

Rapport FHF -prosjekt 901349

Utgitt april 2019

Kommersielt fôr til villfanget torsk i fangstbasert akvakultur

Forfattere:

Kristian Sørebo, BioMar AS
Beate Solvoll, Fiskeriparken Egga utvikling AS

Finansiert av:



Kontaktinfo:

Fiskeriparken Egga Utvikling, Storgata 42, 8430 Myre
post@eggautvikling.no

BioMar House, Havnegata 9, 7010 Trondheim
info@biomar.no

Sammendrag

Sammendrag: Villfanget levendelagret torsk skal tilbys mat etter maksimalt 4 uker. Tradisjonelt er hovedsakelig frossen lodde eller sild brukt som fôr. Dette er mat som villfanget torsk i stor grad aksepterer, men både tilgang, kvalitet og pris på lodde og sild varierer. I tillegg er logistikk med lagring og fôring ressurskrevende. For at levendelagring og oppfôring av villfanget torsk skal utvikle seg videre er det nødvendig med et formulert fôr som er tilgjengelig uavhengig av sesong, og som har forutsigbar og god kvalitet. Det har i tidligere forsøk vært en utfordring å få torsken til å spise tørrfôr etter at den er fanget. I samarbeid med fôrprodusent og næringsaktører har man lyktes med å utvikle et smakelig tørrfôr som villfanget torsk er villig til å spise og som den vokser godt på. Rapporten beskriver uttestingen av et kommersielt fôr til villfanget levendelagret torsk og hvilke fôringsstrategier som er brukt i felt for å oppnå aksept og tilvekst. For å få torsken til å akseptere fôret, er tørrfôret tilsatt vann med vanntilsetningsteknologi som omdanner tørrfôret til mykfôr før utfôring. 90-97 % av torsken har i gjentatte feltforsøk akseptert fôret og vokst godt.

English summary: Wild captured cod shall be offered feed after a maximum of 4 weeks in captivity. Traditionally, mainly frozen capelin or herring has been used as feed sources. These sources are commonly accepted by wild captured cod, but both availability, quality and price of capelin and herring do vary. In addition, logistics with storage and feeding is resource-intensive. Therefore, a formulated feed being available regardless of season and which has predictable and good quality is needed. In previous attempts it's been challenging to get sufficient dry feed acceptance from wild cod after catching. This report describes several successful weaning trials undertaken with wild captured cod. The project, in collaboration with feed producer and the fish industry, has succeeded in developing a tasty dry feed which wild-caught cod accepts and perform well on. The report summarizes the development of a commercial feed for stored wild cod and the feeding strategies used in the field to achieve good feed acceptance and growth. In order to achieve proper dry feed acceptance the feed is added water with water-addition technology turning it to a moist feed prior to feeding. 90-97% of the cod in the field trials has accepted the feed and grown well on it.

Sluttrapport FHF -prosjekt 901349
Kommersielt fôr til villfanget torsk i fangstbasert akvakultur
-Utvikling av tørrfôr, fôringsstrategi og egnet teknologi

Innhold

1 Innledning.....	4
1.1 Faglig bakgrunn	4
1.2 Prosjektets omfang.....	5
1.3 Prosjektorganisering.....	5
2 Problemstilling og formål	5
2.1 Prosjektets effektmål	5
2.2 Prosjektets resultatmål	5
3 Prosjektgjennomføring.....	5
3.1 Materiale og metode.....	5
3.2 Gjennomføring av prosjektet	6
3.2.1 Arbeidspakker.....	6
Arbeidspakke 1: Utvikle egnet tørrfôr:.....	6
Arbeidspakke 2: Utvikling av fôringsstrategier og fôringsforsøk:	7
3.2.2 Forsøksoppsett 2017	7
3.2.3 Forsøksoppsett 2018:	8
3.2.4 Fôringsstrategi.....	9
4 Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon.....	11
4.1 Resultater og diskusjon	11
4.1.1 Resultater 2017 – Sjøfisk	11
4.1.2 Resultater 2017- ToBø Fisk.....	17
4.1.3 Resultater 2018 - Tobø	18
4.2 Konklusjon	24
4.3 Videre anvendelse	25
5 Oppsummert hovedfunn	25
6 Leveranser	26
7 Annet	26
8 Referanser	27

1 Innledning

1.1 Faglig bakgrunn

Det er et mål i nasjonale strategier å øke volum av villfanget torsk satt i merd. FHF's handlingsplan for fiskeri- og fartøyteknologi hadde i 2017 som målsetting å øke lønnsomhet og verdiskaping ved fangstbasert akvakultur gjennom hele året og å øke volum av torskefisk satt i merd. En av de største flaskehalsene for måloppnåelse er en bærekraftig og effektiv produksjon av fôr som gir god logistikk, optimalt fôrinntak, ytelse, kvalitet og fiskevelferd.

Ifølge dagens regelverk skal man tilby villfanget torsk fôr etter 4 uker, og etter 12 uker trer regelverket for fangstbasert akvakultur inn. En av flaskehalsene for å kunne videreutvikle langtidslagring av villfanget torsk har vist seg å være fôr. I dag tilbys ofte torsken sild, sildeavskjær eller lodde. Villfanget torsk aksepterer denne maten, men tilgang, kvalitet og pris på lodde og sild er en utfordring. I tillegg er logistikk med lagring og fôring utfordrende. Det er tidligere år gjort flere forsøk på utvikling av et kommersielt fôr, uten å lykkes i stor nok grad.

Forprosjektet «Fôr til torsk i FBA- kunnskapsstatus og workshop» finansiert av FHF ble gjennomført høsten 2017 (*referansenummer*: 901247). Kunnskapsinnsamling ble levert av Nofima, der all tilgjengelig litteratur ble samlet inn og systematisert (rapport 6/2017). På workshop i Tromsø presenterte Nofima eksisterende kunnskap innen fôr til fangstbasert akvakultur (FBA) til 25 deltakere. Representanter fra fôrindustrien delte sine erfaringer med fôr til torsk og andre marine arter, og næringsaktører med praktisk erfaring fra fôring og fôringsforsøk fortalte om utfordringer med å få torsken til å spise. Næringsaktørene ble under workshopen utfordret på hva som er deres ønsker for videre utvikling av fôr. Hovedvekt av anbefalinger fra næringsaktørene for videre satsning på utvikling av fôr til villfanget torsk som lagres utover 12 uker, er ønsket om et kommersielt tørrfôr som har fordeler med tanke på kvalitet, lagringsstabilitet og transport. Den viktigste utfordringen vil da være å utvikle et fôr som villfanget torsk aksepterer som mat og er villig til å spise. Det ble diskutert at det var nødvendig med uttesting av egnet teknologi på merdkanten eller tilsetning av attraktant for å øke smakelighet og gi en bløtere og mer appetittvekkende tekstur.

Tilbake i 2007 ble det gjort forsøk på tilvenning (weaning) av villtorsk i regi av Nofima (rapport 4/2009). Villfanget torsk ble fôret med vanntilsatt tørrfôr i 11 uker. Resultatene og erfaringer fra dette forsøket var naturlig å ta med seg videre i dette prosjektet. Blant annet burde et spesialtilpasset tørrfôr med evne til å ta inn store mengder vann utvikles. Det kan også være grunn til å tro at smaksattraktanter bør tilsettes sammen med vannet som dras inn i pelleten, for å sikre torskens aksept og appetitt på fôret.

Villfanget torsk stiller store krav til smakelighet ifølge kunnskapsinnhenting. Fôret må ha den rette teksturen, det bør helst føles mykt i munnen på torsken. Fôret må inneholde smak og lukt som tiltrekker. Bestanddeler og komponenter som aminosyrer og di-/ tripeptider har erfaringsmessig vist seg å være viktig i attraktantsammeheng. Hydrolyserte marine produkter med høyt innhold av frie aminosyrer og lavmolekylære forbindelser anbefales i tilvenningsfasen (weaning). Videre har fôrprodusentene sett god effekt med tilsetning av krillmel og lignende attraktanter.

Tradisjonelt er frossen sild og lodde brukt til fôring av villfanget torsk. Et formulert fôr vil være tilgjengelig uavhengig av sesong, og ha en forutsigbar og god kvalitet. I tillegg har et formulert fôr en forutsigbar næringsverdi kontra frossen sild/lodde der man kan oppleve store sesongvariasjoner og uforutsigbar næringsverdi. Et tørrfôr er mer gunstig logistikkmessig, man slipper fryselagring og usikkerhet i forhold til tilvekst. Et hygienisert tørrfôr representerer heller ikke smitterisiko i motsetning til villfanget lodde/sild som kan representere en smittefare med tanke på virus, bakterier og parasitter.

1.2 Prosjektets omfang

Tobø Fisk AS, Sjøfisk AS og BioMar AS etablerte i 2017 et samarbeid der de ønsket å se på løsninger for å lykkes med å få torsk til å spise tørrfôr. BioMar er en verdensledende fôrprodusent som har erfaring med kommersiell produksjon av fôr til torskoppdrett. BioMar deltok med sin tekniske og FoU-avdeling i Trondheim, og hadde også gjennom fabrikken på Myre kunnskap og teknologi til å bidra inn i prosjektet. Tobø Fisk og Sjøfisk hadde flere års erfaring med å røyke og fôre villfanget torsk, og ønsket å se videre på mulighetene for et kommersielt tilpasset tørrfôr og tilpassing av fôringsstrategier til levendelagret torsk. I tillegg benyttet prosjektet seg av en teknologileverandør, Seafarm Solutions, som hadde utviklet teknologi for vann og attraktant-tilsetning under vakuum, og som kunne tilpasse teknologien til prosjektets behov.

Tobø og Sjøfisks erfaringsbaserte kompetanse og praktiske kunnskaper, tilgjengelige forskningsresultat fra kunnskapsinnsamlingen, teknologileverandør og BioMars FoU- og produkttekniske kompetanse ga prosjektet en unik forutsetning for å oppnå ønskede resultater.

1.3 Prosjektorganisering

Prosjektleder (tilsagnsmottaker/ansvarlig organisasjon): Fiskeriparken AS ved Beate Solvoll/Lisbeth Reinholdtsen

Prosjektgruppe: Prosjekteierne Tobø AS v/Tor-Bjarne Stabell, Sjøfisk AS v/Geir Johnsen og BioMar AS v/Kristian Sørebo,

Styringsgruppe: Prosjekteiere, samt styringsgruppemedlemmene Bjørn Ronald Olsen (Cape Fish Group AS) og André Reinholdtsen (Myre Havbruk AS)

2 Problemstilling og formål

2.1 Prosjektets effektmål

- Muliggjøre nasjonal målsetning om årlig kvantum av levendelagret torsk på 30 000 tonn innen 2020. En av de største flaskehalsene for å nå denne målsetningen er å få utviklet et fôr som muliggjør forenklet logistikk, forbedret fôraksept og fôrinntak, god ytelse og kvalitet, samt redusert smitterisiko og god fiskevelferd.
- Forlenget sesong, flere helårige arbeidsplasser og økt lønnsomhet for den enkelte bedrift.

2.2 Prosjektets resultatmål

- Utvikle egnet tørrfôr og etablere fôringsstrategi som gir akseptabelt fôrinntak og tilvekst hos villfanget torsk.

3 Prosjektgjennomføring

3.1 Materiale og metode

Prosjektet ble delt i to arbeidspakker, for hhv. utvikling av tørrfôr til villfanget torsk og utvikling av fôringsstrategier gjennom utførelse av fôringsforsøk.

BioMar var ansvarlige for fôrutviklingen og utviklet, produserte og testet ut et spesialtilpasset tørrfôr i prosjektet. Fôringsforsøkene ble utført i felt over 2 sesonger (2017 og 2018) på villfanget torsk satt i merd hos Tobø Fisk (Havøysund, Finnmark) og hos Sjøfisk (Bjarkøy, Troms). Tobø Fisk fôret på torsk fanget i Finnmark og Sjøfisk fôret på skrei fanget i Lofoten/Vesterålen. I forsøksoppsettet for 2017 var det lagt opp til 24 ukers varighet på fôringen på begge feltlokalitetene, men dette ble redusert til hhv. 22 (Tobø) og 18 uker (Sjøfisk). Sjøfisk AS avsluttet sin virksomhet i januar 2018. Andre sesong,

2018, ble forsøket gjennomført i felt hos Tobø Fisk. Ut fra erfaringen fra 2017 ble forsøksperioden for 2018 opprinnelig satt til 20 uker, men ble pga. uforutsette hendelser redusert til 14 uker.

Torsken hos Tobø i 2017 var fra tre forskjellige snurrevadbåter og ble satt i merd i slutten av april (fangstfelt Steinryggen og Solen). Hos Sjøfisk i Troms var fisken fanget av en snurrevadbåt i første halvdel av april (fangstfelt Røstbanken til Malangsgrunnen).

Hos Sjøfisk startet fôringen av forsøksfisken 15. mai 2017. Torsken ble i første del av forsøket fôret i akklimatiseringsmerd (12m bredde* 12 m lengde* 5 meter dybde) for deretter å bli flyttet over til 70 metringer (rundmerd med diameter 22 m, dybde 11 m til bly telne, 21 m til spiss).

Hos Tobø ble torsken akklimatisert i firkantmerder av størrelse 15 m bredde*24 m lengde *4,2 m dybde. Oppstart fôring år 1 var hos Tobø Fisk i begynnelsen av juni. Fôringen startet i 60 m ringer, for deretter å bli flyttet over i spesialtilpassede mindre firkantmerder (8 m bredde * 8 m lengde * 8 m dybde).

Ved andre år hos Tobø Fisk var all fisken fanget av samme båt (snurrevad) og fra samme fangstfelt (Steinryggen og Solen). Torsken ble fangstet i perioden 4.april til 11.mai 2018. Oppstart fôring var 11. juni 2018. Torsken ble fôret i samme merder gjennom hele forsøket (8 m bredde * 8 m lengde * dybde 8 m)

Sortering inn i forsøk ble foretatt i forkant av individmerking. Kriterier for sortering inn i forsøk var at torsken skulle være mest mulig lytefri (uten tydelige skader som sår, blakkede øyne eller større finneskader). Hver merd inn i forsøket ble telt nøyaktig ved å sortere og telle gjennom hele populasjonen manuelt. Fisken inn i forsøket ble sortert etter min/ max vekt og lengde.

Det ble valgt en lang oppfôringsperiode i forsøket siden erfaringsbasert kompetanse tilsier at jo lengre fôring jo flere spiser. Den lange oppfôringsperioden sikrer også at resultatene av prosjektet vil kunne implementeres i næringa og ha en reell sesongforlengende effekt ved at torsk kan lagres lenger utover høsten.

3.2 Gjennomføring av prosjektet

Prosjektet ble gjennomført i form av to arbeidspakker. BioMar AS var ansvarlig for arbeidspakke 1 og Tobø Fisk AS, Sjøfisk AS og Fiskeriparken Egga Utvikling AS var ansvarlig for arbeidspakke 2.

3.2.1 Arbeidspakker

Arbeidspakke 1: Utvikle egnet tørrfôr:

- Utvikle og teste ut et smakelig tørrfôr til levendelagret torsk.
- Sikre å dokumentere tørrfôrets evne til vannopptak, samtidig som fôret beholder ønskede fysiske egenskaper etter vanntilsetting.
- Designe et fôr som gir godt fôrinntak og god tilvekst hos villfanget torsk.

Med utgangspunkt i prosjektets første arbeidspakke, utviklet BioMar et fôr som imøtegår villfanget torsk sine krav til palabilitet; "Ultra Marine". Med palabilitet menes egenskaper utover det ordinære knyttet til både konsistens og smakelighet. For å oppnå konsistens tilpasset torskens gane, ble det produsert en pellet som evnet å ta opp store mengder vann, samtidig som den beholdt sin naturlige fasong og ikke falt fra hverandre. Av hensyn til smakelighet ble det tilsatt attraktanter i fôret.



Figur 1. Tørrfôret «Ultra Marine» før tilsetning av vann

Arbeidspakke 2: Utvikling av fôringsstrategier og fôringsforsøk:

- Utvikle, teste ut og dokumentere fôringsstrategier for tilvenning og langtidsfôring av torsk og tørrfôr.
- Tilpasning/uttesting av vanntilsetningsteknologi på lokalitet.
- Vurdere og teste attraktanttilsetning på lokalitet for ytterligere smakelighet og økt fôrinntak.

Med utgangspunkt i arbeidspakke 2 utviklet Tobø og Sjøfisk plan for fôringsstrategier og metoder for å tilvenne villfanget torsk til et kommersielt tørrfôr. Viktige strategiske grep for å lykkes ble vurdert å være vanntilsetning før utfôring, samt dedikert tilvenning og utfôring.

3.2.2 Forsøksoppsett 2017

Det viktigste fokuset for sesongen 2017 var å få torsken til å spise og finne den mest effektive fôringsstrategien.

På Sjøfisk sitt anlegg ble totalt 7500 akklimatiserte fisk (skrei) fordelt på tre lagringsmerder. Totalt 500 fisk ble individmerket med PIT-tag (BioMark 12 mm). To av merdene ble fôret med forsøksfôr (Ultra Marine) og en referansemerd ble fôret med lodde. Hos Tobø ble totalt 9000 akklimatiserte fisk (finnmarkstorsk) fordelt i tre merder. Også her ble 500 fisk PIT-tag merket. Referansemerden hos Tobø ble fôret med sild til forskjell fra hos Sjøfisk.



Figur 2. Individmerking av forsøksfisk hos Tobø.

Fisken ble sortert, tellet og bulkveid inn i forsøket. PIT-tag merkede fisk ble under merkingen individveid og lengdemålt, før den ble satt tilbake i merd. I tillegg ble det tatt ut nullprøve på 30 tilfeldig utvalgte individ, der det ble registrert rundvekt, lengde, sløydvekt (uten hode), kondisjonsfaktor (K-faktor), lever- og gonadestørrelse og kjønn.

Fisken ble i tilvenningsfasen (weaning) føret daglig de tre første ukene, og ble videre ut i forsøket føret tre ganger pr. uke. Se avsnitt 4.2.4 for nærmere beskrivelse av fôringsstrategi.

I løpet av forsøket ble det i alle forsøksmerdene gjennomført månedlige prøveuttak der rundvekt, sløydvekt, lengde, K-faktor, levervekt/indeks, gonadevekt/indeks, kjønn og fôr i mage/tarm ble registrert. Uttak i hver merd var et representativt utvalg av 20 individ, basert på godt avkast og tilfeldig plukking. Individmerket torsk ble ikke tatt ut i de månedlige uttakene, da disse var ment til å tas ut ved utslakting.

Etter hhv. 22 og 18 uker med fôring ble fisken tellet og bulkveid ut av forsøket i forbindelse med utslakting. All slaktet fisk ble scannet med håndholdt skanner for å identifisere merket fisk. All PIT-tag merket fisk ble individveid og lengdemålt. Omtrent 70 % av merket fisk ble gjenfunnet ved utslakting. Lever-, gonade-, rund- og slaktevekt ble også registrert på 30 tilfeldig utvalgte individ, identisk med prøveuttak som ved oppstart.

Tabell 1. Oversikt forsøk 2017: fisk og fôring.

Forsøksfaktorer	Sjøfisk	Tobø
Type fisk	Skrei	Finnmarkstorsk
Fôrtype	2 merder m/forsøksfôr 1 merd m/lodde	2 merder m/forsøksfôr 1 merd m/sild
Fôringsfrekvens	Daglig uke 1-3 3 måltid pr. uke, uke 4-18	Daglig uke 1-3 3 måltid pr. uke, uke 4-22
Forsøksperiode	15.5 – 19.9 (18 uker)	16.6 – 20.11 (22 uker)

3.2.3 Forsøksoppsett 2018:

Med utgangspunkt i resultatene fra første prosjektår, ønsket man for år 2 å teste ut en ny fôringsstrategi for å i større grad kunne utnytte tørrfôrets fordeler. For sesongen 2018 ble det lagt opp til en to-delt fôringsstrategi hos Tobø fisk, over totalt 20 uker. Første del (weaning 1) ble utført med utgangspunkt i samme fôrresept som benyttet i 2017, og andre del (weaning 2) med ny resept, for å søke ytterligere nyttiggjøring av tørrfôrets fordeler. Dette innebar en trinnvis overgang til standard torskefôr tildelt tørt.

Ettersom det vanntilsatte tørrfôret første forsøksår viste seg fullt ut funksjonelt og hadde svært høy aksept, fant en ikke behov for å benytte sild eller lodde som referansefôr i 2018.

Totalt 4500 fisk ble satt inn i forsøket hos Tobø i 2018. Som i 2017-forsøket, ble 500 fisk individmerket. Det ble utført registreringer av rundvekt, sløyd vekt (uten hode), lengde, K-faktor, levervekt/indeks, gonadevekt/indeks, kjønn og fôr i mage/tarm, av et representativt utvalg fisk. Prøvetakingen ble gjennomført ved oppstart, underveis (månedlig) og avslutningsvis (ved utslakting) i forsøket.



Figur 3. Viser prinsippene i hovedplan for oppsett av fôringsforsøk før sesongen 2018.

Merd 1 ble fôret med 2017-resept gjennom hele fôringsperioden. Merd 2 og merd 3 ble fôret med 2017-resept de første seks ukene av forsøket, før overgang til ny resept ble iverksatt 25. juli. Her ble standard torskefôr tildelt over en periode på totalt fire uker i gradvis økende innblanding sammen med det vanntilsatte fôret. Dette fôret ble tildelt tørt, og utfôret samtidig med det vanntilsatte fôret der det på ukenivå erstattet 25 % av fôrrasjonen. Under weaning 2, i fjerde påbegynte fôringsuke, var dermed 100 % av mykfôret erstattet med standard torskefôr tildelt tørt.

Tilvenning til standard torskefôr ble avbrutt etter fem uker, da fisken ikke aksepterte dette fôret i tilstrekkelig grad. Fisken viste til en viss grad noe interesse for dette fôret, men gitt sammen med det tilvendte mykfôret var preferansen i det utprøvde regimet i klar favør av mykfôr. Prøveuttak viste kun tomme mager i merd 2 og 3, mot kun fulle mager i merd 1. Etter en totalvurdering med tanke på visuelle observasjoner under fôring, gjennomført prøveuttak, velferd og potensiale for videre tilvekst, var det nødvendig å gå tilbake til fôring med vanntilsatt tørrfôr for merd 2 og 3. Som man kan se av resultatene under (4.1.3) ga også dette et godt resultat med tanke på aksept og tilvekst. 22. august var fisken tilbake på et fôringsregime med kun vanntilsatt fôr.

3.2.4 Fôringsstrategi

I forsøkene ble fisken fôret daglig under tilvenning (weaning). Deretter fôret man tre ganger per uke; mandag, onsdag og fredag. Fisken ble fôret rikelig for å unngå at mengde fôr ikke satte begrensning for fôrintak, aksept og tilvekst. Det ble tildelt et måltid per fôring for alle forsøksenhetene.

Gjennomføring av fôring med vanntilsatt tørrfôr:

- Weaning/tilvenning: I innledende fase, dvs. de første tre ukene, ble fisken fôret hver dag. Dette for å vekke appetitt og bidra til å få fisken raskere i gang. Det ble brukt god tid på fôring der mindre porsjoner av fôret ble fordelt jevnt utover i merda for å nå flest mulig. Det viste seg at når det brukes god tid på gjennomføring av fôring fra start, var man i stand til å vekke appetitt hos torsken allerede etter 4 dager. Videre tilvenning skjedde gradvis basert på en rask, påfølgende økning i appetitt. I løpet av de første fjorten dagene var majoriteten av fisken godt i gang med spisingen.
- Fra og med fjerde uke ble fisken fôret tre ganger per uke; mandag, onsdag og fredag. Fisken ble fôret til metning basert på visuell vurdering av overflateaktivitet. Alle forsøksenhetene ble tildelt et måltid per fôring basert på fôringstabell fra BioMar.

- Fôringen ble gjennomført av faste personer. Det ble håndfôret med øsekar. For lik praksis mellom personer som utførte fôring ble det fokusert på samfengt oppfattelse av når fisken var mett, med ikke lenger særlig synlig overflateaktivitet i merden som sikreste tegn. Dette for å sikre mest mulig lik behandling mellom merder.

I forsøket ble det spesialtilpassede tørrfôret Ultra Marine benyttet. Ultra Marine har høy andel marine ingredienser, er tilsatt attraktant og har stor evne til å ta opp vann. For å øke vanninnhold før utfôring brukte man vanntilsettingsteknologi, utviklet av Seafarm Solutions.

Vanntilsettingsteknologien drar, ved hjelp av vakuum, vannet inn i pelleten. Etter gjennomkjøring i vakuummaskinen, ble fôret ytterligere bløytet gjennom trekking av vann i oppsamlingskar i noen minutter. Resultatet ble et fôr med gjennomsnittlig 60 % vanninnhold ved utfôring. Vanninnhold ble både testet i felt med veieprøve av fôr før og etter vanntilsetting, og hos BioMars lab ved fabrikken på Myre. Fôrets beskaffenhet var god og ved utfôring hadde det vanntilsatte tørrfôret en fin synkehastighet som gjorde at pelleten falt i passende hastighet gjennom vannsøylen.

Ved videre bruk av vakuummaskinen bør dimensjonene tilpasses de enkelte anlegg. Dimensjonene som ble brukt i forsøket var i minste laget, og det ble tidkrevende å fylle på med pellets manuelt. Da det blir brukt ferskvann i maskinen, er det problematisk å bruke den ved temperaturer under null grader. Da fryser vannet, og maskinen kan ikke brukes. I praksis vil det si at når frosten kommer på senhøst/tidlig vinter, kan ikke maskinen benyttes utendørs. I forsøket var vakuummaskinen montert på kai på land. I kommersiell skala bør maskinen monteres i umiddelbar nærhet til merdene. Dette med tanke på direkte utfôring i merd.



Figur 4. Bilder fra vanntilsetning av forsøksfôr.

Det ble hos Sjøfisk forsøkt med kvernet lodde som ble tilsatt vanntilsettingssystemet, for å ytterligere stimulere fisken til å akseptere tørrfôret. Dette viste seg å by på utfordringer, da kvernet fisk tettet rørene i selve vanntilsettingsenheten. Man gikk derfor tidlig i forsøket bort fra å tilsette ytterligere attraktanter, som kvernet sild eller lodde i vannet. Tilsetting av ekstra attraktant viste seg også å være unødvendig, da fisken viste stor interesse og aksept for fôret allerede på et tidlig stadium. Dette grunnet tilstrekkelig smakelighet i Ultra Marine, i kombinasjon med gunstig konsistens og tekstur.

4 Oppnådde resultater, diskusjon og konklusjon

4.1 Resultater og diskusjon

Alle resultater er basert på individregistreringer av merket fisk. Som nevnt tidligere ble 166 fisk per forsøksenhet merket med PIT-tag (per merd). Majoriteten av disse ble gjenfunnet ved slakt. All fisk var akklimatisert i minimum 4 uker før forsøksstart.

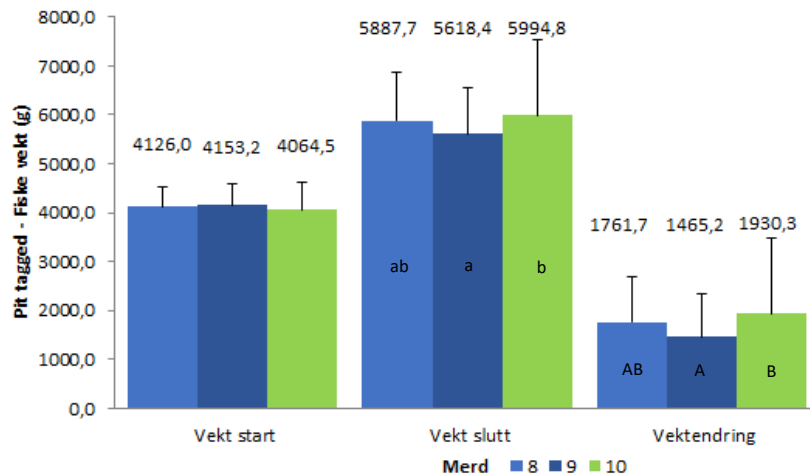
4.1.1 Resultater 2017 – Sjøfisk

Fisken var på det generelle utgytt og hadde ved oppstart en gonadeindeks på mindre enn 1,8 %. Leverindeks lå på gjennomsnittlige 5,0 %. Gjennomsnittstemperatur i forsøket var 10 °C.



Figur 5. Bilder av tørrfôr-fôret og individmerket slaktefisk hos Sjøfisk.

Tilvekst



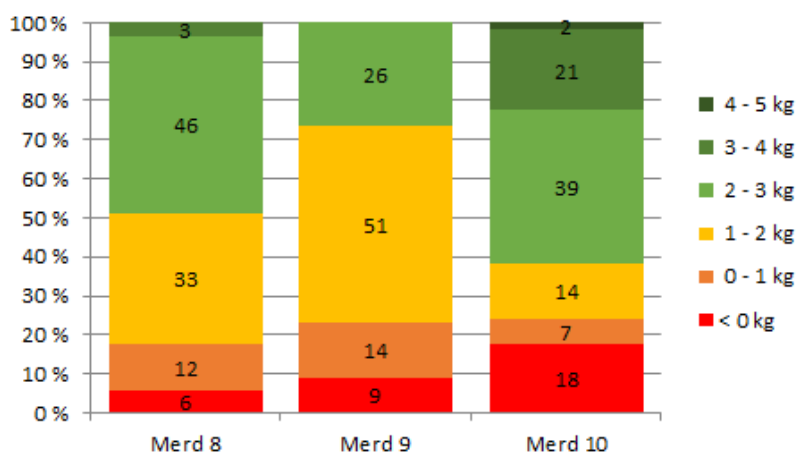
Figur 6. Gjennomsnittlig startvekt, sluttvekt (rund) og vektendring ($\pm$ SD) på merd 8 (tørrfôr), merd 9 (tørrfôr) og merd 10 (lodde).

Tilveksten gjennom forsøket var meget god for både tørrfôr og loddefôret fisk. Dog gjelder dette særlig tørrfôrfisken ettersom tilsvarende resultat ikke har vært oppnådd tidligere. Det vanntilsatte, nyutviklede fôret hadde en smak og konsistens som trigget fiskens appetitt og interesse fra mer eller mindre første fôringsdag. Fiskens appetitt og fôrinntak var gradvis stigende gjennom de to første ukene før den så stabiliserte seg på et jevnt, høyt nivå. Majoriteten av fisken var dermed tidlig tilvendt eller i ferd med å tilvennes det nye fôret.

Fra en oppstartsvekt på ca. 4,1 kg støttet fôret et jevnt og høyt fôrinntak som genererte en vektøkning på 1,76 kg og 1,46 kg for henholdsvis merd 8 og 9. Fôret viste seg med dette å inneha både smaksmessige og ernæringsmessige kvaliteter som muliggjorde realisering av meget god tilvekst hos villfanget torsk.

Med utgangspunkt i utgytt fisk, sammenfalt forsøksstart med en påfølgende periode med kompensasjonsvekst hos fisken. Det er grunn til å anta at fôret hadde en ernæringsmessig sammensetning som muliggjorde nyttiggjøring av denne effektive tilvekstformen. Oppnådd tilvekst var av en slik karakter at den løftet gjennomsnittsfisken en vektklasse ved slakt. God tilvekst utløser dermed også en prispremie gjennom slakt og salg av fisk i høyere prisklasser.

En skal ikke utelukke at høyere ytelse og raskere tilvekst kunne vært oppnådd med et mer energitett fôr. Krav til smakelighet, prosessering og vannopptaksevne gjør imidlertid at eksempelvis høy inklusjon av fiskeolje er krevende. Dette er imidlertid et område med forventet oppside og er aktuelt i fremtidig utviklingsarbeid.



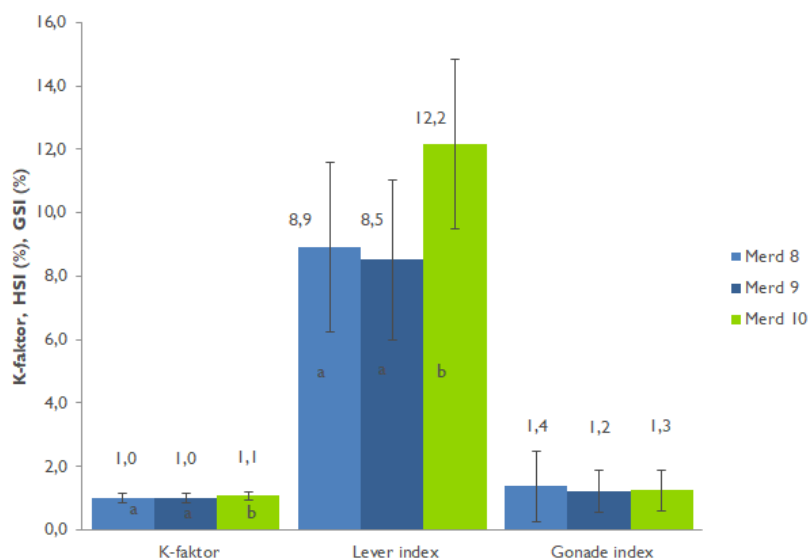
Figur 7. Angivelse av vektendring (rundvekt) per vektøkingsklasse med tilhørende andel fisk i % for merd 8 (tørrfôr), merd 9 (tørrfôr) og merd 10 (lodde) ved slakt.

Det ble i forsøket oppnådd svært høy grad av weaning-suksess. Figur 7 viser prosentandel fisk fordelt på de ulike vektøkingsklassene per merd.

Andelen fisk med positiv vektutvikling gjennom forsøket, hjemmehørende i kategoriene > 0 kg, var svært høy. I merd 8 og 9 på tørrfôr var det ved slakt henholdsvis 94 og 91 % av fisken som hadde hatt positiv vektutvikling. For merd 8 på tørrfôr hadde 33 % av fisken lagt på seg 1-2 kg, mens 46 % av fisken kom ut med en vektendring på hele 2-3 kg.

Fôret hadde tilstrekkelig palabilitet til å fremme tidlig spiselyst hos fisken. Dette medførte at majoriteten av fisken hadde positivt tørrfôrtillslag tidlig i tilvenningen. Det var avgjørende for resultatet at en høy andel av fisken kom tidlig i gang med spising og følgelig bidro med positiv og god vektutvikling gjennom mer eller mindre hele forsøket.

Loddefisken hadde i dette forsøket noe lavere weaning-suksess. 18 % av fisken kom her ut med negativ vektutvikling ved slakt. Dette kan være påvirket av anvendt fôringsstrategi med fôring av loddeblokk i større enheter (12mx12m bur, deretter 70 metring rundmerd). Blokkfôring av mye fisk over et større areal kan være mindre optimalt med tanke på spredning og tilkomst for fisken. Dette kan igjen medføre mer kamp om maten. Fôring av pellet representerer her en alternativ strategi som evner å bryte med nevnte antatte ulemper. Med pellet dekkes et betydelig større fôringsareal der spiseinteressert fisk enkelt slipper til i matfatet. Tildelt fôrmengde per tidsenhet (dose, rasjon/min.) vil i tillegg kunne bufre mot sosiale interaksjoner, og gjøre tilkomsten enklere for flere.



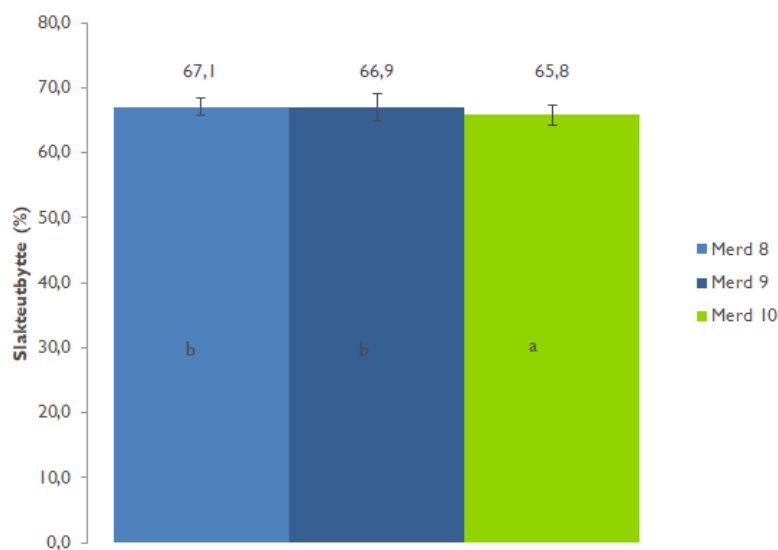
Figur 8. K-faktor, leverindeks og gonadeindeks ($\pm$ SD) ved slakt for merd 8 (tørrfôr), merd 9 (tørrfôr) og merd 10 (lodde).

Fisken hadde ved oppstart av forsøket en gjennomsnittlig kondisjonsfaktor (K-faktor) på 0,8. Ved slakt hadde fisken gjennom godt fôrintak og god tilvekst økt K-faktoren til 1,0 - 1,1. Fisken opplevde med dette en betydelig bedring i hold der økt bredde og fylde over ryggen var fremtredende.

God utvikling i hold ble også gjenfunnet i form av positiv utvikling av leverindeks (HSI %). Fra et oppstarts-nivå på gjennomsnittlig 5 % HSI økte leverstørrelsen både moderat og betydelig til slakt. Loddefôret slaktefisk kom ut med signifikant større lever. Dette hadde antakelig sammenheng med flere forhold, men der høyere fettinnhold i lodde versus tørrfôr er ett betydelig moment. Høyere fettinnhold ga her rom for avsetning av en større andel overskuddsenergi i lever. Innhold av fett i fôr og balansering av næringsstoff vil til syvende og siste være en trade-off mellom mest mulig regningsvarende tilvekst sammenholdt med fornuftig leverstørrelse.

Når det gjelder fiskens utvikling av gonader, var det ingen betydelig utvikling i gonadeindeksen (GSI %) i seg selv gjennom forsøket. Dette var heller ikke ventet da utslakting foregikk i september måned. Det observerte nivået med gonader, som lå i størrelsesorden 1,2-1,4 % ved slakt, var dermed i tråd med tidligere erfaringer. I fôrsammenheng representerte dette allikevel en meget viktig avsjekk mot ivaretagelse av optimal fôringsøkonomi, da investering i bygging av gonader er å anse som mindre lønnsomt enn bygging av torskemuskel og filet.

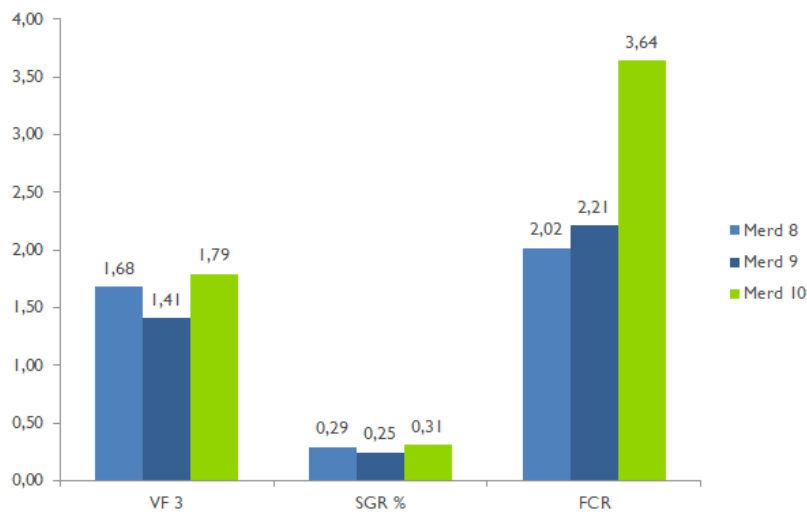
Slakteutbytte



Figur 9. Slakteutbytte sløyd u/hode ($\pm$ SD) for merd 8 (tørrfôr), merd 9 (tørrfôr) og merd 10 (lodde) ved slakt.

Ved forsøkets avslutning ble det på det generelle oppnådd et godt slakteutbytte. De to tørrfôrmerkene kom ut med et slakteutbytte på gjennomsnittlige 67,0 %, mens loddefisken lå lavere med 65,8 % utbytte. Det er grunn til å anta at tørrfôrets sammensetning med favorisering av et høyt innhold av protein, og/ eller den totale balansen mellom innhold av protein og innhold av fett, var den primære årsaksmekanismen bak høyere slakteutbytte for tørrfôrfisken. Økt slakteutbytte vil nødvendigvis påvirke inntjening og resultat direkte gjennom en ren økning i produsert og solgt mengde fisk.

Veksthastighet og fôrutnyttelse



Figur 10. Veksthastighet i form av termisk vekstfaktor (VF3) og prosentvis daglig tilvekst (SGR), samt biologisk fôrfaktor (FCR) for merd 8 (tørrfôr), merd 9 (tørrfôr) og merd 10 (lodde).

Gjennom forsøket oppnådde forsøksfisken en veksthastighet som lå i området 0,25-0,31 % per dag. Det ble erfart numerisk høyest hastighet (0,31 %) på loddefisken. Merd 8 på tørrfôr lå imidlertid tett opptil med en daglig fart på 0,29 %. En tilveksthastighet i området 0,30 % per dag for villtorsk i størrelsesintervallet 4 til 6 kg anses som god.

Når det gjelder forutnyttelse kom loddefisken ut med numerisk høyest biologisk fôrfaktor (FCR). Denne fisken oppnådde en FCR på 3,64, mens forsøksfisken som hadde fått tørrfôr kom ut med en FCR på 2,02 og 2,21 for henholdsvis merd 8 og merd 9. En FCR på 3,64 ved fôring med lodde er i tråd med tidligere erfaringer. Til sammenligning må oppnådde fôrfaktor på tørrfôr beskrives som et betydelig framskritt. Dette er et lovende resultat som det også er rimelig å forvente ytterlig forbedring av gjennom optimalisering i flere potensielle ledd. Et av disse er reduksjon i grad av overføring knyttet til eksempelvis innledende weaning.

Som nevnt tidligere er det teoretisk mulig at en endring i fôrsammensetning mot en forsterkning av energiinnhold vil kunne forbedre ytelsen på fôret ytterligere. I tillegg til nevnte forventede effekt på vekst og veksthastighet, er det også rimelig å anta at en slik justering vil kunne bidra til å forbedre fôrutnyttelsen hos fisken, og dermed også forbedre fôrfaktoren.

Resultater for merket fisk vs. øvrig biomasse

Ved sammenligning av oppnådde resultater for individmerket fisk mot slakteresultater for øvrig fisk/ biomasse i de aktuelle merdene, så var alle resultater samsvarende. Eksempelvis var tilvekst og vektendring hos individmerket fisk samsvarende med oppnådd tilvekst og vektendring hos øvrig slaktet fisk/ biomasse i den aktuelle merden.

4.1.2 Resultater 2017- Tobø Fisk

Som for resultatene fra Sjøfisk er også forsøksresultatene fra Tobø Fisk basert på individregistreringer på merket fisk. Som nevnt tidligere ble det PIT-tag merket 166 fisk per forsøksenhet (per merd). Majoriteten av disse ble gjenfunnet ved slakt. All fisk var akklimatisert i minimum 4 uker før forsøksstart. Fisken var på det generelle utgytt og hadde ved oppstart en gonadeindeks på 1,2 % eller mindre. Leverindeks lå på gjennomsnittlige 4,8 %. Fisken gikk i fôringsforsøket fram til slutten av november. Gjennomsnittlig sjøtemperatur var 7,3 °C.

Tabell 2 gir en oppsummering av resultatene fra forsøket. Det overordnede bildet er resultatmessig direkte sammenfallende med resultater oppnådd i forsøket hos Sjøfisk.

Tabell 2. Forsøksresultater Tobø 2017.

	Merd 1 tørrfôr	Merd 2 tørrfôr	Merd 3 sild
Rundvekt start (g)	3371	3091	3235
K-faktor start	0,83	0,82	0,81
HSI start (%)	4,9	3,9	5,6
GSI start (%)	0,9	0,8	1,2
Rundvekt slakt (g)	5109	4670	5298
Vektendring (g)	1738	1579	2062
Andel spisere (%)	91	90	97
K-faktor slakt	0,97	0,95	0,99
HSI slakt (%)	7,6	10,3	10,7
GSI slakt (%)	9,4	10,2	10,1
Slakteutbytte (%)	63	63	60
SGR (%)	0,26	0,26	0,31
Biologisk FCR	1,8	1,9	3,4

Forsøksfisken var ved oppstart i overkant av 3 kg. Det ble erfart et tidlig og godt førtilslag på det vanntilsatte tørrfôret. Majoriteten av fisken responderte med god appetitt som genererte et høyt fôrintak som vedvarte gjennom hele forsøket. Fôret ga dermed en vellykket weaning til tørrfôr som videre munnet ut i en god vekstperiode fram til slakt.

Ved slakt hadde merd 1 og merd 2 lagt på seg henholdsvis 1738 g og 1579 g, mens sildefisken i merd 3 lå et hakk over med 2062 g. Høyere sluttvekt hos sildefisken kan her relateres til høyere fettinnhold i sild versus tørrfôr. Den oppnådde tilveksten anses på det generelle som meget god og støttes av en høy andel spisere. For de tre merdene hadde minimum 90 % av fisken positiv vektutvikling gjennom forsøket. Sildefisken ble i dette forsøket fôret med tilsvarende metodikk som tørrfôrfisken. Det innebar at silda ble kappet opp i mindre biter som så ble tildelt med god spredning. Det er grunn til å anta at dette har vært viktig for å oppnå en særlig høy andel spisere også i denne gruppen.

Varigheten av fôringsforsøket medførte at fisken ble slaktet ut i slutten av november. Slakting ble foretatt suksessivt etter avsluttende fôringsdag. Fra oktober måned hadde gonadeutviklingen vært i

bevegelse, og ved slakt ble det funnet en gonadeandel (GSI %) på rundt 10 %. I siste periode av forsøket hadde dermed gonadeproduksjonen trukket betydelige ressurser. Dette påvirket igjen sentrale områder som tilvekst (muskel), fôrutnyttelse og fôringsøkonomi. Som det fremgår av tabell 2 ble det funnet et slakteutbytte på 63 % for tørrfôrfisken, mens sildefisken oppnådde et utbytte på 60 %. Slakteutbyttet var med dette påvirket av gonadeproduksjonen. 3%-poeng høyere slakteutbytte på tørrfôr bekrefter funnet fra forsøket hos Sjøfisk. Det er sannsynlig at en høyere ratio mellom protein og fett i tørrfôret bidro til dette.

Som nevnt tidligere i rapporten ligger det et potensial i økt energiinnhold i tørrfôret. Forutsatt nødvendige tilpasninger for muliggjøring av fôrproduksjon, kan høyere energiinnhold forbedre tilvekst og fôrutnyttelse ytterligere. Sett i forhold til tidligere oppnådd fôrfaktor representerte resultatet i dette forsøket et relativt betydelig fremskritt. For merd 1 ble det anvendt 1,8 kg tørrfôr til produksjon av 1 kg fisk. For merd 3 gikk det med 3,4 kg sild for produksjon av tilsvarende fiskemengde.

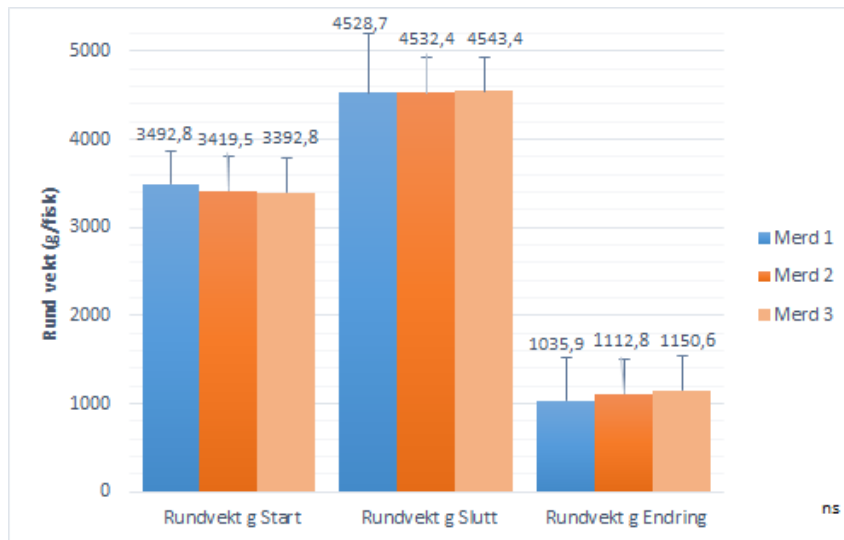
Ved sammenligning av oppnådde resultater for individmerket fisk mot slakteresultater for øvrig fisk/ biomasse i den aktuelle merden, så var alle resultater samsvarende. Eksempelvis var dermed tilvekst og vektendring hos individmerket fisk samsvarende med oppnådd tilvekst og vektendring hos øvrig slaktet fisk/ biomasse i den aktuelle merden.



Figur 11. Torsk og pellets under vann

4.1.3 Resultater 2018 - Tobø

Resultatene fra forsøkene er basert på individregistreringer på merket fisk. Som nevnt tidligere ble det PIT-tag merket 166 fisk per forsøksenhet (per merd). Majoriteten av disse ble gjenfunnet ved slakt. All fisk var akklimatisert i minimum 4 uker før forsøksstart. Fisken var på det generelle utgytt og hadde ved oppstart en gonadeindeks på 1,0 %. Leverindeks lå på gjennomsnittlige 5,0 %. Fisken var godt akklimatisert før forsøket som varte i 14 uker på gjennomsnittlige 7,0 °C sjøtemperatur.

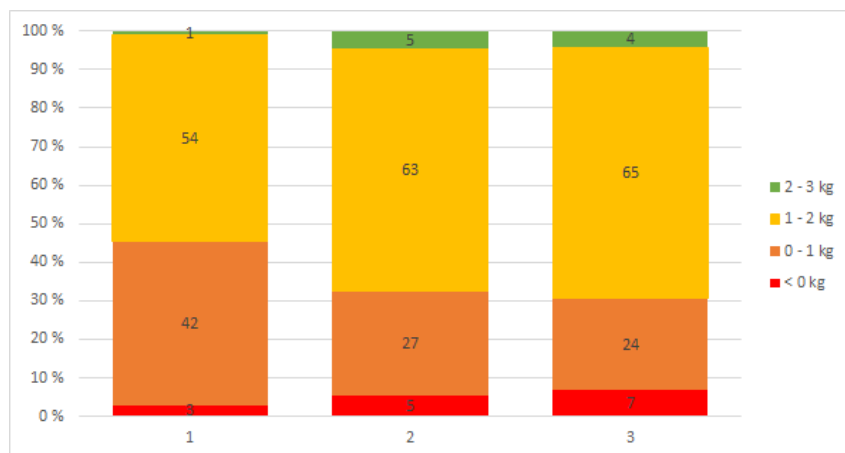


Figur 12. Gjennomsnittlig startvekt, sluttvekt og vektendring ($\pm$ SD) for merd 1, 2 og 3.

Fisken gikk inn i forsøk med en oppstartsvekt på ca. 3,4 kg. Det smakelige vanntilsatte tørrfôret vekket tidlig appetitt i alle de tre merdene og besørget et tidlig fôrtilslag. Appetitt, utfôring og fôrinntak steg hurtig i løpet av de første 14 dagene. Deretter stabiliserte det seg på et høyt nivå gjennom resten av forsøket. Etter i overkant av tre måneder fôring hadde fisken ved slakt en sluttvekt på ca. 4,5 kg. Det ble dermed oppnådd en vektøkning på ca. 1,1 kg. Tilveksten i dette forsøket var minst like god som i tidligere forsøk. Lavere sluttvekter enn det som ble oppnådd i 2017 skyldes hovedsakelig kortere varighet på fôringsperioden, og dermed eksponering for færre antall døgngader.

Den oppnådde tilveksten på merd 2 og 3 anses som oppsiktsvekkende. Denne fisken erfarte en betydelig reduksjon i fôrinntak gjennom weaning 2, der det ble forsøkt tilvenning til standard torskefôr. Ettersom dette fôret ikke ble akseptert medførte det en reduksjon i fôrinntak i størrelseorden 40 % for weaning 2-perioden, og nærmere 20 % for forsøket sett under ett. En kan ikke se bort fra at denne perioden, med 4 ukers kraftig reduksjon i fôrinntak, har utløst en ny og påfølgende periode med kompensasjonsvekst. Dette kan ha gjort det mulig for fisken å kompensere for weaning 2 perioden etter at den ble satt tilbake på det vanntilsatte tørrfôret.

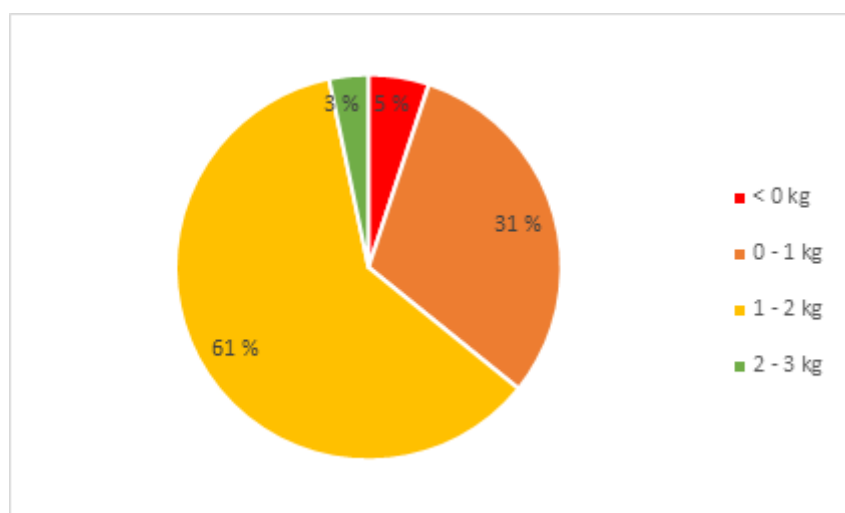
Weaning 2-perioden med tilvenning til standard torskefôr ga ikke effekt i det utprøvde regimet. Med svært god appetitt og høyt fôrinntak på det vanntilsatte tørrfôret kan det spekuleres i at introduksjon av standard torskefôr først etter 6 uker skjedde på et tidspunkt da fisken hadde blitt for godt vant. Sett i lys av fiskens generelle høye spisevilje for mykfôret vurderes muligheten for tilvenning til standard torskefôr fremdeles som relativt god. Dog under uttesting i et annet regime og med andre betingelser. Her kan en eksempelvis se for seg at introduksjon av standard torskefôr kan skje på et tidligere tidspunkt. Det kan være aktuelt å kombinere dette med en trinnvis reduksjon i vanninnhold i det vanntilsatte fôret.



Figur 13. Angivelse av vektendring (rundvekt) per vektøkingsklasse med tilhørende andel fisk i % for merd 1, 2 og 3.

Andel spisere, vurdert som andel fisk med positiv vektutvikling ved slakt, lå mellom 93 og 97 % for de tre merdene. Dette resultatet er direkte sammenlignbart med tidligere oppnådde resultater i prosjektet og ytterligere en bekreftelse på svært god aksept for det nytviklede fôret.

Weaning 2-perioden som medførte redusert fôrintak på merd 2 og 3, har ikke hatt særlig effekt på denne fiskens evne til å lykkes som spisere. Ser en videre på andel fisk som hører hjemme i klassene > 0-1 kg, finner man en gjennomsnittlig andel for merd 2 og 3 på 68,5 %. Tilsvarende for merd 1 var lavere med 55 %. Som nevnt under forrige seksjon for tilvekst kan en sekundær periode med kompensasjonsvekst ha medvirket og løftet fisken i merd 2 og 3. Dette kan forklare den tilsynelatende observerte forskjellen. Videre indikerer resultatet et mulig potensial for anvendelse av restriktive fôringsperioder hos villfanget torsk, for triggering og optimalisering av vekst.

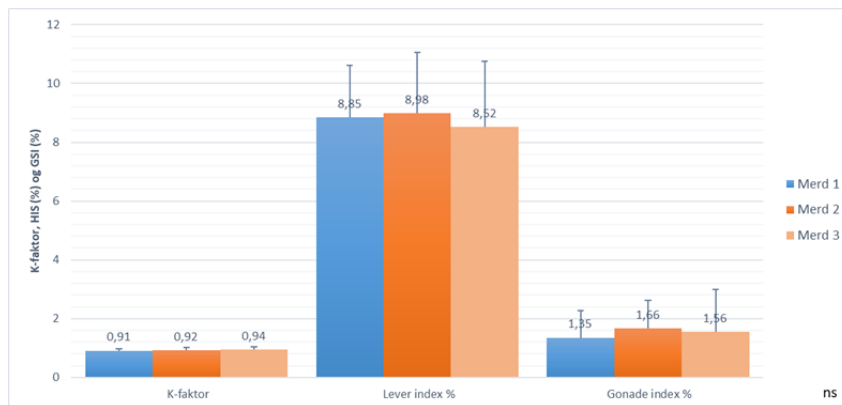


Figur 14. Gjennomsnittlig vektendring (merd 1, 2 og 3) per vektclass med tilhørende andel fisk i %.

Figur 14 viser gjennomsnittlig vektendring for merd 1, 2 og 3 per vektklasse, med tilhørende andel fisk i %. Med relevans for produksjonsplan synliggjør figuren flere interessante aspekter. Optimalisering av produksjon innebærer bl.a. best mulig nyttiggjøring av fiskematerialets vekstpotensial. Med basis i figur 13 kan en se for seg utsortering av fisken i vektklasse < 1 kg for overføring til et fôringsregime for vedlikehold, og/ eller tidlig utslakting. Fisk i klassene > 1 kg, som her utgjør 64 % av fisken, bør føres for tilvekst og dermed senere utslakting. Dette kan gi en gunstig ramme for ivaretagelse av både fisk og fôrressurser på en god måte.

Det er tekniske og praktiske utfordringer knyttet til sortering underveis i produksjon. Det bør prioriteres arbeid med utvikling av teknologi som muliggjør sortering med utgangspunkt i eksempelvis kondisjonsfaktor, eller andre relevante fysiske mål. I tillegg til nevnte fordeler vedrørende optimalisering av produksjonsplan og ressursutnyttelse, vil dette også kunne være fordelaktig i helse og velferdssammenheng. Reduksjon i eventuell uheldig påvirkning fra dårligere presterende fisk, som har høyere risiko for svekket helse, vil være gunstig for den totale biomassen.

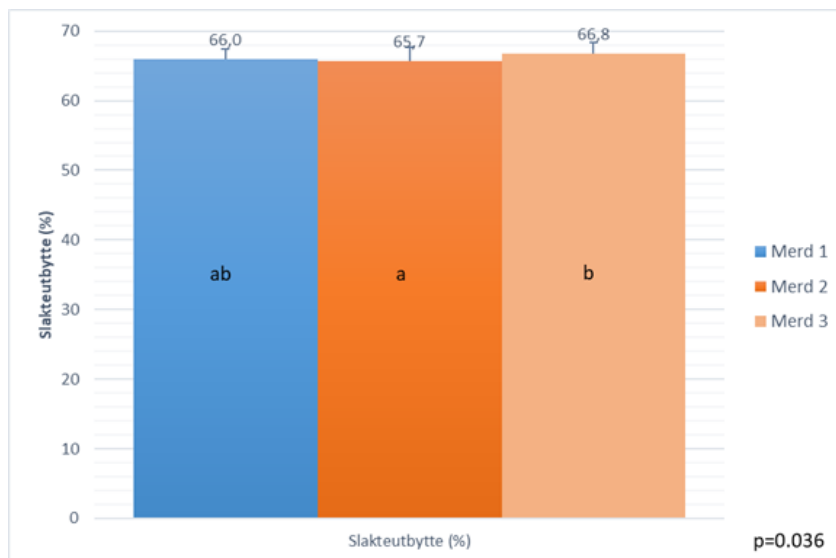
Kondisjonsfaktor, lever- og gonadeindeks



Figur 15. K-faktor, leverindeks og gonadeindeks ($\pm$ SD) ved slakt for merd 1, 2 og 3.

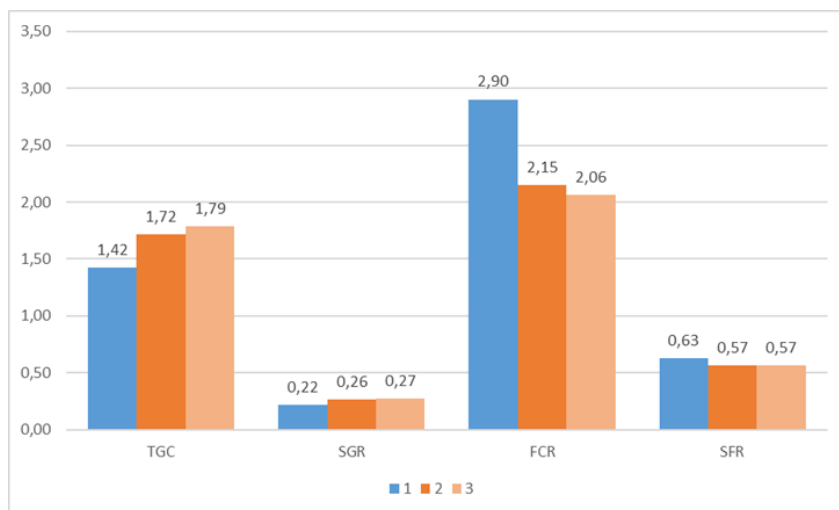
Fisken ble slaktet ut med en kondisjonsfaktor (K-faktor) på 0,91 til 0,94. Dette er noe lavere enn det generelle nivået i tidligere forsøk og kan ha sammenheng med forsøkets varighet med kortere vekstperiode. Interessant nok ble det observert numerisk høyest kondisjonsfaktor på merd 3 som var en del av weaning 2. Når det gjelder lever (HSI)- og gonadeindeks (GSI) var de oppnådde resultatene på linje med tidligere slakteresultater fra forsøkene. Gonadeindeksen ved slakt viste at det ikke var investert ressurser i bygging av kjønnsprodukter.

Slakteutbytte



Figur 16. Slakteutbytte sløyd u/ hode ($\pm$ SD) for merd 1, 2 og 3.

Ved slakt ble det på det generelle observert et godt slakteutbytte. Merd 3 oppnådde det numerisk høyeste utbyttet på 66,8 % og lå med dette høyere enn merd 2, mens merd 1 endte imellom disse med et utbytte på 66,0 %. Merd 1 ble fullført gjennom hele forsøket. Sammenlignet med merd 2 og merd 3 ga imidlertid ikke dette hverken bedre eller dårligere slakteutbytte statistisk sett. Interessant nok har heller ikke weaning 2, perioden med redusert fôrinntak på merd 2 og 3, hatt negativ effekt på slakteutbytte ved forsøkets avslutning. Årsakssammenhengen kan som tidligere nevnt være relatert til mulig forekommende kompensasjonsvekst i etterkant av weaning 2.



Figur 17. Veksthastighet i form av termisk vekstfaktor (TGC) og prosentvis daglig tilvekst (SGR %), biologisk fôrfaktor (FCR) og spesifikk fôringsrate (SFR %) for merd 1, 2 og 3.

Når det gjelder tilveksthastighet i form av prosentvis daglig tilvekst (SGR) oppnådde merd 1 en daglig tilvekst på 0,22 %. Dette var basert på fullfôring gjennom hele forsøket. Merd 2 og 3 var gjenstand for redusert fôrinntak gjennom perioden med weaning 2. Allikevel oppnådde disse merdene numerisk noe høyere SGR med 0,26 % og 0,27 % for henholdsvis merd 2 og 3. Oppnådde veksthastighet i merd 2 og 3 bygger opp under tidligere nevnte mulighet om forekomst av sekundær kompensasjonsvekst etter weaning 2.

Ved slakt oppnådde merd 1 høy biologisk fôrfaktor. Sammenlignet med merd 2 og 3 i forsøket, samt tidligere oppnådde resultater, er det tydelig at denne fisken ble overfôret. Oppnådd fôrfaktor for merd 2 og 3 ligger i øvre sjikt av tidligere oppnådde resultater. Dette fremkom til tross for at det ble fôret appetitt 3-4 uker etter forsøksstart. Det innebar igjen at det ikke var nevneverdig fôr-spill under fôring.

Fisken i dette forsøket, samt i de øvrige forsøk i prosjektet, har vist svært god appetitt. Høy appetitt hos stor torsk i kombinasjon med stor spisekapasitet kan tilsynelatende gjøre måltidsavgrensning mot optimalisering av fôrutnyttelse utfordrende. Det er her funnet indikasjoner på at maksimering av fôrinntak går på bekostning av god fôrutnyttelse i større grad enn ventet. Videre studier av fôringsregime bør også se nærmere på mulig effekt av måltidsavgrensning opp mot optimalisering av fôrutnyttelse.

Ved kombinasjon av best oppnådd tilvekst i dette forsøket (SGR 0,27 %), med lavest realisert fôrfaktor i Tobø 2017 (FCR 1,8), gir dette en utfôringsprosent (SFR) på 0,48 %. Til sammenligning oppnådde merd 3 i dette forsøket en SFR på 0,57 %. Som rettesnor for fôrmengde og fôrstyrke sett opp mot fôrfaktor, anbefales det å holde utfôringsprosenten under 0,50 % etter tørrfôrtilvenning. Dette er gjeldende for tilsvarende fiskestørrelse på tilsvarende temperatur som i dette forsøket. Merk at eksempelvis forhold som sortering underveis i produksjonen med endring av sammensetningen av biomassen, vil ha påvirkning på ovennevnte.

Ved sammenligning av oppnådde resultater for individmerket fisk mot slakteresultater for øvrig fisk/

biomasse i den aktuelle merden, så var alle resultater samsvarende. Eksempelvis var dermed tilvekst og vektendring hos individmerket fisk samsvarende med oppnådd tilvekst og vektendring hos øvrig slaktet fisk/ biomasse i den aktuelle merden.

4.2 Konklusjon

Man har lyktes med å utvikle et fôr som imøtegår villfanget torsk sine krav til palabilitet. Med palabilitet menes egenskaper utover det ordinære knyttet til både optimalisering av konsistens og smakelighet. Vanntilsatt Ultra Marine har hatt en god konsistens tilpasset torskens preferanser. Fôret har evnet å ta opp store mengder vann, samtidig som det beholdt sin naturlige fasong og ikke falt fra hverandre i særlig grad. Videre har en gjennom tilsetning av attraktanter i fôret, i kombinasjon med høyt innhold av marine ingredienser, oppnådd ønsket effekt på fôrinntak og tilvekst.

Vellykket tilvenning til tørrfôr og god tilvekst har vært oppnådd gjennom et fôringsregime der god pellet-spredning og høy grad av pellet-tilgjengelighet har forenklet adgang og tilkomst for fisken. Regimet med daglig innledende fôring i tre uker etterfulgt av fôring tre ganger i uken har vist seg effektivt. Vanntilsetningssystemet fra Seafarm Solutions har fungert godt. Et tørrfôr produsert med tung vektning av smakelighet i kombinasjon med vanntilsetning har vist seg å være en nøkkel for å oppnå god aksept hos villfanget torsk satt i merd. Det er ved bruk av dette fôret ikke nødvendig med sekundær attraktantkilde for ytterligere smakstilsetning før utfôring. Ved fôring av villfanga torsk i november og utover, bør gonadeutvikling følges nøye for å unngå negativ påvirkning på fôringsøkonomien.



Figur 18: Overflateaktivitet i forbindelse med fôring av villfanget torsk med vanntilsatt tørrfôr

Det å kunne levere utenom tradisjonell sesong gir større potensiale for inntjening. Ved salg av torsk på våren 2018 var prisen 33-34 kr/kr (sløyd, hodekappet), mens salgspris i september var 68-69

kr/kg. For høsten 2017 ble torsk (sløyd, hodekappet) solgt til 45- 46 kr/kg mot ca. 29 kr/kg på våren. Den forventede prisforskjellen er et viktig økonomisk insentiv for å langtidslagre og føre lengre. Det å være i posisjon til å levere torsk i august/september/oktober gir en markedsmessig stor fordel (leveringsdyktig utenom sesong) og en gunstig prisøkning. Som nevnt tidligere i rapporten er det også erfart at langtidslagring og god tilvekst løfter deler av fisken en vektklasse til slakt med tilhørende bedre prisoppnåelse.

4.3 Videre anvendelse

I videre arbeid bør det ses nærmere på muligheten for oppnåelse av god aksept for et tørrfôr med lavere inklusjonsgrad av kostbare marine råvarer. Alternative vegetabiliske proteinråvarer kan være aktuelle for å oppnå en reduksjon i reseptkostnad. Fôrresept, i kombinasjon med fôrprosessering og vannopptaksevne, bør videre utredes for mulig tilpasning til høyere energiinnhold uten å påvirke leverstørrelse for mye. Dette kan ventelig øke ytelsen ytterligere i form av forbedret tilvekst og fôrutnyttelse.

Videre adressering av fôringsregime synes også svært aktuelt. Studier av restriktive fôringsperioder for fremming av kompensasjonsvekst bør vektlegges. Likeså bør potensial i måltidsavgrensning for mulig forbedring av fôrutnyttelse utredes nærmere.

Innenfor teknologirelaterte områder vil optimalisering av sortering for effektivisering av produksjon være viktig. Bedre nyttiggjøring av fisken som presterte best, samt minimere tap knyttet til lavere ytende fisk er sentralt. Videre er det behov knyttet til forenkling og effektivisering av utfôring av vanntilsatt fôr. Her kan utfôring i vannstrøm fra vanntilsettingsteknologi til merd være en aktuell vei videre.

5 Oppsummert hovedfunn

Man har lyktes med å utvikle og tilpasse et egnet tørrfôr til villfanget torsk. Det er dokumentert vellykkede fôringsstrategier for å få villfanget torsk til å akseptere og vokse godt på et kommersielt tørrfôr. Omdanning av tørrfôr til mykfôr med høyt vanninnhold var et viktig ledd i dette, og ble utført med egnet system for tilsetting av vann under vakuum. Vanntilsettingssystemet er kommersielt tilgjengelig.

Det overordnede bildet viser samsvarende funn i forsøkene hos Sjøfisk og Tobø. Kortfattet kan dette oppsummeres i følgende kulepunkter:

- God smakelighet og appetitt på føret som genererte en historisk høy tørrfôrtilvenning.
- Meget god tilvekst med effektiv nyttiggjøring av kompensasjonsvekst.
- Gunstig tilvekstmønster med oppnåelse av høyt slakteutbytte.
- Oppnådd fôrfaktor anses som lovende
- God slaktekvalitet
- Indikasjoner på solid oppside knyttet til flere sentrale områder, deriblant fôringsregime

6 Leveranser

10.03.2017 L1: Styringsgruppemøtereferat med status arbeidspakke 1 og 2

10.06.2017 L2: Populærvitenskapelig publisering i fiskeri- og havbrukspresse ved oppstart av prosjektet 10.06.2017

10.06.2017 L3 Styringsgruppemøtereferat

10.09.2017 L4: Statusrapport fôringsforsøk til FHF 10.09.17-Referat fra styringsgruppemøte -Status oppstart fôringsforsøk 2017

10.12.2017 L5: Styringsgruppemøtereferat

10.03.18 L6: Statusrapport og styringsgruppereferat til FHF 2018

-Evaluerer etter første år med fôringsforsøk (faktaark)

-Plan for arbeidspakkene i 2018

10.03.18 L7: Formidlingsstatus -Powerpoint-presentasjon med informative videoillustrasjoner fra fôringsforsøkene-Formidlingsstatus 2017 i Arena Torsk, FHF, BioMar og andre formidlingsarenaer

10.06.18 L8: Styringsgruppemøtereferat

10.09.18 L9: Statusrapport til FHF -Referat fra styringsgruppemøte: Status etter oppstart fôringsforsøk 2018

10.12.18 L10: Styringsgruppemøtereferat

10.04.19 L11: Styringsgruppemøtereferat 1.kvartal

10.04.19 L12: Populærvitenskapelig publisering i fiskeri- og havbrukspresse ved avslutning av prosjektet

10.04.19 L13: Formidlingsstatus: Videoer fra Magy Media for formidling av forsøk og resultater, faktaark, samt oppsummering av formidling i Arena Torsk, FHF, BioMar, fiskeri- og havbrukspresse

10.04.19 L14: Faglig og administrativ sluttrapport til FHF

7 Annet

Det kan ytterligere opplyses om at det ble skrevet en mastergradsoppgave knyttet til prosjektet. Oppgaven ble skrevet av Ragna Gustavsen ved Mat og teknologi-studiet ved NTNU, og hadde tittel: «Effekt av ulikt fôr på utvalgte kvalitetsparametre i torskeloins fra levendelagret atlantisk torsk».

Nofima ved Nasjonalt Kompetansesenter for Fangstbasert akvakultur tok i 2017 ut prøver av fisken for kvalitetsanalyser. Disse resultatene er ikke publisert enda.

Takk til Atle Skutvik, Havbruksstasjonen i Tromsø, for god hjelp og veiledning i forbindelse med forsøksstillatelse.

8 Referanser

Sæther B-S & Bøgevik AS (2017). Rapport Kunnskapsstatus: Fôr til villfanget, levendelagret torsk. Nofima rapport 6/2017. ISBN: 978-82-8296-488-3

Sæther B-S, Bjørn PA, Midling K, Nilsen R, Jacobsen R & Siikavuopio S. (2009). Fangstbasert akvakultur Tilvenning (weaning) av villtorsk til tørrfôr. Nofima Rapport 4/2009. ISBN: 978-82-7251-666-5