

Prosjektrapport

**Forlenget holdbarhet av ferske
krabbeprodukter.**

*Vurdering av ulike konserveringsteknikker for fersk krabbe -
Potensialet for salg og transport av levende krabbe*

*Utarbeidet
for
Krabbeutvalget*



Innhold

1.	FORORD	4
2.	INNLEDNING	5
3.	SAMMENDRAG	6
4.	TEORI	8
4.1	MIKROBIOLOGISK NEDBRYTNING	8
4.2	AUTOLYTISK OG ENZYMATISK NEDBRYTNING	8
4.3	CLOSTRIDIUM BOTULINUM.....	9
4.4	HVORDAN FORLENGE HOLDBARHETEN AV FERSK KRABBE?	9
4.5	HVORDAN FORHINDRE MIKROBIOLOGISK NEDBRYTNING?	9
4.6	KOMBINASJONSTEKNOLOGI (HURDLE-TECHNOLOGY)	10
5.	MAP	13
5.1	HVORDAN FUNGERER METODEN?	13
5.2	”SUPER MAP”	18
5.3	HVA ER DAGENS ERFARING MED BRUK AV METODEN	18
5.4	FORUTSETNINGER VED BRUK AV METODEN	18
5.5	HVOR STOR ØKNING I HOLDBARHET KAN EN FORVENTE	19
5.6	LEVERANDØRINDUSTRIEN	19
5.7	FORSKNINGSMESSIG DOKUMENTASJON	20
5.8	KUNNSKAPSBÆRERNE	20
5.9	INVESTERINGSKOSTNADER	20
5.10	PRODUKSJONSKAPASITET	21
5.11	DRIFTSKOSTNADER	21
5.12	MERVERDI.....	23
6.	HØYTRYKKSTEKNOLOGI	24
6.1	HVORDAN FUNGERER METODEN?	24
6.2	MIKROBIOLOGISK EFFEKT	26
6.3	UTTAK AV KJØTT	26
6.4	FORDELER OG ULEMPER VED BRUK AV METODEN.....	27
6.5	HVA ER DAGENS ERFARING VED BRUK AV METODEN	27
6.6	FORUTSETNINGER VED BRUK AV METODEN	28
6.7	HVOR STOR ØKNING I HOLDBARHET KAN EN FORVENTE	28
6.8	LEVERANDØRINDUSTRIEN	28
6.9	FORSKNINGSMESSIG DOKUMENTASJON	28
6.10	KUNNSKAPSBÆRERNE	29
6.11	KAPASITET	29
6.12	INVESTERINGSKOSTNADENE.....	30
6.13	DRIFTSKOSTNADER	31
6.14	VERDIØKNING	32
7.	PASTEURISERING OG ANNEN VARMEBEHANDLING	34
7.1	HVORDAN FUNGERER METODEN?	34
7.2	VARMEBEHANDLING	34
7.3	HERMETISERING	34
7.4	PASTEURISERING	35
7.5	SOUS VIDE	36
7.6	HVA ER DAGENS ERFARING VED BRUK AV METODEN	36
7.7	FORUTSETNINGER VED BRUK AV METODEN	37
7.8	HVOR STOR ØKNING AV HOLDBARHET KAN EN FORVENTE.....	37
7.9	LEVERANDØRINDUSTRIEN	37
7.10	FORSKNINGSMESSIG DOKUMENTASJON	37

7.11	KUNNSKAPSBÆRERNE	38
7.12	INVESTERINGSKOSTNADER	38
7.13	DRIFTSKOSTNADER	38
7.14	VERDIØKNING	39
8.	ENZYMER OG ANDRE TILSETNINGSSTOFFER	40
8.1	ENZYMER	42
8.2	HVA ER DAGENS ERFARING MED BRUK AV METODEN	43
8.3	FORUTSETNINGER VED BRUK AV METODEN	43
8.4	LEVERANDØRINDUSTRIEN	44
8.5	FORSKNINGSMESSIG DOKUMENTASJON	44
8.6	KUNNSKAPSBÆRERNE	44
8.7	INVESTERINGSKOSTNADENE	44
8.8	DRIFTSKOSTNADENE OG HOLDBARHET	44
8.9	MERVERDI	45
9.	SAMMENLIGNING	46
9.1	ØKONOMISK SAMMENLIGNING	46
9.2	RISIKOVURDERING	47
10.	LEVENDE KRABBE	52
10.1	MARKEDET FOR LEVENDE KRABBE	52
10.2	TEKNOLOGI	55
10.3	TRANSPORT OG LOGISTIKK	57
11.	KONKLUSJON	61
12.	KILDER	63

1. Forord

INAQ Management AS fikk høsten 2009 i oppdrag fra Krabbeutvalget å gjennomføre et forprosjekt som kartlegger og vurderer alternative metoder / teknologier som kan bidra til forlenget holdbarhet på ferske krabbeprodukter, samt foreta en vurdering av tekniske løsninger og økonomi ved transport av levende krabbe.

Finansieringstilsagn til prosjektet ble gitt av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond i brev av 23.10.09 med prosjektnummer 900327.

Styringsgruppen til prosjektet har bestått av:

- Jan Erik Strøm – leder Krabbeutvalget
- Kolbjørn Ulvan – fabrikk sjef HitraMat AS
- Frode Blakstad – daglig leder INAQ Management AS

Utøvende konsulenter fra INAQ Management AS har vært:

- Ola Christian Olsen når det gjelder alternative metoder / teknologier som kan bidra til forlenget holdbarhet på ferske krabbeprodukter
- Torkel Norum når det gjelder tekniske løsninger / økonomi ved transport av levende krabbe.

Trondheim 31. desember 2009

Frode Blakstad
INAQ Management AS

2. Innledning

Manglende kunnskap og forståelse av det europeiske markedet for krabbe, har ført til en ubalanse mellom tilbud og etterspørsel av krabbe spesielt i 2007, men også i 2008. Dette er ikke bare et norsk fenomen, men gjelder mer eller mindre hele den europeiske krabbenæring.

For å gi den norske krabbenæring et best mulig grunnlag for aktiviteten i 2009, ble det i regi av Krabbeutvalget besluttet å gjennomføre følgende 2 analyser for å komplettere bildet:

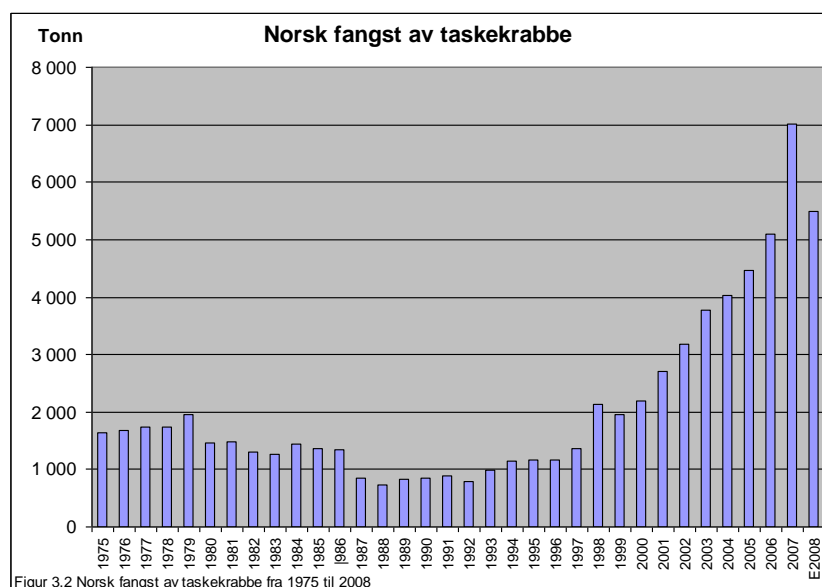
- *Strukturanalyse av den europeiske krabbenæring*
- *Markedsanalyse av det franske krabbemarked*

I rapporten som ble utarbeidet av INAQ Management AS pr mai 2009, er hovedkonklusjonen som følger:

70 % av krabben som konsumeres i Europa er enten levende krabbe eller ferske kokte produkter. Kun 30 % er frosne produkter. Hvis vi ser bort fra leveranser til det norske og svenske markedet, så eksporterer Norge i hovedsak kun frosne krabbeprodukter.

Det medfører at norsk krabbenæring er tilnærmet ekskludert fra de største markeder som etterspør levende og ferske produkter. Problemet for norsk krabbenæring er begrenset holdbarhet på kun 5 dager for ferske produkter.

Denne rapporten er utformet for å tilnærme seg nye metoder og anvendelsesområder for norsk taskekrabbe som kan bidra til at den norske næringen i større grad blir konkurransedyktige mot sine konkurrentland. Rapporten tar for seg to områder, nemlig nye metoder for behandling av ferske råvarer og mulighetene og utfordringene for leveranse av levende krabber.



3. Sammendrag

Rapporten tar for seg fire forskjellige metoder for å forlenge holdbarheten av produkter av taskekrabbe:

- Modifisert atmosfærepakking
- Høytrykksbehandling
- Tilsetningsstoffer og enzymer
- Pasteurisering

I tillegg ser rapporten på mulighetene og utfordringene for levende taskekrabbe. De fleste metodene oppnår sin effekt i hovedsak ved å redusere mikrobiologisk aktivitet, enten ved å redusere vekstfaktorer, eller ved å drepe mikroflora. Ingen av metodene kan sikre produktet mot tilvekst av *Clostridium botulinum*, men om en kombinerer teknologien med andre metoder (som kjøling) kan en eliminere faren for denne matforgiftende bakterien.

Metodene kan i hovedsak deles inn i to grupper, etter hvor mye de forlenger holdbarheten. Tilsetningsstoffer og MAP dobler i hovedsak holdbarheten til rundt 10 dager. Varmepasteurisering og høytrykkspasteurisering kan forlenge holdbarheten opp til 6 uker. De to sistnevnte metodene er også de dyreste metodene.

Metodene har forholdsvis lave driftskostnader. Kostnadsbærerne er i hovedsak innpakkingen av produktene, som skyldes i liten grad automatiserte løsninger. Hvis en ser bort fra kompetanseervervelse er det få forutsetninger for bruk av teknologiene. God hygiene er et kriterium det er viktig å fokusere på uavhengig av om en investerer i noen av metodene.

I tillegg er investeringskostnadene for høytrykkspasteurisering og varmpasteurisering relativt høye. Av den grunn burde slike investeringer vurderes kun hvis en har et konkret produkt en ønsker å satse på, og har forventninger om at markedet kan ta unna en betydelig del av disse produktene.

Det er vanskelig å fastslå en korrekt verdi for produkter behandlet med de forskjellige teknologiene. I enkelte markeder kan en finne sammenlignbare produkter, som i Sverige. Her selges det både pasteurisert og ferske krabbe. Det selges noe MAP-produkter av krabbe også, men dette er av et svært lite kvantum. Hvis en sammenligner de forskjellige produktene i det svenske markedet, er det liten forskjell mellom hva konsumentene betaler for produktet. Prisforskjellene ligger i hva grossisten er villig til å betale. I hovedsak ses det en økt betalingsvilje for produkter med lang holdbarhet.

Undersøkelsen resulterer i at MAP og pasteurisering er de mest fornuftige teknologiene når en ser driftskostnader, investeringskostnader og risikobildet i ett. Det er ingen spesifikke teknologier det anbefales å jobbe videre med. Hvilke en ønsker å jobbe videre med er avhengig av hvilke produkter en ser for seg å levere til markedene i fremtiden.

Når det gjelder levende krabbe er den norske leveransen av levende krabbe relativt liten. Markedet for denne krabben er antatt å være rundt $\frac{1}{4}$ av det totale markedet for krabbe i Europa. Prisene på levende krabbe er dog ikke i samsvar med den krevende logistikken for produktet. Av den grunn anses levende krabbe fra Norge som et lite aktuelt tema, gitt at en ikke klarer å finne løsninger som forbedrer prisen.

4. Teori

For å finne ut hvilke metoder en kan benytte for å forlenge holdbarheten på ferske krabbeprodukter, må vi innledningsvis definere et par begreper, rydde opp i en rekke definisjoner samt påpeke hva som reduserer krabbens ferskhet.

Vi forholder oss her til 3 prosesser som fører til nedbryting av produktet. Dette er mikrobiologisk nedbrytning, autolytisk nedbrytning og enzymatisk nedbrytning.

4.1 Mikrobiologisk nedbrytning

Mikrobiologisk nedbrytning omfatter nedbrytning som utføres av bakterier og andre mikrobiologiske organismer. Dette anses å stå for den mest betydelige forringelsen av ferske sjømatprodukter. Her er det derfor mest å hente på å hemme nedbrytningsprosessene. Sjømatprodukter er gode vekstmedier for bakterier grunnet høy vannaktivitet og nøytral pH. Nedbrytningshastigheten kan reduseres ved lave temperaturer, men i forhold til landlevende dyr, er bakteriefloraen allerede tilstede i sjømat tilpasset lavere temperaturer (psykrofile bakterier).

I tillegg til de rent organoleptiske kvalitetskriterier, er også matsikkerhet et tema som i stor grad skyldes mikrobiologisk aktivitet i/på produktet.

4.2 Autolytisk og enzymatisk nedbrytning

Autolytisk nedbrytning er nedbrytning som skyldes egne, kjemiske prosesser. Autolyse betyr selvoppløsning. Den autolytiske nedbrytningen som foregår i matvarer av dyr, skyldes at kjemiske prosesser i cellene opphører å fungere og at enzymer i organismen begynner å bryte ned forskjellige stoffer. I første omgang er det stans i kjemiske prosesser som står for de viktigste forringende effektene. Når et dyr dør, og oksygen ikke lengre tilføres cellene, vil det oppstå en rekke reaksjoner grunnet mangelen på elektronbærere. I første omgang fører dette til at ATP i cellene brukes opp, som igjen fører til dødsstivhet i muskelcellene.

Etter dette starter en rekke av de enzymatiske nedbrytningsprosessene. Dette skyldes gjerne at cellene frigir enzymer egnet til nedbrytning av cellene eller at enzymer fra tarmen frigis. Disse enzymene fører til nedbrytning av komplekse proteiner og lipider, samt andre stoffer.

Kombinert med eksponering mot luft, vil matvarene etter hvert påvirkes negativt ved at stoffer oksideres. Gjerne er dette fett og lipider som oksideres, eller harskner. Slike prosesser øker hvis matvaren har vært i kontakt med elektronbærere, som metallioner. Dette kan skyldes kontakt med metall i forbindelse med produksjonsprosessen, eller grunnet metaller i organismen, som de i myoglobin, hemoglobin og hemocyanin.

4.3 Clostridium Botulinum

Clostridium Botulinum er en sporedannende bakterie som er en av de vanligste årsakene til matforgiftning i matvarer som hermetikk og rakefisk. Grunnet sporedannelsen har bakterien høyere resistens mot varme enn de fleste andre patogene bakterier. Bakteriene drepes under oppvarming, men ikke sporene. Når produktet, for eksempel hermetikk, avkjøles kan bakteriene slå seg opp. I de rette omgivelsene produserer bakterien toksiner som fører til botulisme. Toksinene kan dog ødelegges ved tilstrekkelig oppvarming.

C. Botulinum er ofte en utfordring når annen bakterieflora forsvinner, slik at clostridium-bakteriene kan blomstre uten konkurranse. På slik måte oppnår den store nok kolonier til å produsere store nok mengder toksiner. Av den grunn er denne bakterien en typisk risiko i matvarer som er behandlet for å bli aseptiske, som hermetikk.

I UK har Advisory Committee on the Microbiological Safety of Foods konkluderer at en kan ivareta sikkerheten med tanke på ikke-proteolytisk *C. Botulinum* ved å gjennomføre et av punktene under:

- Kjølekjede som holder mindre enn 3,3 °C
- Lagertemperatur ikke høyere enn 5 °C og hylletid ikke lengre enn 10 dager.
- Lagertemperatur mellom 5 og 10 °C og hylletid ikke lengre enn 5 dager
- Varmebehandling ved 90 °C i minst 10 minutter eller kombinasjoner av tid og varme med tilsvarende dødelighet, med lagertemperatur mindre enn 10 °C
- En pH lavere enn 5,0 i matvaren, kombinert med temperatur lavere enn 10 °C
- En saltkonsentrasjon (NaCl) høyere enn 35 % i matvaren, med lavere temperatur enn 10 °C
- En vannaktivitet lavere enn 0,97 gjennom matvaren med temperatur lavere enn 10 °C
- Andre kombinasjoner av varmebehandling og konserverende faktorer sammen med lagringstemperaturer lavere enn 10 °C som kan gi en beskyttelsesfaktor på 6 (dvs redusert sannsynlighet for vekst av *C. botulinum* med 10⁶)

4.4 Hvordan forlenge holdbarheten av fersk krabbe?

Når det gjelder fersk krabbe, skyldes den største nedbrytningen mikrobiologisk nedbrytning. De autolytiske effektene av forringelsen er ikke så sterke at de har en betydning for ferske produkter. Av den grunn vil denne rapporten i størst grad fokusere på hvordan en redusere den mikrobiologiske nedbrytningen. Det er uansett viktig å ha i bakhodet, spesielt når en vurderer metoder hvor en kan redusere den mikrobiologiske nedbrytningen betydelig over en lang periode, at det også kan foregå autolytiske prosesser som forringer produktet.

4.5 Hvordan forhindre mikrobiologisk nedbrytning?

Vi kan grovt dele metodene for å hindre mikrobiologisk nedbrytning i to deler. Enten dreper eller fjerner en bakteriene, slik en gjør ved koking, stråling og kjemikalier. Eller så kan en gjøre vekstvilkårene for bakterier dårlige ved å redusere tilgangen på faktorer som fremmer vekst.

Når en skal drepe eller fjerne bakteriene er det i hovedsak følgende metoder som er vanlige å benytte:

- Kjemikalier
- Varme
- Stråling
- Høytrykk
- Filtrering

Graden av benyttelsen av disse metodene deler en gjerne inn i sterilisering eller pasteurisering, hvor førstnevnte fjerner eller dreper all mikrobiologisk aktivitet, mens sistnevnte kun fjerner deler av den mikrobiologiske floraen. Den mest vanlige metoden av de nevnt over er varmebehandling. Stråling har blitt mindre benyttet de senere år for å redusere bakterier i krydder og høytrykk benyttes sjeldent alene som metode for å redusere mikrobiologisk aktivitet.

Faktorene som påvirker vekst av mikrobiologiske organismer er i hovedsak:

- Høy vannaktivitet (a_w)
- Optimal temperatur
- Redox-potensialet
- Optimal pH
- Tilgang på oksygen
- Næring

Hvis en reduserer disse faktorene kan en begrense vekst av mikrobiologiske organismer. Eksepler på hvor dette gjøres er MAP (hvor en reduserer tilgangen på O_2), tørrfisk (hvor en reduserer vannaktiviteten) eller surnet mat (hvor en reduserer pH i produktet).

4.6 Kombinasjonsteknologi (hurdle-technology).

For å redusere den mikrobiologiske aktiviteten i matvarer, finnes det en rekke metoder en kan benytte. I hovedsak baserer dette seg på enten å fjerne bakteriene eller skape dårlige vekstbetingelser for bakteriene. De vanlige metodene kan være oppvarming, avkjøling, fjerning av oksygen, redusert pH, redusert vannaktivitet osv. Kombinasjonsteknologi går ut på at hver aktivitet som reduserer antall bakterier, eller veksten av bakterier anses som et hinder for mikrobiologisk vekst. Flere hindre kombinert, gjør det mer utfordrende for bakteriene å vokse til. For å forlengne holdbarheten av ferske krabbeprodukter, er det derfor ikke nødvendigvis slik at en må se hver og en metode isolert, men vurdere flere metoder kombinert.

Vi kan se nærmere på en rekke mikroorganismer, for å se hvilke hindre som reduserer veksten.

Tabell 1 Forskjellige mikroorgansimers toleranse ovenfor varme, vannaktivitet og anaerobe tilstander. Kilde: Presentasjon av Gro Heugvaldstad Kleiberg, Norconserv

Mikroorganisme	Minimum pH for vekst	Minimum vannaktivitet for vekst (P/P0)	Anaerob vekst	Minimum vekst temperatur (°C)	Varmeresistens	
					Temp. (°C)	D (min)
<i>Salmonella</i>	3,8	0,92	Ja	4	60	1,26
<i>Staphylococcus aureus</i>	4,0	0,83	Ja	7,7	65,6	0,2-2
<i>Bacillus cereus</i> (sporer)	4,4	0,92	Ja	<4	95 90	1,2 50 Spr
<i>Clostridium Botulinum</i>	4,6 5,0	0,94 0,97	Ja Ja	10 3,3	120 82,2 82,2	B = 0,12 B = 1,49 – 32,3 E = 0,33
<i>Listeria monocytogenes</i>	4,4	0,92	Ja	-0,1	70	0,3
<i>Escherichia coli</i>	4,4	0,9	Ja	4,0	64,3	9,6
Psykotrofe bakt. <i>Pseudomonas</i>	5,5	0,97	Nei	< 0	65	0,01
<i>Enterobacter aerogenes</i>	4,4	0,94	Ja	2,0	62,2	1,0
Melkesyrebakterier	3,8	0,94	Ja	4,0	65	10,0
<i>Micrococcer</i>	5,6	0,9	Nei	4,0	65	10,0
Gjær	1-5	0,8	Ja	-5	60	22,5 Variabel
Mugg	< 2,0	0,6	Nei	< 0	Variabel	Variabel
<i>Clostridium perfringens</i>	5,5	0,93	Ja	5	100	1,0 – 17,6
<i>Vibrio parahemolyticus</i>	4,8	0,94	Ja	5	47	8,2
<i>Yersinia enterocolitica</i>	4,5	7 % salt	Ja	-1,3	62,8	0,24- 0,96
<i>Aeromonas hydrofila</i>	4,0	4% salt	Ja	0	48	2,75- 6,23

Ut fra Tabell 1 ser en at sporer av *Clostridium botulinum* og *Bacillus cereus* er relativt varmetolerante. Melkesyre og *Salmonella* tåler godt sure miljøer, mens mugg og gjær tåler lav vannaktivitet. Ved å varme opp et produkt til 70 °C vil en avlive de fleste bakteriene



nevnt i Tabell 1. Hvis en kombinerer dette med å holde produktet surere enn pH 4,6 vil en hindre de fleste bakteriene nevnt over, inkludert *C. botulinum*.

5. MAP

5.1 Hvordan fungerer metoden?

Modifisert atmosfærepakket har blitt en mer og mer vanlig metode for å bevare ferske, kjølte matprodukter. Dette er en teknologi som er velkjent for produsenter og konsumenter av både kjøtt og sjømat. Metoden ble først benyttet i sammenheng med transport av frukt i skip, hvor endring av sammensetningen av gasser i lasterommet på frakteskipene viste seg å gi utslag på holdbarheten til produktene.

En rekke bakterier som bidrar til forringelse av matvarer trenger oksygen for å få gode vekstvilkår. Ved å redusere mengden oksygen i kontakt med produktet vil en derfor kunne øke holdbarheten. MAP går derfor ut på å justere gassammensetningen ved å endre forholdet mellom gassene i luft slik at en oppnår mindre tilgang på oksygen i emballasjen.

MAP er derfor en metode hvor en i hovedsak justerer konsentrasjonen av gassene O₂, N₂ og CO₂ i innpakningen. I enkelte tilfeller vil det være hensiktsmessig å benytte andre gasser i tillegg, som karbonmonoksid. Det er store forskjeller i hvordan disse gassene oppfører seg og hvordan de hemmer veksten av bakterier. Av den grunn er den optimale sammensetningen av gassene forskjellig for forskjellige produkter.

Oksygen

Oksygen er en gass som er viktig for veksten av en rekke forringende bakterier. Ved å redusere tilgangen på denne, vil en kunne redusere tilveksten av aerobe bakterier og fakultativt anaerobe bakterier. Siden sjømat i stor grad domineres av psykrotrofe¹ aerobe- eller fakultativt anaerobe bakterier, vil tilgangen på oksygen være spesielt viktig for vekstvilkårene.

En oppnår også andre positive effekter ved å redusere tilgangen til oksygen rundt produktet. Dette er i hovedsak redusert oksidasjon av fett.

I de fleste tilfeller er det ønskelig med minst mulig oksygen. Dog i noen tilfeller er det ønskelig med en del oksygen i innpakningen, noe som ofte er knyttet til produkter hvor myoglobinets tilstand er avgjørende for produktets utseende og kvalitet, som i rødt kjøtt og rød (mørk) fiskemuskel. Ved fravær av oksygen reduseres myoglobin i muskelcellene til metmyoglobin, som fører til bruning av kjøttet. Dette gjelder ikke laks, hvor fargen skyldes fargestoffer og ikke at kjøttet er mørkt grunnet høyt myoglobininnhold. Også for mager fisk kan oksygen benyttes for å hemme utvikling av trimetylamid (TMA), som gir en negativ lukt på produktet.

¹ Bakterier som har evnen til relativt hurtig vekst ved lave temperaturer

Karbondioksid

Karbondioksid er en kvelningsgass for de obligatoriske aerobe bakteriene. Gassen løser seg lett i vann, noe som fører til to effekter:

- Surning av vannet
- Reduserer mengden gass i innpakningen, som kan føre til kollaps av pakningen

Når gassen løser seg i vann, dannes det karbonsyre (kullsyre) eller karbonationer og løsningen får lavere pH. I forsøk hvor en sammenligner produkter pakket i ren nitrogengass og produkter som pakket i en gassblanding som inneholdt karbondioksid, observerer en at karbondioksid gir bedre holdbarhet. På basis av dette kan en anta at CO₂ har andre bevarende effekter enn å kun være en erstattergass for O₂. Karbondioksid har derfor en preserverende effekt i seg selv. Årsaken til denne effekten er kompleks, men er forsøkt definert til å omfatte fire årsaker:

- Gassen fører til endringer i cellemembranens funksjon, inkludert membranens opptak av næring og evne til å absorbere stoffer.
- Gassen stopper direkte, eller hemmer enzymreaksjoner
- Gassen penetrerer cellemembranen og endrer cellens interne konsentrasjon av H⁺
- Gassen påvirker direkte endringer både fysiske og kjemiske egenskaper til proteinene.

Sannsynligvis er flere av disse effektene involvert i å hemme tilveksten av bakterier.

Enkelte bakterier stimuleres dog av høy konsentrasjon av karbondioksid.

Melkesyrebakterier vil for eksempel stimuleres ved høy konsentrasjon av CO₂, kombinert med en lav konsentrasjon av oksygen.

N₂ (Inert gass)

Nitrogengass brukes som en fyllgass i MAP for å motvirke pakningskollaps. Gassen har ikke effekt på hemming av vekst i seg selv og forårsaker ellers ingen betydelige endringer på produktet ved at det binder seg i vann eller fett. Siden karbondioksid løser seg i vann vil en få undertrykk i pakningen hvis en ikke har en fyllgass som bidrar med gassvolum.

Headspace

En viktig del av MAP-produkter er headspace i pakken. Dette vil si området i pakken disponert til gassblandingen. En er avhengig av å ha en viss mengde plass i innpakningen til å romme både gassblanding og selve produktet. En tommelfingerregel er at forholdet mellom gassvolumet og produktvolumet burde være 3/1. Dette er i hovedsak for å gi nok volum til CO₂. Dette krever mye plass. Ofte pakkes produktene med mindre gass enn hva som er optimalt.

Mikrobiologisk effekt

I forbindelse med konservering av sjømatprodukter er størsteparten av den mikrobiologiske floraen som forringer produktet ikke patogene, men fører til redusert organoleptisk kvalitet på produktet. Uansett ønskes så mye som mulig av den mikrobiologiske aktiviteten redusert, spesielt de bakterier som utgjør en trussel for matvaresikkerheten og reduserer holdbarheten.

Det er dog noen bakteriekulturer som kan utgjøre helsefare for konsumenten. Både de arter som forringer og de som utgjør en trussel er ønskelig å forhindre. Ved MAP reduserer en aktiviteten, men fjerner ikke nødvendigvis bakterier. En er derfor avhengig av god hygiene på produktene før de blir pakket.

Optimal gassblanding

En må ha minst 20 % karbondioksid i pakningen for at en skal oppnå en mikrobiologisk effekt av gassblandingen. I et temahefte utviklet for AGA beskrives den mest benyttede blandingen for skalldyr til å være 25-35% O₂, 35-45% CO₂ og 25-35% N₂. Om denne blandingen er mer optimal for å øke holdbarheten er uvisst, spesielt på mikrobiologisk nedbrytning. PBI – Dansensor AS anbefaler at pakking av skalldyr til retail skjer i en 30-40-30% blanding hvor 40 % av gassene er CO₂. Når varene skal pakkes i bulk anbefales det økt CO₂-konsentrasjon (til 70%) og at en fjerner oksygenet.

I en rapport fra Norconserv vises det til at en atmosfære på 80 % CO₂ og resten luft, ga de beste resultatene for halekjøtt av ferskvannskreps (*Procambaris clarkii*). For høy konsentrasjon av CO₂ kan derimot gi en uønsket bieffekt på krabber. Blir konsentrasjonen for høy kan en få sur smak på produktet.

C. Botulinum

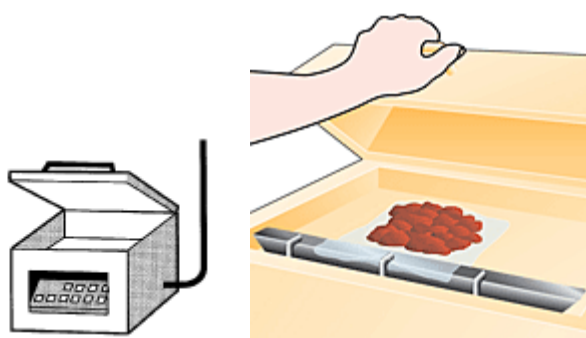
Ved pakking i MAP kan en ikke forsikre seg mot *C. botulinum*. Av den grunn må produktet ha andre egenskaper som hindrer tilvekst av denne bakterien. I produkter som konsumeres etter kort tid vil ikke *C.botulinum* utgjøre en trussel

Pakkemetode

MAP er en pakkemetode hvor en modifierer sammensetningen av gasser i pakken. For å holde den modifierede sammensetningen slik som ønsket, må en forsegle pakken. Det er i hovedsak to forskjellige måter dette kan gjøres på. Enten ved å benytte en blokkerende film, som tar sikte på å ikke ha diffusjon av gasser fra/til produktet, eller så benytter man en permeabel film hvor det foregår diffusjon av gasser i pakken. Dette benyttes når en pakker varer i større forpakninger, hvor den totale innpakningen har en modifieret gassblanding, og hvor de mindre innpakningene har permeable dekkfilmer som tillater at produktet omfattes av den samme gassblandingen som i hovedemballasjen.

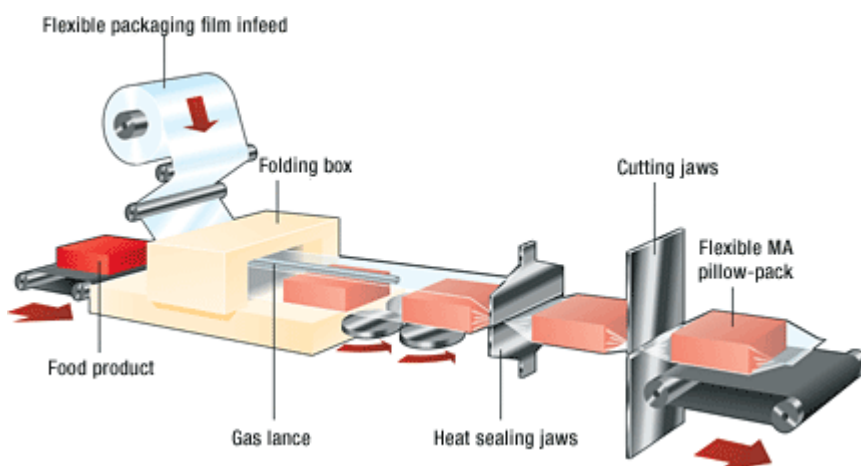
Ved innpakking benyttes det i hovedsak fire metoder. Dette er flow-pack, dyptrekking, skålforsegling og vakuumkanmer. Metodene er tilpasset forskjellige produkter og kvantum.

Vakuumkanmer-metoden baserer seg på at en legger pakken i et kammer. Hele kammeret vakuumeres før en fyller kammeret med den ønskede gassblandingen. Deretter forsegles pakken. Siden maskinene fyller hele kammeret med gass oppnår en et stort svinn av gass, litt avhengig av til hvor stor grad produktet utfyller volumet i kammeret. Slike maskiner krever i hovedsak manuell håndtering av produktet og egner seg derfor best til mindre kvantum



Figur 1 Vakuumkanmer. Kilde: Freshline®

Flow-pack-metoden er en horisontal pakkemetode for pakking i modifisert atmosfære. Før pakking legges produktet ofte i et beger. Ved pakking blir begrene ført inn i en pølse av plast hvor en strøm av den ønskede gassblandingen erstatter luften. Mellom hvert beger sveises pølsen sammen før den klippes. En kan pakke varene uten beger, men da vil en ikke oppnå støttende effekt av emballasjen, siden flow-pack-maskiner kun legger en plastfilm rundt produktet.

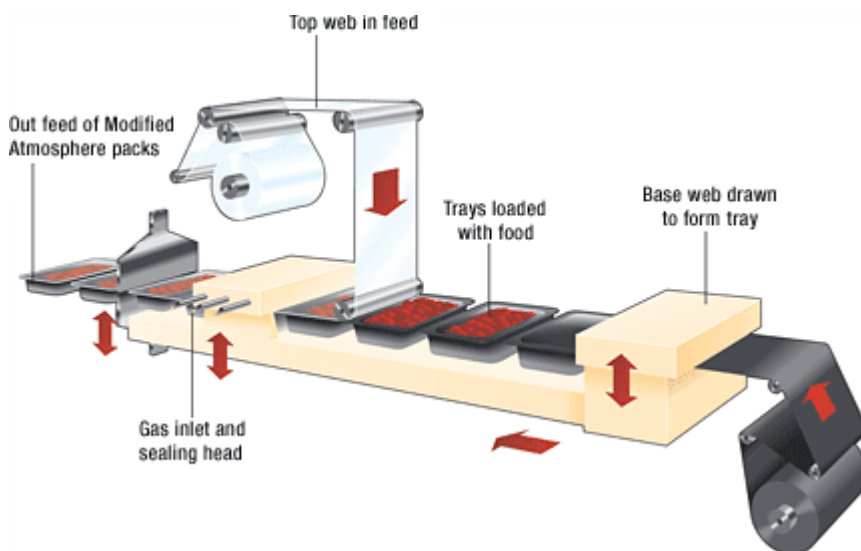


Figur 2 Flow-pack. Kilde: Freshline®

Dyptrekkermetoden omfatter en metode hvor en ved hjelp av varme former underbegrene fra en plastfilm. Etter at produktet er plassert i begeret blir luften vakuumert ut og den ønskede gassblandingen blir tilsatt. Etter dette legges en dekkfilm over begeret som sveises

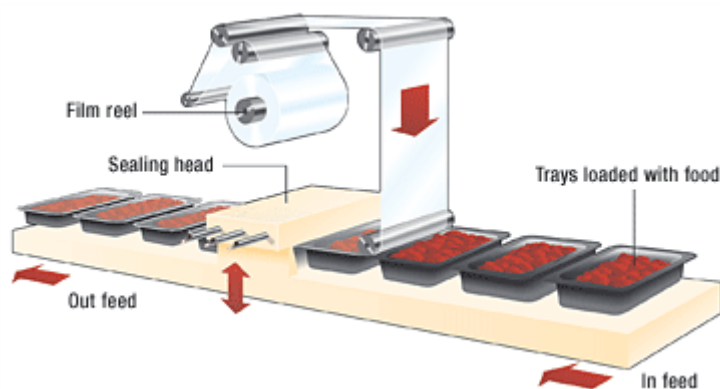
til begeret. Slik metode brukes for eksempel på den ferske kjøttdeigen man finner i kjøledisken.

Metoden er effektiv og er beregnet på anlegg som har store kvantum som skal pakkes i løpet av en dag. Av den grunn er slike maskiner mer krevende med tanke på inngående og utgående logistikk til maskinen.



Figur 3 Dyptrekker. Kilde Freshline®

Skålforselgler-metoden er en metode hvor en legger produktet i en skål og hvor maskinen vakuumerer skålen, for så å flushe den med en gassblanding. Etter at gassen er tilsatt, forsegles pakken med en overfilm. Slike maskiner finnes i automatiske utgaver, mye lik dyptrekkermaskiner og i manuelle utgaver, hvor maskinene ligner mer på vakuumkantermaskinene.



Figur 4 Skålforselgler. Kilde: Freshline®

Emballasje

Ved valg av emballasje må en ta hensyn til emballasjens styrke, gasspermeabilitet, sveiseegenskaper, antiduggegenskaper og lignende. Det er viktig å opprettholde effekten av gassblandingen helt til sluttbruker har åpnet emballasjen, og av den grunn må den være av slike materialer som gir gode sveiseegenskaper og har tilfredsstillende styrke. Det er

også viktig å ha riktig permeabilitet i forseglingen. Som oftest er det en liten diffusjon av gasser i de fleste innpakninger, noe som ikke gjør noe. Men hvis denne er for høy, vil effekten av konserveringsmetoden gå tapt.

En viktig effekt ved innpakning i modifisert atmosfære er at produktet er omkranset av en gassblanding som er adskilt fra gassen ellers i rommet. Grunnet gassenes dårlige varmeledende evner, fungerer de som god isolasjon. Dette gir fordeler ved transport ved at temperaturen lettere kan holdes stabil, men ulemper ved at det krever mer for å kjøle ned produktene etter innpakning. Det er derfor viktig å kjøle ned produktet tilstrekkelig før innpakning.

Ved innpakning kan det oppstå feil ved innpakkingsmaskineriet, eller med emballasjen. Ved produksjon av produkter i MAP er det viktig å ta stikkprøver for å avdekke om forpakningen inneholder den ønskede gassblandingen, spesielt måle mengden oksygen i forpakningen.

I følge EU sitt direktiv om tilsetningsstoffer, søtningstoffer og fargestoffer gjelder gassene som en tilsetning i produktet når en endrer sammensetningen i atmosfærene. Ut fra dette regelverket faller gassene under stoffer som det ikke er maksimumsgrense på bruk, slik at produktene faller under *quantum satis* – prinsippet, som tilsier at en ikke skal tilsette mer enn nødvendig for å oppnå den ønskede effekt. Av den grunn må gassene merkes med E-nr.

5.2 "Super MAP"

Det er for tiden under utvikling ved Nofima en pakketeknologi kalt "Super MAP". Denne teknologien omfatter en matte som legges i forpakningen som frigir CO₂ etter hvert som konsentrasjonen avtar. En forlenger ikke direkte holdbarheten ved bruk av metoden, men den reduserer behovet for gassvolum i forpakningen betydelig, og gir samme konserverende effekt. Redusert gassvolum, fører til mindre pakker, som igjen reduserer kostnadene knyttet til transport. Sammenlignet med vakuumpakking gir metoden bedre holdbarhet.

5.3 Hva er dagens erfaring med bruk av metoden

Metoden er velkjent for flere matprodukter. Innen sjømat er metoden også godt utprøvd. I taskekrabbenæringen har det vært gjort forsøk på Titan Canning Co AS med forlenging av holdbarhet av produkter, men ikke av stort omfang. Konklusjonen var i hovedsak at en ikke oppnådde noe merverdi av å pakke i MAP. Det er i tillegg enkelte produsenter av taskekrabbe som benytter seg av, eller har benyttet seg av metoden. Blant annet produserer HitraMat noe krabbe pakket i MAP

5.4 Forutsetninger ved bruk av metoden

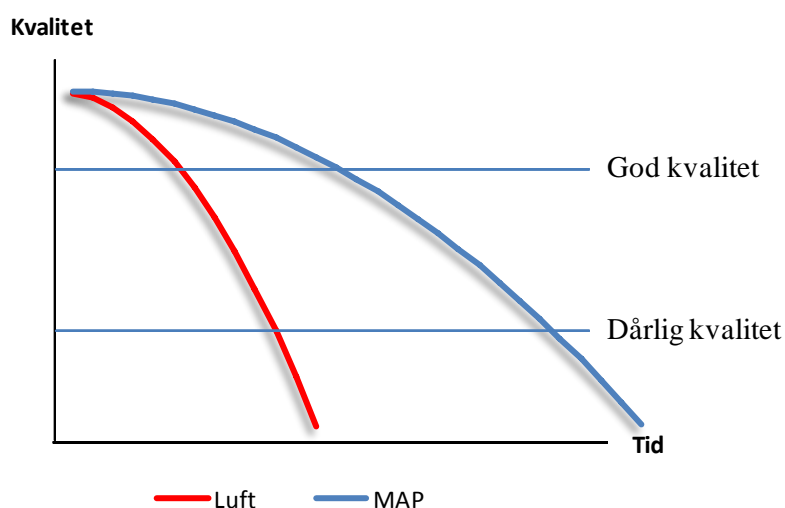
God kjølekjede. Siden pakningen inneholder en gassblanding, har dette en isolerende effekt. Dette er en fordel med tanke på å holde temperaturen rundt produktet mer stabilt gjennom kjølekjeden, men kan også ses på som en utfordring, ved at det er vanskeligere å

kjøle ned produktet etter at det er pakket. Det er derfor viktig at produktet er kjølig før det pakkes, og holdes slik hele veien til sluttbruker.

Foruten dette er MAP i hovedsak en emballeringsmetode og er i hovedsak ikke avhengig av noen spesielle forutsetninger med produktet enn andre innpakkingsmetode. En må dog huske at dette ikke er en metode som eliminerer bakterier, som for eksempel ved koking. Av den grunn må bakteriologisk forurensning hindres i like stor grad som for ferske produkter uten MAP.

5.5 Hvor stor økning i holdbarhet kan en forvente

For ferske fiskeprodukter antas det at MAP forlenger holdbarheten til produktet med 3-5 døgn. Forsøk gjort hos Titran Canning Co AS viste at holdbarheten for krabbeklør økte med 2-3 dager (fra 5 dager) i en blanding bestående av 50% N₂ og 50 % CO₂. HitraMat pakker i dag noen hele skjell i modifisert atmosfære med 40 % N₂ og 60 % CO₂. Her oppnås det en dobling i holdbarheten. Det kan videre studeres optimal gassblanding for krabbekjøtt som kan tenkes å øke holdbarheten noe.



Figur 5 Eksempel på forskjellene i kvalitetsforringelse av produkter pakket i modifisert atmosfære og luft når det kommer til kvalitet i forhold til tid.

I en rapport fra Norconserv om pakking av fisk i modifisert atmosfære vises det til studier som beviser at skalldyr har en 30 % lengre holdbarhet ved 0° C, sammenlignet med andre pakkemetoder.

5.6 Leverandørindustrien

Leverandørindustrien er forholdsvis omfattende for maskiner som pakker i modifisert atmosfære. Maskiner som benyttes til å pakke kjøttprodukter kan like godt brukes til krabbeprodukter. Eksempler på leverandører av pakkemaskiner i Norge er:

- Nordic Supply System AS
- ScanMachine Norge AS

I tillegg til maskinleverandørene må en også forholde seg til en leverandør av gasser. Disse leverer enten gassene adskilt eller ferdigblandede gasser. Disse er blant annet AGA og Yara Praxair.

5.7 Forskningsmessig dokumentasjon

Det finnes mye forskningsmessig dokumentasjon på MAP generelt, og noe på pakking av taskekrabbe spesielt. Norconserv har gjort en del forsøk på slik pakking på 90-tallet med hensyn på taskekrabbe. De fleste organisasjonene som driver med sjømat og taskekrabbe har utstyr og mulighet til å utføre forsøk knyttet til MAP.

5.8 Kunnskapsbærerne

De fleste av forskningsorganisasjonene, som Sintef, Nofima/Norconserv, Møreforskning har kompetanse på pakking i MAP, spesielt på optimalisering og nye metoder for pakking. Nofima er blant annet involvert i utvikling av Super MAP metoden.

Blant produsentene av krabbe er det en del som har kjennskap til teknologien og benytter den til daglig, blant annet HitraMat og Titran Canning Co AS.

Gassleverandørene har også en del kjennskap til prosessene. Blant annet har AGA vært involvert i et prosjekt med Titran Cannings Co AS i 2006. Gassleverandørene sitter med en del kjennskap til arbeid gjort i Norge og utland på MAP-løsninger.

5.9 Investeringskostnader

Investeringene knyttet til å starte opp med MAP er i minste fall at en må ha en pakkemaskin. Det er en rekke pakkemaskiner å velge mellom. Vi forholder oss her til tre typer maskiner; dyptrekker, skålforsegler og vakuuskammermaskin. Vi ser bort fra flow-pack maskiner, siden disse er mindre egnet til å pakke krabber. I Tabell 2 ser vi eksempler på disse tre variantene, samt omtrentlige priser for disse.

Tabell 2. Investeringskostnader for tre typer MAP-maskiner. Kilde: Nordic Supply Systems AS

Maskintype	Automatiseringsgrad	Kapasitet	Pris
Skålforselgler (Webomatic TL 300)	Semi-automatisk	2,5 skåler i minuttet	ca. 200 000,-
Dyptrekker (Webomatic APS ML 2000)	Automatisk	6-8 sykluser i minuttet	ca. 600 – 700 000,-
Vakuuskammer (Webomatic CD 110)	Manuell	Ca 2 sykluser i minuttet	ca. 115 000,-

Med automatisk menes her at selve pakke- og lukkeprosessen foregår automatisk. Det eneste en må gjøre manuelt, gitt at en ikke legger opp til en automatisert løsning for dette, er innlegging av produktet i skålene.

Det er viktig å merke seg at maskinene ikke er direkte sammenlignbare siden de forskjellige maskinene har forskjellige egenskaper, og gir forskjellig innpakning og utseende.

I tillegg til pakkemaskin må det gjennomføres en del andre investeringer. En må ha utstyr for måling av gassammensetningen i stikkprøver, noe som er en relativt liten investering, videre må en vurdere om en skal utvikle emballasje til produktet. En burde også vurdere om en skal benytte ferdigblandet gass, eller om en skal investere i en gassblander. Dette vil illustreres nærmere når vi ser på driftskostnadene.

5.10 Produksjonskapasitet

Produksjonskapasiteten til maskinene er beregnet ut fra antall sykluser per minutt og at det pakkes 400 gram produkt i hver pakke. For dyptrekkereksempelet antas det at det vil pakkes 6 enheter per syklus. For vakuumkantermaskinen og skålforsegleren antas det at en klarer å pakke henholdsvis 2,5 pakker/min. Det er videre antatt at en full produksjonsdag teller 8 effektive timer.

Tabell 3 Produksjonskapasitet for forskjellige maskintyper for MAP

Type	Produksjonskapasitet		
	Hastighet	timeskapasitet	Dagskapasitet (8 t/dag)
Skålforselgler	2,5 pakker/min	60 kg/t	480 kg/dag
Dyptrekker	45 pakker/min	1080 kg/t	8640 kg/dag
Vakuumkanter	2,5 pakker/min	60 kg/t	480 kg/dag

5.11 Driftskostnader

Driftskostnadene forbundet med bruk av maskinen er avhengig hvordan en legger opp driften. Vi antar derfor at dyptrekkeren i eksempelet i Tabell 2 kan ta seks forpakninger per syklus og at vakuumkantermaskinen tar 1 pakke i hver syklus. Vi antar videre at hver pakke rommer 400 gram av produktet. På basis av dette antar vi at hver pakke rommer 1 000 ml.

Emballasje

For skålforselgere og vakuumkantermaskiner vil kostnadene for emballasje ligge mellom 1,0 og 1,5 kroner per pakke. Dette avhenger mye av hvilken emballasje en benytter og hvilket kvantum en kjøper inn ved hver leveranse. Dyptrekkeren benytter to ruller, som maskinen former til begre og lokk. Slik emballasje er forholdsvis billig. Her regnes en kostnad på mellom 50 og 60 øre per pakke.

Gass

I hovedsak kan en benytte tommelfingerregelen om at det går med 2,5 ganger pakkens volum i gass for hver pakke. Dette gjelder i hovedsak for dyptrekkere og skålforseglere, hvor kun pakken vakuumeres og erstatter vakuuemet med gassblanding. I vakuumkanmermaskinene tømmes hele kammeret for luft, for så å erstattes med gassblanding. Dette fører til at svinnet av gass er mye større, avhengig hvilken maskin en benytter og hvor stor hver pakke er. Vi antar at svinnet er 6 ganger pakkens volum.

Hvis en kjøper ferdigblandet gass på flaske, koster dette rundt kr 1 000 (FOB-forhandler) for en blanding bestående av 50 % N₂ og 50 % CO₂ med 5 m³, 1 atmosfære, gass. Dette impliserer at prisen for denne blandingen er rundt 20 øre/dm³, eller rundt 50 øre/pakke i en skålforsegler. Denne kostnaden kan reduseres betydelig hvis en investerer i gassmikser. En slik mikser koster rundt kr. 35 000,-. I slike tilfeller kan en kjøpe flasker med ren CO₂ (ca 16 m³) og N₂ (ca 10 m³) som er betydelig billigere, blant annet siden de rommer mye mer. Prisen på gass kan her reduseres til rundt 5 øre/dm³.

Ved å investere i en gassblander, kan en likestille det med å ikke ta investeringen etter ca 230 000 pakker, noe som tilsvare 93 tonn basert på antagelsen om at hver pakke inneholder 400 gram.

Energi

Energiforbrukte er beregnet ut fra maksimalt mulige energiforbruk ved maskinene, basert på en kWh-pris på 40 øre/kWh, fordelt på produksjonspotensialet per time. De direkte energikostnadene ved bruk av maskinene blir derfor svært små og kan i hovedsak ses bort fra.

Lønn

Det antas at det går to timeverk med på håndtering av vakuumkanmermaskinen og skålforsegleren, mens det for dyptrekkeren går med 3 timeverk, grunnet økt behov for inn- og utlogistikk rundt maskinen. Lønnskostnaden er antatt å være 160 NOK/time

Andre kostnader

Andre kostnader, som vedlikehold, er ikke tatt med i beregningene. Disse kostnadene er forholdsvis små. Vedlikeholdskostnadene for en dyptrekker antas å være noe høyere enn for de to andre maskintypene. Fordelt på antall pakker, antas disse å være mindre.

Tabell 4 Direkte kostnader knyttet til de forskjellige maskintypene for MAP

Type	Dirftskostnader				SUM	SUM
	Emballasjekost	Gasskostnader	Energikostnader	Lønnskostnad		
Skålforselgler	1 kr/pakke	0,5 kr/pakke	0,0093 kr/pakke	2,13 kr/pakke	3,14 kr/pakke	7,9 kr/kg
Dyptrekker	0,6 kr/pakke	0,5 kr/pakke	0,0013 kr/pakke	0,18 kr/pakke	1,28 kr/pakke	3,2 kr/kg
Vakuumkanmer	1 kr/pakke	1,2 kr/pakke	0,0080 kr/pakke	2,13 kr/pakke	4,34 kr/pakke	10,9 kr/kg

Kostnadene knyttet til benyttelse av de forskjellige pakkemaskinene kommer fram i Tabell 4. Hvis en kun vakuumpakker produktet antar vi at dette gjøres til en kostnad lik benyttelse av vakuumkammermaskin, fratrukket kostnadene for gass. Vakuumpakking koster derfor 3,10 kr/pakke, eller 7,90 kr/kg.

5.12 Merverdi

Produktet får en merverdi siden detaljistene kan ha produktene lengre i hyllene, slik at de øker sannsynligheten for å få solgt ut produktet og reduserer risikoen for svinn. I tillegg letter det logistikken en del med økt holdbarhet. Basert på erfaringer fra produsentene av taskekrabbe, er det i hovedsak detaljistene som henter ut denne verdien.

6. Høytrykksteknologi

Høytrykksteknologien er, i motsetning til MAP, en lite kjent metode for forlenget holdbarhet i norsk sjømatnæring, og norsk matindustri generelt. Foreløpig er det kun forskningsinstitusjoner som har testet ut teknologien i Norge, enkelte ganger sammen med aktører innen foredlingsindustrien.

6.1 Hvordan fungerer metoden?

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). På 1800-tallet fant forskere ut at høyt trykk kunne avlive mikrobiologiske organismer, men først de siste 20 årene har anvendbar teknologi kommet på plass som gjør dette kommersielt mulig. Japanerne startet på 90 tallet med å benytte trykk til å pasteurisere matprodukter. Senere har det amerikanske militæret tatt i bruk metoden. Etter hvert som metoden har blitt tatt mer i bruk, og derav mer utprøvd, har utbredelsen av teknologien spredd seg til å bli benyttet på forskjellige produkter rundt om i verden.

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.

Hvis ikke produktet inneholder gasslommer vil de fleste produkter ikke endres betydelig utseendemessig av prosessen. Dette skyldes at produktet utsettes for jevnt trykk fra alle sider. Eksempelvis vil en drue bli flatklemmt hvis en klemmer den mellom fingrene, mens hvis en plasserer den i en flaske med væske og klemmer på flasken, vil den ikke ødelegges. Produkter som inneholder luftlommer, som chili vil miste sine egenskaper ved slik behandling. Hvis en derimot skiver opp chilien, slik at den ikke lengre har en gasslomme, vil produktet beholde sin konsistens.

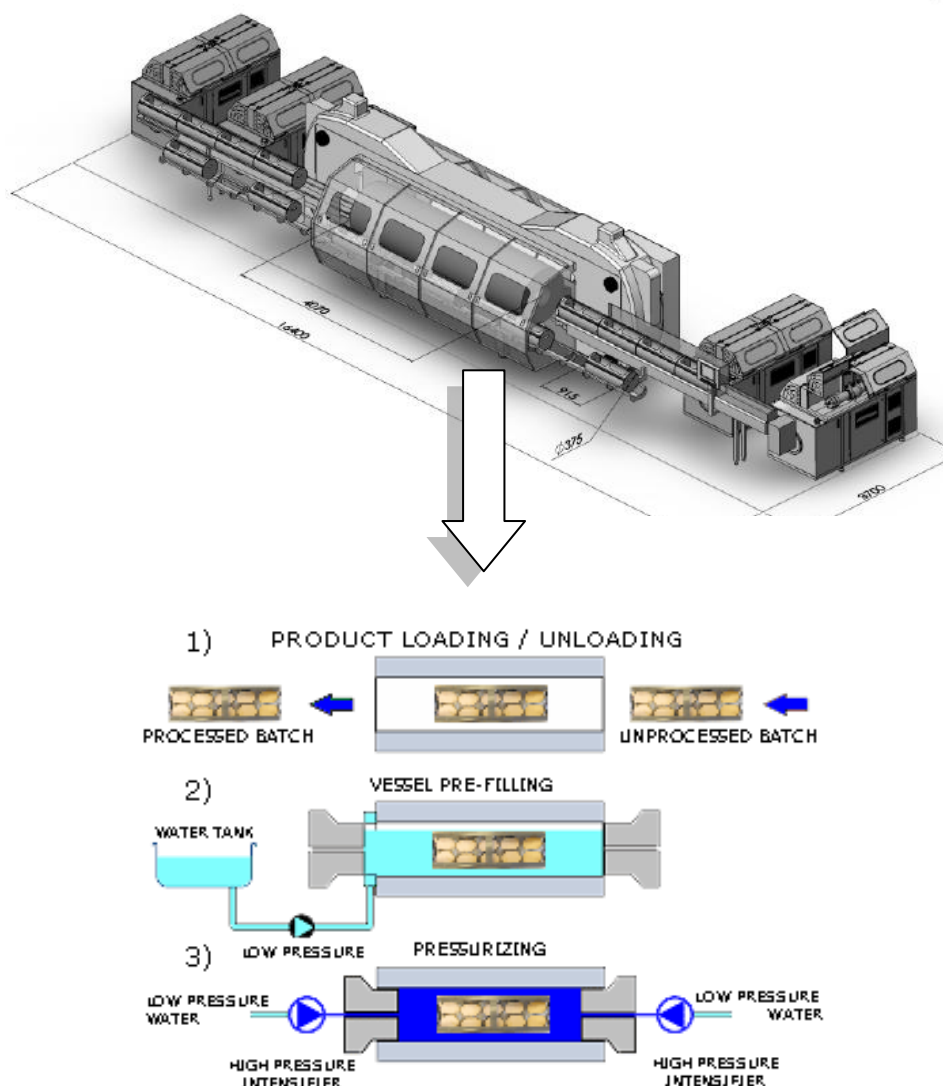
Metoden benyttes i dag på produkter som blant annet skalldyr, skjell, juice, skinke og en rekke frukter og fruktprodukter. I hovedsak fuktige produkter med lav pH. Produsentene av maskinene reklamerer med forskjellige fordeler for forskjellige produkter ved bruk av metoden. For eksempel hindrer trykkbehandlingen 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 molekylene 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.

Koking fører gjerne til svinn av væske, noe som blant annet skyldes dehydrering av proteiner i produktet. Ved høytrykksbehandling får en ikke denne dehydreringen.

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 løsne kjøttet og redusere mikrobiologiske forringende organismer uten å kjøre prosessen to ganger.

Det er utviklet to metoder for høytrykksbehandling av matvarer. Horisontale og vertikale maskiner. De horisontale er mest vanlige i industrien i dag. Videre er det utviklet forskjellige modeller som gir forskjellig effektivitet, som for eksempel batch-maskiner hvor en pakker varene inn i en sylinder, som en plasserer på et samlebånd. Maskinen mater seg selv med sylindrene etter tur og orden. På denne måten blir tiden maskinene står ubrukt minimalisert. En kan øke kapasiteten ved å koble på flere maskiner.



Figur 6 Illustrasjon av prosessen for modellen Hyperbaric Wave 6000/420 av NCHyperbaric

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

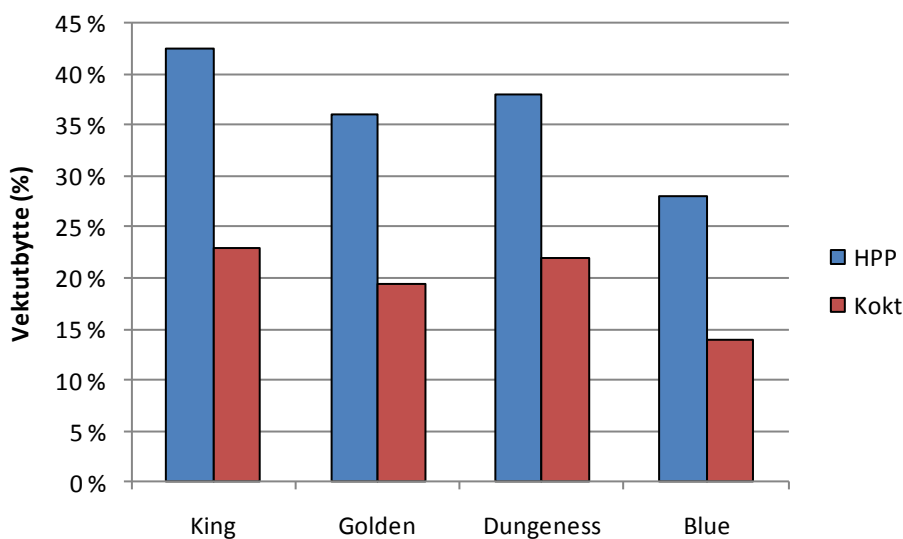
Melkesyrebakterier blir ikke kontrollert av prosessen. Denne bakterien er dog ikke kjent for å være den verste når det kommer til forringelse av organoleptiske egenskaper i sjømatprodukter. Prosessen er ikke godt egnet til å fjerne sporer og av den grunn benyttes høytrykksbehandling ofte på produkter 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.

6.3 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 7 Vektutbytte av forskjellige skalldyr ved koking og ved bruk av høytrykkteknologi. Kilde: Rapport av Errol V. Raghubeer, Avure Technologies

Basert på Figur 7 ser en at vektutbytte ved kjøttfjerning av enkelte krabbeprodukter kan være opp til 100%

6.4 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.

6.5 Hva er dagens erfaring ved bruk av metoden

Teknologien er forholdsvis nyutviklet, så erfaringer med bruken er begrenset til et fåtalls aktører på verdensbasis. I følge NCHyperbaric er det kun 61 brukere av deres teknologi på verdensbasis i dag. Disse aktørene er både store og små aktører. Kun 15 % av disse brukerne benytter teknologien på sjømat. Blant annet brukes teknologien på New Zealand til å løsne muskelen fra skjell.

6.6 Forutsetninger ved bruk av metoden

Hvis en ønsker å benytte trykk til å pasteurisere matvaren, burde en pakke inn produktet i sluttemballasjen før den behandles. Av den grunn kreves det at en har en emballeringsløsning i forkant som forsegler produktet på en måte som tåler trykkhåndteringen. En må derfor vurdere hvilken innpakning en skal benytte, og om en må investere i en pakkemaskin tilpasset dette før en eventuelt investerer i en høytrykksmaskin.

Andre forutsetninger er tilstrekkelig med strøm og vann til drift av maskinen. Strømbehovet er opp mot 600 ampere ved 400 V, mens vannbehovet til kjøling er i overkant av 5 m³/t.

6.7 Hvor stor økning i holdbarhet kan en forvente

Avure Technologies nevner at metoden i de fleste tilfeller kan gi minst dobling av holdbarhetstid. Dette er dog svært avhengig av hvordan produktet håndteres før og etter prosessen, samt om produktet er ferdig emballert når den utsettes for trykkpasteurisingen. Prosessen har omtrent samme effekt som varmepasteurising når det kommer til holdbarhet. I likhet med varmepasteurising bekjemper denne teknologien også bakteriene i produktet, og ikke bare på overflaten.

6.8 Leverandørindustrien

Leverandørindustrien for maskiner som er tilpasset kommersiell matproduksjon er forholdsvis oversiktlig. I dag er to store leverandører, NCHyperbaric og Avure Technologies som dominerer markedet. Det er noen leverandører av utstyr i Asia. Blant annet leverer Mitsubishi Heavy Industries høytrykksutstyr. Avure Technologies er markedsleder. Leverandørindustrien er enda ikke fullt utviklet. Det forventes at prisen for teknologien vil avta i fremtiden.

Siden det er få leverandører, er det derav få løsninger å velge mellom. Dette kan føre til at en ikke får kjøpt en maskin som er optimalt tilpasset ens virksomhet.

Avure Technologies er et amerikansk selskap med sitt Afrika-, Asia- og Europakontor i Sverige. NCHyperbaric holder til i Spania.

6.9 Forskningsmessig dokumentasjon

En rekke norske forskningsinstitusjoner har utført forsøk med høytrykksbehandling av matprodukter. I hovedsak har forsøkene blitt utført i samarbeid med utenlandske forskningsinstitusjoner som har utstyr for slike tester. I hovedsak er det gjort arbeid på følgende områder av interesse for sjømatnæringen:

- Kongekrabbe:

Nofima utførte i februar 2009 et forsøk på uttak av hel krabbemuskel fra kongekrabbe ved hjelp av HPP, spesielt med fokus på krabber med dobbeltskall. Forsøket tok ikke for seg mikrobiologiske effekter av behandlingen.

- Klippfisk

Sintef har utført et forsøk på klippfisk behandlet med HPP. Dette prosjektet siktet i større grad på holdbarhet og bekjempelse av mikrobiologisk aktivitet

Nofima/Norconserv har gått til innkjøp av trykkmaskin til forskningsformål og vil etter hvert være en naturlig samarbeidspartner i eventuelle framtidige studier på teknologien.

6.10 Kunnskapsbærerne

Kunnskapsbærerne er i stor del leverandørindustrien, samt noen utenlandske forskningsinstitusjoner og universiteter. I Norge er det en noen organisasjoner som har forskningsbasert kunnskap på området, men dette er veldig begrenset per i dag. Det er også en rekke produsenter i utlandet som sitter med en del kunnskap på teknologien. De har i hovedsak erfaringer fra andre produkter og arter.

For å kunne benytte seg av teknologien i taskekrabbenæringen, må svært mye av kunnskapen og utvikling av løsninger gjøres selv. En må derfor ta høyde for at en må bruke tid og midler til å tilegne seg denne kunnskapen. Når Nofima/Norconserv erverver seg en slik maskin og kunnskaper rundt bruken av maskinen, kan en lettere tilegne seg kunnskaper innen bruk av maskinen på taskekrabbe, uten å måtte ta investeringsrisikoen selv.

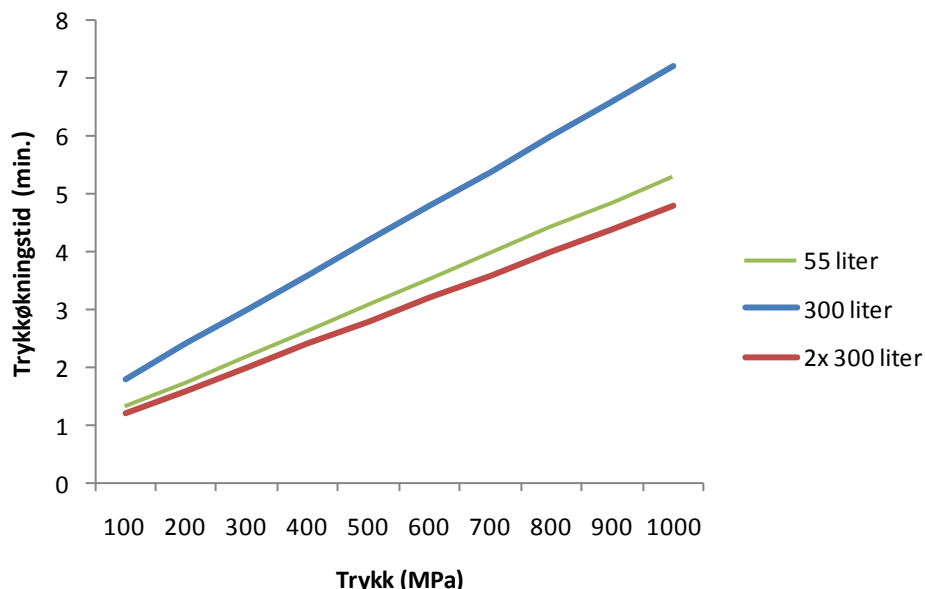
6.11 Kapasitet

Maskinene som produseres i dag til kommersiell trykkbehandling av matvarer har forskjellige størrelser basert på volumet i komprimeringskammeret. De leverandørene som er i dag, leverer standardiserte maskiner med kamre mellom 2 og 687 liter, hvor den minste i hovedsak er beregnet på lab-bruk. Hvis en vil øke produksjonskapasiteten over disse 687 literne, må en ha flere maskiner.

Kapasiteten til maskinene er avhengige av størrelsen på kammeret og tiden maskinen bruker på en syklus, noe som i hovedsak baserer seg på hvor rask den er til å laste inn og ut, hvor rask den er til å nå ønsket trykk og hvor lenge en ønsker å holde trykket. Hovedregelen er at store kammer bruker lengre tid på å oppnå ønsket trykk enn mindre kammer.

Tiden som brukes til å oppnå ønsket trykk varierer mellom de forskjellige maskinene, men er gjerne mellom 3 og 5 minutter. I tillegg til dette går det med tid til å bytte serie, samt den tiden produktet skal være under trykk. For skalldyr som en kun skal fjerne skallet på, trenger en kun et trykk på rundt 300 MPa og en holdetid på rundt 1 minutt. Av den grunn

går disse syklusene en del fortere enn sykluser hvor en vil fjerne den mikrobiologiske risikoen.

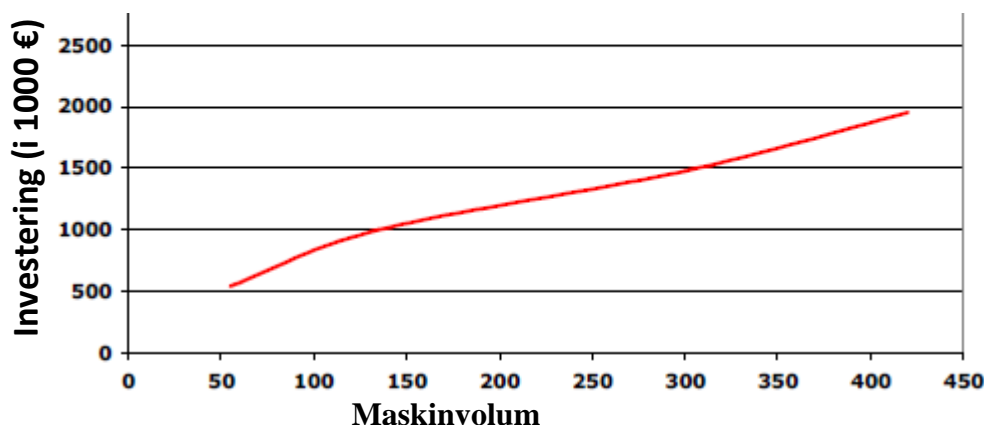


Figur 8 Tidsforbruk til å oppnå forskjellig trykk for forskjellige kammerstørrelser. Basert på maskinene til NCHyperbaric. Kilde: NCHyperbaric

Fyllingsgraden i kammeret er gjerne mellom 50 og 70 % avhengig av hvilket produkt en skal behandle. Dette vil grovt si at et 350-literssystem kan behandle 175 kg i hver syklus.

6.12 Investeringskostnadene

Høytrykkmaskinene til kommersiell behandling av matvarer er forholdsvis dyre. En 350-liters maskin koster rundt € 1,4 mill, noe som i dag tilsvarer rundt 12 mill. NOK. Hvis en skal avskrive en slik maskin lineært over 10 år, vil en måtte ta en kostnad på 1,2 mill. NOK per år. For aktører som kun driver produksjon deler av året, krever dette en stor merverdi for at en skal kunne se fornuften i dette.



Figur 9 Investeringskostnad i forhold til maskinvolum for HPP-maskiner. Kilde: NCHyperbaric

I Figur 9 ser vi hvordan forholdet er mellom investeringsutgift og maskinvolum

Investeringskostnadene har ikke tatt hensyn til at en kanskje må investere i pakkemaskiner, slik at en kan forsegle varen før den trykkbehandles. Heller ikke transportbånd inn og ut av maskinen er tatt med.

6.13 Driftskostnader

Driftskostnadene er noe avhengig av om metoden benyttes til å fjerne skallet eller om den benyttes til å redusere mikrobiologisk aktivitet. Dette skyldes i hovedsak at ved kjøttfjerning benytter en kun et trykk mellom 250 og 400 MPa, noe som reduserer energiforbruket eller gir muligheten til å behandle et større kvantum per time. Når en skal behandle produkter for mikrobiologisk aktivitet, benytter en mye høyere trykk. Gjerne opp mot 600 MPa, avhengig av hvilke arter en har som mål å få fjernet.

Driftskostnadene er i hovedsak strøm, vedlikehold og reparasjoner, og arbeidskraft knyttet til å operere maskinen. For et 350-liters system vil energikostnadene være et sted mellom 50 og 100 kr i timen, mens vedlikeholds- og reparasjonskostnadene er antatt å være i samme størrelsesorden. Det går minst en person med til å kjøre maskinen, slik at lønnskostnadene er rundt 160 kr/ time.

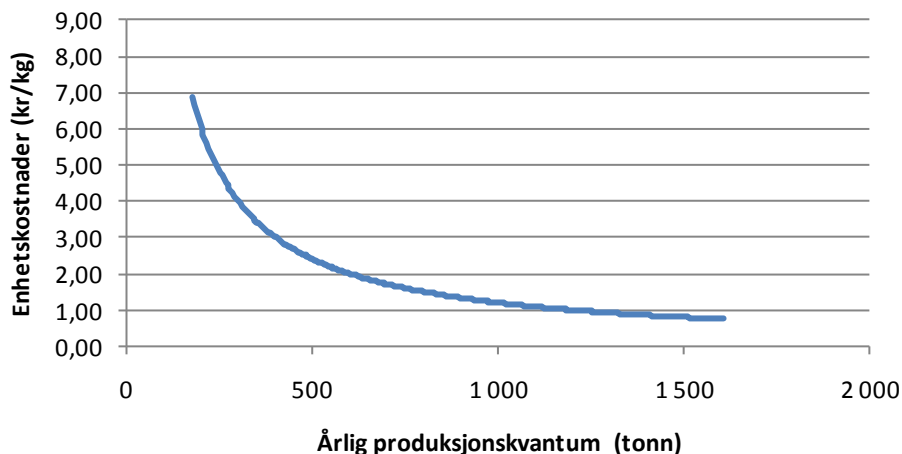
Tabell 5 Driftskostnader for 350-Liters høytrykksmaskin

Driftskostnader for 350 L maskin	
Kapasitet	1800 kg/t
Lønn	160 kr/t
Strøm	100 kr/t
Vedlikehold og div	100 kr/t
Driftskostnader uten avskrivning	360 kr/t
Enhetskostnad uten avskrivning	0,20 kr/kg
Vakuumpakking	7,85 kr/kg
Enhetskostnad uten avskrivning, innpakket i vak.	8,05 kr/kg

En må i tillegg pakke produktet før det trykkpasteuriseres. Vi antar at produktet vakuumpakkes og at denne kostnaden er rundt 7,90 kr/kg, basert på utregningene som er gjort for MAP pakking ved hjelp av vakuumkantermaskin, fratrukket gasskostnadene.

Basert på en investeringskostnad på € 1,4 mill. vil avskrivningen blir svært stor for maskinen. Spesielt for krabbenæringen, som kun drifter rundt halvparten av året, vil avskrivningskostnaden være tung å bære. Hvis en antar at maskinen avskrives lineært over 10 år, slik at kostnaden er € 140 000 per år, eller ca 1,2 mil NOK/år, må en kunne produsere et stort kvantum for å forsvare investeringen. Basert på en slik beregning vil avskrivningen per enhet være ca 2,40 NOK /enhet ved en produksjon på 500 tonn i året.

Avskrivning per eheter for 350-liters maskin



Figur 10 Avskrivning per enhet produsert, basert på en HPP-maskin med 350 liter kapasitet som belaster 1,2 mill kroner i avskrivning i året.

Basert på at produksjon av fersk krabbe kun kan foregå 150 dager i året og at maskinen benyttes 8 timer om dagen, vil det mulige kvantumet en kan produsere med en 350-liters maskin være 2 160 tonn.

Det som derimot gjør denne maskinen spennende, er at den har to bruksområder for skalldyrproduksjon. Av den grunn kan en så stor investering lettere forsvares.

6.14 Verdiøkning

Det er en rekke effekter som kan gi produktet økt verdi, reduserte kostnader, eventuelt redusere verdien til produktet. I hovedsak er dette:

- Økt holdbarhet
- Mulighet til nye produkter
- Lettere kjøttfjerning og økt utbytte

Den økte holdbarheten for slike produkter kan være vanskelig å fastslå. Derav er også den økte verdien av dette vanskelig å fastslå. En kan dog anta at verdien på sluttproduktet vil øke. Siden denne delen av teknologien viser mange likhetstrekk til pasteuriserte produkter som er varmebehandlet, kan en anta at holdbarheten vil være noenlunde lik. Om det er store forskjeller på smak i forhold til varmepasteurisert krabbe er usikkert.

En kan redusere kostnadene sine knyttet til kjøttfjerning ved benyttelse av maskinen. Siden manuelt arbeid er dyrt i Norge, vil effektivisering av dette arbeidet bety mye på kostnadssiden. Dette krever uansett at en har et stort produksjonskvantum av slike produkter, siden en må redusere kostnadene med rundt 2-3 årsverk for å dekke avskrivningen av maskinen. Basert på erfaringer fra den amerikanske hummerindustrien, klarer en å redusere kostnadene knyttet til arbeidskraft med rundt 25 % når metoden benyttes til kjøttfjerning.

Økt utbytte er noe produsentene av maskinene reklamerer for. Effekten av dette kan redusere kjøttsvinnet betydelig. I følge undersøkelser på andre krabbearter økes utbyttet med mellom 50 og 100 %, noe som i seg selv vil kunne gjøre nedbetalingen av maskinen lettere å bære. En kan dog spørre seg til hvilken grad en skal legge sin lit til dette. Basert på samtale med hummerprodusent som benytter teknologien, burde en ikke kalkulere med denne effekten, siden mye av vektutbytte skyldes at produktet er rått, og dermed holder mer vann. Ved senere oppvarming vil en uansett tape denne vekten.

Teknologien gir muligheter til å produsere svært unike produkter. Hvis ønskelig kan en produsere rå krabbe med god holdbarhet. Dette kan gi en økt verdi av råstoffet, men uten grundige undersøkelser kan en ikke si dette sikkert. Vil egentlig konsumentene foretrekke et ferskt, rått produkt av krabbe, eller ønsker de det kokt først?

.

7. Pasteurisering og annen varmebehandling

7.1 Hvordan fungerer metoden?

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.

7.2 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 ferskhets smak 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.

7.3 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.

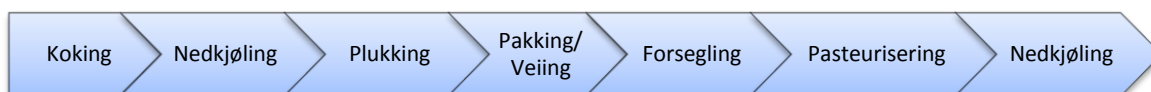
For produkter som hermetiseres og steriliseres er det vanlig å benytte en autoklave med temperatur på 121 °C, slik at en eliminerer bakterier og sporer.

7.4 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 sammenhengen 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 11.



Figur 11 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 12 Vakuumpakket, pasteurisert krabbe slik den selges i Sverige. Bildekilde: www.lobster.se

7.5 Sous vide

Sous Vide er en metode hvor en varmebehandler et produkt i en vakuuvert, forseglett innpakking, 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.

7.6 Hva er dagens erfaring ved bruk av metoden

En rekke irske produsenter av taskekrabbe pasteuriserer produktene. Dette er i hovedsak hel, kokt krabbe som deretter er blitt pakket inn før den blir pasteurisert. Videre er det erfaringer fra en rekke amerikanske produsenter av Blue Crab og Dungeness Crab.

I Norge er metodene benyttet på en rekke produkter, men det er kun kjent at hermetisering i metallbokser benyttes på taskekrabbe i dag.

7.7 Forutsetninger ved bruk av metoden

Det er ingen spesifikke forutsetninger ved bruk av disse metodene. En har dog behov for å ha en innpakningsløsning som er tilpasset metoden en skal benytte, som innpakning i poser eller vakuuerte poser, evt i metallbokser.

7.8 Hvor stor økning av holdbarhet kan en forvente

For de overnevnte metodene er det et enormt sprik i holdbarhet. Hermetisert mat som er sterilisert ved 121°C kan ha en holdbarhet på flere år. Pasteuriserte produkter kan ha en holdbarhet mellom 6 uker og 6 mnd. Dette varierer i hovedsak etter hvor hardt en varmebehandler produktet, hva som er produktet og hvordan det er pakket.

Pasteurisert kjøtt fra Blue Crab kan ha en holdbarhet på opp mot 6 mnd. Denne krabben hadde en holdbarhet på 6-14 dager uten pasteurisering. Sammenlignet har forsøk på Dungeness Crab vist at en må ha høyere temperaturer over lengre tid for å oppnå samme reduksjon i sannsynlighet for bla *C. botulinum* som for Blue Crab. Dette viser at forskjellige arter kan ha forskjellige egenskaper når det kommer til varmebehandling.

I følge en rapport fra Møreforskning, har kokte, pasteurisert taskekrabber en holdbarhet på rundt 6 uker. De irske, pasteuriserte krabbene i Sverige har slik holdbarhet.

7.9 Leverandørindustrien

Som utstyr til varmebehandling av matvarer etter emballering, benyttes ofte vannbad, damp og/eller varmluft. Ofte benyttes en kombinasjon av disse. Det finnes en rekke leverandører av utstyr til varmebehandling, som Steriflow SAS og JBT FoodTech, samt et 20-talls store leverandører av utstyr. Det er ikke kjent at det er noen store, norske leverandører av slikt utstyr. Steriflow SAS er markedsleder i Norge på pasteuriseringsmaskiner.

7.10 Forskningsmessig dokumentasjon

Det finnes mye forskningsmessig dokumentasjon på området. De fleste norske forskningsorganisasjonene har gjort arbeider på området. Det er ikke fullt så mye utført på taskekrabbe. Norconserv utviklet en rapport i 1999 om varmebehandling og holdbarhet av fylte krabbeskjell.

7.11 Kunnskapsbærerne

Kunnskapsbærerne er i hovedsak Nofima, og spesielt Norconserv. De har utstyr for autoklaving og varmebehandling. Også Sintef, HiST og Møreforskning har god kjennskap til varmebehandling og kan bidra med kompetanse på området.

En rekke produsenter sitter med god kjennskap til slike prosesser, spesielt hermetisering.

I Stavanger har Nofima/Norconserv blant annet en ristende autoklave. En Shaka™-autoklave. Slike maskiner er best egnet på flytende produkter, som supper eller lignende. Fordelen med disse maskinene er at de bruker svært kort tid på behandling av produktet, noe som fører til økt produksjonskapasitet og at smakene i produktet ivaretas bedre.

7.12 Investeringskostnader

En stor, statisk autoklave med kapasitet på 6 vogner koster rundt 2 mill NOK. Slike maskiner laster rundt 1m² per vogn. En er også avhengig av dampkjele for å utnytte seg av teknologien. En slik kjele koster rundt 1,2 mill NOK. Selve kammeret som benyttes til sterilisering eller pasteurisering er ikke dyrt. Det er i hovedsak styringssystemene og rørsystemene som er kostbare, slik at mindre maskiner også er forholdsvis dyre. Slike maskiner utfører også nedkjøling av produktet etter varmebehandlingen.

7.13 Driftskostnader

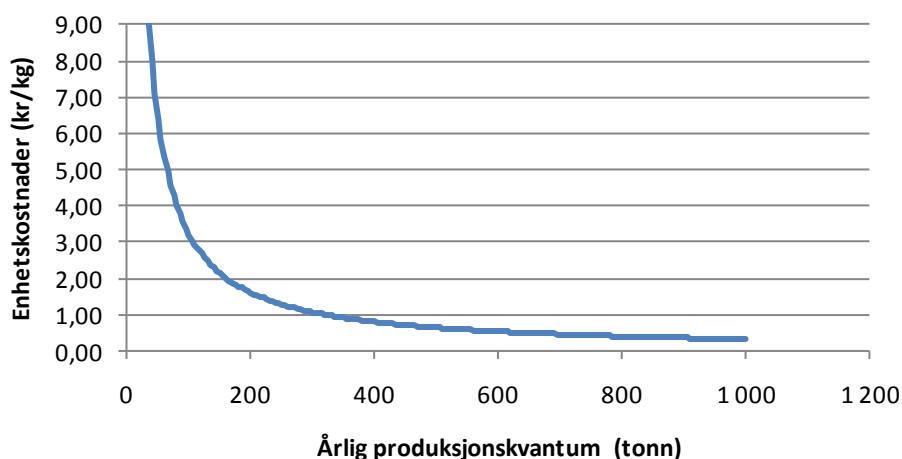
Ved pasteurisering vil en bruke ca 1,5 time per syklus, litt avhengig av hva som er produktet. Dette vil si at en kan pasteurisere rundt 3 – 4 tonn per syklus med en 6-vogners maskin. I løpet av en arbeidsdag har en derfor kapasitet til å behandle 15 tonn av produktet. Energikostnadene ved slik produksjon vil være rundt 100 kr/ tonn. Videre antas det at det kun er behov for 1 timeverk per time for å drifte maskinen og laste inn og ut. Denne kostnaden vil derfor være rundt 80 kr/tonn. Maskinene krever lite vedlikehold, så vi antar at disse er relativt lave. Vi antar at disse er rundt 30 kr/tonn. Driftskostnadene for en maskin med 6 vogner illustreres derfor av Tabell 6.

Tabell 6 Driftskostnader for en 6-vogners, statisk autoklave ved pasteurisering.

Driftskostnader for 6 vogners maskin	
Kapasitet	2 tonn/time
Energi	100 kr/tonn
Vedlikehold	30 kr/tonn
Lønn	80 kr/tonn
Enhetskostnad uten avskrivning	210 kr/tonn
Enhetskostnad uten avskrivning	0,21 kr/kg
Vakuumpakking	7,85 kr/kg
Enhetskostnader uten avskrivning, innpakket i vak.	8,06 kr/kg

Hvis en avskriver maskinen lineært over 10 år, vil en ha en årlig avskrivning på 320 000 kr, inkludert dampkjele.

Avskrivning per eheter 6 vogners maskin



Figur 13 Årlige avskrivningskostnader fordelt på enheter ved forskjellige årlige produksjonskvantum. Avskrivningen er beregnet ut fra en 6-vogners autoklave med dampkjele, avskrevet lineært over 10 år.

7.14 Verdiøkning

For pasteurisert krabbe, kan en til dels vurdere verdien i markedet. Siden det selges en del krabbe som både er pasteurisert og fersk i det svenske markedet, kan en til en viss grad sammenligne disse. Prisen for vakuumert, pasteurisert krabbe fra Irland selges i Coop-butikkene i Sverige for 79 SEK/kg. I andre butikker svinger prisen til sluttbruker mellom 79 og 149 SEK/kg. Ferske produkter selges for omtrent samme pris og i enkelte tilfeller litt over prisen for pasteurisert, siden ferske produkter oppfattes noe mer eksklusivt.

Hvis en ser på innkjøpsprisen til grossistene, er den pasteuriserte krabben rundt 10 SEK bedre betalt enn fersk krabbe. Dette har en sammenheng med at fersk krabbe har en holdbarhet på 5-6 dager, mens den pasteuriserte har en holdbarhet på rundt 6 uker, noe som reduserer risikoen grossisten påfører seg ved å kjøpe inn produktet og letter logistikken.

En kan derfor si at den økte prisen produsenten oppnår er rundt 10 SEK/kg, eller rundt 8 NOK/kg.

Det er dog ikke sikkert at en klarer å hente ut denne merverdien på produktet i Sverige, siden markedet er forholdsvis lite (rundt 250-300 tonn i året) og er dominert av de irske produsentene som har bygget sitt renommé over lang tid i landet. En kan risikere at fortjenesten forsvinner i konkurransen om å oppnå/beholde markedsandeler. Uansett kan slike produkter vurderes i det noe større markedet Europa omfatter.

8. Enzymer og andre tilsetningsstoffer

Tilsetningsstoffer som metode til å konservere matvarer er en jungel av forskjellige stoffer og kombinasjoner av stoffer. Vi har derfor ikke mulighet til å gjennomgå alt her. Gasser som benyttes i MAP regnes også som tilsetningsstoffer, men vil ikke bli videre diskutert her.

Konserverende tilsetningsstoffer er alle stoffer en kan tilsette produktet slik at produktet øker sin holdbarhet, enten ved at det reduserer mikrobiologisk vekst eller hemmer autolytiske reaksjoner i matvaren. Hvis tilsetningsstoffet skal påvirke den mikrobiologiske veksten i produktet, påvirker det enten bakteriene direkte, eller vekstfaktorene for bakteriene, som vannaktivitet, pH, redox-potensiale eller lignende. Mange tilsetningsstoffer endrer smaken på produktet, og derav endrer produktet. Dette kan være tilsetning av syrer eller salter som påvirker produktet betydelig. Vi ser bort fra disse stoffene i denne sammenheng.

Et greit utgangspunkt for denne jungelen av tilsetningsstoffer er EU sitt tilsetningsstoffdirektiv sine aksepterte tilsetningsstoffer. Ifølge EU sitt tilsetningsstoffdirektiv, er følgende tilsetningsstoffer akseptert i ferske eller kokte skalldyr:

Tabell 7 Oversikt over aksepterte tilsetningsstoffer i Norge. Listen samsvarer med EU sitt tilsetningsstoffdirektiv for aksepterte produkter. I tillegg til listen er også tilsetningsstoffer som er generelt tillatt etter quantum satis-prinsippet mulig å benytte på taskekrabber. Kilde: Mattilsynet

Ferske skalldyr og bløtdyr	Svoveldioksid	E220
	Sulfitter	E221-224, 226 - 228
	Karbondioksid	E290
	Argon	E938
	Helium	E939
	Nitrogen	E941
	Dinitrogenoksid	E942
	Oksygen	E948
	Hydrogen	E949
	Asorbinsyre og asorbater	E300-302
	Sitronsyre og sitrater	E330-333
	kokte skalldyr og bløtdyr, samt produkter av disse	Sorbinsyre og sorbater
Benzosyre og benzoater		E210-213
Svoveldioksid og sulfitter		E220
En rekke fargestoffer		E221-224,226-228
Fosforsyre		E338
Fosfater		E339-341,343,450-452
Konjac		E425
Glutaminsyre og glutamater		E620-625
Guanylsyre og guanylater		E626-629
Inosinsyre og inosater		E630-633
Ribonukleotider		E634-635
Sorbitol og sorbitolsirup		E420
Mannitol		E421
Isomalt		E953
Maltitol og maltitolsirup		E965
Laktitol		E966
Xylitol	E967	

I tillegg til stoffene nevnt i Tabell 7 er alle stoffer som er tillatt etter quantum satis-prinsippet (ikke mer enn det er behov for) også tillatt i skalldyrprodukter. Det finnes en rekke tilsetningsstoffer en kan benytte til å forlenge holdbarhet av ferske krabbeprodukter. Herunder laktat og en rekke fosfater. Effekten av disse stoffene på taskekrabbe er forholdsvis ukjent.

Nisin

Nisin er et polysyklisk peptid med antimikrobielle egenskaper. Stoffet produseres fra bakterien *Lactococcus lactis*. De vanligste bruksområdene for stoffet er oster, hermetisert fukt og grønnsaker, men benyttes også i produkter av egg, kjøtt og sjømat. Stoffet er effektivt mot de fleste grampositive bakterier, også melkesyrebakterier og *Listera*

monocytogenes. Nisin kan kombineres med lysozym eller EDTA for å gi økt effekt. Stoffet har E-nummer E234.

8.1 Enzymer

Enzymer er molekyler som katalyserer reaksjoner uten selv å endre form. Disse molekylene er ofte svært komplekse. Ofte bidrar enzymer til nedbrytning av forskjellige stoffer og er derfor i flere tilfeller en årsak til forringelse av kvalitet, enn bevaring av kvalitet. Dog finnes det enzymer som bryter ned viktige strukturer i bakterier, men som ikke skader andre celler eller organiske stoffer som er relevante for kvaliteten til en matvare.

Det er relativt få enzymer som benyttes som tilsetningsstoff i matvarer. I følge EU sitt tilsetningsstoffdirektiv blant annet disse enzymene tillatt; invertase, lipase og lysozym. Ingen av disse er per i dag på ja-liste til EU sitt tilsetningsstoffdirektiv for aksepterte tilsetningsstoffer for produkter av krabbe. Invertase tillates generelt under quantum satis-prinsippet. Enzymene invertase og lipase brukes til henholdsvis å invertere sukker til fruktose og til å degradere lipider.

Lysozymer:

Lysozymer er en type enzymer som katalyserer nedbrytingen av peptidoglykan, byggesteinene i celleveggene til bakterier. Grunnet denne funksjonen er enzymet egnet til å drepe bakterier. Siden gram-positive bakterier har mer peptidoglykan enn gram-negative bakterier, er disse mer sårbar for lysozymer. Lysozymer er derfor mest effektive mot gram-positive bakterier. I tillegg til dette er en rekke gram-negative bakterier sensitive for lysozym, som *Salmonella*, *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Escherichia coli* og noen *Vibrio spp.* Noen gram positive bakterier er resistente mot lysozymer, som staphylococci. Enzymet fungerer nok best i en løsning. Av den grunn egnes det best som konserveringsmiddel i flytende produkter.

De vanlige typene av enzymet har høy relativ aktivitet ved høye temperaturer. Dette vil si at enzymet virker best ved temperaturer over 60°C. En kan videre tilsette andre stoffer til en løsning som ytterlig forbedrer effekten av enzymet, som nisin, EDTA og butylparaben.

Lysozymer er i følge EU sitt tilsetningsstoffdirektiv akseptert som tilsetningsstoff kun for følgende produkter:

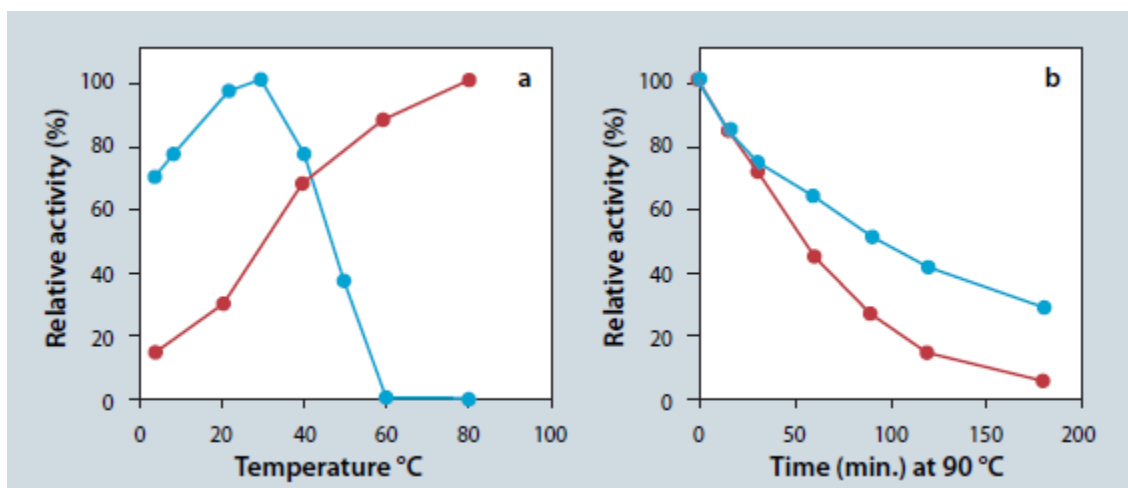
- Cider og pørevin
- Enkelte typer ost
- Druevin

Enzymet er derfor ikke godkjent for produkter av taskekrabbe, noe som, i første omgang, utelukker enzymet fra bruk for å forlenge holdbarheten til krabbeprodukter.

Enzymet har blitt brukt til å konservere frukter og grønnsaker, sjømat, kjøtt og sauser, soya saus og en rekke oster, som edamer og gouda. Enzymet benyttes blant annet i noen sushiprodukter. De fleste patentbeskyttede matkonserverende teknologier som benytter lysozym er utviklet i asiatiske land. I Europa benyttes derfor enzymet i hovedsak i osteprodukter.

Lakselysozym

Nofima arbeider for tiden med å teste ut lysozym fra laks. Dette viser seg å ha de samme bakteriedrepende egenskapene som annet lysozym (høne- og gåselysozym), men har bedre egenskaper når det kommer til aktivitet ved lave temperaturer. Hvorvidt dette enzymet har noen hensikt å benytte på ferske taskekrabbeprodukter er uvisst, siden uttestingen av dette enzymet er forholdsvis i startgroen. Uansett er det tenkelig at dette stoffet kan få kommersiell verdi i fremtiden grunnet enzymets lave optimaltemperatur og gode evne til å reaktiveres etter oppvarming.



Figur 14 Salmon g-type (●) og chicken c-type (●) lysozymaktivitet som funksjon av temperatur (a) og gjenstående aktivitet etter oppvarming (b). Kilde: Poster Nofima

8.2 Hva er dagens erfaring med bruk av metoden

Erfaringene ved å benytte tilsetningsstoffer i krabbeprodukter, og spesielt enzymer, er begrenset i Norge.

8.3 Forutsetninger ved bruk av metoden

Før noen tilsetningsstoffer benyttes, burde dette vurderes sammen med kundene (detaljistene), siden de ofte sitter med bred kunnskap om hvilke tilsetningsstoffer som aksepteres. En må videre sikre at mattilsynet aksepterer at stoffet benyttes.

8.4 Leverandørindustrien

Hvem leverandørindustrien omfatter, er avhengig av hvilke tilsetningsstoffer en ønsker å benytte. Det finnes en rekke leverandører av tilsetningsstoffer i Norge. Når det kommer til enzymer som tilsetningsstoffer, er det færre leverandører i Norge. Asiatene er forholdsvis store på enzymer. I Europa er det noen store leverandører av enzymer. Disse er blant annet:

- Novazym (leverer ikke lysozym)
- Christian Hansen (leverer lysozym, men er rettet mot osteproduksjon)
- Danisco (leverer lysozym og nisin)
- DSM

8.5 Forskningsmessig dokumentasjon

Det er ikke kjent at det finnes noe forskningsmessig dokumentasjon som tar for seg det brede spekteret av tilsetningsstoffer og enzymer som metode for å forlenge holdbarheten i ferske krabbeprodukter. Det er dog gjort en del arbeid på forskjellige tilsetningsstoffer og enzymer i andre sammenhenger. Siden en må forvente at hvordan et tilsetningsstoff påvirker et produkt er så avhengig av hvordan produktet er, kan en ikke direkte overføre resultatene fra forsøk på andre produkter.

Det foregår for tiden uttesting av lysozym fra laks ved Nofima. Foreløpig er uttestingen i en så tidlig fase at en ikke kan trekke noen konklusjoner til dens evne som konserveringsmiddel på taskekrabbe.

8.6 Kunnskapsbærerne

Kunnskapsbærerne på tilsetningsstoffer er i hovedsak forskningsmiljøene og leverandørene av tilsetningsstoffer. Ofte har leverandørene egne forskningsavdelinger. Når det gjelder enzymer som tilsetningsstoff er det i hovedsak kun Nofima som sitter med kunnskaper på området.

8.7 Investeringskostnadene

Ved bruk av enzymer og andre tilsetningsstoffer antar vi at det ikke vil være behov for investeringer av betydning. Investeringene som må utføres vil eventuelt være å sørge for dokumentasjon av effektene av stoffet i kombinasjon med krabbeprodukter.

8.8 Driftskostnadene og holdbarhet

Driftskostnadene er avhengige av hvor mye av tilsetningsstoffet en trenger å tilsette, samt hvor mye arbeidskraft som må til for å tilsette tilsetningsstoffet. Kvantum av tilsetningsstoffet en trenger ved hver enhet er vanskelig å anslå, siden dette er et forholdsvis ukjent område når det kommer til taskekrabbe.

I forsøk gjort med lysozymer for å se holdbarhetsøkningen ved å benytte enzymet på den ytre overflaten av kyllingfileter, ble det benyttet en 1 ml med løsning bestående av 1 mg/ml lysozym. I dette tilfellet ble det derfor benyttet 1 mg lysozym per kyllingfilet. Prisen for lysozym varierer, men er rundt 100 NOK/g avhengig av mengde en kjøper i slengen og renheten av produktet. Basert på antagelsen om at en trenger 1 mg lysozym per enhet, og vi antar at en enhet er ca 200 g, vil kostnaden lysozym per enhet være på mellom 50 øre/kg. I forsøket gjort med kyllingfilet konkluderes det med at hylletiden ble doblet.

Nisin koster rundt USD \$ 100 per kg. En tilsetter normalt 0,05 g – 0,1 g per kg, avhengig av hvordan produktet er. Basert på en dollarkurs på 6 NOK/USD vil enhetskostnaden for produsert råvare være rundt 3-6 øre/kg.

For tilsetningsstoffer er det prisen for stoffet og konsentrasjonen som benyttes som utgjør kostnaden. I hovedsak er tilsetningsstoffer en billig måte å forlenge holdbarheten på produktene. Siden en ikke har investeringer, har en lav investeringsrisiko ved slike metoder.

8.9 Merverdi

Merverdien en kan oppnå er en avveining av verdien av den forlengede holdbarheten og den negative verdien av å ikke kunne skrive ”no additives” på pakken. Etter samtaler med innkjøpsansvarlige i Norge og Sverige, er tilsetningsstoffer noe en i utgangspunktet er skeptiske til. Hovedregelen er at en ønsker minst tilsetningsstoffer, men kan vurdere produkter med allment aksepterte tilsetningsstoffer hvis det kan gi en god holdbarhet. Verdiøkningen en kan få ved å benytte tilsetningsstoffer er vanskelig å forutsi. Vi forholder oss til at den er liten.

9. Sammenligning

Optimalt ønsker en å sammenligne metodene etter hvilke som gir best inntjening på sikt. Dette er utfordrende når produktene en får ved benyttelse av de forskjellige metodene er svært ulike, og det er vanskelig å sette en konkret og sikker verdi på merverdien. Av den grunn lages det er her sammenligninger på forskjellige grunnlag, som igjen vil danne et klarere bilde av hvilke metoder som kan være mest spennende å studere videre. Også kvantumet en tar sikte på å produsere er av stor betydning for hva en prioriterer.

9.1 Økonomisk sammenligning

Det er vanskelig å fastslå hvilken merverdi hver av metodene vil gi produktet. Av den grunn sammenlignes metodene i første omgang med hvor stor merverdi en må ha for å nå break even ved et bestemt produksjonskvantum. I eksempelet benytter vi 200 tonn og 400 tonn som produksjonskvantum. Vi antar videre at, for å pasteurisere ved varme eller trykk, må en vakuumpakke produktet. Investeringskostnadene for en eventuell vakuumpakkemaskin er ikke inkludert i beregningene. Avskrivningen for maskinene er beregnet til å være lineær over 10 år. Det vil si i dette tilfellet at 200 eller 400 tonn per år skal dekke 1/10 av investeringsutgiften.

Sammenligningen i Tabell 8 baserer seg på enhetskostnadene per kg for produksjon ved hjelp av de forskjellige teknologiene. Disse kostnadene må sammenlignes med en referansekostnad. Referanseverdien baserer seg på et tilsvarende produkt som er pakket. Hvis en pakker i bulk vil en ha kostnader på rundt 1,25 kr/kg. Pakker en i vakuum vil en ha en pakkekostnad rundt 8 kr/kg med en manuell maskin. Vi setter derfor denne referansekostnaden til 3 kr/kg.

På basis av dette er det beregnet hvilken verdiøkning en må ha på produktet for å nå break-even på investeringen ved forskjellig produksjonskvantum, sammenlignet med et vakuumpakket produkt. Antatt verdiøkning er en potensiell verdiøkning basert på antagelser og samtaler med grossister. For pasteurisering og HPP antas det at verdiøkningen tilsvarer forskjellen i pris mellom pasteurisert og fersk krabbe i Sverige.

Tabell 8 Sammenligning av behovet for merverdi per enhet for å nå break-even ved de forskjellige produksjonsmetodene.

	Investering	Enhetskostnader u/ avskrivning (kr/kg)	Referanse-kostnad (kr/kg)	Verdiøknings-behov (kr/kg)		Antatt verdiøkning
				200 000 tonn	400 000 tonn	
Skålforselger	200 000	7,86	3,00	4,96	4,91	1,00
Dyptrekker	650 000	3,20	3,00	0,52	0,36	1,00
Vakuumsammer	115 000	10,85	3,00	7,91	7,88	1,00
HPP - 350 L	12 000 000	8,05	3,00	11,05	8,05	8,00
Pasteurisering	3 200 000	8,06	3,00	6,66	5,86	8,00
Tilsetningsstoffer	0	8,35	3,00	5,35	5,35	1,00

I Tabell 8 er det tatt med en antatt verdiøkning, for videre beregninger. Denne er satt til 8 kr/kg for produkter som kan øke holdbarheten til 6 uker og 1 kr/kg for produkter med doblett holdbarhet.

En må bite seg merke i at de forskjellige metodene over gir vidt forskjellige produkter. I tillegg er det forskjeller i holdbarheten på produktene nevnt i tabellen. I hovedsak gi de fleste metodene en dobling i holdbarhet, mens pasteurisering ved høytrykk og varme kan gi langt lengre holdbarhet.

Basert på Tabell 8 vil pakking av MAP ved hjelp av en effektiv dyptrekker gi minst behov for merverdi for å nå break even. Dette vil si at hvis en klarer å oppnå en ekstra verdi i markedet vil en ha størst mulighet til å få fortjeneste fra investeringen. Utfordringen her er at det kreves et stort produksjonskvantum for å nå kalkylemålene.

9.2 Risikovurdering

Vi gjør et forsøk på en kvalitativ vurdering av risikoen forbundet med de forskjellige metodene, basert på antagelser knyttet til den risiko bedriften utsetter seg for. Vi deler risikobildet inn i tre grupper:

- **Investeringsrisiko:** Hvor stor risiko påfører investeringen bedriften? Her er antagelsen at en stor investering påfører stor risiko for bedriften, mens en liten investering påfører bedriften lite risiko. Videre fører flere utstysleverandører til at det er mindre risiko forbundet med investeringen.
- **Kalkylerisiko:** Sannsynligheten for at kalkylen som nevnt tidligere ikke holder mål. Dette baserer seg på at det er noen av metodene som er lite utforsket av forskningsmiljøene og lite kjent for bedriftene. Hvis kunnskapsbærerene kun er selgerne av teknologien er risikoen for at kalkylene ikke holder mål større.
- **Markedsrisiko.** Hva er sannsynligheten for å nå den ønskede merverdi for produktet. Produkter som er tilsynelatende ukjente i markedet og kan gi uforutsette reaksjoner blant konsumentene, har større markedsrisiko. Hvis produktet ikke blir akseptert som forventet vil det oppstå et behov for å kommunisere produktets egenskaper, noe som kan bli kostbart.

Vi tar for oss hver av metodene og studerer risikobildet:

Pasteurisering:

Investeringsrisiko

Investeringsutgiften forbundet med pasteurisering er relativt stor. Det er den nest største investeringen basert på de maskinene som er sammenlignet i Tabell 8. Det er dog mulig å finne langt billigere løsninger for dette. Leverandørindustrien for pasteuriseringsindustrien er stor, slik at sannsynligheten for å få kjøpt gode maskiner til rett pris er større. Dette reduserer risikoen. Investeringsrisikoen anses uansett å være høy.

Kalkylerisiko

Det er lav kalkylerisiko. Teknologien er relativt kjent, og leverandørene kan kalkulere ut forholdsvis nøyaktige beregninger av de faktiske kostnadene hvis en vet nøyaktig hvilket produkt som skal produseres

Markedsrisiko

Sannsynligheten for å oppnå den forespeilte merverdien er god og produktet er kjent i noen markeder. I Sverige er det allerede et etablert marked for hel, kokt, pasteurisert krabbe. Sannsynligheten for å oppnå den stipulerte merverdien er derfor stor og risikoen på dette feltet kan derav anses som liten.

Høytrykkspasteurisering

Investeringsrisiko

Teknologien er desidert den dyreste av alle teknologiene nevnt i denne sammenheng. I tillegg er leverandørindustrien dominert av 2 store leverandører. Dette reduserer valgmulighetene og øker risikoen knyttet til investeringen. Som effekt av at dette er en ukjent teknologi, er det sekundære markedet for maskiner lite utviklet. Av den grunn kan det være vanskelig å få solgt maskinene til god pris hvis en ønsker. En har derfor begrensede muligheter for god exit-strategi. Denne teknologien har den største investeringsrisikoen

Kalkylerisiko

Metoden er helt ukjent på taskekrabbe. Det er videre få produsenter i verden som kan si noe sikkert om hvordan kalkylen vil se ut for produkter av taskekrabbe. På den andre siden er pasteuriseringsprosessen knyttet til teknologien forholdsvis standardisert og skiller seg lite ut fra produkt til produkt. Kalkylerisikoen antas uansett å være høy, siden det kan være mange uforutsette kostnadsbærere.

Hvis en benytter maskinen til å skille kjøttet fra skallet, kan en anta at risikoen for dette er større isolert sett.

Markedsrisiko

Hvis en kun pasteuriserer produktet, kan en anta at produktet kan sammenlignes med varmepasteuriserte produkter. Uansett vil produktet en får ved å pasteurisere ved hjelp av denne teknologien være ulik varmepasteuriserte produkter. Det er svært uvisst hvordan markedet egentlig vil reagere på produktet. Markedsrisikoen antas derfor å være stor

MAP:

Investeringsrisiko

Teknologien er velkjent og det finnes mange leverandører av maskiner. Investeringsutgiftene er lave i forhold til produksjonskvantum. Risikoen en utsetter seg for ved å investere i maskiner for pakking i MAP er lav.

Kalkylerisiko

Metoden er velkjent og generisk for mange produkter. Sannsynligheten for at kalkylen holder mål er stor. Av den grunn er risikoen knyttet til dette liten

Markedsrisiko

Det finnes mange MAP produkter på markedet. I tillegg finnes det i dag produkter av taskekrabbe pakket i MAP i markedet. En kan derfor anta at denne risikoen er lav. Utfordringen for MAP produkter er gjerne at distributørene sitter igjen med denne verdiøkningen, en verdi som kan være vanskelig å se noe til innad i videreforedlingsbedriften.

Tilsetningsstoffer og enzymer:

Investeringsrisiko

Det er tilnærmet ingen investeringskostnader med metoden. Av den grunn er det ingen investeringsrisiko knyttet til metoden.

Kalkylerisiko

Hvordan kostnadene knyttet til fremstilling av produktet vil være er vanskelig å fastsette uten at en vet hvilke tilsetningsstoffer en skal benytte og hvilke konsentrasjoner en trenger for å oppnå ønsket effekt. I de fleste tilfeller er kostnadene for de konsentrasjoner en trenger forholdsvis lav. Kombinert med at det ikke finnes en investering i forkant som må forsvares, kan kalkylerisikoen antas å være svært lav, siden en kan stoppe opp produksjonene når en ønsker, og i enkleste fall kun tape verdien av de tilsetningsstoffene som er kjøpt. En har dermed en god exit-strategi for investeringen, siden investeringsutgiftene er tilnærmet fraværende. Scenarioet kan se annerledes ut hvis det investeres mye i produktutvikling basert på tilsetningsstoffer.

Markedsrisiko

Produkter som har fått sin holdbarhet forlengnet ved hjelp av tilsetningsstoffer vil kunne ha en verdiøkning i form av den økte hylletiden. På den andre siden kan produktet få en effekt som reduserer verdien av produktet siden tilsetningsstoffer har en negativ klang blant konsumenter. Hvordan dette vil slå ut, og om verdien av økt holdbarhet vil bli overskygget av den negative verdien av å benytte tilsetningsstoffer er vanskelig å si sikkert. Risikoen

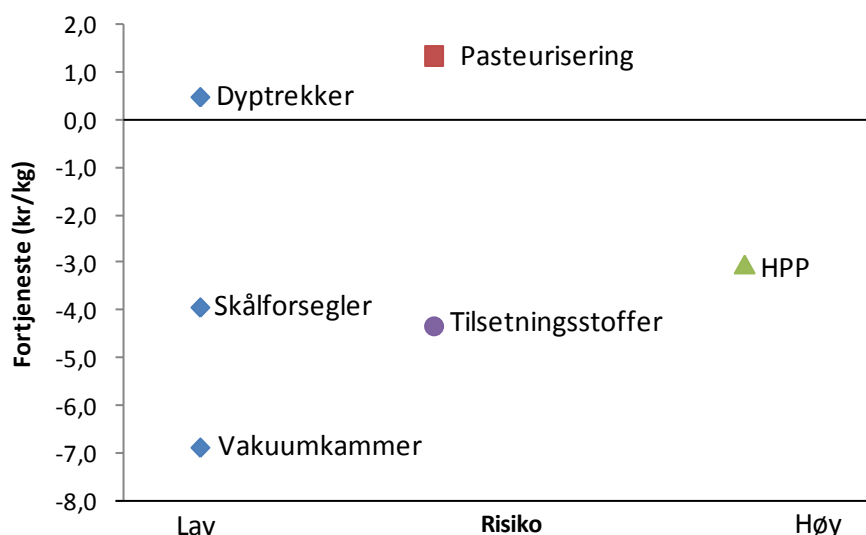
forbundet med sannsynligheten for at en oppnår den antatte verdiøkningen på produktet er høy.

Oppsummert får vi følgende matrise:

Tabell 9 Matrise over antatt risiko ved forskjellige metoder for å forlenge holdbarhet av ferske krabbeprodukter.

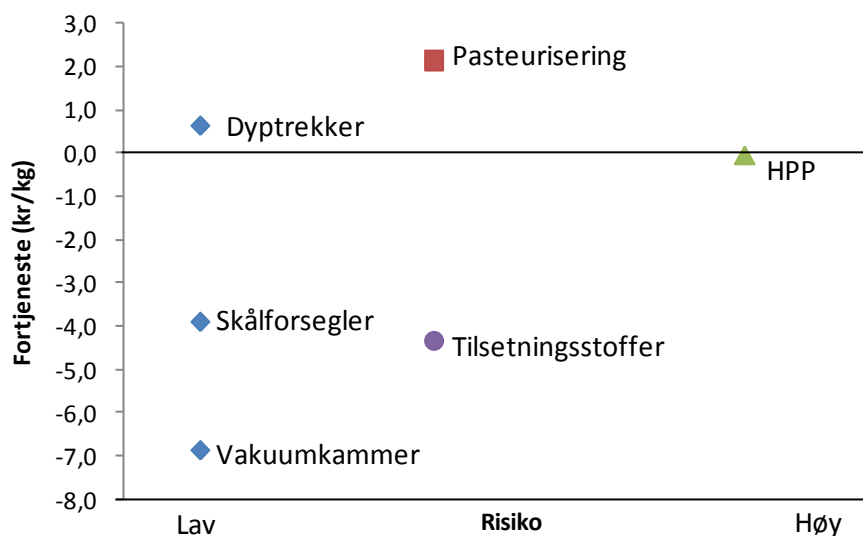
	Investeringsrisiko	Kalkylerisiko	Added value risiko	Total risiko
MAP	lav	lav	lav	lav
HPP	høy	høy	høy	høy
Tilsetningsstoffer	ingen	lav	høy	Middels
Pasteurisering	Høy	lav	lav	Middels

Hvis en sammenligner risikovurderingene mot fortjenesten basert på økte kostnader og økt verdi får en følgende vurdering ved en produksjon på 200 tonn.



Figur 15 Fortjeneste i forhold til risiko per enhet produsert ved et årlig kvantum på 200 tonn

Hvis en dobler produksjonen til 400 tonn vil en få en endring hvor de teknologiene som er effektive, men som har høye investeringskostnader forbedrer seg. En kan se dette illustrert i Figur 16.



Figur 16 Fortjeneste i forhold til risiko per enhet produsert ved et årlig kvantum på 400 tonn.

I Figur 15 og Figur 16 vil de kombinasjonene av fortjeneste og risiko som er lengst mot venstre og høyest på y-aksen være de som burde foretrekkes. I dette tilfellet vil MAP eller pasteurisering være de beste metodene å satse videre på.

En kan dog sette i gang tiltak for å redusere noen av risikomomentene, for eksempel ved å utføre forskning på HPP, som kan gjøre produsentene mer sikre på de forskjellige områdene før en gjør en investering. I eksempelet med HPP kan en redusere risikoen ved å gjøre markedsundersøkelser, utteste driftskostnadene ved forskjellige produktløsninger og avvente til leverandørindustrien er mer moden, og dermed kan tilby bedre maskiner til bedre pris.

10. Levende krabbe

Norsk krabbe går tradisjonelt til markedet enten som kokt fersk eller frossen. Bare en liten del selges levende.

På kontinentet derimot utgjør fangst, lagring, transport og omsetning av levende krabbe en betydelig del av markedet.

I lys av krevende markedsbetingelser for tradisjonelle norske krabbeprodukter, og det faktum at vi fortsatt har uutnyttede ressurser for taskekrabbe, vil det være interessant å se på om også norsk krabbe i større grad kan tilbys markedet levende, og i hvilken utstrekning dette kan bidra til økt verdiskapning for krabbenæringen.

Dette kapitlet vil, med utgangspunkt i en vurdering av markedsforholdene, drøfte om det kan være lønnsomt for norsk krabbenæring å satse på salg av levende krabbe, og i så fall hvilke tekniske og logistikkmessige løsninger som vil være de mest hensiktsmessige.

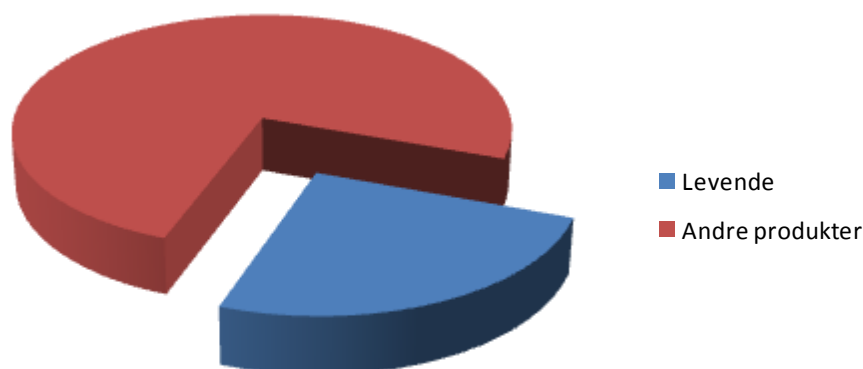
Rapporten er en oppfølging av prosjektrapporten ”Analyse av den Europeiske krabbenæringen” utarbeidet for Krabbeutvalget, der en av anbefalingene var å tilrettelegge for transport av levende krabbe til markedene.

Rapporten har ikke sett på transport og salg av levende kongekrabbe.

10.1 Markedet for levende krabbe

Europa:

Markedet for levende taskekrabbe er i dag dominert av leverandører i Frankrike og på de britiske øyer. Her er flåte og mottaksstruktur og logistikk organisert med tanke på fangst, lagring, transport og salg av levende krabbe.



Figur 17 Estimert fordelt andel mellom markedet for levende og andre produkter av taskekrabbe i Europa.

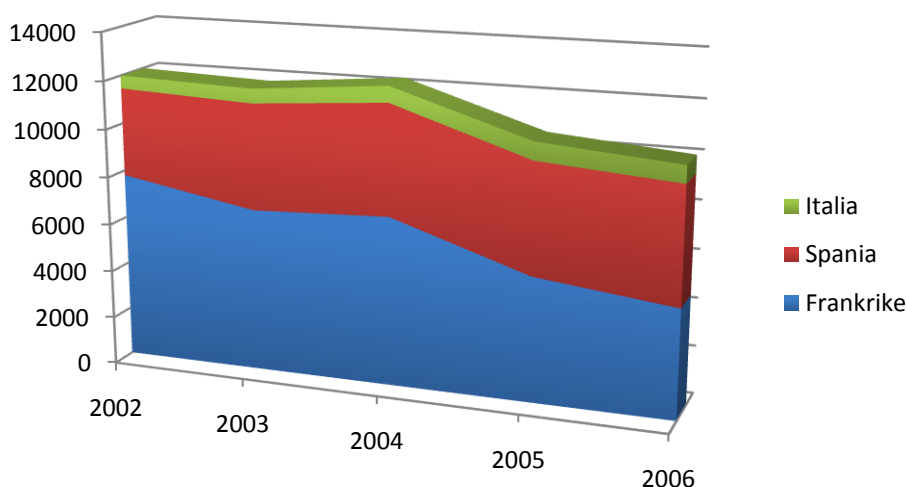
Kilde: Crustasea

Norge har i liten grad tradisjon for lagring, salg og transport av levende krabbe, i enda mindre grad for eksport.

Ytterpunktene for produsentlandene ser ut til være Irland, der nesten 80% av taskekrabben selges levende og Norge der knapt noen få prosent går til levende salg.

Det europeiske markedet for levende krabbe domineres av Frankrike og Spania og med noe innslag fra Portugal og Italia.

Det har ikke lyktes oss å finne statistikk for andelen levende krabbe i det portugisiske markedet, men totalmarkedet er estimert til ca 4000 tonn hvorav en betydelig andel kan antas å være salg av levende.



Figur 18 Det europeiske markedet, levende krabbe, Utvikling 2002-2006. Kilde: Crustasea

Det finnes ikke tilgjengelig statistikk for senere år, men på bakgrunn av informasjon fra markedet er det lite som tyder på at dette bildet har endret seg i særlig grad. Totalfangsten var noe opp i 2007, men ned igjen i 2008 til et nivå lavere enn 2006.

Trenden er altså en nedgang i totalmarkedet forårsaket av nedgang i Frankrike, mens Spania og Italia viser noe vekst.

Prisene har i år vært under sterkt press, og midt i november 09 ble det meldt om priser under tre euro for levende irsk krabbe levert Frankrike og Spania.

Hovedtrenden er altså et fallende marked, i kombinasjon med fallende priser, noe som er en sterk indikasjon på svekket etterspørsel. I normale markedssvingninger i stabile markeder vil en se stigende priser ved fallende volum, og vice versa.

Andre markeder:

Det finnes pr i dag ingen markeder av betydning utenfor Europa for levende taskekrabbe. Store krabbemarkeder som kan være interessante å undersøke kan være Sør-Korea og Kina. Når det gjelder sistnevnte aksepterer ikke Kina pr i dag import av levende sjømat fra Norge.

Det eksporteres allerede noe til Sør-Korea, og dette kan være et marked med betydelig potensiale. Det er også hyppige og effektive flyforbindelser fra Norge til Korea med flere direkteflygninger mellom Oslo og Seoul hver uke.

En kritisk faktor vil være om betalingsviljen i disse markedene er tilstrekkelig til å forsvare den høye fraktkostnaden som flyfrakt innebærer.

USA er et annet stort krabbemarked med stor produktbredde fra mange krabbearter. Det har imidlertid ikke vist seg mulig å etablere noe marked for taskekrabbe i USA, og det er ingenting som tyder på at levende krabbe vil være lettere å introdusere. Også her vil høye fraktkostninger i så fall spille inn.

Etterspørsel etter levende krabbe fra Norge

Det leveres bare mindre kvantum levende krabbe fra norske produsenter, og da hovedsaklig til hjemmemarkedet og Sverige. Begrensede kvanta har gått til kontinentet, og da gjerne i kombinasjon med andre skaldyrprodukter som kreps og kongekrabbe.

Merverdi ved salg av levende krabbe

Intuitivt skulle en anta at salg av levende krabbe innebærer en merverdi sammenlignet med alternativ anvendelse. Dette er det vanskelig å dokumentere. Det finnes lite eller ingen statistikk som skiller mellom levende og annen fersk krabbe og krabbeprodukter, slik at

prisdifferensiering og forholdet mellom pris, produkttype og vekt vanskelig lar seg identifisere.

Å fastslå potensiell merverdi blir følgelig preget av synsing og må baseres på ganske tynt empirisk materiale.

Det som kommer fram i analysen gjort for Krabbeutvalget er at britiske fiskere får en noe høyere førstehandsverdi sammenlignet med norske fiskere. Denne differansen antas å reflektere en større andel til levende anvendelse, samt at fiskeren gjennom førstehandsprisen nyter godt av nærhet til markedet på grunn av lavere transportkostnader.

Markeds- og verdipotensial for norsk levende krabbe

Potensialet kan skilles i to ulike parametre, markeds- og verdipotensial. Førstnevnte reflekterer volumpotensialet som kan realiseres ved å tilby levende krabbe som nytt produkt fra Norge. Med verdipotensiale mener vi den eventuelt økte verdien vi kan oppnå ved å allokere en del av eksisterende fangstvolum over til levende anvendelse.

Slik markedssituasjonen nå beskrives, er det intet grunnlag for å hevde at det for tiden foreligger noe betydelig potensiale, verken volum eller verdimessig, for eksport av levende norsk krabbe, kanskje med unntak av til Sverige. Den generelle trenden ser ut til å gjelde for krabbe som for andre kjøtt og fiskeprodukter med overgang fra råvarer til bearbejdede og ferdige konsumprodukter.

Høstens priser på kontinentet under tre euro for levende taskekrabbe, er for lave til å kunne oppnå tilfredsstillende lønnsomhet for norske eksportører. Dette prisnivået kan ha med den generelle nedgangen i høyprissegmentene forårsaket av finanskrisen å gjøre, og kan etter hvert komme tilbake på et nivå som gir lønnsomhet. Det vil uansett alltid være mindre segmenter og nisjer som kan bearbejdes og således være interessante for enkeltbedrifter.

Generelt vil norske produsenter alltid ha en konkurranseulempet forårsaket av høyere transportkostnader sammenlignet med produsenter nærmere markedet (De britiske øyer og Frankrike), og da større for levende krabbe enn for andre mer volumeffektive produkter.

10.2 Teknologi

Fangstmetode, lagring om bord.

Krabbefangst i Norge skjer ved bruk av kombifartøyer. Disse fartøyene har ikke fasiliteter for lagring over tid, og er lite egnet for en større satsing på leveranse til levende anvendelse i markedet. Skal det skje må fartøyene utstyres med tanker, noe som er kostbart og ikke nødvendigvis hensiktsmessig med tanke på annen drift ved siden av krabbefisket.

Et alternativ kan være overgang til spesialfartøyer, ”supercrabbere”, slik mange har gjort på de britiske øyene. Dette er imidlertid kostbare fartøyer med begrenset anvendelse utover fangst og føring av levende skalldyr.



Figur 19 Irsk "Supercrabber", Heather Jane II. Kilde: McBride Fishing Co Ltd.

Tekniske løsninger, tank eller kasser.

Levende lagring og transport skjer i Norge i kasser, om bord i fartøyene til en viss grad i gjennomstrømningskasser. Dette fungerer tilfredsstillende for leveranse til tradisjonell anvendelse, men gir en mindre andel egnet for videre levende salg.

Skal andelen krabbe til levende anvendelse økes vesentlig, må verdikjeden gjøres tankbasert, minimum fra første landingspunkt. Tankbasert transport og lagring krever ytterligere håndtering av krabben, såkalt "nicking" der klo-senen kuttet.

Alternativ teknologi.

Forsøk har vært gjort på alternative metoder for transport av levende krabbe. Et system som er testet er bruk av kjøling med tåke med det formål å oppnå fordelene både fra tanktransport (lavere dødelighet og høyere kvalitet) og kassetransport (lav vekt, billigere frakt). Forsøkene har ikke gitt de ønskede resultatene. (Hosie 1993, ref Møreforsking)

10.3 Transport og logistikk

Innhenting fra fangsledet

Der krabbe leveres direkte til mottaksanlegg uten mellomtransport ligger andelen egnet til levende salg i området 10-30 %, varierende over sesongen.

Transport til markedet

Levendelagring og transport skjer i Norge hovedsaklig i kasser. Innenfor relativt korte lagrings- og transporttider fungerer dette greit og med akseptabel dødelighet. Ved å pakke krabber tett med kjøling og fuktigbevarende dekke går krabbene i søvn og kan holdes levende i mange døgn.

Forskjellen i dødelighet mellom transport i kasser og tank er marginal, (hhv drøyt 4 % for kasetransport og 3 % for tanktransport i Frankrike, noe høyere i andre markeder). For korte transporter uten behov for mellomagring er det således lite å hente på overgang fra kasser til tank.

Det finnes ferdige løsninger for transport av levende skalldyr i tankbiler, viviere-trucks eller spesialkonstruerte containere, men dette er kostbare løsninger som er lite vekt- og volumeffektive. Anslagsvis kan et vogntog utrustet for transport av levende skalldyr frakte omtrent det halve av produktvekten sammenlignet med kasetransport.

Dette er neppe lønnsomt for norske leverandører pga av konkurransen fra produsenter som ligger langt nærmere markedet, og av den grunn vil ha omtrent halve transportkostnaden sammenlignet med tilsvarende transport fra Norge.



Figur 20 Innredning i viviere-truck. Kilde: Møreforskning, 2003

Behov for infrastruktur

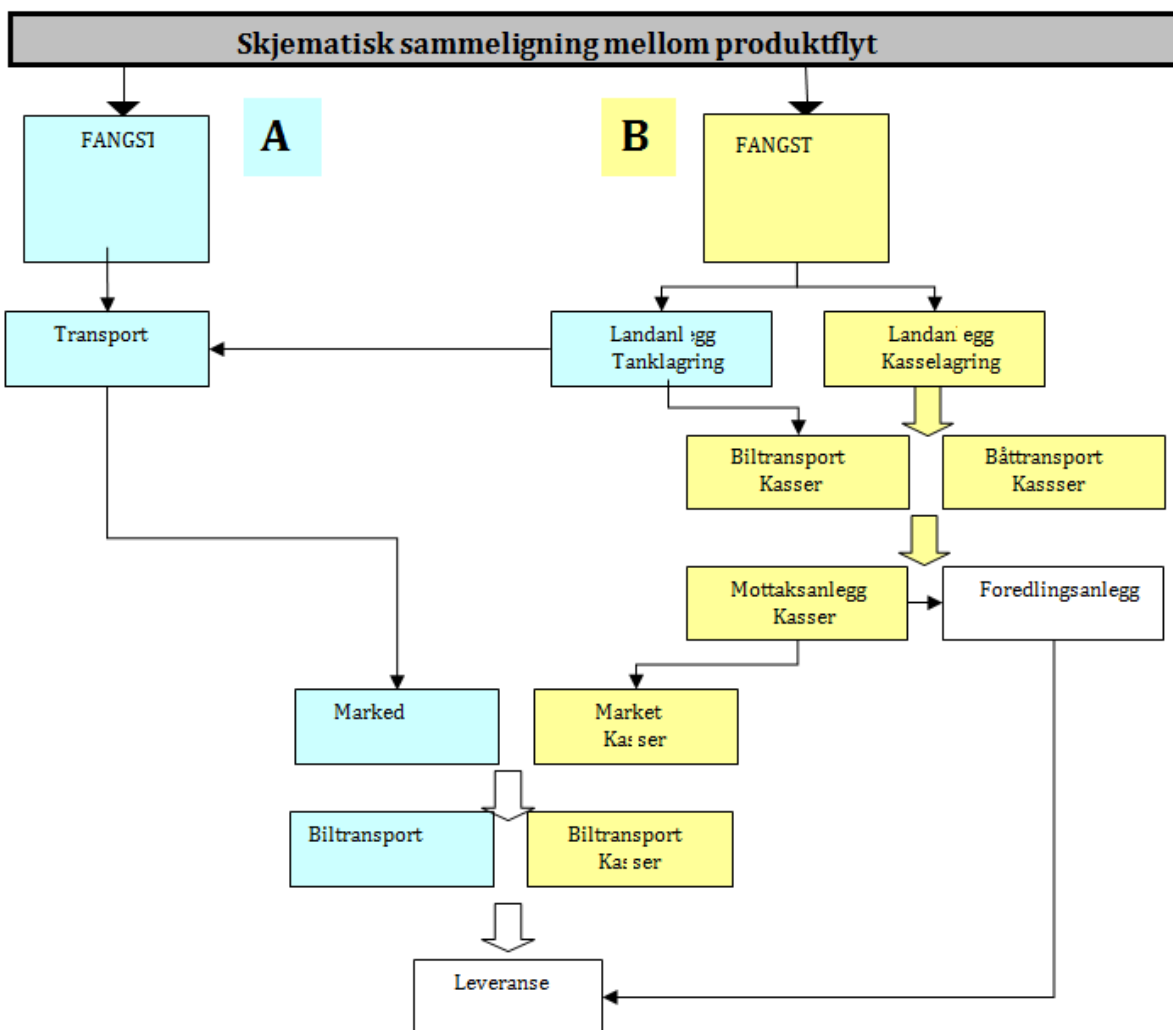
En større satsing på salg av levende taskekreabbe til kontinentet vil kreve en oppbygging av tankbasert infrastruktur og transportkapasitet. Utfordringen vil være å utnytte kapasiteten begge veier. Dette kan eventuelt gjøres ved å utvikle nye tankssystemer som kan demonteres og stables etter at krabbene er levert og som frigjør det meste av plassen til mulig returfrakt.



SE 40 kasser som kan brukes gjennomstrømmende, og deretter stables om til ca 4:1 volum. Kilde Møreforsking, Dyb & Woll (2005)

Nye logistikk løsninger

Et løsning kan være å gjøre innhenting med brønnbåt og kjøre ruter med møtepunkter for fiskerne og deretter lagre og fore opp levende krabber i landbasseng før videre transport til markedene, enten i tank eller kasser. En slik løsning vil også gjøre det mulig å kompensere for sesongvariasjoner og tilby levende krabber av høy kvalitet (høyt matinnhold) store deler av året. Etablering av en slik løsning vil imidlertid kreve store investeringer i fartøy og anlegg på landsiden med tilhørende teknisk utrustning.



Figur 21 Blå grafikk viser "viver"-logistikk, typisk Irland. Gul grafikk viser norsk løsning. Kilde: Referat møte aq-reg

11. Konklusjon

Følgende anbefalninger gis for de forskjellige løsningene:

Modifiser atmosfærepakking

Metoden er godt egnet til produkter for kjøledisk, hvor en ønsker lengre holdbarhet. En effektiv maskin kan pakke produkter i MAP relativt billig. Sammenlignet med mange av de eksisterende pakkeløsningene er det ikke betydelig dyrere å produsere MAP. Hvis en sammenligner metoden med bulkleveranse (pakket i esker) vil metoden framstå som forholdsvis dyr.

Konsumentene er uvant med krabbeprodukter i MAP, men er generelt vante til metoden for andre produkter. Av den grunn vil ikke nødvendigvis krabbeprodukter pakket i MAP være avskrekkende for konsumenter.

Løsningen ses som mest hensiktsmessig hvis en ønsker å utvikle andre produkter enn hel krabbe til salg i ubemannet kjøledisk.

Pasteurisering

Pasteurisering er en relativt billig måte for å øke holdbarheten betydelig. I rapporten er det tatt hensyn til relativt høye investeringskostnader for å få på plass en autoklave. Pasteuriseringen kan foregå på enklere måter. For eksempel i et vannbad. Slike produkter blir i enkelte markeder bedre betalt enn sammenlignbare ferske produkter. Markedet er dominert av Irske produsenter, så det kan være krevende å kapre markedsandeler.

Tilsetningsstoffer

De tilsetningsstoffene som det er henvisning til i rapporten er forholdsvis utforsket på krabbe. Det er derfor vanskelig å si noe konkret om potensialet for disse. Før en kan si om dette er noe det burde satses på, burde en undersøke markedene bedre, samt kartlegge hvilke tilsetningsstoffer som kan være aktuelle.

Høytrykksteknologi

Metoden er svært lite kjent i Norge og Europa. Det finnes ikke et effektivt sekundærmarked for maskinene og investeringsutgiftene er svært høye. Det er i tillegg usikkerheter knyttet til hvilket mulighetsområde en har med tanke på produktutvikling med maskinen. Det anbefales ikke å investere i teknologien før en har et konkret produkt en ønsker å utteste, som en trenger teknologien til.

Oppsummert er det ingen teknologier som løser utfordringen med dårlig holdbarhet på krabbeprodukter uten at det er noen haker ved teknologien. Det ses som viktigere å utvikle gode produkter egnet for fremtidens marked, enn å tilpasse seg nye teknologier uten å ha et spesifikt produkt klart. Det anbefales derfor at en tenker produkt framfor teknologi. Utvikle et produkt og vurder det opp mot markedet. Deretter kan en vurdere hvilken teknologi som er mest anvendelig til produktet.

Levende krabbe

Teknologien for lagring og transport av levende krabbe er velkjent med tanke på tekniske løsninger, utfordringer, begrensninger og muligheter.

De markedsmessige betingelsene er noe mer usikre, og kan naturligvis endres over tid både ved målrettet markedsinnsats og påvirkning fra generelle trender.

Slik markedsbildet er i dag er det imidlertid lite som tyder på at krabbe i levende form er et voksende markedssegment, snarere tvert i mot. Før en eventuelt velger å satse stort i denne retningen bør det gjennomføres en grundig markedsanalyse.

Med tanke på de store investeringene en større satsing på levende krabbe ville innebære, er det vanskelig å se at en slik strategi vil medføre økt verdiskapningen for den norske krabbenæringen generelt.

Basert på overnevnte er vår anbefaling å arbeide innenfor den eksisterende fangst og mottakslogistikk og trimme denne med tanke på å optimalisere andelen egnet for videresalg til levende anvendelse. Først når dette potensialet er uttømt med synlig merverdi bør en vurdere om ytterligere investering kan forsvares for å øke andelen egnet til levende salg.

12. Kilder

Litteratur:

Mikrobiological safety and quality food, Volume 2. - Barbara M. Lund, Tony C. Baird-Parker, Grahame Warwick Gould.

Nonthermal Preservation of Foods - Gustavo V. Barbosa-Cánovas

The Strategy and Tactics of Pricing –Thomas T. Nagle, John E. Hogan

“*Super-MAP*” – kvalitetsbevarende og transporteffektiv emballering – Anlaug Ådland Hansen

Quality Changes during Refrigerated Storage of MA-Packaged Pre-rigor Fillets of Farmed Atlantic Cod Using Traditional MAP, CO₂ Emitter, and Vakuum – A.Å. Hansen, T.Mørkøre, K. Rudi, E. Olsen og T. Eie

Principles of thermal processing – USDA Food Safety and Inspection Service

Temahefte AGA: Fisk i modifisert atmosfære – Kristian Prytz og Nils Kristian Sørensen

A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products – significance of microbial growth, activities and safety – Morten Sivertsvik, Willy K. Jeksrud og J. Thomas Rosnes

Thermal Processing Quality and Safety Considerations for the Blue Crab Industry – Keith Gates, Amanda Parker, Diana Bauer, Yao-wen Huang og Thomas Rippen

Potential Food Safety Hazard – Seafood Network Information Center

Microbiological Characteristics of Dungeness Crab (Cancer Magister) – J.S. Lee og D.K. Pfeifer

Bacteriological and Shelf-Life Characteristics of Canned, Pasteurized Crab Cake Mix – Paisan Loaharanu og Anthony Lopez

Effects of treatment with lysozyme and its polymers on the microflora and sensory properties of chilled chicken breast muscles – Renata Cegielska-Radziejewska, Grzegorz Lesnierowski, Jacek Kijowski, Tomasz Szablewski og Jan Zabielski

High Hydrostatic Pressure Processing of Seafood – Errol V. Raghubeer, Avure Technologies

Taskekrabben (Cancer Pagurus) – Biologi, Næring og forvaltning – Astrid Woll og Gro I. van der Meeren, Møreforskning

Vurdering av muligheter, utfordringer og begrensninger for utvikling av et havfiske etter taskekrabbe i Norge – Astrid K. Woll, Jan Erik Dyb og Alf Albrigtsen

Analyse av den Europeiske krabbenæringen – INAQ Management 2009. Prosjektrapprt for Krabbeutvalget:

Solutions for live crab holding and storage - AquaReg project:

Live crustacean market study in three European countries - EU-rapport:

WEB:

Lindegass.com – MAP Technology

Forskning.no – Artikkel: Laks mot bakterier

Worthington-biochem.com – Produktinformasjon; Lyzosyme Product Information

Mattilsynet.no

Ohionline.osu.edu – High Pressure Processing, FSE – 1-04

Avure.com – Avure Technologies

Nchyperbaric.com – NCHyperbaric

Ekspertutvalget for fisk.

Presentasjoner:

Uttak av hel krabbemuskel ved bruk av høytrykksteknologi – Sten Siikavuopio og Even Tideman, Tromsø 26. mars 2009

High Pressure Processing: Focus on Seafood – NC Hyperbaric, Stavanger 17. sept. 2009