

3.6.3 Kjønnsmodning i matfiskproduksjon av torsk

Tidlig kjønnsmodning av torsk er et stort problem for torskenæringsen. Ved Havforskningsinstituttet har vi de siste årene arbeidet med å forstå hvordan lys virker på kjønnsmodning i torsk. Flere forsøk i kar har vist at modningen kan utsettes med mer enn ett år ved bruk av kontinuerlig lys. Vi har også testet alternative lysregimer. En lovende metode, ofte kalt "sjokkmodning", er å sette på lys i november eller desember, slik at selve gytingen bare varer en kort periode. Foreløpig vet vi likevel ikke om dette totalt sett er mer gunstig enn vanlig lysstyring i forhold til produksjonskostnader og lønnsomhet, og vi mangler også presis kunnskap om når lyset bør skrues på og av for å få de beste betingelsene for vekst og modning. Mer energieffektive lamper er også under testing ved Havforskningsinstituttet. Innledende forsøk tydet på at blått lys hadde en større effekt med hensyn til å redusere hormonet melatonin enn lys innenfor andre bølgelengder. Blått diodelys brukes nå i forsøk både ved Havforskningsinstituttet og i flere kommersielle anlegg.

Cathrine Kristoffersen
cathrine.kristoffersen@imr.no

Ørjan Karlsen
orjan.karlsen@imr.no

Tom Hansen
tom.hansen@imr.no

Tore Kristiansen
tore.kristiansen@imr.no

Jan Erik Fosseidengen
jan.erik.fosseidengen@imr.no

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

Kjønnsmodning hos torsk er forbundet med nedsatt appetitt, tap av kroppsvekt, vekst av gonadeprodukter (rogn og melke) og mulige genetiske effekter på villfisk av torsk som gyter i merdene. Gonadeveksten til en kjønnsmoden torsk kan utgjøre opp mot 20–25 % av kroppsvekten, og kroppsvekten kan synke med over 30 % i løpet av gyttesesongen. Etter gyting bruker torsk opp mot et halvt år i kompensasjonsvekst, og forutnyttelsen på slik fisk blir dårlig. Mange torskeoppdrettere rapporterer i tillegg om stor dødelighet under kjønnsmodningen, spesielt hos hunnorsk. Disse problemene blir sett i sammenheng med at en del torsk ikke vil slippe eggene, og til slutt dør. Under vanlige forhold vil all oppdrettstorsk modnes ved toårsalder, og i det siste har vi også sett en god del modning ved ettårsalder.

Lavere veksttap i lyssatte merder

Flere undersøkelser i kar har vist at modningen kan utsettes med mer enn ett år ved bruk av kontinuerlig lys. I små kommersielle merder (12x12x12 m) har det vist seg at kjønnsmodningen lar seg utsette rundt et halvt år med en lysmengde på 14 W per kvadratmeter merdoverflate. Veksttapet ser også ut til å være mindre gjennom gyttesesongen hos torsk som er lyssatt i merder. Under slike forhold kan man oppnå en slaktevekt på 3 kg før første kjønnsmodning. Det siste årene har mange oppdrettere gått over til større merdssystem – ofte opp mot 40 m dype merder. Utfordringene med lysstyring er der av en annen karakter enn i mindre merder, og nye problemstillinger melder seg: Skal man bruke lys i hele vannsøylen eller kun i øverste del av merden, skal man bruke mange små lys eller noen få store, og hvor mye lys trengs det totalt? For å undersøke disse problemstillingene må man utføre omfattende atferdsforsøk med torsk i merder for å finne ut hvor fisken står, både i løpet av døgnet og sesongen, samt hvordan den reagerer på kunstig lys og andre miljøforhold.

Havforskningsinstituttet har de siste årene utført flere forsøk for å forstå hvilke effekter lys har på kjønnsmodning hos torsk. Innledende forsøk i merd tydet på at det var nødvendig med relativt store mengder lys for at konsentrasjonen av hormonet *melatonin* skulle reduseres om natten. Melatonin er et hormon som i hovedsak skilles ut fra det lysfølsomme pinealorganet på hjernen. I mørke vil konsentrasjonen være høyere enn i dagslys. Man tror at dette hormonet har en nøkkelfunksjon i fiskens lysoppfattelse. Videre tror man at dette vil virke inn på prosesser som setter i gang kjønnsmodningen. Under normale miljøbetingelser vil torsken starte modningen på sensommeren når dagene begynner å bli kortere. Ideen med å lysstyre torsken har så langt derfor vært å hindre torsken i å oppfatte at dagene blir kortere ved hjelp av kontinuerlig tilleggslys fra sommeren og utover.

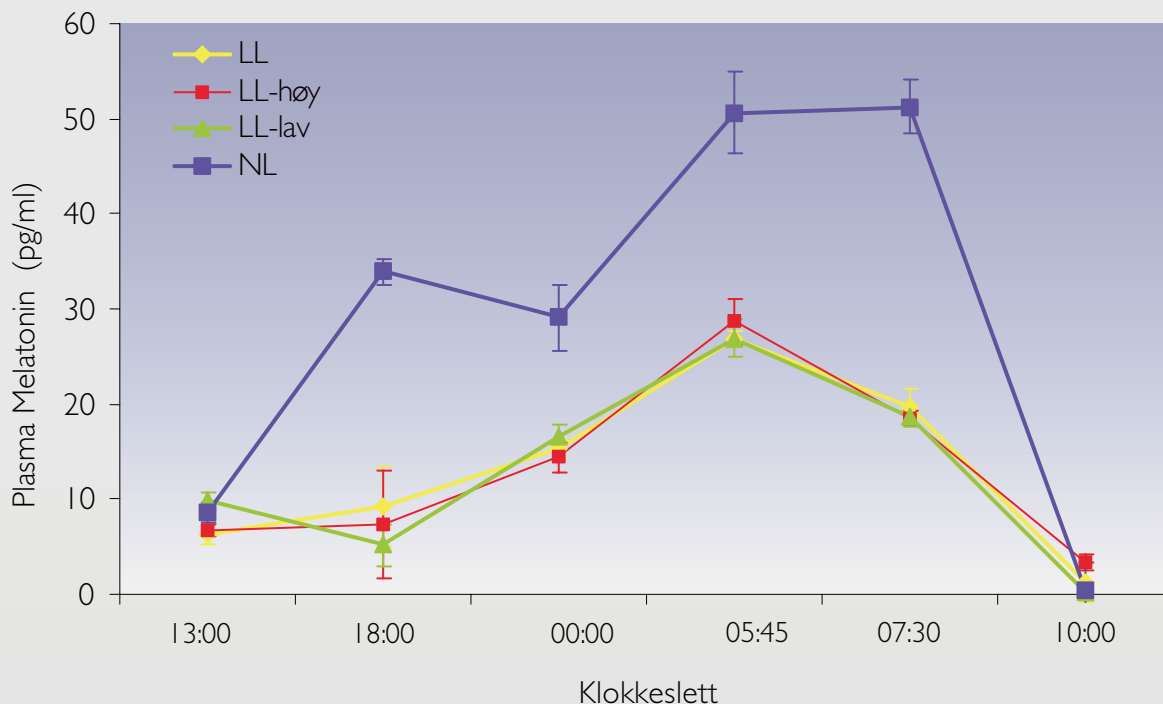
Sterkt følsom for lys

Flere forsøk som er utført de siste to årene tyder imidlertid på at torsk faktisk er svært lysfølsom, og at den responderer på svært lave lysverdier hva gjelder melatonin. Et forsøk med ca. 300 lux og 900 lux tilleggslys i utendørs kar ga like stor effekt på melatoninprofilen som kontinuerlig lys i innendørs kar (Figur 3.6.3.1). Både 300 og 900 lux tilleggslys hadde god effekt på modningen, spesielt 900 lux som stoppet gonadeveksten i mesteparten av fiskene. I innendørs karet med kontinuerlig lys var det tilnærmet ingen gonadevekst og modning selv ved treårsalder. Andre forsøk ved Havforskningsinstituttet tyder på at lysintensiteter under 1 lux også har stor effekt på melatoninprofilen, men vi har så langt ikke undersøkt effektene på modning ved så lav intensitet.

Innledende forsøk der vi har sett på torskens atferd i lyssatte merder tyder på at den ikke blir tiltrukket av det kunstige lyset på samme måte som laksen, og at dette kan være med på å forklare hvorfor vi må bruke mer lys i torskemerder enn det som så langt har vært vanlig ved lysstyring i laksemerder. En mulig løsning kan være å fordele lyset jevnt over hele merden (både i dyp og horisontalt) – eller en kan prøve å plassere hovedmengden av lys på de dype ne torsken oppholder seg mesteparten av tiden.

Nye strategier

Det siste året har det også vært fokusert på å utvinne energisparende lystyper. Tanken har vært at man bare skal benytte seg av den/de bølgelengden/e i hvitt lys (= alle bølgelengder) som torsken eventuelt benytter seg av. For å oppdage om torsk



Figur 3.6.3.1

Melatoninprofil i torsk i kar ved Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Austevoll gjennom et døgn i januar. Fisken gikk enten på naturlig lys (NL), kontinuerlig lys av 300 lux i innendørs kar (LL), eller tilleggslis i utendørskar med to ulike intensiteter; 300 lux (LL-lav) og 900 lux (LL-høy). Figuren viser at tilleggslis var like effektivt som kontinuerlig lys i innendørskar når det gjelder å senke melatoninverdiene om natten. Imidlertid viste alle lysgruppene en sterk indre rytme i melatoninprofilen. (Data fra H. Migaud, C. Kristoffersen, Ø. Karlsen og G.L.Taranger.)

Day and night profiles of melatonin in cod reared in seawater tanks at the Institute of Marine Research, Austevoll Research Station. The fish were exposed to natural light (NL), or either continuous light of 300 lux indoors (LL), continuous additional light of 300 lux outdoors (LL-low) or continuous additional of 900 lux outdoors (LL-high). The profiles show that continuous additional light in outdoor tanks was as effective as continuous light indoors. All groups, however, showed a strong endogenous rhythm in the melatonin profiles.

responderer ulikt på de ulike bølgelengdene ble forsøksfisken utsatt for rent blått, rent rødt, rent gult eller rent grønt lys (Figur 3.6.3.2). Deretter ble blodet i fiskene analysert for melatonin. Forsøket indikerte at torsk responderer litt bedre på blått lys enn på de andre bølgelengdene, men per dags dato er det for tidlig å konkludere om dette kan danne et grunnlag for mer effektive lysprotokoller for å utsette kjønnsmodningen. Større forsøk er forøvrig i gang ved Havforskningsinstituttet Austevoll og fle-

re kommersielle anlegg der rent blått lys blir testet ut i merdsystem.

Vi har også testet alternative lysregimer. Ett alternativ til å starte lysstyring fra sommer og utover høsten for å stoppe/utsette modning er å sette på lys like før modningen, slik at selve gytingen kun varer en kort periode. Dette kalles ofte for "sjokkmodning". Vi har tidligere sett at lys som blir satt på like før jul fører til mindre vekt-tap og lavere eggproduksjon i løpet av

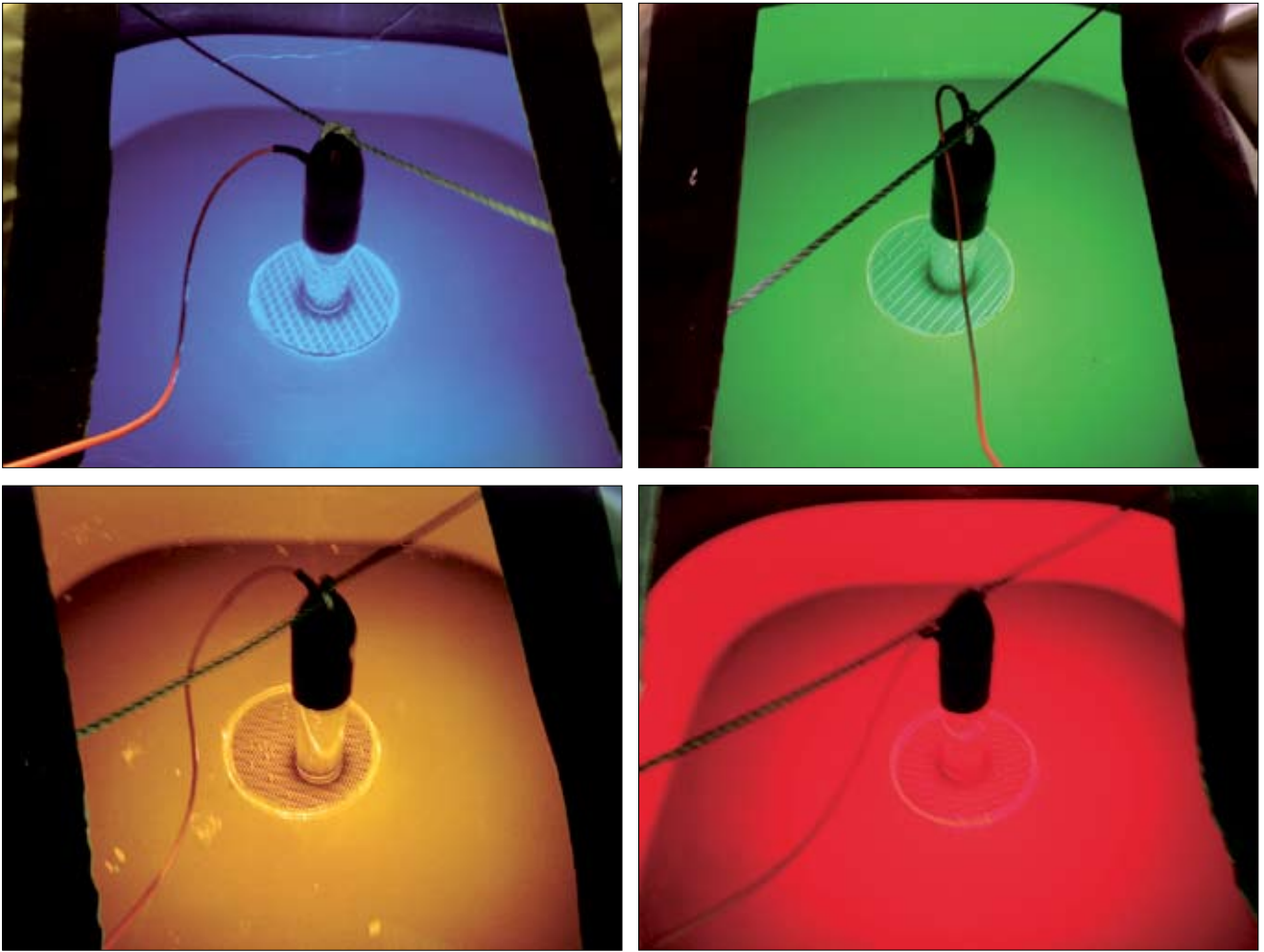
gytesesongen, og fisken tar seg også raskere opp igjen etter gyting. Dette blir nå testet ut i flere kommersielle anlegg, og vi har indikasjoner på at slik lysstyring med fordel kan starte noe tidligere, f. eks. tidlig i november. Vi vet imidlertid ikke om dette totalt sett er mer gunstig enn vanlig lysstyring i forhold til produksjonskostnader og lønnsomhet, og vi mangler presis kunnskap om når lyset bør skrues på og av for optimal effekt på vekst og modning.

Sexual maturation in farmed cod

Early sexual maturation is a key-problem in on-growth of Atlantic cod due to problems with large reductions in somatic weight, increased mortality, less efficient feed utilization and potential genetic impact of spawning on wild stocks. Photoperiod treatment can arrest or delay sexual maturation when cod is held in indoor or outdoor tanks, but is less effective when applied on sea cages. New studies on the

behaviour of cod in sea cages may explain why this is so. Cod does not seem to be attracted to light, and the vertical distribution of cod observed in large commercial cages suggests that a large proportion of the cod are in places with low illumination. Other experiments suggest that a rather high light intensity is needed to fully arrest maturation in cod. This may be achieved in sea cages by creating a more even artificial light field by

the placements of the lamps. There may also be a potential in using lamps that provides light with a spectral composition that resembles the spectral sensitivity of the cod. Initial studies indicate that the cod is more sensitive to light in the blue-green end of the spectrum, but more studies are needed to clarify this.



Figur 3.6.3.2

Forsøk med ulike lysfarger på torsk ved Havforskningsinstituttet Matre. Fisken fikk sterkt hvitt lys om dagen og svakt smalspektret lys fra blå, grønne, gule eller røde undervannsllys (lysdioder) om natten.

Experiment with different colours of light at the Institute of Marine Research, Matre. The cod was exposed to strong white light at daytime and weak narrow band light from blue, green, yellow or red LED underwater lights during nighttime.