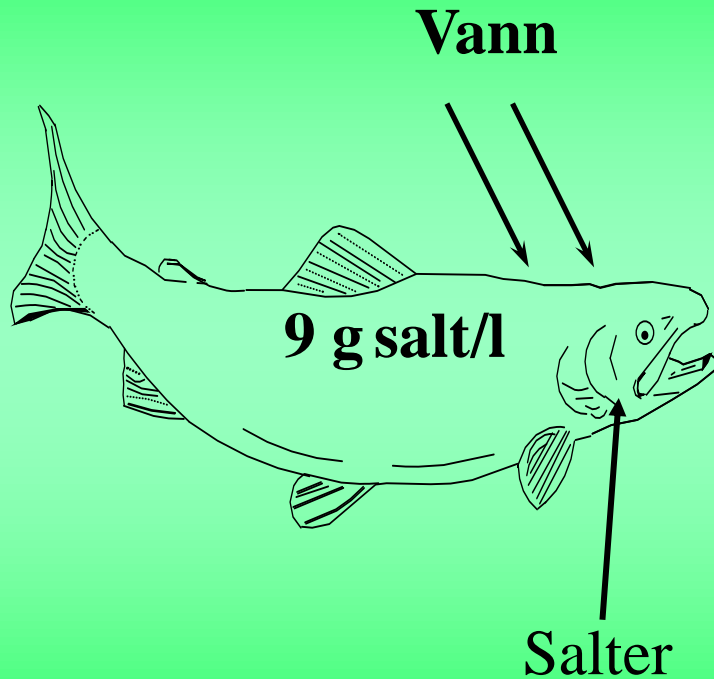


PRODUKSJONS-STRATEGIER I SJØ

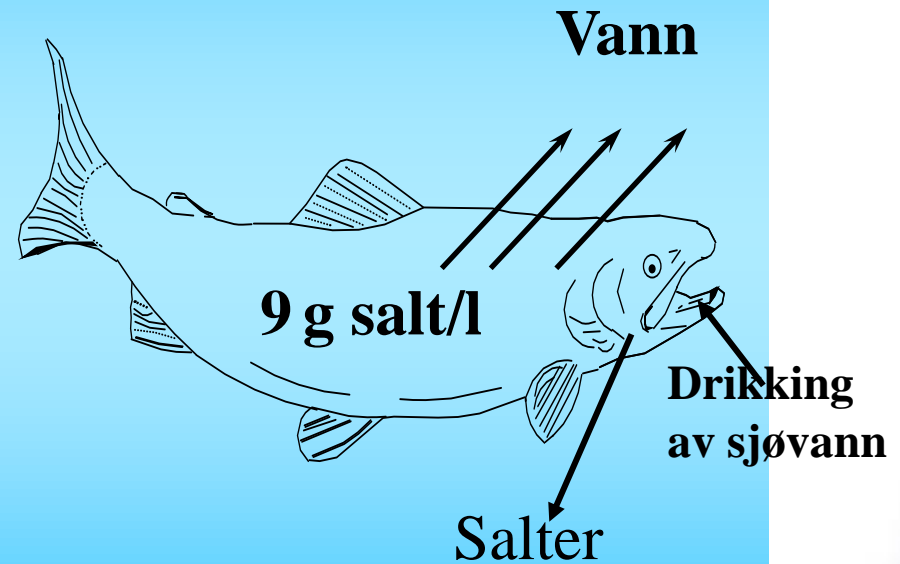
Kjell-Arne Rørvik, Jens-Erik Dessen, Vetle Skjold



Ferskvann (<0,5 g salt/l)



Sjøvann (32 g salt/l)

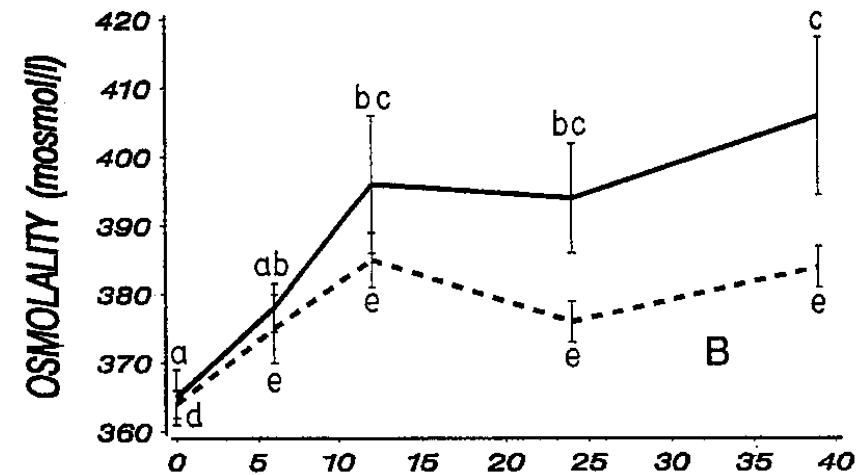
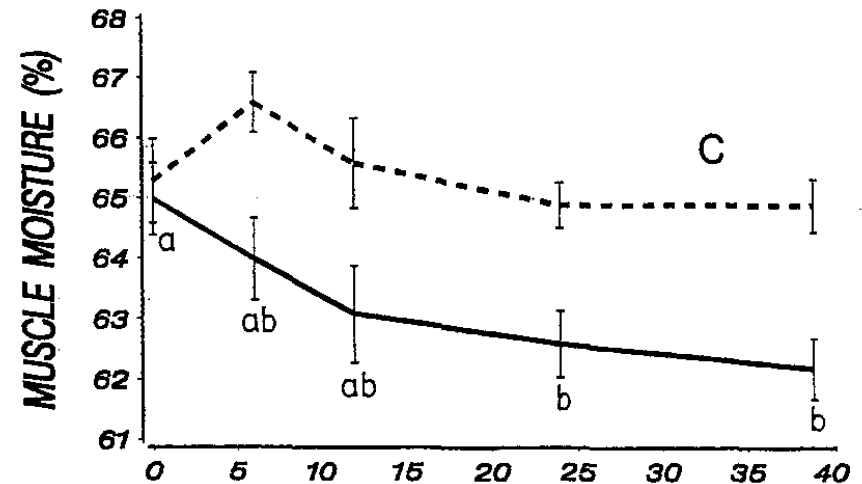
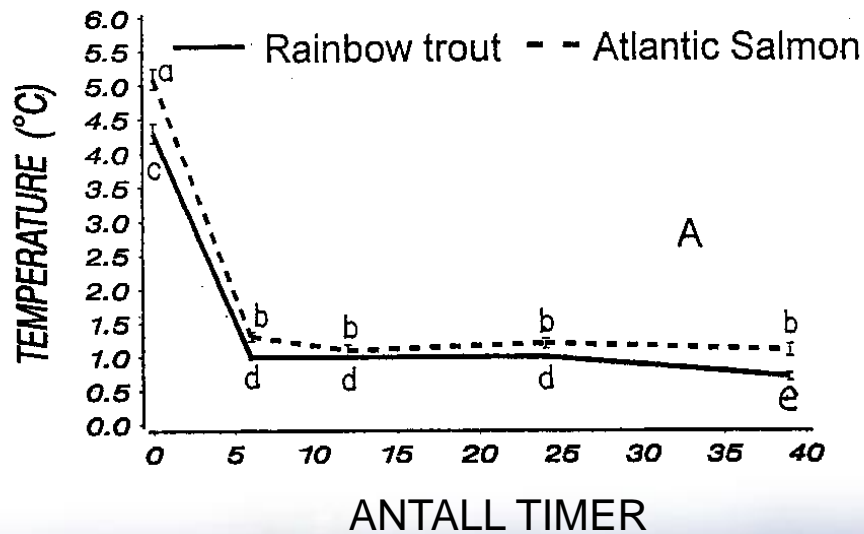


Regnbueørret vs. laks: Mindre hode/gjeller + høyere slimproduksjon

Test på rask endring i sjøtemperatur

Regnbueørret vs. Laks

40% av ørreten utviklet
Vassbuk

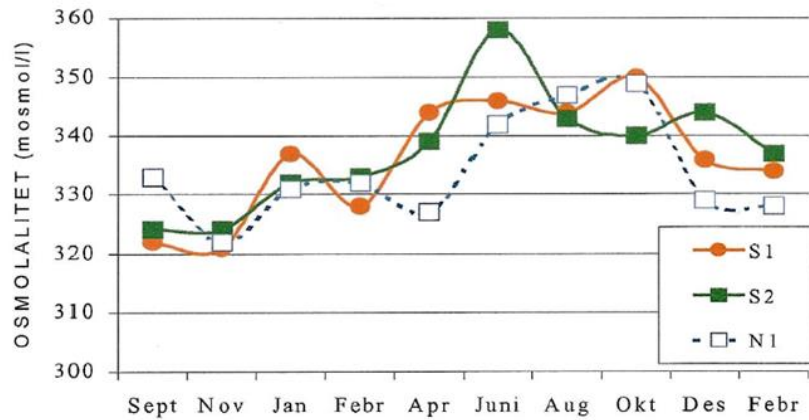


Strategier for å unngå redusert sjøvannstilpasning

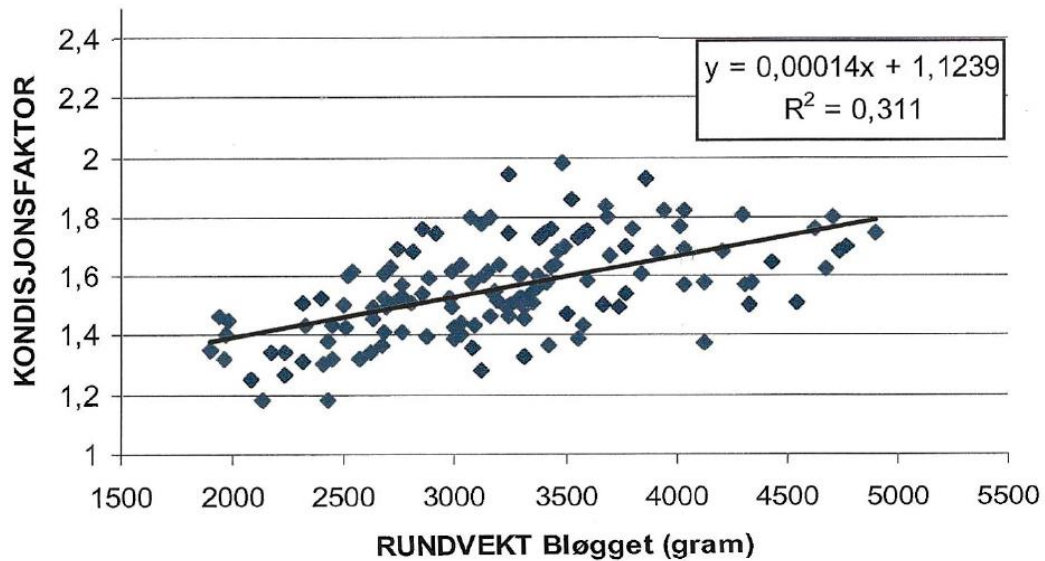
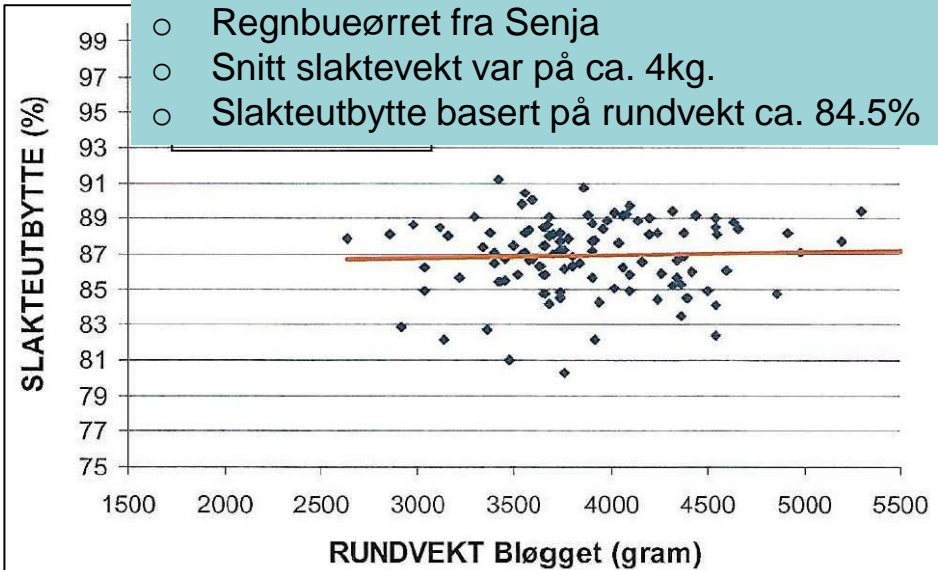
- Benytte lokaliteter med mer stabilt vannmiljø.
- Prøve å bedre sjøvannstilpasningen til Regnbueørret.

Test av stabilt miljø ble gjennomført i Troms (Senja)
og i Finnmark (Honningsvåg)





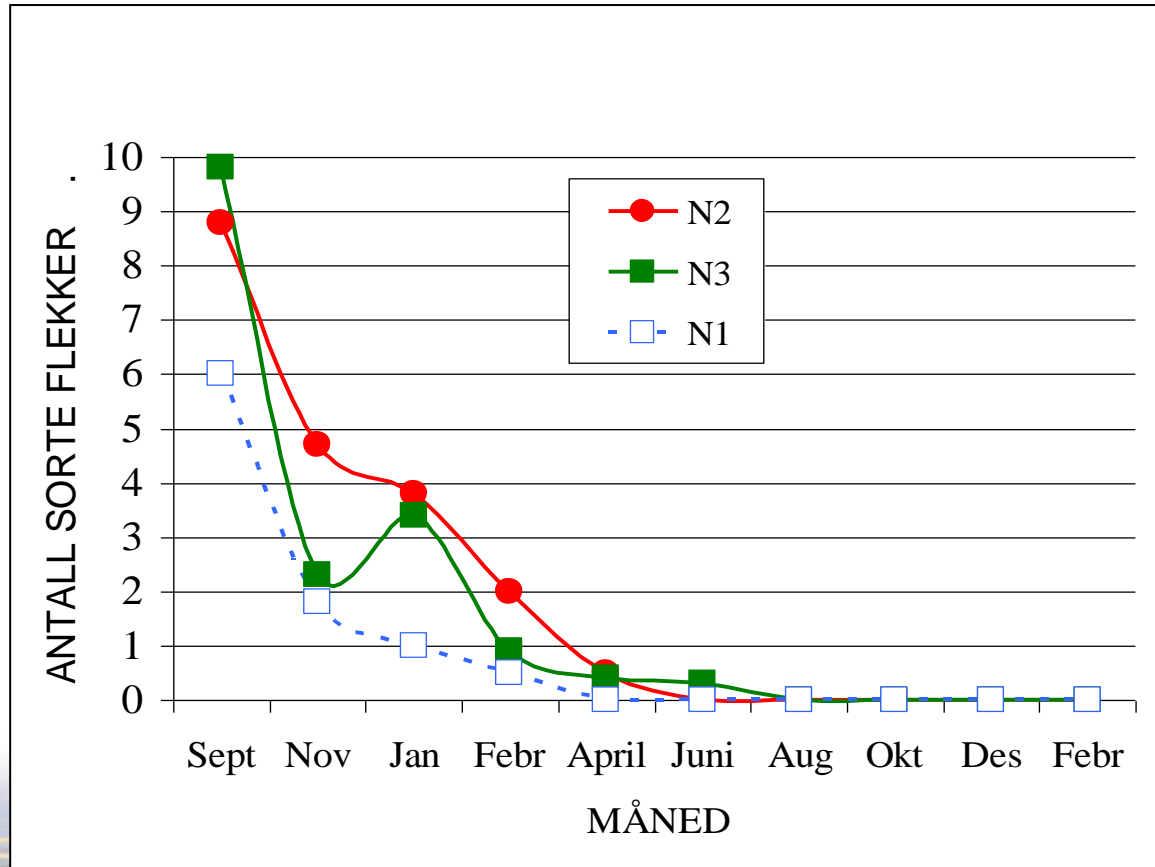
Normale svingninger i osmolalitet



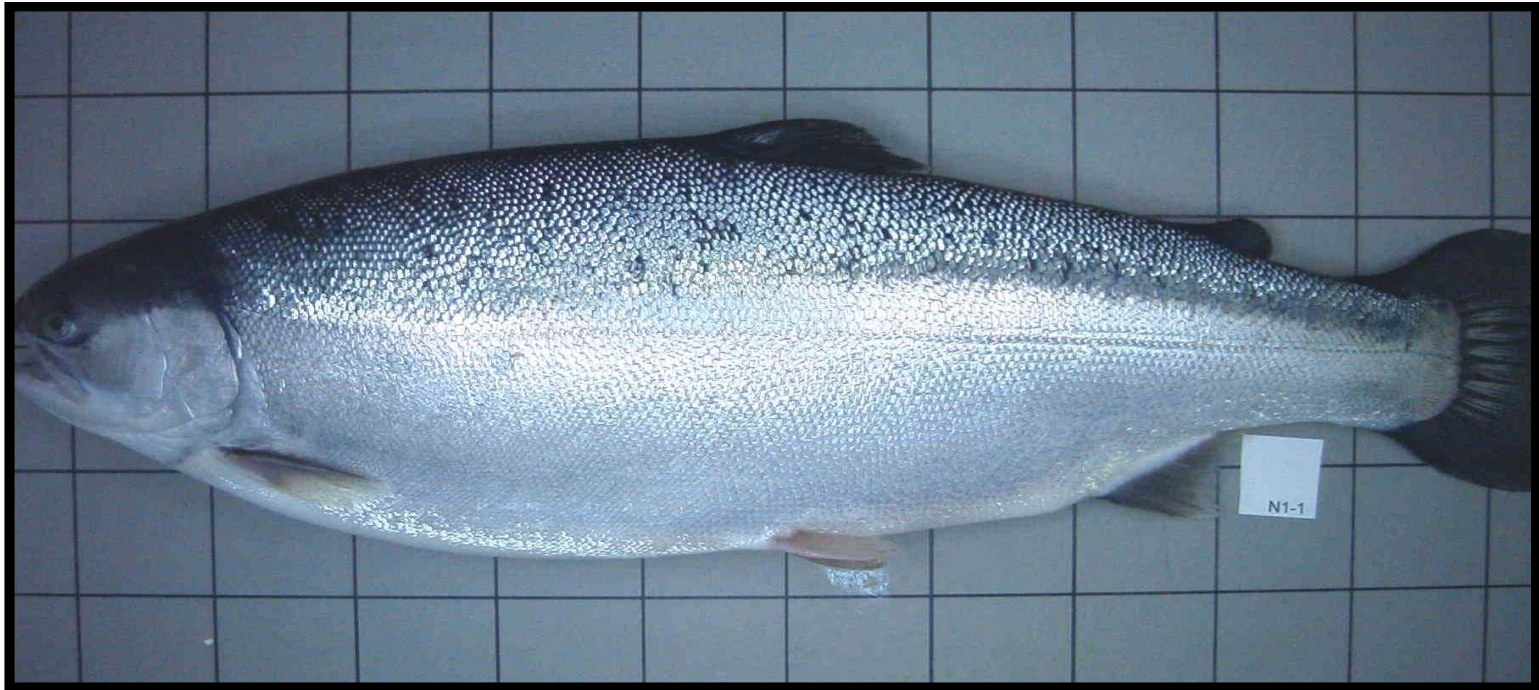
- Regnbueørret fra Finnmark
- Kondisjonsfaktor for 4 kilos ørret basert på rundvekt er ca. 1.7



Antall mørke flekker under sidelinja på regnbueørreten etter utsett



Superior 3-kilos regnbueørret fra det klare og kalde vannet i nord



Fikk en idé om å bygge en merkevare for det japanske og asiatiske markedet mht. blank regnbueørret fra Finnmark.

➤ **Problemstilling**

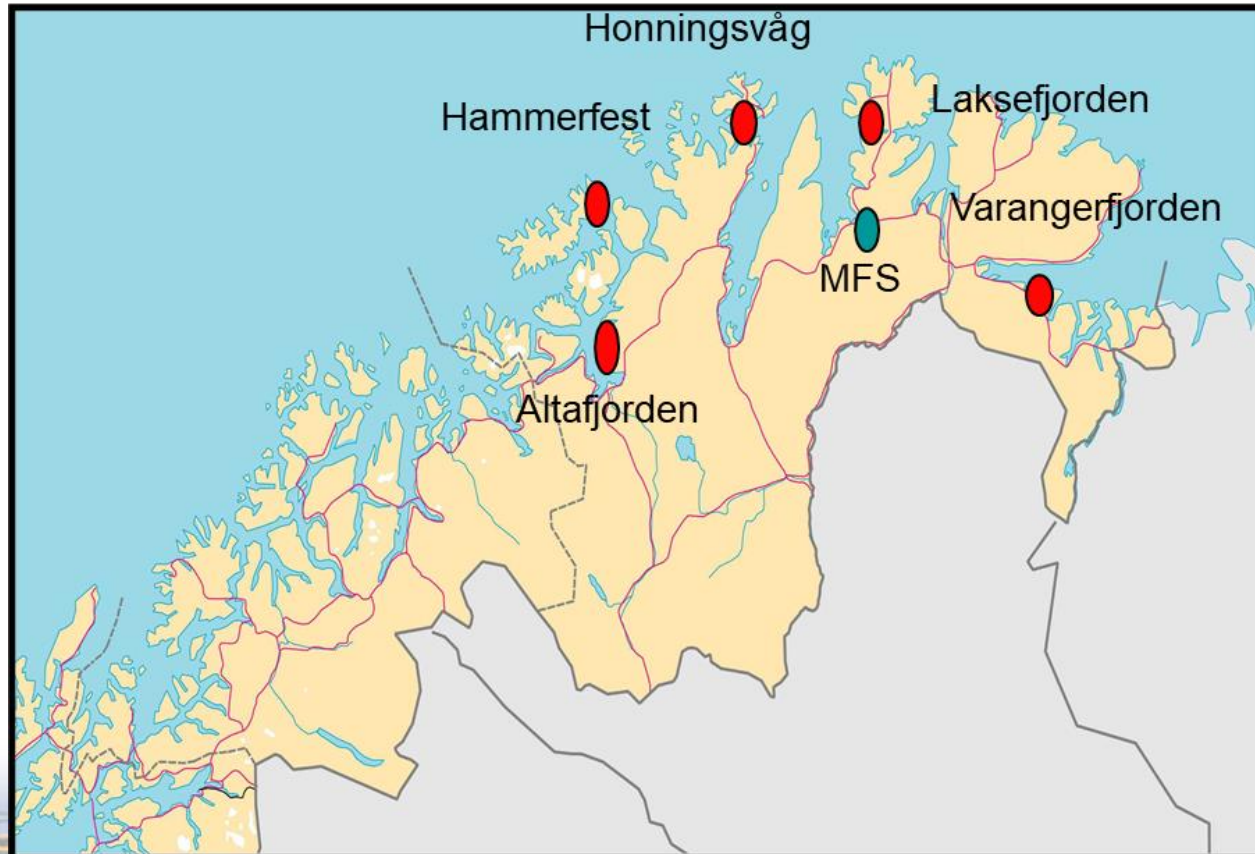
- ✓ Stillehavslaks er blank og rød
- ✓ Atlantisk laks er blank, men ikke rød nok
- ✓ Regnbueørret er rød, men ikke blank nok

➤ **Målsetning**

- ✓ Produsere en blank og rød regnbueørret i Nord Norge.

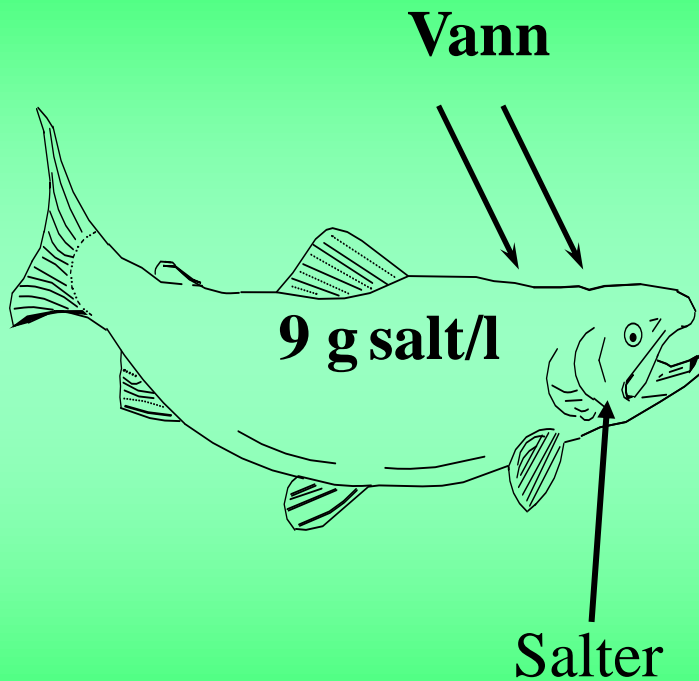


Planlagte FoU-konsesjoner for oppdrett av blank regnbueørret i Finnmark (2002-2007)

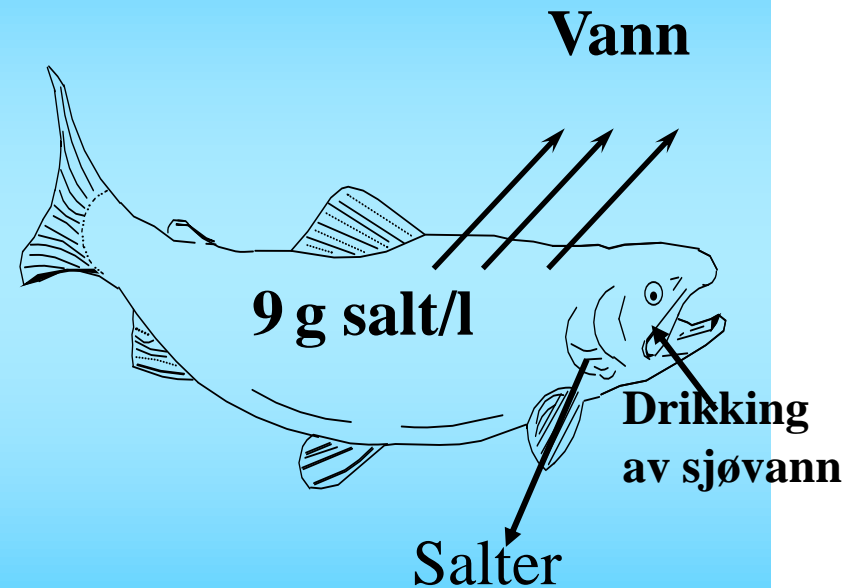


Hvordan klare å øke sjøvannstilpasningen for ørreten?

Ferskvann (<0,5 g salt/l)



Sjøvann (32 g salt/l)



Bruskfisk løser problemet med sjøvannstilpasningen uten å drikke sjøvann. Årsaken er at de alltid er isoosmotiske med miljøet rundt.

Benfisk og bruskfisk har ulike strategier for å fjerne ammonium fra proteinnedbrytningen for å hindre dannelse av ammoniakk.

BENFISK SKILLER UT AMMONIUM OVER GJELLENE



+

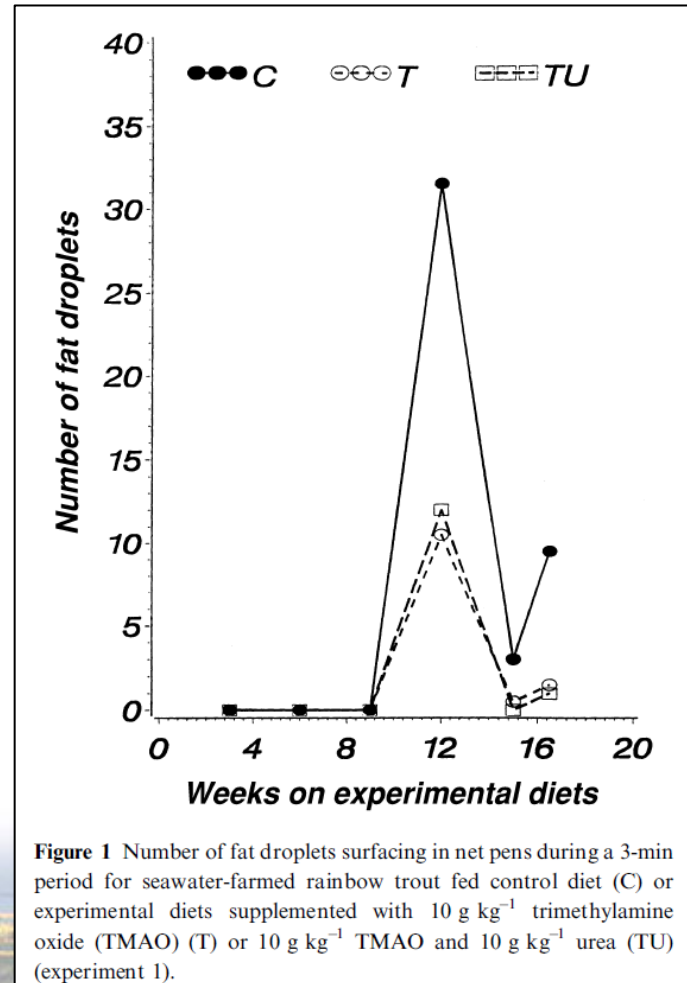


Vi testet ut effekt av tilsetning av urea i fôret på ørret:
1% Urea – 1% TMAO - 1% Urea/TMAO

BRUSKFISK DANNER UREA



TMAO reduserer fettgulping hos regnbueørret



Færre blærer i skinnet (vintersår) hos Regnbueørret ved tilsetning av 1% urea og 1% TMAO i fôret.

Weeks ¹	Date of sampling	Water temperature (°C)	Skin vesicles (%)			ANOVA	
			C	TU	SE	P	R ²
9	August 9, 1994	13.6	11.7	1.8	4.3	0.25	0.56
14	September 7	15.7	4.0	0.0	1.1	0.13	0.76
17	September 26	13.1	14.4	1.1	0.9	0.01	0.98
22	November 1	9.2	11.3	1.8	1.0	0.02	0.96
26	November 29	7.3	16.2	4.0	2.6	0.08	0.85
31	January 4, 1995	6.1	14.4	6.4	2.5	0.15	0.72
36	February 2	4.9	12.2	2.6	0.8	0.02	0.97
40	March 7	3.7	11.9	0.0	0.4	0.002	0.99
44	April 5	4.1	3.2	0.5	1.2	0.27	0.55
48	May 2	4.7	0.8	0.0	0.2	0.10	0.82

¹Weeks after transfer to sea.

Table 2 Per cent rainbow trout with skin vesicles in seawater-farmed trout fed control (C) or experimental diet supplemented with 10 g kg⁻¹ trimethylamine oxide and 10 g kg⁻¹ urea (TU) (experiment 2)

Fiskevekt:
0.1 – 2.1 kg

Effekt av 1% urea i fôret for kvalitet på Regnbueørret. Uttesting i storskala

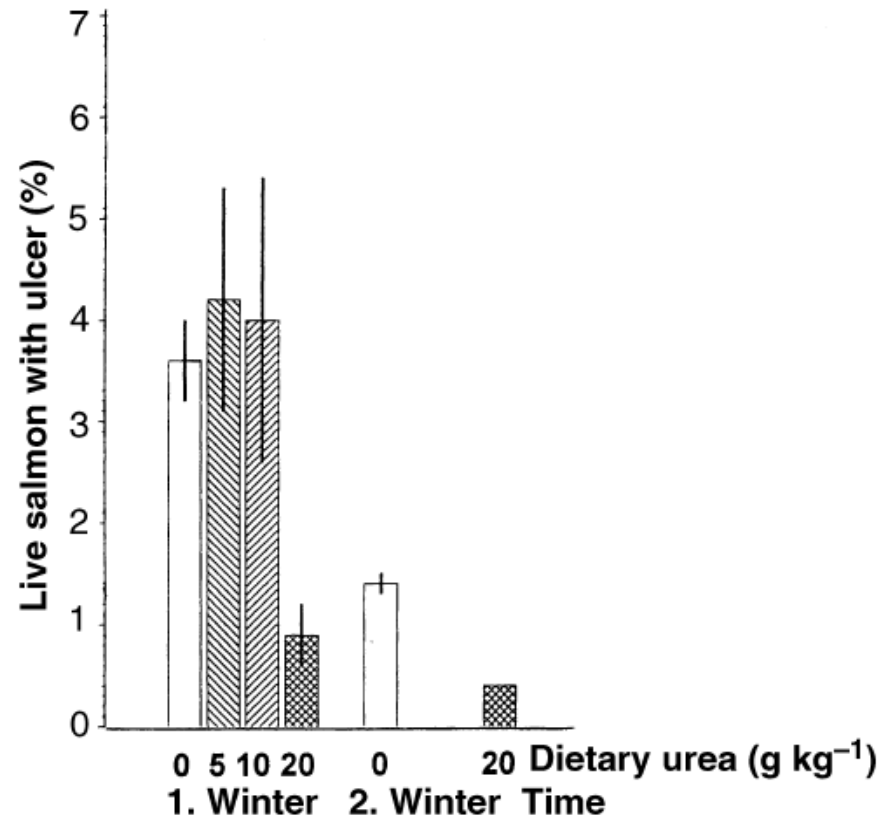
Grading	Dietary urea				Slaughter-house					Full model (ANOVA)	
	0 (g kg ⁻¹)	10 (g kg ⁻¹)	SE	P	A	B	C	SE	P	P	R ²
Superior (%)	83.2 ^A	88.3 ^B	2.0	0.01	91.9 ^a	83.3 ^b	82.1 ^b	1.4	0.002	0.002	0.83
Ordinary (%)	13.7	10.1	1.4	0.10	6.5 ^a	12.2 ^b	17.1 ^b	1.6	0.006	0.008	0.75
Processing (%)	3.1 ^A	1.6 ^B	0.5	0.04	1.6 ^a	4.6 ^b	0.9 ^a	0.5	0.002	0.003	0.82

¹ Means with the same letter are not significantly different. (experiment 3).

Fiskevekt:
2.1 – 3.5 kg

Table 3 Quality of carcass grading of seawater-farmed rainbow trout: effect of dietary urea and slaughterhouse¹

Urea har også positiv effekt på vintersår hos laks.



Prosentandel av levende laks med sår i april første vinter og i mars andre vinter i sjø.

Urea tilsatt	Urea	Osmolalitet	Vanninnhold
Fôret	Blod/Plasma	Blod/Plasma	Muskel
0 g/Kg	0.8 mmol/L	338 mOsmol/L	73.1 %
20 g/Kg	4.0 mmol/L	346 mOsmol/L	73.7 %

Viser signifikant forskjell i urea og osmolalitet i blod/plasma, og vanninnhold i muskel hos laks gitt 0 og 20 g/kg urea ekstra i fôret

Signifikant (10%) økt tilvekst 2. vinter i sjø ved bruk av 20 gram urea vs. Kontr (2062 vs. 1814; $p=0.02$)

Test av sensorisk kvalitet viste ingen forskjell mellom laks gitt fôr med/uten tilsetning av urea.

Urea tilsatt	Under	Etter
Fôret	Fôring	Sulting
0 g/kg	0.22 g/Kg	0.24 g/Kg
20 g/kg	0.32 g/Kg	0.25 g/Kg

ÅRSAK:

Begge har samme urea-nivå i muskel etter sulting. Urea er ekstremt godt vannløselig og går ut av fisken ved passiv diffusjon

- ❑ Sår er ikke noe nytt problem, men forekom tidligere hovedsakelig om vinteren ved lave sjøtemperaturer.
- ❑ Problemet er økende i dagens oppdrett. Så langt har forskningen ikke klart å finne fram til en effektiv behandling.
- ❑ Vår arbeidshypotese er at sår mer er et symptom på at noe er galt, enn at det er en sykdom.
- ❑ Økt dødelighet grunnet sår er ikke bare et økonomisk problem, men også et alvorlig velferdsproblem for Norsk oppdrettsnæring grunnet redusert fiskevelferd.



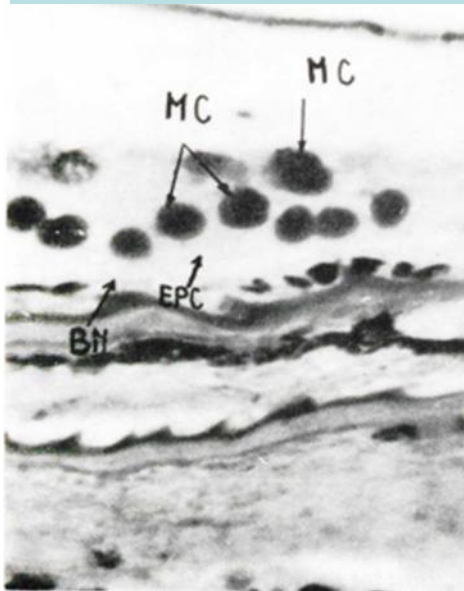
Hvorfor har urea en signifikant positiv effekt på byller/sår både på Regnbueørret og laks?

- Bedrer osmotisk balanse med sjøvannet
- Det må være noe mer, men hva?

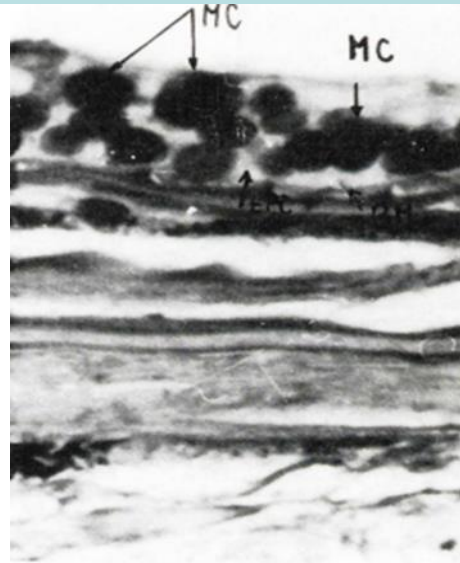
Vi har kanskje funnet svaret i gamle studier utført på Regnbueørret



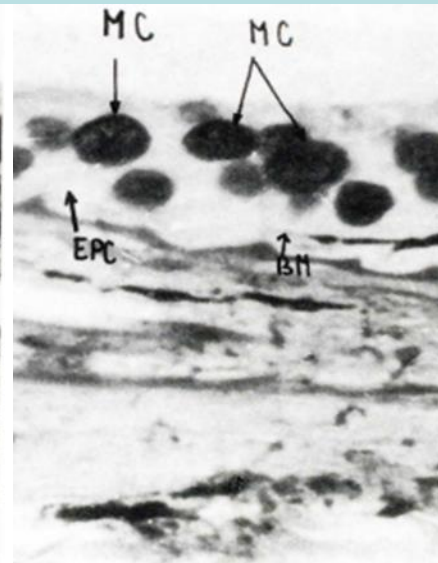
- ❑ Tilsetning av 2% urea i fôret til Regnbueørret førte til økt slimproduksjon i slimproduserende celler i epidermislaget både i gjeller og i skinn (Krajnik, 1987 og 1988).
- ❑ Slim består av mukopolysakkarider, langkjedede suktermolekyler



Fot. 1. Cross-section of skin of the rainbow trout fed control feed. PAS - 320.



Fot. 2. Cross-section of skin, of the rainbow trout fed feed including 2% of urea. PAS x 320.



Fot. 3. Cross-section of skin, of the rainbow trout fed feed including 4% of urea. PAS x 320.

Nøytrale mukopolysakkarider

Finner samme effekt på sure mukopolysakkarider

- ❑ Urea [$\text{CO}(\text{NH}_2)_2$] har en fordøyelighet på hele 98% og forsøk med regnbueørret har vist at maksimalt urea-nivå i blodet er oppnådd etter bare 8 timers fôring. (Kaushik et al., 1988). Urea er ekstremt godt vannløselig og diffunderer ut av kroppen ved passiv diffusjon.

Urea er trolig altså ikke bare en ren osmolytt for å redusere drikkebehovet og derved bedre sjøvannstilpasningen, men at urea kan ha en flerfunksjonell effekt som vi fram til nå ikke har vært klar over og derfor heller ikke har utnyttet

UREA/MUKOPOLLYSAKARIDER HOS MENNESKER:

- Opprettholder hudens fuktighet, elastisitet og har en sårhelene effekt (Verzì et al. 2020).
- Øker hudens barriere funksjon og antibakterielle forsvar ved å regulere epidermal gene ekspresjon (Grether-Beck et al. 2012).
- Brukes til behandling av sykdommer mht. blodpropp. Virkestoffet er anti-koagulanten heparin, et naturlig mukopolysakkarid tilstede i kroppen.
- Viktig for synet – holder hornhinnen transparent
- Viktig del av bindevev
- Viktig for elastisiteten til blodårer/arterievegger, godt smøremiddel.
- Mennesker som får nyrestein har en trend til å ha lave nivåer av urea i blodet. Urea hører til gruppen «utfellingshemmere», dvs. stoffer som reduserer utfelling av kalsium i nyrene.

- ❑ Elastiske vegger i små blodårer/kapillærer er trolig viktig for å hindre/reducere skader på røde blodlegemer/blodårevegger. Får man en slik skade vil føre til frigivelse av trombolytisk materiale som kan føre til blodproppdannelser (tromber).
- ❑ Dersom ikke en slik blodpropp løses opp (av heparin i kroppen?) kan det føre til en lokal betennelse og vaskulær hevelse som presser epidermis-cellene i huden utover som en byll. Viktig med elastisk epidermis for å hindre brudd/skader .
- ❑ Nødvendig håndtering/trenging av fisken kan da lett føre til mekanisk skade slik at denne byllen sprekker og man får små åpne sår i skinnet på fisken (Salte et al., 1994).
- ❑ I arbeidet med regnbueørret fant vi byller i skinnet, også på testørret gitt 1% urea, men i motsetning til for fisk i kontrollgruppen var det ingen byller som sprakk opp.
- ❑ Dersom oppdrettsfisk får slike små sår, vil det medføre til en akutt fare for uttørking, økt drikkebehov og dermed redusert fiskevelferd.
- ❑ **Dette i tillegg til at sårbakterier som *Moritella viscosa* og *Tenacibaculum spp.*, som man ofte finner hos laks med sår, lett kommer til.**



HEVELSE I SKINNET PÅ OPDRETTLAKS

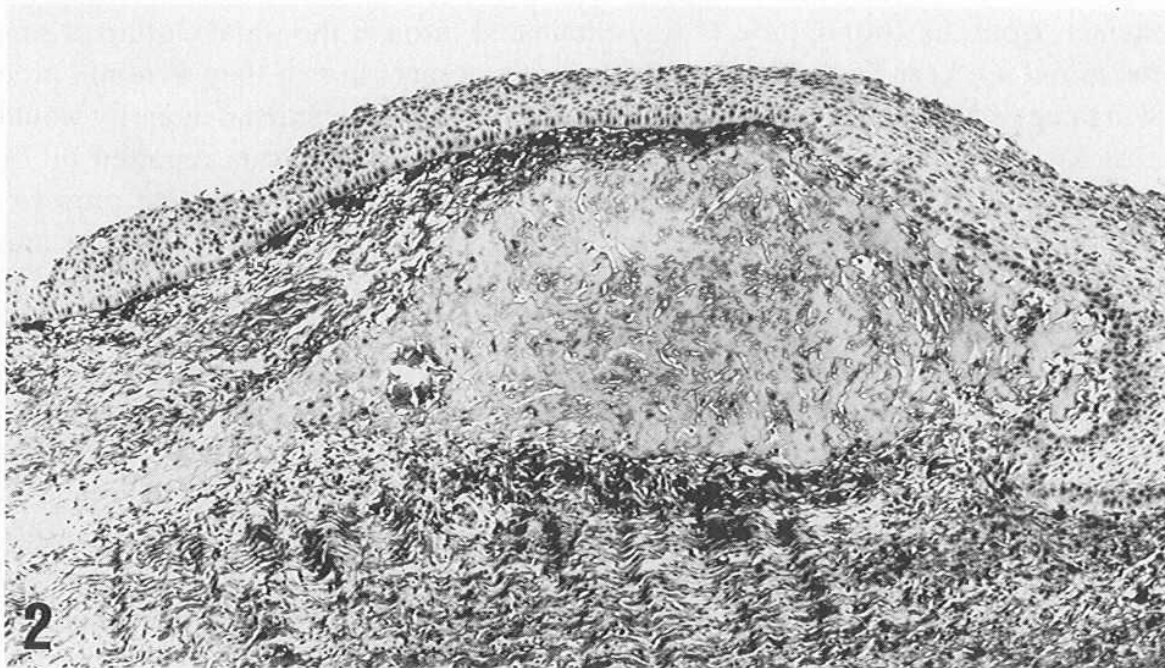


Figure 2. Proteinaceous material distending the overlying epidermis and disrupting the basement membrane. Slight mononuclear cellular reaction. To the right, a dense maturing scar beneath a hyperplastic epidermis (MSB, $\times 60$).

ÅPENT SÅR I HUDEN HOS OPPDRETTSLAKS

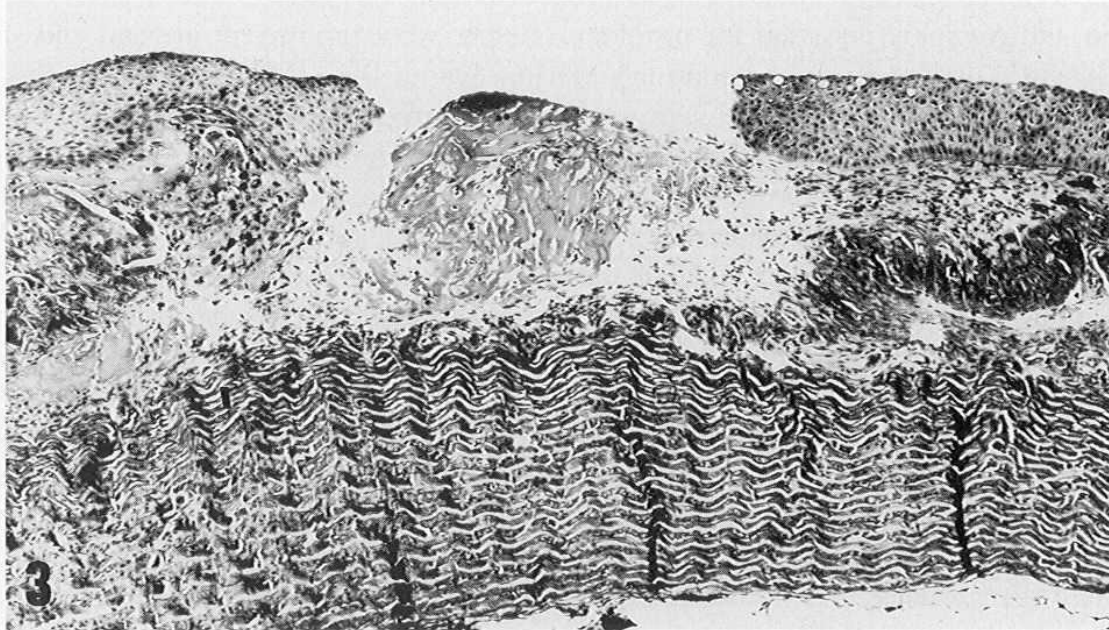


Figure 3. Simple loss of epidermis forming the initial stage that may develop into a winter ulcer. A granulation tissue is growing into the proteinaceous material, presumably a clot, from the sides. To the left is proteinaceous material in the periphery of a collagenous centre. Slight mononuclear, cellular reaction and absence of haemorrhage (MSB, $\times 60$). Note that the possibility of minute lesions being processing artefacts was eliminated through the serial cutting of tissue samples.