

### 3.6.4 Fôr til stor torsk

Ved valg av fôr til torsk må en vurdere flere forhold, slik som vektøkning per enhet fôr og pris, veksthastighet, kvalitet og fiskevelferd. I tillegg må en vurdere hvor stor andel av vektøkningen som er muskeltilvekst kontra lever og gonader. Fôret som en benytter som vekstfôr bør inneholde 50–60 % protein, mellom 13–20 % fett og mindre enn 15 % biotilgjengelige karbohydrater, alle verdier basert på tørrvekt. Fôr til stamfisk skal i større grad støtte oppbygging av lever og gonader, og bør derfor være rikere på fett. Dette fett må være høyverdig, slik at når fisken forbruker disse lagrene under gytingen vil det alltid være nok til å lage egg av god kvalitet. Fisk som gyter har redusert appetitt mer enn en måned før gyting og i om lag tre fjerdedeler av gytesesongen. Fisken bør tilbys fôr hver dag, både ifølge dyrevensregler og for å sikre at all fisken får nok fôr, selv om det er vist at fôring hver dag ikke er nødvendig for å opprettholde maksimal tilvekst.

Ørjan Karlsen

orjan.karlsen@imr.no

Gro-Ingunn Hemre

gro-ingunn.hemre@nifes.no

NIFES (Nasjonalt Institutt for Ernærings- og Sjømatforskning)

Grethe Rosenlund

grethe.rosenlund@nutreco.com

Nutreco ARC

#### Krav til fôret

Torsk er en mager fisk, hvor fettinnholdet i muskelen oftest er mindre enn 1 %, og hvor proteinet utgjør omtrent 20 %. Tørrstoffinnholdet er ca. 22 %. Fôret som benyttes skal primært tilfredstille behovet til vekst og vedlikehold. Hos torsk er det proteinmengde og sammensetning av dette som hovedsakelig driver veksten. Energien som torsken tar til seg via fôret brukes både til vedlikehold og andre forbrenningsmekanismer (all omsetning koster energi, denne må tilføres via fôret for at fisken ikke skal tape kroppsmasse), og til vekst. Energiinntak i overskudd lagres i leveren, som ofte utgjør rundt 12 % i en oppdrettstorsk (mot 3–8 % i villtorsk). Ved å balansere fôret til torsken riktig når det gjelder fett, protein, karbohydrat og energitetthet kan man styre størrelsen på leveren.

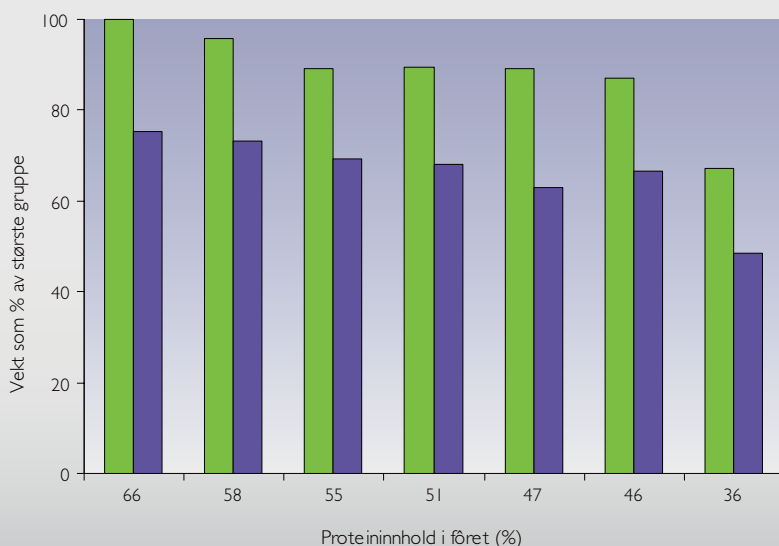
Modnende fisk vil bruke både fôrenergien og energi fra kroppslagere til å bygge opp gonadene. Torskefôret en benytter bør fremme muskelvekst, gi en kontrollert leverstørrelse, god muskelkvalitet, sikre normalutvikling og ikke påvirke velferd negativt. Fôret må også ha en fysisk kvalitet som gjør det enkelt å fôre og sikrer et godt fôropptak. I tillegg må en via fôret sikre at grenser for fremmedstoffer ikke overskrider internasjonale regelverk i de markedene torsken skal eksporteres til.

#### Fôrsammensetning og effekt i fisken

Fettinnholdet i muskelen er lavt og foreligger stort sett i form av strukturelle fosfolipider (en type fettforbindelser i cellemembranene), men sammensetningen av disse gjenspeiler i stor grad fôrsammensetningen. Det finner sted en viss endring av sammensetningen i forbindelse med gyting, men lite sesongmessig variasjon.

Tidligere studier har vist at maksimal proteindannelse i muskel oppnås når proteinandelen utgjør om lag 47 % av totalenergien tilført i fôret. I liten torsk ble det også vist at lagringen av protein var høyest når diettene inneholdt mellom 32 og 46 % protein på tørrstoffbasis. Høyere innblanding av protein (opptil 67 %) ga mindre ren proteinlagring, mens proteinmengder under 46 % resulterte i dårligere vekst. Fettet i fôret har flere funksjoner, det skal tilføre essensielle fettsyrer (dvs. fettsyrer som fisken ikke kan danne fra andre komponenter), og kan virke proteinsparende hvis fett forbrennes til energi fremfor proteiner. Karbohydrater (stivelse) er i utgangspunktet lite fordøyelige for torsk. Ved å behandle karbohydratene vil imidlertid fordøyelsen øke, og lave mengder lettfordøyelige karbohydrater tilsatt fôret gir en viss proteinsparende effekt og vekstgevinst, sammenlignet med fôr uten karbohydrater. I dagens varmekstruderte fôr er karbohydratene stort sett tilgjengelige for torskens fordøyelsesapparat, så lenge mengden i fôret ikke overskrider 15 %.

I en serie av forsøk gjennomført i kar og merder ble effekten av sammensetningen av fôret undersøkt med hensyn til fordøyelighet, fôrfaktor, proteinlagring, kroppssammensetning, leverstørrelse, tilvekst, sensorisk kvalitet, velferd og kjønnsmodning. I tillegg til sammensetningen ble fôr-



Figur 3.6.4.1

Vekt som prosentandel av den største gruppen ved forsøkslutt i juni for gruppene gitt ulike andeler av protein i fôret. Den største gruppen hadde fått 66 % protein i fôret og kontinuerlig lys. Grønne søyler viser LL-gruppene (med kontinuerlig tilleggslys i merdene), mens blå søyler viser NL-gruppene (med naturlige lysforhold i merdene).

Weight as percentage of the largest group at the experimental end in June for the treatments with varying dietary protein inclusions. This group was given a diet containing 66 % dietary protein and was treated with continuous light. Green bars show LL-treatments (continuous light), while blue bars show NL-treatments (natural light).

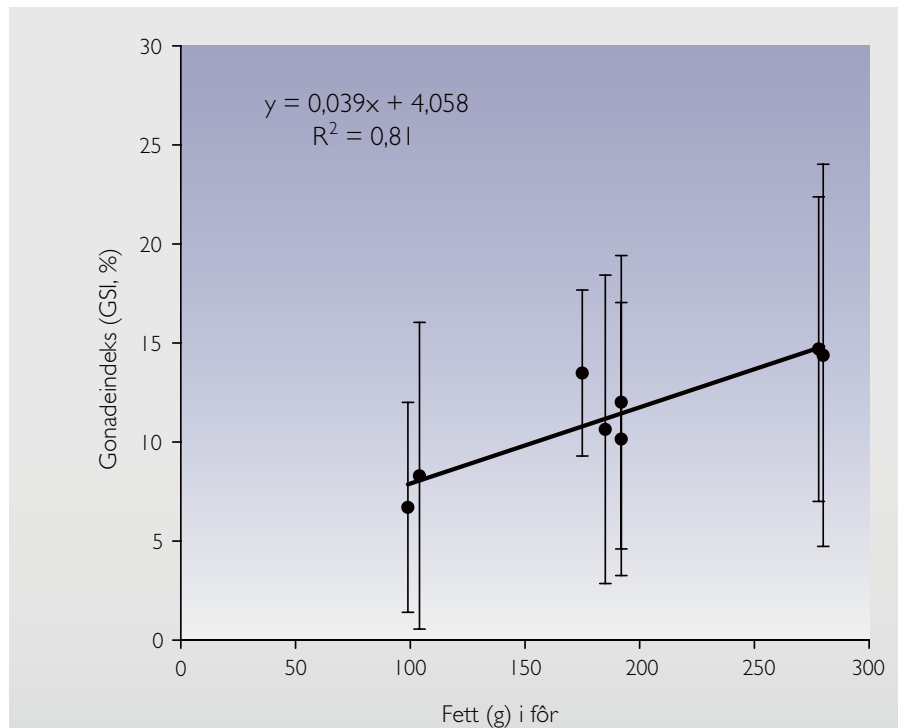
ingsfrekvens (ett måltid daglig eller annen hver dag) og kontinuerlig tilleggsbelysning (med eller uten 400 W metallhalogen overflatelys i 5x5x5 m merder) undersøkt. Dette kapittelet gir en sammenfatning av de oppnådde resultatene, noen av dataene er tilgjengelige som publiserte artikler, andre er under trykking.

#### Fôrsammensetning og fôringsregime

Første del av forsøkene omfattet undersøkelser av 11 ulike dietter, hvor en varierte proteininnholdet i diettene fra 36 til 66 %, fett fra 9 til 27 % og stivelse (karbohydrater) fra 6 til 18 % (alle verdiene som % av fôret). Fisken gikk i innendørs kar fra februar til august (28 uker) med kontinuerlig lys, og vokste i forsøksperioden fra i snitt 192 g for alle karene til mellom 750 og 866 g, avhengig av diett. Temperaturen var tilnærmet konstant på 8°C i hele perioden. Halvparten av karene fikk ett måltid hver dag, den andre halvparten fikk ett måltid annen hver dag.

Gjennom hele forsøksperioden ble det tatt blodprøver for å se om noen av diettene medførte unormale verdier av andel blodceller, blodcellenes størrelse og tetthet, plasmaenzymer (ASAT og ALAT), samt glukose, protein, kolesterol og triglyseridinnhold. Ingen av disse parametrene viste noen sammenheng med dietten fisken fikk, med unntak av at glukosenivået var forhøyet hos fisk som fikk dietter med mye fett (27–28 %) i kombinasjon med relativt lite protein (< 48 %). Karbohydratnivået i seg selv påvirket ikke glukoseverdiene vesentlig. Forhøyet blodglukose er en indikasjon på at fisken i ekstremfôrgruppene var stresset. I de samme gruppene fant en også lekkasje av organspesifikke enzymer (ALAT), som er med på å bekrefte at fisken ikke taklet fôr med for høye fett- og karbohydratnivåer, samtidig som proteinnivåene var lave. Spennvidden i protein, fett og karbohydrat i fôret som gav normalverdier ble likevel tolket som stor, og viste at torsk er ganske tolerant for store variasjoner i fôrsammensetning. Fôrsammensetningen påvirket i høy grad både vekst, fôrutnyttelse og leverstørrelse, men om fisken ble fôret hver eller annen hver dag hadde ingen tydelig effekt på noen av disse faktorene. Spesifikk vekstrate (SGR %/dag) økte med økende proteinmengde i fôret, og avtok med økende karbohydratmengde i fôret. Fettinnholdet i dietten påvirket ikke veksten.

Leverstørrelsen er primært drevet av forholdet mellom protein og fett – jo mer protein, jo mindre leverstørrelse. Karbohydratinnholdet hadde liten betydning for leverstørrelsen i dette forsøket. Forholdet mellom protein og fett i fôret og leverstørrelse var ikke-lineært. Økende



**Figur 3.6.4.2**

Gonadeindeks i mars for gruppene under naturlig lysregime økte med andel fett i fôret.

Verdiene representerer snittet av alle fiskene i gruppene, uavhengig av kjønn.

*Gonad index in March for the natural light treatments increased with increasing dietary fat inclusions. The values represent group means for pooled sexes.*

leverstørrelse ga seg også utslag i høyere kondisjonsfaktor.

Fôrfaktoren (g utfôret/g tilvekst) varierte mellom 0,74 og 0,88, og denne avtok litt både med høyere fett- og proteininnhold i diettene. Karbohydratinnholdet, derimot, ga økende fôrfaktor, og dataene indikerte også at det er en optimal grense for proteininnhold, ved at dietter med mer protein enn denne grensen ga noe høyere fôrfaktor. PPV (proteinutnyttelse, g protein spist som kan måles direkte som g lagret protein) varierte mellom 0.33 og 0.55 i første halvdel av forsøket, og var noe lavere i andre halvdel (0.24–0.39). Proteinutnyttelse kan også uttrykkes som PER (g protein spist/g tilvekst) som varierte fra 2,01–3,67 i første halvdel, og fra 1,37–2,10 i andre halvdel av forsøket. Det vil si at utnyttelsen av fôrprotein var best i første halvdel av forsøket, i og med at både PPV og PER gikk betydelig ned i andre halvdel av forsøket. Det ble videre funnet at både PPV og PER sank med økende innhold av både protein og karbohydrat i fôret, men at de økte med økende fettinnhold i fôret. Jo høyere verdier, jo mer protein går direkte til vekst, og verdiene viser derfor at det er kritisk viktig for optimal vekst å gi fôr med balanserte mengder protein, fett og karbohydrat.

Leveren inneholdt 60–70 % fett og 2–4 % protein på tørrstoffbasis. Fettinnholdet i leveren var positivt korrelert med økende

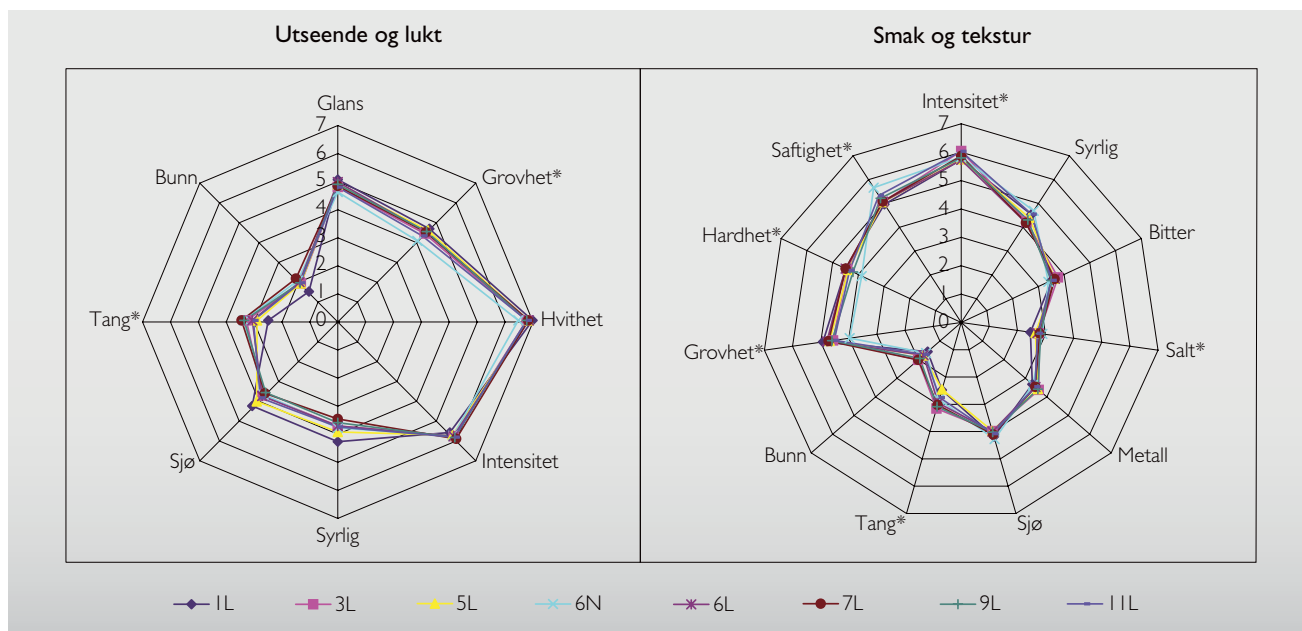
fettinnhold i dietten. Lave og stabile leverglykogennivåer ble funnet i alle grupper.

Utnyttelsen av fôret må ses i sammenheng med fordøyelse og retensjon (lagring) av de ulike næringsemmene basert på deres konsentrasjon i fôret. Fordøyelsen av protein varierte mellom 81 og 87 %, fettfordøyelsen var nesten 100 % i alle fôrgrupper, og fordøyelsen av karbohydrater varierte mellom 73 og 97 %. Det var ingen variasjon i fettfordøyelse som følge av fettinnhold i fôret. Proteinfordøyelsen var også høy og uavhengig av fôrnivåer av protein, mens høye mengder karbohydrat i fôret førte til en lavere fordøyelse av karbohydrat.

#### Fôrsammensetning og lysregime

Etter denne perioden (august) ble fisken satt ut i merder, der halvparten av merdene fikk kontinuerlig tilleggsllys (LL) og den andre naturlige lysforhold (NL). Forsøket ble videreført fram til juni året etter. Antall dietter som ble undersøkt ble redusert fra 11 til 7, men ytterpunktene ble beholdt og fisken ble fôret daglig.

Generelt bekreftet denne andre delen av forsøket resultatene som ble funnet for mindre fisk i innendørs kar. Effektene av protein, fett og karbohydrater var identisk med resultatene fra forsøkets første del. Dette betyr at det fremdeles var proteininnholdet som var drivende for veksten, høyere proteininnhold ga bedre vekst,



**Figur 3.6.4.3**

Grafene viser gjennomsnittsverdier gitt for ulike sensoriske egenskaper knyttet til utseende og lukt (venstre panel) og smak og tekstur (høyre panel). 1L til 11L viser resultater fra grupper med kontinuerlig lys gitt hhv. 66, 58, 55, 51, 47, 46 og 36 % protein i føret. 6N er fisk fra gruppe på naturlig lys gitt 51 % protein. (Fra Hemre m.fl. 2004\*)

The graphs show mean scores for different sensoric attributes connected to appearance and smell (left panel) and taste and texture (right panel). 1L to 11L shows scores from treatments with continuous light fed with 66, 58, 55, 51, 47, 46 and 36 % dietary protein. 6N represents fish under natural light conditions and 51 % dietary protein (from Hemre et al., 2004\*)

men forskjellene for diettene med proteininnhold som varierte fra 46–66 % var ikke store. Fisk i gruppen der dietten inneholdt minst protein (36 %) vokste særdeles dårlig, og etter 16 måneder på de samme førene var gjennomsnittsvekten på fisken i denne gruppen bare 67 % av vekten til fisk som hadde fått 66 % protein i føret.

Bruk av kontinuerlig tilleggslys utsatte modningen for de fleste av fiskene i disse gruppene (LL) til etter forsøkets slutt i juni, mens all fisken i NL-gruppene gytt i perioden februar–april. De som gikk på naturlig lysregime (NL), vokste minst like godt som LL-gruppene frem til desember. Som følge av gytingen fikk NL-gruppene imidlertid et veksttap på vårparten, både på grunn av appetittsvikt og gytingen selv. Dette medførte at torskene i NL-gruppene ved forsøkets slutt i juni var betydelig mindre enn torskene i LL-gruppene (Figur 3.6.4.1). Effekten var her avhengig av dietten fisken gikk på. Siden de som hadde mest fett i føret hadde større gonader (GSI, %:  $100 \cdot \text{gonadevekt} / \text{totalvekt}$ ) enn dem med minst fett i føret, var vekstreduksjonen størst i gruppene gitt mest fett. Sammenligner en gruppene gitt 66 % protein i føret, veide torskene i LL-gruppen gjennomsnittlig 3,1 kg, mens gjennomsnittsvekten i NL-gruppen var 2,3 kg ved avslutning av forsøket i juni. Samtidig veide NL-gruppene fra 519 til 813 g mindre enn de respektive LL-gruppene.

Tallene viser med all tydelighet hvor viktig det er å forhindre eller utsette alder ved pubertet i torskoppdrett.

Leverstørrelsen var som i første del av forsøket, hvor HSI (%  $100 \cdot \text{levervekt} / \text{totalvekt}$ ) var negativt korrelert med økende forhold protein:fett. I gruppen med mest fett i føret utgjorde leveren 17 %, mot 8 % i den med minst fett. For de fleste gruppene var det en markant nedgang i leverstørrelsen under gyting i gruppene holdt på naturlig lysregime. Tilsvarende ble ikke observert i gruppene som hadde kontinuerlig tilleggslys, men effekten av diettene var identisk under begge lysregimene. Leverstørrelsen økte etter gyting, og ved forsøkslutt i juni var verdiene identiske med begge lysbehandlingene. Resultatene viser at en leverindeks under 8 tilsvarende det man finner i villfisk, er vanskelig å oppnå i en oppdrettstorsk som føres til metning uansett sammensetning av føret.

#### Førsammensetning og kvalitet

Fisken i dette forsøket ble sendt til sensorisk analyse på Matforsk i Ås. Gjennomgående ble det funnet små forskjeller mellom de syv diettene. De største forskjellene ble funnet mellom fisk på ulikt lysregime der fisk som hadde fått naturlig lys og hadde vært gjennom en gyting ble oppfattet som bløtere og mindre grov enn fisk på kontinuerlig lys. I tillegg ble det gjennomført analyser av torskemuskel for å se hvilke

endringer en fikk ved økende størrelse og ulike temperaturer, samt for å undersøke i hvilken grad kjønnsmodningen og gytingen påvirket resultatene. Fra forsøksstart inneholdt torskemuskel omtrent 22 % tørrstoff, hvorav protein utgjorde om lag 20 %. For fisken på kontinuerlig lys var det ingen endringer i desember, mars eller juni året etter i tørrstoff-, protein- eller fettinnhold. I mars, mens fisken på naturlig lys gytt, var tørrstoff- og proteininnholdet i muskelen lavere og vanninnholdet høyere for disse gruppene. Utover dette ble det funnet marginale forskjeller i muskelsammensetning som funksjon av diett, lysregime og sesongvariasjoner.

#### Cod feed should contain at least 50 % protein

Experiments both in indoor tanks with continuous light and stable 8 °C and experiments in sea cages with either natural light or continuous light (used to delay maturation), showed that growth was primarily driven by dietary protein content. Liver index is mainly determined based upon the dietary ratio protein: lipid, while feed factor increases with increasing dietary carbohydrate content. Gonad size increased for spawning fish in the groups fed the highest dietary lipid content. Based on these results, the feed should contain 50–60 % protein, 13–20 % lipid and less than 15 % bio available carbohydrates.

\* HEMRE, G.-I., KARLSEN, Ø., ECKHOFF, K., TVEIT, K., MANGOR-JENSEN, A. & ROSEN LUND G. (2004). Effect of season, light regime and diet on muscle composition and selected quality parameters in farmed Atlantic cod, *Gadus morhua* L. *Aquaculture Research*, 35: 1-15.