved avslutning, 16 uker etter utsett i sjø

gram

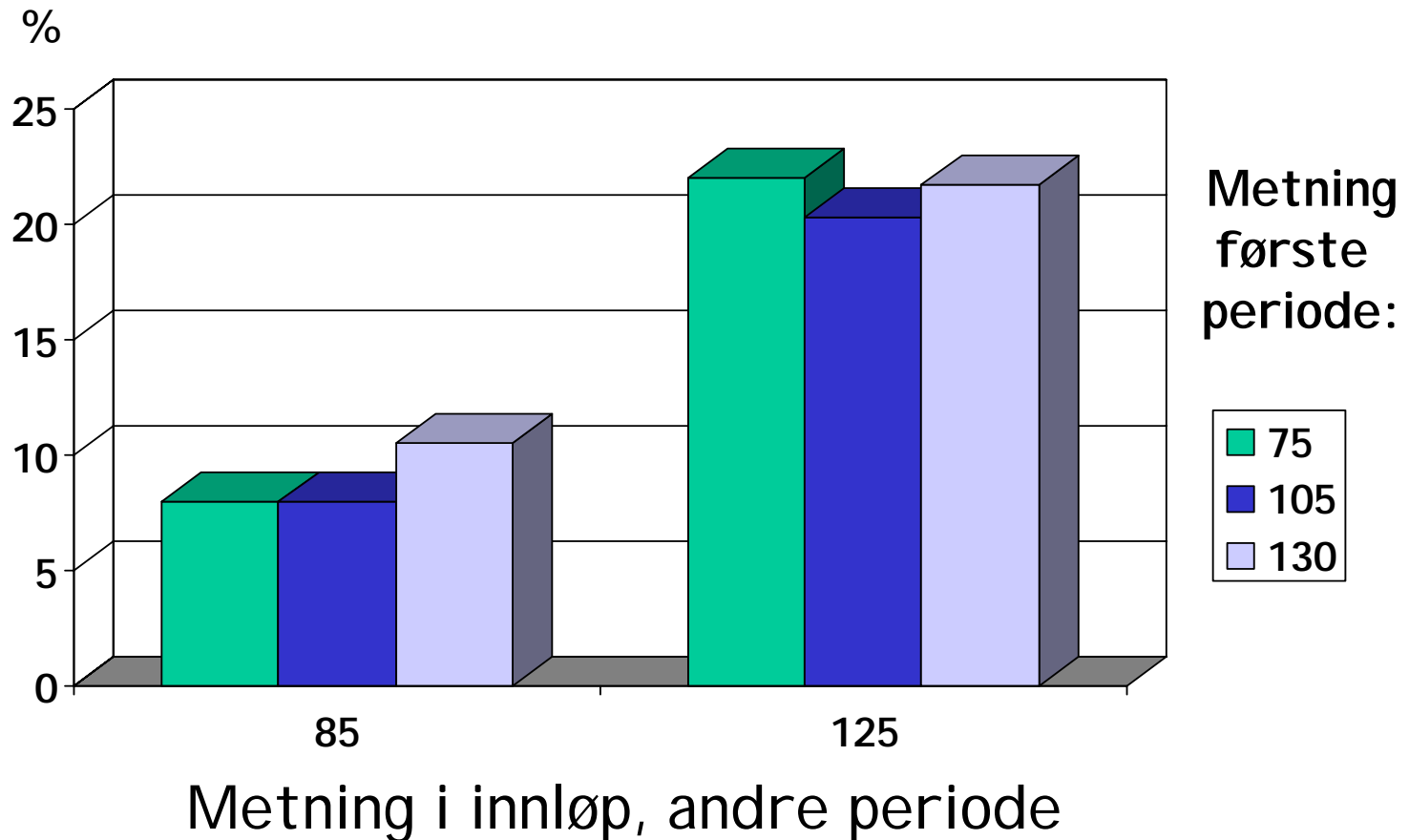




Andel fisk med uregelmessige ryggvirvler

Effekt av oksygen-dosering før utsett

Røntgenundersøkelse 16 uker etter utsett i sjø



Vannkvalitet, problemstilling II:

- Ved redusert vanngjennomstrømning vil fritt CO₂ akkumuleres i karvatnet og pH vil gå ned
- 0,1-0,2-0,3 l/kg/min
- Hvor sikre er tallene?
- Hvor går grensene for fisken?
- Hva er de kritiske faktorene?
- Samspill med O₂-overmetning?

Høg CO₂ - lav pH, flere forsøk:

Ingen klare effekter i form av misdannelser under ellers gunstige forhold

Høge innslag av fisk med platyspondyli *ved slakting* i forsøksgrupper som har hatt

- høge og ustabile CO₂-nivå, lav pH (3-60g)
- høg temperatur
- ustabil oksygenmetning i kar, delvis over 100%

Oppsummering vannkvalitet og deformiteter

- Ingen enkel sammenheng mellom
CO₂-pH-tetthet og ryggdeformiteter
O₂-overmetning og ryggdeformiteter
- Det er indikasjoner i flere forsøk på at CO₂-pH-O₂ har effekt på seinere utvikling av deformiteter
- Dette stemmer med indikasjoner fra anlegg
- Stress?
- Høge tettheter gir ustabile systemer
- O₂-metning i karet >100% er ikke gunstig for fisken
- Tegn på at et ustabil karmiljø er lite gunstig

Nullåringsproduksjon

- Den mest "intensive" fisken
- Tid er mangelvare
- Mange ubesvarte spørsmål
 - Temperatur fram til start lysstyring
 - Temperatur i lysstyringsperioden
 - Tetthet i lysstyringsperioden
 - CO₂ O₂
 - Stress?
 - Vaksineringsstidspunkt
 - Lys i sjø?
- Prosjekt pågår !
- Utredning fra Mattilsynet om velferd for nullåringer er i vente

Vi har lært at

- **naturen er ikke alltid en god referanse**
 - de fleste av de miljøbetingelsene vi har testet forekommer også i naturen
 - det er nødvendig å gjøre testing under oppdrettsrelevante forhold
- **negative forhold i ferskvatn kan være synlige først når fisken har blitt stor**
 - det er nødvendig med langvarige forsøk
- **det er som regel sammenheng mellom ulike negative effekter**
 - det som gir normal utvikling gir også god vekst og overlevelse og en mer robust fisk
 - unntak: temperatur !

Framtidas smoltproduksjon

- Krav til
 - Stabilt og kontrollert karmiljø
 - Kontrollert biomasseøkning
 - Temperaturkontroll
 - Moderat veksthastighet
- Forutsetning for sikker og forutsigbar produksjon
- Resirkulering? En av flere mulige veier å gå
- Forskerens bønn:
Gjør feilene i liten skala først!