



---

# **SLUTTRAPPORT**

## **PRODUKT, KVALITET OG HOLDBARHET FOR TASKEKRABBE**

**Utarbeidet  
for  
HitraMat AS**

15. februar 2012

 <b>INAQ Management AS</b> Havnegata 7, Pirsenteret Postboks 1223, Sluppen 7462 Trondheim www.inaq.no	PROSJEKTITTEL:  <b>PRODUKT, KVALITET, HOLDBARHET – TASKEKRABBE: FORPROSJEKT</b>
	OPPDRAGSNUMMER:  INAQ Management AS: 1125 FHF: 900524
OPPDRAGSGIVER(E):  Fiskeri og havbruksnæringens Forskningsfond (FHF)	KONTAKTPERSON:  Eirik Sigstadstø

UTFØRT AV:  <b>INAQ Management AS</b>	PROSJEKTLEDER:  Ola Christian Olsen
UTARBEIDET AV:  Ola Christian Olsen	KVALITETSKONTROLL:  Kolbjørn Ulvan
GODKJENT AV:	
DATO:  15.02.12	GRADERING  ÅPEN
STIKKORD:	

## 1. Innhold



<b>1.</b>	<b>INNHold</b> .....	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>BAKGRUNN</b> .....	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>HØYTRYKKSTEKNOLOGI</b> .....	<b>5</b>
3.1	BESKRIVELSE AV TEKNOLOGI .....	5
3.2	FREMGANGSMÅTE .....	9
3.3	RESULTATER .....	9
<b>4.</b>	<b>VARMEBEHANDLING</b> .....	<b>14</b>
4.1	BESKRIVELSE AV TEKNOLOGI .....	14
4.2	FREMGANGSMÅTE .....	17
4.3	RESULTATER .....	17
<b>5.</b>	<b>INNFrysning OG TING</b> .....	<b>18</b>
5.1	BESKRIVELSE AV TEKNOLOGI .....	18
5.2	FREMGANGSMÅTE .....	18
5.3	RESULTATER .....	18
<b>6.</b>	<b>EMBALLASJE</b> .....	<b>19</b>
<b>7.</b>	<b>KONKLUSJON</b> .....	<b>20</b>

## 2. Bakgrunn

Forprosjektets hensikt er å forbedre dagens holdbarhet og kvalitet på produktene ved å se på kombinerings av ny teknologi. For eksempel kan en kombinerings av teknologier føre til at en lettere oppnår ønsket effekt, ved at en metodes egenskaper dekker over en annen metodes mangler.

### *Resultatmål*

- Å øke kvaliteten og holdbarheten på dagens produkter ved hjelp av ny høytrykksteknologi
- Å identifisere en varmebehandlingsmetode som vil bidra til økt holdbarhet på definerte krabbeprodukter/krabberesepter
- Å øke kvaliteten på eksisterende produkter ved å ta i bruk ny innfrysningsteknologi
- Å øke kvaliteten på eksisterende produkter ved å ta i bruk forbedrede tinemetoder.

Løsningene skal ses i et helhetlig bilde fra industriens ståsted, og kombinasjon av teknologiene skal vurderes.

Prosjektet vil legge til rette for heving av kvalitetsnivået av norske krabbeprodukter. Prosjektet vil også legge til rette for utvikling av helt nye produkter i krabbenæringen, spesielt på grunn av den forholdsvis ukjente trykkpasteuriseringsteknologien. Løsningene vil kunne være av stor interesse for annen næringsmiddelindustri.

Prosjektet kan bidra med å gi innpass i nye markeder hvor norske produsenter er utelukket i dag, samt bidra til at en kan levere bedre produkter i eksisterende og nye markeder.

I gjennomføringen av prosjektet får en et unikt sammenligningsgrunnlag mellom forskjellige teknologier, siden teknologiene også blir målt opp mot hverandre.

Prosjektet vil være en industrivinklet og industriinitiert tilnærming av den målsettingen FHF har for taskekrabbe.

## 3. Høytrykksteknologi

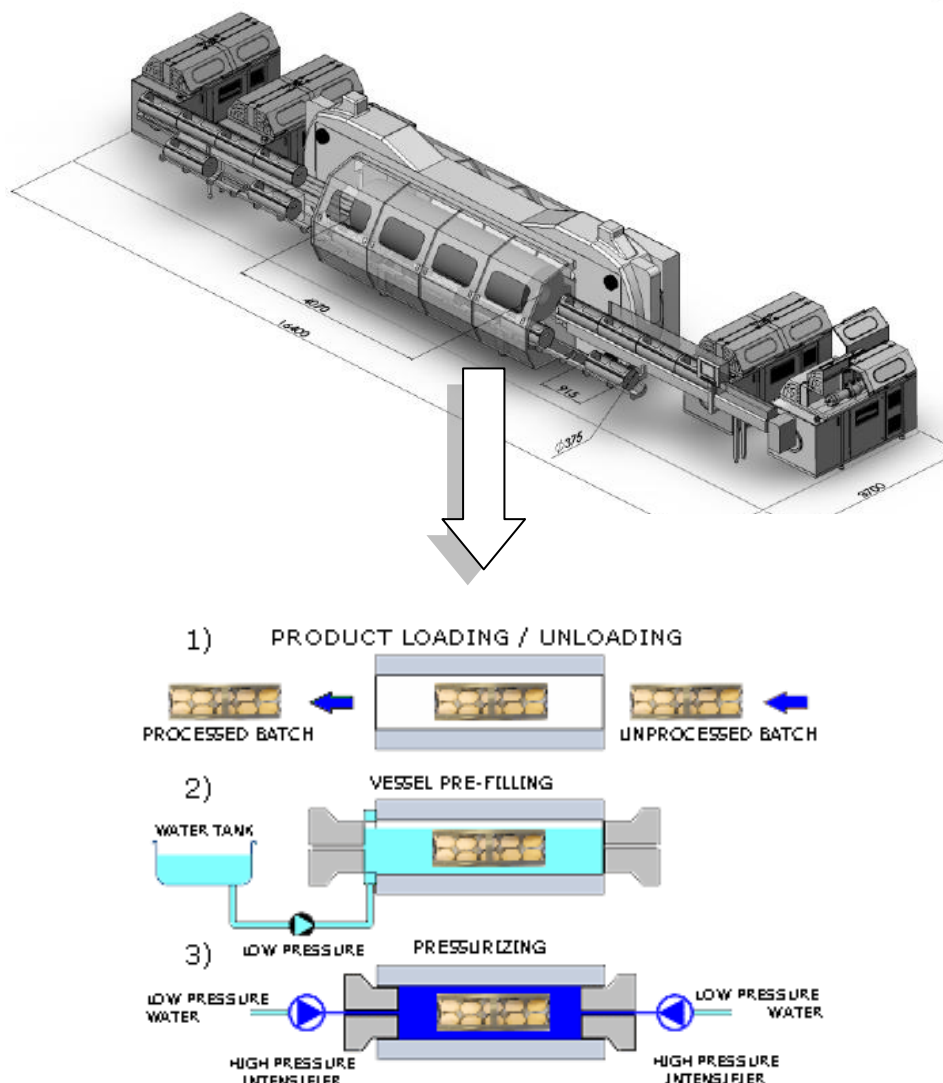
### 3.1 Beskrivelse av teknologi

Høytrykksteknologi er en metode hvor en bruker høyt trykk for å konservere produktet. Ofte kalles metoden High pressure processing (HPP), Hydrostatic High Pressure (HHP) eller Ultra High Pressure (UHP). Teknologien går ut på at en legger produktet i et stålkammer, som en fyller med en væske. Væsken som benyttes er ofte rent vann. Deretter benyttes en direkte pumpe til å øke trykket til mellom 100 MPa og 1000 MPa i kammeret. Trykkmengden er avhengig av hva en ønsker å oppnå med behandlingen og hvilke bakterier en tar sikte på å redusere.

Metoden benyttes i dag på produkter som blant annet skalldyr, skjell, juice, skinke og en rekke frukter og fruktprodukter. I hovedsak fuktige produkter med lav pH. Produsentene av maskinene reklamerer med forskjellige fordeler for forskjellige produkter ved bruk av metoden. For eksempel hindrer trykkbehandlingen bruning av avokado. Trykkbehandlingen av skalldyr og skjell fører til at musklene løsner fra skallet og gjør det lettere å fraskille disse.

Behandlingen påvirker i liten grad de små molekylerne i produktet, som vitaminer, smaksstoffer og pigmenter. Av den grunn får man ikke samme effekt som ved koking, som ofte endrer produktets organoleptiske egenskaper. Ikke-kovalente bindinger, som bindinger mellom molekyler, brytes opp i prosessen, noe som blant annet fører til reduksjon av permeabilitet i cellene i produktet. Denne effekten bidrar til å hemme mikrobiologisk vekst i produktet. Avhengig av trykk kan en oppnå forskjellige effekter, som gel-dannelse av proteiner i fiskeprodukter.

En kan trykkbehandle produktet enten ferdig forseglet i emballering eller uemballert. På skalldyr benyttes ofte sistnevnte metode for å gjøre fjerningen av kjøttet enklere. Den største, konserverende effekten oppnår en oftest når en behandler produktet allerede emballert. Det kan derfor være en utfordring å benytte HPP til å både løse kjøttet og redusere mikrobiologiske forringende organismer uten å kjøre prosessen to ganger.



Figur 1 Illustrasjon av prosessen for modellen Hyperbaric Wave 6000/420 av NCHyperbaric

### ***Mikrobiologisk effekt***

Teknologien reduserer aktiviteten av vegetative bakterier, men det er vanskelig å oppnå steriliserende effekt med behandlingen uten å tilsette varme. Av den grunn er metoden på mange måter lik pasteuriserende varmebehandling. Studier har gitt positive resultater i å redusere blant annet:

- *Vibrio* spp.
- *Listeria monocytogenes*
- *Staphylococcus aureus*
- *Salmonella* spp
- *Escherichia coli*
- Fekale koliforme bakterier
- Gjær og mugg

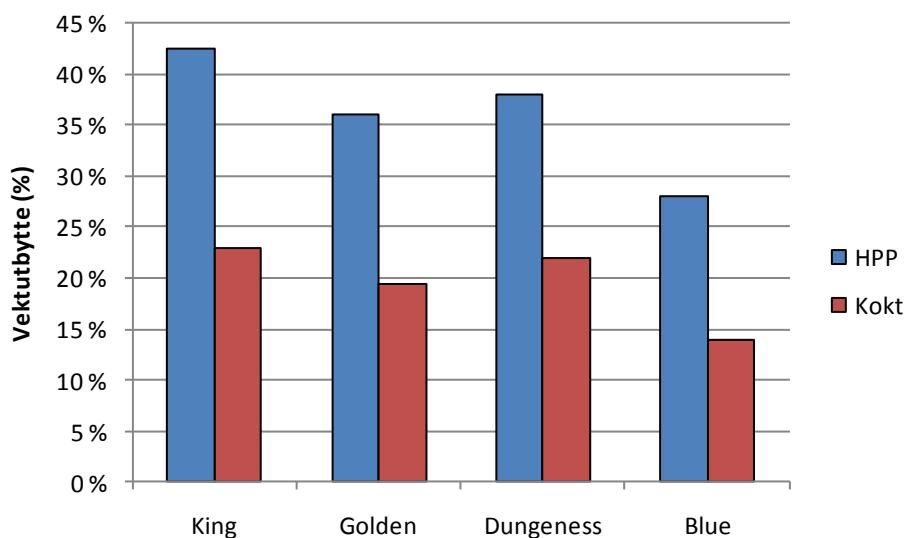
Melkesyrebakterier blir ikke kontrollert av prosessen. Denne bakterien er dog ikke kjent for å være den verste når det kommer til forringelse av organoleptiske egenskaper i sjømatprodukter. Prosessen er ikke godt egnet til å fjerne sporer og av den grunn benyttes høytrykksbehandling ofte på produkter som skal oppbevares kjølig og som har lav pH. Sporene kan fjernes hvis en kombinerer prosessen med varmebehandling (rundt 60 – 70 °C).

Prosessen hemmer også en rekke parasitter, som kveis, og en rekke virus. Hepatitt A og Influensaviruset har vist seg å bli destruert av prosessen. Poliovirus har vist seg å være resistent mot behandlingen.

Med høytrykksbehandling av matvarer har det vist seg at enkelte enzymer blir deaktivert. I enkelte tilfeller følger dette til økt aktivitet av andre enzymer. Dette kan gi negativ effekt på produktet siden enkelte enzymer kan øke sin aktivitet og dermed føre til øking av uønskede stoffer i produktet. Effekten av dette kan variere ved forskjellig behandling. For eksempel kan ett trykk føre til økt aktivitet av et enzym, mens ved enda høyere trykk vil dette enzymet destrueres, som igjen kan frambringe annen enzymatisk aktivitet. En har observert økning av svartfarging i cephalothorax (hodepartiet) til reker ved trykkbehandling. På den andre side er det tenkelig at rett trykk gir mindre svartfarging.

### ***Uttak av kjøtt***

Ved å bruke metoden på hele skalldyr oppnås en positiv effekt ved at kjøttet blir betydelig lettere å skille fra skallet, spesielt hvis en sammenligner det med råe skalldyr. Trykkbehandlinger mellom 2500 og 4000 bar fører til at kjøttet blir så enkelt å fjerne at en kan dra ut hele kjøttstykker fra beinene og kroppen til dyret. Denne metoden er betydelig bedre enn koking, for så å manuelt eller maskinelt fjerne kjøttet, fordi den bevarer mye av massen. Forsøk viser til godt utbytte sammenlignet med kokte produkter, mye grunnet lett fjerning av kjøtt og at proteinet i kjøttet ikke blir dehydrert, som ved koking. Avure Technologies påstår faktisk at det motsatte skjer, nemlig at proteinet hydreres.



Figur 2 Vektutbytte av forskjellige skalldyr ved koking og ved bruk av høytrykkteknologi. Kilde: Rapport av Errol V. Raghubeer, Avure Technologies

Basert på Figur 2 ser en at vektutbytte ved kjøttfjerning av enkelte krabbeprodukter kan være opp til det dobbelte ved bruk av HPP

### *Fordeler og ulemper ved bruk av metoden*

- Ikke steriliserende
- Kan føre til økt enzymaktivitet
- Kan føre til endret konsistens
- Kan endre utseende til å se lett kokt ut
- Gir som oftest lite smaksendringer sammenlignet med koking.
- Dobbel prosess hvis en ønsker å benytte teknologien til både forlenge holdbarheten og til å løsne kjøttet fra skallet.
- Egentlig et ”nytt” produkt.



## 3.2 Fremgangsmåte

Det ble gjennomført tester på ulike krabbeprodukter på to forskjellige maskiner, en i Belfast og en i Burgos i Spania.

### **FORSØK 1 – BELFAST:**

Første forsøk ble gjennomført 3. juni 2010 hos Agri-Food and Bioscience Institute (AFBI) i Belfast. Tilgjengelig var en HPP-Maskin levert av Avure Technologies AB med mulighet for regulering av temperatur på prosesseringsvannet. Maskinen hadde et sylindervolum på 35 liter og var vertikalt orientert. Fasilitetene hadde kjølerom, fryselager og en liten tunnelfryser (skap med blast-freezing)

Deltagere under forsøk: Ola Chr Olsen (INAQ Management AS), Kolbjørn Ulvan (HitraMat AS), Leif Grimsmo (SINTEF), Mark Linton (AFBI) og Nigel Rogers (Avure Technologies)

### **FORSØK 2 – BURGOS:**

Andre forsøk ble gjennomført 9. juni 2010 hos NCHyperbaric i Burgos i Spania. Testmaskinen var lokalisert i fabrikken til NCHyperbaric, som er en av utstyrsleverandørene. Maskinen var en horisontal 55 liters maskin med muligheter for temperaturregulering av inntaksvannet. Fasilitetene hadde kjølelager og fryselager. All innfrysing ble gjennomført ved at en la prøvene i fryselageret.

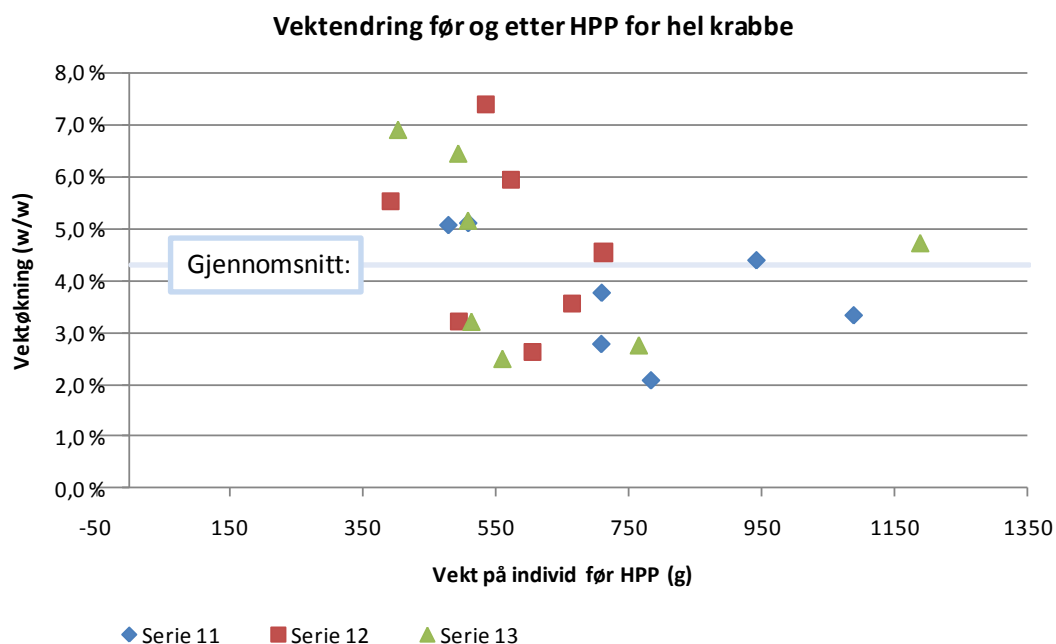
Deltagere under forsøk: Ola Chr Olsen (INAQ Management AS), Kolbjørn Ulvan (HitraMat AS), Anton Fjeldvær (HitraMat) og Francisco Purroy (NCHyperbaric).

## 3.3 Resultater

### *Observasjoner på testlokalitet – Belfast*

#### *Vektendringer*

Vektendringen før og etter HPP av serie 10 til serie 12 ble målt per individ. Serien består av hel krabbe, fanget i Irland. En ser at krabben i snitt tar til seg 4,3 % vekt. Det var noe tap av vann mens veiing pågikk, noe som kan tyde på at om ventet en stund vil noe av vekten forsvinne.



Figur 3 Vektendring før og etter HPP-behandling for hel krabbe.

### ***Kjøttekstrahering***

Det ble testet hvorvidt kjøttet løsnet fra skallet på clusters, klør og på hel krabbe. Generelt løsnet kjøttet helt fra skallet, men det var utfordrende å dra hele kjøttstykker fra klør og clusters. Årsaken virker ut til å være formen på clusters og klør, spesielt leddene. I tillegg gjorde brusbeinene i krabben det vanskelig å dra ut kjøttet.

### ***Observasjoner på testlokalitet - Burgos***

#### ***Kjøttekstrahering***

Kjøttekstraheringen fungerte ikke optimalt. Det var ikke like lett som en ble forespeilt av utstysleverandørene. Dette kan virke som at brusbeinene inne i krabben og krabbens form på klør og bein gjør det vanskelig å dra ut hele stykker med muskel. Det ble testet ut forskjellige trykk og holdetider, for å se om en fant en optimal tilpasning. Det ble også testet om prosessering i saltvann endret egenskapene betydelig.

Ekstrahering av kjøtt fra huset til krabben var derimot svært enkelt. Alt kjøtt løsner helt fra skallet og ved å føre inn en finger kunne en dra ut alt kjøttet, med indre organer, som et helt stykke.

Det ble også utført målinger på utbytte av kjøtt, ved enten å blåse ut kjøttet med trykkluft eller ved å knuse skallet og plukke ut kjøttet. En ser at gjennomsnittlig kjøttutbytte er på 29 %.

**Tabell 1 Vektubytte for kjøttekstrahering av clusters. Utbytte beregnet som andel kjøtt i forhold til andel av clusterens opprinnelige vekt**

Serie/ Pøvenavn	Produkt	Metode	Vekt cluster	Vekt kjøtt	Utbytte
43-1	Clusters	Knusing	249	63	25 %
43	Clusters	Luftrykk	92	32	35 %
43	Clusters	Luftrykk	73	24	33 %
43	Clusters	Luftrykk	94	22	23 %
43	Clusters	Luftrykk	115	35	30 %
<i>Gjennomsnitt</i>					<i>29 %</i>

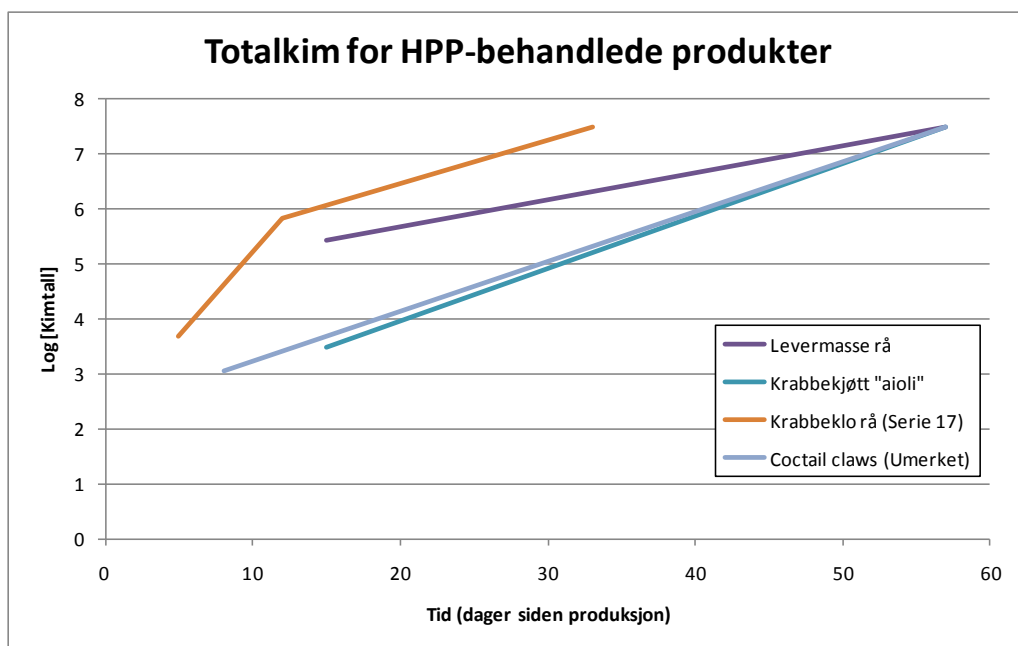
Luftrykket som ble benyttet var forholdsvis kraftig. Det var derfor vanskelig å blåse ut kjøttet som hele stykker. Grunnet det høye luftrykket kan noe kjøtt ha forsvunnet, og ikke blitt veid inn. Siste prøve i Tabell 1 inneholdt 35 gram kjøtt etter oppsamling av innholdet i clusteren. Den tomme clusteren ble her målt til 69 gram, noe som tyder på at 46 gram har forsvunnet fra clusteren ved utblåsning. Oppsummert er 11 gram forsvunnet.

### ***Observasjoner på Hitra***

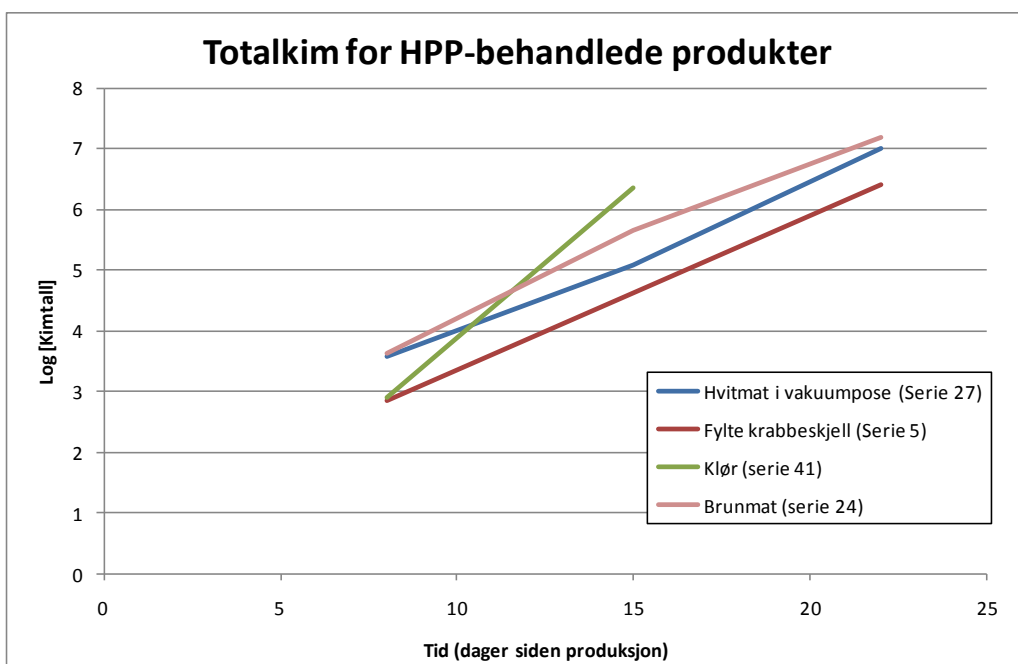
De fryste prøvene som ble tatt med tilbake fra Spania og Irland ble gjennomgått på Hitra. Separering av kjøtt fra tinte prøver var omtrent lik som ved separering rett etter HPP. En del av prøvene, ble tint og kokt, for så å studere og smake på. Etter koking var kjøttet i krabbene kornete, noe som er vanlig når ved dårlig infrysing av krabbe. I tillegg var kjøttet fast i skallet på samme måte som vanlig, kokt krabbe.

### ***Mikrobiologiske tester***

Noen prøver ble valgt ut til mikrobiologisk analyse etter at produktet ble fraktet tilbake til Norge. Analysene er illustrert i Figur 4 og Figur 5.



Figur 4 Totalkim for HPP-behandlede produkter med lav tilvekst av mikrobiologiske organismer



Figur 5 Totalkim for HPP-behandlede produkter med høy tilvekst av mikrobiologiske organismer

Hvis en antar at uakseptabelt nivå er rundt  $10^6$  kolonidannende bakterier kan en anta følgende:

- Rå krabbeklo oppnår en holdbarhet på ca 15 dager
- Levermasse rå oppnår en holdbarhet på ca 25 dager
- Krabbekjøtt "aioli" oppnår en holdbarhet på ca 40 dager

- Coctail claws oppnår en holdbarhet på ca 40 dager
- Hvitmat i vakuumpose oppnår en holdbarhet på ca 17 dager
- Fylte krabbeskjell oppnår en holdbarhet på ca 20 dager
- Klør pakket i krympepose oppnår en holdbarhet på ca 14 dager
- Brunmat oppnår en holdbarhet på ca 16 dager

Alle prøvene som ble tatt til mikrobiologisk analyse hadde akseptabel telling av coliforme bakterier (<10 i alle prøver).

### *Sensoriske analyser*

Det ble gjennomført sensoriske prøver av HPP-behandlet skjell ved HitraMat AS. Skjellet ble sammenlignet med ferske skjell som var henholdsvis 1 dag og 3 dager gamle. Produktene ble vurdert ut i fra parametrene; smak, lukt, konsistens og farge. Hvert produkt ble gitt en karakter fra 1-10 for hver av parametrene, hvor 10 er beste kvalitet. Snittkarakterene for hver av produktene og parametrene er illustrert i Tabell 2.

**Tabell 2 Snittkarakter for forskjellige produkter, vurdert subjektivt på smak, lukt, konsistens og farge.**

	<b>HPP-behandlet</b>	<b>Skjell (1 dag)</b>	<b>Skjell (3 dager)</b>
<b>Smak</b>	5,6	6,7	6,3
<b>Lukt</b>	7,0	7,4	6,5
<b>Konsistens</b>	7,8	6,7	6,9
<b>Farge</b>	6,0	7,2	6,9

Det ble videre kommentert at krabben som var HPP-behandlet mistet mye væske. Det ble også kommentert at denne krabben var litt tørr.

Basert på snittkarakterene rangerte det ferske skjellet (1 dag gammelt) best på smak, lukt og farge. På konsistens rangerte derimot HPP-behandlet krabbe best. HPP-behandlet krabbe rangerte for øvrig godt på lukt, men dårlig på smak.

## 4. Varmebehandling

### 4.1 Beskrivelse av teknologi

Ved å varmebehandle et produkt destruerer man en rekke virus, bakterier, enzymer og annen mikrobiologisk aktivitet. En kan kategorisere varmebehandling etter metode, framgangsmåte eller etter hvilken grad produktet varmebehandles. Dette kan være for eksempel tyndallisering (støtvis varmebehandling), varmebehandling over ild eller annet. Her forholder vi oss til metoder hvor forskjellene er til hvilken grad en varmebehandler produktet basert på tid og temperatur. En kan i hovedsak dele varmebehandling inn i tre grupper, etter hvor hardt produktet er varmebehandlet:

- Sterilisering
- Pasteurisering
- Lett varmebehandling

Hvilken metode en benytter, er en avveining mellom kvaliteten på produktet og holdbarheten. Steriliserte produktet har god holdbarhet, men kan ha redusert organoleptisk kvalitet siden den sterke varmebehandlingen endrer produktets smak og konsistens.

#### *Varmebehandling*

De fleste prosesser for varmebehandlet mat som selges kjølt uten andre konserveringsmetoder, såkalt REPFED (Refrigerated Processed Foods of Extended Durability) er enten:

- Pakket og varmebehandlet
- Varmebehandlet og pakket
- Varmebehandlet, pakket og varmebehandlet igjen

For krabber vil de to sistnevnte metodene være mest relevante. Avhengig av hvor hardt en varmer produktet, blir det enten pasteurisert eller sterilisert. Hvis produktet er pakket slik at det ikke trenger inn luft til produktet før det varmebehandles og produktet varmebehandles så hardt at det steriliseres, kaller vi det hermetisert. Om produktet skal steriliseres eller pasteuriseres er gjerne en avveining mellom ferskhetssmak av produktet og holdbarheten av produktet. Vi ser nærmere på tre forskjellige metoder for dette, som har noenlunde like fremgangsmåter og effekter, nemlig; pasteurisering, hermetisering og sous vide.

#### *Hermetisering*

Hermetisering er å sterilisere produkter i helt tette beholdere, ofte av blikk eller aluminium, evt glass. Prosessen fører til eliminering av mikrobiologisk aktivitet, samt at enzymer som kan virke forringende på produktet destrueres. Siden produktet ikke påvirkes av luft,

mikrobiologisk kontaminering, og i tilfeller heller ikke lys, vil produktet kunne oppnå en svært lang holdbarhet.

Steriliserte produkter har mindre behov for kjøling enn produkter som ikke er det. Av den grunn hadde metoden sin storhetstid før kjøledisker og kjøleskap var en selvfølge. ”

Enkelte hermetiserte produkter er ikke steriliserte, men konserverte på andre metoder. Disse må bevares i kjøledisk. I denne sammenheng forholder vi oss til at hermetisert impliserer at produktet også er sterilisert med varme.

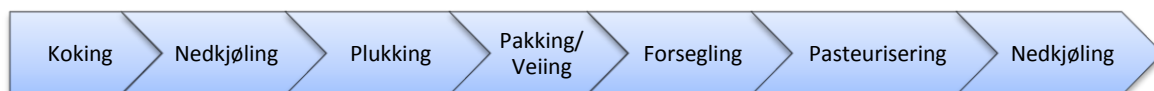
For produkter som hermetiseres og steriliseres er det vanlig å benytte en autoklave med temperatur på 121 °C, slik at en eliminerer bakterier og sporer.

### ***Pasteurisering***

I den vide forstand omfatter pasteurisering all behandling som tar til sikte å redusere mikrobiologisk aktivitet, men som ikke steriliserer produktet. Ofte benytter en pasteurisering i stedet for sterilisering fordi sterilisering ofte endrer organoleptiske egenskaper med matvaren. I denne sammenheng forholder vi oss til pasteurisering som en form for varmebehandling som ikke fullt ut steriliserer.

I mange produkter ødelegger en produktets egenskaper hvis en varmebehandler produktet slik at det steriliseres. Meieriprodukter assosierer en ofte med pasteurisering. Her behandles produktet til 72 °C i minst 15 sekunder for å fjerne de uønskede bakteriene, som *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *salmonella* og *Escherichia coli*. Ved sterkere varmebehandling vil ønskelige egenkaper med melken forsvinne. Hvor hardt en varmebehandler et produkt, er gjerne en balanse mellom hvor lang holdbarhet en ønsker og hvordan en skal kunne bevare den ferske smaken.

På krabbe utføres pasteurisering blant annet på rent krabbekjøtt. Metoden er mye brukt i USA på Dungeness Crab og på Blue Crab for å redusere bakteriologisk aktivitet i kjøtt som er fjernet fra krabben manuelt eller maskinelt. Her kokes krabben først, før en fjerner kjøttet for hånd eller maskinelt. Deretter pakkes produktet og pasteuriseres med varmebehandling. Produksjonsprosessen for pasteurisert Blue Crab kan illustreres med flyteskjema som vist i Figur 6.



**Figur 6 Grovt flyteskjema over produksjonsprosessen for pasteurisert Blue Crab**

De siste trinnene i produksjonsprosessen er i hovedsak de som skiller seg fra annen produksjon av krabbekjøtt. Etter at produktet er plukket, må en pakke inn produktet i en ikke-permeabel innpakning som tåler varme. Oftest brukes det plastbokser, aluminiumsbokser eller poser.

Pasteuriseringen foregår gjerne ved at produktet, ferdig innpakket, legges i et vannbad med temperatur på 85 °C. Etter pasteuriseringen er det viktig med rask nedkjøling, slik at en i

størst mulig grad forhindrer tilvekst av bakterier. Det er videre viktig at produktet holdes kaldt til det konsumeres for å redusere risikoen for tilvekst av *C. botulinum*.

Enkelte Irske produsenter av taskekrabbe, koker, pakker og pasteuriserer hel krabbe. Denne krabben er pakket i vakuuerte plastpakninger. Slik krabbe er en viktig konkurrent til den norske krabben, spesielt siden det går mye av den i det svenske markedet. Sammenlignet med andre, ferske krabbeprodukter, blir det solgt mer av den irske, pasteuriserte krabbe i svenske butikker.



Figur 7 Vakuumpakket, pasteurisert krabbe slik den selges i Sverige. Bildekilde: [www.lobster.se](http://www.lobster.se)

### *Sous vide*

Sous Vide er en metode hvor en varmebehandler et produkt i en vakuuvert, forseglett innpakning, i hovedsak av plast. Denne metoden er en pasteuriseringsprosess hvor en ofte pakker produktet i sin kraft eller saus hvor hensikten er at produktet skal varmes opp før bruk i emballasjen. Metoden ble utviklet av franske restauranter for å redusere kokesvinnet ved oppvarming av gåselever. Deres fremgangsmåte var at de kokte produktet rått i en pose. Resultatet var at smak og konsistens holdt seg svært godt. Metoden ble deretter benyttet på flere produkter med samme resultat.

Metoden er godt egnet til å ivareta kraften til produktet ved varmebehandling, slik at smak og konsistens holder seg bedre.

Vi kjenner metoden igjen fra produktserien Fjordland, hvor en selger ferdiglagede retter med saus, som en varmer opp hjemme i posen. Ved at enkelte av produktene er pakket i saus slipper en det ubehagelige synet av produktets egen kraft i posen, samt at produktet er lettere å tilberede.



## 4.2 Fremgangsmåte

Ved uttesting av varmebehandling har vi fokusert på å øke holdbarheten til produktene, samtidig som at produktene fremstår som ferske. Det er derfor ulike former for pasteurisering som det har blitt fokusert på. I løpet av prosjektet har to pasteuriseringsformer blitt uttestet:

- Varmebehandling av krabbesalat i autoklave ved lav temperatur
- Varmebehandling av andre produkter ved overrisling

Sistnevnte teknologi går ut på å overrisle produktene med vann av forskjellig temperatur. Fordelen med denne metoden er svært god kontroll på kjernetemperatur i produktet, og at produktet er nedkjølt når det kommer ut av varmebehandlingsenheten.

Varmebehandling med autoklave ble gjennomført på Frøya, mens varmebehandling med overrisling ble testet ut hos Hoegger i Tyskland. I tillegg ble det gjennomført varmebehandlingsforsøk på Hitra med en mindre, mobil enhet som repliserer effekten av overrisling. For overrislingsteknologi, har man i hovedsak fokusert på fylte skjell i ny emballasje.

## 4.3 Resultater

Varmebehandling med autoklave ble gjennomført med et produkt bestående av krabbekjøtt og laktatblanding, tilsatt smaker. Produktene var på forhånd pakket i glass.

Teknologien ga svært god holdbarhet på produktene.

Varmebehandling med overrisling gir en enorm detaljstyring av varmebehandlingsprosessen. Produktene får god holdbarhet. Det er derimot store forbedringspotensialer i å fininnstille varmebehandlingsprosessen med hensyn på avveiningen mellom best mulig ivaretagelse av kvalitet og produktets holdbarhet.

## 5. Innfrysning og tining

### 5.1 Beskrivelse av teknologi

For innfrysning og tining eksisterer det en rekke metoder som kan benyttes. Innfrysning deles gjerne inn i 4 generelle prinsipper:

- Kald luft (frysetunnel, gyrofrysing)
- Kontaktfrysing (platefrysere og trommelfrysere)
- Immersjonsfrysing (lakefrysing)
- Kryogen frysing eller sprayfrysing (flytende nitrogen eller karbondioksid sprayes på produktet)

For tinemetoder benyttes mange av de samme prinsippene. I tillegg er det vanlig å benytte mikrobølge eller radiobølge til opptining.

### 5.2 Fremgangsmåte

I løpet av prosjektet er det gjennomført følgende forsøk knyttet til innfrysningsteknologi:

- Testet impingement-frysing (Gyrofrysing)
- Testet lakefrysing (Truefresh)
- Spesialutviklet platefryser

I tillegg er følgende teknologi testet ut knyttet til tining av produkter:

- Testet mikrobølge og radiobølge fra Sairem i Frankrike
- Testet vannoverrisling fra Hoegger
- Vurdert tining i lufttunnel

### 5.3 Resultater

For innfrysning ga spesialutviklet platefryser de mest tilfredsstillende resultatene. Innfrysningen skjer på 20 minutter, som fører til mindre iskrystaller i produktet, lite drypptap, samt bevarer fargene i produktet.

Mikrobølge gir en god opptining, men er krevende i og med at en kan få enkelte lommer i produktet som er varmere enn andre steder. Teknologien gir derfor ikke jevn opptining når den benyttes på ulike krabbeprodukter

Radiobølge ser ut til å gi en betydelig jevnere opptining enn mikrobølge, samtidig som at det forventes at man kan oppnå tilstrekkelige volumer.

## 6. Emballasje

Det er gjennom prosjektperioden gjennomført flere tester av emballasje, spesielt for å finne den optimale emballasje for de forskjellige etterbehandlingsteknologiene. Utfordringen med god emballasje for ferdige produkter, er å finne innpakninger som gir den rette fremstillingen av produktet, samtidig med god beskyttelse. For hel krabbe er det gjerne en utfordring med emballasje som tåler de skarpe kantene.

I prosjektperioden er det spesielt testet ut følgende emballasjeformer:

- Kryppekning
- Tradisjonelle vakuumposer
- Skinpack

Disse emballeringsmetodene er testet opp mot forskjellige etterbehandlingsteknologier.

**Kryppeplast** ble testet på produkter som ble emballert etter at produktet var behandlet av etterbehandlingsteknologi. Hensikten var at kryppeplasten skulle ta seg pent ut over produktet, samtidig som at overflatebakterier ble redusert når det ble tilført varme for å kripe emballasjen. Vi så ikke de mikrobiologiske resultatene vi ønsket, og ser derfor emballasjen som uegnet i forhold til hensikten

**Tradisjonelle vakuumposer** ble testet ut spesielt ved HPP. Det ble testet ut forskjellige styrker av vakuumposer for å motstå punktering under høytrykksbehandling. Utfordringene med vakuumpose at enten sprakk posen, eller så sprakk skallet på krabben (ved helkrabbe eller klør). På produkter som ikke var stive, fungerte vakuumposer godt.

**Skinpack** ble testet ut for å gi produktet et pent utseende. Skinpack gir god varmeoverføring fra medier på utsiden av emballasjen og selve produktet. Denne emballeringsmetoden ble derfor testet ut ved varmebehandling. Gjennom prosjektet er det utviklet en ny emballasje for krabbeprodukter, basert på en skål dekket med skinpack.

## 7. Konklusjon

Det finnes en rekke gode metoder for å øke holdbarheten på taskekrabbeprodukter. Til slutt blir valg av metode en avveining mellom hvordan metoden ivaretar smak, hvordan det passer inn i dagens prosess og hvor kostbar teknologien er, samt hvordan man klarer å fremstille produktet til sluttbruker.

Av de teknologiene som ble testet ut, ga følgende løsninger tilfredsstillende resultater:

- Høytrykkspasteurisering
- Varmebehandling i autoklave
- Varmebehandling med overrisling
- Tining med radiobølge

Høytrykkspasteurisering og varmebehandling med overrisling er kostbare teknologier. Forutsetningene for benyttelse av teknologiene vil være at man har konkrete produkter av et visst volum som kan forsvare slike investeringer. For høytrykkspasteurisering var det derimot en utfordring med at teknologien ikke fungerte optimalt og etter ønske på alle produktvariantene som ble testet ut. Dette reduserer fleksibiliteten og bruksverdien av teknologien.

Varmebehandling i autoklave ga god holdbarhet på produktene, men det kreves at man benytter produkter med riktig emballasje og som er noe hardføre. Varmebehandling med overrisling har en fordel ved at man kan styre temperaturen i produktet svært nøyaktig, noe som fører til at skånsomme produkter kan behandles optimalt. Dette passer taskekrabbe som produkt meget godt.

Taskekrabbe er et svært skånsomt produkt. Det er derfor nyttig å se at metodene som er benyttet i disse forsøkene gir positive resultater på produktene. De utfordrende momentene er å kombinere behandlingsmetode, emballasje og design for å skape nye produkter som når konsumentene på nye måter. Basert på arbeidet gjennomført i prosjektet, planlegger HitraMat AS å etablere en ny linje basert på varmebehandling med overrisling, samt tining med radiobølge.