



N I F E S  
NASJONALT INSTITUTT  
FOR ERNÆRINGS- OG  
SJØMATFORSKNING

Rapport  
**2016**

## Får oppdrettet stamfisk av rognkjeks riktig fôr?

Kristin Hamre

**Nasjonalt institutt for ernærings- og  
sjømatforskning (NIFES)**

30.03.2010



---

## INNHOLDSFORTEGNELSE

<b>Forord</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>4</b>
<b>English abstract</b> .....	<b>5</b>
<b>Får oppdrettet stamfisk av rognkjeks riktig fôr?</b> .....	<b>6</b>
Bakgrunn .....	6
Metoder .....	7
Resultater.....	7
Diskusjon.....	8
<b>Konklusjon</b> .....	<b>9</b>
<b>Tabeller</b> .....	<b>10</b>
<b>Referanser</b> .....	<b>15</b>

---

## FORORD

---

Dette studiet inngår i prosjektet «Stamfiskhold av rognkjeks», finansiert av Fiskeri og Havbruksnæringens Forskningsfond (FHF-prosjekt nr. 900977) og ledet av Akvaplan NIVA. Takk til Peter Hovgaard, Fjord Forsk Sogn AS, Sogndal, som har levert rogn fra oppdrettet stamfisk av rognkjeks og Thor Arne Hangstad, Akvaplan NIVA, Tromsø, som har levert rogn fra villfisk.

## SAMMENDRAG

---

I dette FHF prosjektet, «Stamfiskhold av rognkjeks», har vi undersøkt mange ulike aspekter ved stamfiskhold, blant annet ernæring. Som en første tilnærming er det gjort en screening av hele ernæringsprofilen i egg fra oppdrettet og vill fisk. Hvis man antar at vill fisk har optimal ernæring, kan man da vurdere om fôret til den oppdrettede stamfisken er riktig sammensatt.

Egg fra oppdrettet rognkjeks (*Cyclopterus lumpus*) hadde høyere tørrstoffinnhold enn egg fra villfisk (hhv 21 og 18%). Proteininnholdet var ikke forskjellig, mens fettinnhold var høyere i egg fra oppdrettsfisk enn i egg fra villfisk. Det var lite glykogen i eggene (0.2-0.4 % av våtvekt). Vitamin C, D, E og K, samt astaxantin var høyere i egg fra oppdrettsfisk enn fra villfisk. Det samme gjaldt alle makromineraler, bortsett fra fosfor og mikromineralene mangan, jern og kopper. Taurin, flere frie aminosyrer og ammonium var også høyere i egg fra oppdrettsfisk enn fra villfisk. Den viktigste forskjellen i fettsyresammensetningen var høyere innhold av n-6 fettsyrer i egg fra oppdrettet rognkjeks. Fôret gitt til oppdrettet fisk inneholdt 58-59% protein og 15-16% fett og hadde generelt høye nivå av mikronæringsstoffer sammenlignet med anbefalinger for fisk i vekstfasen.

I naturen spiser rognkjeks hovedsakelig geleplankton (maneter, 83% av tørrvekt mageinnhold) og krepsdyr. Oppdrettsfôret til stamfisk, men også vanlige vekstfôr til fisk, er mye mer næringsrike enn rognkjeksens naturlige føde og det er dette som gir forskjellen i næringsinnhold i eggene. Vi vet ikke om rognkjeks i dagens oppdrett kan karakteriseres som feilernært, for å få vite det trenger man systematiske tester av hvordan fisken fungerer i forhold til ulik ernæring og dette inngikk ikke i dette prosjektet. Det høye næringsinnholdet i egg fra oppdrettet rognkjeks kan likevel tenkes å påvirke utviklingen tidlig i livsløpet, noe som bestemmer om man får en robust fisk av god kvalitet. Dette kan være med å forklare den høye dødeligheten og utviklingen av katarakt hos rognkjeks.

Dette studiet er ment å danne grunnlag for videre forskning som kan bidra til utvikling av tilpassede fôr til rognkjeks. Foreløpig er det mange spørsmål og få svar, samtidig som man står overfor utfordringer innen fiskevelferd som delvis kan ha sammenheng med ernæring. Videre forskning innen ernæring hos rognkjeks er derfor nødvendig.

## ENGLISH ABSTRACT

---

As part of the FHF project, «Broodstock management of lumpfish», we have screened the nutritional profile in egg from farmed and wild lumpfish (*Cyclopterus lumpus*). Assuming that wild fish has an optimal nutritional status, we can make an evaluation of the nutrient composition of the feed for the farmed fish.

Eggs from farmed lumpfish had higher dry matter than eggs from wild fish (21 and 18%, respectively). The wet weight based protein content was similar, while the lipid level was higher in eggs from farmed fish than in eggs from wild fish. The amount of glycogen was low at 0.2-0.4 % of wet weight. Vitamin C, D, E and astaxanthin, the macrominerals except phosphorus and manganese, copper and iron were also higher in eggs from farmed fish, as was taurine and several free amino acids. The most important difference in fatty acid composition was higher levels of n-6 fatty acids in farmed fish eggs. The diet fed to farmed lumpfish contained 58-59% protein and 15-16% lipid in dry matter and generally high levels of micronutrients relative to recommendations for fish in the grow-out phase.

In the wild, lumpfish mainly eat jellyfish (83% of dry weight stomach contents) and crustaceans. Broodstock diets, but also grow-out feeds for fish in general, are probably much more nutritious than the lumpfish natural diet and this gives the higher nutrient content in the eggs from farmed fish. We do not have documentation to say that farmed lumpfish are exposed to malnutrition, to draw such a conclusion there is a need for controlled experiments where fish performance is measured as a function of different nutrition, which was not a part of the present study. However, the high nutrient content in eggs from farmed fish may affect the embryonic development and determine juvenile quality, and therefore fish performance later in life. Such effects can partly explain the recurrently high mortalities and development of cataract in farmed lumpfish.

The aim of this study is to produce a baseline for the understanding of lumpfish nutrition, which can be a starting point for development of custom feeds. There are many fish welfare challenges in connection to the production and utilization of lumpfish that may be reduced by better nutrition. More research on lumpfish nutrition is therefore needed.

## FÅR OPPDRETTET STAMFISK AV ROGNKJEKS RIKTIG FÔR?

---

*Næringsinnhold i egg fra oppdrettet sammenlignet med vill rognkjeks kan gi en pekepinn på dette.*

### Bakgrunn

Lakselus blir nå vurdert som norsk oppdrettsindustri's største problem, man må ha hyppige avlusninger og lusa har utviklet resistens mot medikamentelle avlusningsmidler. Dette har ført til økt interesse for bruk av rensefisk til å beite ned lusen. Bruk av vill rensefisk har ulike begrensninger, som fare for nedfisking av bestandene og eventuell overføring av sykdommer, noe som åpner for oppdrett av rensefisk. Rognkjeks er den arten som har den enkleste produksjonsbiologien og antallet leverte fisk øker raskt. Den er en ny art i oppdrett med lite kjent biologi og det trengs forskning på mange felt for å kunne utvikle en produksjon som er effektiv og samtidig gir god fiskevelferd. I dette FHF prosjektet, «Stamfiskhold av rognkjeks», har vi undersøkt mange ulike aspekter ved stamfiskhold, blant annet ernæring. Som en første tilnærming er det gjort en screening av hele ernæringsprofilen i egg fra oppdrettet og vill fisk. Hvis man antar at vill fisk har optimal ernæring, kan man da vurdere om fôret til den oppdrettede stamfisken er riktig sammensatt.

I naturen spiser rognkjeks hovedsakelig geleplankton (maneter) og krepsdyr som krill, amfipoder og decapoder (Haugland, 2001). I mageinnholdet til 547 rognkjeks fanget i Norskehavet fra 1995 til 1999 var 83% av tørrvekten fra geleplankton, 11 % fra krepsdyr og 6% ikke identifiserbart. Tørrvekten av glassmanet (*Aurelia aurita*) kan variere fra 3.07-3.91 % av våtvekten (Lucas 1994, sitert av Haugland 2001), mens proteininnhold i tørrvekt målt med «Bicinchoninic Acid (BCA) Protein Assay» (Pierce, Rockford, Illinois, USA) var 16.2% (Haugland 2001). Metoden måler vannløselig protein og vil dermed underestimere proteininnholdet noe. Likevel må geleplankton vurderes som svært næringsfattig. Dette tar rognkjeksens igjen ved å kunne spise maneter tilsvarende sin egen vekt i løpet av ett døgn (Haugland 2001). Krepsdyr er generelt næringsrike og vil tilføre protein, vitaminer og mineraler (Hamre *et al.*, 2013b), som kan kompensere for at hovedbyttedyret er næringsfattig. Analyse av rognkjeksens naturlige byttedyr var ikke en del av dette studiet, men kan med fordel gjøres senere.

## Metoder

Rogn fra 10 oppdrettede fisk og 10 villfisk ble analysert. Den oppdrettede fisken var fra Fjordforsk Sogn AS, Sogndal, levert i september, oktober, desember 2014 og i februar, september, oktober 2015. Første generasjon ble oppdrettet fra befruktede egg-klaser funnet i Sognefjorden ved dykking. Larver og yngel ble holdt i 1x1 m kar, større fisk i 2x2 m kar eller i runde kar med 3 m diameter. Det ble brukt kontinuerlig svakt lys under vekstfasen og kunstig vinter- og vår-lys for å stimulere modning av stamfisken. Temperatur og saltholdighet var hhv 8,5°C og 34 g/L (dypvann fra 100 m). Den minste rognkjeks ble føret med Aquasoft fra Skretting AS. Dette føret var basert på Vitalis Cal som ble knust og blandet med 20-30% vann, hvetegluten for å øke bindingen, samt krill for å øke smakeligheten. Når fisken var stor nok til å ta 9 mm pellets ble den føret med Vitalis Cal. To prøver av mjukføret er analysert. Rognen som ble analysert var ubefruktet, enten gytt i karet eller strøket. Den ble sendt på is med hurtigbåt fra Sogndal til Bergen morgenen etter at den var gytt, fordelt i rør og frosset ved -80°C.

Rogn fra villfisk ble strøket fra fisk fanget med garn mellom Senja og Sommarøy, juni/juli 2015. Fisken ble holdt i kar i 2-10 dager før stryking. Ubefruktet rogn ble frosset inn i flak, lagret ved -80°C og sendt til Bergen på flytende nitrogen. Ved NIFES ble prøvene lagret ved -80°C før analyse.

Næringsstoffer er analysert ved hjelp av akkrediterte metoder ved NIFES, bortsett fra tryptofan og cystein/cystin som ble analysert av NOFIMA, Bergen, for å kunne regne ut Protein /Nitrogen faktor for rognkjeksegg.

## Resultater

### Analyser av egg

Egg fra oppdrettet rognkjeks hadde ca 3 % høyere tørrstoffinnhold enn egg fra villfisk (hhv 21 og 18% Tabell 1a). Proteininnholdet lå på 12-13 %, fettinnholdet på 3-4% og glykogen på 0.2-0.4 % av våtvekt. Protein var ikke signifikant forskjellig i de to gruppene, men lå nominelt 0.6 % høyere i rogn fra oppdrettet fisk sammenlignet med villfisk. Forskjellen for fett og glykogen var henholdsvis ca 0.7 og 0.15%, mens forskjellen i makromineraler utgjorde ca 0.2% (Tabell 1a). Mikromineraler og vitaminer utgjør en mindre andel av tørrvekten. Dette betyr at bare halvparten av forskjellen i tørrvekten er gjort rede for. Videre er 4% av tørrvekten i egg fra oppdrettsfisk og 3 % av tørrvekten i villfiskegg ikke gjort rede for. Proteininnholdet i egg er genetisk bestemt og lar seg vanligvis ikke påvirke av hva fisken spiser. Proteininnhold er en derfor god standardiseringsfaktor og uttrykt på

våtvekt var det likt i egg fra vill og oppdrettet fisk. Derfor blir resultatene i denne rapporten oppgitt på våtvekt.

Fettinnhold uttrykt på våtvekt var høyere i egg fra oppdrettsfisk enn i egg fra villfisk, mens det motsatte var tilfelle for glykogen (Tabell 1a). Av vitaminene ble tiamin, vitamin C, D, E og K, samt astaxantin analysert og alle bortsett fra vitamin D var høyere i egg fra oppdrettsfisk enn fra villfisk. Det samme gjaldt alle makromineraler, bortsett fra fosfor (Ca, Na, K, Mg) og mikromineralene mangan, jern og kobber. Jod, sink og selen var tilstede i like nivå i de to gruppene (Tabell 1a). Taurin, flere frie aminosyrer og ammonium var høyere i egg fra oppdrettsfisk enn fra villfisk. Det samme gjaldt summen av frie aminosyrer og metabolitter (Tabell 1b). Den viktigste forskjellen i fettsyresammensetning (målt som % av totale fettsyrer) var høyere nivå av ARA og sum av n-6 fettsyrer i egg fra oppdrettet fisk, noe som førte til en vesentlig lavere n-3/n-6 ratio. Dette er ventet, fordi man i oppdrettsfôr ofte bruker planteoljer med høyt innhold av n-6 fettsyrer. Omega 3 innholdet var imidlertid høyt i begge gruppene, så forskjellen i ratio er antagelig ikke dramatisk. EPA var lik i de to gruppene mens DHA var noe høyere i villfiskegg enn i egg fra oppdrettet fisk (Tabell 1c).

### Fôranalyser

Fôrene inneholdt 65-69% tørrstoff, 58-59% protein, 15-16% fett og 8-9% stivelse på tørrstoff. Det var generelt svært høye nivå av vitaminer og mineraler, sammenlignet med anbefalinger for fisk i vekstfasen (NRC, 2011). Fôrene hadde gode nivå av n-3 fettsyrer, men inneholdt relativt mye n-6 fettsyrer, særlig 18:2n-6.

## Diskusjon

Det var stor forskjell i næringsinnhold i egg fra oppdrettet og vill rognkjeks, med høyere innhold av tørrstoff og mange av næringsstoffene i egg fra oppdrettet fisk. Dette er antagelig en refleksjon av det fisken spiste, hovedsakelig geleplankton i naturen og et svært næringsrikt fiskemelbasert stamfiskfôr, tilsatt ekstra mikronæringsstoffer i oppdrett. I forhold til rognkjeks, hadde egg fra oppdrettet torsk (upublisert) og berggyllt (Hamre *et al.*, 2013a) lignende innhold av næringsstoffer som egg fra vill fisk. Det er vanskelig å si hva det høye næringsinnholdet i egg har å si for utvikling av fisken videre i livet, men generelt kan både for lite og for mye næringsstoffer være skadelig.

Rognkjeks brukt til avlusning har ofte høy dødelighet. I en rapport fra Veterinærinstituttet (Bornø *et al.*, 2016) er mulige årsaker til denne dødeligheten undersøkt nærmere. I 2015 opplevde man i mer enn 90% av sakene (24 saker, 22 lokaliteter) i en spørreundersøkelse i veterinærtjenestene økt



dødelighet blant rognkjeks i merd, dødelighet på mer enn 50% var rapportert i 35% av sakene og i 26% av tilfellene var dødeligheten knyttet til kvaliteten på fisken. I 6 av 24 leveranser ble fiskens kvalitet karakterisert som svekket allerede før den ble satt i merden, og fisk med høy dødelighet i merden hadde noen ganger hatt høy dødelighet i settefiskfasen. Bornø et al. (2016) knytter dødeligheten på rognkjeks i settefiskfasen hovedsakelig til sykdommer (83%) og til kvalitet på fisken (33%). De peker også på at fôringsregimer og type fôr varierer mye og at man har lite kunnskap på området.

Katarakt har vist seg å være et problem hos oppdrettet rognkjeks. Alvorlighetsgraden øker med fiskens alder, yngel hadde relativt lite katarakt, mens nesten 100% av stamfisken hadde katarakt med en gjennomsnittlig score på 7.3 av 8. Rognkjeks brukt til avlusning hadde en score på <4, mens villfisk lå på 1.13 (Jonassen *et al.*, 2016). Katarakt kan utløses av ulike faktorer, blant annet ernæring. Dette undersøkes nå nærmere.

## KONKLUSJON

---

Oppdrettsfôret til stamfisk, men også vanlige vekstfôr til fisk, er mye mer næringsrikt enn rognkjeksens naturlige føde. Vi vet ikke om rognkjeks i dagens oppdrett kan karakteriseres som feilernært, for å få vite det trenger man systematiske tester av hvordan fisken fungerer i forhold til ulike ernæring. Det høye næringsinnholdet i egg fra oppdrettet rognkjeks kan likevel tenkes å påvirke utviklingen tidlig i livsløpet, noe som bestemmer om man får en robust fisk av god kvalitet. Dette, sammen med bruk av næringsrike fôr til yngel og settefisk, kan være med å forklare den høye dødeligheten og utviklingen av katarakt hos rognkjeks.

Dette studiet er ment å danne grunnlag for videre forskning som kan bidra til utvikling av tilpassede fôr til rognkjeks. Foreløpig er det mange spørsmål og få svar, samtidig som man står overfor utfordringer innen fiskevelferd som delvis kan ha sammenheng med ernæring. Videre forskning innen ernæring hos rognkjeks er derfor nødvendig.

## TABELLER

Tabell 1. Næringsinnhold i egg fra vill og oppdrettet rognkjeks

A. Hovednæringsstoffer, vitaminer og mineraler

	Oppdrett	Vill	<i>p</i>
<b>Hovednæringsstoffer (g/kg våtvekt)</b>			
Tørrstoff	210±30	180±20	0.025
Protein	130±10	120±10	ns
Fett	37±5	30±4	0.025
Glykogen	2.3±0.9	3.7±0.8	0.025
<b>Vitaminer (mg/kg våtvekt)</b>			
Tiamin	2.6±0.4	1.0±0.2	0.001
Vitamin C	21±5	0.6±0.2	0.001
Vitamin-D3	0.04±0.01	0.03±0.01	ns
Vitamin E (α- tokoferol)	82±9	15±6	0.001
Vitamin E (γ- tokoferol)	0.59±0.23	0.27±0.15	0.005
Sum vit K (μg/kg)	2.3±0.6	1.0±0.2	0.001
Astaxantin	0.09±0.05	0.00±0.00	0.001
<b>Makromineraler (g/kg våtvekt)</b>			
Ca	0.26±0.08	0.12±0.01	0.001
Na	2.7±0.8	1.9±0.2	0.025
K	3.4±0.5	2.6±0.2	0.025
Mg	0.36±0.18	0.06±0.02	0.005
P	1.70±0.27	1.41±0.15	ns
<b>Mikromineraler (mg/kg våtvekt)</b>			
Jod	1.1±0.4	1.3±0.4	ns
Mn	0.69±0.17	0.27±0.06	0.001
Fe	8.6±2.8	3.2±0.9	0.005
Cu	0.45±0.10	0.31±0.05	0.025
Zn	15±4	13±2	ns
Se	0.44±0.06	0.44±0.06	ns

\*Protein/N faktor = 5.09

## B. Frie aminosyrer og metabolitter (mg/kg våtvekt)

	Oppdrett	Vill	p
<i>Essensielle aminosyrer</i>			
Arginin	8.5±2.4	8.2±3.0	ns
Histidin	12±3	3.1±1.0	0.001
Methionin	4.2±1.4	3.1±1.3	ns
Isoleucin	3.7±1.2	2.1±1.1	ns
Leucin	12±4	9±3	ns
Phenylalanin	5.2±1.9	3.6±1.3	ns
Lysin	37±14	13±4	0.005
Threonin	12±4	9±3	ns
Valin	9.3±3.2	7.1±2.3	ns
<i>Ikke essensielle aminosyrer</i>			
Aspartat	28±7	19±3	0.025
Serin	10±4	6±1	ns
Glutamat	98±29	48±11	0.001
Glutamin	5.8±2.0	6.3±1.5	ns
Prolin	28±9	18±5	0.025
Glycin	25±7	12±2	0.001
Alanin	24±9	8±2	0.001
Tyrosin	6.6±2.1	4.5±1.6	ns
<i>Andre</i>			
Taurin	660±201	428±61	0.005
Beta-Alalanin	4.0±1.8	3.6±4.4	ns
GABA	11±2	10±1	ns
Ethanolamin	83±19	111±23	ns
Phosfoethanolamin	56±13	24±4	0.001
Urea	107±32	85±34	ns
Ammonium	135±33	95±15	0.025
Sum*	726±133	506±92	0.025

\*Ekskludert taurin, ns; ikke signifikant

## C. Fettsyrer (% av totale fettsyrer)

	Oppdrett	Vill	p
16:0	15.4±0.5	13.7±0.5	0.001
16:1n-7	1.7±0.2	1.3±0.2	0.005
18:0	4.9±0.2	3.9±0.2	0.001
18:1n-11	0.7±0.3	3.2±0.8	0.001
18:1n-9	14.3±1.5	12.9±1.9	ns
18:1n-7	4.6±0.4	3.6±0.8	0.005
18:2n-6	5.6±0.9	1.1±0.2	0.001
20:1n-9	0.8±0.2	2.6±0.6	0.001
20:4n-6 (ARA)	1.8±0.2	0.9±0.1	0.001
20:5n-3 (EPA)	17±2	17±1	ns
22:5n-3 (DPA)	3.1±0.4	1.3±0.2	0.001
22:6n-3 (DHA)	22±2	26±2	0.005
Sum mettet	22±2	20±1	0.001
Sum en-umettet	23±2	27±2	0.005
Sum n-3	43±2	47±1	0.005
Sum n-6	8.2±1.0	2.5±0.2	0.001
Sum flerumettet	52±1	49±1	ns
n-3/n-6	5.4±0.7	19±1	0.001

Tabell 2. Næringsinnhold i fôr til rognkjeks stamfisk (Aquasoft, Skretting). Aquasoft er basert på Vitalis Cal, tilsatt vann, krillmel og hvetegluten.

A. Hovednæringsstoffer, vitaminer og mineraler

	For 1 Skretting mjukfôr	For 2 Skretting mjukfôr	Behov*	
<b>Hovednæringsstoffer (g/kg)</b>				
Tørrstoff på våtvekt	690	650		
Fett på tørrvekt	154	157		
Protein (Nx6.25) på tørrvekt	580	590	30-60	
<b>Vitaminer (mg/kg tørrvekt)</b>				
Astaxantin	31	34		
Tiamin	28	28	1	
Vitamin C	83	39	50	
Vitamin-D3	0,087	0,139	0,006-0,06	
Vitamin E (alfa- tokoferol)	394	369	50	
Vitamin K3	0.0035	0.0030	0,2-2	
<b>Makromineraler (g/kg tørrvekt)</b>				
Ca	22	18	1.1-2.4	(copepoder)
Na	13	11		
K	7,9	6,0		
Mg	2,6	2,3	0.4-0.6	
P	16	12	4.5-6.0	
<b>Mikromineraler (mg/kg tørrvekt)</b>				
Jod	8,3	4,8	0.6-1.1	
Mn	33	40	13	
Fe	465	616	30-150	
Cu	29	18	3-5	
Zn	160	185	20-30	
Se	1,3	1,4	0.25-0.3	

\*Vindu som inkluderer flere fiskearter, i følge NRC 2011. For Ca er det ikke oppgitt behov, her er innholdet i copepoder oppgitt

## B. Aminosyrer

Aminosyrer (mg/g tørrvekt)	For 1 Skretting mjukfor	For 2 Skretting mjukfôr	Behov
HYP	2,8	3,5	4-8
HIS	13,3	15,3	
TAU	4,8	3,5	
SER	23,6	25,2	10-24
ARG	30,8	28,9	
GLY	31,8	30,6	
ASP	46,5	40,9	
GLU	97,0	116,7	5-15
THR	21,1	21,0	
ALA	28,2	26,9	
PRO	31,8	40,6	12-22
LYS	35,0	29,1	
TYR	17,8	20,4	6-16
MET	13,5	13,8	7-15
VAL	26,2	26,5	6-15
ILE	21,4	22,0	8-20
LEU	39,6	41,8	11-23
PHE	24,7	29,1	
Sum	510	536	

## C. Fettsyrer

Fettsyrer (% av totale fettsyrer)	For 1 Skretting mjukfor	For 2 Skretting mjukfôr	Behov
16:0	16,6	17,5	
18:1n-9	12,6	13,1	
18:2n-6	8,2	8,5	
20:4n-6 (ARA)	1,1	1,2	
20:5n-3 (EPA)	12,4	13,1	
22:6n-3 (DHA)	10,1	10,6	10-20
Sum mettet	26,7	27,9	
Sum en-umettet	29,1	25,4	
Sum n-3	28,2	29,9	
Sum n-6	10,2	10,6	
n-3/n-6	2,8	2,8	

## REFERANSER

---

Bornø, G., Alarcon, M., Linaker, M.L., Colquhoun, D., Nilsen, H., Gu, J., Gjerseth, B., Hamsen, H., Thoen, E., Gulle, S. and Jensen, B.B. (2016) Akutt dødelighet hos rognkjeks (*Cyclopterus lumpus*) i 2015, Veterinærinstituttets rapportserie, 2, 2016, pp. 44, Oslo.

Hamre, K., Nordgreen, A., Grotan, E. and Breck, O. (2013a) A holistic approach to development of diets for Ballan wrasse (*Labrus berggylta*) - a new species in aquaculture. *PeerJ*, **1**.

Hamre, K., Yufera, M., Ronnestad, I., Boglione, C., Conceicao, L.E.C. and Izquierdo, M. (2013b) Fish larval nutrition and feed formulation: knowledge gaps and bottlenecks for advances in larval rearing. *Reviews in Aquaculture*, **5**, S26-S58.

Haugland, M. (2001) Rognkjeksens (*Cyclopterus lumpus* L) næringsøkologi i oppvekstområdene i Norskehavet – med spesiell vekt på geleplankton. **Avhandling for graden Candidatus scientarum**. Institutt for Fiskeri og Marinbiologi, Universitetet i Bergen, Bergen, pp. 67.

Jonassen, T.M., Hamadi, M. and Imsland, A.K. (2016) Kartlegging av katarakt hos rognkjeks i oppdrett, Aqua Kompetanse og Akvaplan NIVA, pp. 38.

NRC (2011) *Nutrient requirements of fish and shrimp*, The National Academic Press, Washington D.C.