

## **Kongekrabbe – Evaluering av metoder for foredling**

Kokeprosessen, farse og bruk av høytrykksprosessering

Silje Kristoffersen, Sten Siikavuopio, Reidun Dahl, Ronny Jakobsen og Even Tidemann





Nofima er et næringsrettet forskningskonsern som sammen med akvakultur-, fiskeri- og matnæringen bygger kunnskap og løsninger som gir merverdi. Virksomheten er organisert i fire forretningsområder; Marin, Mat, Ingrediens og Marked, og har om lag 470 ansatte. Konsernet har hovedkontor i Tromsø og virksomhet i Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra og Averøy.

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)



Vi driver forskning, utvikling, nyskaping og kunnskapsoverføring for den nasjonale og internasjonale fiskeri- og havbruksnæringa. Kjerneområdene er avl og genetikk, fôr og ernæring, fiskehelse, bærekraftig og effektiv produksjon samt fangst, slakting og primærprosessering.

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

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

# Rapport

ISBN:978-82-7251-706-8 (trykt)  
 ISBN: 978-82-7251-707-5 (pdf)

Rapportnr.:  
 32/2009

Tilgjengelighet:  
**Åpen**

<p><i>Tittel:</i>  <b>Kongekrabbe – Evaluering av metoder for foredling          Kokeprosessen, farse og bruk av høytrykksprosessering</b></p>		<p><i>Dato:</i>          6.10.09</p>
		<p><i>Antall sider og bilag:</i>          20+2 appendiks</p>
<p><i>Forfatter(e):</i>          Silje Kristoffersen, Sten Siikavuopio, Reidun Dahl,          Ronny Jakobsen og Even Tidemann</p>		<p><i>Prosjektnr.:</i>          20663</p>
<p><i>Oppdragsgiver:</i>          FHL ved Kristian Prytz</p>		<p><i>Oppdragsgivers ref.:</i></p>
<p><i>Tre stikkord:</i>          Kongekrabbe, farse, høytrykksprosessering</p>		
<p><i>Sammendrag: (maks 200 ord)</i>          Denne rapporten beskriver foredling og prosesskontroll ved produksjon av kongekrabbe. Kokeprosessen påvirker drypptap og sensoriske egenskaper i kongekrabbeklør. Høg koketemperatur (95°C), kort koketid (6 min) og rask nedkjøling umiddelbart etter koking reduserer drypptapet betraktelig og resulterer i bedre sensoriske egenskaper. Ved produksjon av kongekrabbefarse, ble farsen fra hele klør vurdert som vesentlig bedre på farge, saftighet og smak i motsetning til farsen fra samfengte klør. Ved høytrykksprosessering ble det registrert fargeforandring i klørne fra grå/hvit til rødlig farge. Høytrykksprosessering resulterte også i økt utbytte og bedre sensorisk oppfatning av produktene.</p>		
<p><i>English summary: (maks 100 ord)</i>          This report describes processing of King Crab. The boiling process influenced the drip loss and the sensorial attributes in claws from King Crab. A high boiling temperature (95°C), a short holding time (6 min) and rapidly chilling after boiling reduced the drip loss and resulted in improved sensory impressions. When producing forcemeat from King Crab, the forcemeat from whole claws were regarded as superior in colour, juiciness and flavour compared to the forcemeat from the mixed claws. By the use of high pressure processing, the colour shifted from grey/white to a more reddish colour in the King Crab claws. High pressure processing also led to a higher yield and an improved product.</p>		



## Innhold

<b>1</b>	<b>Sammendrag .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Innledning .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Material og metoder .....</b>	<b>5</b>
3.1	Kokeprosessen .....	5
3.1.1	Sensorisk evaluering av kokte klør.....	6
3.1.2	Beregning av fyllingsgrad.....	6
3.2	Kongekrabbefarse .....	6
3.2.1	Sensorisk evaluering av kongekrabbefarse.....	6
3.2.2	Kjemiske analyser av krabbefarse .....	7
3.3	Høytrykks prosessering av kongekrabbe .....	7
<b>4</b>	<b>Resultater og diskusjon.....</b>	<b>9</b>
4.1	Kokeprosessen .....	9
4.2	Varmebehandling med sirkulasjon.....	9
4.3	Varmebehandling uten sirkulasjon.....	10
4.3.1	Vekttap etter tining .....	10
4.3.2	Sensorisk analyse .....	11
4.4	Kongekrabbefarse .....	11
4.4.1	Utbytte og innhold av skallrester .....	11
4.4.2	Sensorisk evaluering av kongekrabbefarse.....	12
4.4.3	Spormetaller, mikrobiologi, aminosyresammensetning, vann, aske, protein og fett i krabbefarse.....	12
4.5	Bruk av høytrykksbehandling for rensing av kongekrabbe.....	12
4.5.1	Konkluderende merknader og forslag til videre arbeide med HP .....	16
<b>5</b>	<b>Oppsummering og forslag til videre arbeid .....</b>	<b>17</b>
5.1	Prosessering av klør og legger .....	17
5.2	Prosessering av krabbefarse .....	17
5.3	Høytrykksbehandling av kongekrabbe.....	18
<b>6</b>	<b>Referanser .....</b>	<b>19</b>

**Appendiks 1:** Tabeller

**Appendiks 2:** Rapport – Arctic Innomar: ”Tørking av restråvarer fra kongekrabbe-produksjon”



# 1 Sammendrag

Hensikten med dette arbeidet har vært å undersøke metoder for best mulig utnyttelse/prosessering av kongekrabbe. Mye av smaken i krabbeklør vaskes ut ved koking og teksturen oppfattes som best når kokingen er effektiv (rask oppvarming og kort koketid). Det er også viktig å kjøle ned klørne så raskt som mulig etter kokebehandlingen for å unngå drypptap. Størst drypptap på mellom 13-22 %, ble registrert etter prosessering uten sirkulasjon ved 95 °C i 30 min. Med sirkulasjon i kokekaret, ble det registrert et drypptap mellom 1-18 %. Høg koketemperatur (95 °C) og kort koketid (6 min) resulterte også i mindre tap etter tining. Vanntemperatur og koketid var også av betydning for den sensoriske evalueringen av saftighet og tyggemotstand i kokte klør. Låg temperatur (85 °C), lang koketid (20 min) og lengre henstand før kjøling gav vesentlig dårligere sensorisk opplevelse av produktene.

Ved produksjon av farse fra kongekrabbeklør ble utbyttet på ca 65 % og i 50 g farse ble det en rest av skall mellom 0.1-0.2 gram. Sensorisk scoret farsen fra hele klør bedre på parametrene farge, saftighet og smak i motsetning til farse fra samfengte klør. Videre var det betydelig mindre totalkim og *Shewanella* i farse fra hele klør.

Ved høytrykksprosessering (HP) av kongekrabbeklør, førte det økte trykket til fargeforandring i klørne fra grå/hvit til delikat rødlig sannsynligvis pga av protein denaturering. Vi registrerte 1.5 % økt vekt på clustere etter trykkbehandling med økt muskelutbytte på 6 %. Krabbeklørne bør være tint før prosessering og temperaturen bør være på 15 °C og trykket rundt 2600 bar. Sensorisk var kjøtt fra høytrykksprosessert krabbeklør mer smakfullt med bedre tyggemotstand enn vanlig prosessert krabbe. Bruk av høytrykksteknologi er lovende, men flere forsøk behøves for å utvikle hurtigmetode for rensing av klør ved enten trykkluft eller vakuüm.

En problemstilling som ble bearbeidet i prosjektet var "tørking av restråvarer fra kongekrabbeproduksjon". Dette arbeidet er utført av "Arctic Innomar" og lagt ved i Appendiks 2 som en selvstendig rapport.





## 2 Innledning

Kongekrabbe (*Paralitodes camtschaticus*) er en introdusert art i norske farvann som både har skapt begeistring og ergrelse. Etter starten av kommersiell fangst, har mengden fanget kongekrabbe økt. Næringen i Norge består av om lag 19 forskjellige videreforedlingsanlegg. Kongekrabbefisket i Norge er derimot lite sammenlignet med store nasjoner som Russland, Canada og Alaska. I 2007 fisket USA og Russland til sammen 28 000 tonn (FAO, 2009), mens Norge landet ca 5100 tonn i Finmark samme år (Råfisklaget, 2008). Dette resulterte i en norsk eksport av 2911 tonn med en snittpris på 104 NOK/kg (Eksportutvalget for fisk, 2008). Vårt største konkurranse fortrinn er kvalitet og kvalitetsopplevelse. Norsk krabbenæring bør ha som mål å øke verdien på uttaket gjennom total utnyttelse av krabben samt bedre kvaliteten på produktene.

Kongekrabbe ansees som et luksusprodukt, og prisene har vært gode. Klørne omsettes både som rå og kokte produkter. Koking er en helt sentral prosess både for å sikre trygge produkter, men også for å gi best mulig kvalitet. Forbehandling, koketid, koketemperatur, koke og kjølemedium påvirker både kvalitet og utbytte ved prosessering av kongekrabbe. Tilsvarende erfaringer fra rekeproduksjon er at koke-, kjøle- og frysebetingelsene påvirker utbytte og drypptap sterkt. Krav til kjernetemperatur for kokte produkter er normalt 72 °C i 30 sek. Temperaturen i kjernen vil fortsatt stige etter at oppvarmingen er avsluttet fordi det tilføres varme fra de ytre delene av klørne. Her kan temperaturen stige opp mot 90 °C om produktet ikke kjøles. Det er derfor viktig å ha god kontroll både med oppvarmings- og kjøleprosessen. Kongekrabbeklør har ulik tykkelse, og det er derfor vanskelig å unngå at de tynneste delene av armene blir overkokt. Graden av overoppvarming avhenger av hvilket varmeoverføringsmedium som benyttes (vann eller damp), av temperaturen på mediet, og hvor god varmeoverføringen er mellom mediet og klørne. I dag benyttes flere ulike metoder for koking og frysing av kongekrabbe. Det er derfor viktig å få kartlagt sammenhengen mellom koketid og utbytte av kongekrabbe for å få et best mulig produkt. Drypptapet kan i tillegg til kokeprosessen også påvirkes av råvarekvaliteten (fyllingsgrad) og av forbehandling, for eksempel hvorvidt salt eller fosfat brukes som hjelpestoff før eller under kokeprosessen.

Klør fra skadet krabbe og undermåls krabbe som fiskes som bifangst eller under nedfangstingsfisket vest for Nordkapp, kan anvendes til produksjon av krabbefarse. Dette kjøttet kan tas ut ved mekanisk separering, noe som gjøres enklest på ukokte klør som er forholdsvis myke sammenlignet med klør fra kokt krabbe. Kvalitet på krabbefarse vil variere. Når krabbefarse produseres fra krabbe med liten kjøttfylde, vil farsen inneholde forholdsvis mye vann. Når farsen så varmebehandles, kan den oppfattes som vassen og derved mindre attraktivt. Dette kan skape problemer, og også vanskeliggjøre omsetning av klør med god kjøttfylde. Dersom man benytter for høyt trykk og for stor perforering i trommelen under den mekaniske separeringen, kan innholdet av skallrester og hinner øke i farsen. Det behøves derfor mer erfaring hvordan produsere best mulig farse.

Det er også ønskelig å utvinne hele kjøttstykker fra kongekrabbeklør. Disse produktene vil normalt ha en betydelig høyere verdi enn farse. Til nå har alternativet for slik produksjon vært å sende klør til Kina for prosessering og rensing. Kostnadene ved dette (transport, rensing og retur av ferdige produkter) er langt lavere enn kostnadene ved bearbeiding i Norge. Et alternativ for rensing av klør er bruk av høytrykksteknologi (HP). Firmaet AVURE har gjennom egne tester funnet ut at deres HP kan benyttes til rensing av kongekrabbeklør, og i dag har bedriften patent på bruk av høytrykk for prosessering av sjømat. Kostnaden forbundet med denne teknologien skal være lavere enn ved prosessering av klør i lavkostsland. Metoden er tidligere testet ut av Nofima på andre arter som reker (Even Tidemann pers. meld.) I dag brukes HP metoden kommersielt på blant annet rensing av sjømat som hummer, østers og skjell fra New Zealand (Nigel Rogers, pers medd.). I tillegg til

rensing skal metoden gi økt holdbarhet på produktet ved at metoden tar livet av bakterier som *Salmonella*, *Camphylobacter* og *Vibrio*.

Denne rapporten beskriver prosessen hvor utgangspunktet er best mulig utnyttelse av krabben og beskriver prosesser og resultater vedrørende:

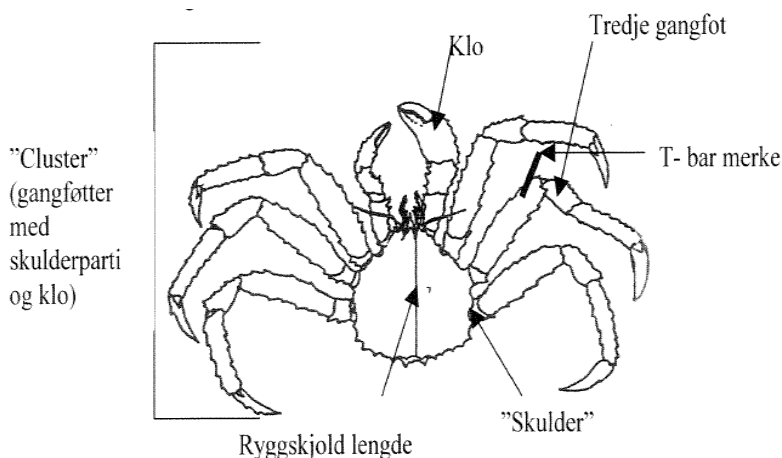
- Forbedrede kokeprosesser (temperatur/koketid)
- Farse av kongekrabbe
- Bruk av høyt trykk (HP) for rensing av kongekrabbe og evaluering av metoden som et industrielt alternativ til uttak av krabbekjøtt.

Vedlagt som et tillegg til dette arbeidet er en rapport som omhandler anvendelse og produksjon av restråvare fra kongekrabbeproduksjon. Rapporten er lagt ved i Appendiks 2.

### 3 Material og metoder

Krabben ble fanget i området rundt Berlevåg i Finmark, slaktet på vanlig vis og transportert i frossen tilstand til Nofima Marin, Tromsø. Før forsøkene med kokeprosessen og opparbeidelse av farse, ble frosne klør veid før tining ved 4 °C over natt. Etter tining, ble klørne igjen veid og denne differansen ble notert som tinetap. Forsøksmateriale som ble benyttet ved HP prosessering var frossen rå kongekrabbe fra Berlevåg Kongekrabbe AS.

#### 3.1 Kokeprosessen



Figur 1. Illustrasjon av kongekrabbe (Hjelset og Sundet, 2004)

Hver klo ble individuelt merket og vekten ble registrert. Hvert sett med klør (gripekloa + 3 gangfötter, cluster, figur 1) ble varmet i industrikokeren til angitt kjernetemperatur i 3 % saltvann med angitt hviletid før påfølgende kjøling ved -3 °C. Det ble utført koking både med og uten sirkulasjon i kokekaret. Clusterne ble varmet opp til den siste kloa var kommet opp i kjernetemperaturen (se tabell 1). Dette betyr at selv om for eksempel 3. gangfot kom opp i 85 °C etter 7 min, kan f. eks 2. gangfot ha oppnådd 85 °C etter 5 min. Det vil derfor være en viss grad av usikkerhet i målingene. Vekten av klørne ble registrert før tunnelfrysing ved -40 °C og videre mellomlagring. Etter tining ved 4 °C over natt, ble tinevannet fjernet, og klørne på nytt veid for måling av tinetap.

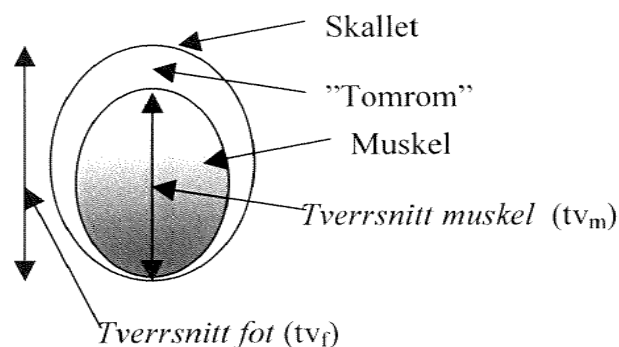
Tabell 1 Testoppsett for koking av klør ved ulike temperaturer og ulik hviletid før nedkjøling etter koking

Vanntemperatur	72 °C	85 °C	95 °C
Hviletid	30 sek	1 min	5 min
Kjernetemperatur	72 °C	82 °C	90 °C

### 3.1.1 Sensorisk evaluering av kokte klør

Sensorisk vurdering av saftighet og tyggemotstand av kokte klør ble vurdert av 5 dommere. Klørne ble prosessert med ulike kokebetingelser (ikke sirkulasjon) og hadde vært frosset. De tinte klørne ble vurdert ut i fra en skala fra 1 til 10 hvor 1 er minst saftig med minst tyggemotstand og 10 er meget saftig med god tyggemotstand. Skjemaene for sensorisk evaluering var utarbeidet ved Nofima Marin.

### 3.1.2 Beregning av fyllingsgrad



Figur 2 Illustrasjon av tverrsnitt av 3. gangbein med skall, muskel og tomrom (Hjelset og Sundet, 2004)

For å måle fyllingsgraden i klør fra kokt kongekrabbe, ble det skåret ut ca 2 cm bredt stykke fra 3 gangfot. Snittet hadde en elliptisk form og fyllingsgraden ble estimert ved å måle det ytre tverrsnittet ( $t_{vm}$ ) av muskelen og det indre tverrsnittet ( $t_{vf}$ ) på foten. Fyllingsindeksen ( $FI_{tverrsnitt}$ ) ble beregnet ved å ta det prosentvise forholdet mellom disse to tverrsnittene;

$$FI_{tverrsnitt} = (t_{vm} / t_{vf}) \times 100.$$

## 3.2 Kongekrabbefarse

Tinte småklør ble separert ved maksimalt trykk i en Baader separator med 2 mm åpning. Vekt inn av ukokte hele klør med skall og mengde skall ut ble registrert og differansen ble vekt av farsen. Det ble laget krabbefarse av A: hele klør og B: samfengte klør som bestod av både hele klør samt enkelt biter. Farsen ble pakket i plastposer a 100 g og oppbevart ved 3 °C før videre sensorisk evaluering samme dag. For å måle innholdet av skallrester i farsen ble 50 g farse tilsatt 100 ml 3 % lut og oppvarmet til 70 °C i 15 min. i vannbad før henstand i romtemperatur over natt. Det meste av farsen ble da oppløst, og mengde restskall i farsen kunne dokumenteres.

### 3.2.1 Sensorisk evaluering av kongekrabbefarse

En plastpose med krabbefarse ble pakket i aluminiumsfolie og oppvarmet 10 min. ved koketemperatur og avkjølt til romtemperatur før sensorisk evaluering. Sensorisk vurdering av

farge, saftighet og hvor smakfull farsen var, ble vurdert ut fra en skala fra 1 til 6 hvor 1 er minst hvit/tørr/smakfull og 6 er meget rød/saftig/smakfull. Skjemaene for evaluering var utarbeidet ved Nofima Marin og prøvene ble vurdert av 5 dommere. Den sensoriske evalueringer ble foretatt på krabbefarse fra begge gruppene.

### 3.2.2 Kjemiske analyser av krabbefarse

Analysene av spormetaller og aminosyresammensetning ble foretatt av laboratoriet BioLab ved Nofima Ingrediens i Bergen etter standardisert oppsett. Måling av sulfidproduserende bakterier (*Shewanella putrefaciens*) og kimtall ble utført ved Nofima Marin i Tromsø etter NMKL metode nr. 96. Analyser for innhold av vann, protein, fett og aske ble utført ved Nofima Marin etter standard metode på avdelingen.

### 3.3 Høytrykks prosessering av kongekrabbe

Forsøket ble gjennomført hos Agri-Food and Biosciences Institute i Belfast, Nord-Irland februar 2009. I tillegg til forskere ved Agri-Food and Biosciences Institute deltok også Fred Martin Langøy (Berlevåg Kongekrabbe AS), Kristian Prytz (FHL) og Nigel Rogers fra AVURE.

Hel krabbe, clusters og bukklapper ble benyttet under forsøket. I tillegg ble krabbe av høy og dårlig kvalitet (dobbelskall) testet. Krabbene ble tint i et døgn på kjølerom før trykkbehandlingen.



Bilde 1 Nærbilde av stempel og trykkammer til venstre. Til høyre størrelsen på høytrykkssystemet som ble brukt under denne testen (AVURE , QFP-35L-600)

Krabben ble plassert i et horisontalt eller vertikalt kammer som ble tilført vann og utsatt for høyt hydrostatisk trykk. Ved at trykket var uniformt fordelt rundt produktet ble produktets form

ikke forandret under prosessen. Under prosesseringen kunne temperaturen holdes konstant (fra 15 til 50 °C), samt at trykket kunne kjøres opp til 600 MPa, som tilsvarer 6000 atmosfære eller 90 000 psi.



Bilde 2 Fred Martin Langøy og Kristian Prytz renser trykkbehandlet krabbe

Ved høytrykksprosessering ble følgende forsøksbetingelser benyttet:

Tabell 2 De ulike forsøksbetingelsene som ble benyttet under høytrykksprosessering

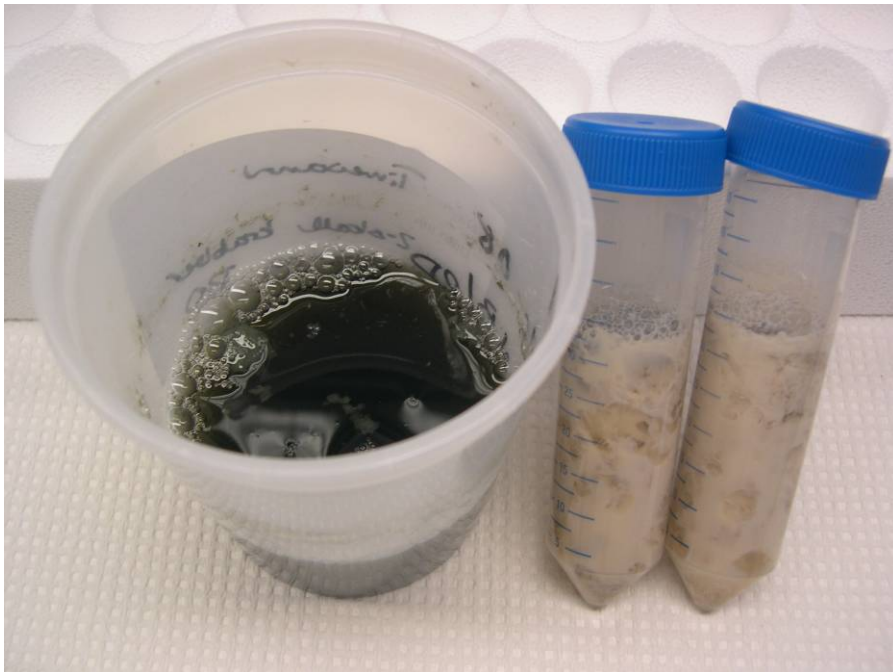
	Material	Temperatur (°C)	Trykk (bar)	Holdetid (sek.)
Serie 1	Tint cluster	15	2600	90
Serie 2	Tint cluster	15	2800	90
Serie 3	Tint cluster	25	2800	90
Serie 4	Tint cluster	15	3000	90
Serie 5	Dobbel skall cluster	15	2800	90
Serie 6	Hel krabbe	15	2800	90
Serie 7	Buklapper	15	2600	90

## 4 Resultater og diskusjon

Alt av resultater som diskuteres fins i tabellene vedlagt i Appendiks 1 - Tabeller.

### 4.1 Kokeprosessen

Etter tining av krabbeklørne registrerte vi ca 18 % drypptap før videre prosessering. Tinevannet ble tatt vare på og vurdert som smakfullt og godt. Før videre koking av krabbeklørne, ble blodet vasket mest mulig ut av de hele klørne.

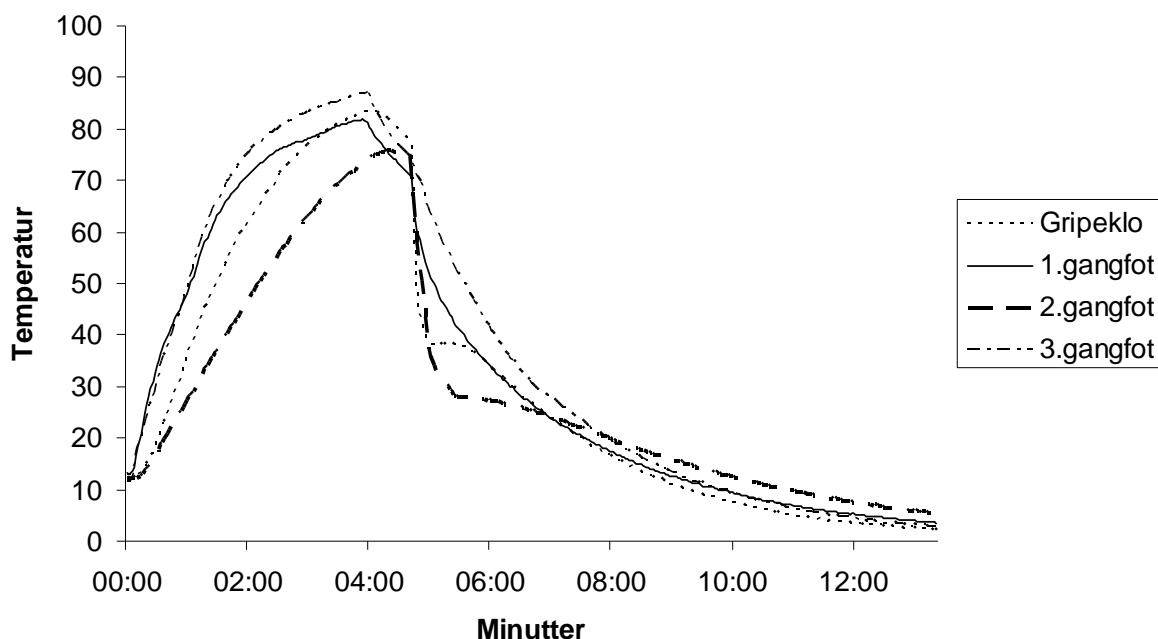


Figur 3 Tinevann fra samfengte krabbeklør før koking (kopp). Tinevann fra hele klør i rørene til høyre.

Klørne ble kokt enten med eller uten sirkulasjon og kokeprofiler ble utarbeidet som vist i figur 4.

### 4.2 Varmebehandling med sirkulasjon

Drypptapet var størst etter koking i 30 min ved 95 grader uten sirkulasjon for alle klørne som ble undersøkt (App. 1, tabell I). Dette drypptapet varierte alt etter hvilken klo som ble analysert, og varierte mellom 13 til 22 %.



Figur 4 Eksempel på temperaturprofil i krabbe ved koking uten vannsirkulasjon. Her var vanntemperaturen 85 °C og kokingen ble avsluttet da krabben hadde en kjernetemperatur på 72 °C. Hviletiden var på 1 minutt før kjøling ved -3 °C.

### 4.3 Varmerbehandling uten sirkulasjon

Det var til dels store forskjeller i vektendring etter varmebehandling uten sirkulasjon (App. 1, tabell II). Koketid på 22 minutter gir størst drypptap på mellom 1 til 18 % alt etter hvilken klo som ble analysert. Gruppen med størst vektneidgang som følge av varmebehandling, var gruppen med 85 graders vanntemperatur, 82 graders kjernetemperatur og 5 minutters henstand før ising etter koking. Man kan derfor antyde at lang koketid kombinert med lengre tid før avkjøling etter koking, gir et stort drypptap av kokte kongekrabbeklør.

Det ble ikke registrert blåfarging av muskelen i forbindelse med kokeforsøkene som ble gjennomført.

#### 4.3.1 Vekttap etter tining

Som vist i tabell 5A og 5B var det store variasjoner i vekttap etter tining av kokte klør (uten sirkulasjon). Klørne som var kokt ved 95 grader i 30 min hadde minst tap etter tining. Dersom man benytter seg av høg temperatur, er det viktig med hurtig avkjøling etter koking. Ved økt kjernetemperatur fra 72 til 90 grader og en økning på 5 minutter før avkjøling, så doubles vekt tapet etter tining. Videre ser det ut som om høy temperatur er å foretrekke, da det jevnt over gir lavere vekt tap etter frysing. Fyllingsgraden i kokte klør varierte fra 80-99 % og ble ikke påvirket av kokeprosessen (App. 1, tabell IV).



### 4.3.2 Sensorisk analyse

Den sensoriske analysen av kokte klør viste at vanntemperatur og koketid var av betydning for hvordan dommerne oppfattet saftigheten og tyggemotstand i krabbeklørne (App. 1, tabell Va og Vb). Høg vanntemperatur (95 g), kort koketid (5-6 min) og rask nedkjøling av krabben etter koking ble vurdert som bra for begge parametrene. Lågere koketemperatur (85 g) kombinert med lang koketid (22 min) og 5 min før kjøling gav dårligere opplevelse av saftighet og tyggemotstand.

### 4.4 Kongekrabbefarse

For å få en total utnyttelse av kongekrabbe ble i tillegg til store hele klør, også småklør benyttet til krabbefarse (figur 5). Underveis erfarte vi at ved maksimalt trykk i separatoren, ble det små skallbiter i farsen. Dette er ikke ønskelig, da kundene krever at farsen skal være helt fri for skallbiter.



Figur 5. Rå og kokt kongekrabbe farse

#### 4.4.1 Utbytte og innhold av skallrester

I dette forsøket var vekten av klør før separering 8.2 kg, mens vekten av farsen etter separering var 5.4 kg. I et slikt småskala forsøk er det vanskelig å måle eksakt mengde farse, da det vil tapes noe i systemet, men man kan estimere et utbytte på ca 65 %. Under separeringen ble væske fra farsen frigjort. Denne væsken var særdeles smakfull fra gruppe A, altså de hele klørne. Dette i motsetning til væsken fra farsen fra gruppe B, den samfengte gruppen. Denne væsken var mørkere og smakte mer bittert. Dette kan muligens komme av at klørne var dårligere utblødd. Blodet kan gi opphav til bittersmak, derfor bør man fjerne mesteparten av blodet i krabbeklørne. Ved bruk av lut kunne vi estimere at i 50 gram farse fant vi igjen ca 0.1-0.2 gram skall. Den store utfordringen blir å lage farsen slik at skallrestene blir minimert.

#### **4.4.2 Sensorisk evaluering av kongekrabbefarse**

Fargen på farsen fra de hele klørne ble vurdert til 3.3 (App. 1, tabell VI). Det vil si at dommerne oppfattet farsen som ikke helt hvit og noe lys rød. Fargen på farsen fra de samfengte klørne ble vurdert til 2.3 noe som tilsier en ganske hvit farse som er lysere enn farse fra hele klør. Krabbefarsen fra hele klør ble vurdert som meget saftig med et gjennomsnittresultat på 2 i motsetning til score 5.1 på de samfengte klørne. Dommerne kommenterte at krabbefarsen fra de hele klørne smakte som god fersk kokt krabbe med en løsere konsistens og mye god ettersmak. Videre var ettersmaken mindre kraftig og mer preget av en bitter og sjø/fjæra ettersmak fra de samfengte klørne. Farsen fra begge gruppene ble vurdert som passe salt, men noe knasing i tennene som følge av skallrester i farsen, ble oppfattet som ubehagelig av dommerne. Vi anser krabbefarse som et produkt som lett kan benyttes til ulike anvendelser forutsatt at farsen er fri for store skallbiter.

#### **4.4.3 Spormetaller, mikrobiologi, aminosyresammensetning, vann, aske, protein og fett i krabbefarse**

Analysen av spormetaller i frysetørket kongekrabbefarse viste et innhold av sink og selen på hhv. 0.35 mg og  $9.8 \times 10^{-3}$  mg per 100 g farse (App. 1, tabell VII). Dette er betydelig lavere enn rapportert innhold i kjøtt fra taskekrabbe (6.4 mg og 0.08 per 100g) (NIFES). Aminosyresammensetningen (App. 1, tabell VIII) var jevnt over noe lavere enn rapporterte verdier fra taskekrabbe (NIFES). Farse fra hel krabbe hadde totalkim på  $4.5 \times 10^4$  og innhold av *Shewanella* på  $1.5 \times 10^2$ , noe som var betraktelig lavere enn i krabbefarse fra assorterte krabber. Krabbefarsen hadde et innhold på 81.8 % vann, 2.6 % aske, 14.8 % protein og 0.1 % fett som er typiske verdier for krabbe (App. 1, tabell IX).

#### **4.5 Bruk av høytrykksbehandling for rensing av kongekrabbe**

I samtlige forsøk ble tid i trykkammer satt til 90 sekunder. Denne oppholdstiden var basert på tidligere erfaringer med blant annet hummer (Nigel Rogers pers med). Trykkammeret hadde en kapasitet på 35 L. Under praktisk kjøring, ved bruk av hele clusters, kunne vi produsere ca. 9 kg i kammeret, noe som gir en volumutnyttelse på ca. 25 %.



Bilde 3 Krabbekjøtt kan lett trekkes ut etter trykkbehandling

Muskelen i serie 1 prosessert ved 15 °C ved 2600 bar, løsnet lettere fra skallet og var vesentlig mer elastisk enn krabbe som ikke var trykkbehandlet. Det viste seg vanskelig å trekke ut hele muskelen fra krabbeleggen også i HP behandlet krabbe. Spesielt var leddene en utfordring. Kjøttet løsnet i enkelte tilfeller lett fra brusk/fiber inne i leggen, mens det i andre tilfeller satt fast. I de tilfellene hvor kjøttet satt fast, var det lett å slite av muskelen slik at den kom ut i bruddstykker og ikke hel. Det ble prøvd ut flere metoder for å unngå å slite av muskelen. En metode som viste seg å fungere bra var å knekke leddene, holde fast i midt stykket for så å dra ut kjøttet. Muskel i både knuseklo og gripeklo var vanskeligere å få ut i et helt stykke sammenlignet med muskel i leggen til kongekrabben. Bilde 4 nedenfor viser en vellykket test hvor samtlige legger var intakt.



Bilde 4 Hel krabbemuskel etter trykkbehandling til venstre. Til høyre knuseklo etter trykkbehandling

Trykkbehandlingen førte videre til en fargeforandring fra grå /hvit til en delikat rødlig farge på muskel. Dette skyldes sannsynlig denaturering av proteinene i produktet.

Ved kjøring av serie 2 ble trykket økt fra 2600 til 2800 bar, mens temperaturen ble holdt uforandret. Resultatene fra denne kjøringen skilte seg lite ut fra serie 1 bortsett fra at det ble litt enklere å dra ut kjøtt fra leggen sammenlignet med kjøring 1.

Ved kjøring 3 ble det benyttet samme trykk som under kjøring 2, men temperaturen ble satt opp fra 15 til 25 °C. Det ble ikke funnet noen merkbare positive effekter ved å øke temperaturen, men derimot virket muskelen mer "kokt" sammenlignet med kjøring 2.

Under kjøring 4 valgte vi derfor å gå tilbake til 15 °C og heller øke trykket til 3000 bar. Ved denne kjøringen ble det gjort utbytte måling av hel cluster (ikke lagt ved) samt en sammenlikning av utbytte av legg med eller uten trykkbehandling. Resultatene viste et gjennomsnittlig utbytte på 67 % ved bruk av trykk mot 61 % uten bruk av trykk.

Serie 5 ble gjennomført på krabber med dobbeltskall. Det ble valgt samme forsøksbetingelser som under serie 2. Generelt var dobbeltskallkrabbe lettere å rense sammenlignet med normalkrabbe. Det lot seg enkelt gjøre å få ut alt av kjøtt fra cluster, mot normal krabbe hvor vi hadde problemer med fremste ledd. Bilde 5 nedenfor viser renset muskel fra dobbeltskallkrabbe.



Bilde 5 Renset muskel fra dobbelskallkrabbe

Vi observerte at dobbeltskall krabbe hadde en mer markert rødfarge sammenlignet med normalkrabbe etter behandling. Det nye tynne skallet fulgte med kjøttet og var lett å fjerne og forringet ikke kvaliteten på slutt produktet.

Det ble også gjort test på hel krabbe (serie 6). Her fikk vi ut kjøtt som satt fast i selve skallet til krabben som vist i bilde 6 nedenfor.



Bilde 6 Krabbekjøtt som satt fast under skallet etter trykkbehandling

Til slutt ble det kjørt en trykktest på bukklapper etter initiativ fra Berlevåg kongekrabbe A/S (serie 7). Metoden fungerte svært bra, og det var lett å rense dette produktet (bilde 7).



Bilde 7 Ferdig rensset bukklapper av kongekrabbe etter trykkbehandling

#### 4.5.1 Konkluderende merknader og forslag til videre arbeide med HP

Rapporter fra forsøk utført av andre har antydnet et økt utbytte ved høgtrykksprosessering (Nigel Rogers, pers med). Våre resultater viser en 1.5 % økning i vekt på cluster etter trykkbehandling med økt muskelutbytte på 6 %. Det kan tenkes at utbyttet vil øke ytterligere ved bruk av krabbe med en lavere fyllingsgrad en det vi brukte i forsøket.

AVURE hevder at frosne produkter kan benyttes direkte i trykkammer. Vår erfaring var at uansett trykk og vanntemperatur klarte vi ikke å få kjøttet til å løsne fra kloa på samme måte som for ferdig tint krabbe da kjøttet satt fastere i skallet.

Det ble gjennomført en testserie for manuell rensing av krabbe, hvor prosjekt deltakerne deltok. Vi klarte å rense 12.6 kg kjøtt på 30 minutter. Dette tilsvarer 6.5 kg per time per person. Testen ble gjort på høykvalitets krabbe. Vår erfaring er at dobbelskallkrabbe er lettere å rense effektivt. Videre har kjøtt fra trykkbehandlet dobbelskall krabbe en mer delikat rødfarge på muskel sammenliknet med krabbe uten dobbelskall.

Materialet fra test kjøringen ble frosset ned og sendt til Tromsø, hvor det ble gjennomførte en sensorisk test av produktet. Som referanse ble det benyttet vanlig krabbe som ikke var blitt trykkbehandlet. I testen ble tekstur og smak på produktet sammenlignet mot vanlig behandling av krabbe. Trykkbehandlet krabbekjøtt hadde en markant bedre tyggemotstand og var mer smaksfull sammenlignet med vanlig krabbe. Vår erfaring er at trykkbehandlingen gir krabbekjøtt mer elastisk og "seig" struktur som skiller seg fra vanlig kokt krabbe.

Bruk av høytrykksprosessering er en lovende metode, men man bør gjennomføre en del mer systematiske forsøk for å dokumentere dette bedre. Man bør utvikle en hurtig metode for å ta ut kjøttet ved bruk av for eksempel trykkluft eller vakuum.

## 5 Oppsummering og forslag til videre arbeid

### 5.1 Prosessering av klør og legger

Forsøkene med koking av krabbeklør og legger viser at det er stor variasjon i utbytte, både ved koking med og uten sirkulasjon. Forklaring til at det er så pass stor variasjon kan være at det er stor forskjell i tykkelse og dimensjon på legger og klør, og for å oppnå riktig kjernetemperatur på de tykkeste delene blir de tynneste delene utsatt for høy temperatur over lengre tid. Trenden i forsøkene er imidlertid at lang koketid kombinert med lang tid for avkjøling etter koking, gir et stort drypptap av kokte kongekrabbeklør. Resultatene så langt tyder på at høy temperatur ved koking også er gunstig mht. utbytte og vekttap etter tining; høy koketemperatur gir lavere vekttap etter frysing og tining.

Den sensoriske analysen av kokte klør viste at koketemperatur og -tid var av betydning for hvordan dommerne oppfattet saftighet og tyggemotstand i krabbeklørne. Høy vanntemperatur (95 °C), kort koketid (5-6 min) og rask nedkjøling av krabben etter koking ble vurdert som bra for begge parametrene. Lavere koketemperatur og lang koketid gav dårligere opplevelse av tyggemotstand og saftighet. Forsøkene viser at koking av kongekrabbeklør bør skje ved høy temperatur og hurtig avkjøling både med hensyn til utbytte og sensorisk kvalitet.

Forsøkene viser også at det er behov for å sortere råstoffet på en slik måte at prosessering skjer på mest mulig likt råstoff. Dette for å oppnå jevn og god kvalitet og unngå at enkelte klør blir over-/under- kokt.

Videre forskningsaktiviteter innen dette området bør fokusere teknologi og metode for å oppnå best mulig utbytte og kvalitet på kokte kongekrabbeklør og legger. Med utgangspunkt i resultatene bør dette omfatte undersøkelse av ulike typer koking og nedkjøling, eksempelvis kan dette være dampkoking etterfulgt av hurtigst mulig nedkjøling.

### 5.2 Prosessering av krabbefarse

I et småskala forsøk som gjennomført i dette prosjektet er det vanskelig å måle eksakt mengde farse, da det vil tapes noe i systemet, men ut fra resultatene det er estimert et utbytte på ca 65 %. I forsøkene med kongekrabbefarse ble den sensoriske beste farsen produsert fra hele klør og legger mens farsen fra samfengte klør ble vurdert til noe lavere kvalitet. En mulig årsak til dette kan være mer restblod i muskelen fra de samfengte klørne. Det største problemet med krabbefarsen var imidlertid skallrester i farsen; noe som ble oppfattet som ubehagelig ved tygging av farsen og konsum. Den store utfordringen blir å lage farsen slik at skallrestene blir minimert.

Videre arbeid bør omfatte uttesting/tilpassing av teknologi for å framstille et farseprodukt som er uten skallrester. Her bør en også se på sortering av råstoffet for å kunne framstille et produkt med høy sensorisk kvalitet.

### **5.3 Høytrykksbehandling av kongekrabbe**

Bruk av høytrykksteknologi ved foredling av kongekrabbe gav gode resultater med hensyn til forenklet rensing av krabbe. Også de sensoriske egenskapene til muskelen ble oppfattet som forbedret; med både økt tyggemotstand, smak og farge sammenlignet med krabbe som ikke var behandlet med høyt trykk.

Bruk av høytrykksprosessering er en lovende metode, men det bør gjennomføres flere og mer systematiske forsøk for å dokumentere effekt og kvalitet. Utstyr for høytrykksprosessering innebærer en betydelig kostnad, og effekten og fortrinn bør dokumenteres i større grad enn hva som har vært mulig i dette prosjektet. I forbindelse med videre bearbeiding av høytrykksprosessert kongekrabbe bør det utvikles en hurtig metode/verktøy for å ta kjøttet ut av skallet ved bruk av for eksempel trykkluft eller vakuum.



## 6 Referanser

Eksportutvalget for fisk (2008). Årsstatistikk 2008.

FAO (2008). The state of the world's fisheries and aquaculture.

FAO (2009). Verdens fangster av king crab og squat lobsters per art, land og fangstområde I tonn

Hjelseth, A.M. & Sundet, J. H. (2004). Sesongmessige variasjoner i fyllingsgrad hos kongekrabbe fra Varangerfjord, Finmark. Rapport nr.1-2004. Havforskningsinstituttet, Bergen, Norge.

NIFES; Nasjonalt institutt for ernærings og sjømatforskning (2009). Sjømatdata; Fremmedstoffer og næringsstoffer.

Råfisklaget (2008). Markedsrapport kongekrabbe.



## **Appendiks 1**



Tabell I Vektendring i prosent etter varmebehandling med sirkulasjon på krabbeklør. Behandling under kokeprosessen er angitt i kolonne 1; Første tall indikerer vanntemperatur, andre tall indikerer kjernetemperatur i krabbekloa og siste tall indikerer lagringstid etter koking før nedkjøling i is.

	Koketid	Klo	1.gangfot	2.gangfot	3.gangfot
95-72-30	7 min 16 s	10.6	3.9	4.6	0
95-72-30B	3 min 30 s	3.0	- 2.4	2.9	- 5.2
95-72-30C	7 min 40 s	3.7	0.9	2.5	2.4
95-82-30	10 min 1 s	7.1	1.2	3.8	5.1
95-30 min	30 min	- 14.75	- 21.93	- 17.8	- 13.0

Tabell II Vektendring i prosent etter varmebehandling uten sirkulasjon på krabbeklør. Behandling under kokeprosessen er angitt i kolonne 1; Første tall indikerer vanntemperatur, andre tall indikerer kjernetemperatur i krabbekloa og siste tall indikerer lagringstid etter koking før nedkjøling i is.

	Koketid	Klo	1.gangfot	2.gangfot	3.gangfot
85-72-30	7 min 30 s	- 2.9	6.3	13.9	18.8
85-72-1	5 min 50 s	0	0	11.7	28.6
85-72-5	4 min 18 s	0	14.3	9.3	- 6.4
85-82-30	19 min 31 s	5.8	2.9	0	2.0
85-82-1	19 m 12 s	0	2.3	- 6.5	- 1.0
85-82-5	22 min 15 s	- 4.1	- 18.0	- 6.1	- 1.1
85-82-5B	22 min 15 s	0	- 3.9	- 2.4	- 1.9
95-72-30	5 min 59 s	0	8.7	11.9	9.5
95-72-1	4 min 59 s	8.8	21.1	5.7	14.5
95-72-5A	4 min 1 s	2.4	4.0	5.5	5.4
95-72-5B	4 min 1 s	6.9	- 1.7	6.5	10.5
95-82-30	6 min 45 s	10.3	11.5	13.9	12.3
95-82-1	9 min 30 s	15.6	17.5	7.5	17.6
95-82-5	7 min 15 s	0	0	14.9	8.9
95-90-30	9 min 15 s	4.8	14.6	14.1	7.9
95-90-1	10 min 1 s	2.8	12.5	9.9	21.7
95-90-5	10 min 6 s	4.5	0	0	4.4
95-30 min	30 min	11.1	- 10.87	18.0	7.3

Tabell III a Vekttap (%) av kokte klør (1.gangfot) etter frysing. Behandling under kokeprosessen er angitt i kolonne 1; Første tall indikerer vanntemperatur, andre tall indikerer kjernetemperatur i krabbekloa og siste tall indikerer lagringstid etter koking før nedkjøling i is.

Prøve	Koketid	Vekttap etter frysing (%)	Prøve	Koketid	Vekttap etter frysing (%)
85-82-30	19 min 31 s	25.5	95-72-30	5 min 59 s	12.0
85-82-1	19 min 12 s	31.8	95-72-1	4 min 59 s	26.1
85-82-5B	22 min 15 s	24.0	95-82-30	6 min 45 s	20.7
			95-82-1	9 min 30 s	21.6
			95-90-5	10 min 1 s	23.6
			95g 30 min	30 min	7.3

Tabell III b Vekttap av kokte klør (2.gangfot) etter frysing. Behandling under kokeprosessen er angitt i kolonne 1; Første tall indikerer vanntemperatur, andre tall indikerer kjernetemperatur i krabbekloa og siste tall indikerer lagringstid etter koking før nedkjøling i is.

Prøve	Koketid	Vekttap etter frysing (%)	Prøve	Koketid	Vekttap etter frysing (%)
85-72-30	7 min 30 s	20.1	95-72-5A	4 min 1 s	10.4
85-72-1	5 min 57 s	20.9	95-72-5B	4 min 1 s	19.7
85-72-5	4 min 18 s	23.4	95-82-5	7 min 15 s	23.5
85-82-5	22 min 15 s	26.2	95-90-30	9 min 15 s	28.8
			95-90-1	10 min 1 s	21.3

Tabell IV Fyllingsgrad i kokte klør uten sirkulasjon. Behandling under kokeprosessen er angitt i kolonne 1; Første tall indikerer vanntemperatur, andre tall indikerer kjernetemperatur i krabbekloa og siste tall indikerer lagringstid etter koking før nedkjøling i is.

Behandling	Koketid	Fyllingsgrad	Behandling	Koketid	Fyllingsgrad
85-72-30	7 min 30 s	95.7	95-72-30	5 min 59 s	92.6
85-72-1	5 min 57 s	80.0	95-72-1	4 min 59 s	94.2
85-72-5	4 min 18 s	91.0	95-72-5A	4 min 1 s	82.6
85-82-30	19 min 31 s	84.8	95-72-5B	4 min 1 s	91.3
85-82-1	19 min 12 s	88.2	95-82-30	6 min 45 s	91.4
85-82-5	22 min 15 s	82.7	95-82-1	9 min 30 s	99.4
85-82-5B	12 min 12 s	81.5	95-82-5	7 min 15 s	92.6
			95-90-30	9 min 15 s	83.1
			95-90-1	10 min 1 s	94.4
			95-90-5	10 min 1 s	94.6
			95 g 30 min	30 min	91.5

Tabell V a Sensorisk analyse Tørr-saftig. Behandling under kokeprosessen er angitt i kolonne 1; Første tall indikerer vanntemperatur, andre tall indikerer kjernetemperatur i krabbekloa og siste tall indikerer lagringstid etter koking før nedkjøling i is.

Behandling	Koketid	Poengscore
85-72-30	7 min 30 s	3.6 ± 0.5
85-72-30	7 min 30 s	4.8 ± 1.7
85-72-1	5 min 57 s	4.2 ± 0.4
85-72-5	4 min 18 s	3.4 ± 1.1
85-82-30	19 min 31 s	4.6 ± 1.8
85-82-1	19 min 12 s	3.6 ± 1.9
85-82-5	22 min 15 s	3.4 ± 1.3
85-82-5	22 min 15 s	3.8 ± 0.4
95-72-30	5 min 59 s	5.0 ± 1.7
95-72-1	4 min 59 s	4.2 ± 1.8
95-72-5	4 min 1 s	4.2 ± 1.1
95-72-5	4 min 1 s	3.8 ± 1.9
95-82-30	6 min 45 s	5.2 ± 1.1
95-82-1	9 min 30 s	3.8 ± 0.8
95-82-5	7 min 15 s	4.0 ± 1.4
95-82-5	7 min 15 s	4.0 ± 0.7
95-90-30	9 min 15 s	3.4 ± 1.7
95 g 30 min	30 min	4.3 ± 1.3



Tabell V b Sensorisk analyse av tyggemotstand. Behandling under kokeprosessen er angitt i kolonne 1; Første tall indikerer vanntemperatur, andre tall indikerer kjernetemperatur i krabbekloa og siste tall indikerer lagringstid etter koking før nedkjøling i is.

Behandling	Koketid	Poengscore
85-72-30	7 min 30 s	4.0 ± 1.6
85-72-30	7 min 30 s	2.3 ± 1.3
85-72-1	5 min 57 s	4.2 ± 0.4
85-72-5	4 min 18 s	3.8 ± 0.8
85-82-30	19 min 31 s	3.6 ± 1.7
85-82-1	19 min 12 s	4.2 ± 2.2
85-82-5	22 min 15 s	3.8 ± 1.9
85-82-5	22 min 15 s	4.0 ± 0.7
95-72-30	5 min 59 s	3.6 ± 1.1
95-72-1	4 min 59 s	3.4 ± 1.5
95-72-5	4 min 1 s	3.8 ± 1.3
95-72-5	4 min 1 s	5.2 ± 1.3
95-82-30	6 min 45 s	5.2 ± 1.5
95-82-1	9 min 30 s	4.4 ± 1.1
95-82-5	7 min 15 s	4.8 ± 1.3
95-82-5	7 min 15 s	4.8 ± 0.8
95-90-30	9 min 15 s	4.2 ± 1.6
95 g 30 min	30 min	3.8 ± 1.7

Tabell VI Sensorisk evaluering av farge, tekstur og smakfullhet av kokt kongekrabbe farse fra hele krabbeklør og samfengte krabbeklør. Farge (1 er hvit og 6 er meget rød), Tekstur (1 er saftig og 6 er tørr) og smakfullhet (1 er smakløs og 6 er meget smakfull).

	Farge	Tekstur	Smakfull
Hele krabbeklør	3.3 ± 0.8	2 ± 1.7	5.6 ± 0.5
Samfengte klør	2.3 ± 0.4	5.1 ± 0.7	4.4 ± 1.2

Tabell VII Innholdet av spormetaller i frysetørket krabbefarse

	mg/100 g
Selen (Se)	4 x 10 <sup>-3</sup>
Kadium (Cd)	9.8 x 10 <sup>-6</sup>
Kopper (Cu)	0.64
Sink (Zn)	0.35

Tabell VIII Aminosyre fordeling i frysetørket krabbefarse

Aminosyre	gram/100 g prøve	Aminosyre	gram/100 g prøve
Asparginsyre	1.12	Prolin	0.95
Glutaminsyre	1.9	Tyrosin	0.46
Serin	0.55	Valin	0.65
Glycin	1.0	Metionin	0.36
Histidin	0.36	Isoleucin	0.63
Arginin	1.46	Leucin	0.95
Treonin	0.63	Fenylalanin	0.53
Alanin	0.76	Lysin	0.93

Tabell IX Innhold av vann, aske, protein og fett i krabbefarse fra hele krabbeklør

	% vis innhold
Vann	81.8
Aske	2.6
Protein	14.8
Fett	0.1

## **Appendiks 2**



# Torking av restråvarer fra kongekrabbeproduksjon



Rapport nr: 20663.04

# RAPPORT

**Rapport nr:**

20663.04 Rapport nr 1

**Tilgjengelighet:** Åpen

**Tittel:**

Tørking av restråvarer fra Kongekrabbeproduksjon

**Dato:**

20.nde Januar–2009

**Prosjektansvarlig:**

Arctic Innomar v/Jan Fredriksen

**Antall Sider:** 8

**Oppdragsgiver:**

FHL Skalldyrforum – Kristian Prytz

**FoU-aktør**

 Arctic Recovery AS /  
Arctic Innomar AS/Nofima AS

**Tre stikkord:**
**TMD, Restråvarer og Krabbemel**
**Sammendrag;**

Skalldyrforum ønsket å gjennomføre en testproduksjon på restråvarer fra kongekrabbeproduksjon ved bruk av teknologi som i dag benyttes til tørking av avfall fra olje- og gasssektoren sammen med Arctic Recovery, industriinkubatoren Arctic Innomar og Nofima. Arctic Recovery har tidligere gjennomført en minitest med 1000 kg slo fra hvitfisk i 2006 med positivt resultat.

Denne gangen skulle en TDM-maskin modifiseres og tilrettelegges for tørking av forskjellige marine restråvarer fra tradisjonell produksjon deriblant fra foredling av kongekrabb. TDM-maskinen ble modifisert ved anlegget på Mongstad. Her ble bl.a. innmatingsystemet tilpasset prosessering av næringsmidler og maskinen ble og bygget om slik at prosessen kunne foregå under vakuum. Videre ble det gjort en generell oppgradering av testmaskinen.

Hovedfokus gjennom testproduksjonen var å få avdekket de utfordringer som dagens testmaskin måtte ha i forhold til prosessering av kongekrabb. Det ble videre vektlagt å få synliggjort melets bakteriologiske standard, næringsverdi og aminosyresammensetning for å få fram et grunnlag for å vurdere mulige anvendelsesområder for melet. I tillegg ville man etablere en materialballanse for prosessen som basis for et grovt estimat på det økonomiske potensialet som denne restråvaren representerer.

Resultatene av denne produksjonen kan oppsummeres som positive. Man har fått fram et mel med egenskaper som kan ha et potensial for aktører innen forproduksjon, agn(attraktant) og ingrediensmarkedet.

Testmaskinen fungerte tilfredsstillende m.h.t. innmating, tørking og uttak av mel. Det ble imidlertid avdekket at den modifiserte TMD-maskinen må gjennom ytterligere forbedringer før en fullskala maskin kan settes i produksjon. Dette arbeidet påhviler teknologileverandøren.

For å oppnå best mulig avkastning på en framtidig investering, er det viktig å få god kapasitetsutnyttelse og så utenfor den tradisjonelle krabbesesongen. Maskinens fleksibilitet m.h.t. tørking av filetavskjær og leverfritt slo åpner for forretningskonsept basert på en kombinasjon av disse råvarene. Det må i det enkelte tilfellet vurderes hvordan dette kan gjennomføres innenfor aktuelle regelverk og sesongvariasjoner.

Et videre FOU arbeid med mel som utgangspunkt bør innrettes mot design av spesialfor og dokumentasjon på funksjonalitet, foropptak og vekst i dialog med mulige kundegrupper for å få fram en verdianalyse og markedspotensial.

## Innholdsfortegnelse:

<b>Sammendrag</b> .....	<b>4</b>
<b>Prosjektets målsetting</b> .....	<b>5</b>
<b>Råstoffgrunnlaget</b> .....	<b>5</b>
<b>Metodebeskrivelser</b>	
<b>Utbyttmålinger</b> .....	<b>6</b>
<b>Kjemiske analyser</b> .....	<b>7</b>
<b>Bakteriologiske analyser</b> .....	<b>7</b>
<b>Fordøyelighet(mink)</b> .....	<b>7</b>
<b>Resultater</b>	
<b>Materialballanse</b> .....	<b>7</b>
<b>Kjemisk sammensetning</b> .....	<b>8</b>
<b>Aminosyrer</b> .....	<b>8</b>
<b>Tungmetaller</b> .....	<b>8</b>
<b>Fordøyelighet(mink)</b> .....	<b>8</b>
<b>Hygiene</b> .....	<b>8</b>
<b>Maskinteknisk evaluering</b> .....	<b>8</b>
<b>Videre FOU</b> .....	<b>9</b>

## Sammendrag

Skalldyrforum ønsket å gjøre en testproduksjon på restråvarer fra kongekrabbeproduksjon sammen med Arctic Recovery, industriinkubatoren Arctic Innomar og Nofima ved bruk av teknologi som i dag benyttes til tørking av avfall fra olje- og gasssektoren. Arctic Recovery har tidligere gjennomført en minitest med 1000 kg slo fra hvitfisk i 2006 med positivt resultat.

Denne gangen skulle en TDM-maskin modifiseres og tilrettelegges for tørking av forskjellige marine restråvarer fra tradisjonell produksjon deriblant fra foredling av kongekrabbe. TDM-maskinen ble modifisert ved anlegget på Mongstad. Her ble bl.a. innmatingssystemet tilpasset prosessering av næringsmidler og maskinen ble og bygget om slik at prosessen kunne foregå under vakuum. Videre ble det gjort en generell oppgradering av testmaskinen.

Hovedfokus gjennom testproduksjonen var å få avdekket de utfordringer som dagens testmaskin måtte ha i forhold til prosessering av kongekrabbe. Det ble videre vektlagt å få synliggjort melets bakteriologiske standard, aminosyresammensetning og næringsverdi for å få fram et grunnlag for å vurdere mulige anvendelsesområder for melet. I tillegg ville man etablere en materialballanse for prosessen som basis for et grovt estimat på det økonomiske potensialet som denne restråvaren representerer.

Resultatene av denne produksjonen kan oppsummeres som positive. Man har fått fram et mel med egenskaper som kan ha et potensial for aktører innen forproduksjon, agn(attraktant) og ingrediensmarkedet.

Testmaskinen fungerte tilfredsstillende m.h.t. innmating, tørking og uttak av mel. Det ble imidlertid avdekket at den modifiserte TMD-maskinen må gjennom ytterligere forbedringer før en fullskala maskin kan settes i produksjon. Dette arbeidet påhviler teknologileverandøren.

For å oppnå best mulig avkastning på en framtidig investering, er det viktig å få god kapasitetsutnyttelse også utenfor den tradisjonelle krabbesesongen. Maskinens fleksibilitet m.h.t. tørking av filetavskjær og leverfritt slo åpner for forretningskonsept basert på en kombinasjon av disse råvarene. Det må i det enkelte tilfellet vurderes hvordan dette kan gjennomføres innenfor aktuelle regelverk og sesongvariasjoner.

Et videre FOU arbeid med mel som utgangspunkt bør rettes inn mot design av mulige spesialfor og dokumentasjon på funksjonalitet, foropptak og vekst i dialog med mulige kunder for å få fram en verdianalyse og markedspotensial.



## Prosjektet målsettinger

### Mål med prosjektet:

Prosjektet er initiert i et samarbeid mellom FHL Skaldyrsforum, Storbukt Fiskeindustri, Arctic Recovery, Aker Seafoods Hammerfest og Arctic Innomar. Gjennom testproduksjonen ønsket samarbeidspartnerne resultater på følgende områder:

- At teknologi og utstyr fungerer iht. modifisering samt at maskinen skal kunne tørke ned restråstoffer fra skaldyrsproduksjon.
- Dokumentere meleets bakteriologiske og kjemiske kvalitet samt beskrive prosessens materialballanse.
- Synliggjøre råstoffpotensialet.

### Teknologiske fortrinn med TMD

- Muliggjør komplett utnyttelse av biprodukter i kombinasjon med annen kjent teknologi.
- Kompakt prosessanlegg.
- Desentralisert/fersk produksjon.
- Kort oppstart og nedstegning av produksjon.
- Mobilt anlegg.
- Miljøvennlig prosess.
- Potensiell varmegjenvinning.



Figur 3 TMD installasjon i drift ved Soilcare AS. Anlegget prosesserer bioslam fra Mongstad raffineriet.



### Råstoffgrunnlaget

Per dato(31.12.08) er det landet ca. 5 000 tonn kongekrabbe i Finnmark i 2008. Estimert på tilgjengelig avfall beregnes til ca. 2 000 tonn. Omsatt til Krabbemel representerer dette et volum på ca. 650 tonn ferdigvare. Dette kan økes vesentlig dersom det iverksettes stimuleringsstøtte for et mer effektivt desimeringsfiske.

Figur 1. Kongekrabbeavfall (Foto: Svein-Roger Nilsen)

Man har to veivalg som må evalueres ut i fra et ønske om god kapasitetsutnyttelse og avkastning på en investering i et kompaktanlegg.

- 1). Etablere et regionalt oppsamlingsregime for kongekrabbeavfall.
- 2). Kombinere foredling av kongekrabbemel med andre restråvarer fra hvit eller rødfisk.

## Metodebeskrivelser

Prosjektet er gjennomført med bruk av en testmaskin som er modifisert for å kunne kjøre vakuum og lave temperaturer under prosessen for best mulig å kunne håndtere restråvarer fra skaldyrsindustrien. Råstoffet males i en kvern med hulldiameter 8 mm. Det pumpes videre til tørkekammeret med en monopumpe.

Når hamrene på rotoren i tørkekammeret roterer med høy hastighet og treffer råstoffblandingen genereres kinetisk energi som bidrar til at vannet fordampes effektivt og uten at det oppstår problemer knyttet til en limfase. Tørkingen er gjennomført i temperaturområdet 85-95 ° Celsius og et vakuum mellom 0,4 og 0,5 Bar. Temperatur, vakuum og belastning i Kw overvåkes på ekstern PC.

I tillegg styrer man melkvaliteten under produksjon ved å ta ut fortløpende stikkprøver på vanninnhold i melet. Ut fra kundepreferanser kan et tradisjonelt LT- mel ha et vanninnhold opptil 10 %. Under forsøkene styrte man vanninnholdet i området 2-5 %.

## Utbyttmålinger



For å oppnå en avstemt utbyttmåling har man veid samtlige fraksjoner d.v.s. råstoff inn, mel ut og kondensert vann fra fordampningsprosessen. I tillegg har man målt tørrstoffet i råstoff inn og mel ut.

**Fig 2. Mel produsert av restråstoffer av kongekrabbe (Bilde: TJ)**

## Kjemiske analyser

De kjemiske analysene er foretatt av laboratoriene til Nofima Ingrediens. Metodereferanser for akkrediterte analyser: [www.fiskeriforskning.no/fiskeriforskning/metodereferanser](http://www.fiskeriforskning.no/fiskeriforskning/metodereferanser).

Det er analysert på følgende parametere: Råprotein(Kjeldahl), vanninnhold, askeinnhold og fett(Soxhlet).

I tillegg er melet analysert på innhold av følgende aminosyrer: Asparbinsyre, Glutaminsyre, Serin, Glycin, Histidin, Arginin, Treonin, Alanin, Prolin, Tyroksin, Valin, Metionin, Isoleucin, Leucin, Fenylalanin, Lysin, Cystein/Cystin og Tryptofan.

Det er videre analysert på spor av tungmetallene Kvikksølv(Hg), Kadmium(Cd), Bly(Pb) og Arsen(AS).

## Bakteriologiske analyser

De bakteriologiske analysene er foretatt av laboratoriene til Nofima Ingrediens. Metodereferanser for akkrediterte analyser: [www.fiskeriforskning.no/fiskeriforskning/metodereferanser](http://www.fiskeriforskning.no/fiskeriforskning/metodereferanser).

Det er analysert på følgende parametere: Salmonella, Enterobacteriaceae, Clostridium Perfringens, Bacillus Cereus, Stafylococcus Aureus og kimtall.

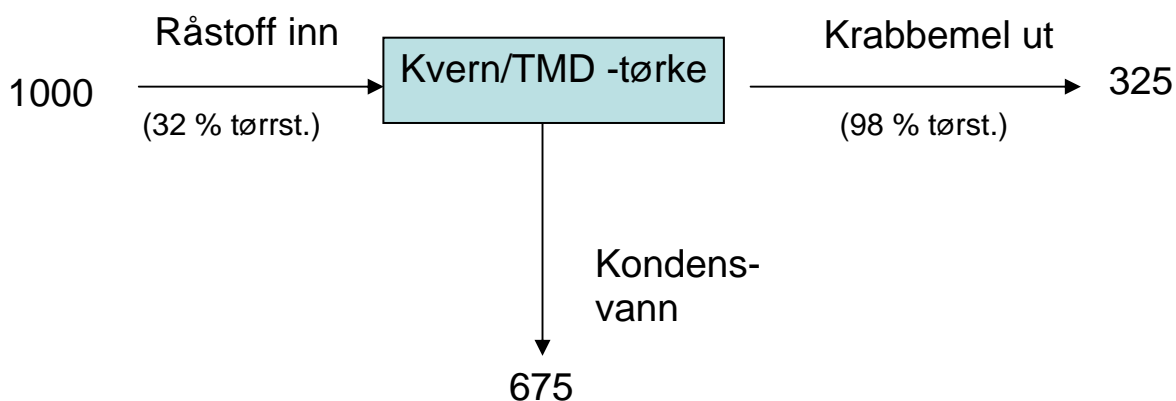
## Fordøyelighet

Biologisk fordøyelig protein er målt med foringsforsøk på mink. Metodereferanser for akkrediterte analyser: [www.fiskeriforskning.no/fiskeriforskning/metodereferanser](http://www.fiskeriforskning.no/fiskeriforskning/metodereferanser).

## Resultater for Melproduksjon av Kongekrabbeavfall

### Materialballanse

Prosess parametere; 95 °C - 0,5 bar – 50 Kw



## Kjemisk sammensetning

Vanninnhold	Protein	Fett	Aske	Astaxanthin(fritt)	Astaxanthin(forestret)
1,5 %	50,4 %	11,2 %	23,9 %	4,5 mg/kg	8 mg/kg

## Aminosyrer

Aminosyrer	%	Aminosyrer	%	Aminosyrer	%
Asparginsyre	3,99	Treonin	2,02	Isoleucin	1,95
Glutaminsyre	5,77	Alanin	2,27	Leucin	2,84
Serin	2,25	Prolin	2,13	Fenylalanin	1,89
Glycin	2,95	Tyroksin	1,72	Lysin	2,07
Histidin	1,05	Valin	2,29	Cystein/Cystin	0,66
Arginin	3,33	Metionin	0,98	Tryptofan	0,61

## Tungmetaller

Kvikksølv(Hg)	Kadmium(Cd)	Arsen(As)	Bly(Pb)
0,07 ppm.	1,2 ppm.	26 ppm.	0,62 ppm.

## Fordøyelighet

Biologisk Fordøyelig Protein(mink)	% av Total Råprotein	76,2 %
------------------------------------	----------------------	--------

## Hygiene

Salmonella	Neg.	Bacillus Cereus	< 10	Clostr. Perfringens	< 10
Aerobe mikrober	< 2 500	Enterobacteriace	< 10	Staph. Aureus	< 10

## Maskinteknisk evaluering

Råvaren ble uproblematisk malt ned i en industriell kjøttkvern med hulldiameter på 8 mm og pumpet videre med en monopumpe fram til tørkekammeret.

Selve tørkingen og utmatingen av ferdig mel fungerte tilfredsstillende. Det ble ved et tilfelle registrert tendenser til klumping i melet ved en for brå innmating av råstoff under kjøring på full automatikk. Dette vil teknologieieren løse ved å plassere temperaturfølerne nærmere mediet samt forbedre isolasjonen av kammeret i området for damputtak og meluttak.

Lang tids kjøring på borekaks har dokumentert at maskinen er robust og slitesterk. Men for å få en mer egnet produksjonsmaskin for næringsmidler må det fokuseres på konstruksjonsmessige løsninger med henblikk på:

- Lett demontering/montering i forbindelse tømning og nedvasking.
- Forbedring av pakninger/tettesystemer på Vakuumenhet.
- Trinnløs styring av rotasjon på mølle.
- Bedre temperatur isolering omkring damputtak og meluttak.
- Raskere og mer presis detektering av meltemperaturen i møllen.

## Videre FOU behov

Hele prosjektet er basert på å ta i bruk ikke utnyttede råvarer og eliminere bruk av konserveringsmidler gjennom direkte prosessering til produkter med merverdi samt løse en mulig avfalls/miljøutfordring for kongekrabbeindustrien i Finnmark.

De innledende forsøkene har vist at man er nær ved å få fram en kompakt teknologi som er egnet til å produsere mel av avfall fra kongekrabbeproduksjon. Denne utfordringen påhviler teknologieieren.

Parallelt med den avsluttende teknologitilpassningen bør det være av interesse for råvareeierne (kongekrabbeprodusentene) å få etablert et markedsrettet utviklingsprogram som avdekker krabbemelets anvendbarhet og verdipotensial. Programmet kan innrettes mot områdene:

**Ingrediens i Laksefôr.** Designe et fôr for å teste ut om krabbemelets spesielle lukt og smak kan ha en stimulerende effekt på appetitt og vekst hos laks.

**Ingrediens i Torskefôr.** Designe et fôr hvor krabbemelet er kombinert med et proteinrikt mel laget av avfettet lakseslo (samme teknologi) for å dokumentere appetitt og vekst hos torsk.

**Smakstilsetning i supper.** Dokumentere egnethet som ingrediens i fiske/skalldyr supper.

**Foring av kongekrabbe.** Teknologien er og testet ut på avfettet lakseslo. Man har fått fram et magert laksemel med høyt proteininnhold (78 -80 %). Dette kan være en alternativ proteinkilde i oppforing av kongekrabbe for å oppnå mer kjøttfylde og utvidelse av krabbesesongen.





ISBN 978-82-7251-706-8 (trykt)

ISBN 978-82-7251-707-5 (pdf)

ISSN 1890-579X