

Effekt av vanntemperatur på overlevelse, adferd og oksygenforbruk hos snøkrabbe (*Chionoecetes opilio*)

Sten Ivar Siikavuopio, Ragnhild Dragøy Whitaker, Stein Harris Olsen, Tina Thesslund, Anette Hustad og Atle Mortensen





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

Nofima har om lag 350 ansatte.

Hovedkontoret er i Tromsø, og forskningsvirksomheten foregår på fem ulike steder: Ås, Stavanger, Bergen, Sunndalsøra 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 Johnsgate 4
Postboks 8034
NO-4068 Stavanger

Bergen:

Kjerreidviken 16
Postboks 1425 Oasen
NO-5844 Bergen

Sunnalsøra:

Sjølseng
NO-6600 Sunndalsøra

Felles kontaktinformasjon:

Tlf: 02140
E-post: post@nofima.no
Internett: www.nofima.no

Foretaksnr.:

NO 989 278 835 MVA

Rapport

	ISBN: 978-82-8296-399-2 (trykt) ISBN: 978-82-8296-400-5 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Tittel:</i> Effekt av vanntemperatur på overlevelse, adferd og oksygenforbruk hos snøkrabbe (<i>Chionoecetes opilio</i>)	<i>Rapportnr.:</i> 29/2016
	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Sten Siikavuopio, Ragnhild D. Whitaker, Stein Harris Olsen, Tina Thesslund, Anette Hustad og Atle Mortensen	<i>Dato:</i> 28. juni 2016
<i>Avdeling:</i> Produksjonsbiologi	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 10
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF)	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF # 901091
<i>Stikkord:</i> Snøkrabbe, individtetthet, levendelagring	<i>Prosjektnr.:</i> 11298
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> <p>Hovedmålet med dette prosjektet har vært å fremskaffe ny kunnskap om riktig temperaturbetingelser for transport og levendelagring av snøkrabbe. Våre undersøkelser viser at snøkrabbe krever lavere vanntemperaturer enn kongekrabbe. Det bør helst brukes lavere temperatur enn 2 °C, men snøkrabbe kan tåle temperaturer opp mot 5 °C for en periode. For å sikre best mulig dyrevelferd er vår anbefaling å kjøle ned vannet som tilbys snøkrabbene om sommeren og høsten når temperaturene kommer over 5 °C. Forsøkene viser at voksen snøkrabbe i kommersiell størrelse kan levendelagres i minst 2 måneder uten førtilgang ved temperaturregimer fra 1 til 5 C. Årsaken til at de klarer seg så lenge uten mat er et svært lave stoffskifte som gir et lavt energibehov. Denne kunnskap er viktig for norsk snøkrabbenæring for å sikre høyest mulig overlevelse, kvalitet og best mulig dyrevelferd under transport og levendelagring.</p>	
<i>English summary/recommendation:</i> <p>The experiments show that the adult male snow crab in commercial size can for at least 2 months in temperature regimes from 1 to 5 °C. The snow crab have low metabolism that gives a low energy requirements. Our recommendation is to cool down the water to snow crabs in the summer and fall when the temperatures get above 5 °C to ensure the best possible animal welfare.</p>	

Innhold

1	Innledning	1
2	Material og metode	2
2.1	Forsøk I	2
2.2	Forsøk II	2
2.3	Forsøk III	3
2.4	Statistisk analyse	3
3	Resultater	4
3.1	Forsøk I	4
3.2	Forsøk II	6
3.3	Forsøk III	6
4	Diskusjon	8
5	Konklusjon	9
6	Takk	9
7	Referanser	10

1 Innledning

Snøkrabbe (*Chionoecetes opilio*) ble første gang beskrevet av russiske forskere i Barentshavet ved Gåsebakne i 1996 (Kuzmin et al., 1999). Snøkrabbe er en kuldekjær art og har siden oppdagelsen spredt seg til det meste av det nordlige Barentshavet, inkludert Svalbard (Dutil et al., 2009; Pavlov og Sundet, 2011). Det er også gjort enkeltobservasjoner av arten i langs Finnmarkskysten fra Varangerfjorden til Baltsfjorden i Troms. Hannen utgjør den kommersielle delen av bestanden og kan bli opptil 15 år gammel (maks skallbredde 16,5 cm). Krabben vokser relativt sakte, det tar 8-9 år fra klekking til krabben er stor nok til kommersielt fiske. På grunn av naturlig nedbryting av skallet er hankrabben tilgjengelig for fiske i kun 3 til 5 år etter siste skallskifte (Dutil et al., 2009). Denne krabbearten er en av Nord-Atlanterens viktigste fiskeressurser, med de største landingene på østkysten av Canada (90.000 tonn i 2012). I 2015 var den norske fangsten av snøkrabbe på ca. 9800 tonn, hvorav ca. 20 % ble levert levende til anlegg på land og de resterende 80 % ble prosessert ombord i båt (Charles Aas pers.med.). Krabbene fanges ved bruk av kjegleformede teiner som eynes og settes i lenke på havbunnen (Bilde 1).



Bilde 1 Tradisjonell snøkrabbebåt med krabbeteiner.

Snøkrabbe finnes på mellom 20 og 500 meters dyp (normalt fra 90-250 m), på bløt- og eller sandholdig bunn innenfor et temperaturområde på -1 og 7 °C i sitt naturlige utbredelsesområde (Hardy et al., 1994; 2000; Kuzmin et al., 1999). Den naturlige havtemperaturen langs kysten av Finnmark hvor levende snøkrabbe landes, er kun i perioden desember-mai innenfor snøkrabbens naturlige trivselstemperatur. Erfaringer så langt fra levendetransport av snøkrabber til mottaksanlegg, tyder på høyere transportdødelighet om sommeren enn om vinteren. Økt dødelighet betyr tapte penger for både for fisker og produsent, samt redusert dyrevelferd. Nedkjøling av store mengder vann er samtidig dyrt, så det er derfor viktig å finne en temperatur som kan forsvares både økonomisk og biologisk. Hovedmålet med prosjektet var derfor å fremskaffe ny kunnskap om riktig temperaturløselser for transport og levendelagring av snøkrabbe. Slik kunnskap er viktig for norsk snøkrabbefangst for å sikre høyest mulig overlevelse, kvalitet og best mulig dyrevelferd under transport og levendelagring.

2 Material og metode

2.1 Forsøk I

Snøkrabber (*C. opilio*) ble fanget inn ved bruk av tradisjonelle snøkrabbeteiner av båten Prowess i området kjent som "Smutthullet" i Barentshavet i august 2015. Kun hankrabber av kommersiell størrelse ble tatt om bord og disse ble fraktet levende til Havbruksstasjon i Tromsø. Krabbene ble plassert i et rundt kar på 6 m³ og forsynt med sjøvann på 4 °C for observasjon i ei uke før forsøksoppstart. Ved forsøkssart ble 99 krabbe individuelt målt, individmerket og inspisert for skader før de ble tilfeldig fordelt i 9 runde kar (500 l, 3 replikater). Forsøket startet opp den 11. august og varte til 13. oktober (63 dager). Hvert kar fikk tilførsel av sjøvann med salinitet over 34 ‰. Vannet ble filtrert gjennom sandfilter, UV-behandlet og luftet etter nedkjøling. Hvert kar fikk en vanntilførsel på 10 l⁻¹·min⁻¹·kg krabbe⁻¹ og justert til 3, 6 og 9 °C; tre kar for hver temperatur (tabell 1). Krabbene ble holdt i kontinuerlig mørke (unntatt daglig inspeksjoner av en forskningstekniker iført hodelykt). Vanntemperatur ble logget og registrert hver dag. Oksygenivået ble målt ukentlig med en Handy Delta logger (OxyGuard; OxyGard, International A/S, Blokken, Danmark), og var over 90 % metning gjennom hele eksperimentet i alle kar. Krabbene ble tilbudt fersk sild en gang i uka, tilsvarende en fôrmengde på ca. 50 g pr. dyr. pr. uke. Restfôr ble samlet opp og veid etter 24 timer. Differansen mellom utfôret mengde og restfôr er definert som fôrintak i dette forsøket.

Ved forsøksslutt ble spesifikt oksygenforbruk målt hos tre tilfeldige individer innenfor hvert temperaturregime ved at dyrene ble plassert i et svømmerespirometer (Loligo Systems ApS, Tjele, Danmark). Spirometeret 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, det vil si 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 ble målt. Sensoren (Mini-DO galvanic oxygen probe, Loligo Systems ApS, Tjele, Danmark) måler oksygenkonsentrasjonen hvert sekund og den medfølgende softwaren beregner oksygenforbruk, MO_2 , uttrykt som mg·O₂·kg⁻¹·time⁻¹. Det spesifikke oksygenforbruket er presentert som gjennomsnitt for 1 times intervall.

Oksygenforbruket ble beregnet ut fra følgende formel:

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

Q_{O_2} er oksygenforbruk rate (mg O₂ h⁻¹), R_{vol} er volum (l) av respirometeret, minus volum av kongekrabben estimert ut fra kroppsvekt i forhold 1 g ~ 1ml. t er varigheten av måleperioden (time), og C_o og C_t er oksygenkonsentrasjon (mg O₂·l⁻¹) i respirometeret ved start og ved slutten av målingen.

2.2 Forsøk II

Snøkrabbehanner (*C. opilio*) ble fanget inn ved bruk av tradisjonelle snøkrabbeteiner av båten Prowess i området kjent som "Smutthullet" i Barentshavet i oktober 2015. Krabbene ble fraktet levende til Havbruksstasjon i Tromsø og plassert i et rundt kar på 6 m³ og forsynt med sjøvann på 4 °C for observasjon i ei uke før forsøksoppstart. Ved forsøkssart ble 99 krabber individuelt målt, og inspisert for skader før de ble tilfeldig fordelt i 9 runde tanker (500 l, 3 replikater). Forsøket startet opp 27. november 2015 og varte til 25. januar 2016 (60 dager). Hver kar fikk tilførsel av sjøvann med en salinitet

over 34 %. Vannet ble filtrert gjennom sandfilter, UV-behandlet og luftet etter nedkjøling. Hvert kar fikk en vanntilførsel på $10 \text{ l}^{-1} \text{ min}^{-1} \text{ kg krabbe}^{-1}$ og justert til 1, 3 og 5 °C; tre kar for hver temperatur (tabell 2). Krabbene ble holdt i kontinuerlig mørke (unntatt daglig inspeksjoner av en forskningstekniker iført hodelykt). Vanntemperatur ble logget og registrert hver dag. Oksygenivået ble målt ukentlig med en Handy Delta logger (OxyGuard; OxyGard, International A/S, Blokken, Danmark) og var over 90 % metning gjennom hele eksperimentet i alle kar. Krabber ble ikke føret i forsøksperioden. I tillegg til vektregistreringer ble skade registrert. Synlige tegn til klemskade ble registrert ved forsøksslutt hos samtlige av forsøksdyrene. Videre ble hepatopankreas målt og veid på et utvalg på 6 dyr per temperaturgruppe, ved forsøksslutt. Hepatopankreasindeks (HI) er definert som: $HI = \text{vekt på hepatopankreas} / \text{rundvekt} * 100$.

2.3 Forsøk III

Til sammen ble 9 hankrabber med en gjennomsnittsvikt på 690 gram testet enkeltvis. Krabbene var ved forsøksstart tilvent en temperatur på 5 °C. Før krabbene ble satt ut i preferanserenna ble det festet en temperaturlogger (TidbiT, V2, UTBI-001, Temp logger) på ryggen til dyret, som logget temperaturen hvert minutt i forsøksperioden på 24 timer. Bilde 2 viser temperaturgradientrenne benyttet i dette forsøket. Preferanserennen hadde tilgjengelig vanntemperaturgradient fra 1 til 5 °C. Temperaturen i gradienten ble bestemt ved å blande vann til ønsket temperatur ved å endre forholdet mellom temperert og kaldt vann inn til de ulike cellene. Vanninnløpet i hver celle gikk via perforerte rør som gav en homogen vannstrøm fra innløp til utløp. Temperaturgradienten ble snudd halvveis i forsøksperioden, for å eliminere mulige kareffekter.



Bilde 2 Temperaturpreferanserenne med kammer.

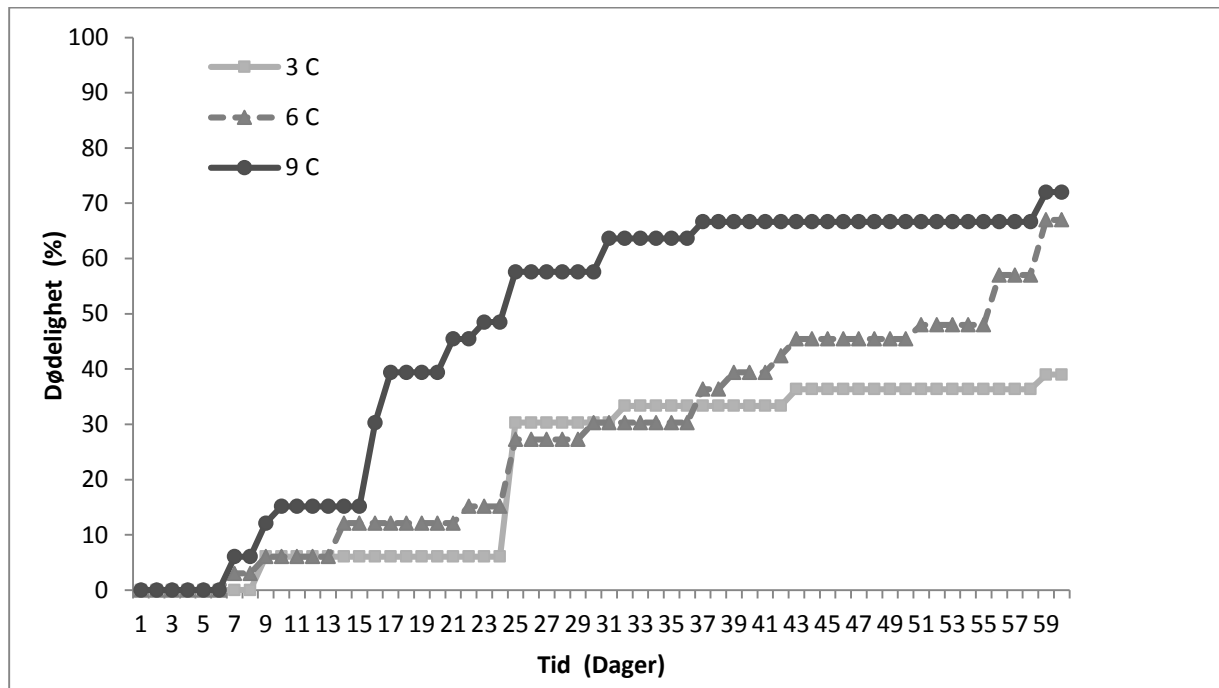
2.4 Statistisk analyse

Statistiske analyser som ble utført med SYSTAT v. 12 (Systat Software, Inc., USA). Mulig forskjeller mellom gruppene ble analysert ved bruk av variansanalyse, etter at dataene var kontrollert for normal fordeling ved bruk av Kolmogorov-Smirnov Lilliefors. (Zar, 1996). Kruskal-Wallis analyser ble brukt for data som ikke var normalt fordelt. Signifikant forskjell ble akseptert når $P < 0,05$. Data presenteres som gjennomsnittsverdier \pm standardfeil (SE).

3 Resultater

3.1 Forsøk I

Dødeligheten i forsøksperioden var sterkt knytte til temperaturer (Fig. 1.). Temperaturgruppen 3 °C hadde høyeste overlevelse (61 %) ($P < 0,0001$) (Tab.1 og Fig. 1), mens overlevelse var på henholdsvis 33 % og 28 % for 6 og 9 °C gruppene (Tab.1 og Fig. 1). Dødeligheten skjedd gjennom hele forsøksperioden i de to høyeste temperaturgruppene (Fig 1.).



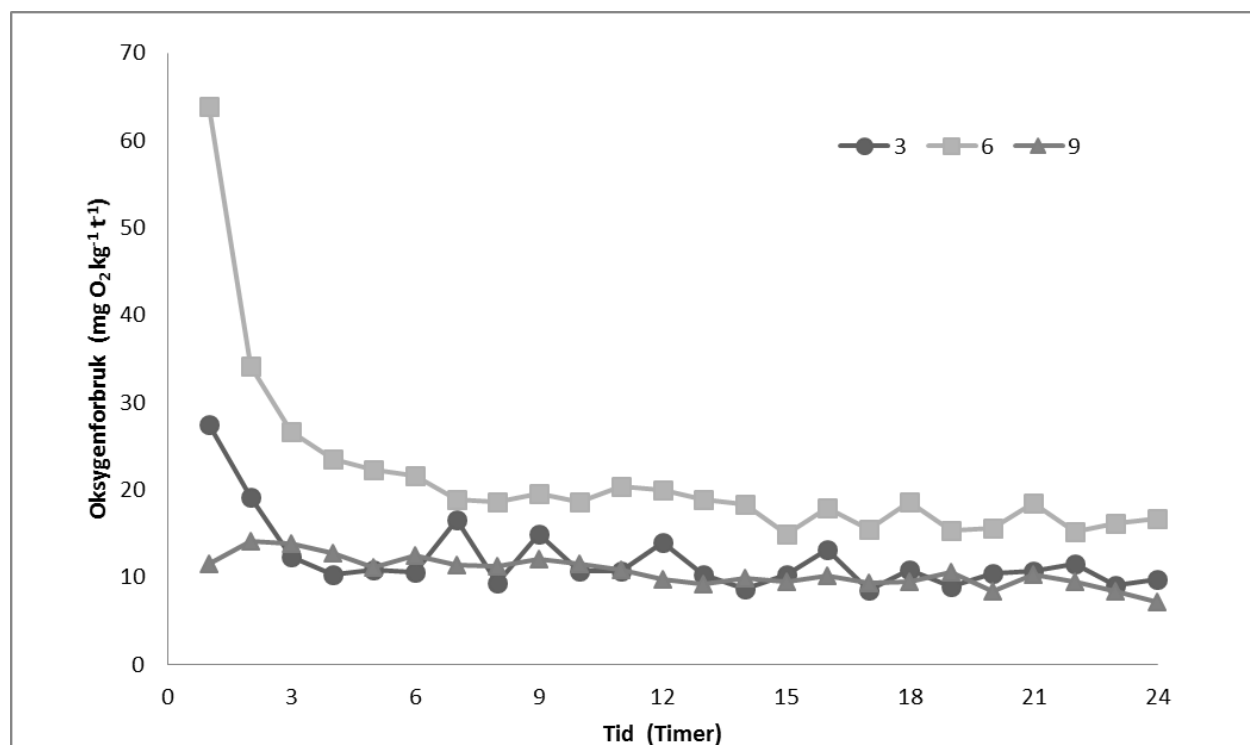
Figur 1 Utviklingen av dødelighet i forsøksperioden hos snøkrabbe som er holdt levende ved 3, 6 og 9 °C.

For å undersøke om dødeligheten var vektrelatert ble vekt på døde dyr sammenliknet med vekten på levende dyr. Det var ingen signifikante vektforskjeller mellom døde ($702 \text{ g} \pm 78$) og levende snøkrabber ($696 \text{ g} \pm 14$). Observasjoner under forsøket viste at snøkrabbene i den høyeste temperaturgruppen (9 °C) var generelt mere inaktive enn krabber holdt på middels (6 °C) og lav temperatur (3 °C) gjennom forsøksperioden. Temperatur hadde en betydelig effekt på fôrinntak (FI) til dyrene ($P < 0,001$). Gjennomsnittet fôrinntak hos krabber holdt på 9 °C ($0,9 \text{ g} \pm 0,5$) var betydelig lavere enn de holdt på 6 °C ($4,1 \text{ g} \pm 0,3$) og 3 °C ($3,1 \text{ g} \pm 0,7$) (Tab.1). Fôrinntak i de to laveste temperaturgruppene forble på et relativt konstant nivå gjennom eksperimentell perioden. Derimot falt fôrinntak i høyeste temperaturen gruppen til null på dag 14 i forsøksperioden.

Tabell 1 Temperaturen (°C), replikater (n), overlevelse (%), fôrintak (g/dyr/uke), Oksygenforbruk ($\text{mg O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) gjennomsnittsvekt (g) start, Gjennomsnittsvekt (g) start (overlevende), gjennomsnittsvekt (g) slutt (overlevende) hos snøkrabbe holdt ved tre temperaturer (3, 6 og 9 °C) i to måneder (\pm S.E.). Ulike bokstaver i kolonene viser signifikante forskjeller ($p < 0,05$).

Temperatur (°C)	Kar	Antall (n)	Overlevelse (%)	Fôrintak (g/dyr/ uke)	Oksygenforbruk ($\text{mg O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$)	Startvekt (g)	Startvekt (g) (levende)	Sluttvekt (g) (levende)
2,9 (0,02)	3	33	61 _a	3,1 (0.7) _a	11,1 (0.5) _b	694 (25) _a	717 (3)	719 (3) _a
6,2 (0,02)	3	33	33 _b	4,1 (0.3) _a	17,9 (0.4) _a	665 (25) _a	655 (32)	655 (29) _a
9,4 (0,04)	3	33	28 _b	0,9 (0.5) _b	10,1 (0.3) _b	671 (12) _a	721 (101)	722 (101) _a

Ved forsøkslutt ble det også foretatt oksygenmålinger for mulig å bidra til å forklarer den høye dødeligheten. Gjennomsnittlig oksygenforbruk var signifikant høyest i 6 °C temperaturgruppen sammenlignet med de andre temperaturgruppene ($17,9 \text{ mg O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) (Fig. 2). Det var ingen signifikant forskjell i oksygenforbruk mellom 3 °C ($11,1 \text{ mg O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) og 9 °C ($10,1 \text{ mg O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) ($P > 0,05$).



Figur 2 Gjennomsnittlig oksygenforbruk ($\text{mg O}_2 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$) hos snøkrabbe holdt ved 3, 6 og 9 °C.

Som vi ser av figur 2 avviker 9 °C gruppen sammenliknet med 6 og 3 °C. Kurven til høytemperatur gruppen er konstant lav og mangler forhøyet oksygenforbruk de første 5 timene etter at dyrene er plassert i metabolismekammer.

3.2 Forsøk II

Med unntak at et individ som døde ved 3 °C, var det 100 % overlevelse i samtlige temperaturgrupper etter 2 måneder (Tab. 2). Andelen av klemskader var også lik mellom gruppene. Det ble ikke funnet vektforskjeller mellom forsøksgruppene ved forsøksslutt. Hepatopankreas indeksen (HI) var heller ikke signifikant forskjellig.

Tabell 2 *Temperaturen (°C), replikater (n), overlevelse (%), klemskade (%) vekt (g) (start=T0, slutt = T1) og hepatopankreas indeks (HI) hos snøkrabber holdt ved tre forskjellige temperaturer (1, 3 og 5 °C) for en periode på to måneder (± S.E.).*

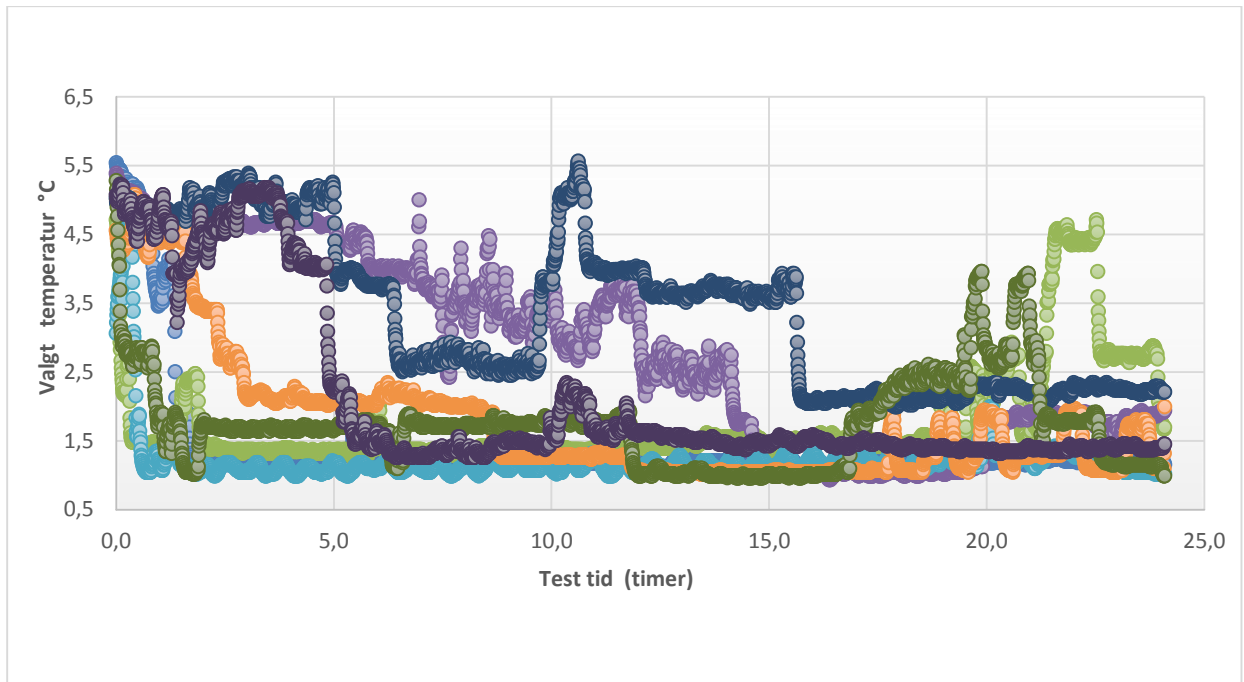
Temperature (°C)	n	Antall (n)	Overlevelse (%)	Skade (%)	Vekt (g) T0	Vekt (g) T1	HI (%)
1 (0,02)	3	36	100	16	683 (23)	683 (19)	4,0 (0,3)
3 (0,02)	3	36	97	14	679 (27)	678 (35)	3,7 (0,2)
5 (0,04)	3	36	100	16	670 (18)	666 (18)	4,2 (0,3)

3.3 Forsøk III

Snøkrabbene utforsket hele temperaturområdet på graderingen ~ 1-5,5 °C (tabell 3, figur 3). Som tabell 3 og figur 3 viser foretrakk dyrene temperaturområde mellom 1-2.6 ° C etter 24 timer.

Tabell 3 *Median temperatur valg etter; 0-6, 6-12, 12-18, 18-24 og 23-24 timer hos snøkrabbe testet i en temperaturgradient (1-1,5 °C).*

Tid (t)	Dyr (n)	Median (°C)	Temperatur (°C)	
			Max	Min
0-6	9	3	5.2	1.3
6-12	9	1.6	4.9	1.1
12-18	9	1.5	5.0	1.1
18-24	9	1.6	2.7	1.2
23-24	9	1.4	2.6	1.0



Figur 3 Temperatur valg hos 9 individuelle snøkrabber i en temperaturepreferanserenne i løpet av en periode på 24 timer.

4 Diskusjon

I 2015 ble ca. 20 % av snøkrabbene levert levende til mottaksanlegg på land. Levende transport av sommer- og høstfanget snøkrabbe har vist seg å gi høyere dødelighet sammenliknet med vintertransport. Sesongvariasjon i havtemperaturen langs kysten av Troms og Finnmark er vanligvis mellom 3 °C (vinter) og 14 °C (sommer). Temperaturen er kjent for å være den dominerende miljøfaktor som styrer atferd, fysiologi og overlevelse av kaldtvannsarter som snøkrabbe (Hardy et al., 1994; 2000). I vårt studie fant vi klare indikasjoner på at lave temperaturer påvirker overlevelse hos snøkrabbe. I forsøk I ble det observert høyest dødelighet i de to høyeste temperaturgruppene (6 og 9 °C). Ser vi på dødelighetsforløpet var dødeligheten tilnærmet eksponentiell hos høytemperaturgruppen de første 3 ukene, hvor 60 % av krabbene døde. Både 3 og 6 °C klarte seg bedre de første 3 ukene og hadde en dødelighet på under 10 %, for deretter å skille lag ved at 3 °C stabiliserte seg på 30 % og 6 °C økte til 60 % i den resterende delen av forsøksperioden.

Måling av respirasjon (oksygenforbruk) kan ofte fortelle oss hvordan dyret responderer på miljøet og hva dets fysiologiske tilstand er. Respirometri gir kvantitative mål på hvor raskt oksygen, og dermed energi, benyttes. Respiratoriske data er viktig for oppbygning av bioenergetiske modeller som kan benyttes til å kalkulere kapasitet for vekst og vannbehov. Respirasjonsrater er derfor sensitive indikatorer på forandring av miljø eller fysiologiske tilstander til dyret. Det spesifikke oksygenforbruket hos vekselvarme dyr øker normalt med økende temperatur. Det er derfor interessant å registrere at oksygenforbruket ved 9 °C var lavere enn ved 6 °C, og på samme nivå som ved 3 °C. 3 °C og 6 °C gruppene hadde et forhøyet oksygenforbruk i starten av målingene, noe som sannsynligvis kan tilskrives stress i forbindelse med flytting til nye omgivelser. Det er påtakelig at et slik forhøyet oksygenforbruk ikke ble registrert i 9 °C gruppen. Denne mangelen på respons, og det nedsatte stoffskiftet hos 9 °C gruppen, tyder på at denne gruppen var utenfor sitt optimale temperaturområde og opplevde nedsatt trivsel.

I forsøk II hvor temperaturen ble holdt under 6 °C var det bare ett individ som døde i hele forsøksperioden. Det bekrefter antakelsen om at dødeligheten i forsøk I var relatert til vanntemperaturen. Det ble observert en del klypeskader på krabbene ved forsøkslutt. Klypeskadene ble observert i form av sorte områder på leggen til dyrene, på størrelse med klobredden. Ingen av skadene var så alvorlige at det hadde ført til tap av gangbein som er sett i tidligere forsøk (Siikavuopio et al., 2016). Hoved årsaken til at de klarer seg så lenge uten mat ser ut til å skyldes et svært lave stoffskifte som gir et lavt energibehov og store energilager rundt innvollene.

Forsøk I og II viste at snøkrabbene klarte seg innenfor en temperaturgradient fra 1 til 5 °C. Våre resultat samsvarer med tidligere observasjoner (Hardy et al., 1994; 2000). Forsøk III, der snøkrabbens egen temperaturpreferanse ble målt ved at dyrene selv fikk velge temperatur, viste at samtlige snøkrabber bevegde seg vekk fra den varme delen av preferanserenna (5 °C) til den kaldeste delen i løpet av forsøksperioden og til slutt foretrakk et gjennomsnittstemperatur på 1,4 °C. Ulike arter har sin spesifikke preferanse for temperatur og i et tilsvarende forsøk med kongekrabbe fra Barentshavet (Christiansen et al., 2015) fant man at den arten har en temperaturpreferanse på ca. 3 °C. Våre funn viser at snøkrabbe fra Barentshavet har en vesentlig lavere temperaturpreferanse enn kongekrabbe fra Barentshavet.

5 Konklusjon

Å levendelagre snøkrabbe i over en uke ved temperaturer over 6 °C ser ut til å være for høyt. Våre forsøk viser at voksen snøkrabbe i kommersiell størrelse kan levendelagres i minst 2 måneder i temperaturregimer fra 1 til 5 °C. Årsaken til at de klarer seg så lenge uten mat ser ut til å skyldes et svært lave stoffskifte som gir et lavt energibehov og store energilager rundt innvollene. Videre viser våre forsøk at snøkrabbe som får velge vanntemperatur fritt, velger temperaturer på under 2 °C. Vår anbefaling er derfor å kjøle ned vannet til snøkrabbene om sommeren og høsten når temperaturene kommer over 5 °C for å sikre best mulig dyrevelferd.

6 Takk

Vi ønsker å takke FHF, Bjørn Ronald Olsen (CapeFish AS) og John Olav Økland (Prowess) for flott støtte og hjelp i forbindelse med prosjektet.

7 Referanser

- Christiansen J.S., Sparboe, M., Sæther, B-S. & Siikavuopio, S.I., 2015. Thermal behavior and the prospect of introduced Kamchatka red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) onto the Euro-Arctic shelves, *Biology letters*, DOI: 10.1111/ddi.12321
- Hardy D., Munro J. & Dutil J.D. 1994. Temperature and salinity tolerance of the soft-shell and hard-shell male snow crab, *Chionoecetes opilio*. *Aquaculture* **122**(2), 249-265.
- Hardy D., Godbout, J.D. & Munro J. 2000. Survival and condition of hard shell male adult snow crabs (*Chionoecetes opilio*) during fasting at different temperatures. *Aquaculture* 189, 259-275
- Kuzmin S.A., Akhtarin S.M. & Menins D.T. 1999. The first finding of snow crab *Chionoecetes opilio* (Fabricius), in the Barents Sea. *Canadian translation of Fisheries and Aquatic Science*, No. 5667. 5 pp.
- Pavlov V.A. & Sundet, J.H. 2011. Snow crab. The Barents Sea, ecosystem, resources, management. Tapir academic press. 168-171.
- Siikavuopio, S.I., James, P., Olsen, B.R., Evensen, T., Mortensen, A. & Olsen S.H., 2016. Holding wild Snow crab, *Chionoecetes opilio*: Effects of stocking density and feeding on survival and injury. *Aquaculture Research* DOI: 10.1111/are.12993.

