

Nefrokalsinose Erfaringer fra felt



ÅKERBLÅ

KUNNSKAPSBASERT HAVHELSE

Agenda

- Spørreundersøkelse i Åkerblå
- Kliniske funn fra felt
- Noen fysiologiske hjertesukk til slutt



Tre FHF-prosjekter

NEFROSMOLT

901587

Prosjektnummer

Prosjektinformasjon

Prosjektnummer: 901587

Status: **Avsluttet**

Startdato: 16.09.2019

Sluttdato: 30.06.2022

Fagfelt: Havbruk; Fiskehelse og fiskevelferd

STONEHUNT

901588

Prosjektnummer

Prosjektinformasjon

Prosjektnummer: 901588

Status: **Pågår**

Startdato: 01.11.2019

Sluttdato: 30.06.2023

Fagfelt: Havbruk; Fiskehelse og fiskevelferd

NEPHROREDUCE

901874

Prosjektnummer

Prosjektinformasjon

Prosjektnummer: 901874

Status: **Pågår**

Startdato: 01.01.2024

Sluttdato: 31.12.2026

Fagfelt: Havbruk; Fiskehelse og fiskevelferd

KUNNSKAPSBASERT HAVHELSE

Konklusjoner



«NEFROSMOLT» FHF-prosjekt 901587

- Forkalkninger i nyrene hos laks består hovedsakelig av amorf karbonatapatitt (amCAP), et kalsiumdominert mineral
- Fisk med nyreforkalkninger har høye plasmanivåer av kalsium, magnesium, glukose og aspartat aminotransferase, som er en indikasjon på forstyrret osmoregulering og økt stressnivå.
- Vannmiljøet til fisken ser ut til å ha stor betydning for nefrokalsinose, i motsetning til førsammensetning.
- Bruk av sjøvann for tidlig i produksjonen ser ut til å føre til osmoregulatorisk stress som igjen kan gi nefrokalsinose.
- Vi fant ikke korrelasjon mellom utvikling av nefrokalsinose og CO₂ -konsentrasjon i driftsvannet. Dette indikerer at nefrokalsinose kan ikke relateres kun til forøkede CO₂ -verdier.
- HSS er mest sannsynlig ikke knyttet til nefrokalsinose. Men, HSS er mest sannsynlig også relatert til osmoregulatorisk stress. HSS ser også ut til å forstyrre genregulering i gjellene.

Stonehunt



- NK og HSS framsto som to ulike sykdomstilstander som til en viss grad forekom parallelt, og som kan ha delvis overlappende årsaksfaktorer. Det ble ikke funnet bevis for at HSS er en forløper for utvikling av mineralutfellinger og NK.
- I kontrollerte forsøk med laks under smoltifisering ble det funnet en klar sammenheng mellom eksponering for høye nivåer av CO₂ og utvikling av NK
- I forsøk 2 var det økt akkumulering av kalsium i nyre og indikasjon på økt mineralisering av ryggvirvlene hos fisk eksponert for CO₂ sammenlignet med kontrollfisk. Det ble også påvist økt ratio av Ca/P i nyrevevet med økende grad av NK. • I grupper som ble eksponert for CO₂ (både 16 og 23 mg/L) var det økt PCO₂ i blod, økt nivå av plasma HCO₃⁻, økt plasma-pH og redusert nivå av plasmaklorid.
- Nyreutfellinger fra både feltmateriale og forsøk besto av fosfatsteiner, der kalsium- og karbonatholdig Dahlitt dominerte. Magnesiumforbindelser (struvitt) ble også påvist.
- I forsøk 2 ble HSS påvist i alle forsøksgruppene, men med et markert utbrudd i ett av karene der fisken ble eksponert for 23 mg/L CO₂ og 123 % DO.
- Fisk med HSS hadde lavere hematokrit enn fisk uten påvist HSS, dette gjaldt både i forsøk og i feltundersøkelsen.
- Fisk med HSS hadde signifikant høyere vekt enn fisk uten påvist HSS i samme gruppe, dette gjaldt både i forsøk og i feltundersøkelsen. Variasjoner i smoltifiseringsprosessen (hormonstatus og aktivitet av gjelle ATP-ase) så ut til å være assosiert med utviklingen av HSS
- HSS så ikke ut til å være en forløper for NK. Det så ut til at tilstandene forekom parallelt, og at de til en viss grad kunne utløses av de samme miljøbelastningene. NK og HSS så ut til å gi ulike fysiologiske endringer i fisken og bør anses som to ulike sykdomstilstander.
- Bruk av smoltprotokoll med lysstyring kan se ut til å påvirke forekomsten av NK positivt.

Åkerblå, DNV Aquaculture

54 settefiskanlegg

Rundt 700 anleggsbesøk i året.

Spørreskjema sendt til helsepersonell
med settefiskansvar

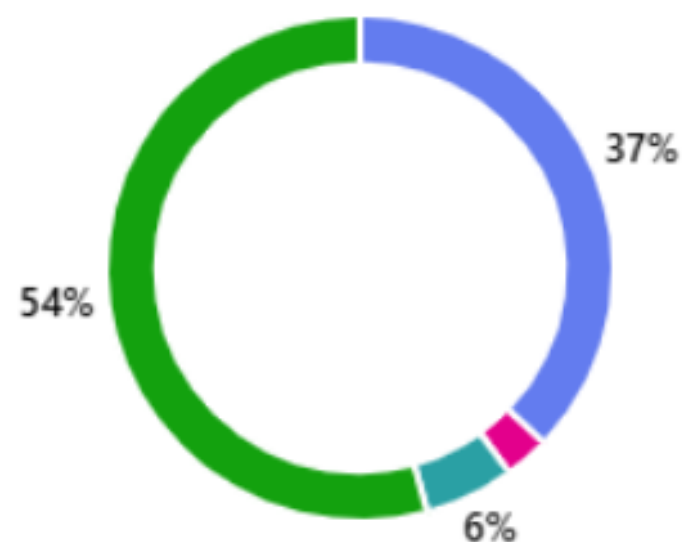
1 svar per settefiskanlegg

39 anlegg er representert i undersøkelsen



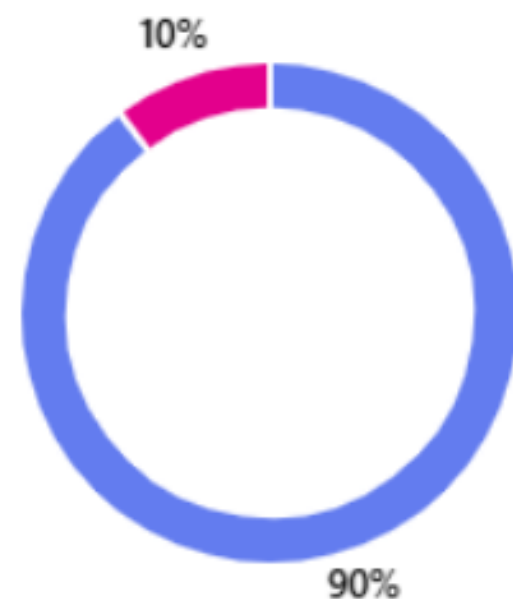
3. Hvilken metode bruker ditt anlegg på å forberede fisken på et liv i sjøvann?

● Smoltifisering ved hjelp av lysstyring	13
● Ingen styring - kun fullt lys	1
● Økende nivåer av saltvannstilsetting	2
● Kun bruk av ulike typer saltfôr	0
● Ulike kombinasjoner av de over	19



4. Har du hatt diagnosen nefrokalsinose i ditt anlegg de siste 5 årene?

● Ja	35
● Nei	4



Mild grad (makroskopisk og histologisk)

Forkommer svært sjeldent

Betydelig grad

Nefrokalseniose i sparsom grad, i all hovedsak HSS som er dominerende

Har de siste årene slitt med høy prevalens og alvorlighetsgrad av både nefrokalsinose og andre bløtvevsforkalkninger (rundt øyne, pseudobrank, filet)

6. Ser du noen sammenheng mellom HSS og nyreforkalkninger?

● Ja	15
● Nei	24



De opptrer vanligvis ikke samtidig i dette anlegget.

Påvises ofte samtidig, i samme avdeling og gjerne på samme individer

Vanskelig å si at dem har sammenheng, opptrer ofte i lag.

Usikker på om det er en direkte sammenheng, men HSS og nefro ser ut for å ha flere felles underliggende risikofaktorer

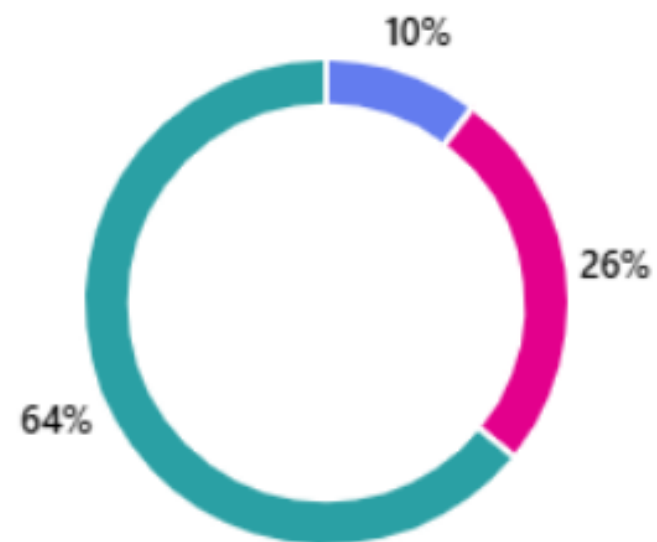
Fisk som har HSS har ofte nyreforkalkning, trenger ikke være motsatt vei

Sliter også med HSS, og HSS-fisken har gjerne de mest uttalte utfellingene

Ser ofte nefro sammen med HSS, men HSS kanskje i større grad alene

8. Anser du utfordringene knyttet til nefrokalsinose som alvorlige, moderate eller sparsomme?

Alvorlige	4
Moderate	10
Sparsomme	25



Moderate til alvorlige, variasjon mellom fiskegruppene. I de verste tilfellene 4-5 % dødelighet etter utsett hvor majoriteten hadde store nyreforandringer.

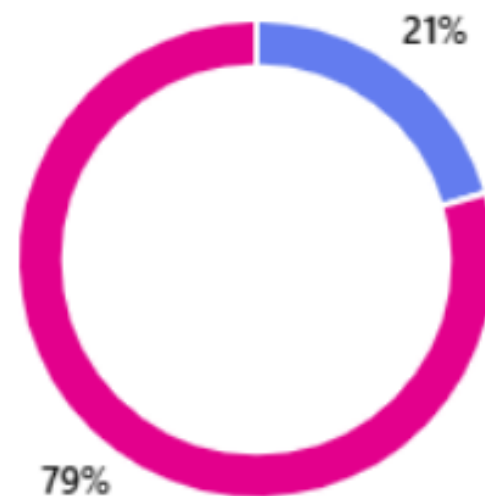
Gjelder for de siste 2-3 årene hvor overgang til lysstyring (siste 1-2 årene) og reduksjon av tetthet/ bedring av vannkvalitet i postsmolt har vært fokusområder.

Mye nyreforalkning og økende grad frem mot levering av smolt.

kun sporadisk registrerte lavgradige forandringer på tilfeldig fisk. Ingen fremtredende diagnose på dødfisk.

10. Er utfordringene økende eller avtagende i alvorlighetsgrad?

● Økende	8
● Avtagende	31



Jobbet med hardhet og lys i tidlige livsfaser

Mindre etter at anlegg begynte med lysstyring

Jeg vil si problemet har vært avtagende siste åra i alvorlighetsgrad

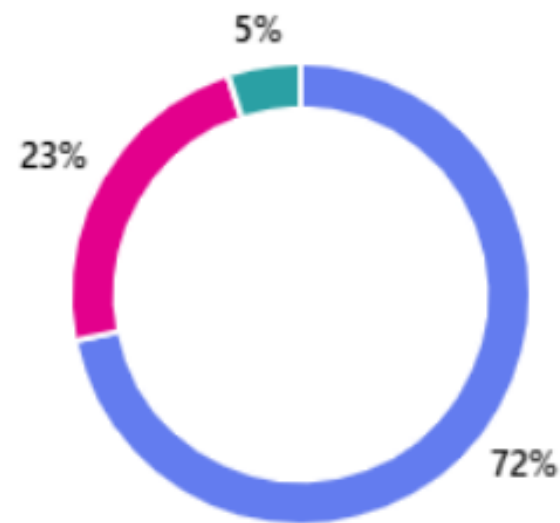
verken økende eller avtakende

Lite nyreforkalkninger siste 3-4 årene. Sammenfallende med lavere tetthet i anlegget, forbedring av vannkvaliteten og overgang til lysstyring. Fortsatt noe bløtvevforkalkning på fisk som står på 3-8 promille gjennom høst og vinter fram til "sjøsetting" (ca 20 promille) ila mars/april.

d 2 "Stabilt" burde vært et alternativ

12. I hvor stor grad har de seneste års forskningsresultater hjulpet ditt settefiskanlegg med å løse eller redusere utfordringene knyttet til nefro?

● I sparsom grad	28
● I moderat grad	9
● I tydelig grad	2



Ikke blitt gjort noen konkrete tiltak som har bidratt til å få ned prevalens av nefro i anlegget.

Ingen ønsker om å endre produksjon, bruker det vannet som er tilgjengelig.

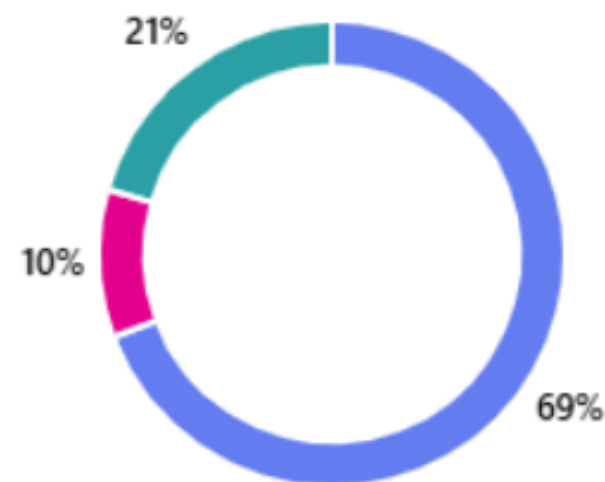
Gammelt gjennomstrømningsanlegg som ikke har vært veldig interessert i å bruke midler på å komme til bunns i problemene.

det er ikke gjort tiltak basert på nyere forskning,

Det er ikke gjort vesentlige tiltak basert på forskningsresultater.

14. I hvor stor grad har ditt anlegg endret sin måte å produsere på for å redusere utfordringene knyttet til nefro og har dere hatt en positiv effekt?

● I sparsom grad	27
● I moderat grad	4
● I tydelig grad	8



Lite villig til å endre på produksjonen for å oppnå mer stabil vannkvalitet.

Har redusert salinitet. 0 ppt i startfôring, < 1 ppt i presmolt med mindre det er indikasjon pga sopp, finneslitasje Opp til 4 ppt i smolt før levering. Salt, ikke sjø

Har gått over på lysstyring som metode for sjøvannstilvenning, men med fortsatt bruk av saltfor (om relevant ...)

Har etter fjorårets utsett sluttet med kalkslurry, droppet saltfôr/feedonly og holdt mer igjen på saliniteten i tidlige stadier.

Lenger vintersignal

Vi gikk fra 24 timer lys og saltfôr til smoltifisering ved lysstyring på tre år

Redusert maks tetthet, bedret kargjennomstrømming/vannkvalitet, lysstyring.

Det er gjort justeringer for å unngå sjøvann tidlig i produksjonen.

Oppsummert

90 % av anleggene
har hatt
nefrokalzinose de
siste 5 år

65 % av anleggene
har kun sparsomme
nyreforkalkninger

Rundt 40 % av
anleggene har både
HSS og Nefro
samtidig i anleggene

Fisk som har HSS har
ofte
nyreforkalkninger

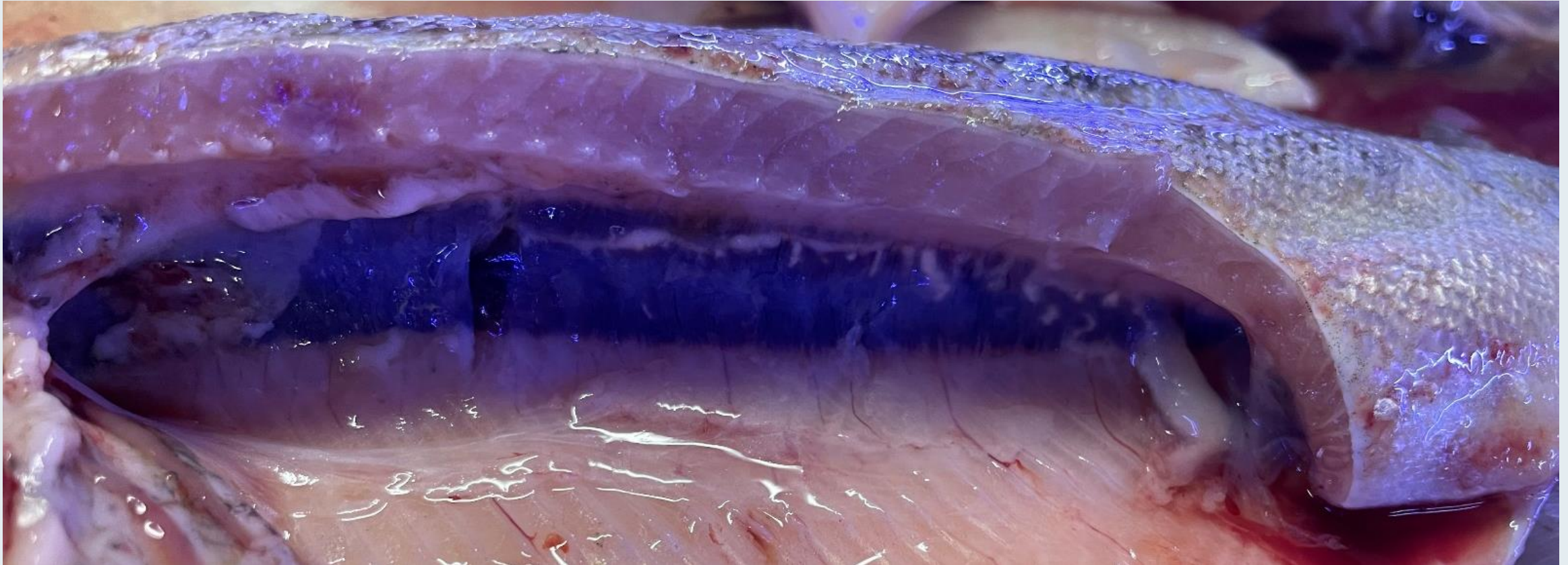
Oppsummert

80 % av anleggene har utfordringer av avtagende alvorlighetsgrad de siste 5 årene

Rundt 30 % av anleggene har i moderat eller tydelig grad endret produksjonsmåte for å redusere utfordringene knyttet til nefro

Rundt 70 % av anleggene mener at de siste års forskningsprosjekter kun har hjulpet i sparsom grad med å redusere utfordringene knyttet til nefro

Noen interessante kliniske trekk og funn



Hovedtrekk siste 10 år

Vi forlot naturen, men er nå på vei tilbake

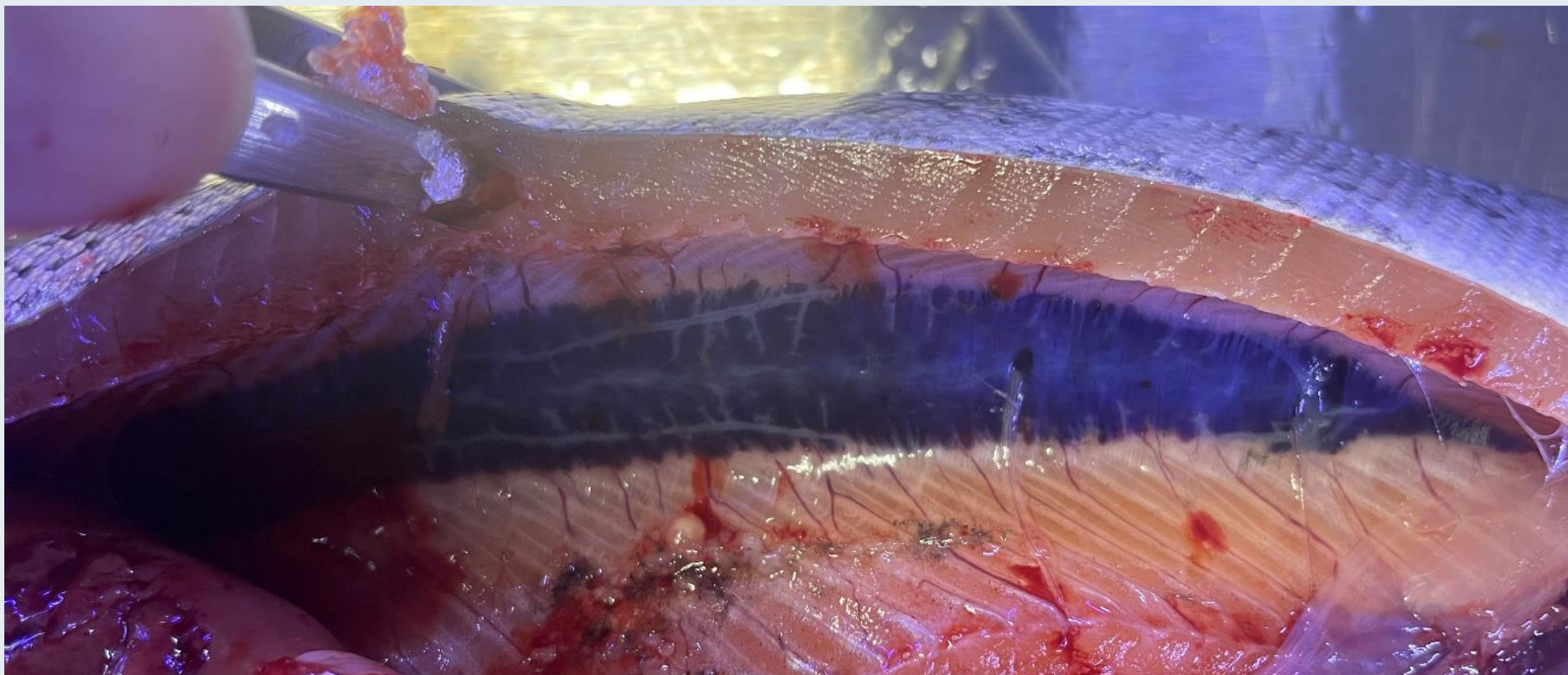
Større fokus på en mer forsiktig og naturnær produksjon

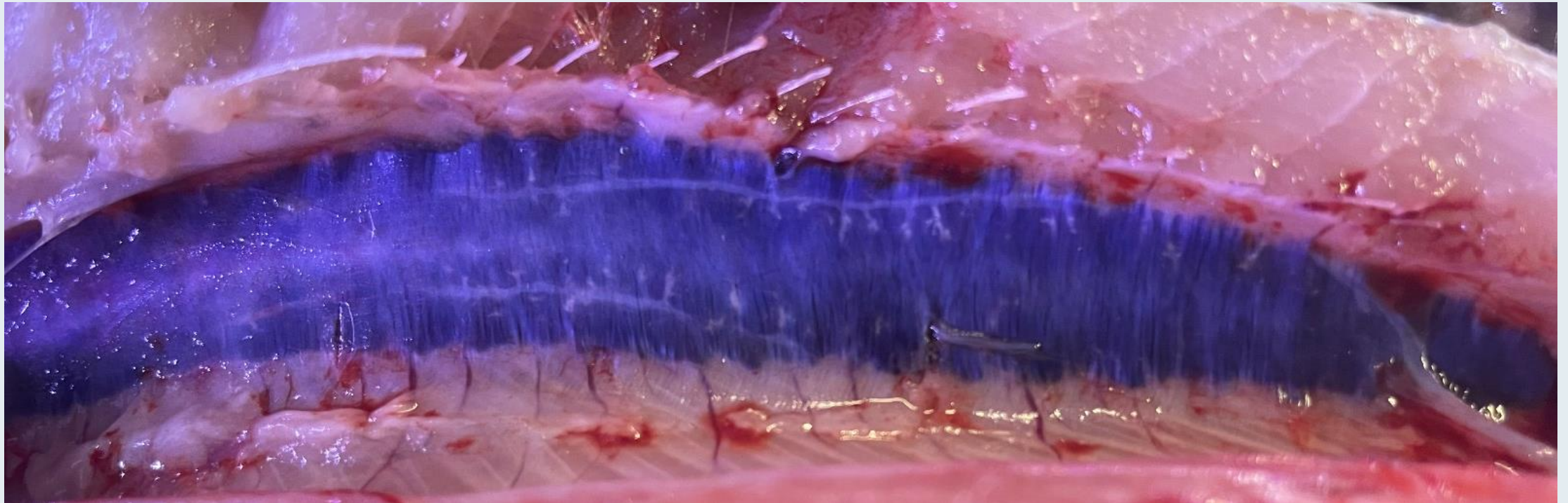
Bruken av lysstyring øker

Årsakene til Nefro og HSS er mer klare enn før

Vi er oss mer bevisst hvilke trigger vi utløser hvis vi kjører full fart

Økt fokus på produksjonslidelsen gir mer kunnskap









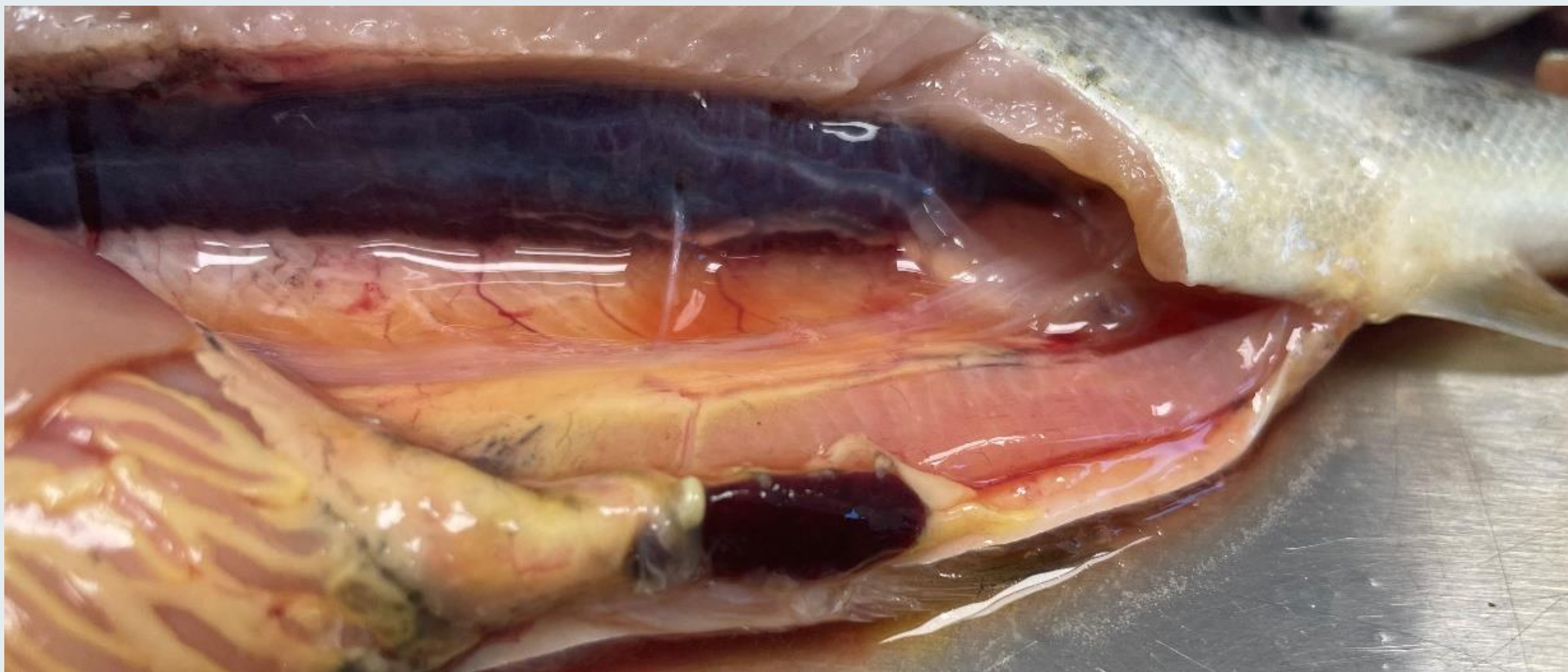
















**Dystrofiske forkalkninger i både
nyre og hjerte**

**Kroniske nyreforkalkninger med store
fibrotiske områder hvor normalt nyrevev er
erstattet med bindevev**



Bløtvevsforkalkninger

Øyehule

Pseudobrank

Gjeller

Tarm

Hjerte

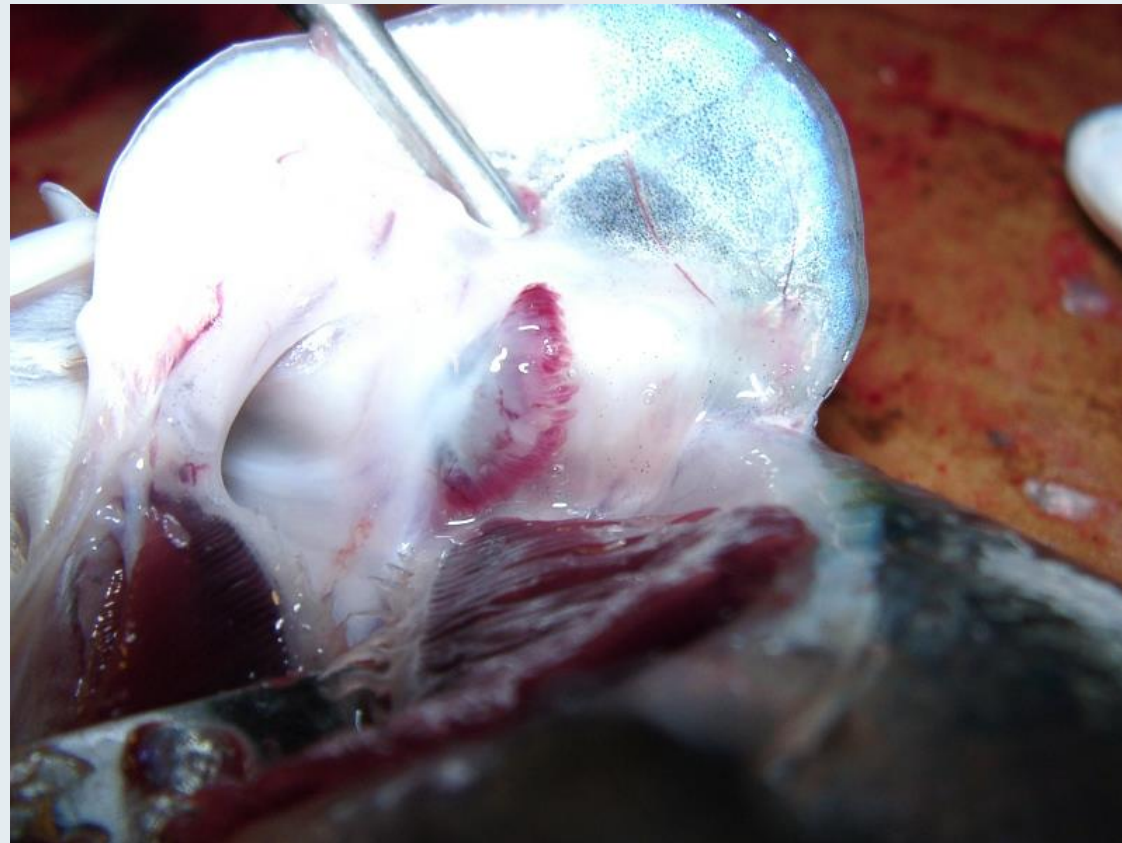
Muskulatur



Øyehule



Pseudobrank



Muskulatur







Manglende fremgang?

Blir av fiskehelsetjenestene oppfattet som den lidelsen med størst økning i 2024, hvorfor?

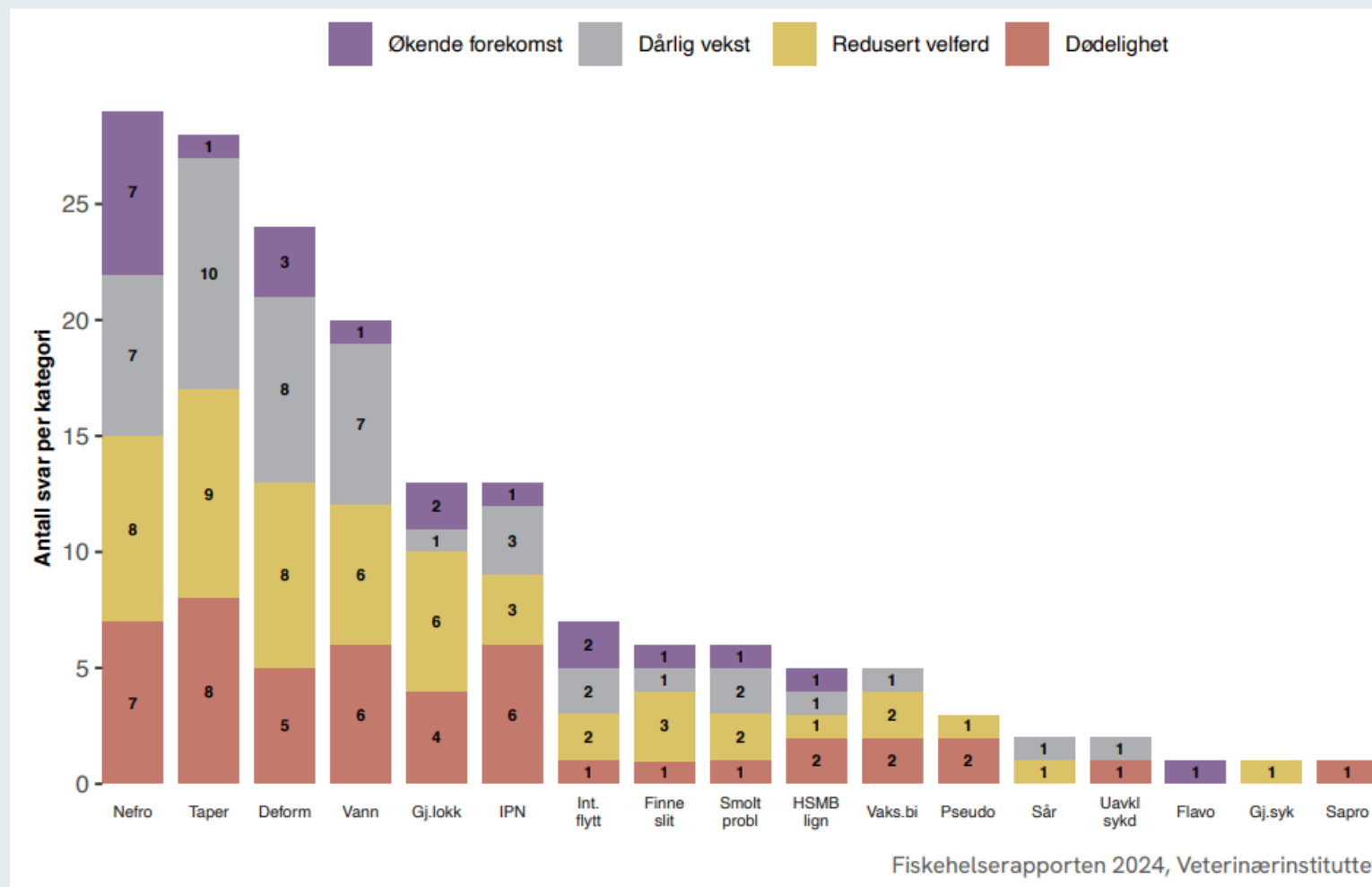
Endrer vi ikke produksjonen i takt med økede datamengde om tiltak og forebygging?

Liten endringsvilje?

Vanskelig å endre produksjonsplaner grunnet anleggsmessige flaskehalser



Fiskehelserapportens spørreundersøkelse



Manglende fremgang?

Blir av fiskehelsetjenestene oppfattet som den lidelsen med størst økning i 2024, hvorfor?

Endrer vi ikke produksjonen i takt med økede datamengde om tiltak og forebygging?

Liten endringsvilje?

Vanskelig å endre produksjonsplaner grunnet anleggsmessige flaskehalser



Smoltproduksjon

Det handler om å:

Lage gode kjøreplaner

- Basert på
 - Biologien
 - Driftsforutsetningene i ditt anlegg (miljøbetingelsene)
 - Makromiljøet (Klima, berggrunn, råvann)
 - Mikromiljøet (Karmiljøet)

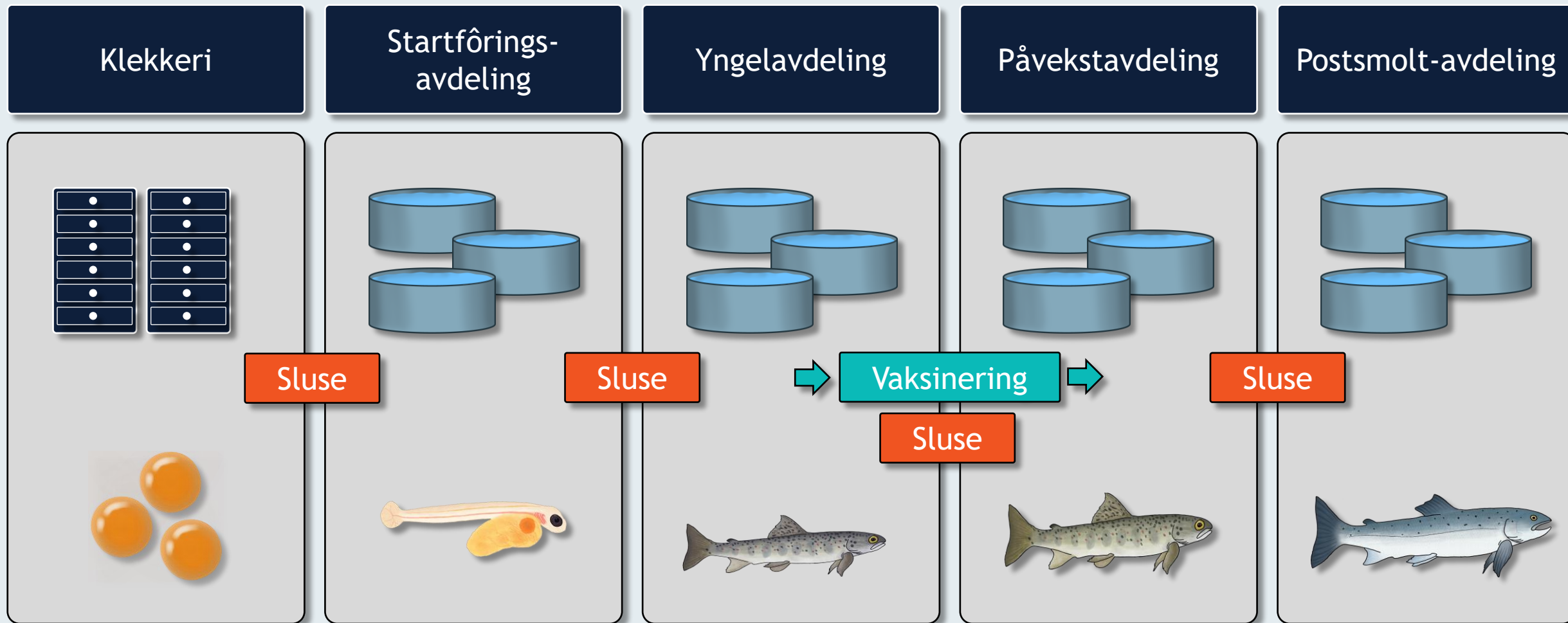


Husk riktig rekkefølge..



Skjematisk fremstilling av et settefiskanlegg

KUNNSKAPSBASERT HAVHELSE



Nefrokalsinose og fysiologisk forskning i havbruksnæringen

Det er for lite fokus og kunnskap om laksens fysiologi og samspillet med naturen i næringen

- Forskningsmiljøer
- Fiskehelsefolk
- Folk med biologisk kompetanse og ansvar i tjenestetilbydende selskaper

- Begrepsforvirringer
- Uklar kommunikasjon og misvisende anbefalinger

Vi sliter med en del gamle vedtatte «sannheter» knyttet til fiskens fysiologi

Uklar begrepsforståelse

Smoltifisering
kontra
sjøvannstilpasning

Fisken vandrer inn og
ut av smoltvinduet på
kort tid

Spontansmoltifisering

Hva er en smolt?



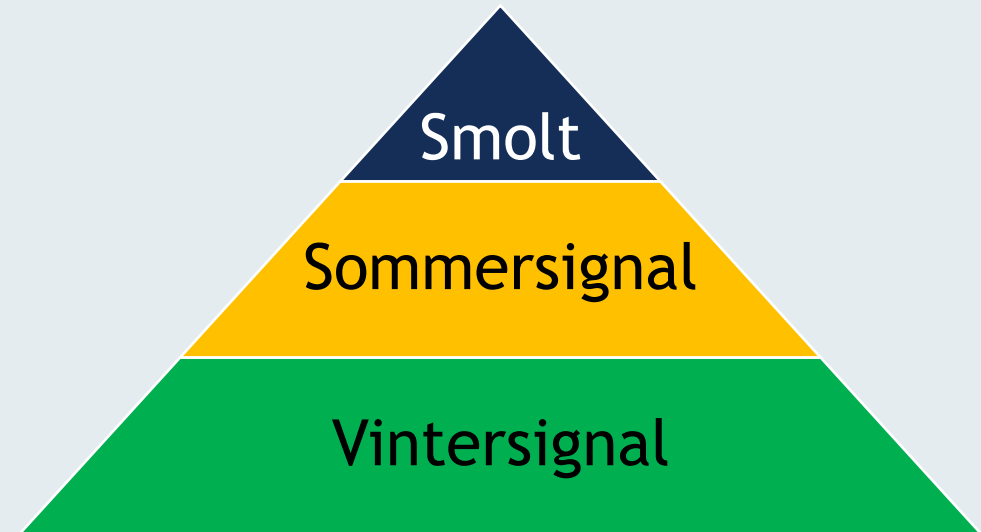
Smolt, smoltifisering

Den biologiske definisjonen av smolt er en juvenil laks som har fullført en rekke morfologiske, fysiologiske og adferdsmessige endringer, i en prosess som kalles smoltifisering. Disse endringene forbereder den juvenile laksen for utvandring i sjø, eller overføring til et marint miljø (Hoar 1988).

Denne smoltifiseringen igangsettes av et vintersignal

Varigheten av vintersignalet må være minimum 7 uker

Smoltifiseringen sluttføres gjennom at fisken igjen får fullt lys i ca. 400 døgngrader

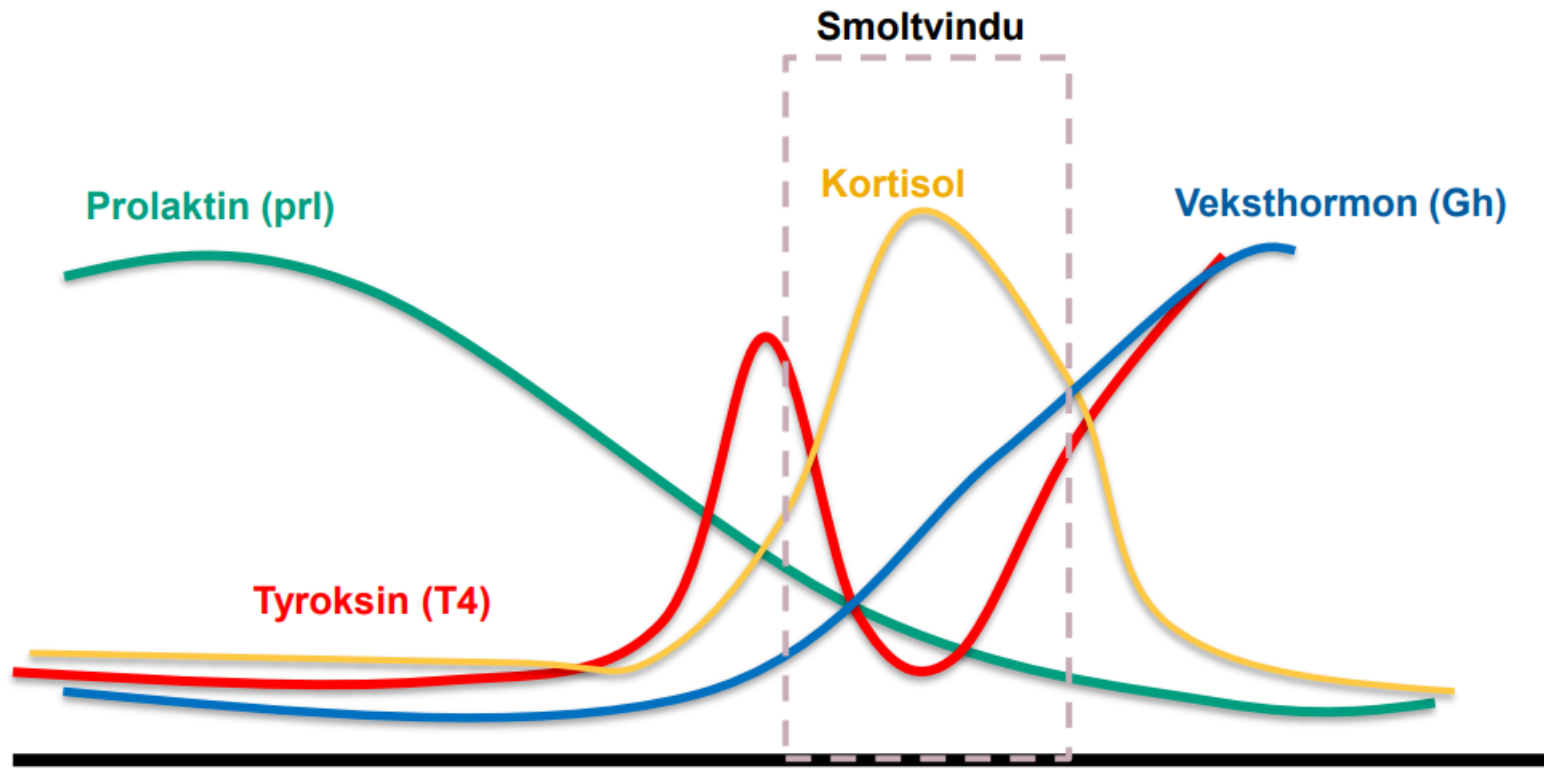


Boeuf et al., 1989
Lorgen et al. 2015
Fleming et al. 2019

KUNNSKAPSBASERT HAVHELSE



Hormonkaskaden



En rekke organer påvirkes

Hud

Gjeller

Tarm

Nyre

Sjøvannstilpasning er ikke smoltifisering

Smoltifisering er en hormonell symfoni

Som involverer

- En rekke organer
- En rekke funksjoner

Som synkroniseres av lys

Som hastighetsstyres av temperatur

Dagens smolttester fokuserer på en klarinettsolo

Kloridcellen

- 2 molekyler



Vanligste feil knyttet til smoltifisering

Uklare miljøsignaler

Starter opp med vintersignalet for sent

Vintersignalet varer i for kort tid

Sommersignalet varer for kort tid

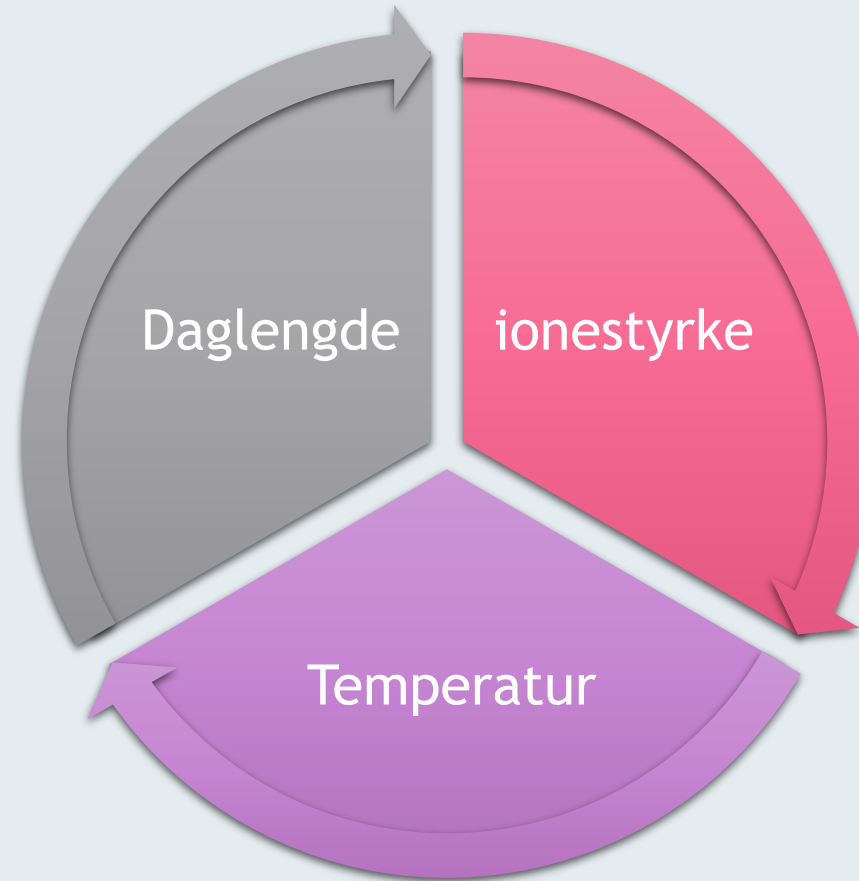
Smoltifiseringen avsluttes for sent i forhold til fiskens størrelse

Man gir positive smoltsignaler i parrfasen og negative smoltsignaler i overgangen te sjøvannsfasen

Lysstyring bør gjennomføres i perioden 20-80 gram

Avdeling	Størrelsesintervall	Temperatur	Lysrytme	Salinitet
Klekkeri	0-0,2 gram	4-6 grader	Vinterrytme med døgnvariasjon	0,2
Startfôring	0-10 gram	12 grader	Sommerrytme	0,2-0,5
Yngel	10-50 gram	12 grader 8-10 grader ved vinterkjøring	0-20 gram sommerrytme 20-50 gram vinterrytme	0,5 0,5
Vaksinering	50 gram	10 grader	Vinterrytme en uke etter vaksinering	0,5
Påvekst	50-90 gram	12 grader	Sommerrytme 400 DG	0,5-3 økende inntil smoltifisert
Postsmoltfase	90-500 gram (smoltifisert)	12 grader	Sommerrytme	>15

Miljøsignaler



Smoltifiseringssignaler/sjøvannstilpasningssignaler

Positive smoltifiseringssignaler	Negative smoltifiseringssignaler
Økt temperatur	Fallende temperatur
Økt vekst	Redusert vekst
Økt salinitet	Redusert salinitet
Økt hardhet på vannet	Redusert hardhet
Økt lysmengde	Fallende lysmengde
Økt lysstyrke	Liten størrelse
Stor størrelse	Vaksinering (og andre operasjoner)
Saltfôr	

Gamle vedtatte «sannheter»

Sjøvann er livsfarlig

Fisk trenger ikke noen
døgnrytme

Når det er mørkt skal det
være helt mørkt

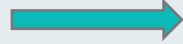
Du må ikke fôre på natten

Laksens syklus



Egg

Ligger nedgravd i elvegrusen etter gyting. Klekker etter temperatur, på 3 grader tar det mellom 100-130 dager.



Plommesekkstadiet

Plommesekken utgjør mye av kroppen de første månedene etter klekking. Fordøyelsessystemet er ikke utviklet, og yngelen får næring fra plommesekken. Oksygen får den gjennom huden



Plommesekken brukes opp og fisken må finne egen mat. Som den vokser får den parrmerker, store brystfinner, brun drakt. Adferden er territoriell og den står mot strømmen, ventende på mat. Stadiet varierer fra 1-9 år, og slutter når smoltifiseringen starter.



Parr



Smolt

Smoltifisering gjør en parr klar for et liv i sjøen. Forandringene skjer i elva. Fisken blir sølvfarget. I tillegg til andre forandringer. Laksen er i havet 1-3 år før den returnerer. Andre laksefisk som ørret og røye kan og smoltifisere.



Migrasjon



Gyting

Minkende dagslys utover høsten setter i gang gyteprosessen. Gytingen skjer i oktober-november i elva. Fisken endrer utseende og blir mer fargerik og hanner får krok. Egg og melke sprytes samtidig ned i gytegrøpa og egget befruktes. Hunner legger mellom 1000-1200 egg/kg.

Smolten vandrer ut i havet i mai – juli. Svømmer rett ut i havet, over lange avstander. Varierende diett – opportunist. Kun om lag 5 % kommer tilbake. Legger på seg svært raskt.

Produksjonsprotokoll, Resirkulering

Avdeling	Størrelsesintervall	Temperatur	Lysrytme	Salinitet
Klekkeri	0-0,2 gram	4-6 grader	Vinterrytme med døgnvariasjon	0,2
Startfôring	0-10 gram	12 grader	Sommerrytme	0,2-0,5
Yngel	10-50 gram	12 grader 10 grader ved vinterkjøring	0-20 gram sommerrytme 20-50 gram vinterrytme	0,5 0,5
Vaksinering	50 gram	10 grader	Vinterrytme en uke etter vaksinering	0,5
Påvekst	50-90 gram	12 grader	Sommerrytme 400 DG	0,5-3 økende inntil smoltifisert
Postsmoltfase	90-500 gram (smoltifisert)	12 grader	Sommerrytme	>15

Produksjonsprotokoll, Gjennomstrømming

Avdeling	Størrelsesintervall	Temperatur	Lysrytme	Salinitet
Klekkeri	0-0,2 gram	4-6 grader	Vinterrytme med døgnvariasjon	0,2
Startfôring	0-10 gram	12 grader	Sommerrytme	0,2-0,5
Yngel	10-50 gram	12 grader 4 (8) -10 grader ved vinterkjøring	0-20 gram sommerrytme 20-50 gram vinterrytme	0,5 0,5
Vaksinering	50 gram	10 grader	Vinterrytme en uke etter vaksinering	0,5
Påvekst	50-90 gram	12 grader	Sommerrytme 400 DG	0,5-3 økende inntil smoltifisert
Postsmoltfase	90-500 gram (smoltifisert)	12 grader	Sommerrytme	>20

