

OPPDRETTSORGANISMER - MILJØ, VEKST OG KJØNNSMODNING

Programleder:

Geir Lasse Taranger

Målet med programmet er å utvikle bærekraftige og økonomisk rasjonelle produksjonsmetoder av oppdrettsorganismer der salgbar matvare av høy kvalitet er sluttproduktet. Matfiskproduksjonen utvikles med utgangspunkt i ressurs- og økonomivurderinger, og må i tillegg tilfredsstillende miljømessige og markedsmessige krav. Programmet omfatter for tiden laks, regnbueaure, kveite, torsk og levendelagring av makrell. Forskningen foregår på fire prosjekt som omhandler vekst, fôrutnyttelse og kjønnsmodning hos laksefisk og marin fisk, samt slaktekvalitet og miljøriktig oppdrett.

LAKSEFISK

Lysstyring er nå blitt et vanlig hjelpemiddel i matfiskoppdrett av laks, der formålet er å redusere tidlig kjønnsmodning og øke veksten. Det er indikasjoner på at den økte veksten både er et resultat av økt fôropptak og bedre fôrutnyttelse. For å undersøke dette har laks blitt holdt i spesialbygde sjøvannskar med fôroppsamling, og gitt enten naturlig eller kontinuerlig lys fra januar til juli. Kontinuerlig lys ga markert bedre vekst i perioden mars til juni. I samme forsøk er det studert døgnprofiler av "mørkehormonet" melatonin i blodplasma. Det er antatt at melatonin-nivået reflekterer fiskens lysoppfattelse. Generelt er melatonin-nivået høyt gjennom hele natten og lavt om dagen hos laks på naturlig lys, mens kontinuerlig lys innendørs gir lave nivå hele døgnet. Ved bruk av tilleggslys på merder er det derimot vist at melatonin-nivåene om natten er høyere enn om dagen. Vi arbeider nå med å finne ut hvordan lysintensitet og -farge påvirker døgnprofilen av melatonin. Dette kan legge grunnlag for bedre lysbruk, og samtidig gi oss en bedre forståelse for hvordan lys påvirker laksens fysiologi.

Når en skal produsere nullårig høstsmolt, er det en stor fordel at stamfisken gyter tidlig på høsten. Tidlig gytt egg gir grunnlag for tidligere sjøutsett av høstsmolt uten overdreven bruk av varmt vann. Det er velkjent at lysperioden er den viktigste miljøfaktoren for gonademodningen, dvs. utvikling av rogn og melk, hos laksefisk. En kan framskynde gytingen ved å gi laksen kunstig lang dag om våren og kort dag fra sommeren. I et forsøk ved Matre havbruksstasjon er det vist at en får enda bedre resultater ved å kombinere lysstyringen med kuldesjokk like før gyting. Kuldesjokket framskynder gytingen og gir en mer vellykket og synkron gyting.

Laks som blir kjønnsmodne ved en størrelse på rundt 6-12 cm synes å være et økende problem i smoltanleggene. I et forprosjekt er det vist at i enkelte tilfeller vil stort sett alle hannene bli kjønnsmodne på denne størrelsen. Dette fenomenet blir omtalt som dverghannmodning, og kan medføre tapt vekst og redusert smoltutbytte. Forsøkene har så langt vist at både lysperiode og lysintensitet påvirker vekst og andelen dverghanner.

Det er startet et nytt delprosjekt hvor vi skal optimalisere settefiskproduksjonen av regnbueaure. Vanligvis er settefisken 100-150 g når den settes i sjø. Det er antatt at utviklingen av sjøvannstoleranse er en rent størrelsesavhengig prosess, i motsetning til hos laks der lysperioden er avgjørende. Innledende forsøk tyder imidlertid på at lysperiode også påvirker saltvannstoleransen hos regnbueaure, og at den kan settes i sjøvann ved en mindre størrelse enn tidligere antatt.

Østersjølaks har i en rekke år vært utsatt for en reproduksjonsforstyrrelse som fører til at storparten av avkommet dør på embryostadiet. Høy forekomst av fettløselige miljøgifter i den naturlige dietten i Østersjøen er antatt å være en mulig årsak til dette. Ved Matre havbruksstasjon har vi startet opp forsøk med å injisere separerte ekstrakter fra laks fanget i Østersjøen, Nordsjøen og Island i lakserogn. Vi skal analysere effekten på aktiviteten til en del sentrale metabolisme-enzymmer, samt overlevelse og vitalitet av egg og yngel. Dette inngår i et EU-prosjekt som har som mål å undersøke effekter av fettløselige miljøgifter på reproduksjon hos fisk og fugl. Prosjektet er et samarbeid mellom institusjoner i Sverige, Finland, Nederland og Norge.

MARIN FISK

Lysforsøk med kveite av 95-årsklasse i kar har vist at kontinuerlig lys kan stimulere vekst på samme måte som hos laks, men lysstyringen har også ført til økt andel tidlig modning. Forsøket har gitt gode vekstresultater med en snittvekt opp til 5 kg ved en alder på litt over tre år fra startfôring.

Kveita gyter mange eggporsjoner i løpet av en gytesesong, og for hver gyting gjennomgår kveita store endringer i nivået av ulike hormoner som styrer gytingen. En rekke av disse hormonene vil også finnes i det ferdig gyttede egget. Tidligere studier tyder på at naturlig gyttede egg (gyting i kar) og egg fra vanlig stryking kan ha store forskjeller i viktige stress- og kjønnshormoner. Dette kan både skyldes ulikt stressnivå i de to systemene, samt problemer med å finne rett stryketidspunkt. For å få en bedre forståelse av disse prosessene blir det analysert stress- og kjønnshormoner i stamfisk og egg gjennom gytesesongen.

Det er antatt at det er store genetiske variasjoner i produksjonsegenskaper som vekst, overlevelse, kjønnsmodning, kvalitet og helse hos kveite, på samme måte som hos bl.a. laks og regnbueaure. Høy arvbarhet i disse egenskapene er en forutsetning for et effektivt avlsarbeid. Vi kartlegger derfor produksjonsegenskapene i et stort antall familiegrupper av kveite av 96-årsklassen som oppdrettes under mest mulig like forhold. Disse gruppene vil seinere bli identifisert ved DNA-teknologi, for å kartlegge den arvelige variasjonen.

Forsøk ved Austevoll havbruksstasjon har vist at kveite vokser godt i merder i sjø. Merdene som benyttes er i hovedsak ombygde laksenøter. En har med godt resultat benyttet faste rammer med bunn, med vanlig not oppå denne, men andre og kanskje bedre merdtyper er under utprøving.

Vi har også prøvd appetittstyrt fôring på kveite i merd, der ekkolodd har overvåket kveitas respons ved begynnelsen av fôring (som er tidsstyrt). Hvis responsen er god, fortsetter fôringen til en nedre terskelverdi for antall kveite i aktivitet er nådd. Ved for sjelden fôring vil de største individene kunne angripe de minste individene under fôring, slik at de minste delvis taper syn og vekst. Kveite kan antageligvis kondisjoneres til de fleste typer fôr og fôringsmetoder. Det viktigste er at en kan kontrollere at fôret blir spist og ikke går til spille. Det er mulig å venne kveita til å spise fort, og dermed ha kun en forholdsvis intens fôring daglig. Ved automatisert kontinuerlig fôring med lav intensitet har en dårlig kontroll over spillfôr, og en oppnår heller ikke den ønskede spiseresponsen.

Arbeidet med å styrke grunnforskningen innen reproduksjonsbiologi hos torsk strekker seg over en periode på fem år. Her vil vi undersøke effekter av miljøgifter og naturlige miljøfaktorer som fødetilgang, temperatur og lys på kjønnsmodning hos torsk. Det er ansatt tre dr. gradsstipendiater i programmet. Vi har tidligere vist at bruk av kontinuerlig lys på

matfiskanlegg kan utsette kjønnsmodningen med ca. seks måneder hos oppdrettstorsk. Lysstyring fører også til at torsken vokser svært godt (fra startforing til 3 kg på litt over to år). Vi arbeider nå med å utsette modningen med 12 måneder, slik at torsken først blir moden som 3-åring. Dette er undersøkt i et forsøk der torsk har hatt ulik mosjonering og variasjon i lysforhold i kar på land. Mosjoneringen påvirket ikke alder ved første modning, mens kontinuerlig lys blokkerte modningen uavhengig av mosjonering. Et nytt forsøk er satt i gang for å teste hvor mye lys som må til for å blokkere modningen.

Levendelagring av makrell i merder kan gi en betydelig økning i salgsverdi, og kan bidra til økt verdiskapning på kysten. I et tidligere prosjekt er det vist at makrellen har problemer med lave vintertemperaturer, og at det har vært vanskelig å få gode resultat med foring. For å finne mulige årsaker til dette, samt å kunne forbedre metodene for levendelagring av ved de førstnevnte metodene.

Redusert kvalitet på kjønnsmoden laks representerer et stort problem i oppdrettsnæringen. I 1997 var modningsproblemene spesielt store, sannsynligvis på grunn av uvanlig høye sommertemperaturer. En mulig løsning på dette problemet er å sette kjønnsmoden fisk på kontinuerlig lys i løpet av høst og vinter. Kjønnsmoden laks ble satt i sjønlegget på Matre havbruksstasjon i desember 1997 og utsatt for enten naturlig eller kontinuerlig lys og fulgt med kvalitetsparametre som farge, fett og tørrstoffinnhold hver måned våren 1998. Foreløpige analyser tyder på at lysstyringen hadde positiv effekt på restitueringen av den kjønnsmodne fisken. Imidlertid tyder observasjoner fra forsøk i næringen på at en kan få enda bedre resultater ved å overføre fisken til kontinuerlig lys tidligere i sesongen.

Miljøriktig oppdrett

Triploid laks er steril, og er foreslått som en mulig løsning på problemer knyttet til rømt oppdrettslaks. Hvis en bruker rene hunnfiskgrupper av triploid laks er det antatt at den rømte laksen vil forbli i havet til den dør, uten å vandre opp i elvene. I et samarbeid med Irland og Skottland er det gjennomført et fireårig prosjekt for å teste ut de miljø- og produksjonsmessige sidene ved bruk av triploid laks. Vi har undersøkt sykdomsresistens, overlevelse, feilutvikling, vekst, smoltutbytte, fôrutnyttelse, kjønnsmodning og kvalitet hos to årsklasser triploid laks bestående av en rekke familiegrupper. Så langt er det kun funnet marginale forskjeller i disse egenskapene mellom triploid og vanlig (diploid) laks. Triploid laks synes å være mer utsatt for katarakt (en øyelidelse). Triploid hannlaks utvikler store gonader og taper kvalitet som vanlig laks i modningen, mens triploid holaks forblir helt umoden. En stor forskjell mellom triploid og vanlig laks er at triploid laks har større, men færre muskelfibre. Dette kan ha betydning for tekstur og egnethet i f.eks. røykeindustrien. Det ble imidlertid ikke funnet vesentlige forskjeller i sensoriske egenskaper i en omfattende analyse av røykt vanlig og triploid laks. Det er heller ikke funnet store forskjeller i atferd mellom triploid og vanlig laks i merd. Gjennom simulert rømning er individmerket triploid og vanlig laks satt ut fra matfiskanlegg ved Matre havbruksstasjon på seks ulike tidspunkt. Så langt har det kun vært begrenset gjenfangst av den utsatte fisken. I et parallelt forsøk i Irland er det derimot indikert en viss tilbakevandring til elv også av utsatt triploid holaks, men i et mye mindre omfang enn normal laks. Samlet tyder prosjektet på at triploid laks har akseptable produksjonsegenskaper i oppdrett, og at bruk av triploid hunnlaks kan bidra til å redusere interaksjoner mellom rømt og vill laks i elv.

Det er satt i gang et arbeid for å kartlegge laksens atferd og miljøpreferanse i sjøvannsfasen. Dette vil bl.a. kunne legge grunnlag for en bedre forståelse for hva som er optimale forhold for laks i merd med tanke på konsesjonsvilkår for matfiskanlegg. Så langt har en sammenlignet normal og triploid steril laks gjennom en årssyklus, nullåringer og ettåringer, samt laks under ulike lysforhold og fôringsregimer i merd. Det er funnet interessante forskjeller i dybdefordeling på laks gjennom sesongen på naturlig og kunstig lys, og mellom en fjordlokalitet med brakkvann og ytre kyststrøk med høy saltholdighet.

Lakselus utgjør et av de største helseproblemene i laksenæringen, og lus fra oppdrettslaks utgjør sannsynligvis også en meget stor trussel mot ville bestander av laks og sjøaure. Vi har vist at det er 40 ganger mer påslag av lakselus i laks som blir holdt i de øverste 4 m av merden sammenlignet med laks på større dyp. Bruk av kunstig lys kan også påvirke påslag av lus. Det er mulig at en ved hjelp av økt kunnskap om laksens atferd, dype nøter og riktig fôringsstrategi kan redusere lusepåslaget vesentlig.

Bruk av vaksiner har hatt en svært positiv effekt på sykdomssituasjonen i norsk lakseoppdrett på 90-tallet, og bidratt til at bruken av antibiotika er nede på et svært lavt nivå. Imidlertid har også vaksineren bivirkninger, bl.a. i form av redusert vekst og sammenvoksninger i innvoller og buk. I et samarbeid med Intervet Norbio AS ønsker vi å få mer kunnskap om miljøforholdenes innvirkning på utvikling av bivirkningene. Ut fra flere forsøk med bl.a. fiskestørrelse, temperatur, lysperiode og årstid, forsøker man å utvikle en vaksinestrategi som gir optimal immunrespons og akseptable bivirkninger. Forsøk i 1998 har vist at vekstrate, hovedsakelig styrt av temperatur, påvirker utvikling i sammenvoksninger i første fase etter vaksineren. Denne fisken blir fulgt videre i sjøvann for å undersøke langtidseffekter.

I den seinere tid er det rapportert om et økt omfang av ryggradsdeformiteter på laksefisk som korthale og pukkel. Forsøk ved AKVAFORSK har vist at høy temperatur på rognstadiet kan øke forekomsten av en rekke misdannelser. Innledende studier ved Matre havbruksstasjon tyder på at en kan bruke ultralyd til å påvise slike deformiteter hos laksefisk.

makrell, er det startet opp et nytt prosjekt ved Austevoll havbruksstasjon i samarbeid med Ernæringsinstituttet. Makrell ble fanget og satt i merd høsten 1997 og fôret med et høyenergifôr. I perioden januar til april 1998 ble makrellen senket til ca 30 m dyp for å unngå for lave temperaturer. Fra mai 1998 og utover ble makrellen eksponert for ulike fôrregimer. Forsøket viste god overlevelse og brukbar vekst. Dette tyder på at makrell kan holdes i oppdrett i over ett år med gode resultater, og at en kan levere makrell med god kvalitet stort sett hele året.

KVALITET HOS FISK

Innen metodeutvikling og standardisering av slaktekvalitetsanalyser hos laks har en fokusert på måling av farge, muskelens mikrostruktur, dødsstivhet og tekstur, dvs. fasthet, elastisitet m.m. Det er avdekket store variasjoner i kvalitet i forhold til hvor en måler på filéten og i forhold til fiskestørrelse. Ved teksturmålinger har også filétykkelsen stor betydning for resultatet. Det er derfor utviklet en metode der en tar ut en standardisert sylinder med muskel for måling av tekstur. Ulike testredskaper som kniv og stempel er vurdert opp mot hverandre.

Det er gjennomført flere forsøk med laks for å studere hvordan ulike miljøforhold som temperatur, mosjonering og vekstforløp påvirker muskelstrukturen. Det er antatt at det kan være en fordel å ha mange små fibre kontra få store med hensyn til tekstur på fiskefiléten.

Etter død gjennomgår fisk en dødsstivhetsprosess på lignende måte som hos pattedyr. Det er antatt at forløpet av denne prosessen er av avgjørende betydning for kvaliteten på det endelige produktet. En rekke faktorer som bl.a. stress og temperatur kan ha stor betydning for denne prosessen. Det er utført studier av rigorforløp hos laks, sei, torsk, kveite m.fl. ved instrumentelle målinger for å kartlegge komparative forskjeller.

I et EU-støttet prosjekt som går på etisk forsvarlig slakting av laks, har formålet så langt vært å prøve ut hvordan ulike avlivingsmetoder påvirker laksens kvalitet. Det har blitt gjort forsøk med tradisjonell kabrondioksyd-bedøving, elektrobedøving og momentan avliving med bolt i hjernen. Alle metoder ble etterfulgt av bløgging. Vi har også sammenlignet med direkte bløgging, og gjort innledende forsøk med bruk av lattergass til bedøving av fisken. Resultatene så langt viser at ved de antatt mest "brutale" slaktemetodene, som direkte bløgging og bedøvelse med CO₂, går fisken tidligere inn i dødsstivhetsprosessen enn ved metoder som raskt bedøver og dreper fisken. Fallet i surhetsgrad synes også å være raskere