

Forbedring av miljøbetingelsene ved levendelagring av kongekrabbe

Sten Siikavuopio, Philip James, Atle Mortensen, Bjørn R. Olsen, Kjell Ø. Midling og Tor Evensen





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

Nofima har om lag 400 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på seks ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra, Averøy og Tromsø

Hovedkontor Tromsø:

Muninbakken 9–13
Postboks 6122 Langnes
NO-9291 Tromsø

Ås:

Osloveien 1
Postboks 210
NO-1431 ÅS

Stavanger:

Måltidets hus, Richard Johnsensgate 4
Postboks 8034
NO-4068 Stavanger

Bergen:

Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5828 Bergen

Sunndalsøra:

Sjølseng
NO-6600 Sunndalsøra

Averøy:

Ekkilsøy
NO-6530 Averøy

Felles kontaktinformasjon:

Tlf: 02140

E-post: post@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Foretaksnr.:

NO 989 278 835

Rapport

	ISBN: 978-82-8296-183-7 (trykt) ISBN: 978-82-8296-184-4 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Tittel:</i> Forbedring av miljøbetingelsene ved levendelagring av kongekrabbe	<i>Rapportnr.:</i> 18/2014
	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Sten Siikavuopio, Philip James, Atle Mortensen, Bjørn R. Olsen, Kjell Ø. midling og Tor Evensen	<i>Dato:</i> 27. februar 2014
<i>Avdeling:</i> Produksjonsbiologi	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 23
<i>Oppdragsgiver:</i> FHF - Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond - Oslo	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF # 900924
<i>Stikkord:</i> Kongekrabbe, fangst, levende mellomagring	<i>Prosjektnr.:</i> 10655
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> Salg av levende kongekrabbe har de siste årene økt betydelig og utgjorde ca. 35 % av den samlede kongekrabbefangsten i sesongen 2013. Selv om kongekrabbe har alle naturgitte forutsetninger for levendelagring og levendesalg er det viktig å utvikle skånsomme metoder som sikrer høy kvalitet og best mulig dyrevelferd under levendelagring og transport til marked. Målet med prosjektet var derfor å erverve ny kunnskap som kan brukes av kongekrabbenæringen for å sikre høy overlevelse, kvalitet og best mulig dyrevelferd under levendelagring av kongekrabbe. For å belyse disse problemstillingene ble det til sammen satt opp fire ulike delforsøk: 1) Optimal individtetthet, 2) Betydning av fôring tilgjengelighet på krabbevelferd, 3) Tilrettelegging for levende transport til marked, 4) Velferdstiltak for kongekrabbe som har dårlig kondisjon.	
<i>English summary/recommendation:</i> Sales of live king crab have increased significantly in the past few years and accounted for approximately 35 % of the total catch of king crab in the 2013 catch season. King crabs have all the natural attributes necessary for live storage and export. However, it is important to develop suitable holding and transport techniques that ensure a high quality product reaches the market as well as maintaining the best possible animal welfare conditions during live storage and transport. The aim of the project was to develop techniques that can be used by the king crab industry to ensure high survival, quality and the best possible animal welfare during live storage of crab. Experiments were conducted on: 1) Optimal stocking density, 2) The effects of feed availability on crab welfare, 3) Protocols for live transport to market, 4) Welfare measures for king crab in poor condition.	

Forord

Vi ønsker å takke oppdragsgiver FHF og FHF-koordinator Kristian Prytz for konstruktive innspill gjennom planlegging og gjennomføring av prosjektet. Vi ønsker også å rette en stor takk til **Cape Fish Group AS** for profesjonell bistand i forbindelse med gjennomføring av prosjektet. Videre ønsker vi å takke prosjektets styringsgruppe for konstruktive innspill i forkant av prosjektet.



Innhold

1	Innledning.....	1
2	Forsøk 1 - Visuelle evalueringer av kongekrabbe og velferdsscore.....	3
2.1	Bakgrunn.....	3
2.2	Material og metode.....	3
3	Forsøk 2 - Optimal individtetthet.....	5
3.1	Bakgrunn.....	5
3.2	Material og metode.....	5
3.3	Resultater	7
3.3.1	Overlevelse, skade og krabbevelferd	7
3.3.2	Fyllingsgrad.....	10
4	Forsøk 3 - Betydning av føring for krabbevelferd	11
4.1	Bakgrunn.....	11
4.2	Material og metode.....	11
4.3	Resultat.....	12
4.3.1	Overlevelse, skader og krabbevelferd.....	12
4.3.2	Fyllingsgrad.....	12
5	Forsøk 4 - Tilrettelegging for levende transport til marked.....	14
5.1	Forsøksoppsett	14
5.2	Resultat.....	15
5.2.1	Oksygenforbruk.....	15
5.2.2	Overlevelse og velferd.....	16
6	Velferdstiltak for kongekrabbe som har dårlig kondisjon ved levering fra fisker	17
6.1	Bakgrunn.....	17
6.2	Material og metode.....	17
6.3	Resultat.....	18
6.3.1	Vannkvalitet og blodlaktatnivå i båt ved levering.....	18
6.3.2	Laktatnivå i kar og etter transport.....	18
7	Oppsummering og anbefalinger	21
7.1	Optimal individtetthet.....	21
7.2	Betydning av føring for krabbevelferd	21
7.3	Tilrettelegging for levende transport til marked.....	21
7.4	Velferdstiltak for kongekrabbe som har dårlig kondisjon ved levering fra fisker	22
8	Referanser	23

1 Innledning

Kongekrabbe (*Paralitodes camtschaticus*) fiskes i hovedsak med teiner i fjorder og kystnære farvann langs kysten av Øst-Finnmark (bilde 1). Ved starten i 1994 var kongekrabbefisket organisert som forskningsfiske, men fra 2002 ble det innført kommersielt fiske etter kongekrabbe. I dag er det ca. 450 båter som deltar under det regulerte fisket etter kongekrabbe. I tillegg deltar et mindre antall båter i områder hvor det er et fritt fiske.



Bilde 1 Fangst av kongekrabbe ved bruk av teine i Varangerfjorden.

Salg av levende kongekrabbe har de siste årene økt betydelig og utgjorde ca. 20 % av den samlede kongekrabbefangsten i sesongen 2013. Selv om kongekrabbe har alle naturgitte forutsetninger for levendelagring og levendesalg er det viktig å utvikle skånsomme metoder som sikrer høy kvalitet og best mulig dyrevelferd under levendelagring og transport til marked. Det finnes i dag en del erfaringskunnskap på levendelagring av kongekrabbe, men lite er dokumentert kunnskap. Dette skaper utfordringer for produsentene som levendelagrer krabbe. I denne sammenheng skal det nevnes at kongekrabben i dag er kommet inn under den nye dyrevelferdsloven og strengere krav til velferdsdokumentasjon vil bli påkrevd.

Hovedmålet med prosjektet er å erverve ny kunnskap som kan brukes av kongekrabbenæringen og myndigheter for å sikre høy overlevelse, kvalitet og best mulig dyrevelferd under levendelagring av kongekrabbe.

For å belyse disse problemstillingene ble det til sammen satt opp fem ulike delforsøk;

- Forsøk 1. Visuelle evalueringer av kongekrabbe og velferdsscore
- Forsøk 2. Optimal individtetthet
- Forsøk 3. Betydning av fôring på krabbevelferd
- Forsøk 4. Tilrettelegging for levende transport til marked
- Forsøk 5. Velferdstiltak for kongekrabbe som har dårlig kondisjon

Forsøkene 1, 2, 3 og 5 ble gjennomført hos Cape Fish Group AS sine anlegg i Honningsvåg. Forsøk 4 ble gjennomført ved Havbruksstasjon i Tromsø.

2 Forsøk 1 - Visuelle evalueringer av kongekrabbe og velferdsscore






2.1 Bakgrunn

En del av krabbene som leveres fra krabbefisket er i dårlig forfatning. I stor grad skyldes det transportbetingelsene krabbene har vært utsatt for (eksempel på faktorer som kan ha en negativ effekt på overlevelse er: tørrtransport, for lite vanngjennomstrømming, mangel på oksygen, høye vanntemperaturer, innslag av ferskvann under transport og uvær under transport (som gir slag) (Siikavuopio et al., 2012). Krabbe som har vært utsatt for slike negative miljøfaktorer er i dårlig forfatning og kan i verste fall dø i løpet av de første timene/dagene etter fangst. Tiltak for å forbedre overlevelsen hos disse krabbene er viktig både ut fra dyrevelferds- og bedriftsøkonomiske hensyn. Ved mottak av levende kongekrabbe må den enkelte oppkjøper gjøre en vurdering av kvaliteten på fangsten. En av de kritiske faktorene for videre levendelagring av krabben vil være riktig vurdering av helsetilstanden til kongekrabben. Det finnes i dag ingen etablerte protokoller for vurdering av dette, noe som fører til at oppkjøper må bruke egen erfaring i en slik vurdering. Hos de store internasjonale aktørene på levendetransport av amerikansk hummer, rock lobster og spiny lobster er det utviklet metoder for visuell evaluering av dyr før forsendelse til marked. Dette er gjort for å luke ut svake individ som med stor sannsynlighet ikke vil overleve transport. Kriteriene som brukes går på halestyrke, leggstyrke, antennestyrke, skader, klypestyrke, tykkelse på skall og dyrenes evne til å rette seg opp. På bakgrunn av disse kriteriene gir de score fra 1 til 3, hvor score 1 betyr eksporter og score 3 betyr ikke eksport. Utfordringer ved bruk av slike velferdsscore er begrenset tid under kommersielle forhold til å evaluere dyrene. Ved etablering av slike kriterier er det derfor viktig å finne frem til kriterier som er raske å bruke.

2.2 Material og metode

På bakgrunn av tidligere erfaringer fra kongekrabbe og fra andre arter ble det laget et skjema med fire ulike kriterier som ble brukt i våre forsøk. Tabell 1 gir en oversikt over de ulike velferdskriteriene benyttet i prosjektet. Vi har valgt å bruke fargekode på de ulike kriteriene for lettere å kunne symbolisere hva som bør gjøres, gitt ulike velferdsscore. Dette er et første utkast til bruk av velferdsscore som i fremtiden vil bli forbedret etter som man høster mer erfaring med metoden.

Tabell 1 Velferdsscore for kongekrabbe basert på tre ulike kriterier; bevegelse, gripeevne, og kløløfting. Fargene rød (stopp), gul (helst ikke) og grønn (kjør) signaliser hva som bør gjøres med dyrene.

Velferdsscore	0	1	2	3
Bevegelse	 <p>Ingen bevegelse</p>	 <p>Begrenset, sakte bevegelse</p>	 <p>Moderat bevegelse</p>	 <p>Veldig aktiv</p>
Gripeevne	Ingen	Lett	Moderat	 <p>Sterk</p>
Kløløfting	Ingen bevegelse	Svak bevegelse	Bevegelse	Heving av klo
Død/levende	Død	Levende		

3 Forsøk 2 - Optimal individtetthet

3.1 Bakgrunn

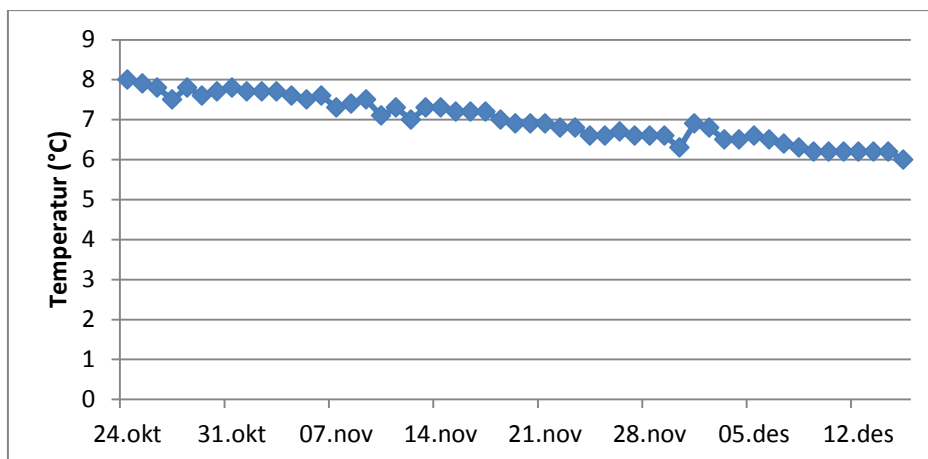
Krepsdyr er generelt kjent for å være aggressive, territorielle og til dels kannibaler og de lever store deler av livet alene (Philips, 2006). Hos kongekrabbene er bildet litt mer nyansert. I forsøk med kongekrabber som er gjort ved Nofima er det i svært liten grad observert aggressiv adferd eller dødelighet som kan relateres til aggresjon (Damsgård et al., 1997; Siikavuopio og James, 2013). Selv med fôringsregimer hvor økt aggressiv adferd kan forventes, synes krabbe å unngå konkurransesituasjoner som fører til aggressiv adferd. Blir tettheten for høy vil man anta at det vil oppstå negativ adferd. Systematiske studier på optimal individtetthet hos kongekrabbe er ikke gjennomført. Under kommersielle forhold er det i dag vanlig å benytte plastkar (700 L, saltfiskkar) for levendelagring av krabbe, med ulike løsninger på vanntilførsel til karene (bilde 2). I dag er det vanlig å benytte individtettheter på mellom 120 til 150 kg krabbe pr. m³ i disse plastkarene (bilde 2). De Individtetthetene som ble valgt i dette forsøket er basert på disse kommersielle forholdene.



Bilde 2 Lagring av kongekrabbe i 700 L plastkar.

3.2 Material og metode

Den 21. oktober 2013 ble det satt opp et forsøk med tre ulike individtettheter av kongekrabbe ved Cape Fish Group AS sitt anlegg i Honningsvåg. Forsøket ble avsluttet 17. desember 2013. Tabell 2 gir en oversikt over de ulike individtetthetene i forsøket. Forsøket ble satt opp ved bruk av 9 stk. 700L saltfiskkar med 3 replikate behandlinger av de ulike tettethetene (bilde 2). Hvert av karene hadde to vanntilførsler fra henholdsvis bunn og topp (bilde 2). Vannmengden ble satt til 0,5l/kg*min. for å dekke krabbens vannbehov (Siikavuopio et al., 2012). Figur 1. viser temperaturprofilen i forsøksperioden. Ved forsøksstart var temperaturen på 8 °C for så å falle til 6 °C ved forsøksslutt.



Figur 1 Temperatur i forsøksperioden

Tabell 2 Oversikt over de ulike individtetthetene i forsøket (100, 150 og 200 kg m³), antall dyr, gjennomsnittsvekt og totalvekt.

Kar	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Antall (n)	40	40	41	29	29	29	55	53	52
Snittvekt (kg)	2,65	2,69	2,56	2,44	2,40	2,44	2,53	2,64	2,69
Totalvekt (kg)	106	108	105	71	70	71	140	140	140
Tetthet (kg/m ³)	150	150	150	100	100	100	200	200	200

Ved forsøksstart ble samtlige krabber veid (g) og vurdert med tanke på ytre skader (bilde 3). Samtlige krabber var skadefri ved forsøksstart. Ved forsøksslutt ble samtlige krabber evaluert på nytt for ytre skader.



Bilde 3 Viser registrering av vekt og eventuelle skader hos forsøkskrabbene.

Ved forsøksstart (n=30) og -slutt (n=45) ble et representativt utvalg av krabber avlivet for måling av kjøttfylde (fyllingsgrad) i legg. Fyllingsgrad defineres som andelen (%) av krabbeleggen som består av muskel. Fyllingsgraden ble målt i henhold til metode beskrevet av Siikavuopio og James (2013), der

indre skalldiameter og muskeldiameter måles på avkuttede, kokte krabbelegger ved bruk av digitalt skyvelære (bilde 4).



Bilde 4 Måling av fyllingsgrad i krabbelegger.

Dødelighet ble registrert ukentlig i forbindelse med rensing og tømning av kar. Som velferdsindikator ble laktatmålinger gjennomført ved tre ulike tidspunkt i forsøksperioden (dag 0, 30 og 58) på et utvalg av krabbene. Det ble også tatt prøver av muskel i gangbein med tanke på muskeldegenerering/muskel nekrose (MN; enzymatisk degradering av muskel) som følge av ulike tettheter. Det ble brukt en skala fra 0 til 2, hvor 0 er ingen indikasjon på MN, 1 er indikasjon på MN (bløt muskel) og 2 er sikker observasjon på MN (muskelen er totalt grøtaktig og ødelagt). Tilsvarende skala er benyttet på sjøkreps hvor muskeldegenerering er påvist som følge av at fordøyelsesenzymer lekker ut av hepatopancreas.

3.3 Resultater

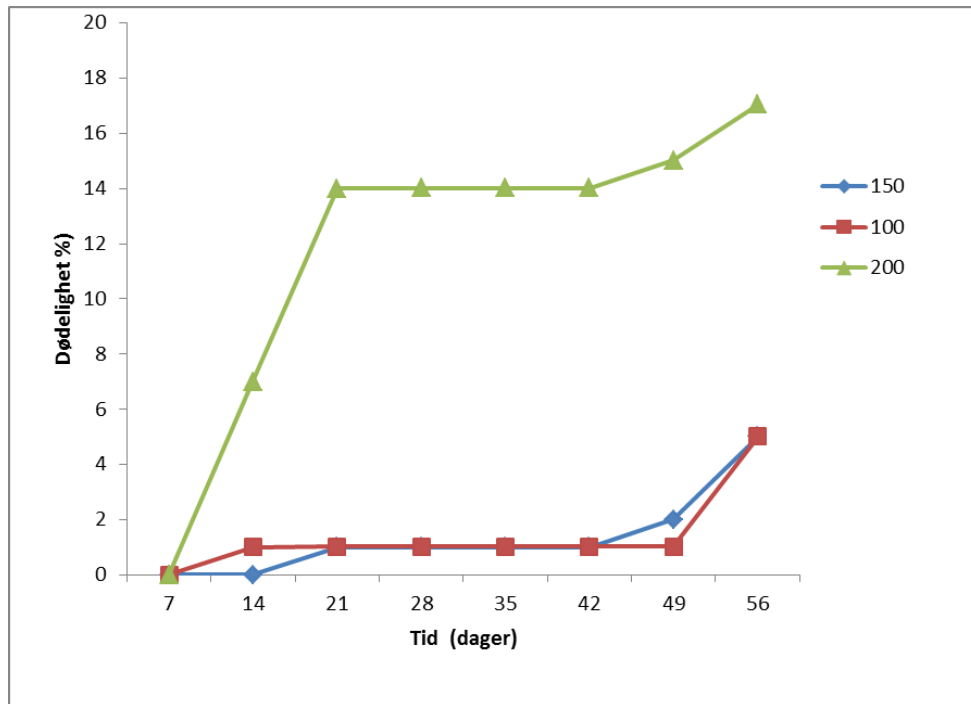
3.3.1 Overlevelse, skade og krabbevelferd

Høyest overlevelse hadde gruppene med lav og middels høy tetthet på 95 %. Dårligst overlevelse hadde høytetthetsgruppen med en overlevelse på 83 % (tabell 3).

Tabell 3 Oversikt over de ulike individtetthetene i forsøket, overlevelse og forekomst av skader ved forsøkslutt.

Gruppe (kg/m ³)	100	150	200
Overlevelse (%)	95	95	83
Skade (%)	7	4	14

Som det fremgår av figur 2 har de ulike gruppene forskjellig forløp når det gjelder dødelighet. I gruppen med høyest tetthet kommer dødeligheten tidlig i forsøksperioden, mens de to gruppene med lavest tetthet først ved slutten av forsøksperioden.



Figur 2 Viser dødeligheten over tid (dager) hos kongekrabbe holdt på ulike individtettheter (100, 150 og 200 kg/m³).

Det ble gjort en systematisk registrering av skader på krabbene både ved forsøksstart og -slutt. Ved forsøksstart var det ikke observert synlige skader, ei heller dyr som manglet gangbein eller klo. Som vi ser av tabell 3 er tap av gangbein den mest dominerende skaden ved forsøkslutt. Spesielt var bakerste gangbein utsatt (tabell 4, bilde 5).



Bilde 5 Viser tap av gangbein i forbindelse med levendelagring.

Tabell 4 Andel skadet krabbe (%) og prosentvis fordeling av skadetyper (mistet gangbein, gripeklo, klo og skall) og prosentvis plasseringen av skade (1= mistet fremre gangbein; 2= mistet midten; 3= mistet bakre gangbein; 4= mistet klo og 5= hull i skall) (%) ved forsøkslutt.

	Skade (%)	1	2	3	4	5
100 kg/m ³	7	33	33	34		
150 kg/m ³	4	20	20	60		
200 kg/m ³	14	26	16	43	10	5

Det ble også tatt prøver av muskel i gangbein for å måle muskeldegenerering /muskelnekrose som følge av ulike tettheter. Det ble ikke påvist noen tilfeller av muskeldegenerering i noen av prøvene ved forsøksstart eller -slutt. For å evaluere eventuelle negative effekter (stress) knyttet til disse lagringsbetingelsene valgte vi å bruke nivået av laktat ($\mu\text{mol/l}$) som målparametere. Til sammen ble det tatt 30 målinger av laktat ved forsøksstart og 45 målinger (15 pr. gruppe) ved forsøkslutt. Nivået av laktat ($\mu\text{mol/l}$) i blodet hos krabbene ved forsøksstart, etter dag 30 og ved forsøkslutt var hele tiden under 0,4 $\mu\text{mol/l}$ (tabell 5).

Velferdsscore

Det ble også foretatt en visuell vurdering og testing av krabbens vitalitet ved å se på bevegelse, gripeevne og løfteevne. Bilde 6 illustrerer en krabbe med nedsatt vitalitet (6a) og en krabbe som viser normal adferd ved håndtering (6b).



Bilde 6a Krabbe med nedsatt vitalitet

6b Krabbe med normal adferd ved håndtering

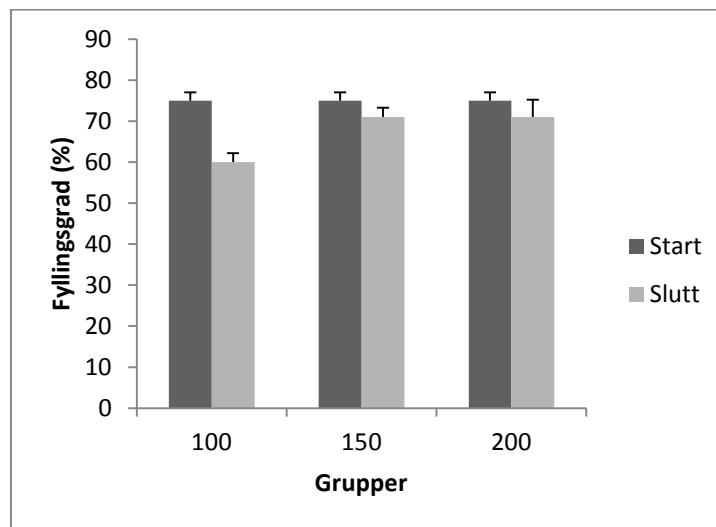
Tabell 5 Velferdsscore basert på 4 ulike kriterier (bevegelse, gripeevne, løfteevne og vitalitet), samt laktat ($\mu\text{mol/l}$) hos samtlige tetthetsgrupper ved forsøkslutt.

Krabbevelferd	Antall	Vitalitet	Gripeevne klo	Løfteevne klo	Bevegelse	Laktat	Total score
100 kg/m ³	15	2,5	2,5	2,3	1	<0,4	8,3
150 kg/m ³	15	2,7	2,6	2,5	1	<0,4	8,8
200 kg/m ³	15	2,6	2,6	2,5	1	<0,4	8,7

Som det fremgår av tabell 5 er det liten forskjell mellom gruppene i velferdsscore. Generelt har samtlige grupper en høy velferdsscore.

3.3.2 Fyllingsgrad

I forsøk hvor krabbene ikke følges over flere skallskifter er endring i muskelmasse i gangbeinene en anvendelig målemetode for å beskrive muskeltvekst (bilde 5). Muskelfylde i legg (fyllingsgrad) ble målt på et tilfeldig utvalg krabber ved forsøksstart (n=15) og et utvalg på 9 krabber fra hver gruppe ved forsøkslutt.



Figur 3 Fyllingsgrad i krabbelegg ved forsøksstart (oktober 2013) og ved forsøkslutt (desember 2013) hos kongekrabbe holdt på ulike indvidtettheter (100, 150 og 200 kg/m³).

Som vi ser av figur 3 går fyllingsgraden ned i løpet av forsøksperioden fra et gjennomsnitt på 75 % ved forsøksstart til et gjennomsnitt ved forsøkslutt på 60 % (lavtetthet) og til 70 % (middels og høy tetthet). Det ble ikke funnet signifikante forskjeller mellom gruppene i fyllingsgrad.

4 Forsøk 3 - Betydning av fôring for krabbevelferd

4.1 Bakgrunn

Under levendelagring over lengre perioder reises det ofte spørsmål om hvorvidt dyrene trenger mat med tanke på å sikre god dyrevelferd og bevare kvaliteten på dyrene. Fra naturen er kongekrabben regnet for å være et relativt robust dyr som tåler lange sulteperioder uten at det går utover dyrenes evne til å overleve. Dette henger sannsynligvis sammen med krabbens lave stoffskifte og lave fôrbehov (Siikavuopio og James 2013). Tidligere forsøk utført ved Nofima viser at en voksen krabbe spiser mellom 2 og 10 gram fôr (tørrvekt) pr dag avhengig av temperatur og tid etter skallskifte. Videre viser forinntaket hos enkeltindivider en syklisk variasjon fra intet fôrinntak til topp i fôrinntak. Vi ønsker i denne delen av forsøket å teste om vi kan forbedre krabbens velferd ved å tilby den fôr under lagring. Som referanse brukes en gruppe som ikke fôres.

4.2 Material og metode

Den 21. oktober 2013 ble det satt opp et forsøk med to grupper av kongekrabber med og uten fôring ved Cape Fish Group AS sine anlegg i Honningsvåg. Forsøket ble avsluttet 17. desember 2013. Tabell 6 gir en oversikt over de ulike individtetthetene i forsøket. Forsøket ble satt opp ved bruk av 4 stk. lengdestrømsrenner med en størrelse på 4 x 2 x 0,4m (bilde 8). Som fôrkilde brukte vi blåskjell fra Lyngenskjellan AS i Troms. Skjellene var næringsmiddelgodkjente og fri for algetoksiner. Krabbene ble fôret annenhver dag med en rasjon på 3 % av kroppsvekten per gang i perioden 21. oktober til 2. desember. I perioden 3. desember til 16. desember ble rasjonen økt til 5 % av kroppsvekten. Hvert av karene hadde to vanntilførsler fra henholdsvis bunn og topp. Vannmengden ble satt til 0,5 l/kg*min. for å dekke krabbens vannbehov (Siikavuopio et al., 2012).



Bilde 7 Lengdestrømsrenner med kongekrabbe benyttet i fôring-/sulteforsøket.

Tabell 6 Oversikt over de ulike gruppene i forsøket (fôr og sultgrupper), antall dyr, gjennomsnittsvekt, totalvekt og biomasse i karene.

Kar	1	2	3	4
Regime	sult	fôr	sult	fôr
Antall (n)	50	50	50	50
Snittvekt (kg)	3,6	3,5	3,5	3,6
Totalvekt (kg)	180	180	178	180
Tetthet (kg/m ³)	50	50	50	50

Ved forsøksstart ble samtlige krabber veid (g) og vurdert med tanke på ytre skader (bilde 3). Samtlige krabber var skadefri ved forsøksstart. Ved forsøksstart (n=15) og slutt (n=45) ble et representativt antall krabber avlivet for måling av kjøttfylde i legg (se kapittel 3.2). Som velferdsindikator ble det tatt laktatmålinger ved tre ulike tidspunkt i forsøksperioden (dag 0, 30 og 60) på et utvalg av krabbene. Velferdsscore ble også gjennomført ved forsøksslutt på et utvalg av krabbene. Det ble også tatt prøver av muskel i gangbein med tanke på muskeldegenerering/muskelnekrose (se kapittel 3.2).

4.3 Resultat

4.3.1 Overlevelse, skader og krabbevelferd

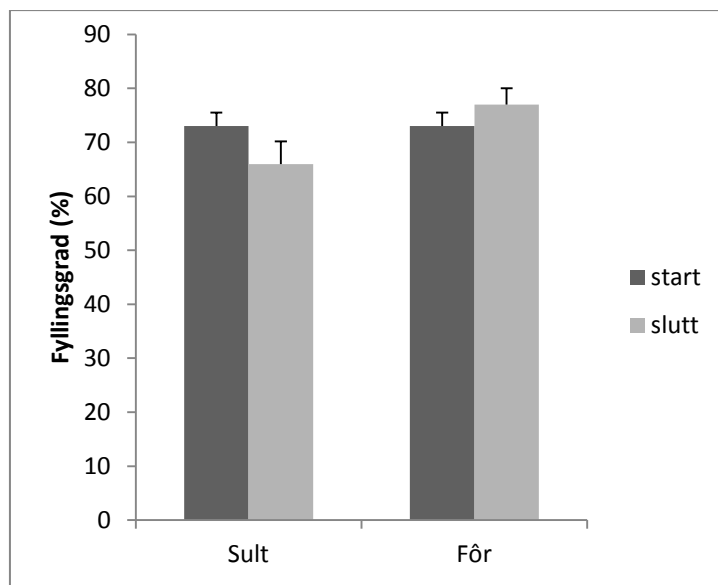
Kun én krabbe døde i dette forsøket. Krabben døde på dag to av forsøket og var sannsynligvis svak i utgangspunktet. Det ble heller ikke observert skader på noen av krabbene ved forsøksslutt. Laktatnivåene var også under dette forsøket så lave at de ikke var målbare verken ved dag 0, 30 eller ved forsøksslutt hos gruppen som hadde fått fôr. Hos sultgruppen hadde to av 10 krabber ved forsøksslutt verdier litt over 0,4 $\mu\text{mol/l}$ (1,3 og 3,2 $\mu\text{mol/l}$). Krabbene som var blitt fôret hadde også høyere velferdsscore sammenliknet med sultede krabber (tabell 7). Det ble ikke påvist noen tilfeller av muskeldegenerering i noen av prøvene ved forsøksstart eller slutt.

Tabell 7 Velferdsscore basert på 4 ulike kriterier (bevegelse, gripeevne, løfteevne og vitalitet).

Krabbevelferd	Antall	Vitalitet	Gripeevne klo	Løfteevne klo	Bevegelse	Total scor
Fôr	15	3	3	3	1	10
Sult	15	2,4	2,8	2,7	1	8,9

4.3.2 Fyllingsgrad

Muskelfylde i legg (fyllingsgrad) ble beregnet på et tilfeldig utvalg krabber ved forsøkstart (n=15) og et utvalg på 10 forsøksdyr (5 dyr pr. replikat) fra hver gruppe ved forsøksslutt.



Figur 4 Viser fyllingsgrad i krabbelegg ved forsøksstart (oktober 2013) og ved forsøksslutt (desember 2013) hos kongekrabber som er blitt fôret og sultet.

Som vi ser av figur 4 går fyllingsgraden ned hos gruppen som var blitt sultet (fra 73 % til 66 %) og opp hos de som fikk fôr (fra 73 % til 77 %).

5 Forsøk 4 - Tilrettelegging for levende transport til marked

5.1 Forsøksoppsett

For å avdekke betydningen av nedkjøling på kongekrabbens oksygenforbruk ble det satt opp et forsøk ved Havbruksstasjonen i Tromsø med oppstart i november 2013 og avslutning i januar 2014. I forsøket ble det benyttet levende kongekrabber fanget ved Nordkapp og levert av Cape Fish Group AS. Det ble benyttet hankrabber av kommersiell størrelse (2,5 kg). Ved ankomst til Havbruksstasjonen ble krabbene lagret i et 7000 liters sirkulært kar med vanntemperatur på 7 °C. Under forsøket ble krabbenes metabolisme målt ved tre ulike behandlinger:

- 1: Fra naturlig temperatur (7 °C) til naturlig (7 °C) (Kontroll)
- 2: Fra naturlig temperatur (7 °C) til nedkjølt (4 °C)
- 3: Fra naturlig temperatur (7 °C) til nedkjølt (1 °C)

For hver behandling ble tre individer overført fra oppbevaringskaret med 7 °C til et svømmerespirometer (Loligo Systems ApS, Tjele, Danmark - bilde 8) der vanntemperaturen var hhv 7, 4 eller 1 °C. Svømmerespirometeret består av et ytre åpent og et indre lukket kammer der vi kan veksle mellom åpne (vannutskifting) og lukkede (måling) sykluser. I dette forsøket ble det brukt 5 + 25 minutters sykluser kontinuerlig i 24 timer, dvs at vann ble pumpet fra det ytre til det indre kammeret i fem minutter etterfulgt av 25 minutters måleperioder der det indre kammeret er lukket og endring i oksygenkonsentrasjon blir målt. Sensoren (Mini-DO galvanic oxygen probe, Loligo Systems) måler oksygenkonsentrasjonen hvert sekund og den medfølgende softwaren beregner spesifikt oksygenforbruk, MO_2 , uttrykt som $mgO_2/kg \cdot time$. Nivået av laktat ($\mu mol/l$) ble målt etter avslutningen av hvert forsøk (se 3.2).



Bilde 8 Forsøkskrabbe i et respirasjonskammer

Oksygenforbruket ble beregnet ut fra følgende formel:

$$Q_{O_2} = [(C_o - C_t) R_{vol}]t^{-1}$$

Q_{O_2} er oksygenforbruksrate ($\text{mg O}_2 \text{ h}^{-1}$), R_{vol} er volum (l) av respirometeret, minus volum av kongekrabben estimert ut fra kroppsvekt i forhold $1 \text{ g} \sim 1 \text{ ml}$. t er varigheten av måleperioden (time), og C_o og C_t er oksygenkonsentrasjon ($\text{mg O}_2 \text{ l}^{-1}$) i respirometeret ved start og ved slutten av målingen.

Nedkjøling og levendetransport

I tillegg til å måle krabbenes metabolisme ved nedkjøling ble tre grupper av krabber pakket i flykasser på samme måte som i industrien og oppbevart i 24 timer for å simulere en transport. Kontrollgruppen ($n=2 \times 3$) ble tatt rett fra oppbevaringskaret med vanntemperatur $7 \text{ }^\circ\text{C}$, mens to grupper ble nedkjølt til hhv $4 \text{ }^\circ\text{C}$ ($n=3$) og $1 \text{ }^\circ\text{C}$ ($n=3$) i et mindre kar (300L) i 24 timer før pakking. Laktat ble målt før nedkjøling, ved pakking og ved åpning av kassene etter 24 timer.

Fôr

I forsøksperioden ble det benyttet et tørrfôr (7 mm, pellet) utviklet for kongekrabbe av Nofima i 2007. Tabell 1 gir en oversikt over fôrets biokjemiske sammensetning og energiinnhold.

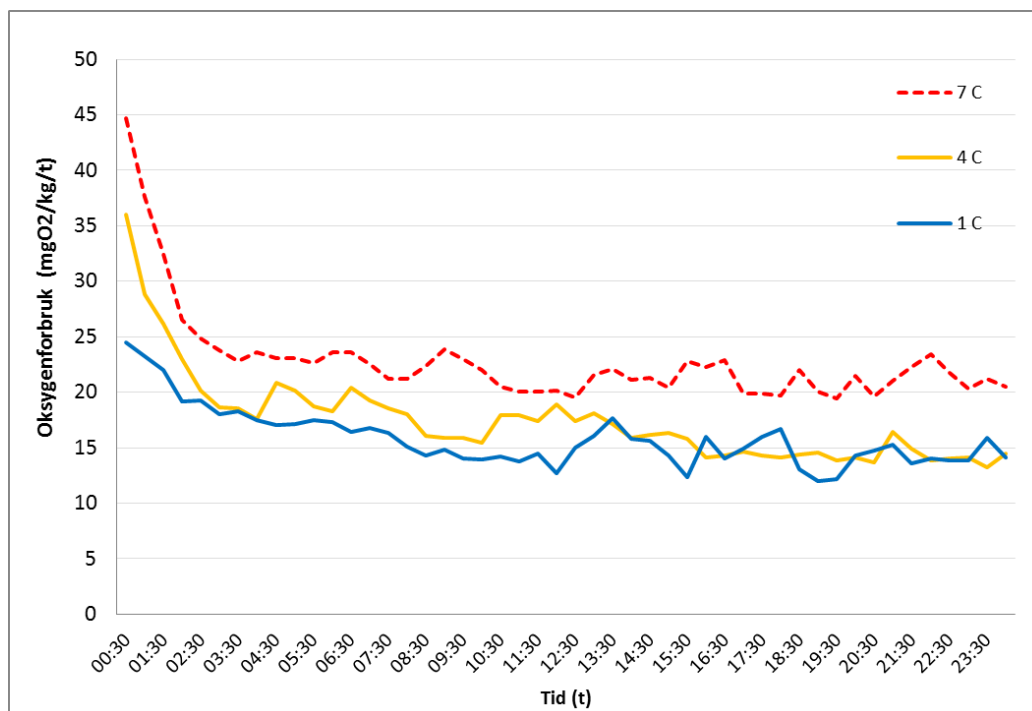
Tabell 8 *Kjemiske sammensetning i % av krabbefôret.*

Innhold	I prosent av dietten (%)
Protein	53,5
Fett	15,0
Karbohydrater	12,3
Aske	12,2
Vann	7,0
Energi (MJ/kg)	20,9

5.2 Resultat

5.2.1 Oksygenforbruk

Som vi ser av figur 5 senkes krabbenes oksygenforbruk ved å overføre krabben fra $7 \text{ }^\circ\text{C}$ til henholdsvis $4 \text{ }^\circ\text{C}$ og $1 \text{ }^\circ\text{C}$. Overaskende er det ingen signifikant forskjell mellom gruppene $4 \text{ }^\circ\text{C}$ og $1 \text{ }^\circ\text{C}$ slutttemperatur etter 24 timer. Ut fra resultatforløpet for oksygenforbruk hos kongekrabbe oppnås nedkjølingseffekten allerede etter 8 timer.



Figur 5 Oksygenforbruk (mgO₂/kg/t) hos kongekrabbe (gjennomsnittsvikt 2,5 kg) holdt ved tre ulike temperaturregimer.

5.2.2 Overlevelse og velferd

Det ble ikke observert dødelighet i forbindelsen med nedkjøling av krabbene. Samtlige laktatverdier før nedkjøling var lave, noe som var forventet. Videre var det ingen tegn til økning i laktatnivå i noen av gruppene etter 24 timer med behandling (nedkjøling). Etter 24 timer lagret i tørt i kasser etter nedkjøling ser vi en svak tendens til økning i laktatnivå i samtlige grupper. Videre ser vi at begge nedkjølingsgruppene har litt lavere nivå av laktat i blodet sammenliknet med kontrollgruppene holdt ved konstant temperatur (7 °C) (tabell 9). Lavere laktat nivå med nedkjøling henger sammen med senket metabolisme ved nedkjøling.

Tabell 9 Laktat (μmol/l) i blod hos kongekrabbe ved konstant temperatur og nedkjølt til to lavere temperaturer (4 og 1 °C) på tre ulike tidspunkt i under transport.

Temperatur-regime	Antall (n)	Vekt (kg)	Laktat (før kjøling)	Laktat (etter 24 timer, ved pakking)	Laktat (etter 24 timer i kasse)
Kjøling 1 °C	3	3,34	<0,4	<0,4	1,1
Kontroll (konstant 7 °C)	3	3,32	-	<0,4	1,3?
Kjøling 4	3	3,17	<0,4	<0,4	3,6?
Kontroll (konstant 7 °C)	3	2,84	-	<0,4	4,3?

6 Velferdstiltak for kongekrabbe som har dårlig kondisjon ved levering fra fisker

6.1 Bakgrunn

En del av krabbene som leveres fra ordinært krabbefiske er i dårlig forfatning. I stor grad skyldes det dårlige transportbetingelser og suboptimale miljøbetingelser under transport. Krabbe som har vært utsatt for slike negative faktorer er i dårlig forfatning og kan i verste fall dø i løpet av de første timene/dagene etter fangst. Tiltak for å forbedre overlevelsen før videre levende transport til markedet hos disse krabbene er viktig både ut fra dyrevelferds- og bedriftsøkonomiske hensyn. En metode som i liten grad har vært prøvd ut er bruk av ekstra tilførsel av oksygen ved mottak og ved forsendelse av krabbe til markedet. Det ble satt opp to forsøk med henholdsvis 24 timer tørtransport (forsøk 6a) og et på 48 timer tørtransport til markedet (forsøk 6b).

6.2 Material og metode

Forsøksmateriale til dette forsøket skulle være krabbe med nedsatt vitalitet og helsetilstand ved levering. Vi hadde store problemer å få tak på et slikt materiale på grunn av gode transportrutiner hos fisker. Vi måtte derfor nøye oss med et materiale bestående av krabber med generelt god helsetilstand ved levering.

Forsøk 6a

I forsøket ble det benyttet villfanget kongekrabbe fanget 26. november 2013 kl. 1400. Gangtid fra fangststed til mottaksanlegg hos Cape Fish AS var på ca. 1 time. Ventetid ved anlegget før lossing var på 1 time. Oksygennivå og vanntemperatur ble målt om bord i båt ved levering. Videre ble et tilfeldig utvalg av krabber målt for laktat om bord i båten ved levering. Et utvalg på 50 krabber ble tilfeldig fordelt på to kontrollkar (n=25) på 700 l (bilde 2). Det ene karet fikk standard behandling med vanntilførsel beskrevet under tetthetsforsøket (kontrollkar, se kapittel 3.2). Det andre karet fikk i tillegg til vanlig vanntilførsel også tilført oksygen fra oksygenflasker gjennom to keramiske diffusorer som produserer mikrobobler av oksygen. Kl. 1430 ble det tatt laktatprøver av 5 individer fra hver behandling (standard/ oksygen). Dagen etter kl. 10.00 ble det tatt nye prøver av 5 tilfeldig utvalgte krabber fra hver behandling. Det ble benyttet både en laktatmåler og et helblodsanalyseapparat av typen I-stat. Etter at blodprøvene var tatt ble krabben pakket etter standard prosedyre for flyfrakt av krabbe. Krabbene ble sendt med fly til Tromsø og pakket opp kl.1430 den 28. november (28 timers tørtransport). Under frakten var temperaturloggere plassert i kassene sammen med krabbene. Blodlaktat ble målt på samtlige krabber før de ble overført til kar med sjøvann ved Nofima sitt levendelagringssystem i Tromsø. Krabbene ble så holdt 24 timer i dette systemet før nye målinger av laktat ble gjennomført. Helblodprøver fra krabbene ble analysert for laktat, glukose, pH og oksygen ved hjelp av i-STAT Portabel Clinical Analyzer i kombinasjon med analysekassett EC8+.

Forsøk 6b

I forsøket ble det benyttet villfanget kongekrabbe fanget 27. november 2013 kl. 1400. Gangtid fra fangstfelt til mottaksanlegg hos Cape Fish AS var på ca. 2,5 timer. Ventetid ved anlegget før lossing var på 1 time. Et tilfeldig utvalg på 10 krabber ble målt for laktat om bord i båten ved levering (bilde 9). Et utvalg av levert fangst på 50 krabber ble tilfeldig fordelt på to kar (n=25) på 700L. Et kar fikk standard behandling med vanntilførsel beskrevet under tetthetsforsøket (kontrollkar). Det andre karet fikk i tillegg tilført oksygen. Den 28. november ble et utvalg på 15 krabber fra hver behandling tatt ut og pakket etter standard eksportprosedyre og fraktet til Tromsø med fly. Ved ankomst ble krabbene lagret uåpnet i esker til 30. november. Krabbene ble pakket opp etter 48 timers tørrtransport. Det ble målt laktat umiddelbart etter at de ble pakket opp, etter 24 timer og 10 døgn etter at de var blitt plassert i sjøvann.



Bilde 9 Prøvetaking av kongekrabbe ved leveranse til mottaksanlegg.

6.3 Resultat

Forsøk 6a

6.3.1 Vannkvalitet og blodlaktatnivå i båt ved levering

Gjennomsnittlig oksygenmetning og temperatur i kar om bord i båt ved levering var på henholdsvis 31,4 % (DO) og 5,6°C. Gjennomsnittlig laktatnivå hos kongekrabbe ved levering var lav (<0,4 mg/l) (tabell 9).

6.3.2 Laktatnivå i kar og etter transport

Tabell 10 gir en oversikt over laktat, glukose, pH og oksygenivå i blodet hos kongekrabbe etter 28 timers tørrtransport og etter overføring til sjøvann 24 timer etter transport. Som det fremgår av tabellen har begge gruppene generelt lave verdier på de ulike blodparametrene. Videre viser laktatmålingene at oksygenering av krabbe før pakking førte til at kongekrabbene kommer seg raskere etter transport.

Tabell 10 Blodanalyse (laktat ($\mu\text{mol/l}$), glukose ($\mu\text{mol/l}$), pH og O_2 i blodet) hos kongekrabbe behandlet med og uten tilførsel av ekstra oksygen.

Prøvetaking (tidspunkt)	I båt ved levering	Etter 28 timer tørr transport	Etter 24 timer i sjøvann
Laktat (Scout lactate meter)	<0,4		
Oksygen		3,8	<0,4
Standard		5,4	1,6
Dødelighet	-		
Oksygen		0	1
Standard		0	0
Glukose (i-STAT)	-		
Oksygen		1,55	-
Standard		1,63	-
pH (i-STAT)	-		
Oksygen		6,89	7,14
Standard		6,58	7,23
O_2 (%) (i-STAT)	-		
Oksygen		81,5	93,0
Standard		47,5	94,6

Forsøk 6b

Blodanalyse av laktat ($\mu\text{mol/l}$), dødelighet og velferdsscore ble benyttet for vurdering av krabbevelferd før transport, 48 timer tørrtransport og etter 24 timer og 11 dager i sjøvann.

Som det fremgår av tabell 11 er nivået av laktat før forsendelse svært lave. Videre ser vi at nivåene på laktat er svært høye på både oksygenert og vanlig behandlede krabber etter 48 timer tørrtransport. Etter 24 timer i sjøvann var nivå på laktat tilbake på normalt nivå for gruppen som hadde blitt oksygenert, mens krabben behandlet på vanlig måte hadde et litt forhøyet nivå av laktat. Etter 11 døgn var begge gruppene nede på normalt nivå med laktatverdier på under $0,4 \mu\text{mol/l}$.

Tabell 11 Blodanalyse av laktat ($\mu\text{mol/l}$), dødelighet og velferdsscore før transport, etter 48 timer tørrtransport og etter 11 dager i sjøvann hos kongekrabbe behandlet med og uten tilførsel av ekstra oksygen. Velferdsscore

Prøvetaking (tidspunkt)	Før pakking	Etter 48 timer tørr transport	Etter 24 timer i sjøvann	Etter 11 dager i sjøvann
Laktat	<0,4			
Oksygen		12,7	0,5	<0,4
Standard		12,3	1,7	<0,4
Velferdsscore				
Oksygen		1,3	7,8	9,2
Standard		1,1	8,1	9,7
Dødelighet				
Oksygen		0	0	1
Standard		0	0	0

7 Oppsummering og anbefalinger

7.1 Optimal individtetthet

- Tradisjonelle saltfiskkar på 700L med rikelig vanntilførsel fra bunn og topp er egnet for langtids levendelagring av kongekrabbe hvis man unngår individtettheter på over 150 kg/m³ (ca. 100 kg per kar) under høst/vinterforhold.
- Lagringstid uten fôring i slike kar bør begrenses til 50 dager under høst/vinterforhold for å sikre god dyrevelferd.
- Det ble observert mellom 4 og 7 % skader på kongekrabbe som var blitt lagret på henholdsvis 150 og 100 kg/m³. Den høyeste tetthetsgruppen hadde derimot et dobbelt så høyt nivå (14 %). Vi har ingen sikre holdepunkter for når og hvorfor skadene oppsto. Vi tror likevel at den økte skadefrekvensen ved den høyeste tettheten kan skyldes at økt tetthet gir krabbene mindre bevegelsesfrihet, og dermed mindre mulighet til å unnsnippe gripeklørne fra andre krabber.
- De benyttede velferdsindikatorne (velferdsscore og laktatmålinger) viser at krabben har det bra under de rådende betingelsene.
- Langtidslevendelagring (2 mnd.) uten fôring gir en krabbe med mindre kjøtt i gangbeinene. Med andre ord får man en krabbe med redusert markedskvalitet.

7.2 Betydning av fôring for krabbevelferd

- I dette forsøket ble det benyttet lengdestrømsrenner spesielt tilpasset kongekrabbe, da de tradisjonelle saltfiskkarne i liten grad er egnet for fôring av kongekrabbe (bilde 9).
- Lengdestrømsrennene fungerte svært godt under hele forsøket for begge gruppene.
- Det ble ikke observert dødelighet eller skader i forsøksperioden for noen av gruppene.
- Både fôr- og sultgruppen hadde svært høy velferdsscore ved forsøkslutt. Krabbene som var blitt fôret hadde maksimal velferdsscore (10) etterfulgt av krabbene som var blitt sultet (8,9).
- Langtidslevendelagring (2 mnd.) uten fôring gir også her en krabbe med mindre kjøtt i gangbeinene. Fôring bidro til økt kjøttfylde i gangbein. Med andre ord ved bruk av fôring opprettholdes kjøttkvaliteten hos krabben.

7.3 Tilrettelegging for levende transport til marked

- Under levende transport av kongekrabbe akkumuleres avfallsstoffene i blodet. Akkumulert avfallsstoff (som f.eks. ammoniakk) vil i hovedsak skilles ut via gjellene. Krabbene har derfor et stort behov for friskt sjøvann etter en tørttransport for å kunne kvitte seg med akkumulerte avfallsstoffer og "tilbakebetale" opparbeidet oksyngjeld.

- Nedkjøling av krabbe før levendetransport senket krabbens stoffskifte. Etter ca. 8 timer med nedkjøling var stoffskiftet til kongekrabben stabilt lavt. Det ble ikke oppnådd bedre effekt ved lengere tids nedkjøling (24 t).
- Det ble ikke oppnådd vesentlig forbedring i nedkjølingseffekten (lavere stoffskifte) ved å senke temperaturen fra 4 °C til 1 °C.
- Nivåene av laktat og stoffskifte er lavere hos krabbe som har blitt tatt ned i temperatur sammenliknet med dyr holdt på konstant høy temperatur. Utgangstemperaturen i dette forsøket var relativt lave (7 °C). Under sommerforhold ved høyere vanntemperatur forventes en betydelig større effekt på krabbens stoffskifte som vist i Siikavuopio et al., 2012.

7.4 Velferdstiltak for kongekrabbe som har dårlig kondisjon ved levering fra fisker

- Det ble gjennomført to tørrtransportforsøk på henholdsvis 24 og 48 timers transport basert på gjeldende praksis hos eksportører av krabbe. Krabbene taklet både 24 og 48 timer transport svært godt. Krabbene holdt i 48 timer, hadde et litt forhøyet nivå av laktat etter transporten etter 24 timer. Kontrollmålinger etter 11 dager i sjøvann viste at nivåene av laktat var tilbake til normalt nivå for ustresset krabbe.
- Oksygenering av krabbene i vann i forkant av transport har en positiv effekt på laktatnivåene sammenliknet med gruppen uten tilførsel av ekstra oksygen.
- Kongekrabbe som fikk tilført ekstra oksygen i karene etter fangst var mer virile og aktive dagen etter, sammenliknet med krabbe holdt under vanlige betingelser.
- I fremtidige forsøk bør ulike årstider, nivåer og tidsintervaller for oksygenering testes ut. Spesielt er sommeren en kritisk periode på året hvor oksygenering kan ha stor betydning både ved mottak fra fisker og levendetransport til markedet.

8 Referanser

- Damsgård, B., Siikavuopio, S. I., Charlehög M., & Mortensen, A.1999. Oppfôring av mellomlagret kongekrabbe. Fiskeriforskningsrapport 4/1999.
- Kovatcheva N., A. Epelbaum, A. Kalinin, R. Borisov & R. Lebedev. 2006. Early life history stages of the red king crab *Paralithodes camtchaticus* (Tilesius 1815): Biology and culture. Moscow: VINRO publishing. 116 s.
- Philips, B., 2006. Lobsters, Biology, Management, Aquaculture and Fisheries. Blackwell, Publishing Ltd.
- Siikavuopio S.I.,Martinsen G., Stenberg, E., Jakobsen R., Carlehög, M., & Eilertsen, G. (2011) Kongekrabbe – foredling og industriell bearbeiding Nofima rapport 6/2011.
- Siikavuopio, S.I. & James P., 2013. Effects of feed intake, growth and oxygen consumption in adult male king crab (*Paralithodes camtshaticus*) held in captivity and fed manufactured diets. Aquaculture Research. *Accepted*. doi:10.1111/are.12207

