

RAPPORT MA 10/01

Astrid K. Woll, Wenche E. Larssen, Trygg Barnung,
Grete H. Aas

**KVALITET OG HOLDBARHET AV HEL
KOKT KRABBE VED ULIK
FORBEHANDLING**

© Forfatter/Møreforsking Marin

Forskriftene i åndsverkloven gjelder for materialet i denne publikasjonen. Materialet er publisert for at du skal kunne lese det på skjermen eller fremstille eksemplarer til privat bruk. Uten spesielle avtaler med forfatter/Møreforsking Marin er all annen eksemplarfremstilling og tilgjengeliggjøring bare tillatt så lenge det har hjemmel i lov eller avtale med Kopinor, interesseorgan for rettshavere til åndsverk.

Tittel	Kvalitet og holdbarhet på hel kokt krabbe med ulik forbehandling
Forfatter(e)	Astrid K. Woll, Wenche E. Larssen, Trygg Barnung, Grete H. Aas
Prosjektets tittel	Kvalitet og holdbarhet på hel kokt krabbe med ulik forbehandling
Oppdragsgiver	a) FHF v/Krabbeutvalget b)Innovasjon Norge, avd. Ålesund c) VRI, Møre og Romsdal d) Søviknes AS
Referanse oppdragsgiver	a)Kristin Lauritzen b) Rolf Skusest c) Øyvind Herse d) Robert Søviknes
Prosjektnummer Møreforskning	54559
Administrativt ansvarlig	Øyvind Herse
Prosjektleder	Astrid K. Woll
Rapport nr	MA 10/01
Ansvarlig utgiver	Møreforskning Marin
ISSN	0804-54380
Distribusjon	Åpen
Emneord	Taskekrabbe / stress / holdbarhet / kokt / lukt / bakterier
Godkjent av	Agnes C. Gundersen
Godkjent dato	15.02.2009
Sammendrag	Krepsdyr skal holdes levende fra fangstområde inntil prosessering. I det norske taskekrabbefisket kan dette ta fra noen timer til et par døgn. Levende lagring på kjølerom opptil 3 døgn (72 timer) og i is natten over (24 timer) var aktuelle problemstillinger for samarbeidende bedrift Søviknes AS. Krabber er underlagt Dyrevernsloven. I henhold til denne skal dyrene ikke behandles på en måte hvor man risikerer at de lider unødvendig. Undersøkelsen diskuterer hvorvidt de aktuelle lagringsformene er i konflikt med dyrevelferd. Videre om det påførte stress influerte på produktets kvalitet og holdbarhet etter koking. Sensorisk (luft) og mikrobiologisk holdbarhet ble undersøkt etter 5, 8, 12 og 20 dagers lagring på kjøll (4 °C). Forskjeller ble ikke funnet mellom de stressede gruppene, heller ikke i forhold til en revitalisert kontrollgruppe. Aerob bakterievekst (totaltall v/30 °C) oversteg ikke for noen av gruppene grensen for humant konsum satt i Mattilsynets mikrobiologiske retningslinjer. En sensorisk vurderingsskala fra 9 til 1 ble utviklet for lukt. Sammenheng mellom lukt av klokjøtt og lukt av innmat i skall var høy, men fra dag 12 var lukten signifikant dårligere av innmat enn i klokjøttet. Sensorisk ble både klokjøtt og innmat betegnet som ikke akseptabel til menneskelig bruk ved uttak etter 8 dager, dvs. forringelse startet en gang mellom 5 og 8 dager. Grensen for sensorisk holdbarhet ble nådd før grensen for mikrobiologisk holdbarhet og understreker viktigheten av sensoriske analyser i tillegg til bakteriologiske. Det ble ikke funnet sammenheng mellom råvarekvalitet og holdbarhet.

Forord

Rapporten beskriver hvilken betydning levende lagring av krabbe på kjølerom og i is har for vitalitet og dyrevelferd. Videre om lagringsformene har effekter på sensoriske og bakteriologiske holdbarhet på kokt produkt. Møreforskning har tidligere, og i det nylig avsluttede EU prosjektet Crustasea, undersøkt vitalitet og fysiologi hos krabbe som lagres tørt ved ulike temperaturer og tid. I Crustasea var også stress i forhold til kvalitet og holdbarhet av kokt vare et arbeidsfelt. Erfaringer og kunnskap ble knyttet opp mot samarbeidende bedrift i dette prosjektet, Søviknes AS, hvor en aktuell problemstilling var følgene av forhåndslagring av krabber på kjølerom og lagring hvor krabbene var overdekt med is.

Prosjektet er finansiert ved midler via Kompetansemeglerordningen Møre og Romsdal, Fiskeri- og havbruksnæringens Forskningsfond (FHF) ved Krabbeutvalget og Innovasjon Norge, avdeling Møre og Romsdal. Bedriften Søviknes AS har stått for egeninnsatsen i prosjektet.

Takk til alle som har bidratt til rapporten!

Ålesund, 12.02.2010

Møreforskning Marin

Astrid Woll

Innhold

1	Innledning.....	9
2	Materiale og metoder	11
2.1	Forbehandling av de levende krabbene.....	11
2.2	Prosessering	12
2.3	Mikrobiologisk vekst	12
2.4	Råvarekvalitet.....	13
2.5	Sensorisk vurdering av holdbarhet	14
2.6	Statistikk	15
3	Resultat.....	16
3.1	Vitalitet etter forbehandling	16
3.2	Råvarekvalitet.....	16
3.3	pH	17
3.4	Bakterier	18
3.4.1	Før prosessering	18
3.4.2	Etter prosessering	19
3.5	Lukt.....	19
3.6	Sammenheng lukt og bakterievekst.....	20
3.7	Korrelasjoner	21
4	Diskusjon	22
5	Konklusjoner.....	25
6	Referanser	26

1 INNLEDNING

I dag legges det stadig større vekt på kvalitet og bærekraftig utnyttelse av ressursene. Skalldyr lagres og transporteres levende fra fangst til produksjonssted. Det har blitt avdekket et behov for dokumentasjon av effekten av transporten både i forhold til kvalitet, holdbarhet og til dyrevelferd. Alle tiftokreps er underlagt Dyrevernloven av 20. desember 1974. I henhold til denne skal man ikke agere slik at det er risiko for at dyr lider unødvendig. Hvorvidt dyr lider, og hvordan lidelse og stress skal måles hos krabbe, er et uavklart tema (Elwood et al., 2009; van der Meeren et al. 2008).

Levende lagring og transport

I henhold til "Kvalitetsforskriftene for fisk og fiskevarer, 1996 (Fiskekvalitetsforskriften), skal hummer, krabbe og sjøkreps kokes levende eller umiddelbart etter avliving (§ 10-4). Det betyr at de skal fraktes levende fra fangst til prosessering, noe som kan vare fra få timer og opptil en 1-2 uker. Krabbene holdes under denne prosessen levende enten i vann, i luft ("tørt") eller i en kombinasjon hvor de for eksempel revitaliseres i vann etter lagring i luft før de igjen transporteres videre i luft. Under revitaliseringen kvitter krabbene seg med evt. akkumulerte avfallstoffer dannet under den tørre transporten.

Hvor lenge krabbene kan lagres tørt er avhengig av lufttemperatur, luftfuktighet og tid. Både ved lagring i vann og i luft er det ønskelig med en viss nedkjøling. Dette reduserer dyrenes metabolske aktivitet og reduserer stress. Når krabbe lagres i luft vil den over tid svekkes ved dehydrering. Gjellene vil til dels kollapse og hindre effektivt opptak av oksygen og utskillelse av avfallstoffer som ammoniakk og karbondioksid. Ammoniakk har en toksisk effekt når konsentrasjonen blir høy (Danford, 2001). Oksygenmangel vil hindre en fullstendig forbrenning og melkesyre hoper seg opp, blodet blir surere og dyrene vil i verste fall kveles.

I Norge foregår nesten all lagring og transport av krabbe tørt. I sommerhalvåret kan lufttemperaturen under fangst ofte være rundt 20 °C. Ved levering på mottaksanlegg blir krabbene satt på kjølerom for senere å bli transport med kjølebil frem til bestemmelsesstedet. Kjøling kan også foregå ved ising av krabbene. Temperaturene vil da gå ned mot null, dvs vanligvis noen grader lavere enn i kjølebil og kjølerom. Ising er en effektiv metode for nedkjøling og nyttes ofte på rå reker og sjøkreps og til dels på krabber. Direkte ising av krabber er omdiskutert i forhold til dyrevernmessige hensyn da dyrene ved dette utsettes for et termisk sjokk.

I kjølekjeden fra mottaksanlegg til bestemmelsessted hender det at noen krabber dør. Hvorvidt dette påvirker kvaliteten avhenger av når krabbene døde og hvilke temperaturer den i etterkant har blitt utsatt for.

Prosessering og lagring

Første trinn i prosessering av krabbe skjer vanligvis ved koking eller ved steaming. Krav til kokte produkter er normal 72 °C i 30 sekund (Kristoffersen et al., 2009). Per i dag har deler av krabbeindustrien standardiserte metoder for kokingen, men på grunn av krabbens form og karakter benyttes en høyere kjernetemperatur enn gjeldende krav (pers. med. Kolbjørn Ulvan). Dette kan være på bekostningen av kvaliteten og utbyttet til produktet. Under varmebehandlingen ødelegges bakterier i de levende dyrene (Ward et al., 1983). Etter

koking vil temperaturen i kjernen forsette og stige etter at oppvarmingen er avsluttet fordi det tilføres fra de ytterste delene av klørne. Her kan temperaturen stige opp til 90 °C dersom produktet ikke kjøles (Kristoffersen et al., 2009). Kjølemetode og tid vil også innvirke på det mikrobiologiske bilde i det prosesserte produktet (Marshall et al., 1992).

Stress i forkant av slaktingen påvirker kvalitet og holdbarhet på fisk ved at glykogenlagrene i cellene forbrukes og rigor inntreer raskere og varer kortere (Midling et al., 2008). Etter slaktingen fjernes slo og fisken vaskes grundig før pakking og lagring som hovedsakelig skjer i rå tilstand. Produktet hel kokt krabbe blir prosessert direkte etter avliving og lagres så videre med alle innvoller, inkludert magesekk, intakt. På grunn av denne forskjellen i behandling, kan man ikke uten videre overføre at stress i forkant av avliving / prosessering også påvirker kvaliteten for krabber, men muligheten for at dette kan være tilfelle diskuteres.

Bedervelse av sjømat

Bedervelse av sjømat er definert som forandringer i organoleptiske parametere (utseende, lukt, tekstur). Forandringer gjør at sjømaten ikke er brukbar for menneskelig konsum (Gram et al., 2009; Grigorakis et al. 2003). Bedervelse kan være forårsaket av enzymer, dehydrering, oksidasjon, kontaminering, men også av fysisk ødeleggelse (Harebell, 1988).

I hovedsak skyldes imidlertid fordervelsen mikrobiologisk vekst og metabolsk aktivitet som resulterer i dannelsen av aminer, sulfider, alkoholer, aldehyder, ketoner, og organiske syrer med ubehagelige og ikke akseptable lukter. Mikrobiologisk aktivitet kan også sees som misfarging eller slim, og til og med som bakteriekolonier (Liston, 1992).

Formål med prosjektet

Møreforskning har tidligere undersøkt fysiologiske effekter av levendelagring i luft (tørt) ved ulike temperaturer og tidsintervall. Høsten 2008 ble dette videre undersøkt i forhold til effekter av fysiologiske forandringene ved tørr lagring på det prosesserte produktet. Krabbene ble i forkant av prosessering lagret levende ved sommertemperatur, mens en annen gruppe ble avlivet og lagret på kjølerom over natten. Sensoriske parametere for holdbarheten på det prosesserte produktet ble utarbeidet under dette arbeidet.

Hovedmålet med dette prosjektet var å undersøke forskjeller mellom krabbe som i forkant av prosessering var lagret på kjølerom og krabbe som var iset. Dette er problemstillinger som er begrunnet i industriens alternative håndteringsmåter. Arbeidet ble gjennomført i samarbeid med bedriften Søviknes AS.

Delmål

1. Sammenligne kvalitet og holdbarhet på hel kokt krabbe som i forkant av prosessering var lagret på kjølerom med krabbe som var iset.
2. Kartlegge effekten av simulert tørr transport i forhold til kvalitet og holdbarhet på hel kokt krabbe.
3. Vurdere relevansen for ulike subjektive og objektive måleparametere i forhold til holdbarhet på hel prosessert krabbe.
4. Vurdere forbehandlingene i forhold til dyrevelferd.

2 MATERIALE OG METODER

2.1 Forbehandling av de levende krabbene

To forsøk med effekt av forbehandling på holdbarhet av hel kokt krabbe har blitt gjennomført. Det første ble foretatt i oktober 2008 i forbindelse med EU-prosjektet CrustaSea og vil bli rapportert der (www.crustasea.com).

Det andre forsøket som her rapporteres, ble foretatt i september 2009. Krabbene ble begge årene levert direkte til forsøksfasiliteten. For å få et best mulig utgangspunkt før behandling ble krabbene akklimatisert ved 3 dagers opphold i tanker med gjennomstrømmende vann ($t = 10\text{--}12\text{ }^{\circ}\text{C}$). Klørne ble i forkant inaktivert ved banding for å hindre skader (Woll & Berge, 2007). Etter oppholdet i tankene beregnet man at alle krabbene var revitalisert, dvs. både akklimatisert og hadde kvittet seg med metabolske avfallstoffer akkumulert gjennom håndtering, lagring og transport. Krabbene skulle dermed ha samme utgangspunkt ved oppstart av den simulerte forbehandlingen som ble foretatt før videre prosessering og lagring av det kokte produktet.

Tre ulike forbehandlinger ble foretatt. For hver behandling ble det benyttet 30 krabber beregnet for 6 uttak, hver med 5 krabber. Krabbene ble lagret i luft (tørt) i plastkasser. I gruppen kalt "Is" ble krabbene dekket med is og kassene lagret ved $10\text{--}12\text{ }^{\circ}\text{C}$ i 24 timer. Is ble påfylt etter ca 12 timer. Gruppen "Kaldt" ble lagret på kjølerom ved $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ i 72 timer, og gruppen "Varm-kaldt" ble først lagret ved $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ i 10 timer deretter ved $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ i 38 timer. Krabbene i de to sistnevnte gruppene ble dekket med fuktig papir. Som kontroll ble 30 krabber prosessert direkte etter lagring i tankene (Tabell 2.1).

Tabell 2.1 Forbehandling av levende krabber lagret "tørt" i forkant av prosessering og videre lagring på kjølerom. I forkant var krabbene revitalisert ved 3 dagers lagring i vann. Forsøket ble gjennomført i september 2009.

Forbehandling gruppe	Krabber (antall)	Forbehandling (levende krabber)		Etterbehandling
		Beskrivelse	Lengde	
1.Kontroll	25 + 5*	Ingen forbehandling.	-	5 krabber fra hver forbehandlings gruppe ble evaluert rå.
2.Is	25 + 5*	Lagret i kasser ved lufttemperatur $12\text{--}15\text{ }^{\circ}\text{C}$. Krabbene var dekket med is.	24 t	Resterende krabber ble kokt og lagret ved $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Uttak ($n=5$) etter 0, 5, 8, 12 og 20 dager.
3.Kaldt	25 + 5*	Lagret i kasser dekt med fuktig papir ved lufttemperatur $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.	72 t	
4.Varm-kaldt	25 + 5*	Lagret i kasser dekt med fuktig papir, først ved lufttemperatur $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, deretter ved $5\text{ }^{\circ}\text{C}$.	10 t ($20\text{ }^{\circ}\text{C}$) 38 t ($5\text{ }^{\circ}\text{C}$)	

100 + 20*

*Krabber vurdert rå direkte etter forbehandlingen.





2.2 Prosessering

Etter forbehandlingen, men før prosessering, ble 5 krabber fra hver gruppe individmerket (Tabell 2.1). Vitalitet ble registrert (Tabell 2.2), skallbredde målt og blodprøver tatt for bestemmelse av pH og blodprotein for hvert individ. Blodprotein og pH ble målt umiddelbart mens prøver for ammoniakk ble frosset for senere analyser (Danford, 2001). En klo fra hver av krabbene ble pakket i poser på is til mikrobiologisk analyse.

De resterende krabbene ble avlivet ved stikk i bryst og hodeganglion og deretter kokt i 30 minutter. Kokevannet ble tilført 30 g NaCl per liter ferskt vann. Gruppene ble kokt hver for seg og vannet skiftet mellom hver koking. Krabbene ble avkjølt i kjølerom utlagt enkeltvis for at avkjølingen skulle gå raskt. Uttak ble gjort etter avkjøling (dag 0). Krabbene ble videre lagret ved 4 °C og uttak foretatt etter dag 5, dag 8, dag 12 og dag 20. Følgende prosedyre ble fulgt for hvert individ i uttakene:

- en klo ble plastpakket og lagret på is til mikrobiologisk analyse
- subjektiv vurdering av råvarekvalitet (mengde og kvalitet av lever/rogn i skallet)
- sensorisk vurdering av holdbarhet for klokjøtt og levermasse (lukt, avvikende konsistens) og for gjeller (avvikende utseende og konsistens)
- analyse av trimetylamin (ikke videre analysert i dette prosjektet).

Tabell 2.2 Vitalitetsindeks for taskekrabbe vurdert ut fra reflekser.

Skala	Klo respons	Forsvars respons	Øye / antenne respons	Munn respons
	Sterk, aggressiv respons. 	Leggene i forsvarsposisjon hindrer adgang til hale/bukregion. 	Øyne trekkes raskt inn i øyehulene ved berøring. 	Munndeler lukket. Dersom åpne, lukkes de raskt ved berøring. 
5 Svært sterk	Sterk, rask, aggressiv respons	Sterk	Ja	Ja
4 Sterk	Sterk, men ikke så rask aggressiv respons	Sterk	Ja	Ja
3 Svak	Svak, ikke aggressiv respons	Svak reaksjon ved berøring	Ja	Ja
2 Døende	Ingen bevegelse	Ingen reaksjon	Øyne inntrukket, svak reaksjon ved berøring	Slapp eller åpen, sakte reaksjon ved berøring
1 Død	Ingen bevegelse	Ingen bevegelse	Ingen bevegelse	Ingen bevegelse

2.3 Mikrobiologisk vekst

Mikrobiologisk vekst ble målt ved totalt antall aerobe bakterier (kim) dyrket ved 30 °C ved bruk av 3M™ Petrifilm™ Aerobic Count Plates (PCA – plate count agar). Totalt antall bakterier

dyrket ved 20° og H₂S-produserende bakterier ble i tillegg dyrket på jernagar (NMKL No. 184, 2006). Ei klo fra hver krabbe ble plassert i en plastpose, forseglet og lagret på is inntil analysen ble foretatt. På laboratoriet ble klørne rensert med 70 % etanol før muskelvevet ble tatt ut. I følge "Mikrobiologiske retningslinjer, 16.07.2004, rev. 23.08.2006, fra Mattilsynet, kan 3 av 5 prøver være innen 10⁴ < kim (30 °C) < 10⁵ cfu g⁻¹. Ingen av prøvene skal overstige den øvre grensen på 10⁵ cfu g⁻¹.

2.4 Råvarekvalitet

Råvarekvaliteten, dvs. mengde og kvalitet av lever/rogn i skallet, ble vurdert subjektiv. Vurderingen ble foretatt ved bruk av en 5-delt skala hvor 5 var best og 1 dårligst. Mengde innmat i skallet ble vurdert (fyllingsgrad), konsistens av levermasse, farge på levermasse og modning av rogn. Total vurdering (VQI = visual quality index) ble foretatt på bakgrunn av disse parametrene (Tabell 2.3).

Tabell 2.3 Råvarekvalitet (VQI = visual quality index) for mengde innmat og kvalitet i krabbeskallet (lever og rogn) for hokrabber.

VQI	Fyllingsgrad i skallet (lever + rogn)	Leverkonsistens	Leverfarge	Rognmodning	VQI (total inntrykk)
5	- Svært godt fylt - 90-100 % av mulig.	- Fast.	- Naturlig farge: lys brun, brun, beige, gul.	<u>Gytende</u>	- Svært godt fylt, svært god konsistens og god farge på levermassen. Moden gonade. - Godt produkt å omsette som hel konsumkrabbe.
4	- Godt fylt - 70-90 % av mulig.	- Fast.		<u>Moden</u> - Gonadene fyller mye av skallet. Lobene svullen i forbindelsen mellom dem. - Fargen kraftig rød.	- Godt fylt, god konsistens og akseptabel farge. Gonaden modnende. - Akseptabel for omsetning som hel konsum krabbe.
3	- Adekvat mengde - 50-70 % av mulig.	- For myk, eller for hard konsistens.	- Intense hvit, eller - dominerende brun eller grønn.	<u>Modnende</u> - Gonadens to lober økt både i utstrekning og volum. - Orange til lys rød farge.	- Tilstrekkelig matfylde, konsistens og farge for prosessering - Bør ikke omsettes som hel konsum krabbe.
2	- Liten mengde - 20-50 % av mulig.	- For myk, eller for hard konsistens.		<u>Modnende</u> - Lobene spredt utover i skallet mot kantene. - Lobene begynner å øke i volum, med fremdeles smale og tynne. - Farge grårosa/rosa.	- Små mengder av lever/rogn oftest av svært bløt konsistens. - Bør ikke omsettes, men kan til nød nyttes til produksjon.
1	- Svært lite eller manglende - < 20% av mulig	- Oppløst vev, eller - bare en streng av mat.	- Mørk brun, grønn eller svart.	<u>Umoden</u> - Gonaden små og trådlignende. - Farge hvit, transparent, blek. <u>Utgylt eller hvilende</u> - Lobene strekt mot skall kantene, er tynne men med tydelige forgreininger.	- Små mengder, eller kun helt bløt masse i skallet. - Bør ikke nyttes.

2.5 Sensorisk vurdering av holdbarhet

Den sensoriske vurderingen av holdbarhet ble foretatt av et sensorisk panel som besto av 4 personer. Resultatet ble behandlet som et gjennomsnitt av disse personenes vurdering. Vurderingen ble foretatt først for klør, deretter for matinnholdet i skallet og for gjellene.

Flere parametere ble nyttet for å beskrive lukt: fra sjøfrisk til nøytral, emmen, ammoniakk, syrlig, sur, og råttten. Disse parametrene ble inkludert i en 9-delt skala med 9 som beste karakter/poeng og 1 som dårligst (Tabell 2.4). I følge Kvalitetsforskriftene, §1-10 C, er det ikke tillatt å omsette til folkemat fiskeprodukt med avvikende lukt. I forhold til omsetning ble skalaen derfor inndelt som følger:

- 9 - 7 = til menneskelig konsum
- 6 - 4 = ikke akseptabel for menneskelig konsum
- 3 - 1 = kast eller destruer.

Tabell 2.4 Sensorisk vurdering av holdbarhet for hel kokt krabbe. Lukt for klomat og levermasse, avvikende konsistens av levermasse, og vurdering av konsistens av gjeller.

Skala	Lukt (klomat og levermasse)	Levermasse (avvikende utseende og/eller konsistens)	Gjeller (avvikende utseende og/eller konsistens)
9	<ul style="list-style-type: none"> · Sjøfrisk og appetittvekkende 	<ul style="list-style-type: none"> · Ingen avvikende konsistens · Ingen synlige oljeflekker i lever. 	<ul style="list-style-type: none"> · Friske og lyse. · Rent vann smitter på fingrene ved berøring.
8	<ul style="list-style-type: none"> · Sjøfrisk til nøytral · Noe bi-lukt kan forekomme (eks: metall). 		
7	<ul style="list-style-type: none"> · Nøytral · Noe bi-lukt kan forekomme (eks: metall). 		<ul style="list-style-type: none"> · Noe misfarget, ofte i rot. · Gjellene har begynt å tørke opp, noe seigere fuktighet ved berøring.
6	<ul style="list-style-type: none"> · Nøytral til emmen · Så vidt merkbar lukt av krabbe. Noe bi-lukt kan forekomme (eks: harsk, høy). 	<ul style="list-style-type: none"> · Noe avvikende konsistens. · Noen oljedråper synlig i lever og omliggende væske. 	
5	<ul style="list-style-type: none"> · Emmen til svakt syrlig · Sterk lukt som kan stikke i nesen. · Avvikende lukt (eks: ammoniakk, harsk, gymsokker). 	<ul style="list-style-type: none"> · 	<ul style="list-style-type: none"> · Mørk farge fra gul-brun. · Fra seig til såpeaktig fuktighet ved berøring.
4	<ul style="list-style-type: none"> · Syrlig til sur · Meget sterk og avvikende krabbeluktsyrlig til sur (eks: ammoniakk, harsk, lakk, linoleum). 		
3	<ul style="list-style-type: none"> · Sur til råttten · Frastøtende, stikkende lukt (eks: linoleum, ammoniakk, hydrogensulfid). 	<ul style="list-style-type: none"> · Tydelige dråper med olje/fett. · Avvikende konsistens. 	<ul style="list-style-type: none"> · Rød-brun farge med glatt, såpeaktig slim. · Sort farge og tørre gjeller.
2	<ul style="list-style-type: none"> · Sterk råttten lukt · Fordervet lukt (eks: trimetylammin, ammoniakk, hydrogensulfid, indol, skatol). 		
1	<ul style="list-style-type: none"> · Frastøtende råttten · Sterkt fordervet lukt (eks: hydrogensulfid, indol, skatol). 	<ul style="list-style-type: none"> · Tydelig avvikende konsistens. · Tydelig skille mellom olje og annen masse. 	<ul style="list-style-type: none"> · Fordervet og nedbrutt gjelleev · Inntørka gjelleev.

2.6 Statistikk

Bakterievekst og sensoriske parametre ble sammenlignet for de ulike forbehandlingsgruppene. Kimtallene ble logtransformert i forkant av analysene. For korrelasjoner ble "Spearman's rank correlation" nyttet da denne testen tar høyde for en kombinasjon av parametriske og ikke parametriske variable. En-veis ANOVA ble benyttet for å teste om forbehandlingen hadde effekt på holdbarheten, og Bonferroni som post-hoc-test for å se hvor evt. forskjeller fantes. Kruskal Wallis test ble nyttet istedenfor ANOVA derom variansen var ulik. Analysene ble foretatt ved bruk av STATA 11 (StataCorp., 2009).

3 RESULTAT

3.1 Vitalitet etter forbehandling

Alle krabbene i kontrollgruppen var sterke (indeks 5). For gruppene som var behandlet var fordelingen mellom sterke (indeks 4) og svake individ (indeks 3) tilnærmet lik. For gruppen Is var i tillegg 2 av de 30 krabbene døde og i gruppen Varm-kaldt var 1 døende (indeks 2) (Fig. 3.1).

Kontrollgruppen var signifikant forskjellig i vitalitet fra de andre gruppene (KW: chi-square = 10.714, $P < 0.001$ with 1 df). Innen forbehandlingsgruppene ble det ikke funnet forskjell i vitalitet (KW: chi-square = 1.125, $P = 0.570$, $df = 2$).

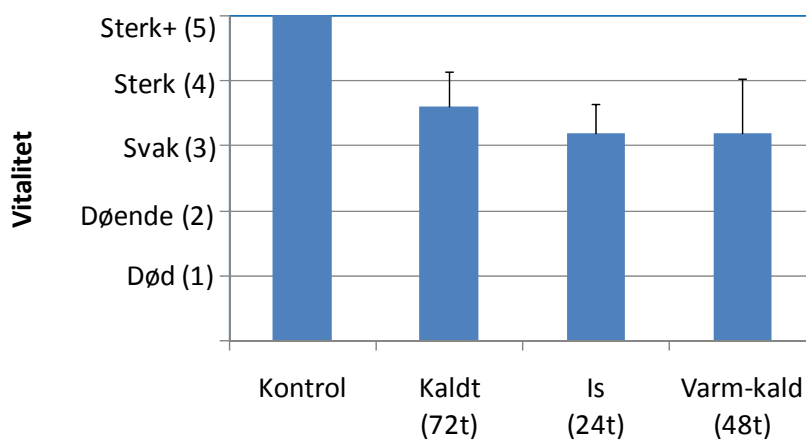


Fig. 3.1 Vitalitet for krabber etter forbehandling (snitt \pm SD). $n = 5$ for hver forbehandling.

3.2 Råvarekvalitet

Blodproteinet varierte fra 6.7 til 7.5. Blodprotein gir indikasjoner på krabbens matfylde (råvarekvalitet). De målte verdiene indikerte middels matfylde. Det var ikke signifikante forskjeller i blodprotein mellom forbehandlingsgruppene (ANOVA; $F_{3,16} = 0.671$, $P = 0.671$).

Ved subjektiv vurdering av råvarekvaliteten i skallet fant man også at de fleste hadde middels matfylde (Fig. 3.2).

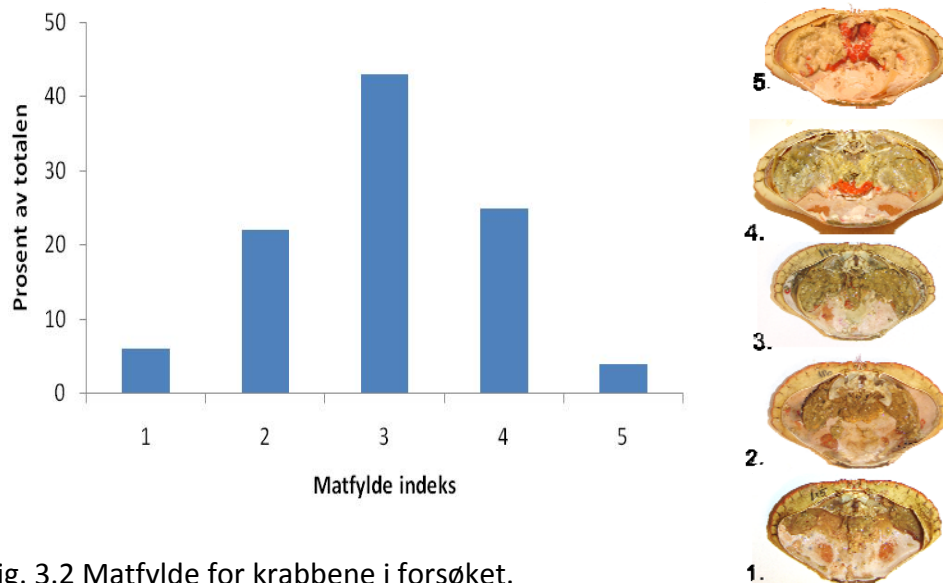


Fig. 3.2 Matfylde for krabbene i forsøket.

3.3 pH

pH målt i krabbenes hemolymfe umiddelbart etter forbehandlingen varierte fra 7.65 til 7.82 (Fig. 3.3). Ingen signifikant forskjell ble funnet for pH mellom kontroll- og forbehandlingsgruppene eller mellom de ulike forbehandlingsgruppene (ANOVA: $F_{3,16} = 2.10$, $P = 0.141$).

Etter koking og lagring på kjølerom ble pH (snitt \pm SD) i klomuskel målt. Mellom forbehandlings-gruppene ble det ikke funnet forskjeller etter 5 dager. Etter 12 dager var pH for gruppen Varm-kaldt lavere enn for gruppe Is ($P = 0.017$) og gruppe Kaldt ($P = 0.043$). Etter 20 dager var kontrollgruppens pH lavere enn for gruppe Kaldt ($P = 0.019$).

Det var en trend til at pH i de kokte klørne økte fra dag 5 til dag 20 i lagringsprosessen (Fig. 3.3). For Kontroll-gruppen var økningen signifikant fra dag 5 til dag 20 ($P = 0.002$), Kaldt-gruppen økte fra dag 5 til 12 ($P < 0.001$), og fra dag 12 til 20 ($P = 0.018$), mens den for Varm-kaldt gruppen økte fra dag 12 til dag 20 ($P = 0.004$).

I snitt for alle gruppene sett under ett, var pH henholdsvis 8.2 (0.03), 8.29 (0.02) og 8.44 (0.01) etter 5, 12 og 20 dagers lagring.

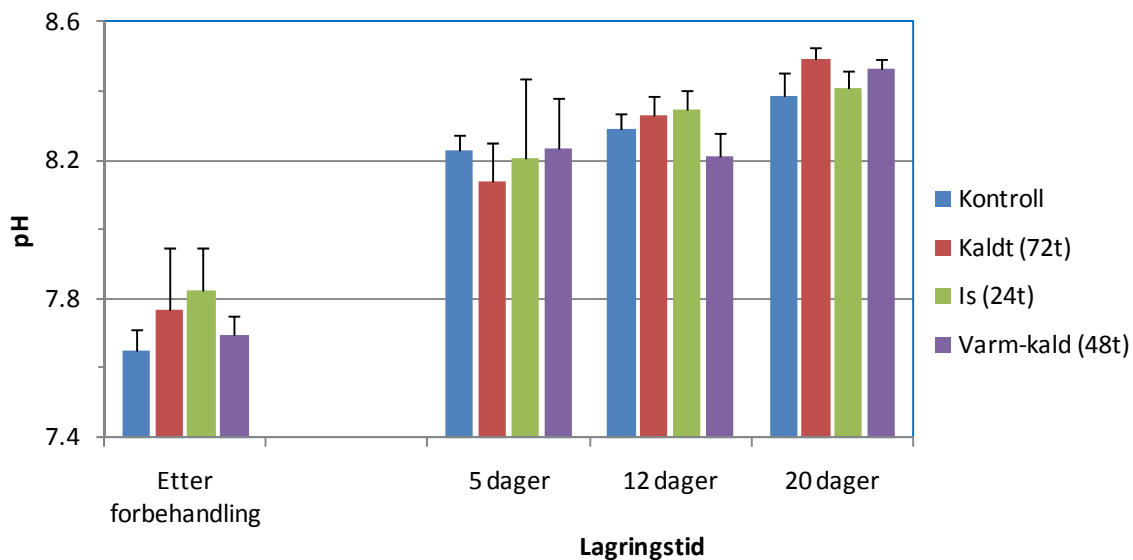


Fig. 3.3 pH målt i hemolymfe rett etter forbehandling og i klokjøtt etter koking og lagring ved 4 °C.

3.4 Bakterier

3.4.1 Før prosessering

I de rå krabbene varierte totalkim (30 °C) fra 1000 til 77000 (snitt 23345 ± 25080) og totalkim (20 °C) fra 130 til 47000 (snitt 9322 ± 11214). Antallet for de H₂S-produserende bakteriene var mye lavere, i snitt 185 ± 306 .

Individuelle variasjon i bakterievekst var stor. Det ble imidlertid ikke funnet signifikante forskjeller mellom de ulike forbehandlingsgruppene (Fig. 3.4).

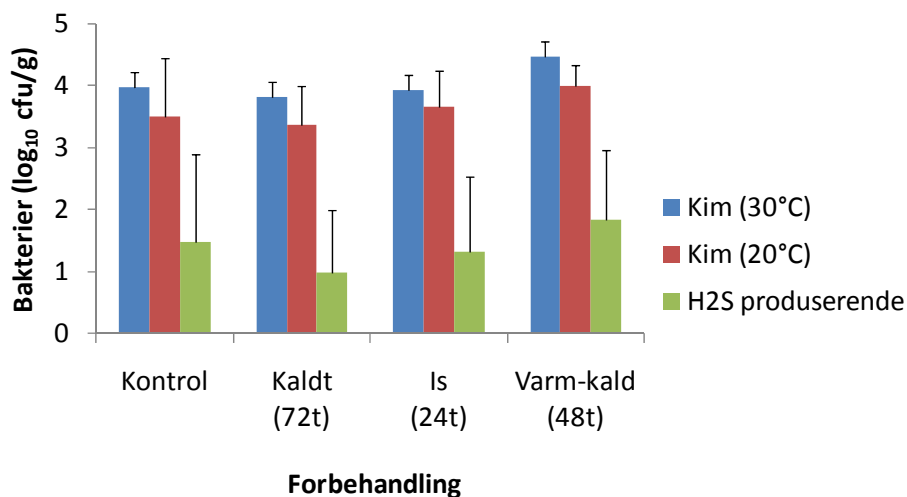


Fig. 3.4 Bakterievekst ($\log_{10} \text{cfu g}^{-1} \pm \text{SD}$) i kломat fra levende levende/rå krabbe med ulik forbehandling.

Det var god korrelasjon mellom de ulike bakteriemålingene: kim (30 °C) og kim (20 °C), $R = 0.957$; kim (30°C) og H_2S , $R=0.764$; kim (20°C) og H_2S , $R = 0.808$.

3.4.2 Etter prosessering

Totalt antall bakterier (kim) var generelt lavere for de kokte klørne (Fig. 3.5) enn kim for de rå klørne (Fig. 3.4). Kim (20 °C) var ca halvparten av antallet for kim (30°C). H_2S produserende bakterier ble ikke funnet i de kokte klørne.

Mellom behandlingene ble det ikke funnet forskjeller i bakterievekst (KW: kim (30°C), $P = 0.341$; kim (20 °C), $P = 0.277$). Resultatene for bakterievekst ble derfor i det følgende behandlet under ett for behandlingsgruppene (Fig. 3.5).

Alle kokte klør som var lagret i 5, 8 and 12 dager hadde mindre enn $3.0 \log_{10} \text{cfu g}^{-1}$, og bare 4 krabber hadde mer etter 20 dagers lagring, maks $4.5 \log_{10} \text{cfu g}^{-1}$ for TBC (30 °C). I følge Kvalitetsforskriftene var derfor alle uttak lavere enn grensene for bruk til human konsumering.

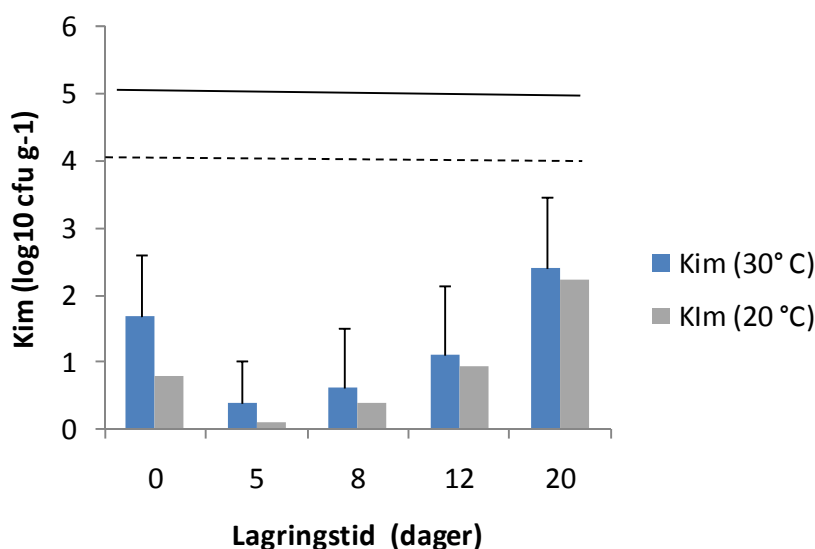


Fig. 3.5 Totalt antall bakterier i kokte klør under lagring ved 4 °C. Stipla linje indikerer starten for ødeleggelse ($4 \log_{10} \text{cfu g}^{-1} = 10^4$) og hel linje tidspunktet for kasting av produktet ($5 \log_{10} \text{cfu g}^{-1} = 10^5$). $n = 20$ for hver lagringsdag.

3.5 Lukt

Resultatet fra den sensoriske bedømmingen viste at der ikke var luktforskjeller mellom forbehandlingsgruppene for levermasse og rogn i skallet (ANOVA: $F_{3,96} = 0.34$, $P=0.799$) eller i klørne (ANOVA: $F_{3,95} = 0.50$, $P=0.685$). Forbehandlings- og kontrollgruppen er derfor i det følgende slått sammen og behandlet som en gruppe ($n = 20$ for hvert uttak).

Etter 5 dagers lagring var lukten fremdeles akseptabel for human konsumering (lukttindeks ≥ 7), men etter 8 dagers lagring var innholdet i skall og klør ikke lenger akseptabel for dette

bruk (Fig. 3.6). Lukten i skall ble vurdert til å være dårligere enn i klør ved uttak dag 12 (t-test: $P=0.0186$) og uttak dag 20 (t-test: $P=0.013$).

Forverringene av lukten var signifikant for skall (ANOVA: $F_{4,95}= 97.57$; $P < 0.001$) og for klør (ANOVA: $F_{4,95}= 97.57$; $P < 0.001$): mellom dag 5 og 8, dag 8 og 12, og mellom dag 12 og 20 ($P < 0.001$ for alle intervallene) (Fig. 3.6).

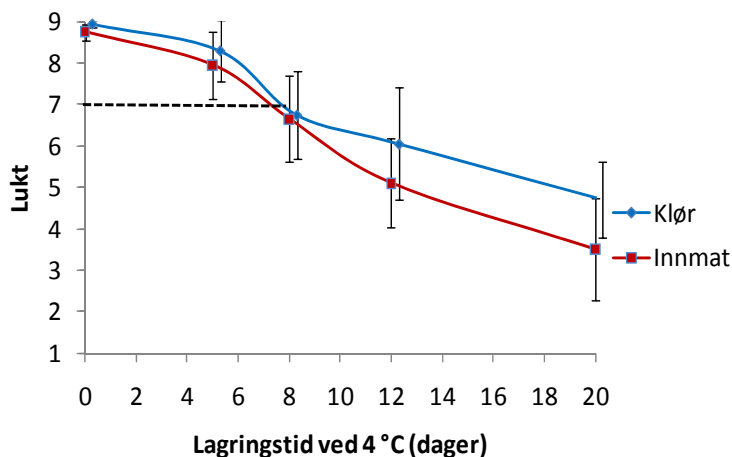


Fig. 3.6 Luktutviklingen (snitt \pm SD) i skall og klør under lagring ved 4 °C. $n = 20$ for hvert uttak.

3.6 Sammenheng lukt og bakterievekst

Mens ingen av klørne ble forkastet pga for høyt bakterietall i henhold til Fiskekvalitetsforskriftene, så ble rundt halvparten av de samme klørne forkastet grunnet ikke akseptabel lukt (Fig. 3.7).

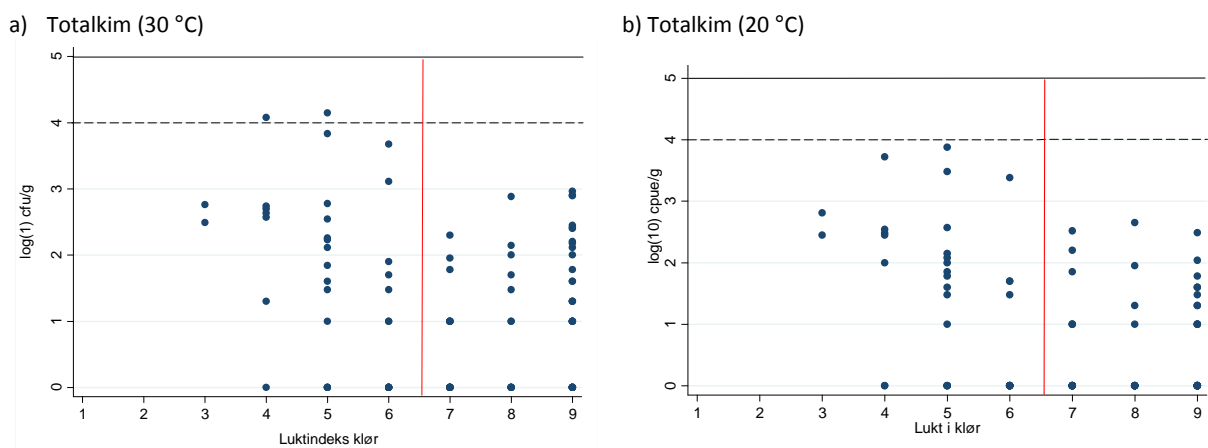


Fig. 3.7 Sammenheng mellom bakterievekst og lukt for individuelle klør. I henhold til mikrobiologiske retningslinjer kan 3 av 5 kokte skalldyr ha et bakterietall (totalkim (30 °C)) i området mellom stiplede (10^4) og hel linje (10^5). Alt over hel linje skal forkastes. Rød loddrett linje viser grense hvor produktet forkastes til human konsumering grunnet dårlig lukt (lukttindeks < 7).

3.7 Korrelasjoner

Korrelasjoner beregnet ved bruk av "Spearman's rank correlation" betegner sammenhenger mellom data, men ikke nødvendigvis lineære sammenhenger.

Signifikante sammenhenger ble funnet mellom (Tabell 3.1):

- Lagringstid og lukt både i klør og i skall, samt vurderingen av gjeller
- Lagringstid og totalkim (20 °C)
- Totalkim (20 °C) og lukt både i klør og skall, samt vurdering av gjeller
- Lukt og vurdering av gjellene.

Det ble ikke funnet sammenhenger mellom (Tabell 3.1):

- Forbehandlingen og de andre undersøkte parametrene
- Råvarekvalitet og de andre undersøkte parametrene

Lukt i skall og klør hadde en høy korrelasjon ($R = 0.83$) hvilket betyr at de individuelle uttakene korrelerer. Totalkim for 20 og 30 °C hadde også en høy korrelasjon ($R = 0.81$).

Tabell 3.1.

Tabell 3.1 Korrelasjoner ved bruk av "Spearman's rank correlation", dv. ikke nødvendigvis lineære korrelasjoner, men sammenhenger mellom parametrene. * signifikant ved 5 % nivå. $n = 97$.

	For- behandling	Lagring (dager)	Totalkim (30°C)	Totalkim (20°C)	Lukt i Klør	Lukt i skall	Råvarekvalitet
Lagring (dager)	-0.01	1					
Kim (30 °C)	-0.10	0.20	1				
Kim (20 °C)	-0.19	0.42*	0.81*	1			
Lukt i klør	-0.10	-0.86*	-0.14	-0.33*	1		
Lukt i skall	0.01	-0.90*	-0.20	-0.40*	0.83*	1	
Råvarekvalitet	0.09	0.01	-0.13	-0.08	0.02	0.08	1
Gjeller	-0.17	-0.61*	-0.27	-0.38*	0.64*	0.67*	0.21

4 DISKUSJON

Forbehandling i forhold til praksis i næringen

Undersøkelsen omfatter temaet hvorvidt stress ved ulike former for tørr lagring i forkant av prosessering influerer produktets kvalitet og holdbarhet. De ulike forbehandlingene var valgt i samarbeid med bedriften Søviknes AS. Levende lagring på kjølerom opptil 3 døgn (72 timer) og i is natten over (24 timer) er en aktuell problemstilling i denne bedriften. I tillegg utsettes krabbene ofte for høye temperaturer før de kommer på kjøll, i tråd med den tredje forbehandlingen. Tørr lagring er den tradisjonelle lagringsformen i den norske krabbenæringen. De valgte forbehandlingene er i tråd med hva som praktiseres i den norske krabbenæringen, hvor også mer ekstreme påkjenninger i forhold til høy temperatur kan forekomme i den varme årstid (Woll, 2008; ANON 2008).

Effekt av forbehandlingen

Det ble ikke funnet forskjeller i holdbarhet på hel kokt krabbe i forhold til de ulike forbehandlingene, og heller ikke mellom kontrollgruppen og forbehandlingsgruppene. Sensorisk vurdering av lukt og mikrobiologiske analyser ble nyttet som grunnlag for resultatet. Tidligere undersøkelser har påvist forskjeller i smak på ferskt klokjøtt fra krabbe med ulik forbehandling, men dette var krabbe som var lagret tørt ved 18 til 20 °C i 17 timer, dvs. en mer ekstrem påkjenning enn det som var nyttet i dette forsøket (Woll og Larsen, rapport under utarbeidelse). Smak ble ikke benyttet som måleparameter i vårt forsøk.

Vår undersøkelse benyttet et begrenset omfang av måleparametere og en lagringsform som bør være akseptabel i forhold til dyrevelferd. Man kan ikke utelukke at mer ekstreme påkjenninger under lagring kan ha innvirkning på kvalitet og holdbarhet av kokt produkt og at ytterligere måleparametre vil kunne detektere dette. Sammenhengen mellom stress under lagring og evt. påvirkning av det kokte produktet, er lite undersøkt. For å få en full oversikt over dette, må flere forsøk gjennomføres.

Sensoriske holdbarhet

I forsøket ble sensorisk vurdering av lukt vektlagt. I tillegg vurderte man holdbarhet av klokjøtt og innmat i skallet ut fra forandringer i naturlig konsistens og farge. For maten i skallet viste dette seg å være svært vanskelig fordi den naturlige variasjonen var stor og vanskelig å skille fra evt. forandringer grunnet lagringen.

I undersøkelsen ble lukt bedømt ut fra en kategorisk skala (sensorisk profil) fra 1 til 9 hvor 9 var høyeste poeng og representerte sjøfrisk krabbelukt. Den friske krabbelukten ble gradvis svakere til nøytral (7). Fra 6 ble produktet ikke akseptert til humant konsum. Lukten ble da etter hvert erstattet eller komplimentert av emmen, syrlig, sur til råttent lukt. Råttent lukt er assosiert med aerobisk ødeleggelse ved kjølig lagring av sjømat. Mikroflora, dominert av *Pseudomonas* og *Schewanella putrefaciens*, er antatt å forårsake dette (Gates et al., 1995). Anaerobisk ødeleggelse, dominert av *Enterobacteriaceae*, *Aeromonas* og *Lactobacillus* spp., produserer færre råtne lukter (Cockey & Chai, 1991).

Gates et al. (1995) foretok sensorisk vurdering av lukt ut fra fire kontinuerlige skalaer hvor 0 var ikke detekterbar og 6 sterkest. De fire skalaene var krabbelukt, ammoniakk, sur og råttent. En lignende inndeling ble nyttet i vårt omtalte forsøk i 2008, men ble forkastet under

forsøket i 2009. Bruk av kun en skala ga etter vår mening et klarere resultat i forhold til sensorisk holdbarhet og var enklere å bruke.

Prøver i vår undersøkelse ble foretatt etter 5, 8, 12 og 20 dagers lagring. Sensorisk ble klokjøtt og innmat i skall betegnet som ikke brukbar til menneskelig bruk ved uttak etter 8 dager, dvs. forringelse startet en gang mellom 5 og 8 dager. Hos Gates et al. (1995) ble den sensoriske vurderingen foretatt av krabbekjøtt rensset fra buret til Blue crab (*Callinectes sapidus*) og lagret i forseglet forpakninger ved 4 °C, dvs. samme temperatur som i vårt forsøk. Vurdering ble foretatt etter 0, 3, 6, 9, og 13 dagers lagring. Ammoniakk og sur lukt økte raskest mellom dag 6 og 9 samtidig med at krabbelukten forsvant. Totalt sett ble den sensoriske holdbarheten vurdert til 6 dager, dvs. i noenlunde samsvar med vår undersøkelse. For sammenligning ble det samme produktet lagret på is (0 °C) og sensorisk holdbarhet økte til 12 dager (Gates et al., 1995), hvilket viser viktigheten av en kontrollert temperatur på kjølerom.

Mikrobiologisk holdbarhet

I den 20 dagers lagringsperioden oversteg ikke bakteriemengden ved aerob dyrking holdbarhetsgrensen på 10^5 cfu g^{-1} (Fiskekvalitetsforskriftene), og kun 2 prøver var over 10^4 cfu g^{-1} . Ved lagring av Blue crab (Gates et al, 1995) ble grensen for aerobisk mikrobiologisk holdbarhet overskredet etter 6 dagers lagring ved 4 °C og etter 15 dagers lagring på is ved 0°C. Med andre ord, bakterieveksten inntraff langt tidligere enn i vårt forsøk.

Ved sammenligninger av bakterievekst er dyrkningsagar og temperatur viktig. Dette kommer godt frem i vårt forsøk hvor korrelasjon mellom totalkim dyrket ved 30 og totalkim dyrket på jernagar ved 20 °C var høy, men tilnærmet det halve ved 20 °C sett i forhold til 30 °C. Gates et al. (1995) oppgir 10^6 cfu g^{-1} som grense for aerob bakteriedyrking ved 35 °C. Resultatene fra hans forsøk er derfor ikke direkte sammenlignbart med våre resultat grunnet ulik dyrkningsagar og dyrkingstemperatur.

Våre analyser ble foretatt av klør, dvs kjøtt i en tilnærmet lukket beholder. Lukten ble etter 12 dagers lagring signifikant verre fra innmaten i skallet sammenlignet med lukten fra klomaten. Dette tyder på en høyere bakterieutvikling i maten fra skallet. Kjøttet fra Blue crab (Gates et al, 1995) var rensset ut av buret på krabben. Dette øker faren for at det skjer en kontaminering under renseprosessen noe som vil gi raskere bakterievekst.

Grensen for sensorisk holdbarhet ble nådd før grensen for mikrobiologisk holdbarhet i vårt forsøk. Dette understreker viktigheten av sensoriske analyser i tillegg til bakteriologiske. Robson et al (2007) undersøkte bakterievekst ved lagring av levende og senere død, rå krabbe. Sterk ammoniakk lignende lukter var identifisert før grensen for bakteriologisk holdbarhet var nådd uten at en direkte sensorisk vurdering ble foretatt. Ut fra den identifiserte lukten ble det likevel konkludert med at grense for sensorisk holdbarhet ble nådd før den bakteriologiske. Viktigheten av sensorisk vurdering i tillegg til bakteriologiske analyser ble også understreket i denne artikkelen.

Råvarekvalitet

Råvarekvaliteten ble vurdert sammen med de sensoriske parametere i vårt forsøk. Klokjøttet var generelt av bra kvalitet både i fylling og konsistens, mens mengde innmat i skallet varierte fra helt tomt til godt fylt. Konsistens på levermasse varierte fra fast til en bløt masse.

Sensorisk vurdering av lukt var forventet å bli influert av den varierende kvalitet. Ingen korrelasjoner ble imidlertid funnet for råvarekvalitet verken i forhold til lukt eller bakterievekst.

Kategoriseringen av matfylde for kokt krabbe som ble foretatt i denne undersøkelsen var en videreutvikling av tidligere vurderinger foretatt av Woll & Berge (2007). Manglende standarder for kvaliteten på matfylde kan være en årsak til at råvarekvaliteten er lite nevnt i forhold til holdbarhetstester.

Dyrevelferd.

I vårt forsøk var rundt halvparten av krabbene som var lagret på kjølerom fremdeles sterke etter 3 døgn, mens de resterende viste tegn til begynnende svakheter. Dette samsvarer med tidligere laboratorieforsøk som indikerer at krabbene kan lagres i luft mellom 2 -5 °C opptil 60 timer og fremdeles være sterke, men at vitaliteten synker etter 3 døgn (Woll, 2008). Dette forutsatt at krabbene ikke utsettes for trekk og at luftfuktigheten er høy.

For krabbene som var lagret på is var fremdeles mange sterke, men en del med tydelige svakhetstegn og 2 av de 30 krabbene var døde. Lagring av krabbene tildekt med is er et omdiskutert tema. Erfaring fra næringen viser at krabbene lett dør i løpet av et døgnstid, men at kvaliteten på produktet likevel er bra fordi temperaturen er nær null. Mengde is i forhold til krabber var i vårt forsøk 1:1. I en større undersøkelse hvor krabber ble lagret levende under forskjellige forhold (Robson et al., 2007) døde alle krabbene som var lagret neddekket av is i perioden mellom 8 til 24 timer. Forholdet krabber til is var her 1:5, noe som kan ha hatt betydning for den høyere dødelighet i dette forsøket. Forfatterne indikerer at dødeligheten skyldtes termisk sjokk ved at krabbene ble plassert direkte fra temperert vann (12 °C) til isen. Dødelighet er også rapportert for mollusker (Brun et al., 2003) og reker (Guest & Durocher, 1979) som utsettes for termisk sjokk og hvor dødelighet ser ut til å inntreffe i løpet av et døgnstid.

I tillegg til kjøleeffekten vil avrenning av isen være ferskvann. Dette kan gi en negativ effekt da taskekrabben har liten evne til osmoregulering (Wanson et al., 1983). Kjøling har imidlertid en positiv effekt på krabbens vitalitet under tørr lagring og krabbens reaksjon på is avhenger av hvordan isen plasseres. Is i bunnen av transportkasser hvor is og krabber er adskilt med papp eller lignende, øker lagringstiden ved at krabbene går inn i en dvaletilstand med svært lav metabolisme.

For å vurdere krabbens fysiologiske tilstand, ble blodets pH verdier målt. Verdiene var innenfor de områdene som regnes for normalt for taskekrabbe i revitalisert tilstand. Flere forandringer skjer i krabbens blod ved tørr lagring (Lorenzon et al., 2008; Woll, 2008; Danford, 2001; Hosie, 1993). pH ser ut til å være en god pekepinn på krabbens fysiologiske tilstand og er i tillegg en enkel metode hvor resultatet avleses umiddelbart ett er blodprøven er tatt (Danford, 2001). Vitalitet sammen med pH synes derfor å være gode indikatorer for dyrevelferd.

5 KONKLUSJONER

- Skalldyr skal lagres/transporter levende inntil prosessering. I henhold til Dyrevernloven skal de i denne perioden ikke behandles slik at det er risiko for at de lider unødvendig.
- Alle krabbene som før koking ble lagret tørt i 3 døgn på kjøll (4-5 °C) overlevde. Halvparten var fremdeles sterke og alle hadde blodverdier (pH) som tilsa en god tilstand.
- Krabber lagret ett døgn tørt i transportkasser tildekket med is, hadde lavere vitalitet og 2 av 30 døde.
- Ingen sensorisk eller bakteriologisk effekt ble funnet av forbehandlingene i forhold til holdbarheten av hel kokt krabbe.
- Under lagringen av det kokte produktet oversteg ikke aerob bakterievekst (total kim v/30 °C) i klør grensen for humant konsum satt i Mattilsynets mikrobiologiske retningslinjer.
- En sensorisk vurderingsskala fra 9 til 1 ble utviklet for lukt under lagringsforsøket.
- Sammenhengen mellom lukt i klør og lukt av innmat i skallet var høy i lagringsperioden. Fra dag 12 var lukten signifikant dårligere av innmaten i skallet.
- Sensorisk ble klokjøtt og innmat i skall betegnet som ikke akseptabel til menneskelig bruk ved uttak etter 8 dager, dvs. forringelse startet en gang mellom 5 og 8 dager.
- Grensen for sensorisk holdbarhet ble nådd før grensen for mikrobiologisk holdbarhet og understreker viktigheten av sensoriske vurderinger i tillegg til bakteriologiske analyser.
- Det ble ikke funnet sammenheng mellom råvarekvalitet og holdbarheten.

6 REFERANSER

- ANON., 2008. Analyse av krabbenæringen. Utarbeidet for krabbeutvalget. 1099/Inaq Management AS. 37 s.
- Brun, N.T., Ross, N.W., Bricelj, V.M., Egbosimba, E.E., MacRae, T.H., Ross, N.V., 2003. Stress responses in scallops and hard clams to heat and cold shock. *Journal of shellfish research*, 22, 321.
- Danford, A., 2001. "Effects of emersion on commercial crustacean shellfish species." PhD. thesis, University of Hull: 262 pp.
- Cockey, R.R. & Chai, T., 1991. Microbiology of crustacean processing: Crabs, p. 41-63. In D.R. Ward & C.R. Hackney (eds.), *Microbiology of marine food products*. AVI, Van Nostrand Reinhold, New York.
- Elwood, R. W., S. Barr, Patterson, L., 2009. Pain and stress in crustaceans? *Applied animal behaviour science* 118: 128-136.
- Gates, K. W., Huang, Y.W., Parker, A.H., Green, D.P., 1995. Quality characteristics of fresh blue crab meat held at 0 and 4 degrees C in tamper-evident containers. *Journal of food protection* 59(3): 299-305.
- Gram, L., 2009. Microbiological spoilage of fish and seafood products. In: Sperber, W.H. & Doyle, M.P. (eds.). *Compendium of the microbiological spoilage of foods and beverages*. Food microbiology and food safety. Springer, 1. Edition, New York.
- Grigorakis, K., Taylor, K.D.A., Alexis, M.N., 2003. Organoleptic and volatile aroma compounds comparison of wild and cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata*): sensory differences and possible chemical basis. *Aquaculture* 225, 109-119.
- Guest, W.C., Durocher, P.P., 1979. Palaemonid shrimp, *Macrobrachium amazonicum*: effects of salinity and temperature on survival. *The progressive Fish-Culturist*, 41, 14-18.
- Harbell, S., 1988. Controlling seafood spoilage. In: *Seafood Retailing Series*, Washington Sea grant, Seattle, 1-7.
- Hosie, D. A., 1993. Aspects of the physiology of decapod crustaceans with particular reference to the live marketing of *Cancer pagurus* (L) and *Necora puber* (L). PhD. thesis, University of Hull.
- Liston, J., 1992. Bacterial spoilage of seafood. In: Huss, H.H., Jakobsen, M., Liston, J. (eds). *Quality assurance in the fish industry*. Proceedings of an International Conference, Copenhagen, Denmark, 26-30 August 1991.
- Kristoffersen, S.S., Jakobsen R., Tidemann, E., 2009. Kongekrabbe - Evaluering av metoder for foredling. Kokeprosessen, farse og bruk av høytrykksprosessering. In: 32/2009, r. (Ed.). Nofima Marin, pp. 20.
- Lorenzon, S., Giulianini, P. G., Libralato, S., Martinis, M., Ferrero, E.A., 2008. Stress effect of two different transport systems on the physiological profiles of the crab *Cancer pagurus*. *Aquaculture* 278: 156-163.
- Marshall, D.L., Moody, M.W., Bankston, J.D., 1992. Comparison of forced air-cooling with static-air-cooling on the microbiological quality of cooked blue crabs. *Journal of food protection*, 55, 2, 104-107.
- Midling, K.Ø., Mejdell, C., Olsen, S.H., Tobiassen, T., Aas-Hansen, Ø., Aas, K., Harris, S., Oppedal, K., Femsteinvik, Å., 2008. Slakting av oppdrettslaks på båt, direkte fra oppdrettsmerd. NOFIMA. Rapport 6-2008.

- Robson, A. A., Kelly, M. S., Latchford, J.W., 2007. Effect of temperature on the spoilage rate of whole, unprocessed crabs: *Carcinus maenas*, *Necora puber* and *Cancer pagurus*. Food microbiology 24: 419-424.
- StataCorp. 2009. Stata: Release 11. Statistical software. College Station, TX: StataCorp LP.
- Van der Meerer, G.I., Woll, A.K., Sjøvik, G., 2008. En utredning for Mattilsynet for kunnskapsstøtte om anatomi og fysiologi hos tifotkreps med vekt på nervesystemet og velferd. Havforskningsinstituttet. Rapport 6-2008. 62 s.
- Wanson, S., Pequeux, A., 1983. Osmoregulation in the stone crab *Cancer pagurus*. Marine Biology Letters 4: 321-330.
- Ward, D.R., Nickelson, R., Finne, G., Hopson, D.J., 1983. Processing technology and their effects on microbiological properties, thermal processing efficiency, and yield of blue crab. Marine Fisheries review, 45, 7-9.
- Woll, A. K. & Berge, G.M., 2007. Feeding and management practices affect quality improvement in wild-caught edible crab (*Cancer pagurus*). Aquaculture 269: 328-338.
- Woll, A.K., 2008. Protocol on Best Practice. Handling, grading & storage on-board fishing vessel. Edible crab *Cancer pagurus*. Deliverable D2.1 from EU-project, COLL-CT-2006-0340421.74 pp.



MØREFORSKING

MØREFORSKING MARIN
Postboks 5075, NO-6021 Ålesund

Telefon +47 70 11 16 00
Telefaks +47 70 11 16 01

epost@mfaa.no
www.moreforsk.no



HØGSKOLEN I ÅLESUND

HØGSKOLEN I ÅLESUND
Serviceboks 17, NO-6025 Ålesund

Telefon +47 70 16 12 00
Telefaks +47 70 16 13 00

postmottak@hials.no
www.hias.no