

Triploid laks krever tilpassete produksjonsbetingelser

De viktigste årsakene til at steril triploid laks ikke er vanlig i oppdrett er sannsynligvis knyttet til den forhøyede frekvensen av deformiteter og dårligere tilvekst i merd i sjøvann. Lavere temperatur på fiskeegget og litt annen sammensetning av føret til fisken løser noen av problemene.

TOM HANSEN | tomh@imr.no, THOMAS W. K. FRASER, FLORIAN SAMBRAUS og PER GUNNAR FJELLDAL

Oppdrett av steril triploid laksefisk er vanlig innen oppdrett av regnbueørret i flere land i Europa og brukes også i noen grad i land som Chile og Australia. I Norge har imidlertid ikke oppdrett av triploider vært vanlig. Triploider lages enkelt ved å utsette lakseeggene for høyt trykk ca. 40 minutter etter befruktning. Dette fører til at et ekstra sett av hunnens kromosomer blir i egget. Dermed får fisken tre sett med kromosomer (triploid) i motsetning til den normale tilstanden med to sett (diploid). Det er normalt at en finner triploider blant vanlig oppdrettslaks (opptil 3–4 %), det skyldes at triploider kan oppstå spontant grunnet blant annet dårlig eggkvalitet. Triploid fisk er steril, og erfaringene viser at i de aller fleste tilfellene skiller de seg lite fra vanlig laks. Imidlertid har en i noen tilfeller opplevd at triploid laks har noe høyere risiko for å utvikle deformiteter i ryggspylen og underkjeven. Det finnes også sporadiske observasjoner på at triploider har høyere risiko for å utvikle katarakt (grå stær) og at de har noe lavere toleranse for høye temperaturer.

Den viktigste årsaken til at triploid laks ikke er blitt mer vanlig i oppdrett er knyttet til den forhøyede frekvensen av deformiteter, og dårligere tilvekst i merd i sjøvann. De kanskje to viktigste årsakene til at vanlig laks utvikler deformiteter i skjelettet er knyttet til temperaturen i vannet eggene holdes i frem til de klekkes, og hvor mye fosfor fisken får i føret og hvor tilgjengelig dette fosforet er. Fosfor er et viktig beinmineral som fisken må få tilført via føret. Nyere forskning på Havforskningsinstituttet har vist at på disse to viktige områdene er triploid laks litt annerledes enn vanlig diploid laks, og resultatene er et betydelig gjennombrudd i arbeidet for å kunne produsere steril triploid laks innenfor akseptable velferdsmessige grenser.

Lavere temperatur til triploide egg

Tidligere forskning har vist at for høy inkubasjonstemperatur kan gi et betydelig innslag av deformiteter i ryggspylen og fravær av membranen som skiller hjertesekken og bukhulen (*septum transversum*) hos vanlig laks. Det er derfor anbefalt å ikke inkubere lakseegg ved høyere temperatur enn 8 °C. Helt nye forsøk har vist at triploider som inkuberes på 8 °C får et lite innslag (3,3 %) av denne hjertedeformiteten, mens 4,2 % får innslag av synlige deformiteter i virvelspylen og 5,5 % får deformiteter i underkjeven (figur 1). Vanlig laks utviklet ikke disse lidelsene ved samme inkubasjonstemperatur. Ved 6 °C var deformitetene fraværende i

både steril triploid fisk og i den normale diploide fisken.

Disse resultatene viser at triploide egg ikke bør inkuberes ved høyere temperatur enn 6 °C. Siden tiden det tar fra egget befruktes til det klekkes er avhengig av temperaturen, betyr dette at det tar ca. tre uker lenger tid å produsere en triploid lakseyngel enn en vanlig laks. Dette må oppdretter ta hensyn til under produksjonen av triploid laksesmolt. Sannsynligvis er denne temperaturfølsomheten knyttet til bestemte perioder i egg- og larveutviklingen. Framtidig forskning vil vise om temperaturen kan økes i de senere utviklingsstadiene.



Foto: Havforskningsinstituttet

Figur 1. Triploid laks med deformasjon i underkjeve. Dette er den oftest rapporterte deformasjonen hos triploid laks. Forsøk ved Havforskningsinstituttet har vist at denne lidelsen kan skyldes for høy inkubasjonstemperatur og for lite fosfor i føret i ferskvann.
Triploid salmon with lower jaw deformity. This is the most frequently reported deformity in triploid salmon. Studies from IMR show that this deformity can be related to too high incubation temperature and to low levels of dietary phosphorous in freshwater.

Tabell 1. Prosent fisk med ytre synlige rygggradsdeformasjoner. Virveldeformasjoner synlige vha. røntgen hos diploid og triploid laks som ble gitt før med 0,6 og 1,2 % tilgjengelig fosfor fra startfôring frem til overføring til sjøvann, og deretter fôret et vanlig oppdrettsfôr fram til slaktestørrelse.

Occurrence (%) of fish with externally visible spinal deformities. Spinal deformities disable on radiographs among diploid and triploid salmon fed 0.6 and 1.2 % available phosphorus from first feeding until seawater transfer, and then fed one common commercial diet thereafter until harvest size.

PARAMETER	0,6 % FOSFOR		1,2 % FOSFOR	
	Diploid	Triploid	Diploid	Triploid
YTRE	2 %	4 %	0,6 %	2 %
RØNTGEN	31 %	58 %	31 %	25 %

Triploid laks trenger mer fosfor

Erfaringene viser at triploid laks vanligvis vokser bedre enn vanlig laks i ferskvann, det kan bety at kravet til fôrsammensetning er litt annerledes. Når det gjelder deformiteter i virvelsøyle og underkjeve, er fosforinnholdet og tilgjengeligheten av fosfor tidligere identifisert som en av de viktigste risikofaktorene. I forsøk utført ved Havforskningsinstituttet har vi gitt diploid og triploid laks før med fosfornivå innenfor estimert behov av tilgjengelig fosfor (0,6 %) eller før hvor denne konsentrasjonen var doblet (1,2 %) fra startfôring og fram til fisken var ca. 50 gram. Deretter ble fisken overført til merder i sjøvann og fulgt fram til slaktestørrelse. Hos diploid og triploid laks som fikk før med 0,6 % fosfor, ble det ikke funnet forskjell i synlige deformiteter, men røntgenbilder av fisken viste mer deformasjoner blant de triploide (tabell 1). Da fosforinnholdet i dietten ble økt til 1,2 % ble det fortsatt ikke funnet forskjeller i synlige deformiteter, og det ble heller ikke funnet forskjeller mellom de diploide og de triploide når røntgenbildene ble analysert (tabell 1). Siden vi ikke har

testet dietter med mellom 0,6 og 1,2 % tilgjengelig fosfor, er det godt mulig at optimalkonsentrasjonen ligger mellom disse nivåene. I dette forsøket ble fisken fôret hele perioden i ferskvann. Om det er nok bare å føre spesifikke perioder i ferskvann og samtidig oppnå den samme positive effekten av fosfor, undersøkes i et pågående prosjekt ved Havforskningsinstituttet. Om triploid laks også trenger mer fosfor enn diploid laks i sjøvann er ikke undersøkt.

Nødvendige tilpasninger i sjøvann

De to siste områdene der det ser ut som at triploid laks har velferdsutfordringer, er på følsomheten for å utvikle katarakt og følsomheten for høye temperaturer. Det er tidligere vist at et økt innhold av histidin i fôret kan redusere mengden katarakt i vanlig laks. For å unngå problemer med høye vanntemperaturer om sommeren, kan det være best å unngå oppdrett av triploid laks i områder med stor sannsynlighet for lange perioder med høy temperatur. Dette blir undersøkt i et pågående fullskala prosjekt der resultater fra matfiskproduksjon av vanlig diploid laks og steril triploid laks i fem oppdretts-

anlegg langs norskekysten blir sammenlignet. I prosjektet følges anbefalingene våre om redusert inkubasjonstemperatur og høyere fosfornivå i fôret i ferskvann for å redusere risikoen for deformasjoner. Resultatene fra dette prosjektet vil helt klart være med på å bestemme fremtiden for triploid laks i norsk lakseoppdrett.

Fordeler med triploid laks

Triploid laks har større vekstpotensial enn diploid laks i ferskvann, noe som fører til betydelig høyere smoltvekt hos triploider. I kar med sjøvann har triploid laks vist høyere appetitt enn diploider ved 3, 6 og 9 °C, lik appetitt ved 12 °C, og lavere appetitt ved 15 og 18 °C. Triploider har også vist større vekstrespons ved bruk av kontinuerlig lys ved lave temperaturer i kar med sjøvann sammenlignet med diploider. I tillegg til at triploide hunner ikke kjønnsmodner, har flere forsøk vist at triploid hannlaks har lavere andel modning som postsmolt og tert (figur 2) sammenlignet med diploid laks. Rømt triploid laks har hatt lavere overlevelse i sjøvann, og kjønnsmodne hanner har hatt lavere tilbakevandingsfrekvens til gyteelver enn vanlig laks. Triploide hanner er sterile og kan ikke befrukte egg fra villaks.

Triploid salmon requires adjusted production

Production of sterile triploids makes up a considerable part of the production of rainbow trout in Europe, but has not been adopted by the salmon industry mainly due to concerns about a reported generally higher incidence of skeletal deformities. Earlier research on skeletal deformities in Atlantic salmon has identified incubation temperature and the availability of dietary phosphorus as risk factors. Recent research from the Institute of Marine Research has shown that the incubation temperature related deformities in triploid disappear if the temperature is lowered to 6 °C and the deformities related to dietary phosphorus disappear if the triploid is given a diet with increased phosphorus availability (in our study 1.2%, but this is probably lower).

Foto: Havforskningsinstituttet



Figur 2. Kjønnsmoden triploid hannlaks. Selv om triploide hanner kjønnsmodner, er de sterile og har lavere tilbakevandingsfrekvens til gyteelver sammenlignet med diploider. I tillegg er modningsfrekvens hos hanner som tert (etter en vinter i sjø) lavere for triploider, noe som kan være gunstig i oppdrett der tertmodning tidvis gir redusert lønnsomhet og velferd.

Sexually mature male triploid salmon. Although triploid males mature, they are functionally sterile and have lower return rates to spawning rivers when compared to diploids. In addition, the incidence of male grilse is lower among triploids, which is a beneficial trait for aquaculture, where grilse maturation occasionally reduces both welfare and profit.