

Fangst, mellomlagring, vedlikeholdsfôring og transport av levende kongekrabbe

Sten Ivar Siikavuopio, Philip James, Kjell Ø. Midling og Tor H. Evensen





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

Nofima har om lag 470 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
NO-9291 Tromsø
Tlf.: 77 62 90 00
Faks: 77 62 91 00
E-post: nofima@nofima.no

Internett: www.nofima.no

Rapport

 ISBN: 978-82-7251-933-8 (trykt)
 ISBN: 978-82-7251-934-5 (pdf)

 Rapportnr.:
 47/2011

 Tilgjengelighet:
Åpen

<i>Tittel:</i>		<i>Dato:</i>
Fangst, mellomlagring, vedlikeholdsføring og transport av levende kongekrabbe		21.12.2011
		<i>Antall sider og bilag:</i>
		29 + 1 vedlegg
<i>Forfatter(e):</i>		<i>Prosjektnr.:</i>
Sten Ivar Siikavuopio, Philip James, Kjell Ø. Midling og Tor H. Evensen		21176
<i>Oppdragsgiver:</i>		<i>Oppdragsgivers ref.:</i>
Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond		FHF #900572
<i>Tre stikkord:</i>		
Kongekrabbe, fangst, levende mellomlagring		
<i>Sammendrag:</i>		
<p>Fangst, transport og levendelagring av kongekrabbe kan gi en del utfordringer både hos krabbefiskere og produsenter. For å optimalisere fangst, transport og levendelagring av kongekrabbe er det viktig å redusere faktorer som kan ha negative effekter på kongekrabben. I denne rapporten har vi fokusert på tiltak som kan være nyttig under fangst, transport og levendelagring av kongekrabbe. Kunnskapen er fremkommet gjennom intervju med fiskere, produsenter og nye forskningsresultater fremkommet i dette prosjektet.</p>		
<i>English summary:</i>		
<p>The Red King Crab (<i>Paralithodes camtschaticu</i>) was introduced into Norway in the 1960's and a commercial fishery has now been established with a TACC of 1200 t of male crabs in the commercial fishing area. A live export industry for king crabs is being developed in Norway which will rely on the ability to hold king crabs in land based facilities for extended periods whilst maintaining, or increasing their meat content and quality. The current study investigates whether it is possible to increase the meat content of captive king crab (average =2,2kg) by feeding manufactured diets at different temperatures (4, 8 and 12 °C). A 120 days trial was undertaken with groups of king crabs held in 12 lands based holding tanks (4 replicates pr temperature treatment). Feed intake increases with increasing temperature from 1 gram per kg animal at 4 °C to 2.8 gram feed per kg animal at 12 °C. The meat content increased in all temperature groups and was not significant different at the end of the experiment. Oxygen consumption was also significant effected by temperature and increased with increasing temperature from 15 mg O₂/kg^{-h} at 4 °C to 25 mg O₂/kg^{-h} at 12 °C. The results of the experiment show that the king crab is a cold water aquaculture species and it is feasible to maintain and enhance the meat content of king crab held at low temperature in captivity for periods up to 120 days.</p>		

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 takke Svein Ruud, Ken Ingelæ og Viggo Linangi ved Norway Kingcrab AS for profesjonell bistand i forbindelse med leveranse av kongekrabber. Videre ønsker vi å takke krabbefiskerne i Varanger som har bidratt med sin kunnskap om krabbefiske. Spesielt rettes det en stor takk til krabbefiskerne Erling Haugan, Karstein Weigama, Edgar Olsen og Leif Ingilæ. Til slutt en stor takk til krabbeforsker Roman Vasilyev fra VINIRO for verdifull hjelp under feltarbeidet.



Innhold

1	Innledning	1
2	Innhenting av informasjon fra næringa.....	3
2.1	Innledning.....	3
2.1.1	Oppsummering av informasjon fra fisker.....	3
2.2	Oppsummering av informasjon fra mottaksanlegg på land.....	4
3	Kartlegging av krabbens fôr- og vannbehov	5
3.1	Innledning.....	5
3.2	Material og metode	5
3.2.1	Forsøksoppsett.....	5
3.3	Måling av oksygenforbruk	6
3.4	Resultat og diskusjon	10
3.4.1	Dødelighet og atferd	10
3.4.2	Fôrintak og temperatur	10
3.4.3	Vekst.....	12
3.4.4	Oksygenforbruk og vannbehov.....	13
4	Håndtering og transport av krabbe ved fangst.....	16
4.1	Innledning.....	16
4.1.1	Pilotforsøk: Fangst og lagring om bord i båt.....	17
4.1.2	Velferdsindikatorer knyttet til fangsthåndtering og levende mellomagring.	17
5	Tiltak for å forbedre overlevelse hos krabbe under transport til marked	21
6	Levendelagring av krabber etter transport fra mottaksanlegg til marked	23
7	Oppsummering og anbefalinger	25
7.1	Fangstbehandling og transport	25
7.2	Levende mellomagring og frakt av krabbe	26
8	Forslag til fremtidige FoU-tiltak på kongekrabbe.....	28
9	Referanser.....	29

1 Innledning

Kongekrabbe (*Paralitodes camtschaticus*) fiskes i hovedsak med teiner i fjord 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. Til sammen deltok ca. 400 fartøyer i dette fiskeriet i 2010. Etter gjeldende regelverk skal krabben transporteres levende til mottaksanlegg på land. I takt med økningen i landet mengde kongekrabbe har antall produsenter på land økt fra noen få ved oppstart i 2002 til 23 mottaksanlegg for kongekrabbe i 2010. Øst-Finnmark har den største andelen av mottaksanlegg (ca 70 %), etterfulgt av Vest-Finnmark. Hovedtyngden av krabbe ble produsert i 10-12 anlegg av de 23 mottaksanleggene.



Bilde 1 Fangst av kongekrabbe.



Bilde 2 Levende lagring av kongekrabbe.

Norsk eksport av kongekrabbe var i 2010 på 1.906 tonn (Statistisk sentralbyrå). Det største eksportmarkedet for Norsk kongekrabbe er Japan med 46 % av totalen, så følger Nederland, Kina og Sør-Korea. På verdensbasis er Japan det største markedet for kongekrabbe med totalt ca 20.000 tonn. Hovedproduktet fra kongekrabbeprodusentene er kokte legger ("cluster"). Av de 23 mottaksanleggene baserte tre anlegg seg på levende mellomlagring og transport av levende krabbe til marked (Bilde 2). Det er viktig å merke seg at de fleste krabbeprodusentene på land baserer seg på levende mellomlagring, såkalte "krabbehotell", som en buffer for sin produksjon. I dag utgjør den levende andelen av krabbe til marked under 5 % av den totale kvoten (Svein Ruud, pers.med).

Dagens krabbefiskeri og -forvaltning gir Norge en unik mulighet til å være ledende internasjonalt på levendesalg av kongekrabber til et godt betalt marked. Ved å gjøre de rette grepene kan man i løpet av en 5-års periode øke salget til 30 % levende krabbe, noe som vil gi en bedre pris sammenliknet med frossen kokt krabbe.

Kongekrabbe er en interessant art for levende mellomlagring og oppfôring fordi deler av fangstene i perioder av året har dårlig kvalitet og fordi fangstsesongen er begrenset i tid. Kvalitet på kongekrabbe vurderes etter kriteriene; kjønn, fyllingsgrad, størrelse og utseende. Oppfôring av villfanget kongekrabbe kan øke totalverdien av ressursen ved å: a) øke vekten gjennom å fôre dem over et eller flere skallskifter; b) bedre kjøttkvaliteten på krabber som fanges under det regulerte fisket; c) muliggjøre salg av krabbe utenom ordinær fangstsesong; c) å åpne for produksjon av høyprisprodukter som for eksempel "soft-shell crab" og levende transport av kongekrabbe til et bedre betalt marked. Det er også verdt å nevne at ved salg av levende kongekrabbe får produsenten betalt for hele dyret og kostnader knyttet til koking, prosessering og håndtering av restråstoff bortfaller.

Levendefangst og -transport av kongekrabbe har ført til en del utfordringer hos både fiskere og produsenter. Levende transport av sommer- og høstfanget krabbe har ofte ført til en høyere dødelighet sammenliknet med vintertransport. Det kan være flere faktorer som kan bidra til dårligere overlevelse hos krabbe, som økt stress knyttet til høye temperaturer om sommeren og/eller andre negative parametre som dårlig håndtering og transportbetingelser under fangst, mellomlagring og transport til markedet. En svekket krabbe, som følge av skade eller stress og som overlever transport til land vil med stor sannsynlighet klare seg dårligere en frisk krabbe ved mellomlagring på land. Dette vil i neste omgang øke sannsynligheten for høyere dødelighet og økonomisk tap for både fiskere og produsenter. For å minimere skadelige effekter av fangst, transport og levendelagring er det derfor viktig å redusere faktorer som stresser dyrene. Kunnskap som kan bidra til å sikre en forsvarlig transport, mellomlagring og eksport av levende krabbe vil ha avgjørende betydning. I dette prosjektet har vi valgt to strategier for å frembringe denne kunnskapen;

- Intervjue erfarne krabbefiskere, produsenter og utvalgte internasjonale kompetansemiljø.
- Gjennomføre forsøk for å avdekke krabbens fôr- og vannbehov. Videre, å vurdere biologiske parametre som kan ha betydning for å forstå krabbens stressrespons.

2 Innhenting av informasjon fra næringa

2.1 Innledning

I prosjektperioden ble det gjennomført intervju med utvalgte krabbefiskere og oppkjøpere med lang erfaring knyttet til fangst, håndtering og levendetransport av kongekrabbe. Under intervjuene ble det spesielt lagt vekt på biologiske og ikke biologiske faktorer som kan ha betydning for overlevelse hos kongekrabbe. De viktigste resultatene fra disse undersøkelsene er oppsummert under.

2.1.1 Oppsummering av informasjon fra fisker

Basert på informasjon innhentet fra krabbefiskere fra Varanger kan vi oppsummere at:

- Generelt er det stor variasjon blant krabbefiskere i måten krabben håndteres og transporteres på. Videre varierer fangstene over tid. Disse faktorene kan i følge fiskerne ha stor betydning for overlevelse og kvalitet.
- Det brukes i dag ulike typer transportkar (størrelse, utforming og materiale) under transport av kongekrabbe. Det er stor usikkerhet om hvilken type og utforming av kar som er best egnet for transport av krabbe. Det hevdes blant annet at aluminiumskar er lite egnet for transport.
- Det eksisterer flere løsninger knyttet til vanntilførsel til transportkarene, tildels er det enkelte båter som ikke bruker rennende vann. Få eller ingen måler vannkvalitet under transport. Det eksisterer liten eller ingen kunnskap knyttet til kongekrabbens vannbehov under transport.
- En del båter tørrtransporterer krabben til mottaksanleggene. Det er en oppfatning blant enkelte fiskere at tørrtransport er bedre egnet enn vanntransport av krabbe.
- Videre er det en rekke kritiske faktorer knyttet til vanninntak under transport, spesielt i fjordsystem med innslag av ferskvann. Det er erfart svært høy dødelighet knyttet til slik transport.
- Hvor vellykket fangst og transport er, varierer med sesong. Om vinteren er det få problemer og generelt høy overlevelse, med unntak av en del frostskafer og vindeksponering av kongekrabben, noe som kan gi dødelighet. Fangst om sommeren med høye temperaturer, gir utfordring med tanke på overlevelse.
- Fangst av kongekrabbe rett etter skallskifte om våren gir utfordringer med tanke på håndtering av krabber som nettopp har skiftet skall. Det er lett å skade krabben ved håndtering, både under fangst og lagring.
- Fangstdyp og halehastighet kan ha betydning for krabbens overlevelse. Det antydes at rask halehastighet under trekking av teinene fra dypt vann kan gi redusert overlevelse.

- Andelen skadet krabbe kan i enkeltområder være høy.
- En del skader oppstår i forbindelse med fiske, fangst og sortering. Spesielt er det lett å skade krabbene i forbindelse med fiske tidlig i sesongen, i etterkant av skallskifte.
- Løfting av krabbe etter kun et av gangbeinene kan føre til for høy belastning på krabben, spesielt i perioden i etterkant av skallskifte hvor skallet er tynt og muskelinnholdet er lavt. Løfting og sortering ved å holde krabben i begge gangbeinene anbefales for å unngå å skade krabben.
- Videre oppstår mye av skadene på krabbene i forbindelse med garnfiske. I følge fiskerne er det nesten umulig å ikke skade krabbene i forbindelse med røkting av fiskegarn.

2.2 Oppsummering av informasjon fra mottaksanlegg på land

- Det er relativt stor variasjon i kvalitet på krabber som leveres til mottaksanlegg, og både menneskelige og biologiske faktorer kan bidra til forringelsen av kvaliteten på krabben.
- Ved mottak gjennomføres en ny sortering av krabbe, som oftest umiddelbart etter landing. I perioder hvor tilgangen på krabber er stor, kan mottakssiden være en flaskehals, noe som fører til utfordringer for både fisker og oppkjøper for å holde dyrene i livet.
- Høysesongen for krabbefiske de siste årene (august-september) har sammenfalt med høye temperaturer i havet, noe som gir mindre marginer med tanke på håndtering og overlevelse.
- Fiskere med erfaring og kunnskap om sortering av krabber på feltet har i mange tilfeller gitt seg utslag i forbedret overlevelse og kvalitet.
- Båttørrelsen kan ha betydning for leveranse av kvalitetskrabber. Små åpne båter sliter mer med kvaliteten enn de største båtene.
- Når krabbene har vært mellomlagret i merd eller samleteiner før leveranse kan det i enkelte tilfeller gi forringet kvalitet og redusert overlevelse hos kongekrabbene.
- Det er også gjennomført betydelige forbedringstiltak på levende mellomlagring, noe som har gitt økt overlevelse.
- Gjennom intervju med eksportører av levende krabber fremkommer det en betydelig erfaringskompetanse som har hatt stor betydning for vurdering av krabbens egnethet for levende transport til marked.
- Det har vært en forhøyet dødelighet knyttet til sommer- og høsttransport til marked.

3 Kartlegging av krabbens fôr- og vannbehov

3.1 Innledning

I dag fanges og transporteres kongekrabbe levende til land. Videre så levendelagres en del før den enten blir prosessert ved mottaksanlegget eller levendelagret videre for transport til marked. Kunnskap knyttet til krabbenes vannbehov under transport og under mellomlagring er svært mangelfull, noe som blant annet fremkommer i intervju med fiskere og ledere av mottaksanlegg på land. Langtidslagring av krabbe på land krever fôring av kongekrabben. Kunnskap på dette området er også manglende. Sentrale parametre i dette delprosjektet vil derfor bli å frembringe kunnskap om krabbens vann- og fôrbehov ved det temperaturregime krabben lever under i Vest-Finnmark. I perioden krabben fanges kan temperaturene i havet variere i mellom 4 til 12 °C. I dette forsøket ble det valgt å bruke tre temperaturer som dekker det temperaturintervallet kongekrabben lever under (4, 8 og 12 °C).

3.2 Material og metode

3.2.1 Forsøksoppsett

For å avdekke kongekrabbens vann- og fôrbehov under levende mellomlagring ble det satt opp et forsøk ved Havbruksstasjon i Kårvika med oppstart mai 2011 og avslutning september 2011. Det ble brukt 3 ulike konstante temperaturregimer på henholdsvis 4 ($\pm 0,1$), 8 ($\pm 0,2$) og 12 ($\pm 0,2$) °C (\pm S.D) (Vedlegg 1). I forsøket ble det benyttet levende kongekrabbe fanget i Varangerfjorden og levert av Norway King Crab AS. Det ble benyttet kun hannkrabbe av kommersiell størrelse på 2 til 3 kg. Ved ankomst til Havbruksstasjonen ble krabbene fordelt i to kar på 7000 l. Etter 14 dager ble krabbene fordelt i 12 lengdestrømsrenner (4 individ per renne) med eget innløp og utløp (Bilde 3). Det ble benyttet 4 replikate behandlinger for hver temperatur.



Bilde 3 Forsøksoppsett med kongekrabbe ved Havbruksstasjon i Kårvika.

3.3 Måling av oksygenforbruk

Ved forsøkslutt ble spesifikt oksygenforbruk målt hos tre tilfeldige individer innenfor hvert temperaturregime ved at dyrene ble plassert i et svømmerespirometer (Loligo Systems ApS, Tjele, Denmark) (Bilde 4). 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 48 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 ApS, Tjele, Denmark) måler oksygenkonsentrasjonen hvert sekund og den medfølgende softwaren beregner oksygenforbruk, MO_2 , uttrykt som mgO₂/kg/time.

For å beskrive oksygenforbruket er gjennomsnittlig oksygenforbruk i et tidsintervall på 6 timer benyttet.



Bilde 4 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 oksygenforbruk rate ($\text{mg O}_2 \text{ h}^{-1}$), 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.

For praktisk bruk er det mest interessant å vite hvor stor vanntilførsel en kongekrabbe trenger enn hvor mye oksygen som brukes. For å kunne beregne det spesifikke vannforbruket må vi vite følgende: 1) det målte spesifikke oksygenforbruket, 2) minimum konsentrasjon av oksygen i vannet som krabben kan leve i uten at det går utover krabbens vekst og velferd. Ut fra russiske anbefalinger har vi valgt å legges oss på et minimumsnivå på 80 % metning (Kovatcheva et al., 2006).

Formelen vi kan bruke er som følger:

$$\text{Spesifikt vannforbruk (l/min pr kg)} = \frac{\text{Spesifikt oksygenforbruk}}{\text{Kons. O}_2 \text{ inn} - \text{Kons. O}_2 \text{ ut}}$$

Fôr

I forsøkene 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 1 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

Krabbene ble tilbudt fôr i overskudd, tilsvarende en fôrmengde på ca. 20 g pr. dyr. pr. dag, gjennom forsøket. Utfôring skjedde daglig etter at fôrrester fra forrige fôring var oppsamlet. Fôret ble testet under tre ulike temperaturbetingelser i et vannbad over en periode på 24 timer, for så å bli tørket i 24 timer med 105 °C i et tørkeskap. Dette ble gjort for å kunne beregne en omregningsfaktor fra vått til tørt fôr. Fôromregningsfaktoren ble funnet ved å la 60 gram tørre pellets ligge i 24 timer i sjøvann med de ulike temperaturene (4, 8 og 12 °C). Deretter ble pelletsene veid (våt vekt). Ved å dividere tørr vekt med våt vekt, kom en frem til et forholdstall mellom tørr- og våtvekt. Gjennomsnittet ± standardfeil (SE) av forholdstallene fra de fem testene var på $0,46 \pm 0.001$ (vedlegg 1).

Fôrintaket ble beregnet som følger:

$$\text{Fôr tørrvekt} - (\text{Restfôr våtvekt} * 0.46).$$

Fôrintak ble registrert daglig gjennom hele forsøket. I presentasjonen er det valgt å bruke gjennomsnittlig fôrintak pr måned som enhet.

Fyllingsgrad

Krabbens fyllingsgrad på krabbe ble målt ved bruk av et digitalt skyvelære. På kappsiden ble ytre diameter (skall til skall) og indre diameter (skall til muskel) målt vha et digitalt skyvelære (Bilde 4). På grunnlag av disse målingene ble fyllingsgrad beregnet. Fyllingsgrad defineres som den andelen (%) av krabbeleggen som består av muskel.



Bilde 5 Måling av fyllingsgrad i krabbemuskel.

3.4 Resultat og diskusjon

3.4.1 Dødelighet og atferd

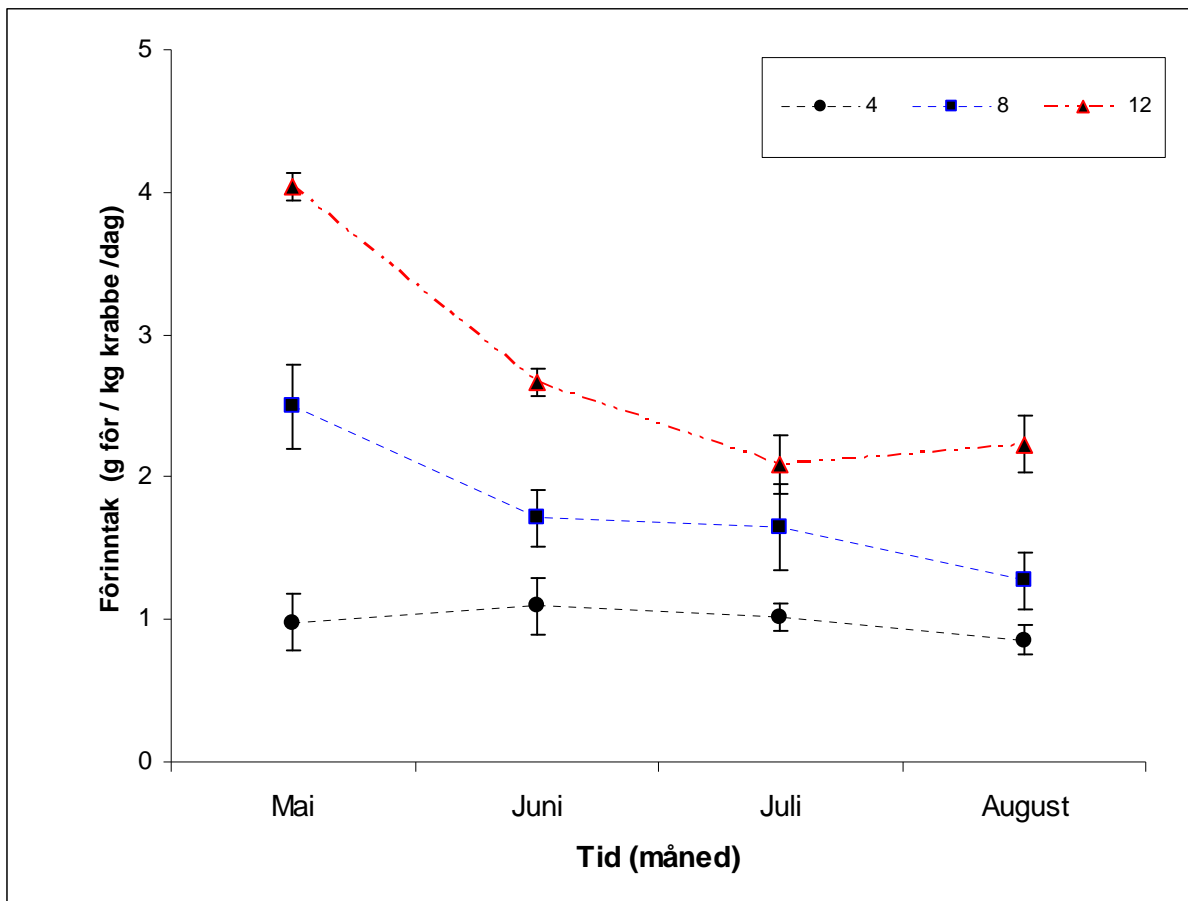
Det ble ikke observert dødelighet hos kongekrabbe holdt ved 4 °C. Derimot døde 4 krabber i høy temperatur gruppen (12 °C) i løpet av forsøksperioden. Kun et individ døde i 8 °C gruppen. Ved forsøkstart og slutt ble tegn til ytre skader registrert på samtlige individ. Dette ble gjort for å registrere mulig negativ sosial atferd som følge av ulike temperaturbehandlinger. Det ble ikke observert noen form for ytre synlige skader i løpet av forsøksperioden i noen av gruppene. Det er derfor ingen ting som tyder på at temperatur påvirker krabbens adferd negativt og fører til skading av hverandre. Krabbene som døde hadde heller ikke noen form for ytre skader. Dødeligheten kan muligens relatere seg til problemer med væskebalansen i forkant av dødstidspunktet, da samtlige av døende krabber hadde "oppblåste" haleparti i forkant. Generelt hadde krabbene som gikk på høy temperatur en høyere aktivitet sammenliknet med krabber på lav temperatur.

3.4.2 Fôrintak og temperatur

Gjennom hele forsøksperioden ble krabbene fôret i overskudd for å unngå underfôring. Utfôret mengde og restfôr ble registrert daglig for å kunne beregne fôrintak. Som vi ser av tabell 2 og figur 1 var fôrintaket høyest i temperatur 12 °C, etterfulgt av temperaturgruppe 8 °C og 4 °C. Hos temperaturgruppe 8 °C og 12 °C var fôrintaket høyest ved forsøksstart, for så å flate ut over tid og stabilisere seg på et relativt konstant nivå (juni-august).

Tabell 2 Oversikt over det reelle fôrintaket (gram per kg krabbe per dag) til kongekrabbe (gjennomsnittsvekt =2,2 kg) holdt ved tre ulike temperaturer (4,8 og 12 °C) (\pm S.D).

Temperatur	Antall krabber (replikater)	Gjennomsnitt vekt (kg)	Dødelighet (antall)	Fôrintak (g fôr pr kg krabbe pr dag)	Fôr inntak (kg fôr tonn pr dag)
4	16 (4)	2,2 (0,3)	0	1.0 (0,09)	1,0
8	16 (4)	2,2 (0,3)	1	1.8 (0,5)	1,8
12	16 (4)	2,2 (0,2)	4	2.8 (0,1)	2,8
Sum:	64 (12)		5		



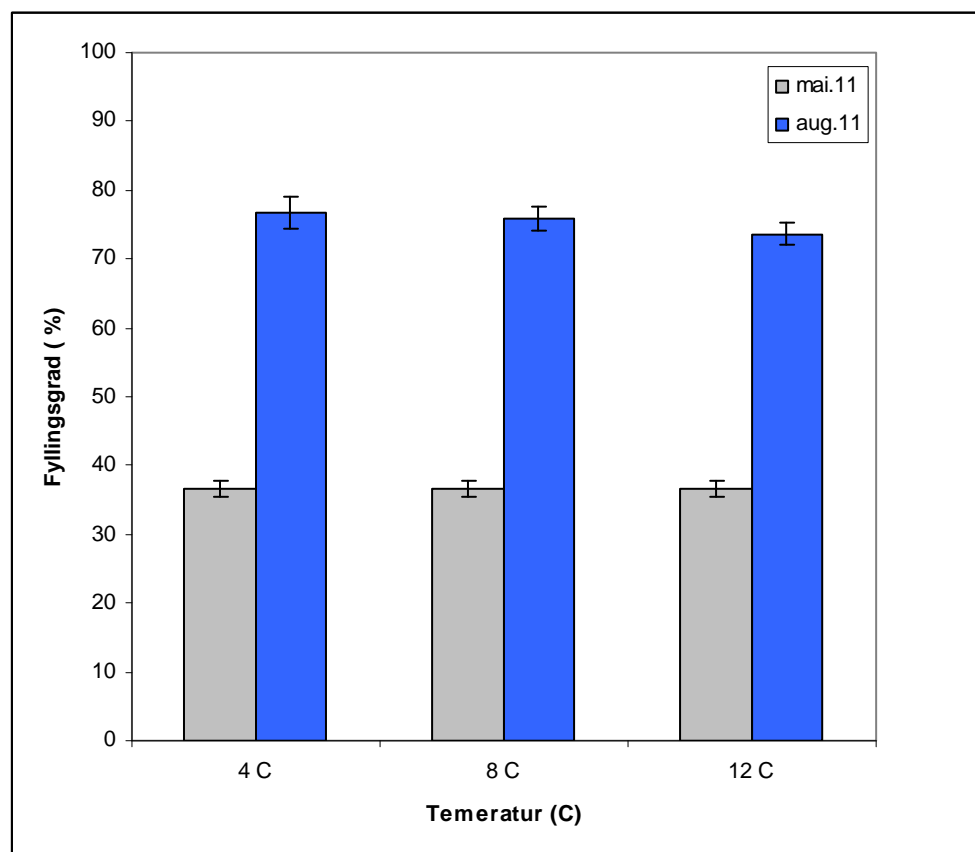
Figur 1 Fôrintak (g fôr pr. kg krabbe pr. dag) hos voksne kongekrabbe (2 kg) holdt ved 4, 8 og 12 °C over en periode på 4 måneder fra mai 2011 til august 2011.

Figur 1 viser at fôrintaket var lavt. Gjennomsnittlig fôrintak for en 2 kilos kongekrabbe holdt ved 4 °C, 8 °C og 12 °C var på henholdsvis 2, 4 og 6 gram fôr pr dag.

Det er verd å merke seg at, selv om det reelle fôrintaket var lavt så ble mye av restfôret knust og smuldret opp av kongekrabbene under spising og ble liggende på bunnen av karet. Dette henger sannsynligvis sammen med den naturlige spiseatferden til kongekrabbe. I praksis betyr det at man ved fôring bør overføre litt for å ta høyde for krabbens spisemønster.

3.4.3 Vekst

I forsøk, hvor krabbene ikke følges over flere skallskifter, er endring i muskelmasse i gangbeinene en anvendelig målemetode for å beskrive muskelvekst (Damsgård et al., 1999; Siikavuopio et al., 2011). I vårt arbeid er muskelvekst i gangbein hos kongekrabben definert som fyllingsgrad (Bilde 5). For å få et så homogent materiale som mulig i forsøket ble det benyttet kongekrabber som hadde byttet skall våren 2011. Muskelfylde i legg (fyllingsgrad) ble beregnet på et tilfeldig utvalg krabber ved forsøksstart (n=20) og samtlige forsøksdyr ved forsøkslutt.



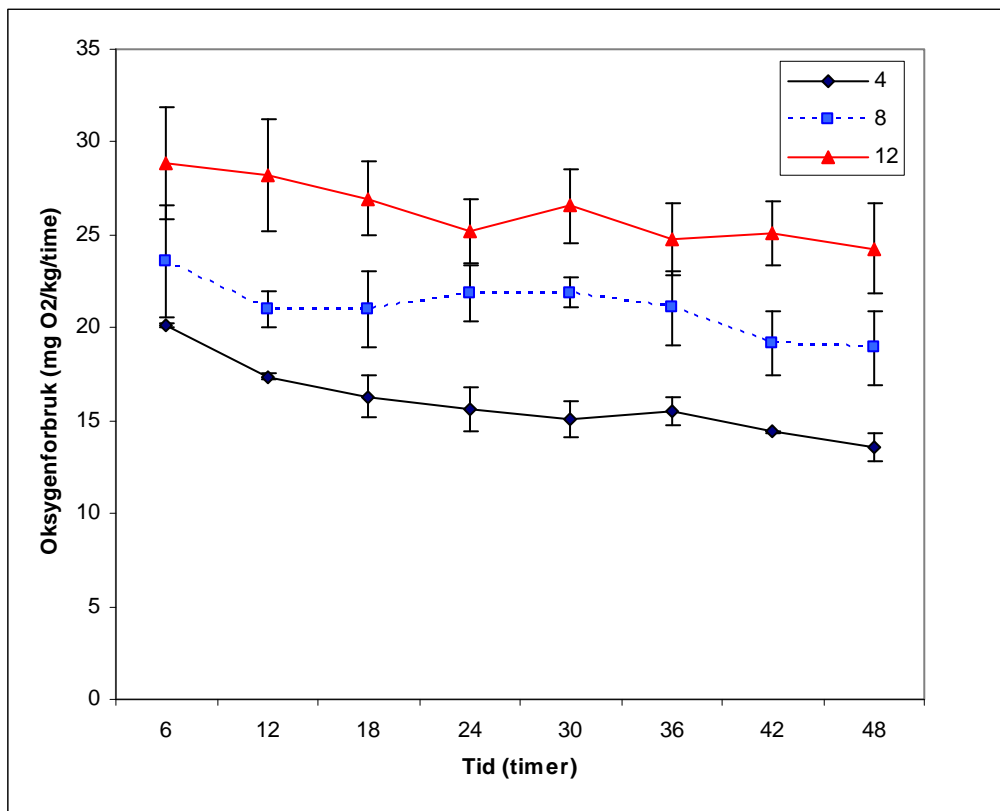
Figur 2 Viser fyllingsgrad i krabbelegg ved forsøksstart (mai 2011) og ved forsøkslutt (august 2011) hos kongekrabbe holdt på ulike temperaturer (4, 8 og 12 °C).

Som vi ser av figur 2 økte fyllingsgraden i løpet av forsøksperioden fra ca. 37 % til ca. 78 % i samtlige temperaturgrupper.

I denne forsøksperioden vokser kongekrabben like bra ved 4 °C som ved 12 °C sett i forhold til muskelvekst. Tar vi i betraktning et tre ganger så høyt fôrinntak ved 12 °C sammenliknet med lav temperatur (4 °C), så virker det som om det er lite å hente når det gjelder muskelvekst ved å øke temperaturen over 4 °C.

3.4.4 Oksygenforbruk og vannbehov

For å kunne beregne vannbehovet til krabbe må vi kjenne til oksygenforbruket og den kritiske nedre grense for oksygennivå for krabbe.



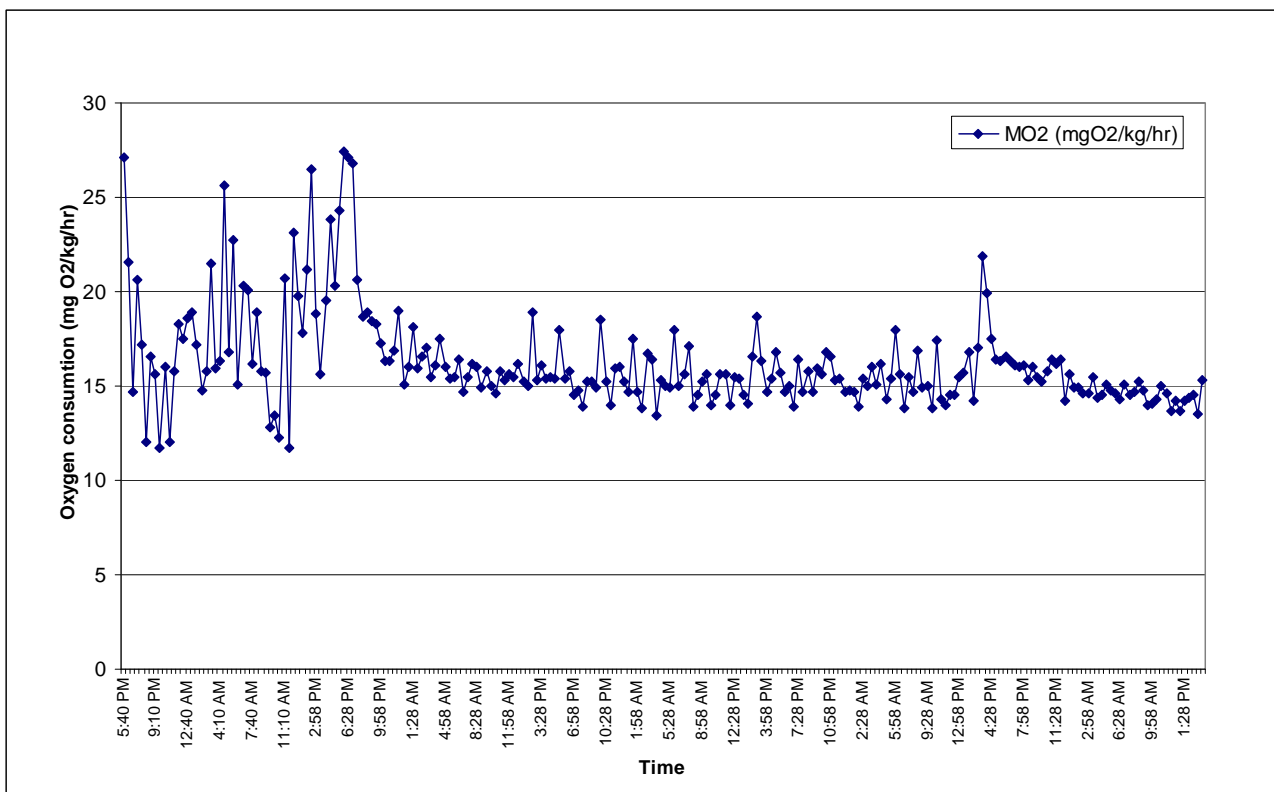
Figur 3 Gjennomsnittlig oksygenforbruk ($\text{mgO}_2/\text{kg/t}$) ($\pm\text{S.E}$) hos kongekrabbe (gjennomsnittsvekt 2 kg) holdt ved tre ulike temperaturer (4, 8 og 12 °C).

Som vi ser av figur 3 øker oksygenforbruket signifikant i takt med økt temperatur. Gjennomsnittlig oksygenforbruk for hele perioden ved 4 °C var 15 $\text{mgO}_2/\text{kg/time}$ mot 25 $\text{mgO}_2/\text{kg/time}$ ved 12 °C (tabell 3). Generelt er oksygenforbruket hos kongekrabbe lavt sammenliknet med for eksempel torsk, som ved samme temperatur kan ha opptil ti ganger så høyt oksygenforbruk.

For en fisker eller oppkjøper er det mer interessant å vite hvor stor vanntilførsel krabben trenger enn hvor mye oksygen den bruker. Som oftest er det oksygentilførsel som er et dimensjonerende kriterium for vanntilførsel. For å kunne beregne spesifikt vannforbruk må vi vite følgende:

1. Spesifikt oksygenforbruk (målt i dette forsøket)
2. Minimumskonsentrasjon (eller metning) av oksygen i vannet.

Russiske forskere har anbefalt en nedre grense på 80 % metning i avløpsvannet til kongekrabbe (Kovatcheva et al., 2006). Vi har tidligere erfart at kongekrabben har et høyere stoffskifte etter fangst og det første døgnet etter håndtering, noe som sannsynligvis skyldes stress hos krabben. Ved beregning av vannbehov er det derfor viktig å ta høyde for det. I vår tabell for vannbehov opererer vi derfor med to verdier; vannbehov under fangst, transport og håndtering og korttidslagring (stresset krabbe) og vannbehov til langtidslagret krabbe (ustresset krabbe) (Figur 4) (tabell 3).



Figur 4 Viser oksygenforbruket ($\text{mgO}_2/\text{kg}/\text{time}$) over tid hos kongekrabbe.

Som det fremgår av tabell 3 er det et vannbehov (liter/minutt) på ca. 0,15 liter per kg krabbe per minutt ved 4 °C under lagring. Når temperaturen går opp til 12 °C dobles vannbehovet til ca. 0,3 liter per minutt pr kg krabbe.

Tabell 3 Beregnet vannbehov (l/kg/min) hos kongekrabbe under fangst/håndtering og under levende mellomagring ved ulike temperaturer.

Temperatur	Oksygenforbruk (mg O₂/kg/time)	Vannbehov ved fangst/håndtering (liter/kg/minutt)	Vannbehov ved levende mellomagring (liter/kg/minutt)
4	15	0,3	0,15
8	20	0,4	0,2
12	25	0,6	0,3

4 Håndtering og transport av krabbe ved fangst

4.1 Innledning

I 2011 deltok det over 400 båter i krabbefiske (regulerte og destruksjonsfiske). Båtstørrelsen varierte fra 4 til 14 m i det regulerte fiske. I destruksjonsfiske var det også åpnet for større havgående fartøy. På bakgrunn av denne flåtestrukturen er det stor variasjon i valg av utstyr og transportmetoder for kongekrabber fra fiskefelt til mottaksstasjon på land. Mest vanlig er det å transportere krabbene i 300- til 700-liters transportkar av plast (Bilde 6). Generelt er det liten eller helt fraværende kontroll av oksygennivå under transport. I prosjektet ble det gjennomført en liten pilotstudie for å se på utvikling av oksygennivå i kar under transport. Det ble på bakgrunn av denne informasjonen valgt å sette opp enkle pilotforsøk knyttet til fangst for å få mål på faktorer som kan bidra til optimalisere transport om bord i båt.

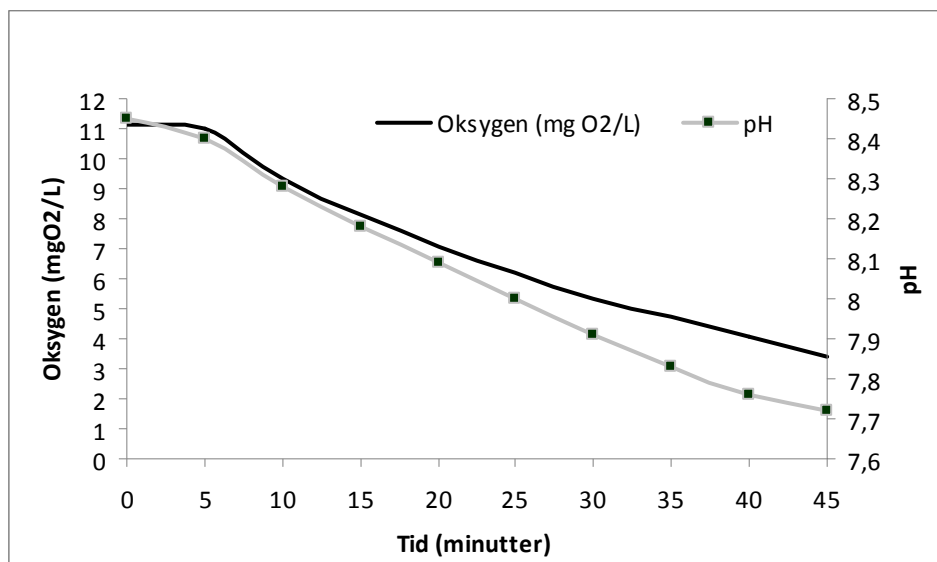


Bilde 6 Tradisjonell transport av kongekrabbe fra fangstfelt.

4.1.1 Pilotforsøk: Fangst og lagring om bord i båt

Bakgrunn

Det mest vanlige formen for transport ombord i sjarkflåten er vannfylte plastkar (300-500L) med vanntilførsel fra en spylepumpe som fordeles på de ulike karene. Nivået av oksygen blir ikke målt, slik at tilførselen av vann blir litt tilfeldig. For å få et begrep om hva som skjer med vannkvalitet under transport, ble det i samarbeid med krabbefisker satt opp et lite pilotforsøk. Pilotforsøket ble gjennomført i et 300-liters plastkar med til sammen 75 kg krabbe i karet (Bilde 6). Oksygenivået, temperatur (4 °C) og pH ble målt gjennom en periode på 45 minutter etter at vanntilførselen ble stoppet (figur 5). Det ble observert et kraftig dropp oksygenivå og pH i transportkaret og allerede etter 25 minutter begynner vi å nærme oss kritisk lave verdier for både oksygen (5 mg/l) og pH (figur 5). Samtidig er det en tilnærmet lineær nedgang i O₂ over tid, noe som tyder på at krabbene er i stand til å nyttegjøre seg seg oksygen selv om nivået synker under 7 mg O₂/L.



Figur 5 Oksygenforbruk (mgO₂/L) og pH hos kongekrabber i transportkar hvor vannet er slått av under transport.

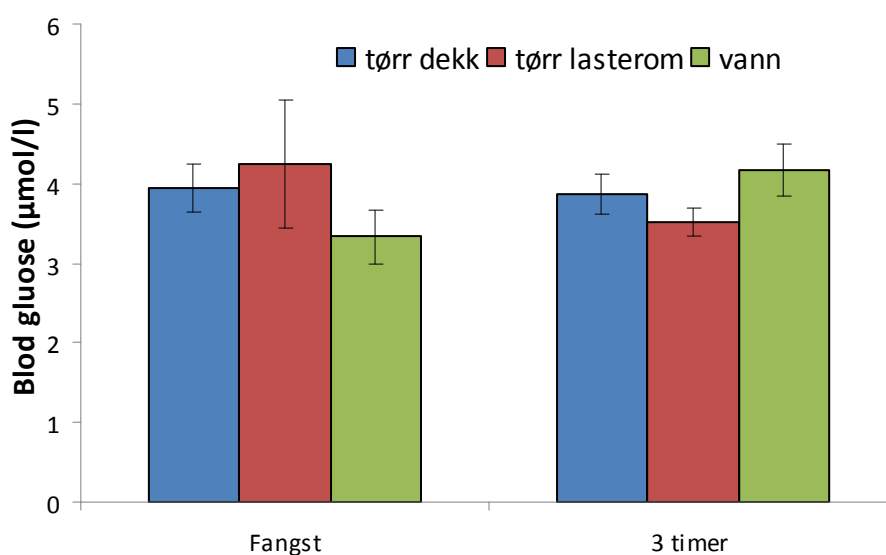
4.1.2 Velferdsindikatorer knyttet til fangsthåndtering og levende mellomlagring

Bakgrunn

Et av delmålene i prosjektet var å fremskaffe fysiologisk målbare parametere som kunne brukes til å beskrive velferd hos kongekrabbe under fangst, transport og levende mellomlagring. Under kapittel 3.3.4 er det vist at oksygenforbruk er en egnet metode til å måle krabbenes stressnivå.

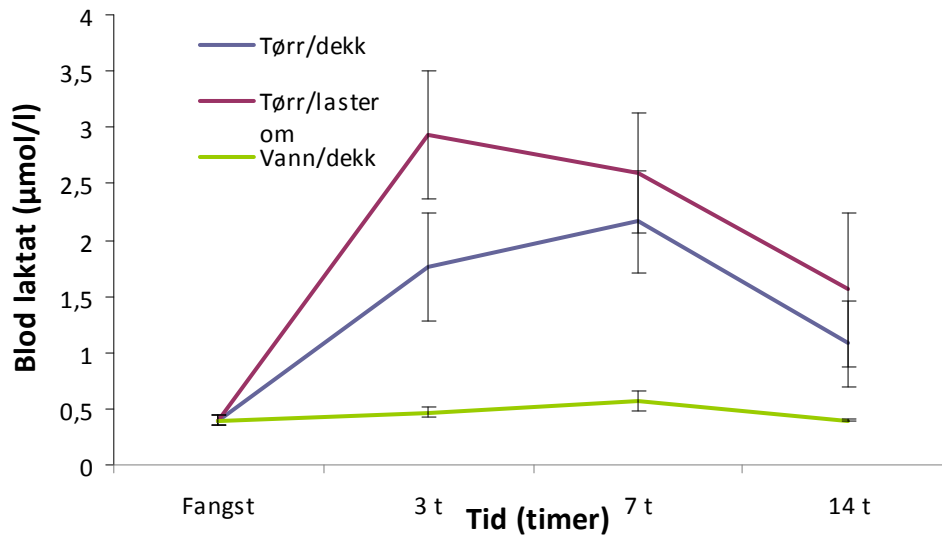
Sommerforhold

En del av krabbefiskerne transporterer krabbene tørt i kar til land enten på dekk eller i lasterommet om bord på båten. Det ble derfor satt opp transportforsøk sommeren og vinteren 2011. Under sommertransporten ble det satt opp tre ulike behandlinger: 1) våttransport med kontinuerlig utskifting av vann; 2) tørrtransport hvor krabbene ble fraktet tørt på dekk; 3) tørrtransport hvor krabbene ble fraktet tørt under dekk. For å evaluere eventuelle negative effekter (stress) knyttet til disse transportformene valgte vi å bruke nivået av laktat ($\mu\text{mol/l}$) og glukose ($\mu\text{mol/l}$) som måleparametere. Transport fra felt til land tok tre timer, hvorpå samtlige krabber (behandlinger) ble overført til lagringskar på land med vanngjennomstrømning.



Figur 6 Nivået av glukose ($\mu\text{mol/l}$) i blodet til krabbe under tre ulike transportmetoder, tre timer etter fangst og 3 timer etter lagring i kar på land.

Forskjellene i blodglukose er relativt små mellom de ulike transportmetodene. Det er en tendens til lavere nivå hos krabbe holdt i vann under transport, men etter 3 timers lagring på land med gjennomstrømning er forskjellene ikke så tydelige.

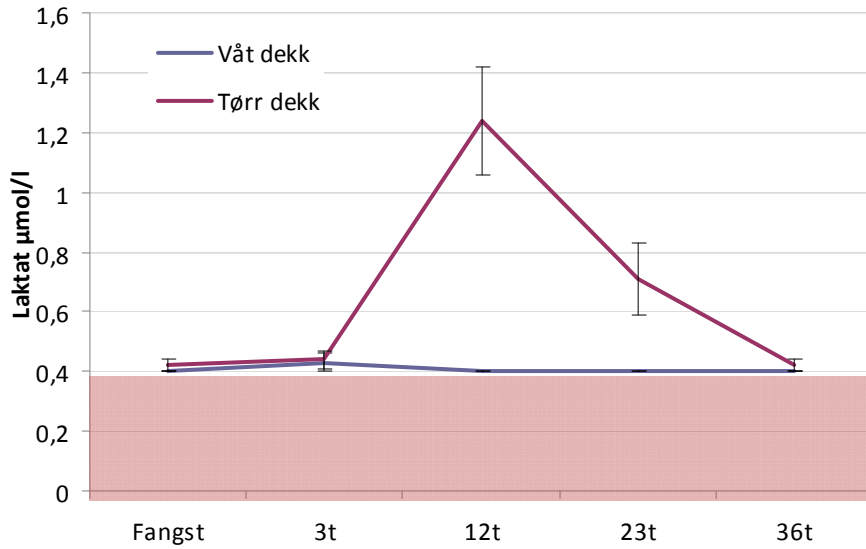


Figur 7 Nivået av laktat ($\mu\text{mol/l}$) i blodet til krabbe under tre ulike transportmetoder, tre timer etter fangst og 3, 7 og 14 timer lagring i kar på land sommeren 2011.

Ser vi derimot på nivået av laktat (Figur 7) er det en klar effekt av transportmetoden. Krabbene holdt i kar med vanngjennomstrømming har konstant lave verdier både ved fangst, under transport til mottaksstasjon og etter lagring i 14 timer. Derimot er nivået av laktat forhøyet hos begge gruppene som ble holdt tørt. Vi tolker disse resultatene som et tegn på forhøyet stressnivå hos krabbe holdt tørt under transport. En forklaring kan være at krabbene som holdes tørt ikke klarer å skaffe seg nok oksygen til aerobt stoffskifte, men må gå over på anaerobt stoffskifte. Forhøyet laktatnivå over tid tyder derfor på at krabbene har pådratt seg en "oksygengjeld" som det tar tid å fjerne. De forhøyede nivåene hos krabbe holdt tørt under dekk sammenliknet med krabbe holdt tørt på dekk, kan muligens tilskrives vibrasjoner fra motor eller annen type stress knyttet til lagring under dekk.

Vinterforhold

Under vintertransport ble det satt opp to ulike behandlinger; 1) vanntransport med kontinuerlig utskifting av vann; 2) tørrtransport hvor krabbe ble fraktet tørt under dekk. For å evaluere eventuelle negative effekter (stress) knyttet til disse transportformene valgte vi å bruke nivået av laktat ($\mu\text{mol/l}$) som målparametere. Transport fra felt til land tok tre timer hvor på samtlige krabber (behandlinger) ble overført til lagringskar på land med vanngjennomstrømming.



Figur 8 Nivået av laktat ($\mu\text{mol/l}$) i blodet hos krabbe under to ulike transportmetoder (vann og tørrtransport), tre timer etter fangst og 3, 12, 23 og 36 timers lagring i kar på land vinteren 2011.

Vi fant tilsvarende resultat som under sommerforhold; et forhøyet nivå av laktat knyttet til tørrtransport sammenliknet med vanntransport. Det som er interessant å merke seg er at laktatnivået ved tørrtransport under vinterforhold bare er halvparten så stort som under sommerforhold. Mest sannsynlig skyldes dette et generelt lavere stoffskifte hos krabbe ved lavere temperaturer.

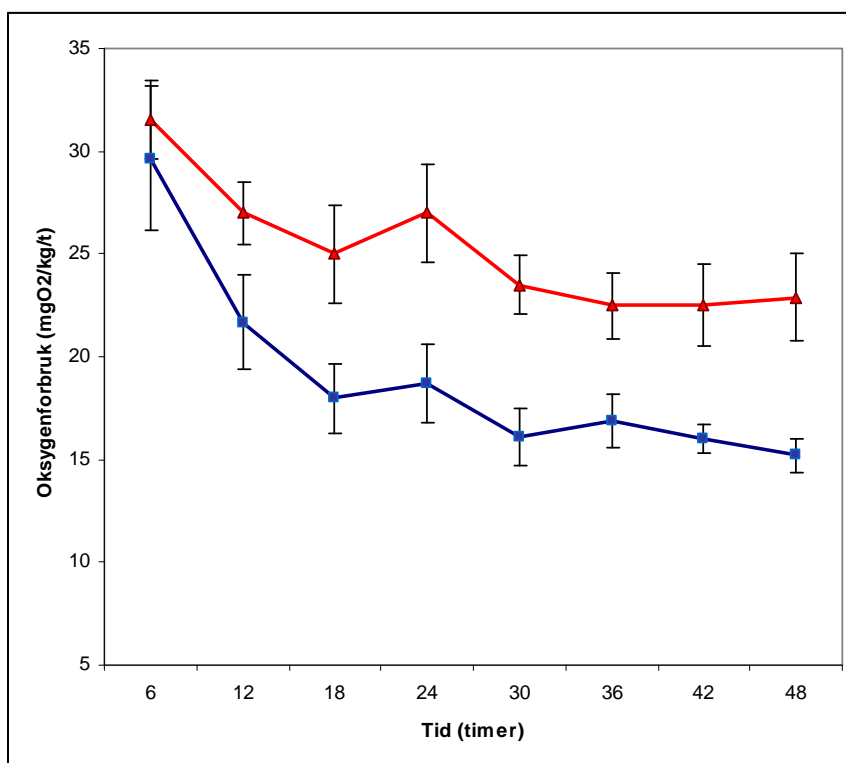
5 Tiltak for å forbedre overlevelse hos krabbe under transport til marked

Bakgrunn

Målet med levendetransport av kongekrabber til markedet er å unngå negative faktorer som kan gi dårlig krabbevelferd og økt sannsynlighet for dødelighet under transport til markedet. Voksen kongekrabbe er i utgangspunktet et sosialt og robust dyr med et relativt lavt stoffskifte som egner seg for levende transport. I utgangspunktet er det lite vitenskaplig kunnskap tilgjengelig knyttet til optimal transport av levende kongekrabber. Det finnes en del erfaringskunnskap på vitalitetsvurdering av kongekrabbens egnethet for levende transport. Hos store internasjonale aktører på levende transport av ulike hummerarter som Amerikansk hummer (*Homarus americanus*) fra USA og Spiny lobster (*Panulirus argus*) fra New Zealand, er det vanlig prosedyre å kjøle ned dyrene før transport til markedet. Dette gjøres primært for å øke overlevelsen ved at stoffskifte senkes og dyrene går mer eller mindre i "dvale" under transport til markedet.

Forsøksoppsett

Det ble satt opp et forsøksoppsett bestående av et utvalg på 10 tilfeldig krabber med en gjennomsnittsstørrelse på 2 kg. Fem av krabbene ble holdt på konstant 10 °C (Figur 9, rød linje). De resterende fem krabbene ble nedkjølt individuelt ved at de ble overført fra 10 °C til 4 °C (Figur 9, blå linje). Hos samtlige krabber ble oksygenforbruket målt individuelt i en periode på 48 timer i forbindelse med behandlingen.



Figur 9 Oksygenforbruk (mgO₂/kg/t) hos krabber holdt på konstant 10 °C (røddlinje) og krabbe tatt ned fra 10 °C til 4 °C (blå linje).

Det gjennomsnittlige oksygenforbruket etter 30 timer var på 16 mg/kg/t hos krabbene tatt ned fra 10 °C til 4 °C. På kongekrabbene holdt på konstant 10 °C var gjennomsnittlig oksygenforbruk på ca. 24 mgO₂/kg/t, noe som var signifikant høyere enn 4 °C gruppen (ANOVA; $F_{1,58}=56,21$, $P=0.001$). Med andre ord fører en nedkjøling av kongekrabbene til et senket stoffskifte, noe som med stor sannsynlighet kan bidra til å forbedre krabbenes overlevelse under transport.

6 Levendelagring av krabber etter transport fra mottaksanlegg til marked

Levendelagring av kongekrabbe hos sluttbruker skjer i hovedsak ved bruk av lukkede anlegg basert på resirkulering av vann (RAS) (Bilde 7). Til forskjell fra gjennomstrømningsanlegg som er vanlig ved mottaksanlegg for krabber, må man ved bruk av RAS ta hensyn til biologiske prosesser i det biologiske filteret. I RAS omdannes toksiske nitrogenholdige restprodukter fra kongekrabbens metabolisme til mindre giftige komponenter. Biofilterets funksjon avhenger av etableringen av autotrofe nitrifiserende bakterier. Dette er bakterier som er til stede i vannet og som etablerer seg i biofilteret som følge av tilgang på ammoniakk og oksygen. Bakterienes tilstedeværelse og funksjon er påvirket av vannmiljøet, blant annet temperatur, salinitet og organisk belastning. Under kontrollert drift i RAS skal biofilteret domineres av autotrofe, nitrifiserende bakterier, som omsetter toksisk ammonium til mindre giftig nitrat. Når forholdene endres, vil også bakteriesammensetningen kunne påvirkes.



Bilde 7 Mottaksstasjon for kongekrabbe "krabbehotell" i Tromsø basert på 100 % resirkulering (RAS).

Ved drift av gjennomstrømningsanlegg er det først og fremst oksygen som er den begrensende faktor med tanke på vannkvalitet, og det er viktig å kontrollere dette. Anbefalt optimalt oksygenivå for kongekrabber er av russiske forskere satt til å være over 80 % metning og helst ikke under 70 % (Kovatcheva et al., 2006). Ved bruk av RAS-teknologi må man i tillegg til oksygen også ta hensynt til andre vannparametere; CO₂, pH, salinitet, ammoniakk, nitrat og nitritt. Kongekrabbe er en stenohalin art som er tilpasset relativt begrenset område for salinitet; 32-35 ‰ (Kovatcheva et al., 2006). Kunnskap om grenseverdier og toleranseverdier for CO₂, ammoniakk, nitrat og nitritt for kongekrabber er mangelfull, men det finnes noe litteratur fra studier av nært beslektede arter. Kovatcheva et al. (2006) har kommet med en vannkvalitetstabell for kongekrabber, hvor de angir sikre nivåer å ligge under 0,05 mg/l for NH₃; 0,26-0,5 mg/l for NH₄; 0,08-0,2mg/l for NO₂ og 20-40

mg/l for NO_3 . Det er verd å merke seg at disse tallene ikke kommer fra forsøk gjort på kongekrabbe og må betraktes som veiledende.

7 Oppsummering og anbefalinger

7.1 Fangstbehandling og transport

- Håndter kongekrabbene varsomt og sorter krabbene ved å løfte de etter minimum to gangbein (Bilde 8).



Bilde 8 Fangsthåndtering av krabbe, hvor krabbe holdes riktig etter to gangbein.

- Unngå slag på krabben i forbindelse med tømning av teiner og sortering.
- Hold helst krabbene i rennende vann om bord i kar under transport.
- Bruk vanntilførsel fra bunnen av transportkar og opp for å få en best mulig fordeling av vannet (Bilde 9).



Bilde 9 Vanntilførsel under transport av kongekrabbe.

- Vannbehovet til krabber med en gjennomsnittsvekt på 2 kg varierer med vanntemperatur fra 0,3 L/min/kg ved 4 °C til 0,6 l/min/kg ved 12 °C. Det betyr at under transport av 100 kg krabbe er behovet 30 liter/minutt ved 4 °C og 60 liter/minutt ved 12 °C. En enkel metode er å bruke ei 10 liters bøtte og se hvor fort den fylles opp med vann. Hvis bøtta er full etter 10 sekunder har du nok vann for å transportere 100 kg krabbe ved 12 °C.
- Hvis det ikke kontrolleres for vannmengde i transportkar bør oksygenivået i transportkarene måles under transport. Oksygenivået bør helst være over 80 % metning under transport (Bilde 10)



Bilde 10 Viser håndholdt elektronisk oksygenmåler brukt under transport av kongekrabbe.

- Hvis det ikke er mulig å transportere kongekrabbe ved bruk av vann, hold krabbene fuktig ved spyling eller tildekking av kar.
- Unngå at krabbene eksponeres for direkte sollys, vindtrekk, frost og regn under transport.
- Unngå ferskvann under transport, det vil føre til høy dødelighet. I områder med innslag av ferskvann bør krabbene transporteres tørt og tildekket.
- Hvis ikke krabbene leveres samme dag, bør de levendelagres i områder hvor det er rikelig tilgang på friskt sjøvann, helst hengende over havbunnen.
- Kongekrabbe skal leveres levende.

7.2 Levende mellomlagring og frakt av krabbe

- Ved mottaksanlegg for kongekrabbe bør det sørges for å ha rikelig tilgang til reint sjøvann.
- Kongekrabbene kan være stresset etter transport (spesielt krabbe som er tørrtransportert). Under tørr transport akkumuleres avfallstoffene 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 tørrtransport for å kvitte seg med akkumulerte avfallstoffer og "tilbakebetale" opparbeid oksyngjeld.

- Kongekrabbe er en kaldtvannsart som normalt lever i et temperaturområde fra 1 °C til 12 °C. Man bør helst holde krabbene innenfor sitt naturlige temperaturområde under levende mellomlagring.
- Anbefalt vannbehov til krabbe av kommersiell størrelse (over 2 kg) under levende lagring varierer fra 0,15 liter/min/kg ved 4 °C til 0,3 liter/min/kg ved 12 °C. Med andre ord trengs det 15 l/min ved 4 °C og 30 l/min ved 12 °C dersom det brukes 100 kg krabbe i et kar.
- Ved langtidslagring bør krabben fôres. I dag finnes det to spesialutviklede tørrfôr for kongekrabbe; et utviklet av Nofima (beskrevet i denne rapporten) og et utviklet av Norway Kingcrab Production AS i samarbeid med Nofima (James et al., 2011) som er egnet for vedlikeholdsfôring. For en kortere periode kan også et magert tørrfôr (torskefôr) brukes til vedlikeholdsfôring.
- Oksygenivået skal helst være over 80 % metning under levende mellomlagring.
- Saliniteten bør holdes mellom 32-35 ‰ (fullt sjøvann).
- Det er en fordel å kjøle ned dyrene i minst et døgn før krabbene fraktes levende til markedet når sjøvannstemperaturene er høye.

8 Forslag til fremtidige FoU-tiltak på kongekrabbe

Fangst (fisker)

- Optimalisere transportkar (vanntilførsel, vannforbruk) under transport. Opplæring av krabbefiskere i måling av vannkvalitet.

Mottaksanlegg (produsent)

- Kunnskapsoppbygging om levende mellomlagring for å sikre høy overlevelse under lagring og transport til marked.
- Bedre dokumentasjon av tiltak som kan øke overlevelse hos kongekrabbe under levende transport, som for eksempel nedkjøling av krabbe før forsendelse.

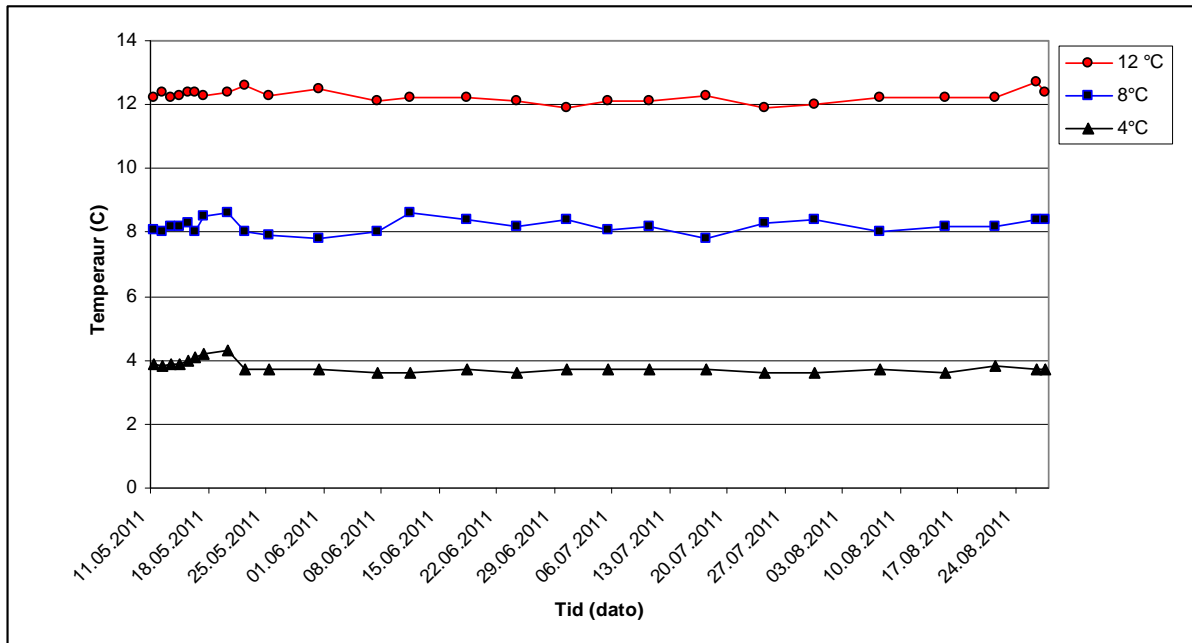
Resirkuleringsanlegg (sluttbruker)

- Kartlegge grenseverdier for vannkvalitet (CO_2 , NH_3 , NO_2) som sikrer optimale betingelser og kvalitet hos krabbene.
- Øke kunnskapen knyttet om drift av biofilteret ved lave temperaturer.

9 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.
- Siikavuopio S.I.,Martinsen G., Stenberg, E., Jakobsen R., Carlehög, M., Eilertsen, G. (2011) Kongekrabbe – foredling og industriell bearbeiding Nofima rapport 6/2011.

Vedlegg



Temperaturprofil hos krabber som fikk tre ulike temperaturbehandlinger (4, 8 og 12 °C).



ISBN 978-82-7251-933-8 (trykt)
ISBN 978-82-7251-934-5 (pdf)
ISSN 1890-579X