

**Rapport for prosjekt:****”Utvikling av fôr til fangstbasert akvakultur - 2006”****(Rapport til Fiskeri og Havbruksnæringens Forskningsfond og Stiftelsen RUBIN)****1. Bakgrunn**

Bakgrunnen for prosjektet er et storskala forsøk som ble gjennomført på Myre i 2005. I dette forsøket ble 19 tonn villfanget torsk fôret med GellyFeed. Råstoffet i fôret besto av avskjær fra hvitfisk og sild. Det var konservert i henhold til en kjemisk teknologi som var dokumentert i tidligere konserveringsforsøk, og det var lagret fra vinterfisket i 2005 og frem til at forsøket ble gjennomført sommer og høst samme år. Dette betegnes i denne rapporten som ”langtidslagring”.

Den villfangede torsken spiste etter hvert meget godt av dette fôret. Inntaket av tørrstoff var vesentlig høyere enn ved normalt fôropptak med tørrfôr. Likevel viste det seg ved forsøkets slutt at fisken ikke hadde vokst som forventet.

Dette sto i sterk kontrast til tidligere vekstforsøk på laks hos Akvaforsk i 2002. Dette forsøket viste 29% raskere vekst enn med tørrfôr og forøvrig meget gode resultater.

For å komme videre med utviklingen av dette fôret etter 2005, var det nødvendig å gjennomføre nærmere undersøkelser for å finne årsaken til den manglende veksten på Myre, deretter å korrigere resepten, og til slutt gjennomføre et nytt forsøk på torsk for å dokumentere at den korrigerte resepten gir vekst på torsk.

Forsøket på Myre i 2005 viste at villfanget torsk hadde stor appetitt på GellyFeed. Siden det har vært vanskelig å få villfanget torsk til å spise tilstrekkelig med tørrfôr, har næringen hatt behov for et alternativ. Dette er bakgrunnen for at FHF's Villfiskfôrum har stimulert til en videreutvikling av GellyFeed.

**2. Plan for forsøket****2.1. Del 1, Minkforsøk**

Planen for forsøket var å starte med fordøyelighetsforsøk på mink. Slike forsøk er standardiserte og metoden gir resultater av høy pålitelighet. Fordøyelighet på mink har forøvrig vist god overensstemmelse med fordøyelighet på fisk.

En serie av minkforsøk var planlagt med forskjellig fôr hvor man varierte:

- dosering av konserveringsmiddel,
- lagringstid ved høy pH og
- råstofftype.

Disse forsøkene hadde som mål å finne hvilke parametere som hadde innvirkning på minkens fordøyelighet. Tradisjonelle konserveringsforsøk hadde ikke vist noen svakheter ved slike variasjoner i dette fôret, men dersom minken likevel reagerte, så kunne dette indikere hva som måtte gjøres med resepten.

## **2.2. Del 2, Vekstforsøk på torsk**

Dette vekstforsøket var nødvendig for å få en bekreftelse på at et fôr som er ”reparert” med hensyn til minkfordøyelighet (jfr. pkt. 3.1), også vil gi normal vekst på torsk. Dette var i utgangspunktet sannsynlig, men likevel ingen selvfølgelighet.

For å undersøke dette, var det nødvendig å benytte samme resept som ble benyttet på Myre, men hvor man endret den parameter i resepten (el. prosessen) som minkforsøket hadde identifisert som utslagsgivende (langtidslagring ved høy pH, jfr. pkt. 3.1). Forsøksfôret var derfor laget av 70% hvitfiskavskjær og 27% sild (resten tangbasert alginatmel).

Dersom korrigert resept eller prosess ville gi normal vekst på torsk, ville dette i tilstrekkelig grad forklare årsaken til den manglende vekst på Myre, og man ville få trygghet for å utvikle GellyFeed videre som vekstfôr til torsk. Dette var hovedhensikten med prosjektet.

I tillegg var det ønskelig å undersøke om laks i fôret gir samme vekstegenskaper som sild. Derfor ble det også produsert forsøksfôr hvor sild var byttet ut med laks.

Vekstforsøket på torsk ble vesentlig forsinket i forhold til den plan som prosjektsøknaden var basert på. Årsaken var at den fisken Akvaforsk kjøpte inn i 2006 for å gjennomføre forsøket, viste seg ikke å være i orden. Man forsøkte i flere måneder å få fisken livskraftig, men ga dette opp i januar 2007.

Forsøket måtte i stedet vente på en ny generasjon torsk som var klekket hos Akvaforsk på Sunndalsøra. Denne fisken var stor nok i april 2007 til at forsøket kunne startes.

## **3. Resultater**

### **3.1. Del 1, Minkforsøk**

Det er gjennomført 17 minkforsøk med forskjellig fôr, dvs. at GellyFeed-teknologien er benyttet for alle fôrene, men produksjonsparametere (lagringstider, doseringer og råstoffvalg) er variert.

Mens laboratoriet i tidligere prosjekter ikke har funnet vesentlige forskjeller i ernæringsverdi, så ga minken helt klar dokumentasjon på at det var betydelige forskjeller på fôrene.

Minken ble i utgangspunktet gitt samme råstoff som GellyFeed ble laget av på Myre i 2005. Råstoffet ble gitt til minken uten at det var behandlet med GellyFeed-teknologi. Fordøyeligheten var meget god både med hensyn til protein og fett. For oppmalt, ubehandlet sild var verdiene henholdsvis 95,9% og 96,8%. Dette var utgangspunktet for å se hvordan gradvis innføring av GellyFeed-teknologien påvirket fordøyeligheten.

Deretter ble råstoffet behandlet ved å tilsette konserveringsmiddel med tilstrekkelig dosering for å hygienisere, og deretter lagre det i 24 timer som er nødvendig holdetid for hygienisering. Deretter ble det gitt til minken. Denne behandling reduserte proteinfordøyeligheten ubetydelig (95,5% fordøyelighet). En høyere dosering tilsvarende det som var benyttet på Myre for langtidslagring ga heller ikke negativ effekt av betydning når holdetiden var 24 timer (95% fordøyelighet).

Ved å forlenge lagringstiden til 14 dager med disse 2 doseringer fikk man en klarere negativ effekt, henholdsvis 92% og 90% for de 2 doseringer (proteinfordøyelighet). Imidlertid er dette fortsatt verdier som er på høyde med et godt fiskemel.

Økes lagringstiden ytterligere synker imidlertid proteinfordøyeligheten videre. Det langtidslagrede fôret som ble benyttet på Myre ble også testet og proteinfordøyeligheten var 70% hvilket indikerer at man har et produkt av meget dårlig kvalitet.

Fordøyeligheten av aminosyrene ble også målt. Fordøyelighet av cystein ble kraftig redusert av lang lagring. Ved den langtidslagrede pastaen var fordøyeligheten redusert helt ned til 2,6%.

Dette viste at langtidslagring av fiskeråstoffet ved høy pH ga et råstoff som ikke er egnet til fiskefôr.

Fordøyeligheten av cystein i råstoff som kun var lagret kort tid for hygienisering, viste ingen reduksjon.

Fordøyelighet av fett ble også målt. Dosering av konserveringsmiddel og langtidslagring av råstoffet førte ikke til vesentlig reduksjon av fordøyelighet. Fordøyeligheten var over 90% selv for det råstoff som var lengst lagret.

Det ble også målt fordøyelighet på ferdig pellet som var nøytralisert i maursyre og gjort syrlig (pH 4,5) (normal produksjonsprosess). Fôr lagret i 3 måneder ble testet. Lagringstiden ved lav pH påvirket ikke fordøyeligheten.

### **Konklusjon:**

1. Fordøyelighet av fett påvirkes ubetydelig av GellyFeed-teknologien.
2. Langtidslagring av fiskeråstoff ved høy pH (11-12) degenererer proteinet slik at råstoffet ikke lenger er egnet til produksjon av fiskefôr.
3. Lagring av fiskeråstoff ved høy pH (11-12) i kort tid for tilstrekkelig hygienisering har ubetydelig innvirkning på fordøyelighet av proteinet.
4. Lagring av fiskeråstoff ved høy pH (11-12) i 14 dager gir en liten reduksjon av fordøyelighet av proteinet, men nivået er fortsatt tilsvarende god melkvalitet.
5. Lagring av ferdig pellet ved lav pH reduserer ikke minkfordøyelighet.

### **Vurdering:**

Minkforsøkene indikerer at manglende vekst under forsøket på Myre i 2005 har sammenheng med at proteinet har blitt degenerert under langtidslagring ved høy pH. Den underliggende årsak til denne degenerering er ikke undersøkt. Hypoteser som har vært reist har vært knyttet til lysinoalanin, rasimysering og maillardprodukter. En undersøkelse av dette krever analyser som ikke har vært mulig å inkludere i dette prosjektet. En har i stedet basert seg på den hypotese at den negative innvirkning på vekst og proteinfordøyelighet har samme årsak, dvs. at fjerner man årsaken til redusert minkfordøyelighet, så fjerner man også årsaken til manglende vekst.

Denne hypotesen etterprøves derfor i det påfølgende vekstforsøk på torsk.

### 3.2. Del 2, Vekstforsøk på torsk

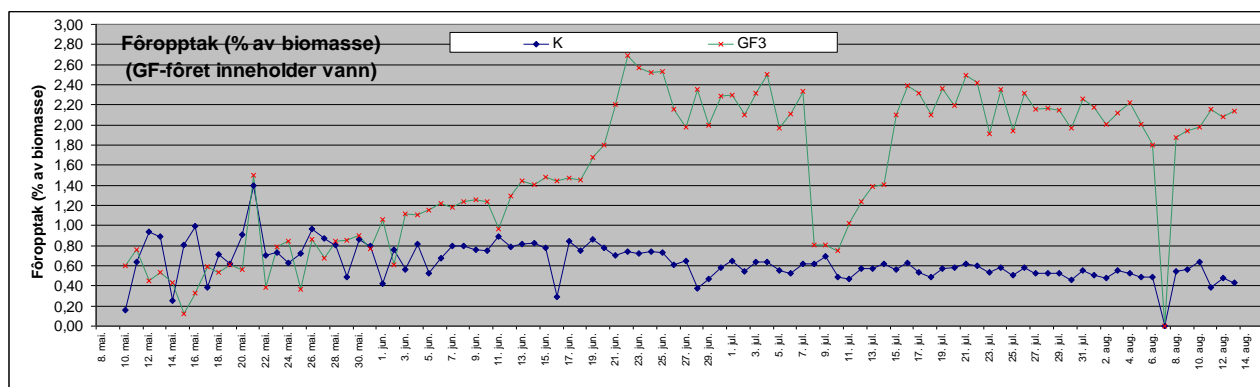
#### 3.2.1. Første forsøk (tilvenning)

Fisken i forsøket hadde utelukkende gått på tørrfôr. Det er en vesentlig forskjell på tørrfôret og GellyFeed. Tørrfôret hadde diameter 4,5 mm og tilsvarende lengde, mens GellyFeed hadde diameter på 8 mm og var lengre enn dette. I tillegg har GellyFeed en annen konsistens og smak. Fisken måtte derfor tilvennes det nye fôret før man kunne foreta noen måling av vekst, etc. Det dreide seg om å lære fisken å spise det nye fôret.

Tilvenningen som startet i slutten av april tok vesentlig lengre tid enn forventet. Tilvenningen skjøt først fart da det ble laget et eget tilvenningsfôr basert på 100% sild som fisken fikk fra 20 juni. Den 8. juli forsøkte man å gå tilbake til forsøksfôrene, men fisken reagerte negativt. Man gikk derfor over til en blanding av de to fôrene (50/50). Den 25 juli gikk man opp til blanding (75/25) og fra den 3. august fikk fisken kun forsøksfôr.

Fisken som fikk tilsvarende fôr som på Myre (GF3) var da tilvent fôret og spiste mer tørrstoff enn tørrfôrfisken.

Diagrammet nedenfor refererer seg til denne fisken. Diagrammet viser fôropptaket i tilvenningsperioden. Akvaforsk er ennå ikke ferdig med å analysere forsøksfôret, derfor er diagrammet nedenfor ikke korrigert for tørrstoff. Det er imidlertid ca. 3 ganger mer tørrstoff i tørrfôret enn i GellyFeed. For å sammenligne kurvene med hensyn til spist tørrstoff må den blå kurven derfor flyttes "ca. 3 ganger høyere opp" fordi GellyFeed inneholder mye vann.



Figur 1: Fôropptak i 1. forsøk (K=tørrfôr, GF3=GellyFeed)

Totalt sett ble tilvenningen så lang at tørrfôrfisken, i august, hadde vokst fra GellyFeed-fisken. I hele perioden fram til 20. juni, dvs. før tilvenningsfôret ble introdusert, var forskjellen i næringsopptak betydelig. Akvaforsk mente at en videreføring av forsøket for å måle og sammenligne vekst i de to gruppene ikke lenger var faglig relevant.

I dette forsøket lærte man mye om tilvenning, men man kom ikke i mål slik som opprinnelig planlagt med måling av vekst og fôrutnyttelse. Det var imidlertid åpenbart at fisken vokste, og at man ikke lenger hadde tilsvarende resultat som på Myre i 2005.

### 3.2.2. Annet forsøk (appetitt og vekst)

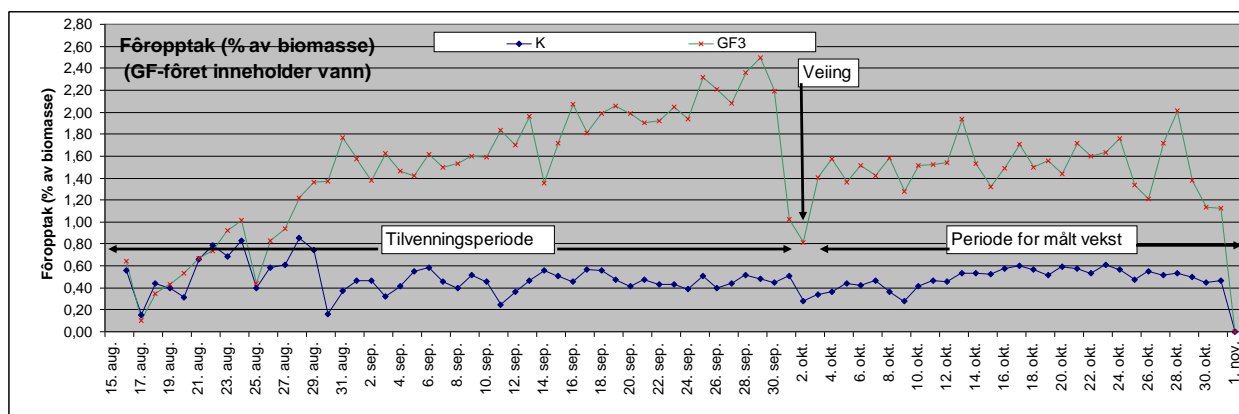
Siden man ikke kom i mål i Forsøk 1, startet man et nytt forsøk med ny tilvenningsprosedyre der man fra første dag benyttet tilvenningsfôret. Da fisken hadde fullt fôropptak med dette fôret, blandet man gradvis inn forsøksfôr inntil fisken gikk på kun forsøksfôr. Dette førte til at tilvenningen gikk vesentlig raskere enn i Forsøk 1.

Den fisken som fikk forsøksfôr tilsvarende det som ble brukt på Myre i 2005 (GF3), hadde etter hvert et fôropptak som var betydelig høyere enn tørrfôrfisken målt i tørrstoff (se kurven nedenfor før 30. september. Kurven viser rå vekt, siden endelige analyser ikke foreligger ennå. For sammenligning kan tørrfôrkurven flyttes ca. 3 ganger opp). Vekstmålingen kunne derfor begynne.

Ved begynnelsen av vekstmålingen (dagen før) falt plutselig appetitten til det halve. Det har ikke vært mulig å finne noen god forklaring på hva årsaken kan være. Appetitten falt momentant. Reaksjonen var lik i alle 3 kar på samme dag.

Disse karene fikk det samme fôret fra den samme tønne i hele denne perioden både før og etter fallet i fôropptak. Det er derfor lite sannsynlig at denne hendelsen var forårsaket av fôret. Det er mer sannsynlig at det har vært en ytre årsak som har redusert fôropptaket.

Appetitten tok seg heller ikke opp igjen til opprinnelig nivå etter veiingen slik som ved forrige veiing den 7. august. Tørrfôrfisken ble ikke berørt på tilsvarende måte og hadde et meget godt fôropptak i den påfølgende vekstperiode.



Figur 2: Fôropptak i 2. forsøk (K=tørrfôr, GF3=GellyFeed)

Den målte veksten i den påfølgende måned (oktober) ble 9% lavere for GellyFeed-fisken enn for tørrfôrfisken (endelig vekstkurve foreligger ennå ikke). Som man ser av kurven, utgjør reduksjonen i fôropptak vesentlig mer enn 9%. Fôropptaket falt fra ca. 2,30% til ca. 1,50%. Dette innebærer at fisken spiste hele 50% mer forut for vekstmålingen enn den gjorde under målingen. Dersom stigningen i fôropptak hadde flatet ut fra 1 oktober og holdt seg på 2,30% under vekstmålingen, ville veksten etter all sannsynlighet vært vesentlig høyere. Dette er en indikasjon på at det kan være mulig å oppnå meget gode vekstresultater med GellyFeed på torsk, som bedre harmonerer med de resultater som man oppnådde på laks hos Akvaforsk i 2002. I dette forsøket vokste laksen 29% raskere enn tørrfôrfisken.

For å undersøke effekten av laks som fettkilde i fôret i stedet for sild, ble det produsert forsøksfôr hvor silda var erstattet med lakseavskjær. Siden lakseavskjær inneholder mer fett enn sild, ble det tilsatt mindre laks, og hvitfiskavskjæret utgjorde derfor en større andel av fôret. Dette forsøksfôret besto av ca. 80% hvitfiskavskjær og 20% lakseavskjær. Torsken viste i forsøket mindre appetitt på dette fôret, og det tok lengre tid å tilvenne fisken. Fôring som ble gjennomført som en forlengelse av forsøk 1, indikerte at appetitten med dette fôret til slutt ble like høy som for GF3, men forsøket er usikkert. Dette bør derfor undersøkes nærmere. Slike undersøkelser bør i så fall gjøres med fôr laget av 100% laks som er avfettet, dvs. grakse og limvann fra prosessanlegg som produserer lakseolje ved lakseslakteriene.

## 4. Konklusjoner

### 4.1. *Primært mål*

Prosjektets primære mål var å finne årsaken til at man fikk ”nullvekst” i forsøket med villfanget torsk på Myre i 2005, og å finne fram til en justering av resepten slik at fôret ble ”reparert”.

Prosjektet har vært vellykket, ved at dette målet er nådd.

Torsken vokser tilnærmet normalt med GellyFeed. Man kan imidlertid ikke lage fôret av råstoff som er langtidslagret ved høy pH (lutkonservert over lengre tid). Ferdigprodusert pellet som har lav pH kan imidlertid lagres. Dette gir normal vekst.

Forsøket har dermed bekreftet at GellyFeed-teknologien er ”reparert” slik at den kan utvikles videre.

### 4.2. *Sekundært mål*

#### *Rask vekst på torsk*

Det var et ønske å dokumentere at torsk vokser raskere med GellyFeed enn med tørrfôr. Det var ønskelig å få en tilsvarende god indikasjon som vekstforsøket på laks hadde gitt i 2002.

Noen pålitelig måling av vekstpotensialet for GellyFeed ble imidlertid ikke oppnådd, pga. forstyrrelser i forsøket.

Forsøket viste, på samme måten som ved forsøket på Myre i 2005, at torsken har meget god appetitt på fôret etter tilvenning. I den påfølgende perioden etter tilvenning, da veksten i forsøket ble målt, ble imidlertid fôropptaket kraftig redusert, sannsynligvis på grunn av ytre påvirkning. Veksten ble målt til 9% lavere for GellyFeed-fisken enn for tørrfôrfisken.

Dersom fôropptaket ikke var blitt forstyrret, ville fisken ha spist 50% mer, og man kunne fått et meget interessant vekstresultat.

Det er derfor grunn til å undersøke vekstpotensialet for GellyFeed nærmere.

#### *Bruk av laks som råstoff*

Innblanding av laks i stedet for sild i fôret reduserte torskens appetitt. Etter lang tilvenning indikerte imidlertid forsøket at appetitten på fôr med laks ble like høy, men forsøket er usikkert.

Forsøket viste imidlertid meget spontan og høy appetitt på sild. Dette kan være nyttig kunnskap når man skal benytte biprodukter fra lakseslakteriene som råstoff til GellyFeed. Man må i alle tilfelle ta ut lakseolje fra råstoffet for å redusere fettinnholdet i torskefôret. Da kan det være lønnsomt å ta ut mest mulig lakseolje og i stedet tilsette noe sildeolje. Dette kan være lønnsomt også fordi lakseolje har oppnådd høyere priser i markedet enn sildeolje. Man får dermed både et billigere fôr og et fôr som gir høy appetitt. Disse forhold bør imidlertid undersøkes nærmere med det aktuelle råstoffet (avfettet laks). Dette råstoff er forskjellig fra forsøksfôret som besto av ferskt lakseavskjær blandet med hvitfiskavskjær.

## 5. **Konsekvenser for kommersialisering**

Den høye pH må hovedsaklig kun benyttes til hygienisering av råstoffet. Siden man ikke kan lagre råstoff fra vinterfisket og fram til sommeren, må man ordne logistikken for råstoff til GellyFeed-produksjon på annen måte.

En nærliggende løsning er å benytte råstoff fra lakseslakteriene. Lakseslakteriene blir stadig større, biproduktmengdene øker, og det er drift 52 uker i året. Dette forenkler logistikken vesentlig i forhold til opprinnelig GellyFeed-konsept. Etter at de nye forskriftene kom som tillater bruk av laks til torskefôr, har man ikke lenger det samme behovet for langtidslagring.

Ved de største lakseslakteriene blir det nå bygget prosessanlegg for utvinning av lakseolje. Denne oljen er meget lønnsom. Restfraksjonen som hovedsaklig består av marint protein, passer til produksjon av GellyFeed. Den gode råstofflogistikk gjør det mulig å produsere og levere GellyFeed på en kontinuerlig, forutsigbar og industriell måte.

Dette er imidlertid et nytt råstoff for GellyFeed. Det forventes derfor at produksjonsprosessen må justeres. I tillegg må den nye resepten optimaliseres og dokumenteres før kommersialisering.

Trondheim, den 8. januar 2008, ØB