

Vekstmønster og dverghannmodning

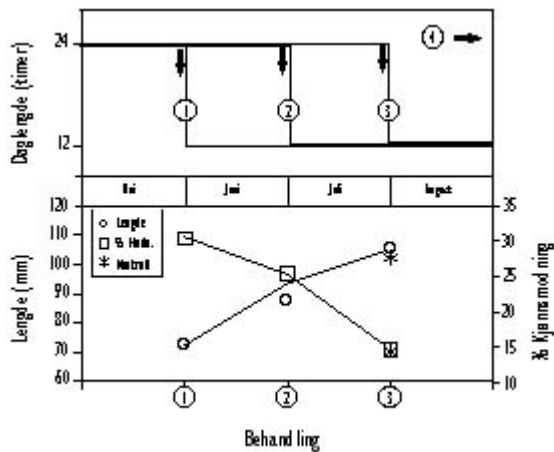
Ove T. Skilbrei

Laks er som art tilpasset et svært variabelt fysisk livsmiljø og har utviklet en stor grad av økologisk plastisitet. Når laks oppdrettes i kultur synliggjøres også konsekvensene av artens brede repertoar som betydelige individuelle vekstforskjeller og kjønnsmodning i ulike faser og ved ulike størrelser. En stor del av hannfisken i mange norske lakseelver kjønnsmodner allerede i ferskvann som dverghanner, og høye innslag forekommer også på settefiskanlegg (opptil 30 %).

Laks bruker lyset for å få informasjon om årstiden for å forberede seg på kjønnsmodning og smoltifisering, og dette blir benyttet til produksjon av høstsmolt ved hjelp av lysstyringsprogrammer. I tillegg er det vist at lakseungens respons til endring i lyset avhenger av hvilken størrelse den har. Dette bidrar til at det kan utvikles en totoppet lengdefordeling med enten liten eller stor fisk, og dette mønsteret fram-kommer i en rekke forsøk som er utført uavhengig av hverandre. Den lille firkanten under "Sensitiv fase" i figur 1 illustrerer at det er en finjustert samvirkning mellom fiskens størrelse og daglengden som innebærer at kombinasjonen av å være mindre enn *terskellengden* på ca 7.5 og kort daglengde (maksimum 12 timer), gir lakseungen en høy sannsynlighet for lav påfølgende vekst og opphoping av fisk i en nedre modal, i tillegg til forsinket smoltifisering. Er fisken større vil den vanligvis vokse videre gjennom en hurtigvekstfase som medfører at det dannes en øvre størrelsesgruppe (øvre modal) av smoltifiserende fisk, uavhengig av om den får beholde lang daglengde eller settes ned på kort dag. Slike mekanismer kan også aktiviseres på settefiskanlegg. Det er vanlig praksis både ved produksjon av høst- og ettårssmolt at daglengden reduseres, og deretter økes før smoltifiseringen.

Figur 1 Vekstmønster i ferskvann. Skjematisk oppsummering som viser hovedresultatene fra flere forsøk der en har studert ulike kombinasjoner mellom fiskestørrelse/lysregime og påfølgende vekstmønster fram mot smoltifisering og kjønnsmodning.

Growth pattern in fresh water. Outline of the main results from several experiments on combinations of fish size/light regime and subsequent growth patterns towards smoltification and sexual maturation.



Figur 2 Forsøksoppsett for å belyse effekter av reduksjon i dag- lengden på ulike tidspunkt (på tidspunkt 1,2,3 og kontroll: 4), fiskens gjennomsnittsstørrelse på disse tidspunktene og % kjønnsmodningen seinere om høsten (% av hannfisken i de 2 familiene av 3 som gav vesentlig kjønnsmodning).

Experimental set-up for reduction in day-length at different time-points (timepoint 1,2,3 and control:4), mean fishsize at these timepoints and sexual maturation rate later in the autumn (% of the males in the 2 families of three that gave significant sexual maturation).

Dverghannmodning - bryter med teori om vekstratens betydning?

Det er hevdet i litteraturen at det er en direkte sammenheng mellom økt vekstrate og sannsynligheten for kjønnsmodning. Dette skulle da medføre at det er de mest hurtigvoksende lakseungene som kjønnsmodner som dverghann, og at de miljøforholdene som gir den beste veksten også skal gi høyere innslag av dverghanner. Fordi det tidligere var påvist at det eksisterer en størrelsesavhengig fase i løpet av settefiskproduksjonen, der følsomheten for lysperiode, endres og med påviselige konse-kvenser for videre vekst, ble det satt opp forsøk for å se om innslaget av dverghanner ble påvirket av daglengdereduksjoner rundt den sensitive fasen (se figur 2).

Forsøket viste at den tidligste reduksjonen i daglengde når fisken var minst, gav høyest dverghannmodning, mens den seineste reduksjonen ikke hadde effekt i forhold til kontrollgruppen på kontinuerlig lys (figur 2). Dessuten varierte både andel dverghanner og responsen til reduksjonen mellom de tre familiene i forsøket (tabell 1). Andelen fisk i nedre størrelsesgruppe sank med redusert lysmengde; eksemplifisert ved de to ytterpunktene vist i figur 3, som også gir eksempel på at veksten til den umodne fisken var dårligere ved tidlig lysreduksjon.

Tabell 1 Prosentvist innslag av dverghanner i forsøksoppsett vist i figur 2. Dataene er splittet opp i de tre familiene (A, B og C) som inngikk.

Rate of dwarf males in the experimental set-up shown in figure 2. The data is arranged on the three used families (A,B and C).

% MODNING I HVER FAMILIE A B C

Lys ned fra mai 16.1 21.2 0.8

Lys ned fra juni 8.5 20.0 0.9

Lys ned fra juli 5.7 10.7 0.9

Kontinuerlig lys 5.6 7.4 0.8

Tabell 2 Prosent små fisk i de enkelte gruppene som ble holdt under tre ulike lysintensiteter fra startfôring 1. april. I tillegg ble lyset satt ned fra 24 til 12 timer i juni eller i august. Lysintensitene ble enten holdt konstant eller redusert i juni. Gjennomsnittvektene av øvre modal fisk i november er inkludert. Hvert tall i tabellen representerer tre kar på hver behandling.

Rate of small fish in the individual groups that were kept under three different light intensities from first feeding at 1. April. In addition the day length was reduced from 24 to

12 hours in June or August. The light intensity was kept constant or reduced in June. Mean fish weights from upper modal in November are included. Each number in the table represents three tanks in each treatment.

Lysintensitet: 2 LUX 100 LUX 1000 LUX

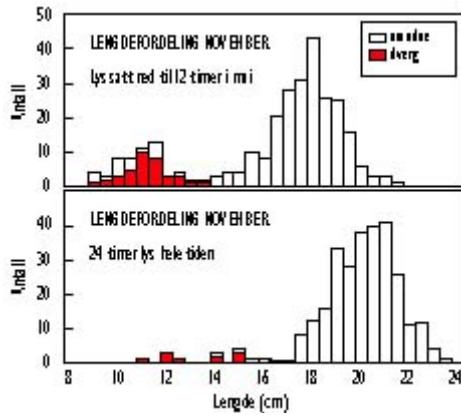
Daglengde ned: Juni Aug. Juni Aug. Juni Aug.

Snittvekt november 74.8 g 82.3 g 92.4 g 91.0 g 78.0 g 80.9 g % Små-Konstant 11.6 % 7.0 % 8.7 % 2.2 % 4.9 % 2.7 %

% Små-Endret lysintensitet i juni 6.0 % (fra 1000 Lux) 4.8 % (fra 2 lux)

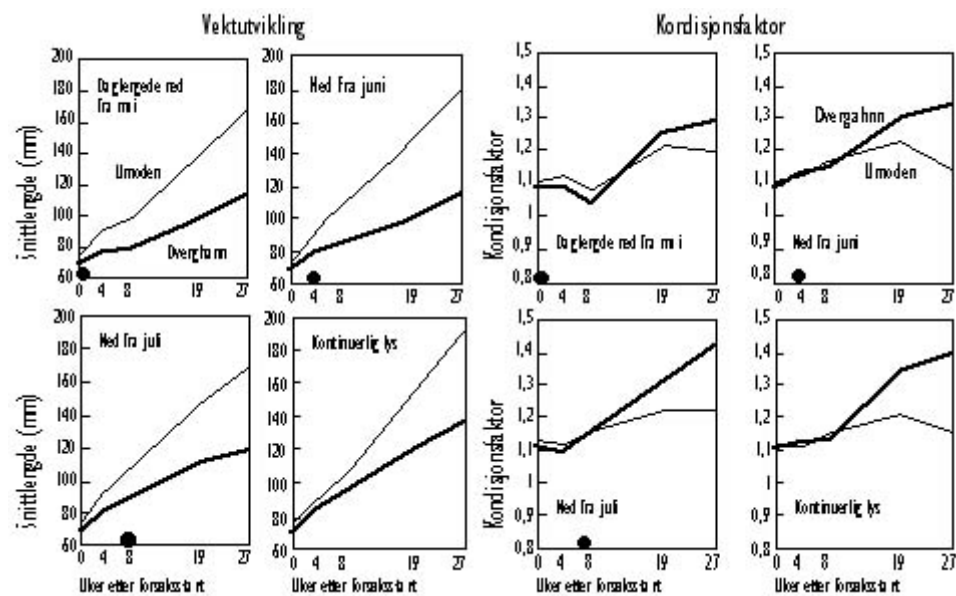
De kommende dverghannene var allerede ved forsøksstart mindre enn umodne søsken, og de vokste klart dårligst gjennom det neste halve året fram til de første ble rennende (se figur 4). Kondisjonsfaktorene til de kommende dverghannene og umodne søsknene var sammen-lignbare gjennom den første delen av forsøket (der det er mest sannsynlig at forskjellene i dverghannmodning ble initiert), og økte som forventet for laks fram mot kjønnsmodning (se figur 4). Likevel kunne de ikke kompensere for de betydelige størrelsesforskjellene som utviklet seg. Det var med andre ord ikke noe som tydet på at dverghannene var større på noe tidspunkt, eller at kjønnsmodning ble stimulert av høy vekstrate.

Dette resultatet har klare likhetstrekk med den opprinnelige vekstmodellen for umoden fisk i figur 1, og utviklingen av dverghannene kan oppsummeres i den samme modellen fordi de atskiller seg i vekst fra umodne søsken i omtrentlig det samme lengdeintervallet.



Figur 3 Eksempler på lengdefordelinger fra forsøk beskrevet i figur 2 der lyset ble satt ned fra 24 til 12 timer i mai eller beholdt på 24 timer daglig belysning. To parallelle kar er slått sammen for hver lengdefordeling.

Examples on size distributions from experiments described in figure 2 where daylength was reduced from 24 to 12 hours in May, or remained on 24 hours daylength. Results from two replicate tanks are pooled for each size distribution.



Figur 4 Gjennomsnittlig lengdeutvikling og endring i kondisjonsfaktor til individmerkete dvergghanner og umodne søsken (to familier er slått sammen) i kar der daglengden ble satt ned til 12 timer lys på tre ulike tidspunkt eller beholdt på 24 timer lys.

Mean values for growth (fork length) and changes in condition factor of individual tagged dwarf males and immature siblings (two family data are pooled) in tanks where the daylength was reduced to 12 hours on three different timepoints, or were maintained at 24 hours.

Forekomsten av dverghanner økes altså av redusert daglengde dersom de er små nok når daglengden reduseres. Om det finnes en like fast terskellengde for kjønnsmodning som for den totoppete oppsplittingen er imidlertid usikkert, så i figuren er det indikert et utvidet lengde-intervall på 60-90 mm. Når konkurranse også er inkludert i figur 1 som en tredje faktor i tillegg til lengde og daglengde, skyldes det forsøk der økt tetthet og tilstedeværelsen av større fisk i karene har forsterket den negative effekten av redusert daglengde. Selv om det ifølge denne modellen er relativt seintvoksende fisk innen en gruppe som blir dverghanner, er det viktig å være klar over at en generell forbedring av vekstvilkårene også vil framskynde dverghann-modningen. Dette kan være et problem ved produksjon av høstsmolt fordi dverghannene kjønnsmodner lenge før de er et år gamle, og kan være rennende når smolten skal overføres til sjøvann.

Effekter av lysintensitet på vekst

Det ble satt opp nye forsøk for å undersøke om lysintensiteten kan påvirke dverghann-modningen, blant annet fordi tidligere forsøk hadde vist at veksten reduseres når lysintensiteten faller under 100 lux. Dessuten viste en kartlegging av innslaget av dverghanner på en rekke smoltanlegg at mens noen hadde få dverghanner, kunne innslaget være betydelig hos andre. Årsakene forble ukjente, men lysintensitetene varierte både mellom og innen anlegg fra 1 - 400 lux. For å dekke denne spennvidden i lysintensiteter, ble det satt opp forsøk der fisken ble holdt under tre ulike lysintensiteter fra startforing, ca 2 lux, 100 lux og 1000 lux. I dette forsøket var det en lav kjønnsmodningsandel, kun 2.8 %. Fordi antall dverghanner er klart koblet med antallet i den minste størrelsesgruppen, blir prosentandel småfisk brukt her for å illustrere resultatene.

Antall småfisk (og dermed dverghanner) var høyest når gruppene fikk en tidlig reduksjon i daglengden under alle de tre lysintensitetsregimene, og i karene med 2 lux var det over dobbelt så mange små som i 1000 lux- karene (se tabell 2). Overføringen fra 2 lux til 1000 lux i juni da fisken var 6-9 cm medførte en svak, ikke statistisk holdbar, reduksjon i antall små. Overføringen motsatt vei, fra 1000 til 2 lux, resulterte derimot i at antallet små økte fra 2.7 til 6.0 %. Selv om 1000 lux gav det beste resultatet i forhold til ønsket om å redusere antall fisk i den minste størrelsesgruppen, var veksten i disse karene ganske lik den i 2 luxkarene. 100 lux kom klart best ut når det gjaldt veksten til den store fisken, som tross alt utgjorde mesteparten av fisken i karene (se tabell 2). Når fisken på 100 lux er så mye som 10-15 % større enn fisken på 2 og på 1000 lux (tabell 2), er dette sannsynligvis et eksempel på at lysintensiteten er viktig for veksten i ferskvannsfasen. Om dette skyldes forskjeller i adferd og/eller fysiologiske mekanismer er ukjent. Målinger av plasmatyroksin, som påvirker en rekke metabolske prosesser, viste at tyroksin ble påvirket av lysintensiteten. For en oppdretter vil det være vanskelig å komme opp i 1000 lux i innendørskar, blant annet på grunn av skygge-virkninger av de høye tetthetene av fisk i karene. Ved å ta hensyn til lyskildens styrke og plassering, bør det imidlertid være mulig å unngå lysintensiteter godt under 100 lux. I henhold til de framlagte resultatene vil dette bedre veksten, og også gjøre det lettere å ha kontroll med og røkte fisken.

Kilde: Karlsen, Ø. et al, FiskerHav, Særnr. 3 - 2000. Havforskningsinstituttet - www.imr.no