

## **Biprodukter fra kongekrabbe (*Paralithodes Camtschaticus*)**

Even Stenberg, Sten Ivar Siikavuopio, Asbjørn Gildberg, Harald Mundheim og Ronny Jakobsen





Nofima er et næringsrettet forskningsinstitutt som driver forskning og utvikling for akvakulturnæringen, fiskerinæringen og matindustrien.

Nofima har om lag 470 ansatte. Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på seks ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra, Averøy og Tromsø.

Hovedkontor Tromsø  
Muninbakken 9–13  
Postboks 6122  
NO-9291 Tromsø  
Tlf.: 77 62 90 00  
Faks: 77 62 91 00  
E-post: [nofima@nofima.no](mailto:nofima@nofima.no)

Internett: [www.nofima.no](http://www.nofima.no)

# Rapport

 ISBN: 978-82-7251-955-0 (trykt)  
 ISBN: 978-82-7251-956-7 (pdf)

 Rapportnr:  
 5/2012

 Tilgjengelighet:  
**Åpen**

<b>Tittel:</b> <b>Biprodukter fra kongekrabbe (<i>Paralithodes Camtschaticus</i>)</b>	<b>Dato:</b> 7. februar 2012
<b>Forfatter(e)</b> Even Stenberg, Sten Ivar Siikavuopio, Asbjørn Gildberg, Harald Mundheim og Ronny Jakobsen	<b>Antall sider og bilag:</b> 24 + vedlegg
<b>Oppdragsgiver:</b> Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond	<b>Prosjektnr.:</b> 21157
<b>Tre stikkord:</b> Kongekrabbe, biprodukter, krabbemel	<b>Oppdragsgivers ref.:</b> FHF #900567
<b>Sammendrag:</b> <p>Årlig fangst av kongekrabbe i Finnmark fylke har økt fra 50 tonn i 2004 til 1.906 tonn i 2011. I 2011 ble det eksportert ca. 5 % (ca. 95 tonn) levende krabbe til markedet. De resterende 95 % (ca. 1800 tonn) av krabbene blir prosessert ved mottaksanlegg i Finnmark og solgt frossent til markedet. Restråstoff utgjør ca. 32 % av kongekrabben og dette bidrar til betydelig mengde biprodukter (ca. 700 tonn) som skal håndteres på en miljømessig forsvarlig måte. Hovedmålet med prosjektet var å fremskaffe kunnskap som kan bidra til å avgjøre om det kan etableres en bærekraftig næringsvirksomhet basert på biprodukter fra kongekrabbe. Kunnskapen skal bidra til å løse et avfallsproblem, samtidig som mulighetene for et inntektsbidrag basert på videreforedling avklares. Prosjektet omfatter følgende delmål; 1) Produksjon og anvendelse av krabbemel; 2) Vurdere kongekrabbeskallets egnethet til produksjon av kitin og som ingrediens i fôr til laks og hummer; 3) Anvendelse av krabbehaler og krabbegjeller til humant konsum.</p> <p>I prosjektperioden er det utviklet en enkel og funksjonell prosess for produksjon av krabbemel basert på restråstoff fra krabbenæringa. Vi har vist at tilførsel av krabbemel i fôr til laks kan gi en positiv effekt på vekst hos smoltifisert laks. Videre har krabbemel vist seg å være et egnet næringsmiddel i startfôr til hummer. Nivået av kitin i restråstoff fra kongekrabber er analysert og funnet til å være høyt og en egnet kilde for produksjon av kitin. Både krabbehaler og fiskesaus fra kongekrabbegjeller har et potensial som nisjeprodukter.</p>	

## **Forord**

Prosjektet er et FHF prosjekt. Prosjektgruppa vil rette en stor takk til FHF koordinator Kristian Prytz med konstruktive innspill. Videre rettes det en stor takk til Norsk hummer AS, Capefish group AS og Norway Kingcrab AS i Bugøynes for profesjonelle leveranser av forsøksresultater, forsøksdyr og restråstoff til prosjektet.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning og målsetting</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Materialer og metoder</b> .....	<b>3</b>
2.1	Produksjon og anvendelse av krabbemel .....	3
2.1.1	Analysen.....	4
2.1.2	Beregninger av protein- og kitininnhold i kongekrabbemel.....	5
2.2	Utnyttelse av kongekrabbehaler.....	6
2.2.1	Sensorisk analyse .....	6
2.3	Kongekrabbeskall til produksjon av kitin .....	6
2.4	Utnyttelse av krabbemel i tørrfôr til laks .....	7
2.5	Utnyttelse av krabbemel i startfôr til hummer.....	8
<b>3</b>	<b>Resultater</b> .....	<b>9</b>
3.1	Produksjon og anvendelse av krabbemel .....	9
3.1.1	Vacuumtørkeprosessen.....	9
3.1.2	Analysen av kongekrabbemel .....	10
3.2	Utnyttelse av krabbehaler (buklapp) .....	13
3.2.1	Kokebetingelsenes betydning på utbytte.....	14
3.2.2	Sensorisk vurdering av krabbehaler .....	14
3.3	Krabbemel i tørrfôr til laks og hummer .....	16
3.3.1	Laks .....	16
3.3.2	Hummerforsøk.....	18
<b>4</b>	<b>Fiskesaus fra kongekrabbegjeller</b> .....	<b>19</b>
4.1	Innledning.....	19
4.2	Materialer og metoder .....	19
4.3	Resultater og diskusjon.....	20
4.4	Sammendrag.....	22
<b>5</b>	<b>Sammendrag</b> .....	<b>23</b>
<b>6</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>24</b>
<b>7</b>	<b>Vedlegg</b> .....	<b>1</b>
7.1	Sensoriske egenskaper brukt i vurdering av kongekrabbehaler .....	1
7.2	Sensorisk vurdering av kongekrabbehaler .....	2
7.3	Temperaturprofilen gjennom hele lakseforsøket.....	3
7.4	Fôr sammensetning til de to ulike lagesfôrene benyttet i prosjektet.....	4
7.5	Startfôr til hummer.....	5

# 1 Innledning og målsetting

Årlig fangst av kongekrabbe i Finnmark fylke har økt fra 50 tonn i 2004 til 1.906 tonn i 2011. Av dette ble ca. 5 % (ca. 95 tonn) av krabbene sendt levende til markedet. De resterende 95 % (ca. 1800 tonn) av krabbene blir prosessert ved mottaksanlegg i Finnmark og solgt frossent til markedet. Restråstoff utgjør ca. 32 % av kongekrabben og dette bidrar til en betydelig mengde biprodukter som skal håndteres på en miljømessig forsvarlig måte. I tillegg til dette restråstoffet fra konsumkrabbe, kommer også fangst av undermålskrabbe som skjer under destruksjonsfiske og som ikke anvendes til konsum. Å gi et eksakt tall på forventet restråstoff fra krabbenæringa i årene som kommer er vanskelig. Det henger samme med stor usikkerhet knyttet til bestandsutviklingen og fremtidig omfang av destruksjonsfiske. Videre er det en økende tendens til salg av levende krabber til markedet, noe som kan bidra til en redusert mengde restråstoff. Hartmark Consulting AS (Bredo Mehlin, 2010) estimerer restråstoffet fra kongekrabbe til ca. 1000 tonn våtvekt per år. Manglende mottaksstasjoner for videre håndtering av biproduktene medfører at det gis tillatelse til deponering, enten til lands eller til sjøs. Bedrifter påføres logistikk- og håndteringskostnader i form av frysekostnader og fraktkostnader med bil eller båt. Situasjonen kan sammenlignes med situasjonen i rekenæringen for 25-30 år siden. Rekenæringen hadde da tillatelse til deponering av rekeskall. I dag selger næringen alt rekeskall fra industriell pilling av reker til mottak som produserer skallmel eller kitin. Det gis i dag ingen tillatelse til deponering av rekeskall.

Det er gjort forsøk med prosessering, konservering og produktbeskrivelser av kongekrabberogn (Fred Martin Langøy, Polar Berlevåg Kongekrabbe AS; Wenche Emblem Larsen, Møreforsking). Det er videre gjennomført forsøk for å produsere krabbemel fra biproduktene (Siikavuopio et al., 2011). Resultatene ble rapportert som positive, men det ble anbefalt ytterligere forbedringer av det tekniske utstyret som ble anvendt. Krabbemelet hadde som forventet et høyt innhold av mineraler, men inneholdt lavere verdier av cadmium (Cd), kvikksølv (Hg) og bly (Pb) enn EU's grenseverdier for tungmetaller i fôrmel med maksimum 12 % vann.

Hovedmålet med dette prosjektet var å fremskaffe kunnskap som skal bidra til å avgjøre om det kan etableres en bærekraftig næringsvirksomhet basert på biprodukter fra kongekrabbe. Virksomheten skal baseres på produksjon av krabbemel fra biprodukter, eller at biproduktkomponenter sorteres ut til spesialprodukter før den resterende del anvendes til melproduksjon. Kunnskapen skal bidra til å løse et avfallsproblem, samtidig som mulighetene for et inntektsbidrag basert på videreforedling avklares.

Prosjektet omfatter følgende delmål:

- Evaluere produksjon og anvendelse av krabbemel
- Evaluere krabbeskall til produksjon av kitin
- Vurdere utnyttelse av krabbehale som spesialprodukt til konsum
- Vurdere utnyttelse av gjeller til skalldyrsaus (tilsvarende fiskesaus).

Med biprodukter menes skall og buklapp med inneholdende bløtdeler (inkludert rogn og gjeller) som fremkommer etter prosessering av kongekrabbe. Med biprodukter menes også småfallen krabbe fra desimeringsfiske som ikke kan anvendes til konsum.

## 2 Materialer og metoder

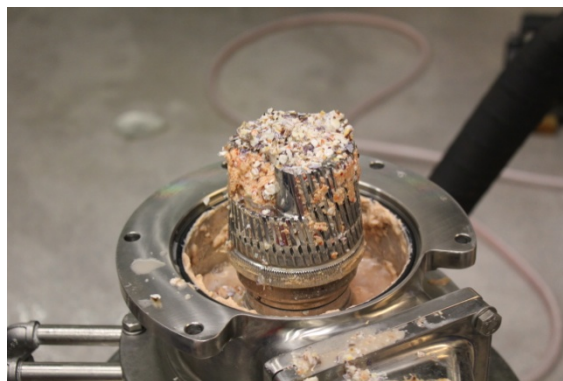
### 2.1 Produksjon og anvendelse av krabbemel

To blokker (ca 60 kg totalt) frosne biprodukter av kongekrabbe fra Capefish Group AS i Honningsvåg ble grovmalt i en førkvern av type Asmico (Bilde 1)



*Bilde 1 Biprodukter av kongekrabbe males opp i en førkvern.*

34 kg oppmalt materiale ble samlet opp, og deler av massen ble forsøkt finmalt til pasta i en våtmølle av type Romaco (Bilde 2) Gjenværende skallrester gjorde at møllen ikke kunne anvendes med de knivene som var tilgjengelige, og det ble valgt å gå videre med massen slik den var.



*Bilde 2 Møllehuset i våtmøllen helt tettet av krabbeskalrester.*

Det oppmalte prøvematerialet ble tørket 5 timer i en Hosokawa vacuumtørke (Bilde 3) med et trykk på 50 mBar.





Bilde 3 *Hosokawa vacuumtørke.*

Ved avsluttet tørking hadde massen en temperatur på ca 40 °C. For hver time i tørken ble avdampet vann samlet opp og veid og dette dannet grunnlag for å beregne tørrstoffinnhold i massen.

Etter endt vacuumtørking ble en del av det resulterende pulveret malt i en Retsch ZM 200 pulverbølle. Pulveret ble lagret ved -40 °C og analysert for innhold av vann, aske, fett og Kjeldahl nitrogen. Pulveret ble også analysert for tungmetallene arsen (As), cadmium (Cd), kvikksølv (Hg) og bly (Pb).

### **2.1.1 Analyser**

Tørrstoff (TS) ble bestemt etter tørking ved 105 °C til konstant vekt, og aske etter forbrenning ved 550 °C. Totalt nitrogen er angitt etter Kjeldahls prosedyre, og protein ble estimert etter to forskjellige metoder:

- a. aminosyreinnhold
- b. Kjeldahl nitrogen korrigert for nitrogeninnhold i kitin

Analyse av aminosyreinnhold ble utført av Nofima BioLab ved bruk av HPLC. Prøven ble hydrolysert i 6N HCl i 24 timer ved 110 °C før derivatisering med PicoTag.

Innholdet av kitin ble beregnet som differanse mellom 100 % av prøvematerialet og vann, fett, protein og aske, eller ved analyse. Analysen omfattet demineralisering og deproteinisering av krabbemel etter en metode angitt nedenfor.

Analyser av arsen, cadmium, kvikksølv og bly ble gjennomført av ALS Laboratory Group Norway AS med EPA metoder 200.7 og 200.8 (modifisert); oppslutning med salpetersyre og H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>.

## **2.1.2 Beregninger av protein- og kitininnhold i kongekrabbemel**

### **Kitin- og proteininnhold beregnet fra totalt aminosyreinnhold**

Krabbemelet ble analysert for totalt aminosyreinnhold angitt som gram/100 gram mel (%) etter en metode beskrevet ovenfor. Alle frie aminosyrer oppstår ved total oppsplittelse av protein, og tar opp et molekyl vann pr aminosyrekobling som brytes. Dette betyr at vekten av protein i melet utgjør anslagsvis 86,5 % av målt aminosyreinnhold. Beregningene må betraktes som et estimat på grunn av feilkilder.

Innholdet av kitin i melet beregnes som 100 % - (% vann + % fett + % protein + % aske).

### **Kitin- og proteininnhold beregnet fra Kjeldahl nitrogen**

Krabbemelet ble analysert for innholdet av nitrogen (N) etter Kjeldahls metode. Innholdet av N utgjør 1/6,25 av totalt protein i melet dersom melet ikke inneholder andre betydelige N-kilder. Mel fra krepsdyr inneholder imidlertid også nitrogen fra kitin. Innholdet av N utgjør 1/15,4 av totalt kitin. Protein og kitin kan dermed beregnes ut fra følgende formler:

$$N_p(\text{fra prot}) + N_k(\text{fra kitin}) = \text{totalt Kjeldahl N}$$

og

$$N_p \times 6,25 + N_k \times 15,4 = 100 \% - (\% \text{vann} + \% \text{fett} + \% \text{aske})$$

Innholdet av protein ( $N_p \times 6,25$ ) og innholdet av kitin ( $N_k \times 15,4$ ) beregnes ved å løse likningene når totalt Kjeldahl N, % vann, % fett og % aske er kjent.

### **Kitininnhold bestemt ved kjemisk ekstraksjon**

Innholdet av kitin ble bestemt etter demineralisering og deproteinisering av krabbemel. Krabbemel (15 gram) ble ekstrahert under røring med 160 ml 4 % saltsyre (HCl) over natten ved romtemperatur. Blandingen ble sentrifugert og væskefasen dekantert. Bunnfallet ble vasket med 5 x 160 ml kaldt vann til nøytralitet, og deretter tilsatt 140 ml 5 % natronlut (NaOH) under røring. Blandingen ble holdt på 80 °C i 1 time, sentrifugert, og vasket med 5 x 160 ml kaldt vann. Bunnfallet ble tilsatt 160 ml 2 % saltsyre (HCl) under røring i 3 timer ved romtemperatur. Det ble deretter sentrifugert og vasket med 5 x 160 ml vann til nøytralitet. Det gjenværende kitinet ble tørket ved 105 °C til konstant vekt, og utbytte av kitin beregnet.

Det ble kjørt fire parallelle målinger.

## **2.2 Utnyttelse av kongekrabbehaler**

25 krabber fra Bugøynes Kongekrabbe ble avlivet, rensset og veid. For disse krabbene ble det beregnet sammensetning i % i forhold til totalvekt mtp: cluster, skall, gjeller, buk haler, tarm og blodvann.

Halene ble pillet/ rensset før koking.

Clusterene og halene ble kodet og kokt i 90 °C i henholdsvis 20 og 10 minutter i et 200 l kokekar av typen "Ingvald" fra Ingvald Christensen AS.

Halvparten av halene og clusterene ble fryst direkte mens resten ble lagt på kjøling.

Halene ble så sammenlignet sensorisk med krabbelegger (kontrollgruppe) ved Nofimas sensorikklab i Tromsø. Viser til vedlegg for egenskaper brukt i sensorisk vurdering (Vedlegg 7.1)

### **2.2.1 Sensorisk analyse**

#### **Framgangsmåte sensorikk**

Råstoff fra 3 produkter ble brukt i forsøket:

- Kontroll, kjøtt fra legg
- Hvitt merke, ferske haler
- Blått merke, frosne haler

Råstoffet ble tint over natt i kjøleskap (+ 5 °C). Dagen før analyse ble kjøttet i leggene tatt ut og biter, skåret i to på langs, og cirka 2-3 centimeter ble lagt i et plastikkbeger med lokk. Krabbehalene ble delt i to og en av disse ble lagt i et plastikkbeger med lokk. Disse ble videre lagret i kjøleskap (+ 5 °C) over natt og satt frem i romtemperatur en halv time for analyse.

#### **Statistiske metoder for sensorikk**

De sensoriske resultatene ble analysert ved hjelp av variansanalyse (ANOVA). ANOVA tester om det er signifikante forskjeller mellom gruppene, for hver av de sensoriske egenskapene. For å finne ut hvilke grupper som var forskjellige fra hverandre ble det benyttet Tukey's test for multiple sammenligninger. Signifikansnivå var satt til 5 % nivå (p-verdi 0,05). Resultatene er oppsummert ved hjelp av middelverditabeller og radardiagrammer.

## **2.3 Kongekrabbeskall til produksjon av kitin**

Kitin ble produsert fra kongekrabbemel i tre trinn gjennomført i følgende rekkefølge:

- Første demineralisering. Mineraler ble vasket ut av melet med 4 % saltsyre over natten ved romtemperatur.
- Deproteinisering. Protein ble hydrolysert og vasket ut fra det demineraliserte melet ved behandling med 5 % natronlut ved 80 °C i en time.

- Andre demineralisering. Gjenværende mineraler ble vasket ut fra det resulterende kitin fra forrige trinn med 2 % saltsyre i 3 timer ved romtemperatur.

Ferdig kitin ble tørket ved 105 °C og ga et lyst/hvitt produkt. Utbyttet fra mel korrigert for vanninnhold var totalt 37,9 %. Dette er i størrelsesorden sammenlignbart med de mengder kitin som ble beregnet fra Kjeldahl nitrogen, og etter beregning ut fra innholdet av protein, fett og aske. Innholdet av kitin i krabbeskall er høyt sammenlignet med innholdet av kitin i rekeskall (ca 22 %).

## 2.4 Utnyttelse av krabbemel i tørrfôr til laks

### *Material og metode*

Forsøket ble gjennomført ved Havbruksstasjon i Tromsø, med oppstart den 20. september 2011 og slutt 21. desember 2011. I forsøksoppsettet ble det benyttet til sammen 300 laksesmolt (*Salmon salar* L.) med en gjennomsnittsstørrelse på 115 gram ved forsøksstart. Fisken (n= 50 fisk per kar) ble tilfeldig fordelt på 6 runde kar med et vannvolum på 0,7 m<sup>3</sup>.

Samtlige fisker ble individmerket ved forsøksstart ved bruk av PIT-tag. Ved merking ble fisken bedøvd i 50 ppm benzocaine (Ethyl P- amino- benzoate; stamløsning 4 gram benzocaine til 100 ml etanol. Anestesibad; 10 ml. stamløsning til 10 L vann). Gjennomsnittstemperaturen i forsøksperioden vart på 8,2 °C (± 0,6 S.D.) (vedlegg 7.3) Fisken gikk på konstant lys i hele forsøksperioden. Vannmengden (sjøvann 34 ‰) i forsøkskarene ble satt til 40 L/min pr. kar. Oksygennivået ble logget og justert gjennom hele forsøket ved bruk av oksygenmåler og holdt på nivå på over 80 % metning gjennom hele forsøksperioden i samtlige kar. Fisken ble fôret med to ernæringsmessige identiske tørrfôr (4,5 mm) med og uten tilsatt 2 % kongekrabbemel (Tabell 1 og vedlegg 7.4). Fôrene ble produsert ved Nofima sitt anlegg på Tittlestad i Bergen. Fisken fikk fôr i overskudd med utgangspunkt i forventet tilvekst etter vekst tabell for laks. For nærmeres beskrivelse av metoden som ble benyttet for fôroppsamling se Bendiksen et al., 2002.

Tabell 1 *Kjemiske sammensetning i % og energiinnhold (MJ/kg) to tørrfôr med (Fôr B) og uten kongekrabbemel (Fôr A).*

Innhold	Fôr A	Fôr B
	Uten kongekrabbemel	Med kongekrabbemel (2%)
Protein	41,6	41,7
Fett	27,96	27,94
Karbohydrater	16,8	16,2
Aske	8,0	8,6
Vann	6,2	6,1
Energi (MJ/kg)	23,9	23,8

## Vekst

Den absolutte tilvekst er beregnet i gram vektøkning per fisk over en gitt måleperiode. Spesifikk vekstrate (SGR) angir prosentvis tilvekst, i forhold til kroppsvekten, per døgn i en gitt tidsperiode og kan uttrykkes ved følgende formel:

$$\text{SGR} = ((\ln v_t - \ln v_{t_0}) / d)$$

der  $\ln v_t$  og  $\ln v_{t_0}$  er den naturlige logaritmen til kroppsvekten ved henholdsvis tid  $t$  og  $t_0$  (utgangsvekt), og  $d$  er antall døgn mellom de to tidspunktene.

## Kondisjonsfaktor

Ved isometrisk vekst øker vekten til et legeme med 3 i forhold til lengdeøkningen. For å kunne studere den relative endringen i fiskens kroppsvekt relatert til lengde over tid, kan man benytte kondisjonsfaktor (K-faktor) beregnet etter formelen:

$$\text{K-faktor} = (V/L^3) * 100$$

der  $V$  er fiskens kroppsvekt (g) og  $L$  er lengde (cm).

## 2.5 Utnyttelse av krabbemel i startfôr til hummer

Målet med forsøket var å teste ut to ulike startfôringsdietter (diett A og B) betydning for vekst, overlevelse, helse og pigmentering hos juvenil hummer (*Haomarus gammarus*, L.). hummerne ble fôret med to ernæringsmessige identiske tørrfôr (1,2 mm) med ulike skaldyrmelkilder. Diett A inneholdt 5 % rekemel og var et startfôr som tidligere er utviklet av Nofima for hummer. I diett B var rekemelet erstattet med kongekrabbemel (Tabell 2). Forsøkene ble gjennomført hos Norsk hummer AS på Tjeldbergodden. Det ble gjennomført fôringsforsøk på to størrelsesgrupper av hummer (yngel stadium IV og et års gamle yngel) på to forskjellige temperaturer (10,2 °C og 16.7 °C) med en varighet på 82 dager. En mer detaljert beskrivelse av selve forsøksoppsettet er gitt av Norsk hummer AS i vedlegg 7.5.

Tabell 2 *Kjemiske sammensetning i % og energiinnhold (MJ/kg) i to tørrfôr til hummer. Fôr A har 5 % rekemel. I fôr B er rekemel erstattet med 5 % kongekrabbemel.*

Innhold	Fôr A Rekemel (5%)	Fôr B Kongekrabbemel (5%)
Protein	53,1	53
Fett	15,3	15,3
Karbohydrater	12,6	12
Aske	12,3	12,9
Vann	7,4	7,4
Energi (MJ/kg)	20,9	20,8

### 3 Resultater

#### 3.1 Produksjon og anvendelse av krabbemel

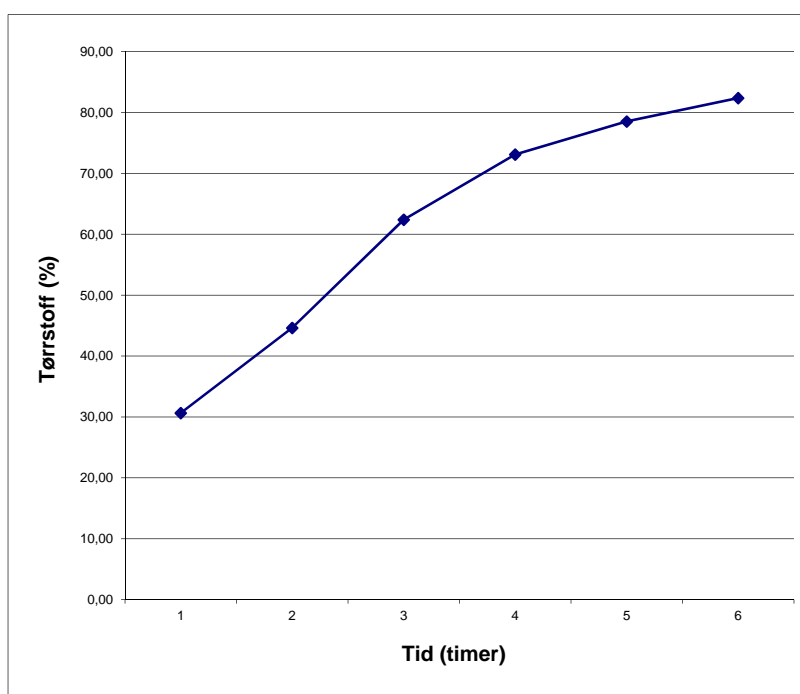
##### 3.1.1 Vacuumtørkeprosessen

34 kg frosne biprodukter fra kongekrabbe ble kjørt i fôrkverna, og det oppmalte materialet ble vacuumtørket. Vann ble tappet av hver time og tørkingen foregikk i 6 timer ved en temperatur på 40 °C (Tabell 3).

Tabell 3 Data fra vacuumtørkeprosessen. Viser vektutviklingen for prøvematerialet, hvor mye vann som ble tappet ut og tilbakeberegnet tørrstoffinnhold.

Tid (t)	Kg prøve	Avtappet vann	Tørrstoff (%)
0	34,0		
1	23,35	10,7	30,65
2	26,7	6,7	44,63
3	24,3	2,5	62,4
4	13,27	1,0	73,1
5	12,65	0,6	78,5
6	6,0	0,5	82,37

Etter endt vacuumtørking gikk vi videre med 6 kg pulver som ble møllet i en pulvermølle. Det ferdige melet ble satt til lagring på -40 °C og prøver av melet ble analysert.



Figur 3 Tørkeprosessen i Hosokawa vacuumtørker fremstilt som forhold mellom tid og % tørrstoff i prøven.

### 3.1.2 Analyser av kongekrabbemel

Fra analysene ble det funnet følgende sammensetninger i 3 forskjellige mel produsert fra kongekrabbeprodukter. Produksjonsprosessen for mel fra Arctic InnoMar er ukjent. Nofima har produsert mel fra samfengte kongekrabbeprodukter, og BioPrawns har produsert mel fra krabbeskall. Andel protein og kitin ble beregnet fra henholdsvis aminosyre-sammensetningen (tabell 4), Kjeldahls metode for beregning av N (tabell 5) og analyse av kitin ved demineralisering og deproteinisering (Tabell 6).

*Tabell 4 Innholdet av protein er her beregnet fra aminosyreinnhold. Kitin er beregnet som differansen mellom 100 % og innholdet av protein, aske og fett. Verdiene er korrigert for vanninnhold dvs. 100 % tørrstoff.*

	Fett (%)	Protein (%) ber fra AA	Aske (%)	Kitin (%) ber som diff
Arctic InnoMar	11,4	34,4	24,3	29,9
Nofima	6,3	33,6	24,9	35,2
BioPrawns	4,7	22,5	31,0	41,7

*Tabell 5 Innholdet av protein er beregnet fra Kjeldahl-måling av N. Kitin er beregnet som differansen mellom 100 % og innholdet av protein, aske og fett. Verdiene er korrigert for vanninnhold dvs. 100 % tørrstoff.*

	Fett (%)	Protein (%) ber fra Kjeldahl N	Aske (%)	Kitin (%) ber fra Kjeldahl N
Arctic InnoMar	11,4	42,0	24,3	22,0
Nofima	6,3	32,0	24,9	36,7
BioPrawns	4,7	19,0	31,0	45,3

*Tabell 6 Innholdet av kitin er analysert etter demineralisering og deproteinisering av krabbemel. Innholdet av protein er her beregnet som differansen mellom 100 % og fett, aske og kitin. Verdiene er korrigert for vanninnhold dvs. 100 % tørrstoff.*

Kitin målt etter demineralisering og deproteinisering				
	Fett (%)	Protein (%); Diff fra 100 %	Aske (%)	Kitin (%)
Nofima	6,3	30,9	24,9	37,9

For mel produsert av Nofima fra samfengte biprodukter fra kongekrabbe viser analyser med tre forskjellige metoder et innhold av protein som varierer fra 30,9 % til 33,6 %, og et innhold av kitin som varierer fra 35,2 % til 37,9 %. I mel produsert av BioPrawns fra krabbeskall viser resultatene et noe høyere innhold av kitin (41,7 % - 45,3 %) og et lavere innhold av protein (19,0 % - 22,5 %). Innholdet av aske (mineraler) er høyere i skallmel (31,0 %), og innholdet av fett er lavere (4,7 %). Dette er i overensstemmelse med hva man kan forvente å finne av forskjeller mellom mel produsert fra samfengte biprodukter og mel produsert fra utelukkende krabbeskall.

Innholdet av aminosyrer i mel fra samfengte kongekrabbebiprodukter produsert av Nofima er gjengitt i tabell 7.

*Tabell 7 Tabellen viser innholdet av aminosyrer i mel produsert fra samfengte biprodukter fra kongekrabbe (Nofima).*

<b>Prøvenummer BioLab</b>		<b>2011-04347-01</b>
<b>Kundens merking</b>		<b>16/9-2011</b>
Asparginsyre	Gram/100G prøve	2,98
Glutaminsyre	Gram/100G prøve	4,45
Gydroksyprolin	Gram/100G prøve	0,07
Serin	Gram/100G prøve	1,84
Glycin	Gram/100G prøve	2,33
Histidin	Gram/100G prøve	0,85
Arginin	Gram/100G prøve	2,29
Treonin	Gram/100G prøve	1,72
Alanin	Gram/100G prøve	1,88
Prolin	Gram/100G prøve	1,91
Tyrosin	Gram/100G prøve	1,72
Valin	Gram/100G prøve	1,85
Metionin	Gram/100G prøve	0,80
Isoleucin	Gram/100G prøve	1,54
Leucin	Gram/100G prøve	2,26
Fenylalanin	Gram/100G prøve	1,53
Lysin	Gram/100G prøve	2,03

Summen av de analyserte aminosyrene utgjør totalt 32,05 gram/100 gram prøve, noe som i proteinmengde tilsvarer 27,7 % protein i en prøve som ikke er korrigert for innholdet av vann. I en slik aminosyreanalyse kommer imidlertid ikke alle aminosyrene med. Her mangler bl. a. tryptofan og cystein, noe som bidrar til en viss usikkerhet i beregningene av proteininnhold.

Innholdet av aminosyrer i mel fra krabbeskall produsert av BioPrawns er gjengitt i tabell 8.



Tabell 8 Tabellen viser innholdet av aminosyrer i mel produsert fra krabbeskall (BioPrawns).

<b>Prøvenummer BioLab</b>		<b>201103814-01</b>
<b>Kundens merking</b>		<b>Kongekrabbe</b>
Asparginesyre	Gram/100G prøve	2,60
Glutaminsyre	Gram/100G prøve	3,64
Hydroksyprolin	Gram/100G prøve	0,06
Serin	Gram/100G prøve	1,42
Glycin	Gram/100G prøve	1,99
Histidin	Gram/100G prøve	0,70
Arginin	Gram/100G prøve	1,88
Treonin	Gram/100G prøve	1,25
Alanin	Gram/100G prøve	1,61
Prolin	Gram/100G prøve	1,50
Tyrosin	Gram/100G prøve	1,27
Valin	Gram/100G prøve	1,46
Metionin	Gram/100G prøve	0,55
Isoleucin	Gram/100G prøve	1,19
Leucin	Gram/100G prøve	1,72
Fenylalanin	Gram/100G prøve	1,29
Lysin	Gram/100G prøve	1,14

Summen av de analyserte aminosyrene utgjør totalt 25,13 gram/100 gram prøve, noe som i proteinmengde tilsvarer 21,7 % protein i en prøve som ikke er korrigert for innholdet av vann.

Innholdet av tungmetallene arsen (As), cadmium (Cd), kvikksølv (Hg) og bly (Pb) ble analysert i krabbemel produsert fra samfengte biprodukter (Nofima).

Tabell 9 Tabellen viser innholdet av tungmetaller i mel produsert fra samfengte biprodukter fra kongekrabbe (Nofima).

<b>Deres prøvenavn</b>	<b>3156</b>					
	<b>Kongekrabbemel</b>					
<b>Labnummer</b>	<b>N00175296</b>					
<b>*Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>	<b>Sign</b>
Tørrstoff (L)	82,8		%	1	V	MORO
As	32,5	8,5	mg/kg TS	1	H	MORO
Cd	0,726	0,139	mg/kg TS	1	H	MORO
Hg	0,0641	0,0404	mg/kg TS	1	H	MORO
Pb	0,0856	0,0220	mg/kg TS	1	H	MORO

Innholdet av cadmium, kvikksølv og bly er langt lavere enn de øvre grenseverdier som er satt for innholdet i fôrmel. Grenseverdiene er henholdsvis 2mg/kg for cadmium, 10 mg/kg for bly og 0,5 mg/kg for kvikksølv.

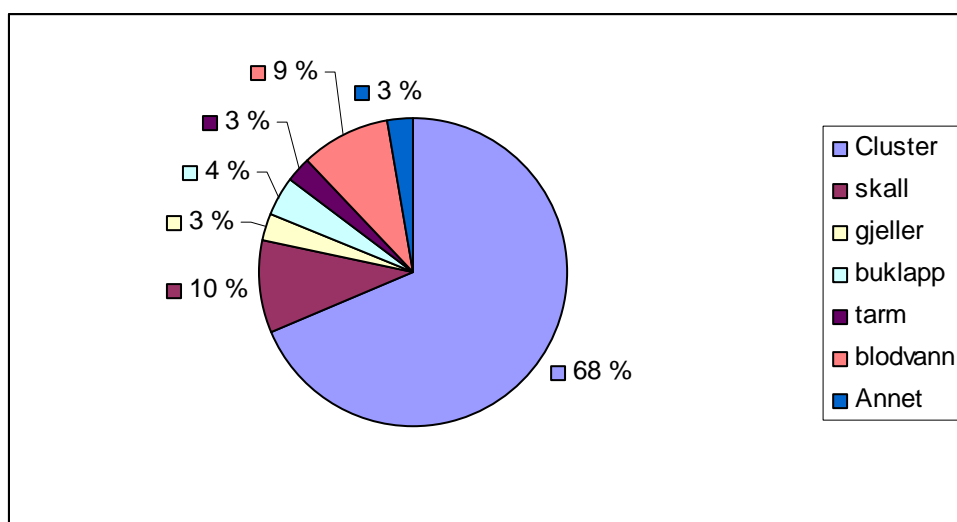
Innholdet av arsen er analysert til 32,5 mg/kg. Tidligere analyser av reker i forskjellige fjorder i Norge angir verdier fra 12,7 til 45,0 mg/kg, med et gjennomsnitt på 21,9 mg/kg. Det meste av arsen i organismer foreligger som organisk bundet arsen. Litteraturen angir at bare 2-10% av den totale arsenmengden er presumptivt toksisk uorganisk arsen (Ozredic et.al 1990, Friberg 1988). Ingen ting tyder på at arsenmengdene i krabbemel er spesielt høye sammenlignet med innholdet i sammenlignbare marine arter.

Det ligger ingen begrensninger i bruk av krabbemelet som fôringrediens på grunn av tungmetallinnhold.

### 3.2 Utnyttelse av krabbehaler (buklapp)

Kakediagrammet (Figur 2) viser gjennomsnittlig andel av restråstoff fra tradisjonell produksjon av kongekrabbe. Herunder kan man definere gjeller (3 %), skall (3 %), krabbehale (buklapp) (3 %), blodvann (9 %), og tarm (3 %) som eventuelle biprodukter.

Fra tidligere prosjekt er det vist en stor variasjon i tykkelsen på halen til kongekrabben i forbindelse med slakting av krabben (Siikavuopio et al., 2011). Det er vist en positiv sammenheng mellom halevekt og fyllingsgrad. Halevekten kan variere fra 2 til 5 % av kroppsvekta, med en gjennomsnittsvikt på 3 % (Figur 2). Tar vi utgangspunkt i produksjonstallene for 2011, utgjør mengden av krabbehalene ca. 50 tonn av restråstoff.



Figur 2 Sammensetning av kongekrabbe.

### 3.2.1 Kokebetingelsenes betydning på utbytte

For å se på kokebetingelsens betydning for utbytte ble et utvalg på 40 krabbehaler med en gjennomsnittsstørrelse på 75 gram kokt og steamet etter tradisjonelle metoder (Siikavuopio et al., 2011). Tabell 10 viser kokebetingelsenes betydning for kokeutbytte.

Tabell 10 Tabellen viser gjennomsnittsvekt ( $\pm$  SD) på rå krabbehale og muskelutbytte etter vannlig vannkoking og steambehandling av krabbehaler.

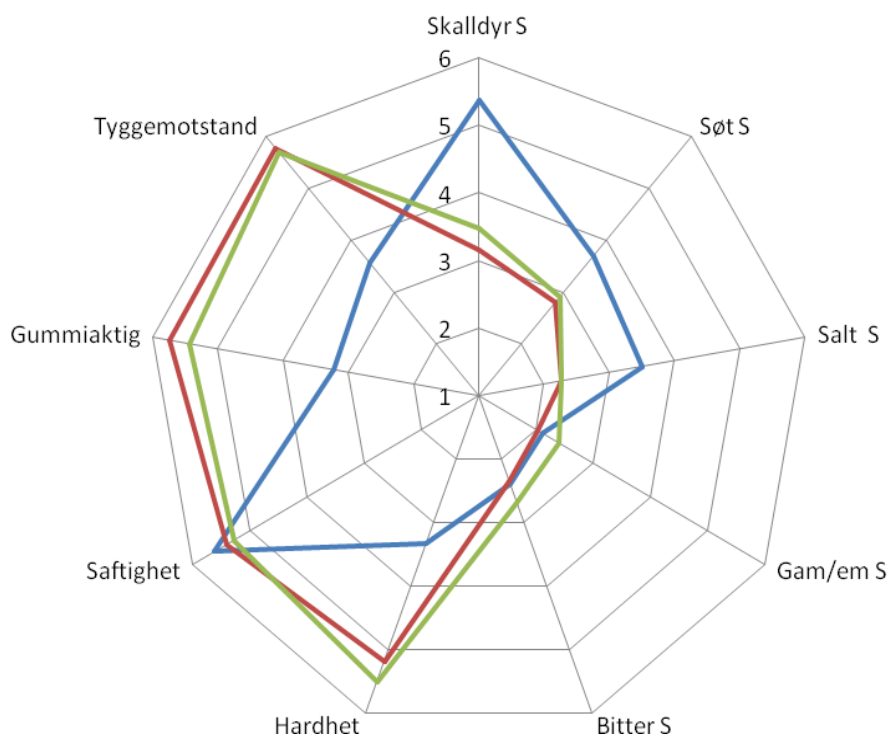
Behandling	Antall haler	Råvekt (g)	Utbytte (%)
Kokt i sjøvann	20	73,6 (15,5)	50,5 (9,6)
Steam	20	78,1 (12,6)	43,6 (5,8)

Som det fremgår av tabell 10 er det et høyere utbytte ved koking av krabbehaler sammenliknet med steamkoking.

### 3.2.2 Sensorisk vurdering av krabbehaler

Det ble gjennomført en sensorisk vurdering av krabbehaler opp mot muskel i gangbein som er hovedproduktet fra kongekrabbe produksjon i dag. Vedlegg 7.1 gir en oversikt over de ulike sensoriske parametrene som ble lagt til grunn for denne sensoriske vurderingen. Som det fremgår av figur 3 og vedlegg 7.2 oppfattes krabbehaler signifikant forskjellig på 7 av 9 egenskaper i forhold til gangbein. Muskel fra krabbehaler har mindre intensitet av skaldyrsmak, søt smak og salt smak sammenliknet med muskel fra gangbein. Oppsummert blir muskel fra halene beskrevet med lavere intensitet i smak, og hard og seig å tygge på sammenliknet med muskel fra gangbein.

Figur 3 viser sensorisk evaluering av de 3 produktene fra kongekrabbe.



*Figur 3 Radardiagram viser gjennomsnittsverdier for de 3 testede produktene av kongekrabbe (blå= muskel gangbein, rød = ferske krabbehaler og grønn = frosne krabbehaler).*

Kjøttet fra halen til krabbe er lettest å få løs ved at halen kokes fersk, for så å renses før innfrysning (Bilde 4). Halekjøttet er nesten umulig å fjerne i fersk rå tilstand. Det råe kjøttet er svært elastisk og sitter godt fast i skallet, noen som gjør det nesten umulig å rense.

Rå krabbehale som er frosset først, for så å bli tint lar seg rense. Derimot er krabbehaler som er frosset først og så blitt kokt betydelig vanskeligere å rense (Bilde 4). Kjøttet har her en tendens til å sette seg fast i skallet etter koking, noe som gir et dårlig utbytte sammenliknet med ferske og kokte krabbehaler.



*Bilde 4 Viser til venstre rensed krabbehale som har vært frosset før rensing og til høyre muskel av krabbehaler kokt fersk og rensed.*

Rensing av krabbehaler som er frosset først, for så å bli kokt vil ta lang tid sammenliknet med rensing av ferske kokte haler, og er neppe bedriftsøkonomisk lønnsomt.

En strategi for næringa kan være å selge kokte rensede haler, som ingrediens til industrien eller restaurantmarkedet. For eksport er sannsynligvis frosne, ubearbeidede krabbehaler det enkleste produktet å selge. Etter det vi kjenner til har krabbeprodusenter gjennomført eksportforsøk på frosne ubearbeidede krabbehaler (Pers. med. Fred Martin Langøy). Krabbehaler fra kongekrabber er kjente produkter på det amerikanske og japanske markedet. Derimot er dette produktet lite kjent på det europeiske markedet. For å få dette produktet inn på det europeiske markedet antar vi at det vil kreves betydelig markedsføringsarbeid. De sensoriske analysene viser også at produktet skiller seg vesentlig ut fra vanlig krabbelegger på en rekke egenskaper.

Tidligere er det gjort forsøk med høytrykksbehandling av frosne rå krabbehaler med stor suksess (Tidemann og Siikavuopio, 2009, bilde 5). Denne behandlingsformen bør vurderes ved en fremtidig satsning på produksjon av kongekrabbehaler som et nisjeprodukt, for eksempel rettet mot det voksende sushi markedet.



Bilde 5 Rensede krabbehaler etter høytrykksbehandling.

### 3.3 Krabbemel i tørrfôr til laks og hummer

#### 3.3.1 Laks

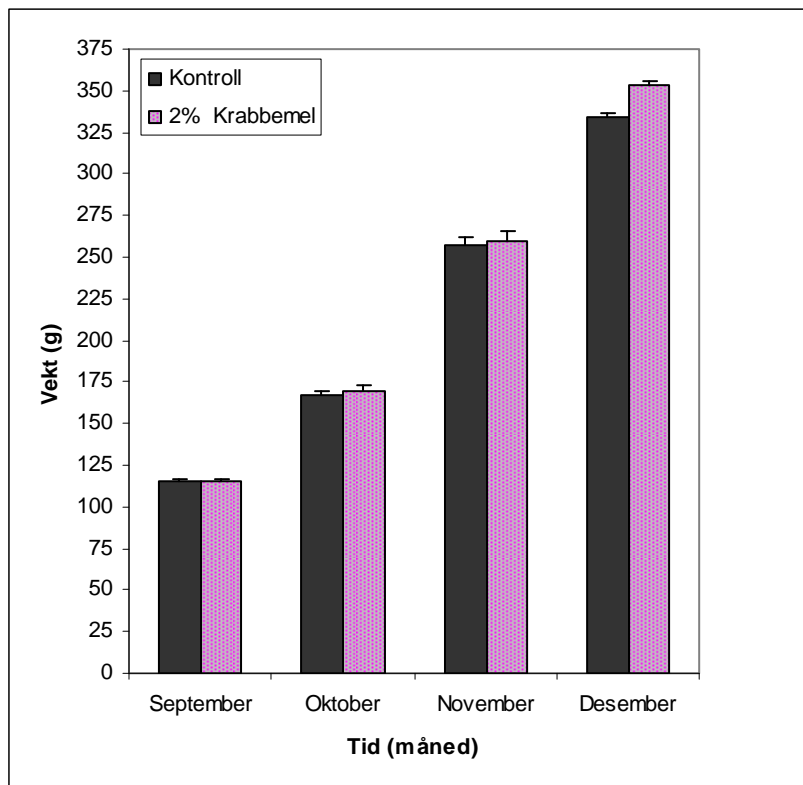
##### *Dødelighet*

En laks døde i forbindelse med merking ved forsøksstart. Det døde ingen laks i forsøksperioden. Det ble observert skjelltap i perioden mellom oktober til desember. I samme perioden hadde laksen svært høy vekstrate, noe som muligens kan være en årsak til skjelltapet.

##### *Vekst*

Laksen hadde en gjennomsnittsvekt på 115 gram ved forsøksstart den 19. september 2011. Ved forsøkslutt den 21. desember 2011, var gjennomsnittsvekten i kontrollgruppen på henholdsvis 334 gram. Hos laks som fikk tilført 2 % krabbemel, var gjennomsnittsvekten på

353 gram (Figur 4). Laks fôret på 2 % krabbemel hadde en signifikant bedre vekt ved forsøkslutt sammenliknet med kontrollgruppen (ANOVA;  $F_{1,4}=16,713$ ,  $P=0,015$ ).



Figur 4 Vektøkning hos laks fôret med og uten 2 % kongekrabbemel i fôret.

Det ikke funnet signifikante forskjeller i lengde og kondisjonsfaktor ved noen tidspunkt mellom de ulike gruppene. Tabell 11 summerer opp resultatene.

#### *Fôrinntak og fôrutnyttelse*

Det ble gjennom hele forsøksperioden målt fôrinntak daglig på karnivå. Det ble ikke funnet signifikant forskjeller i fôrinntak eller i forutnyttelse (FU) i forsøksperioden. Kontrollgruppen hadde en gjennomsnittlig fôrutnyttelse på 1.3 ( $\pm 0,5$ , S.D.) mot 1.0 ( $\pm 0,3$ , S.D.) hos 2 % krabbemel gruppen (Tabell 11). Det var relativt stor variasjon mellom replikatene i begge gruppene i fôrutnyttelse (for eksempel varierte FU fra 0,6 til 1,6 innenfor samme gruppe). Vi har ingen god forklaring på denne unormalt store variasjon i fôrfaktor mellom replikatene.

Tabell 11 Viser antall fisk, lengde (cm), fôrfaktor, kondisjonsfaktor (k-faktor), og spesifikk vekstrate (SGR) hos laks fôret med og uten kongekrabbemel, ved de ulike måletidspunktene (19/9, 24/10, 24/11 og 21/12).

	Antall	Lengde 19/9	Lengde 24/10	Lengde 24/11	Lengde 21/12	Fôrfaktor
Fôr uten krabbemel	149	21,7 (0,8)	23,8(0,9)	27,0 (1,2)	29,3 (1,4)	1,3 (0,5)
Fôr med krabbemel	150	21,6 (0,8)	23,9 (1,0)	27,2 (1,2)	29,6 (1,4)	1,0 (0,3)

	K-faktor 19/9	K-faktor 24/10	K-faktor 24/11	K-faktor 21/12	SGR (19/9- 21/12)
Fôr uten krabbemel	1,16 (0,05)	1,23 (0,06)	1,30 (0,06)	1,32 (0,08)	1,13 (0,12)
Fôr med krabbemel	1,16 (0,06)	1,24 (0,07)	1,32 (0,08)	1,34 (0,08)	1,17 (0,13)

### 3.3.2 Hummerforsøk

Forsøkene ble gjennomført hos Norsk hummer AS på Tjeldbergodden. Det ble gjennomført fôringsforsøk på to størrelsesgrupper av hummer (yngel stadium IV og et års gamle yngel) på to forskjellige temperaturer (10,2 °C og 16.7 °C) med en varighet på 82 dager. En detaljert beskrivelse på engelsk av resultatene er gitt av Norsk hummer AS i vedlegg X. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i vekst eller i overlevelse mellom de to ulike fôrtypene som ble testet ut. Konklusjon fra Norsk hummer AS var at begge fôrtypene dekker det ernæringsmessige behovet i forhold til helse, pigmentering og vekst hos juvenil hummer. Med andre ord er kongekrabbemel like godt egnet som rekemel i et startfôr til hummer. For en mer detaljert beskrivelse av resultatene se vedlegg 7.5.

I samtale med Norsk Hummer AS i etterkant av forsøket ønsket de å få testet ut høyere nivå av krabbemel i fôret. Norsk Hummer AS mente at det var mulig å hente ut ytterligere vekstgevinst og forbedret overlevelse ved å øke nivået av krabbemel i dietten opp til 20-30 %. Det ble ytret ønske om videreføring av fôringsforsøket med økende nivå av krabbemel for å se på optimal nivå av krabbemel i dietten med tanke på vekst og overlevelse, både overfor yngel og voksen hummer.

Under prosjektperioden fikk vi også henvendelser fra Europeiske krepseoppdrettere som ønsket å teste ut fôret under kommersielle forhold i Tyskland og Belgia. Det er et betydelig potensial i bruk av kongekrabbemel i fôr til skalldyr både nasjonalt og internasjonalt. I dag finnes det ikke kommersielle startfôr til edelkreps og signalkreps som er de to artene av ferskvannskreps som det jobbes mest med i Europa.

## **4 Fiskesaus fra kongekrabbegjeller**

### **4.1 Innledning**

Fiskesaus kan i prinsippet framstilles fra alle typer fiskeråstoff inkludert en rekke andre marine sjødyr. På verdensbasis er den årlige produksjon av fiskesaus minst 1 mill tonn. Det aller meste av produksjonen foregår i Sør-øst-Asia (Thongthai & Gildberg, 2005).

Gjeller er i Øst-Asia ansett for å være et eksklusivt råstoff som kan gi fiskesaus med høy verdi. Gjeller utgjør en betydelig del av biproduktene fra kongekrabbe og kan dermed være et interessant råstoff for framstilling av fiskesaus. Som en del av hovedprosjektet; "Biprodukter fra kongekrabbe", ble det derfor satt opp et forsøk med framstilling av fiskesaus fra kongekrabbe.

Framstilling av fiskesaus skjer ved at råstoffet tilsettes salt til full konservering (20 – 25 % (w/w)) og lagres flere måneder inntil en protein- og saltrik vannfase skiller seg fra uoppløst materiale og kan tappes av som fiskesaus. Dersom det skal lykkes å oppnå mye saus, må råstoffet inneholde mye hydrolytiske enzymer (særlig proteaser). Hvis så ikke er tilfelle, må det tilsettes ekstra enzymer for å løse opp råstoffet. Ettersom gjeller fra kongekrabbe er ukjent råstoff, ble det satt opp blandinger uten ekstra enzym, blandinger som inneholdt torsketaarmenymer og blandinger tilsatt små mengder Protamex som er et kommersielt proteaseprodukt.

### **4.2 Materialer og metoder**

Det ble benyttet fryste gjeller fra kongekrabbe, et tørt pulver med høyt innhold av fordøyelsesenzymer (særlig proteaser) fra torsketaarmer og det kommersielle enzymet Protamex (et mikrobielt proteasepreparat), levert av Novo Nordisk. Ellers ble benyttet diverse kjemikalier av analytisk kvalitet.

Protein ble målt ved Kjeldahl-metoden og fett ved Soxhlet-ekstraksjon. Mengde amino-N (frie aminoender) ble bestemt ved formoltitrering og er angitt som AN/TN (amino-N/total-N). Dette er et mål på hydrolysegrad ( $DH = AN/TN$ ). Tørrstoff og aske (mineraler) ble målt etter tørking ved 105 °C og forasking ved ca 500 °C.

Det ble framstilt tre forskjellige blandinger til sauserfermenteringen. Den første blandingen besto av bare gjeller og salt: Oppmalte kongekrabbegjeller (2 prøver), 80 g, ble blandet med 20 g salt (NaCl). Den andre blandingen var (2 prøver) som den første, men i tillegg ble det tilsatt 5 g enzympulver laget av torsketaarmer. Den tredje blandingen var (2 prøver) som den første, men i tillegg ble tilsatt 50 mg Protamex. Prøvene ble overført til tette plastkopper med skrulokk og en av hver blanding ble inkubert (i mørke) ved romtemperatur (ca 22 °C) og en av hver blanding ved 37 °C.

Etter lagring i 42 uker ble prøvene tatt ut og sentrifugert (10 000 x g, 30 min), og mengde fiskesaus (vannfase) ble bestemt som vekt-% av blandingenes totalvekt.



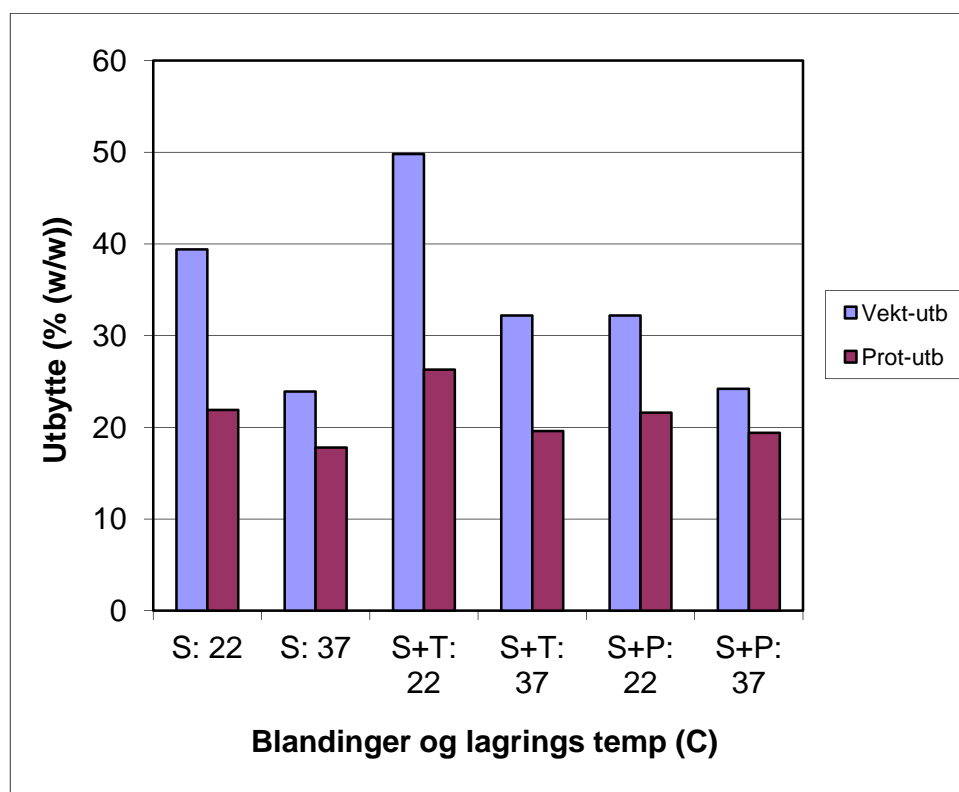
### 4.3 Resultater og diskusjon

Tabell 12 viser kjemisk sammensetning av kongekrabbegjellene som ble benyttet til framstilling av sausrøver.

Tabell 12 Kjemisk sammensetning av kongekrabbegjeller (% (w/w)).

Vann	85,6
Protein	8,4
Fett	0,2
Aske (mineraler)	3,0

Det viste seg at mindre enn 15 % av gjellene var tørrstoff og bare 8.4 % protein. Dette betyr at gjellene inneholder bare halvparten så mye protein som fiskemuskel og dermed ikke kan sies å være et særlig proteinrikt råstoff. Dette betyr imidlertid ikke at saus framstilt av kongekrabbegjeller trenger å bli et dårlig smaksprodukt.



Figur 5 Vektutbytte og proteinutbytte av fiskesaus framstilt av kongekrabbegjeller. Figuren viser utbytte av de forskjellige blandingsene etter inkubering i 42 uker ved ca 22 og 37 °C.

Figur 5 viser at størst sausutbytte, ca 50 % (w/w), ble oppnådd etter lagring ved romtemperatur med tilsats av torskenezym. Ved beregning av proteinutbytte ble det antatt at torskenezympulveret inneholdt 80 % protein. Ettersom gjellene inneholdt bare 8.4 % protein

bidrar det tilsatte torskenezympulveret med en betydelig del (ca 37 %) av proteinet i blandingen.

I en kort periode vil de fleste enzymer ha høyere aktivitet ved 37 enn ved 22 °C, men enzymer fra krabbe og torsk er tilpasset lave temperaturer og inaktiveres relativt fort ved 37 °C. Det er derfor naturlig at utbyttet i blandinger med bare gjeller og salt og blandinger tilsatt torskenezymmer ble høyest i prøver lagret ved den laveste temperaturen. Også blandinger tilsatt Protamex fikk størst utbytte ved lavest temperatur, men forskjellen er her betydelig mindre. Ved 37 °C er proteinutbyttet for alle blandinger bare i underkant av 20 %, mens litt over 20 % av proteinet kommer i sausfraksjonene etter lagring ved romtemperatur. Et slikt proteinutbytte er noe lavere enn det som vanligvis oppnås i fiskesaus (Gildberg, 2001). Det kan derfor se ut til at kongekrabbegjeller ikke er et råstoff som lett blir nedbrutt av proteolytiske enzymer.

*Tabell 13 Mineraler (aske), protein og hydrolysegrad til proteinet i fiskesausene.*

Blanding	Gj. + Salt		Gj. + S + T		Gj. + S + P	
	22 °C	37 °C	22 °C	37 °C	22 °C	37 °C
Mineraler (% (w/w))	23,5	23,5	24,7	24,8	23,2	23,3
Protein (% (w/w))	3,7	5,0	5,4	6,2	4,5	5,4
Hydrolysegrad (AN/TN)	0,45	0,53	0,48	0,55	0,50	0,58

Mineralinnholdet er nokså likt i alle sausene og på linje med det en finner i vanlig fiskesaus. Proteinkonsentrasjonene er, som allerede nevnt, svært lave. Bare saus framstilt ved tilsatt av torskenezympulver og lagret ved 37 °C har et proteininnhold som nærmer seg et akseptabelt nivå for kommersiell fiskesaus (Gildberg et al., 2007). Det er verdt å merke seg at sausene framstilt ved høyest temperatur også har høyest proteininnhold. Hydrolysegraden er også litt høyere i sauser framstilt ved høy temperatur, og de høyeste verdiene her er på linje med det som er vanlig i fiskesaus (Gildberg et al., 2007). Dette kan tyde på at exopeptidaser (enzymer som spalter av aminosyrer fra proteinender) er mer termostabile enn endopeptidaser (enzymer som spalter midt i proteinet), men det kan også skyldes at halofile (saltelskende) bakterier er mest aktive ved den høyeste temperaturen. Det er vanlig at fiskesaus inneholder små mengder melkesyrebakterier, men ingen bakterier som vokser ved slike saltkonsentrasjoner (>18 %) er skadelige (Thongthai & Gildberg, 2005).

Det ble for øvrig observert noen lyse kolonier av mikroorganismer på overflaten av den blandingen med Protamex som ble lagret ved romtemperatur. Disse koloniene var mest sannsynlig gjærsopp som av og til danner seg på lufteksponerte overflater selv ved svært høye saltkonsentrasjoner. Slik soppvekst kan gi feil smaksutvikling, men kan unngås dersom sausen framstilles i en tank hvor luften over overflaten foretrenges med nitrogen.

Sausen framstilt ved romtemperatur hadde lys brun farge, mens sauser framstilt ved 37 °C hadde mørkere brunfarge. Dette skyldes trolig mer karamellisering (reaksjoner mellom proteinkomponenter og karbohydrater) ved den høyeste temperaturen. Det ble ikke gjort organoleptiske analyser, men prøver framstilt ved 37 °C syntes å ha noe sterkere aroma enn prøver framstilt ved romtemperatur.

Selv om fiskegjeller er et ettertraktet råstoff for framstilling av fiskesaus, er det usikkert om kongekrabbegjeller er like velegnet. Gjellenes proteininnhold er lavt, og dette medfører også lavt proteininnhold i sausen. Dessuten var sausutbyttet også relativt lavt. Utbyttet kan imidlertid sikkert forbedres ved videre optimalisering av fermenteringsprosessen.

Fra litteraturen er det kjent at mange forskjellige enzymer er prøvd for å øke sausutbytte og redusere produksjonstiden. Flere enzymer kan egne seg til dette formålet, men mange av disse enzymene gir for mye bittersmak på sausen. Best resultat er kanskje oppnådd med bromelain, en protease som utvinnes fra rester ved ananasproduksjon (Beddows et al., 1976).

#### **4.4 Sammendrag**

Seks prøver fiskesaus ble framstilt av kongekrabbegjeller. Det ble satt opp to prøver av tre forskjellige blandinger og lagringen (fermenteringen) pågikk i 42 uker ved henholdsvis 22 og 37 °C. Den ene blandingen ble bare tilsatt salt (20 %), mens de to andre blandingene i tillegg ble tilsatt ekstra enzymer fra torsketarm eller mikroorganismer (Protamex).

Best utbytte (50 %) ble oppnådd i den prøven som var tilsatt torsketarmenzym og ble lagret ved 22 °C. Også krabbegjeller uten ekstra enzymtilsatt ga størst utbytte ved 22 °C. Dette viser at romtemperatur gir bedre utbytte enn 37 °C dersom det blir benyttet enzymer fra organismer tilpasset lave temperaturer. Alle sausene hadde relativt lavt proteininnhold, men dette skyldes først og fremst at også råstoffet, gjellene, inneholdt lite protein (8.4 %).

Sauser framstilt ved 37 °C ble mørkere og hadde sterkere aroma enn sauser framstilt ved romtemperatur. Dette skyldes trolig at karamelliseringsreaksjoner (reaksjoner mellom proteinkomponenter og karbohydrater som finnes i råstoffet) går raskere ved høyere temperaturer.

Det kan synes som om kongekrabbegjeller er ganske resistente mot enzymnedbryting og at det kan være grunnen til lavt sausutbytte. Det er imidlertid grunn til å tro at sausutbyttet kan forbedres ved videre optimaliseringsforsøk og utprøving med tilsatt av andre enzymer.

## 5 Sammendrag

### *Produksjon av krabbemel*

- I prosjektperioden er det utviklet en enkel og funksjonell produksjonslinje for produksjon av krabbemel basert på restråstoff fra krabbenæringa.

### *Bruk av krabbemel i fôr til oppdrett av laks og hummer*

- Kongekrabbemel i fôr til laks i sjøvannsfasen har en signifikant positiv effekt på vekst.
- Kongekrabbemel er like godt egnet som rekemel i et startfôr til hummer.
- Det er et betydelig potensial i bruk av kongekrabbemel i fôr til skalldyr både nasjonalt og internasjonalt.
- Aminosyreprofilen i krabbemel er en interessant attraktant kilde og kan ha et potensial i fremstilling av kunstig agn eller som attraktant kilde fôr til villfanget torsk.

### *Bruk av krabbehaler*

- Rensing av rå krabbemuskel er en tidkrevende prosess.
- Ferske kokte krabbehaler er lettest å rense umiddelbart etter koking.
- Muskel i krabbehalene skiller seg ut sensorisk sammenlignet med muskel i fra gangbein.
- Generelt blir halene beskrevet med lavere intensitet i smak i tillegg til hard og seig å tygge på sammenliknet med muskel fra gangbein til krabber.
- Krabbehaler har et betydelig potensial. Vi anbefaler eksport av fersk eller frosset ubearbeidet produkt.

### *Bruk av kongekrabbegjeller som fiskesaus*

- Selv om fiskegjeller er et ettertraktet råstoff for framstilling av fiskesaus, er det usikkert om kongekrabbegjeller er like velegnet.
- Gjellenes proteininnhold er lavt, og dette medfører også lavt proteininnhold i sausen og relativt lavt sausutbytte.

## 6 Referanser

- Beddows, C.G., Ismail, M. & Steinkraus, K.H. (1976) The use of bromelain in the investigation of fermented fish aroma. *J. Food Technol.*, 11, 379-388.
- Bendiksen, E.Å., Jobling, M. & Arnesen, A.M. (2002) Feed intake of Atlantic salmon parr *Salmo salar* L. in relation to temperature and feed composition. *Aquaculture Research* **33**, 525-532.
- Friberg, L. (1988). The GESAMP evaluation of potentially harmful substances in fish and other seafood with special reference to carcinogenic substances. *Aquatic Toxicology* 11, 379-393.
- Gildberg, A. (2001) Utilisation of male Arctic capelin and Atlantic cod intestines for fish sauce production – evaluation of fermentation conditions. *Bioresource Technol.*, 76, 119-123.
- Gildberg, A., Wichaphon, J., Lertsiri, S., Assavanig, A., Sørensen, N.K. & Thongthai, C. (2007) Chemical and organoleptic comparison of fish sauce made from cold water species and typical Thai fish sauce. *J. Aquatic Food Prod. Technol.*, 16, 31-42.
- Ozretic, B., M.K. Ozretic, J. Santin, B. Medjugoras and M. Kras (1990). As, Cd, Pb and Hg in Benthic Animals from the Kvaerner-Rijeka Bay Region, Yugoslavia. *Marine pollution bulletin*, Vol 21, No 12, 595-598
- Siikavuopio, S.I., Martinsen, G., Stenberg, E., Jakobsen, R., Carlehög, M. & Eliassen, G. (2011). Kongekrabbe- foredling og industriell bearbeiding. *Nofima rapport 6/2011*.
- Thongthai, C. & Gildberg, A. (2005) Asian fish sauce as a source of nutrition. I: Asian Functional Foods. (Shi, Ho & Shahidi, utg.) *Taylor & Francis, London*, s. 215-265.

## 7 Vedlegg

### 7.1 Sensoriske egenskaper brukt i vurdering av kongekrabbhaler

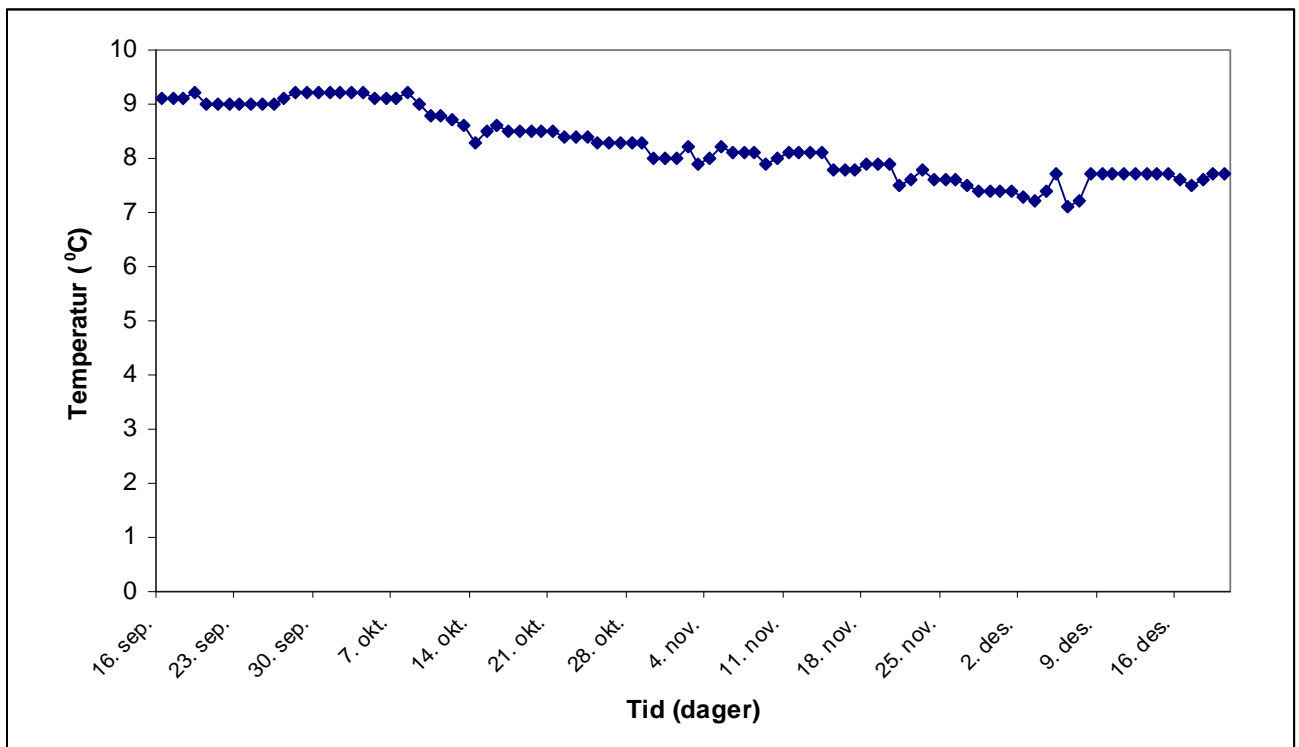
<b>SMAK</b>	
Skalldyr smak	Intensiteten av smak fra reker, vanlig krabbe og hummer. Ingen intensitet = ingen skalldyr smak Tydelig intensitet = tydelig skalldyr smak
Søt smak	Intensiteten av søt smak i krabbekjøttet. Ingen intensitet = ingen søt smak Tydelig intensitet = tydelig søt smak
Salt smak	Intensiteten av salt smak i krabbekjøttet. Ingen intensitet = ingen salt smak Tydelig intensitet = tydelig salt smak
Gammel/emmen smak	En sur, bedervet smak/kvalmende, tørrfisk. Ingen intensitet = ingen gammel/emmen smak Tydelig intensitet = tydelig gammel/emmen smak
Bitter smak	Intensiteten av bitter smak i krabbekjøttet. Ingen intensitet = ingen bitter smak Tydelig intensitet = tydelig bitter smak
<b>TEKSTUR</b>	
Hardhet	Relatert til kraften som må til for å bite gjennom prøven med jekslene (1.bitt). Ingen intensitet = ingen hardhet, lite kraft må til Tydelig intensitet = tydelig hardhet, mye kraft må til
Saftighet	Bedøm den tid kjøttet bevarer sin saftighet under tygging. Væske avgitt fra prøven bedømt etter 10 tygg. Ingen intensitet = ingen saftighet Tydelig intensitet = tydelig saftighet
Gummiaktig	Relateres til kjøttets/fibrener evne til å virke gummiaktig under tygging. Ingen intensitet = mør Tydelig intensitet = som tyggis
Tyggemotstand	Vurder hvor mye prøven må tygges. Hvor mange tygg/hvor lang tid må til før det føles naturlig å svelge prøvebiten. Ingen intensitet = kort tyggetid Tydelig intensitet = tydelig tyggetid

## 7.2 Sensorisk vurdering av kongekrabbehaler

	<b>Muskel fra gangbein</b>	<b>Fersk krabbehale</b>	<b>Frosset krabbehale</b>
Skalldyr S	5,38	3,15	3,48
Søt S	3,69	2,80	2,91
Salt S	3,51	2,27	2,26
Gam/em S	2,11	2,02	2,39
Bitter S	2,38	2,34	2,69
Hardhet	3,33	5,19	5,50
Saftighet	5,61	5,41	5,28
Gummiaktig	3,58	5,78	5,70
Tyggemotstand	5,38	3,15	3,48

Tabellen viser middelveier for de 9 egenskapene og de 3 produktene med kongekrabbe (muskel fra gangbein, ferske krabbehale og frosne krabbehale).

### 7.3 Temperaturprofilen gjennom hele lakseforsøket





## 7.4 Fôr sammensetning til de to ulike lakesfôrene benytte i prosjektet

### DIET COMPOSITION P nr

Composition of diet Diet no	A %	B %
FM 122/11	25,6	25,6
Wheat grain 115/11	8,5	8,1
SPC 158/10	16,0	16,0
Wheat gluten 159/10	5,5	5,4
Fish oil/ Rapeseed oil O5/10 og O1/11	24,0	23,9
Sunflower meal 151/09	8,0	7,1
Kongekrabbe mel 158/11		2,0
Erteprotein 152/10	7,0	6,5
Vitamin mix T46/10	2,0	2,0
Mineral mixture T38/11	0,52	0,52
Mono calcium phosphate (MCP) T48/10	1,50	1,50
Carop. Pink (10%) T35/10	0,045	0,045
Lysine HCl T36/10	1,000	1,000
Methionine T37/10	0,300	0,300
Yttrium	0,025	0,025
sum	100,0	100,0
ppm asta (10% tap)	39,7	39,7
Calculated chemical composition in the feed (% in diet)		
Protein	41,6	41,7
Lipid	27,96	27,94
Carbohydrate	16,8	16,2
Ash	8,0	8,6
Water	6,2	6,1
<b>Sum</b>	<b>100,6</b>	<b>100,6</b>
Energi MJ/kg	23,9	23,8

## **7.5 Startfôr til hummer**

I rapporten til Norsk hummer AS opereres det med bokstavkoder på fôret (A og B). Det ble gjort av Nofima for å anonymisere fôrtypene. Nofima sitt startfôr til hummer fikk kode A. Dette fôret inneholder 5 % rekemel. I fôr B var rekemel erstattet med 5 % kongekrabbemel, ellers var fôrene identisk.

## Feeding experiment with European Lobster (*Homarus gammarus*, L.)

### Experimental aim

The aim of the experiment was to examine the effect of two different diets A and B on European lobster juveniles with respect to growth and survival. The diets vary in ingredients mixture but the exact diet composition is not known at the time of performance in order to enable objective experiment conduction. The experiment was performed at Norsk Hummer AS in Tjeldbergodden, Møre og Romsdal. Diets were supplied by NOFIMA.

### Experimental set up

The experiment was divided into two size groups: on the one hand stage IV juveniles and on the other hand one-year old lobster juveniles. Additionally, both size groups were kept in two different temperature environments.

The stage IV juveniles were kept in small round trays where each juvenile was isolated in a separate chamber to avoid cannibalism (**Figure 2**). The one-year old were placed in larger but similar trays (**Figure 3**). In warm water environment, these trays were floating in a recirculated system where the mean temperature was steadily kept at 16.7°C. The trays in the cold water environment were floating in a flow-through raceway with a mean temperature of 10.2 °C. The feeding experiment with stage IV juveniles was started with 140 individuals in each tray with three trays for each feeding group. Due to the low number of available one-year old lobsters only one tray for each feeding group was filled with 40 individuals each. At the start of the experiment all one-year old individuals were separately weighted to the nearest of 0.01g. Due to the small size of stage IV juveniles an individual weight measurement was not possible.

Stage IV juveniles were fed daily with 2g pellet per tray while the one-year old juveniles were fed 3g every second day. The chambers were held clean by flushing out the waste feed. Mortality in each tray was recorded daily. Water parameters were monitored frequently and nearly identical water conditions between cold and warm water temperature experiments were given. Statistical tests were not applied. The duration of the experiment was 82 days - from 19.09.2011 until 09.12.2011.

## Results

### 1. Stage IV juveniles

With stage IV juveniles only survival after 82 days was taken into consideration. Individuals fed diet B showed a slightly better survival than those fed diet A. However, high standard deviations in feeding group B and missing statistical tests impede reliable conclusions. In general, survival is slightly better in cold water temperatures.

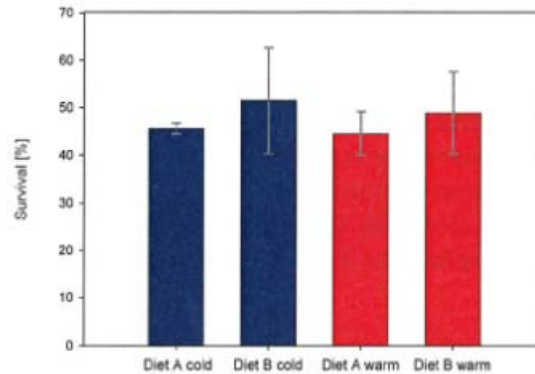


Figure 1: Survival [%] with standard deviation of stage IV juveniles fed diet A and diet B kept in cold and warm water temperatures.

### 2. One-year old juveniles

After 82 days kept in cold water no significant differences in weight gain between the two feeding groups are observed. Lobsters fed diet B have a slightly higher SGR and a better survival than those fed diet A. In contrast, in warm water environment, juveniles fed diet A have a higher SGR and better survival than those fed diet B (Table 1).

Table 1: Experimental set up: one-year old juveniles. Mean start and end weight, weight gain, SGR and survival are displayed for both feeding groups A and B in cold and warm temperatures.

Feeding group	N° of lobsters per tray	Mean start weight [g]	Mean end weight [g]	Weight gain [g]	SGR	Survival [%]
<b>Cold water (10.2 °C)</b>						
Diet A	40	1.42±0.30	1.74±0.47	0.32	0.25	77.5
Diet B	40	1.47±0.35	1.87±0.50	0.41	0.3	87.5
<b>Warm water (16.7 °C)</b>						
Diet A	40	1.34±0.35	3.32±0.79	1.98	1.11	65
Diet B	40	1.16±0.31	2.87±0.82	1.62	1.07	50

While the distinction between the two feeding groups with respect to weight gain and survival is very small, the variation between cold and warm water environment is well-defined: individuals kept in warm water have more than doubled their weight after 82 days, resulting in a much higher SGR than those of individuals kept in cold water. In addition, a difference in coloration between warm and cold water environment is observed: juveniles kept in warm water showed a more intensive blue color after 82 days (**Figure 10 and 11**) than their counterparts in cold water temperature (**Figure 14 and 15**). Nevertheless, survival is higher in cold water temperatures.

#### Summary

No significant differences in weight gain and survival of lobster juveniles are observed between the two diets A and B. Both diets seem to fulfill the nutritional requirements of European lobster with respect to health, pigmentation and growth. On the other hand, variation in water temperature in holding facilities leads to significant growth differences in both stages IV and one-year old juveniles. In warmer temperature individuals develop a more natural blue coloration and grow faster than in cold temperatures. Nevertheless, warm temperature also forfeits survival in lobster juveniles. Consequently, in future studies an optimum temperature in holding facilities is to be defined for European lobster juveniles.

#### Appendix

See next page

#### For further information contact:

Anne Harjes, Norsk Hummer AS, Biopark, 6699 Kjørsvikbugen  
Email: aharjes@ifm-geomar.de  
Phone: 46234282

Appendix

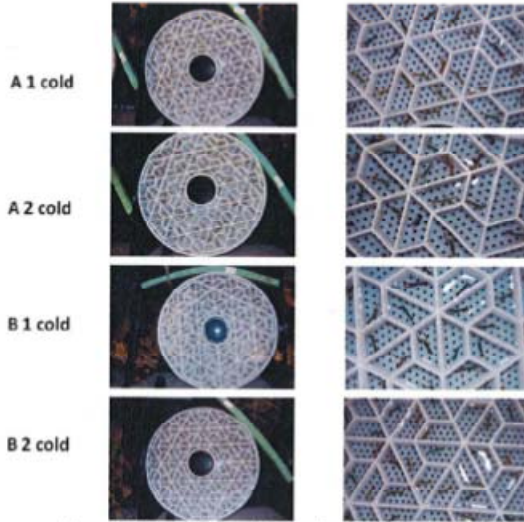


Figure 2: Set up of stage IV juveniles in small trays in cold water environment. To the left: whole tray with 140 juveniles. To the right: single chambers in detail with one individual in each.



Figure 3: Set up of one-year old lobsters in large trays in warm water environment with 40 individuals in each tray.



Figure 4: Stage IV juveniles at the start of experiment fed diet A in warm water environment.

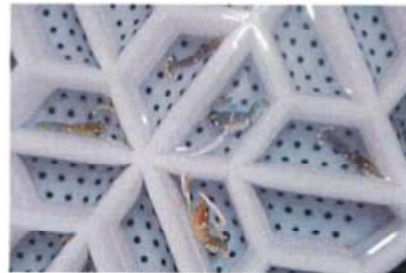


Figure 5: Juveniles fed diet A in warm water environment after 82 days.

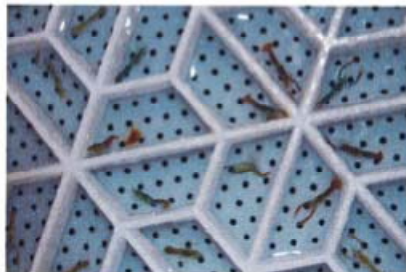


Figure 6: Stage IV juveniles at the start of experiment fed diet B in warm water environment.

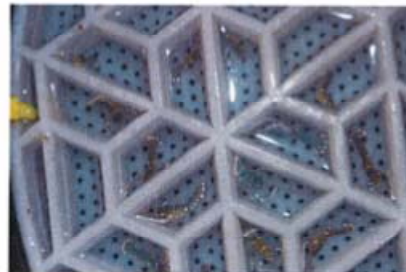


Figure 7: Juveniles fed diet B in warm water environment after 82 days.



Figure 8: Remaining 27 (of 40) one-year old juveniles fed diet A in warm water environment after 82 days.



Figure 9: Remaining 21 (of 40) one-year old juveniles fed diet B in warm water environment after 82 days.



Figure 10: One-year old juveniles fed diet A in warm water environment after 82 days in detail.

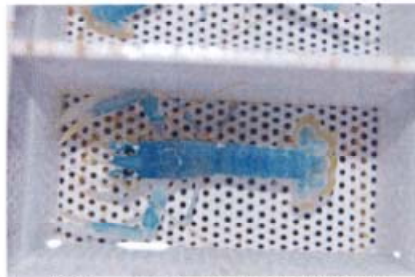


Figure 11: One-year old juvenile fed diet B in warm water environment after 82 days in detail.



Figure 12: Remaining 32 (of 40) one-year old juveniles fed diet A in cold water environment after 82 days.



Figure 13: Remaining 36 (of 40) one-year old juveniles fed diet B in cold water environment after 82 days.

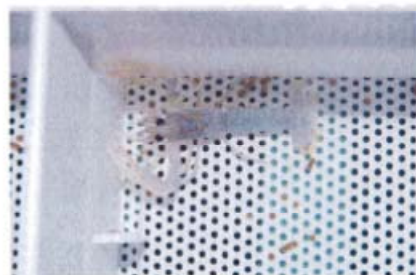


Figure 14: One-year old juveniles fed diet A in cold water environment after 82 days in detail.

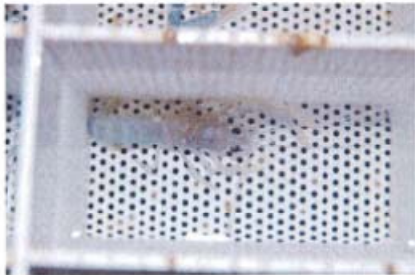


Figure 15: One-year old juvenile fed diet B in cold water environment after 82 days in detail.



ISBN 978-82-7251-955-0 (trykt)  
ISBN 978-82-7251-956-7 (pdf)  
ISSN 1890-579X