



# Produksjon av postsmolt: Hva fungerer?

Lofotseminaret 2024 – Mathias Andersen

**STIM** 



# Agenda

- 1 Hvilke strategier brukes i dag
- 2 Forskning og risiko mot praksis
- 3 Teoretisk bakgrunn
- 4 SuperPostSmolt – den siste brikken
- 5 Take home message



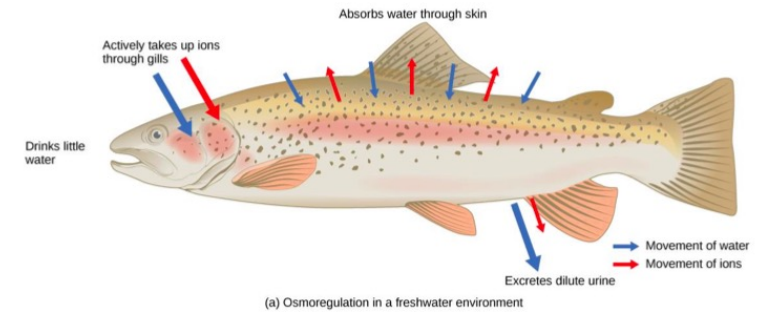
# Noen korte definisjoner:

Ferskvannsfisk  
Brakkvannsfisk  
Sjøvannsfisk

Smolt  
Storsmolt  
Post-Smolt

Smoltifisering  
Sjøvannstilvenning

Ferskvann – 0 til 9 promille  
Brakkvann – 9 til 22 promille  
Sjøvann – minimum 22 promille

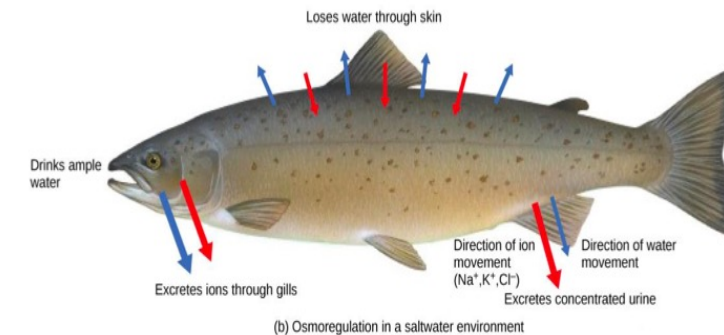


Drikker mindre vann

Salter går ut av huden

Vann kommer inn igjennom huden

Produserer mye urin



Drikker mye vann

Salter kommer inn igjennom huden

Vann går ut av huden

Produserer lite urin

# Hvilke strategier brukes i dag



# Dagens postsmolt strategier

## Ferskvann

Tradisjonell lysstyring

- 4-6 uker mørke/3-6 uker lys
  - Med eller uten saltfôr
- "Færøysk modell"
  - Lang vinter

Ingen stimuli

- "fisken er stor nok"

## SuperSmolt FeedOnly

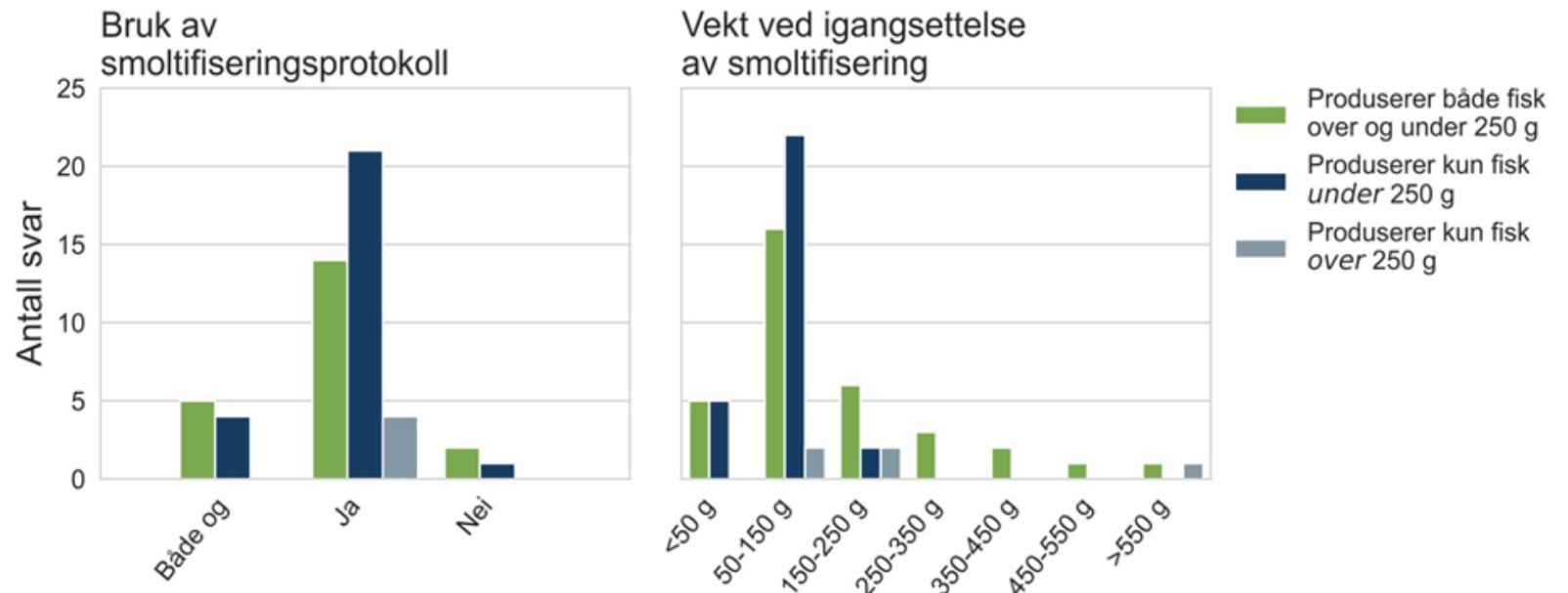
- 3-6 uker før utsett

## Brakkvann

- 7-12‰
- 12-16‰
- 16-22‰
- 10-18‰ – med SPS

## Sjøvann

- 22‰
- Fullt sjøvann



# Forskning or risiko mot praksis





# Ferskvann

## Fordeler

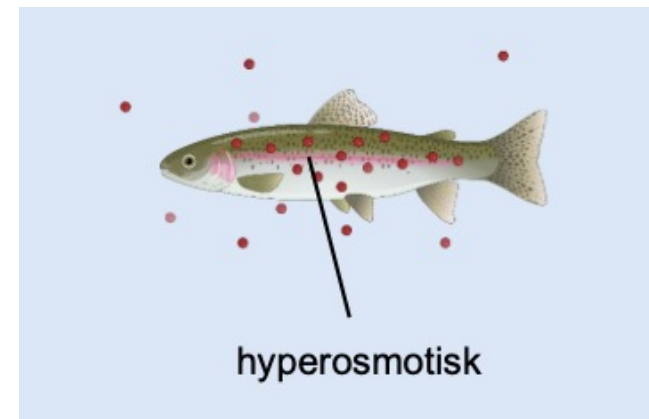
- Trygt
- Lav risiko

## Ulemper

- Lysstyring fungerer ikke
- Kjønnsmodning
- Man setter ut en ferskvannsfisk
- Dårlig og varierende prestasjon i sjø

## Risiko

- Yersinia
- Tenacibaculum etter utsett



# Ferskvann

Dagens strategi gir ikke den forventede nedkorting i sjøfasen

- Trovåg
  - Stor smolt – kortere produksjonstid
  - 500 gram – 10-12 mnd i sjøfasen
  - 1000 gram – 7-9 mnd i sjøfasen
  - **2000 gram – 5-7 mnd. I sjøfasen**
- **Men poenget er å korte ned produksjonstida i sjøen til 6 måneder**

Kilde: Bremnes Seashore på Smoltinaret

Lysstyring funker ikke på stor fisk  
Øker sjansen for kjønnsmodning

Interaction of temperature and photoperiod on male postsmolt maturation of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)

Enrique Pino Martinez<sup>a,b,\*</sup>, Pablo Balseiro<sup>a,b</sup>, Mitchell S. Fleming<sup>b</sup>, Sigurd O. Stefansson<sup>b</sup>, Birgitta Norberg<sup>c</sup>, Albert Kjartan Dagbjartarson Imsland<sup>b,d</sup>, Sigurd O. Handeland<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> NORCE Environment, Norwegian Research Centre AS, Bergen, Norway  
<sup>b</sup> Department of Biological Sciences, University of Bergen, Bergen, Norway  
<sup>c</sup> Institute of Marine Research, Austevoll Research Station, Storebø, Norway  
<sup>d</sup> Akvaplan-niva Iceland Office, Akralind 4, 201, Kópavogur, Iceland

PROJECT: BENCHMARK  
SYSTEM: RAS  
PARTNERS: Nofima, NORCE, University of Bergen, Pharmaq Analytic, Pharmaq, Bremnes Seashore, Grieg Seafood, Cermaq Norway, Mowi  
CONTACT: Trine Ytrestoy (trine.ytrestoy@nofima.no)



The effect of timing and length of a winter signal in RAS and size at transfer on post-smolt performance in seawater

Tenacibaculum er en større risiko med produksjon i ferskvann

Hjem > Resultater > Saltvannstilpasning gjør skinnet til postsmolten sterkere

## Saltvannstilpasning gjør skinnet til postsmolten sterkere

Skinnet til postsmolt som har blitt tilvendt saltvann, er sterkere enn skinnet til postsmolt som har gått i ferskvann før utsett i sjø, viser ny forskning. Saltvannstilpasning gjør laksen mer motstandsdyktig mot sårbakterien Tenacibaculum.





# Brakkvann

## Fordeler

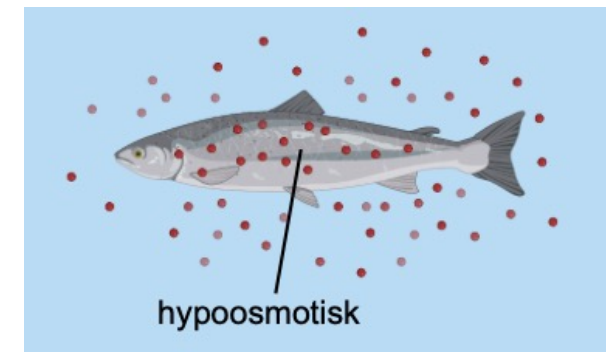
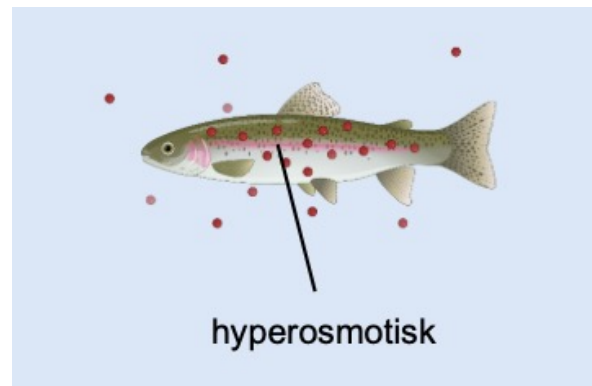
- Lav utsettsødelighet
- Trenger mindre ferskvann
- God vekst i anlegget

## Ulemper

- Fisken holder seg ikke som en marin fisk
- Kjønnsmodning
- Man setter ut en ferskvannsfisk
- Dårlig og varierende prestasjon i sjø

## Risiko

- Yersinia
- Tenacibaculum etter utsett
- H<sub>2</sub>S
- Moritella
- Vibrio
- ILA
- Andre sjøvannsagens



# Brakkvann

Mulighet for optimal vekst i anlegget

The effect of timing and length of a winter signal in RAS and size at transfer on post-smolt performance in seawater

Ser ingen forskjell i tilvekst i sjø med eller uten brakkvann



The effect of timing and length of a winter signal in RAS and size at transfer on post-smolt performance in seawater

Det beste og verste fra to verdener.

- Gir mulighet til å smoltifisere fisk uten å risikere HSS



# Sjøvann

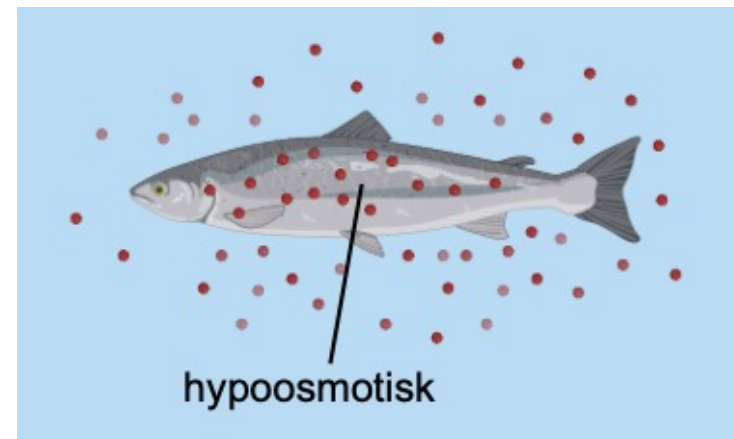
## Fordeler

- God prestasjon etter utsett
- Fisken er i sitt tilpassede miljø
- Mindre behov for ferskvann

## Ulemper

## Risiko

- H<sub>2</sub>S
- Moritella
- Vibrio
- ILA
- Andre sjøvannsagens



# Sjøvann

God prestasjon etter overføring til sjølokalitet

The effect of timing and length of a winter signal in RAS and size at transfer on post-smolt performance in seawater

Prestasjonen i anlegget kan ligge under forventningene



The effect of timing and length of a winter signal in RAS and size at transfer on post-smolt performance in seawater

H2S er en enorm akutt risiko, men også et velferdsproblem over tid

Stress and gut responses of post-smolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) to elevated levels of hydrogen sulphide

[Ilona Lorraine Nicolaysen](#)<sup>a, b</sup>, [Hanna Ross D. Alipio](#)<sup>b</sup>, [Britt-Kristin Megård-Reiten](#)<sup>c</sup>, [Kevin T. Stiller](#)<sup>c</sup>, [Carlo C. Lazado](#)<sup>b</sup>  





# Teoretisk bakgrunn



# Smoltifisering - Lysstyring

## Interaction of temperature and photoperiod on male postsmolt maturation of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)

Enrique Pino Martinez <sup>a,b,\*</sup>, Pablo Balseiro <sup>a,b</sup>, Mitchell S. Fleming <sup>b</sup>, Sigurd O. Stefansson <sup>b</sup>, Birgitta Norberg <sup>c</sup>, Albert Kjartan Dagbjartarson Imsland <sup>b,d</sup>, Sigurd O. Handeland <sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> NORCE Environment, Norwegian Research Centre AS, Bergen, Norway

<sup>b</sup> Department of Biological Sciences, University of Bergen, Bergen, Norway

<sup>c</sup> Institute of Marine Research, Austevoll Research Station, Storebø, Norway

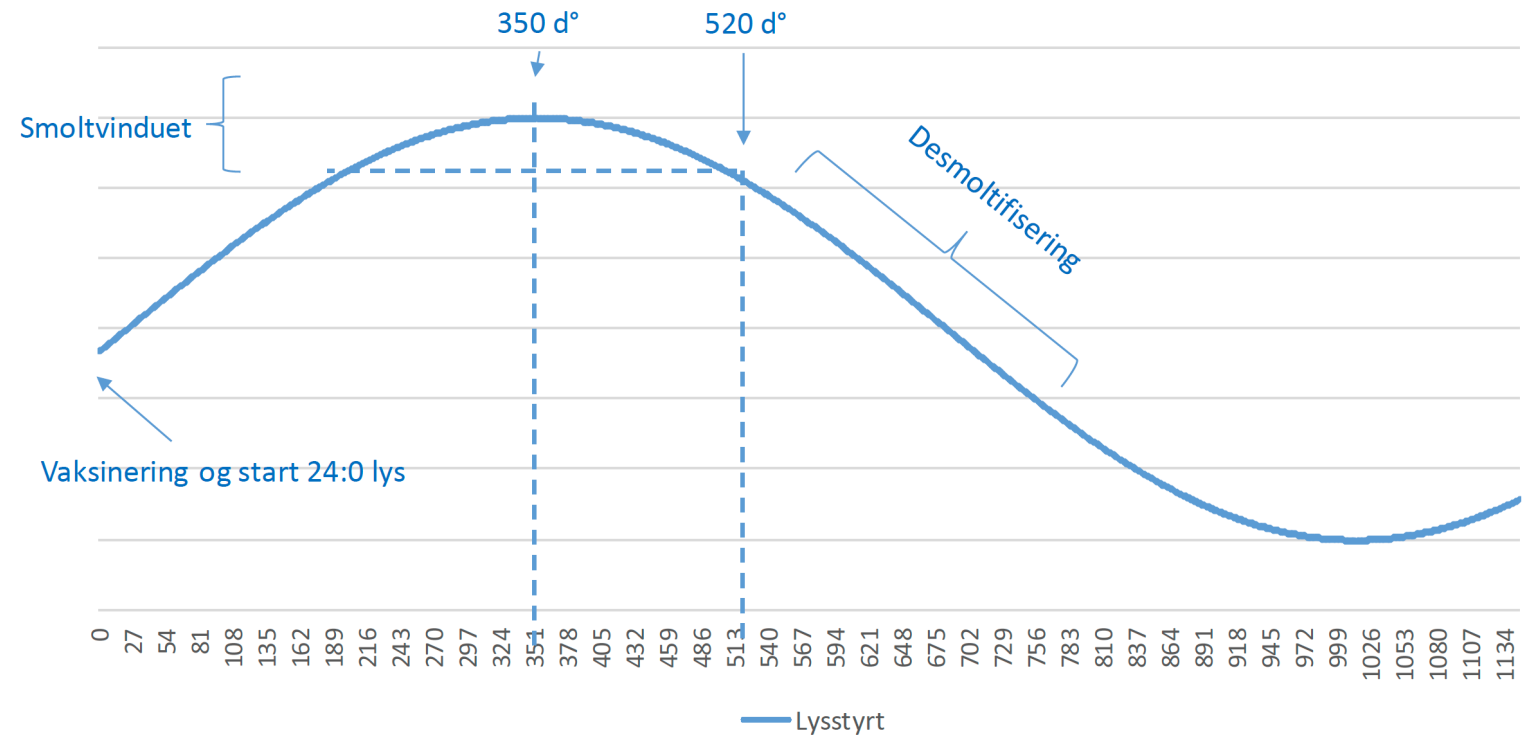
<sup>d</sup> Akvaplan-niva Iceland Office, Akralind 4, 201, Kópavogur, Iceland

### Oppsummert

- Lysstyring fungerer ikke på storsmolt
- Øker sjansen for kjønnsmodning

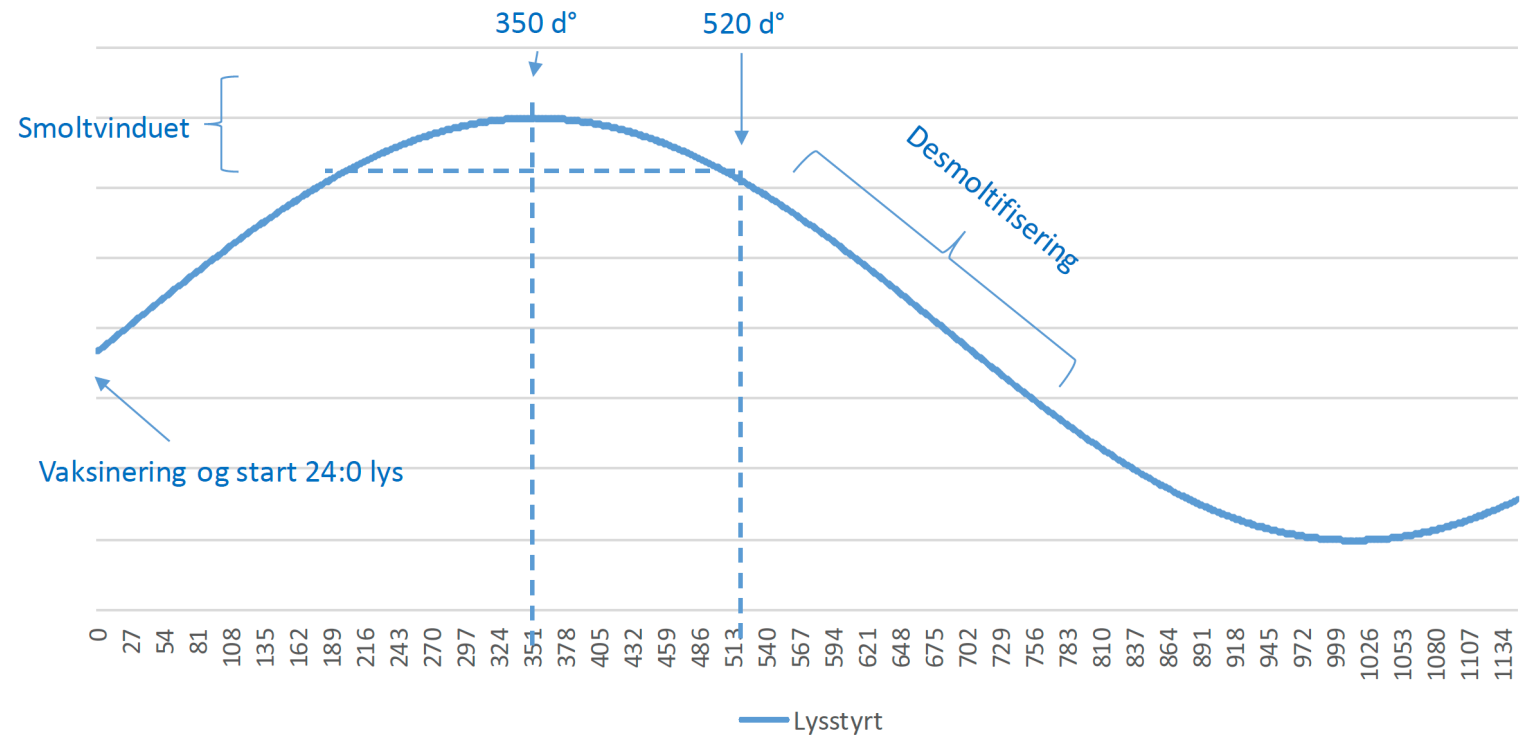


# Lysstyring



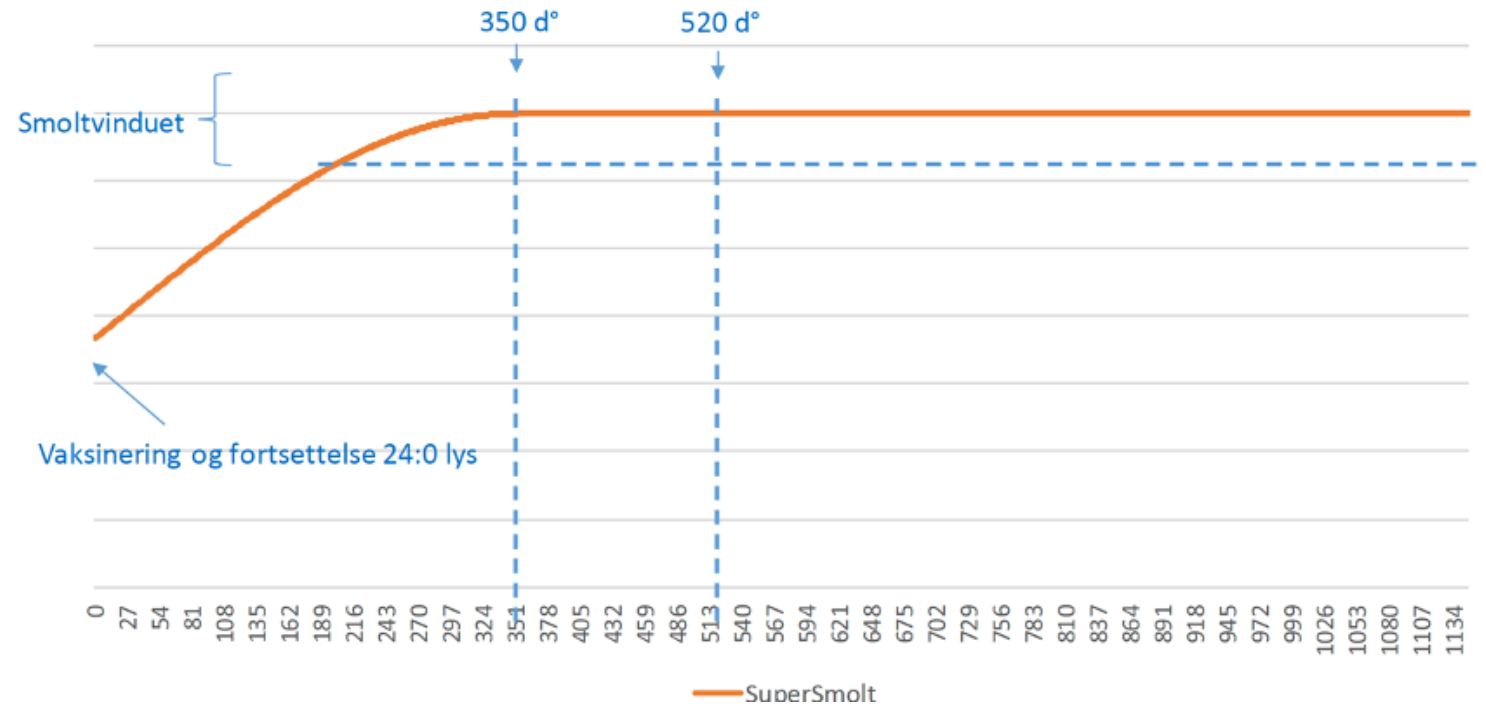
# Lysstyring

Når lyset slås på, stopper melatoninproduksjonen



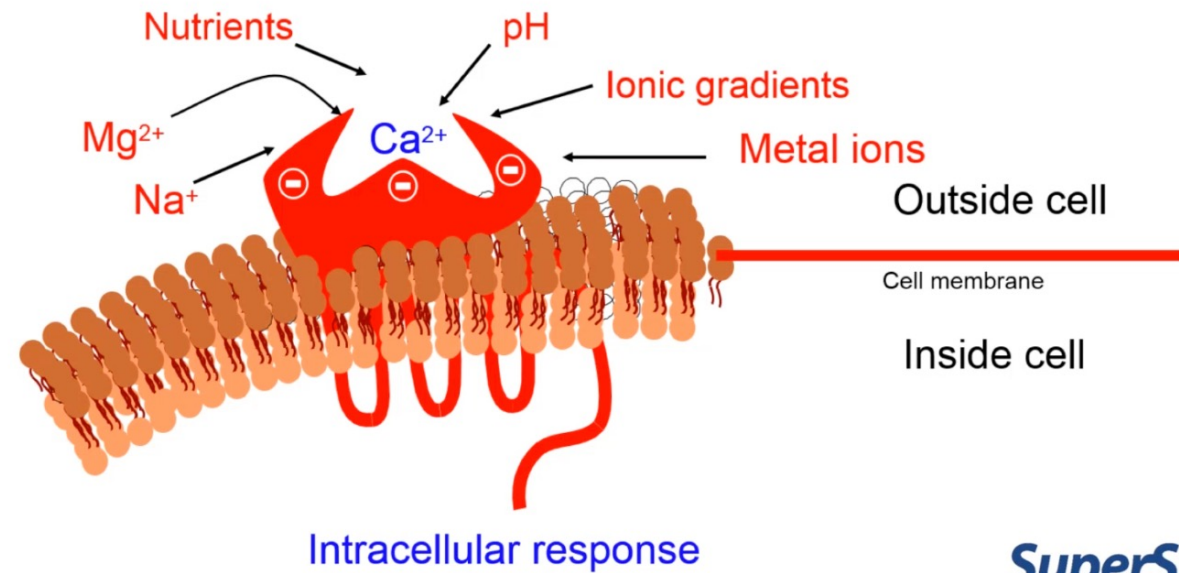


# SuperSmolt FeedOnly



# Hvordan fungere det?

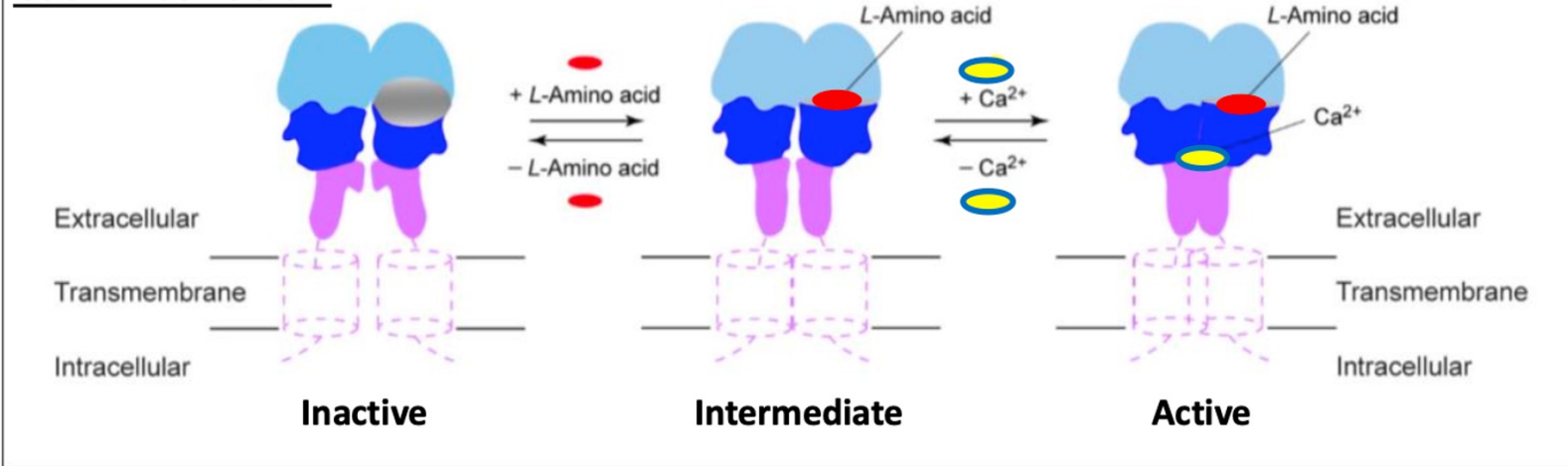
## Calcium Sensing Receptors (CaSRs)



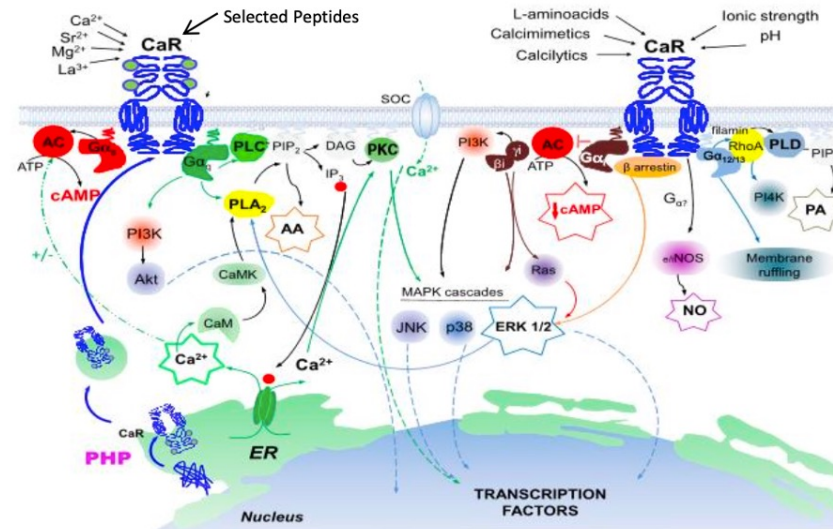
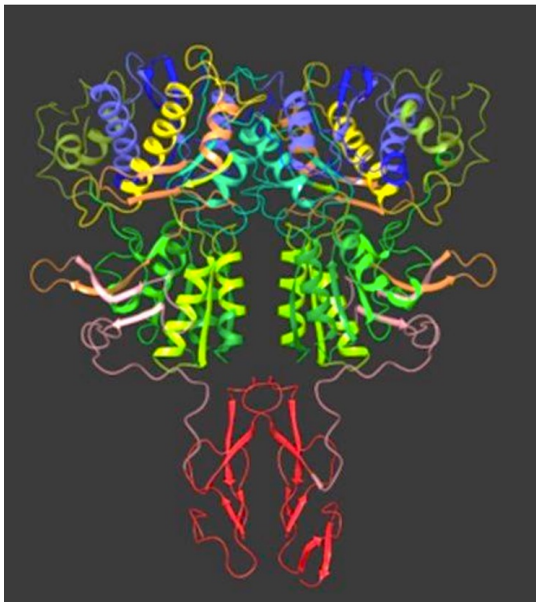
**SuperSmolt**



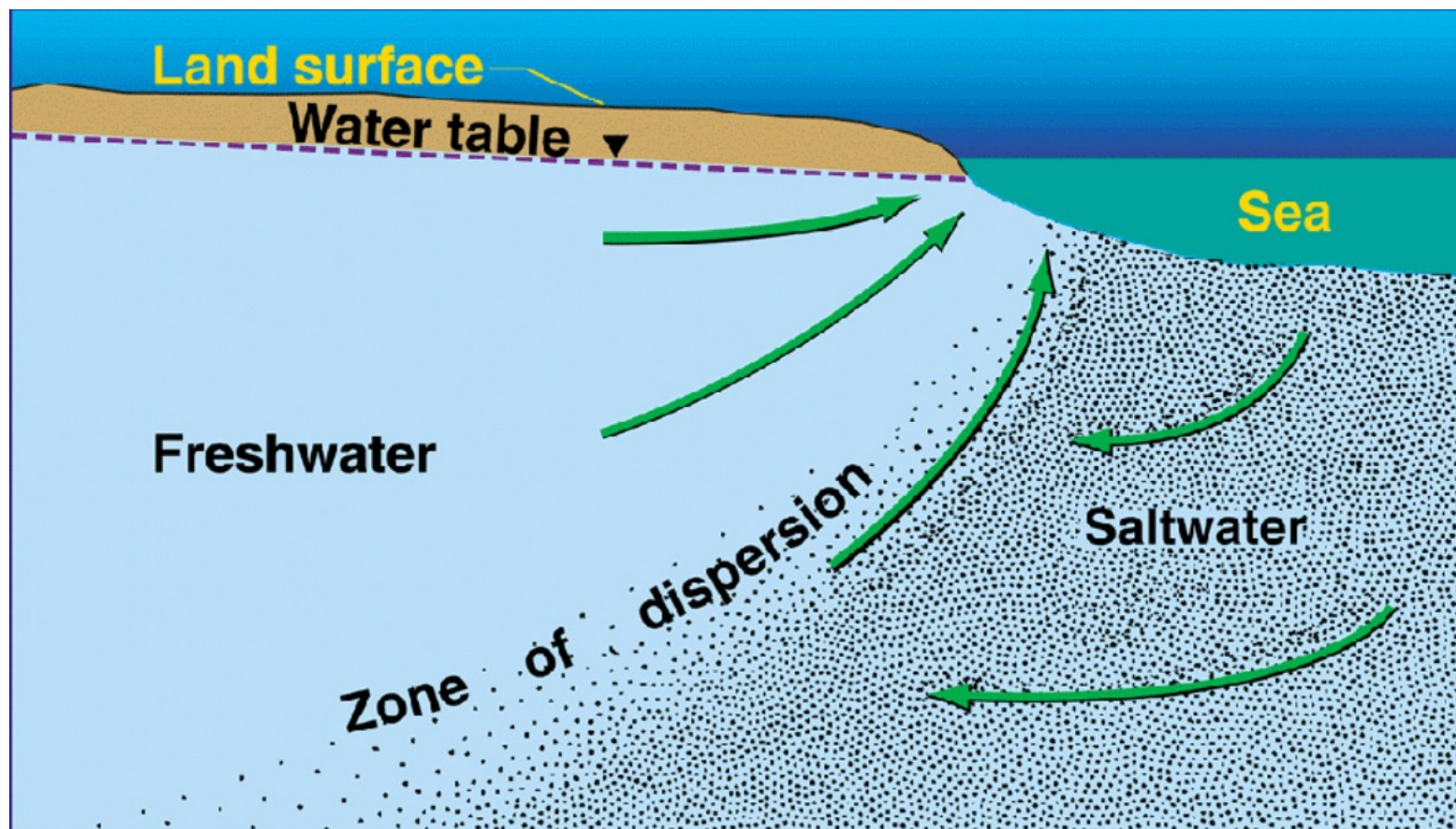
## CasR Activation



## Molecular Structure of CaSRs



# Hva fisken er tilpasset til



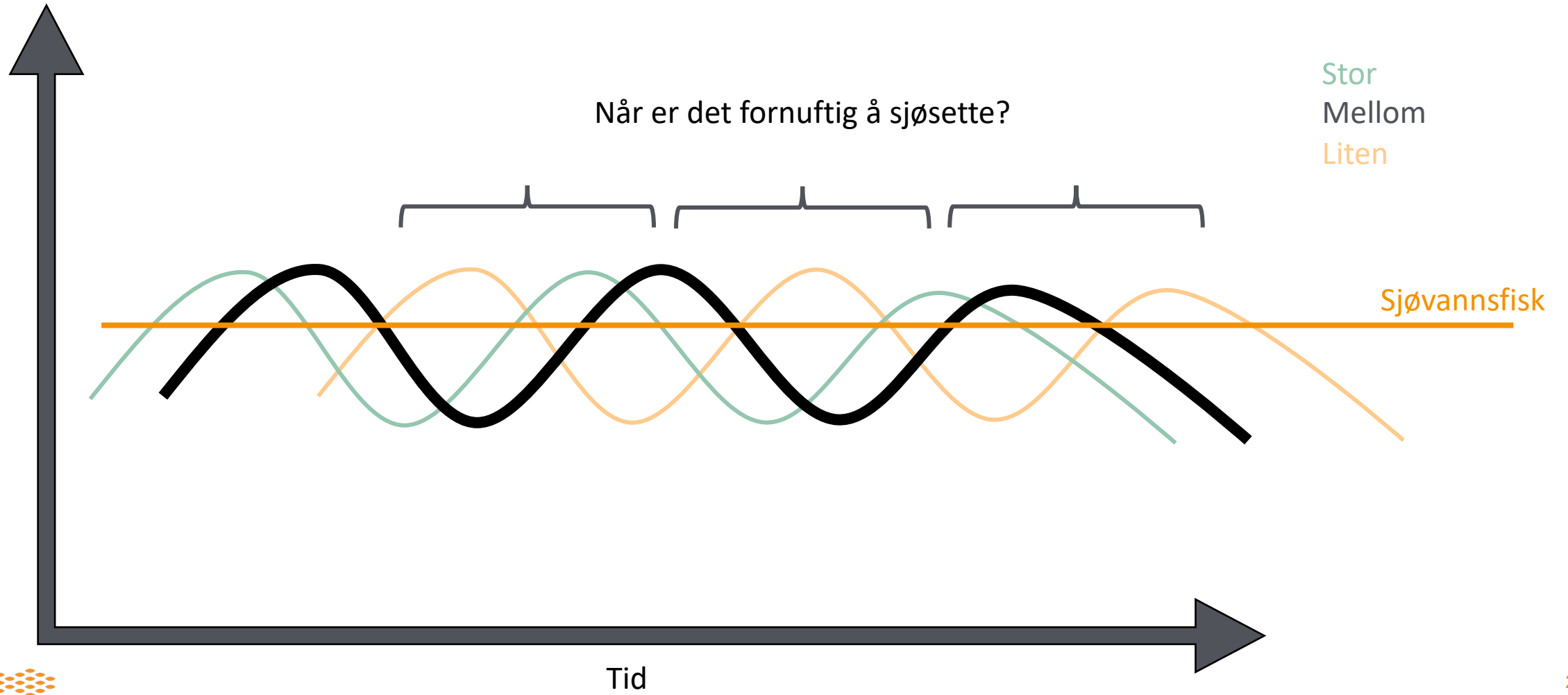


# Funksjonen til L-tryptofan i SuperSmolt FeedOnly

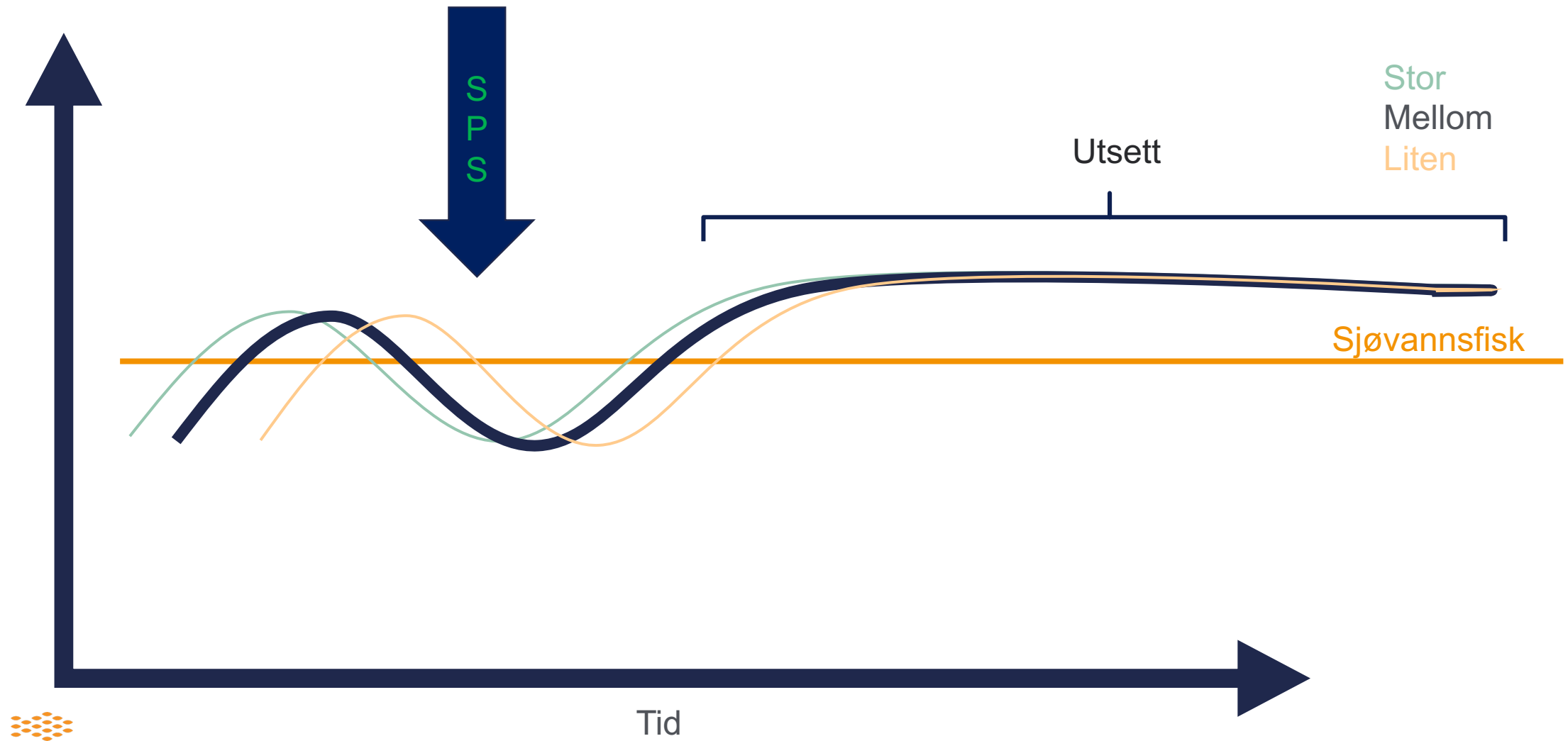
- Tryptofan binder seg til kalsium-reseptorene og øker signalstyrken
- Dette sammen med stimulering av hypofysen smoltifiserer fisken
- Tryptofan er i tillegg byggestein til:
  - Serotonin
  - Vitamin B3
  - Melatonin



# Uten stimuli



# Med stimuli



# Hvordan vet vi om fisken er klar for sjøvann?

## Ingen samsvar mellom sjøvannstester og prestasjon i sjø

Utsett	Fotoperiode i RAS	Salinitet i RAS	Vekt utsett (g)	Vekt juli (g)	Vekt slutt (g)	TGC til juli	TGC juli-nov	TGC Hele sjefasen	Dato	Fotoperiode i RAS	Salinitet i RAS	Parmerker	Sølvfarge	Finnekant	CI	Na	Mg	
13.09	24 t lys	12 ppt	185±6	1453±2 <sup>a</sup>	3699±34 <sup>a</sup>	3,1±0,1	6±0,1 <sup>ab</sup>	3,2±0,0 <sup>b</sup>	10.09	24 t lys	12 ppt	3,9±0,3	3,9±0,3	2,8±0,4	140±10	168±12	1,3±0,4	
	24 t lys	0 ppt	190±1	1478±4 <sup>a</sup>	3663±30 <sup>a</sup>	3,1±0,1	5±0,1 <sup>b</sup>	3,2±0,0 <sup>b</sup>		24 t lys	0 ppt	4,0±0,2	4,0±0,0	3,0±0,0	141±4	171±5	1,2±0,2	
	Tidlig vinter	12 ppt	146±1	1304±0 <sup>b</sup>	3546±2 <sup>b</sup>	3,1±0,1	7±0,1 <sup>a</sup>	3,3±0,0 <sup>a</sup>		Tidlig vinter	12 ppt	4,0±0,2	4,0±0,0	3,0±0,0	138±3	168±4	1,1±0,1	
	Tidlig vinter	0 ppt	151±1	1354±2 <sup>b</sup>	3600±64 <sup>a</sup>	3,1±0,1	7±0,1 <sup>a</sup>	3,3±0,0 <sup>a</sup>		Tidlig vinter	0 ppt	4,0±0,2	4,0±0,0	3,0±0,0	138±6	169±6	1,3±0,5	
	Gjennomsnitt utsett 1		164	1397	3627	3,07	3,60	3,28		Fotoperiode		NS	NS	NS	NS	NS	NS	
	Fotoperiode		p<0,0001	p<0,001	p=0,05	NS	p=0,06	p<0,01		Salinitet		NS	NS	NS	NS	NS	NS	
	Salinitet		NS	NS	NS	NS	NS	NS										
29.10	24 t lys	12 ppt	351±14	1158±2 <sup>ab</sup>	2990±40 <sup>b</sup>	2,4±0,1 <sup>b</sup>	4±0,1	2,8±0,0 <sup>b</sup>	21.10	24 t lys	12 ppt	4,0±0,0	4,0±0,0	2,4±0,7 <sup>b</sup>	136±3 <sup>b</sup>	168±4 <sup>bc</sup>	1,1±0,2	
	24 t lys	0 ppt	361±10	1217±6 <sup>a</sup>	3108±19 <sup>a</sup>	2,5±0,1 <sup>ab</sup>	4±0,1	2,9±0,0 <sup>bc</sup>			24 t lys	0 ppt	4,0±0,0	4,0±0,0	3,2±0,9 <sup>a</sup>	138±4 <sup>ab</sup>	170±4 <sup>abc</sup>	1,0±0,2
	Tidlig vinter	12 ppt	270±2	1082±6 <sup>c</sup>	2963±5 <sup>c</sup>	2,6±0,1 <sup>a</sup>	5±0,0	3,1±0,0 <sup>a</sup>			Tidlig vinter	12 ppt	4,0±0,0	4,0±0,0	3,1±1,0 <sup>ab</sup>	137±4 <sup>b</sup>	167±4 <sup>bc</sup>	1,1±0,3
	Tidlig vinter	0 ppt	280±12	1101±2 <sup>bc</sup>	2963±5 <sup>c</sup>	2,6±0,1 <sup>a</sup>	5±0,1	3,0±0,0 <sup>ab</sup>			Tidlig vinter	0 ppt	4,0±0,0	4,0±0,0	3,5±0,8 <sup>a</sup>	143±8 <sup>a</sup>	174±8 <sup>a</sup>	0,9±0,2
	Sen vinter	12 ppt	319±9	1162±11 <sup>ab</sup>	3091±54 <sup>a</sup>	2,6±0,1 <sup>ab</sup>	5±0,1	3,0±0,0 <sup>ab</sup>			Sen vinter	12 ppt	4,0±0,0	4,0±0,0	3,4±0,7 <sup>a</sup>	136±2 <sup>b</sup>	166±3 <sup>c</sup>	0,9±0,2
	Sen vinter	0 ppt	341±0	1222±1 <sup>a</sup>	3212±133	2,6±0,0 <sup>ab</sup>	5±0,2	3,0±0,1 <sup>ab</sup>			Sen vinter	0 ppt	4,0±0,0	4,0±0,0	3,4±0,8 <sup>a</sup>	140±3 <sup>ab</sup>	172±4 <sup>ab</sup>	1,1±0,2
	Gjennomsnitt utsett 2		320	1157	3054	2,55	3,45	3,02			Fotoperiode		NS	NS	p=0,0576	NS	NS	NS
Fotoperiode		p<0,0001	p<0,001	p<0,01	p<0,01	NS	p<0,01		Salinitet		NS	NS	p=0,0568	p<0,01	p<0,01	NS		
Salinitet		p<0,05	NS	NS	NS	NS	NS											
24.01	24 t lys	12 ppt	937±4	1404±2 <sup>a</sup>	3000±68 <sup>b</sup>	1,5±0,0 <sup>c</sup>	8±0,1 <sup>ab</sup>	2,2±0,1 <sup>b</sup>	14.01	24 t lys	12 ppt	4,0±0,0	4,0±0,0	3,0±1,1	136±5 <sup>abc</sup>	172±3 <sup>b</sup>	1,4±0,3	
	24 t lys	0 ppt	920±30	1457±5 <sup>a</sup>	2982±17 <sup>a</sup>	1,7±0,2 <sup>ab</sup>	8±0,1 <sup>b</sup>	2,2±0,0 <sup>b</sup>			24 t lys	0 ppt	4,0±0,0	4,0±0,0	2,7±1,3	141±9 <sup>a</sup>	179±8 <sup>a</sup>	1,2±0,3
	Tidlig vinter	12 ppt	892±6	1413±13 <sup>a</sup>	3037±137	1,6±0,0 <sup>bc</sup>	8±0,2 <sup>ab</sup>	2,3±0,1 <sup>ab</sup>			Tidlig vinter	12 ppt	4,0±0,0	4,0±0,0	3,1±1,0	133±4 <sup>bc</sup>	171±4 <sup>b</sup>	1,2±0,2
	Tidlig vinter	0 ppt	840±7	1401±2 <sup>a</sup>	3110±10 <sup>a</sup>	1,8±0,1 <sup>ab</sup>	9±0,0 <sup>ab</sup>	2,4±0,0 <sup>ab</sup>			Tidlig vinter	0 ppt	4,0±0,0	4,0±0,0	3,1±0,6	131±5 <sup>c</sup>	171±4 <sup>b</sup>	1,3±0,1
	Sen vinter	12 ppt	901±20	1487±2 <sup>a</sup>	3231±2 <sup>a</sup>	1,8±0,1 <sup>ab</sup>	9±0,1 <sup>ab</sup>	2,4±0,0 <sup>ab</sup>			Sen vinter	12 ppt	4,0±0,0	4,0±0,0	2,6±1,0	139±3 <sup>ab</sup>	176±4 <sup>ab</sup>	1,2±0,2
	Sen vinter	0 ppt	900±2	1416±1 <sup>a</sup>	3102±52 <sup>a</sup>	1,6±0,0 <sup>bc</sup>	9±0,1 <sup>ab</sup>	2,3±0,1 <sup>ab</sup>			Sen vinter	0 ppt	4,0±0,0	4,0±0,0	3,1±0,9	137±9 <sup>abc</sup>	175±7 <sup>ab</sup>	1,1±0,2
	Gjennomsnitt utsett 3		854	1383	3058	1,70	2,91	2,36			Sen lang vinter	12 ppt	4,0±0,0	4,0±0,0	3,8±0,6	137±5 <sup>abc</sup>	173±5 <sup>b</sup>	1,1±0,2
Fotoperiode		p<0,0001	p<0,001	p=0,05	p=0,09	p<0,05	p<0,01		Sen lang vinter	0 ppt	4,0±0,0	4,0±0,0	3,9±0,3	136±5	174±4 <sup>b</sup>	1,1±0,2		
Salinitet		NS	NS	NS	NS	NS	NS		Fotoperiode		NS	NS	NS	p=0,0916	p=0,0650	NS		
									Salinitet		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

Hentet fra «Betydning av tidspunkt og lengde av vintersignal i RAS for prestasjon i sjø ved utsett av stor postsmolt» NOFIMA og Ctrl Aqua 2023



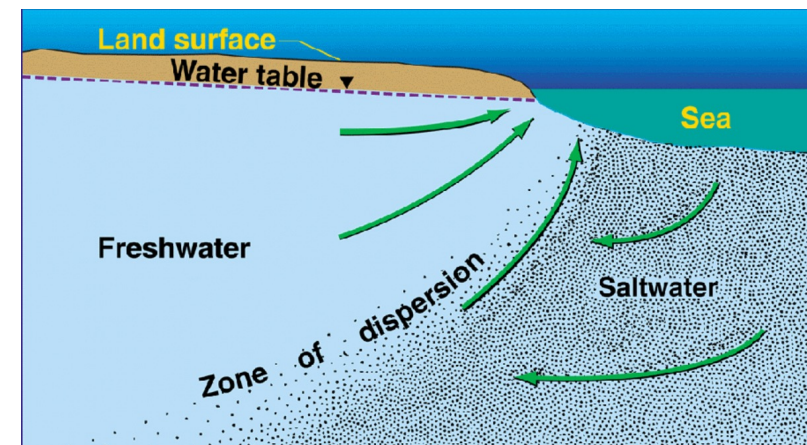
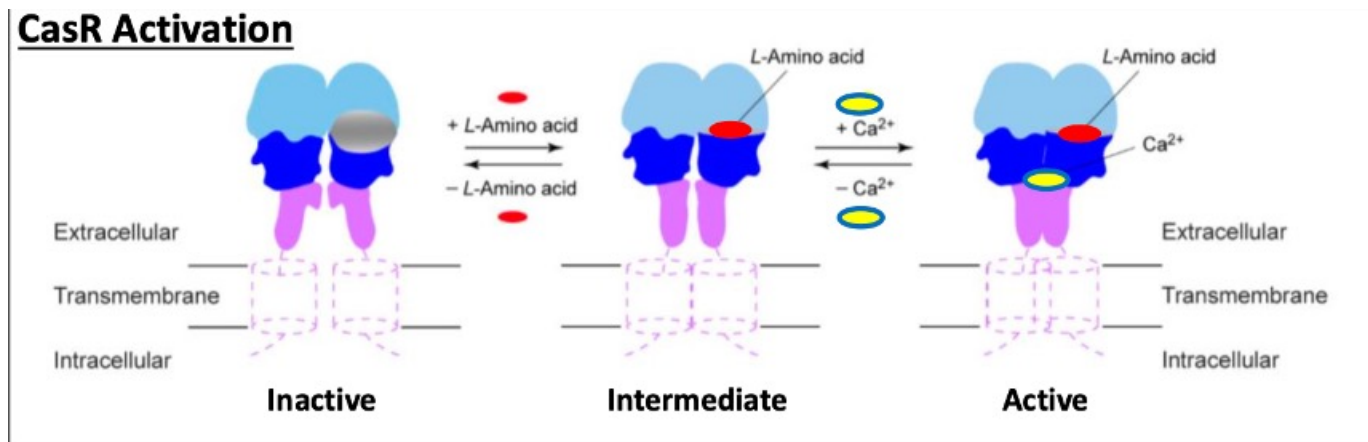


# SuperPostSmolt - Den siste brikken



# SuperPostSmolt Ferskvann/Brakkvann

- Videreføring av SuperSmolt FeedOnly teknologien
- Fortsetter å stimulere CaSR reseptoren og holder dermed fisken som en sjøvannsfisk
- Fisken trenger da ikke å bruke tid på tilvenning etter overføring til sjø



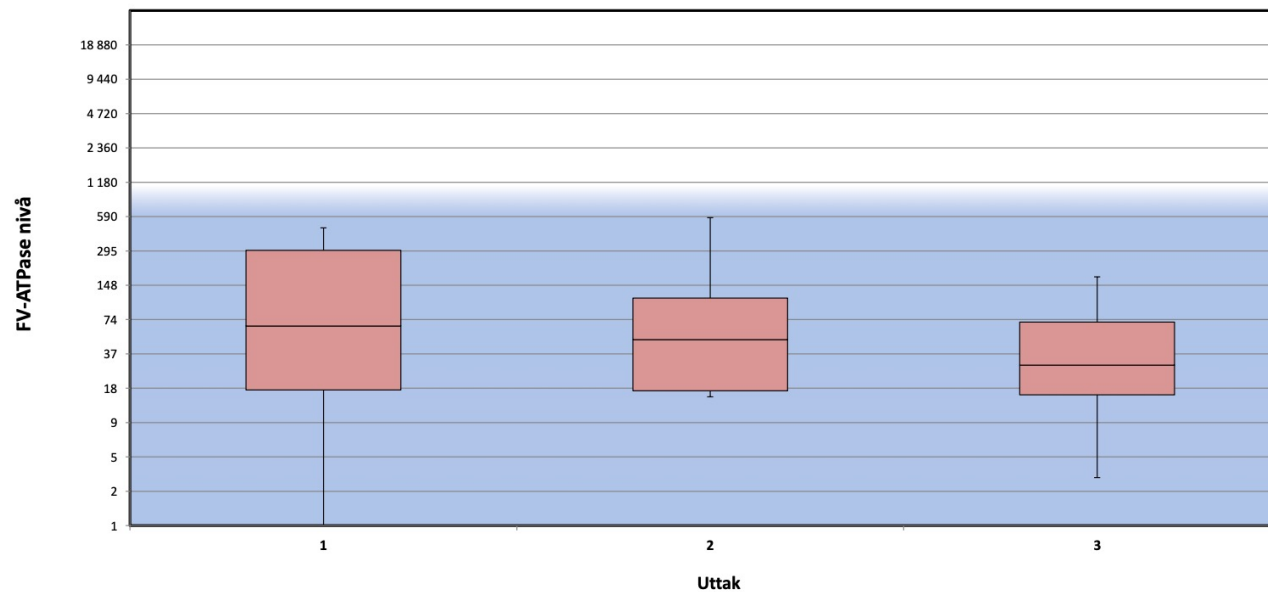
# SuperPostSmolt - Ferskvann

Forblir marin fisk

**Døgngrader totalt: 1400**

Oversikt over uttak		Uttak 1	Uttak 2	Uttak 3
Dato uttak:		13.09.2021	11.10.2021	08.11.2021
Labnummer:		EUNOSO-00008765	EUNOSO-00009230	EUNOSO-00009747
Smoltifiseringsmetode:		FO		
Gruppe				
Vannkvalitet:	Lys:	24t	24t	
	Temperatur (°C)	12,3	13,3	12,9
	pH	7,4	7,08	
	CO2 (mg/l)	5,3	9,73	14,08
	O2 (%)	88,6	90	85
	Salinitet (‰)	3,4	3,58	4,8

Figur 1: Oversikt over gruppens FV- ATPasenivå



Ferskvann

Brakkvann

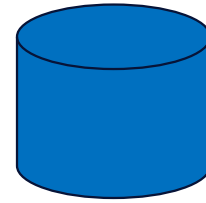
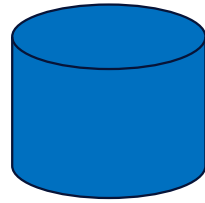
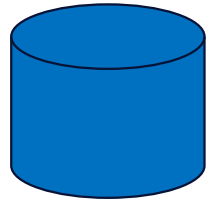
Sjøvann

Startføring

Påvekst

Post-smolt

Sjølokalitet



Ferskvann

Sjøvann

Tidslinje

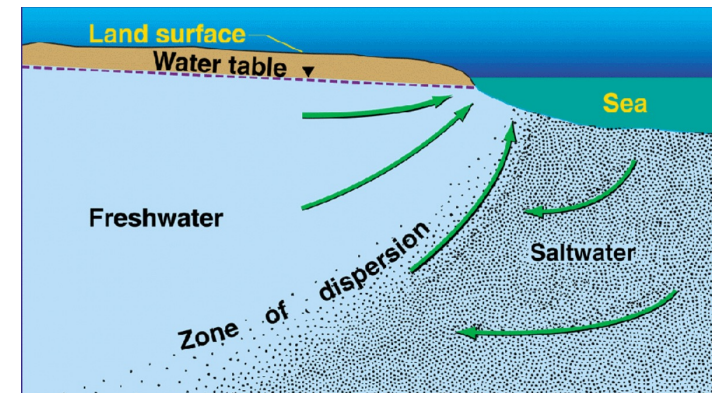
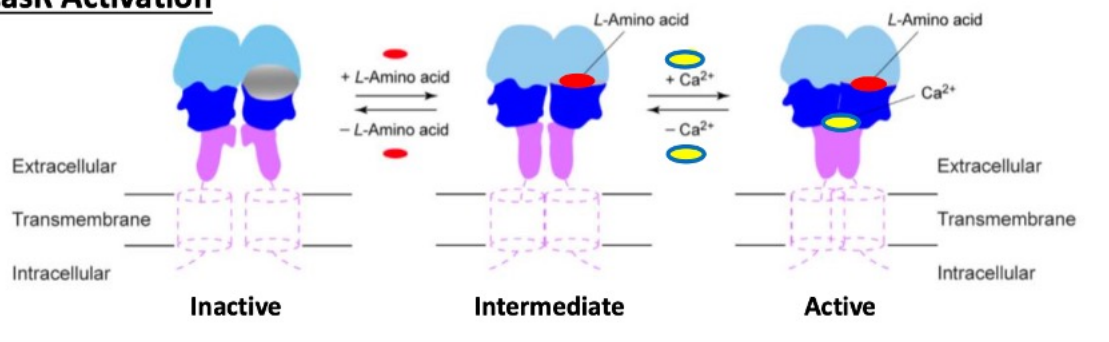
0-3ppt

0-5ppt

5-15ppt

30+ ppt

**CasR Activation**



# Take-home message



Saltsfôr vil bare tvinge fisken til å drikke i et miljø den ikke bør drikke



Ser vi på dokumentasjonen så er det muligheter for å lykkes med det vi har



SuperSmolt og SuperPostSmolt er den siste brikken for å lykkes med produksjon av Post-smolt i dagens anlegg



Vi MÅ sørge for at fisken er tilpasset miljøet den skal til

