

3.8.1 REPRODUKTIV ISOLERING AV OPPDRETTSFISK

Reproduktiv isolering av oppdrettsfisk er en samlebetegnelse for alle tiltak som kan settes inn for å hindre at oppdrettsfisk sprer genene sine i naturen og har negativ effekt på ville bestander. Hvilke tiltak som er mulig å sette inn, varierer fra art til art. I denne artikkelen ser vi på mulighetene for å redusere negative genetiske effekter på villfisk fra oppdrett av laks og torsk.

Tom Hansen
tom.hansen@imr.no

Terje Svåsand
terje.svaasand@imr.no

Geir Lasse Taranger
geir.lasse.taranger@imr.no

Laks

Laksen er en anadrom fisk. Det betyr at den lever sitt voksne liv i sjøvann og vandrer tilbake til ferskvann for å gyte. Hvis laksen kjønnsmodner og slipper egg og melke i sjøvann, vil det ikke kunne skje noen befruktning, fordi eggene og melken må ha ferskvann for å overleve. Oppdrettslaks må derfor rømme for å kunne formere seg.

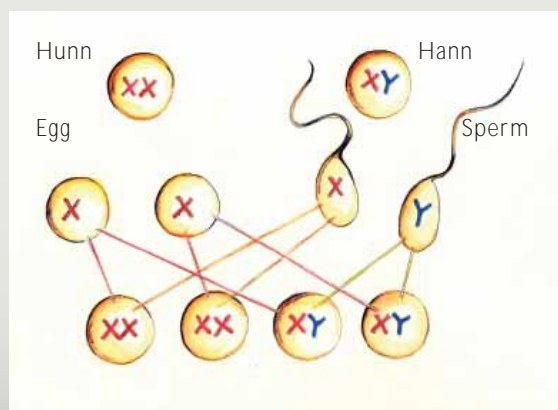
Den mest åpenbare metoden for å hindre at oppdrettslaks krysser seg inn med villfisk, er derfor å hindre at den rømmer. I prinsippet kunne vi unngått all rømming ved å flytte oppdrettsfisken opp i helt

rømmingssikre anlegg på land. Dette har vært gjort i mindre skala, men har vist seg ikke å være lønnsomt. Av den grunn legges det i dag ned mye innsats både fra myndigheter og fra oppdretterne for å gjøre merdanleggene mer sikre mot rømming. Det er imidlertid en kjensgjerning at det ikke vil være mulig å hindre rømming fullstendig.

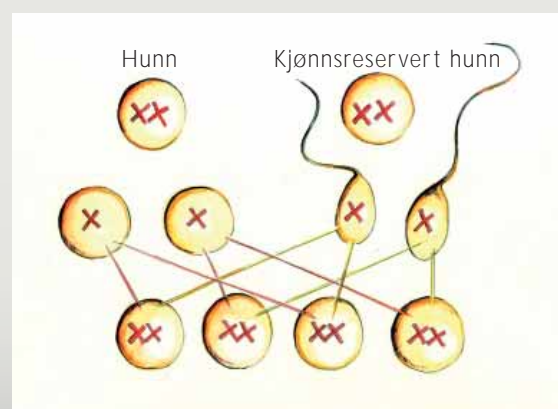
Den eneste metoden som helt sikkert kan hindre at oppdrettslaksen sprer genene sine i naturen, er å gjøre den steril slik at den ikke kan formere seg, selv om den rømmer. Ideen om å produsere steril fisk er gammel og har sitt opphav i ønsket om å unngå tap av vekst og slaktekvalitet i forbindelse med kjønnsmodning. Triploidisering er bredt akseptert som den mest effektive metoden for å sterilisere fisk for akvakultur. Triploid fisk har ett kromosomsett mer enn det som er normalt (diploid) for arten, og er i vanlig bruk flere steder i verden. I dag er det mest vanlig å indusere triploidi

Figur 3.8.1.1

Kjønnsbestemmelsen hos laks. Hunnen har bare x-kromosomer og eggene får følgelig bare x-kromosomer. Hannen har både x og y-kromosomer, og halvparten av spermen får x-kromosomer og halvparten får y-kromosomer. Ved befruktningen vil derfor halvparten av eggene bli befruktet med x-sperm og halvparten med y-sperm. Resultatet er at avkommet blir ca. halvparten hunner (xx) og halvparten hanner (xy). *Sex determination in salmon. Females have only X chromosomes – so eggs have only X chromosomes, while males have both X and Y, resulting in approximately 50:50 % X and Y chromosomes in the sperm (after fertilisation XX become female and XY become male).*

**Figur 3.8.1.2**

Kjønnsreversert hunnfisk (som utvikler seg som en hannfisk) gir kun sperm med x-kromosom. Når en bruker denne spermen vil en kun få hunner som avkom hos fisk som har xy-kromosom kjønnsbestemmelse. *Use of sex reversed broodstock; genotypic females that become phenotypic males (after steroid treatment around time of first feeding) produce sperm with only X chromosomes. Using this sperm results in 100% female offspring.*





Figur 3.8.1.3
Befrukning av lakseegg.
Fertilisation of salmon eggs.

hos laksefisk ved hjelp av høyt trykk på nybefruktede egg. Metoden er blitt brukt både på regnbueørret og atlantehavslaks. Metodene som blir brukt er enkle å lære og krever kun relativt rimelige og enkle investeringer. Det er også relativt enkelt å teste resultatet av prosessen. For å sjekke om et dyr er triploid, trengs bare en liten blodprøve der vi kan sjekke enten størrelsen på kjernene i blodcellene eller måle mengden arvestoff per celle.

Triploidisering kan imidlertid ha negative effekter på fiskevelferd og produksjonsresultat. Erfaringer både fra kontrollerte forsøk og kommersiell utprøving gjør det problematisk å entydig anbefale bruk av triploid laks i oppdrett, bl.a. grunnet antatt økt risiko for feilutvikling og andre produksjonsrelaterte lidelser.

Det er også foreslått at fisk kan steriliseres ved hjelp av vaksiner og ulike geneteknologiske metoder. Disse metodene er imidlertid fortsatt på idéstadiet, og det er nødvendig med mange års forskning før disse eventuelt kan brukes i praktisk oppdrett. I dag er det derfor kun produksjon av triploider som har noen praktisk anvendelse i oppdrett.

Torsk

Torsken er en marin fisk. Dette betyr at den lever hele sitt liv i sjøvann. Den kjønnsmodne torsken kan derfor gyte i merden, og de befruktede eggene kan drive ut gjennom notveggen og ut i sjøen utenfor. Torsken trenger altså ikke å rømme for å kunne spre genene sine.

Også torsken kan steriliseres ved å gjøre den triploid, og teknikken er den samme som blir brukt på laks. Foreløpig finnes det ingen erfaring med triploid torsk i opp-

drett, så vi vet ikke om de velferdsmessige problemene som kan være knyttet til det å være triploid også gjelder torsk.

Oppdrett av rene hunntorskopulasjoner kan muligens redusere problemet med genspredning, da vi ikke vil få befruktede egg produsert i merdene. Imidlertid vil slik torsk kunne krysse seg med villtorsk etter ev. rømming. Kunnskapsgrunnlaget for å produsere rene hunntorskopulasjoner er imidlertid ikke på plass enda.

Teknikkene for å produsere populasjoner som kun består av hunner er imidlertid kjent. Laks har samme kjønnsbestemmelsessystem som mennesker, og mye tyder på at også torsken har det. Hunnene har to x-kromosomer (xx) og hannene har ett x-kromosom og ett y-kromosom (xy). Ved kjønnsmodningen danner derfor hunnene egg med bare x-kromosomer og hannene danner sperm hvor halvparten har x-kromosomer og halvparten har y-kromosomer (Figur 3.8.1.1). Resultatet av en torskegyting vil derfor gi ca. halvparten hanner og halvparten hunner.

Når vi skal lage populasjoner med bare hunner, behandler vi yngelen med ett mannlige kjønns-hormon (f.eks. metyltestosteron) rett etter første fôrøptak. Dette fører til at hunnfisken vil danne hannlige kjønnsorganer, men fordi de er genetiske hunner, vil de bare danne celler med x-kromosomer. Når denne fisken blir kjønnsmoden etter to til tre år, vil den danne melke, men denne melken har spermier som kun har x-kromosomer. Hvis vi bruker denne melken til å befrukte egg fra normale hunner, vil alle eggene bli befruktet med x-sperm, og alt avkommet vil være hunner (xx). Nye forsøk ved Havforskningsinstituttet tyder på at tilsetning av metyltestosteron i føret like etter tørrförtilvenning kan gi kjønnsreversering i torsk på samme måte som i laksefisk, dvs. at genetiske hunntorsk begynner å produsere sperm etter hormonbehandling i tidlige stadier. Disse kjønnsreverserte torskene vil så kunne brukes til å lage rene hunnfiskopulasjoner i neste generasjon.

Videre forskning er nødvendig

Det nylig avsluttede EU-prosjektet "Evaluation of genetic impact of aquaculture activities on native populations - a European network" (Genimpact), har hatt som mål å utrede og diskutere kunnskapsstatus på genetiske interaksjoner mellom akvakulturvirksomhet og ville bestander i samarbeid mellom forskning, næring, forvaltning og miljøverninteresser for de viktigste akvakulturartene i Europa. Genimpact konkluderer med at én av fire prioriterte forskningsområder er å utvikle

praktiske teknologier og protokoller for kommersiell produksjon av steril oppdrettsfisk, inkludert både biologisk og økonomisk evaluering, og studier av triploider under oppdrettsbetingelser og ved rømming (<http://genimpact.imr.no>).

Reproductive Isolation of Farmed Fish

Farmed fish can have potentially negative genetic effects on wild fish populations, either by interbreeding after escape or by release of fertilized eggs into the environment. These potential problems can be mitigated by various techniques to block sexual maturation and spawning, e.g. by use of sterile triploid fish or mono-sex stocks. Farming of mono-sex stocks will prevent the release of fertilized eggs, but will not solve problems with potential interbreeding after escape. Techniques exist to induce triploidy in salmon and recently also in cod, but the impact of triploidy on health, welfare and production performance is only partly known in salmon, and in cod such studies have just started. Mono-sex production techniques have been available for salmon for a long time, and are currently tested for cod. Further studies are needed to fully evaluate impact of use of triploids and mono-sex stock to both in terms of their environmental impact and in terms of productivity, health and welfare before this can be implemented in full-scale commercial farming (for additional information see: <http://genimpact.imr.no>).