

Levendelagring av snøkrabbe (*Chionoectes opilio*) – effekt av individtetthet og fôring på overlevelse og skade

Sten Ivar Siikavuopio, Stein Harris Olsen, Ragnhild D. Whitaker, Philip James, Tor Evensen, Atle Mortensen og Bjørn Ronald Olsen* (*CapeFish)





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

Sundalsøra:

Sjølseng
NO-6600 Sunndalsøra

Felles kontaktinformasjon:

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

Foretaksnr.:

NO 989 278 835

Rapport

	ISBN: 978-82-8296-351-0 (trykt) ISBN: 978-82-8296-352-7 (pdf) ISSN 1890-579X
<i>Tittel:</i> Levendelagring av snøkrabbe (<i>Chionoecetes opilio</i>) – effekt av individtetthet og føring på overlevelse og skade	<i>Rapportnr.:</i> 4/2016
	<i>Tilgjengelighet:</i> Åpen
<i>Forfatter(e)/Prosjektleder:</i> Sten Ivar Siikavuopio, Stein Harris Olsen, Ragnhild D. Whitaker, Philip James, Tor Evensen, Atle Mortensen og Bjørn Ronald Olsen* (*CapeFish)	<i>Dato:</i> 01. mars 2016
<i>Avdeling:</i> Produksjonsbiologi	<i>Ant. sider og vedlegg:</i> 8
<i>Oppdragsgiver:</i> Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF)	<i>Oppdragsgivers ref.:</i> FHF # 901091
<i>Stikkord:</i> snøkrabbe, levendelagring, overlevelse	<i>Prosjektnr.:</i> 11298
<i>Sammendrag/anbefalinger:</i> <p>Kunnskap om optimal individtetthet under levendelagring av snøkrabbe er mangelfull. Hensikten med forsøkene i dette prosjektet var å teste ut hvilken effekt ulike individtettheter under levendelagring har på overlevelse og dyrevelferd. Det ble satt opp tre forsøk, med utgangspunkt i systemer som brukes for levendelagring av kongekrabbe. Det første forsøket (I) ble utført i firkantet kar (700 L) med individtettheter på 100 (lav - L), 150 (medium - M) og 200 kg m³ (høy - H) over en periode på 30 dager. Som en parallell til forsøk I, ble det satt opp et forsøk (forsøk II) på 4 kar med individtetthet på 50 kg m³. I dette forsøket fikk krabbene i to av karene tilgang på mat mens de i resterende to ble sultet. Som et følge av mye skader på krabbene under forsøk I og II ble det satt opp et tredje forsøk (III). I forsøk III ble klo til en gruppe med snøkrabben inaktivert ved bruk av strikk (R). Som kontroll ble det brukt ei gruppe med aktiv klo (C). I det første forsøket (I) var dødeligheten (H = 27, M = 26 og L = 36 %) og forekomst av skader (H = 27, M = 20 og L = 16 %) høy i samtlige grupper. I forsøk II var dødelighet (Fôr = 13 % og Sult = 14 %) og andelen med skader (F = 12 % og S = 17 %) vesentlig lavere. I det siste forsøket (III) var det ingen dødelighet i noen av gruppene og nivåer av skade var lavt i begge gruppene (5 og 7 %). Våre forsøk viser at dagens karsystem brukt for levendelagring av kongekrabbe er lite egnet for langtidslagring av snøkrabbe når individtett er høyere enn 50 kg m³. For å unngå dødelighet anbefales en individtetthet på 25 kg m³ i slike system.</p>	
<i>English summary/recommendation:</i> <p>In this study the effects of different stocking densities on survival, injury and weight of captive male snow crab were examined. The first experiment (I) was carried out in square plastic tanks (700 L) with stocking densities of 100 (low - L), 150 (medium - M) and 200 kg m⁻³ (high - H) for 35 days. In a second experiment (II) snow crabs were kept at a stocking density of 50 kg m⁻³ and were either fed (F) or not fed (S) for the same period of 35 days. The last experiment III, was carried out with stocking densities of 25 kg m³ for 21 days with two groups, one with inactivated claw and one without rubber bands, with 3 replicates per treatment. In the first experiment mortality (H=27, M=26 and L=36 %) and occurrence of injuries (H=27, M=20 and L=16 %) was high in all groups, but not significantly different between the groups. The weight loss during the experimental period was; H=15.3, M=10.9 and L =15.5 g, and was not significantly different between the groups. In experiment 2 the mortality (F=13 % and S=14 %) and injuries were lower (F=12 % and S= 17 %). The average weight increased in the fed treatment and decreased in the starved treatments. In the last experiment there was no mortality in any of the groups and levels of injury was low (5 and 7 %). The results show that the tank system used for King crab is not suitable for long term storage of snow crab, when individual density is higher than 50 kg m³. To avoid mortality recommended an individual density of 25 kg m³ in such system.</p>	

Innhold

1	Innledning	1
2	Material og metode	2
2.1	Forsøksdyr	2
2.2	Statistisk analyse	3
3	Resultater	4
3.1	Vekt.....	4
3.2	Dødelighet og skade	5
4	Diskusjon	6
5	Konklusjon	7
6	Referanser	8

1 Innledning

Snøkrabbe (*Chionoecetes opilio*) finnes på mellom 60 og 280 meters dyp på bløt- og eller sandholdig bunn innenfor et temperaturområde på -1 og 7 °C i sitt naturlige utbredelsesområde (Hardy et al., 1994; 2000) (Bilde 1). Hannen utgjør den kommersielle delen av bestanden og kan bli opptil 15 år gammel (maks skallbredde 16,5cm). På grunn av naturlig nedbryting av skallet er hannkrabben tilgjengelig for fiske i kun 3 til 4 år etter siste skallskifte (Dutil et al., 2009).



Bilde 1 Snøkrabbe (*Chionoecetes opilio*).

Snøkrabben ble første gang oppdaget av russerne ved Novaja Semlja på 1970 tallet (Kuzmin et al., 1999). Arten er mer kuldekjær enn for eksempel kongekrabben (*Paralithodes camtchaticus*), og vil sannsynligvis spre seg til det meste av det nordlige Barentshavet, inkludert Svalbard (Dutil et al., 2009; Pavlov og Sundet, 2011). 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. 9000 tonn, hvorav ca. 20 % ble levert levende til anlegg på land og de resterende 80 % ble prosessert ombord i båt (Charles Aas *pers.med.*). Eksakte tall på andel levende snøkrabbe solgt til markedet fra Norge eller andre land finnes ikke, men levende snøkrabbe finnes på de samme markedene som kongekrabbe (Bjørn Ronald Olsen *pers.med.*). Norge har gode rammebetingelser, som vist for kongekrabbe, for å kunne eksportere levende snøkrabbe og dermed komme seg bort fra et frossent, dårligere betalt produkt.

Det finnes i dag svært liten erfaring og dokumentert kunnskap på optimal individtetthet under levendelagring av snøkrabbe. Det skaper utfordringer for fiskere som skal transportere krabbene, og for produsentene som ønsker å lagre snøkrabber levende. Krepssdyr er generelt kjent for å være aggressive og til dels kannibaler, og lever ofte store deler av livet alene (Stoner, 2012). De få forsøkene som er gjort viser at snøkrabbe kan være territoriell, aggressiv og kan vise kannibalistisk atferd (Dutil et al., 1997). Spesielt ser dette fenomenet til å øke når ulike størrelsesgrupper av dyr holdes samlet i samme kar (Dutil et al., 1997). Det finnes ingen kjente studier av optimal individtetthet ved hold av snøkrabbe av kommersiell størrelse. Bli tettheten for høy vil man anta at det vil oppstå negativ atferd i ulike former, som for eksempel klyping, som kan gi tap av gangbein og i verstefall føre til økt dødelighet.

Hovedmålet med prosjektet var å fremskaffe ny kunnskap om optimale lagringsbetingelser for snøkrabbe, som kan brukes av norsk snøkrabbenæring for å sikre høy overlevelse, kvalitet og best mulig dyrevelferd under levendelagring.

2 Material og metode

For kongekrabbe er det i dag vanlig med individtettheter på ca. 150 kg kongekrabbe pr. m³ under levende mellomlagring i tradisjonelle 700 L plastkar (Bilde 2). Grunnet mangel på kunnskap på optimale individtetthet hos snøkrabbe ble det tatt utgangspunkt i tilsvarende tettheter i det første forsøket med snøkrabbe (forsøk I).



Bilde 2 Tradisjonelle plastkar brukt til levendelagring av kongekrabbe.

2.1 Forsøksdyr

Snøkrabbene (*C.opilio*) ble fanget av Arctic Wolf, ved hjelp av teiner i "Smutthullet området" i Barentshavet, i slutten av mars 2015. Snøkrabbene ble fraktet levende til CapeFish sitt anlegg i Honningsvåg, hvor de umiddelbart ble plassert i 6 grunne kar (0,4 m høyde x 3,0 m lengde x 2,5 m brede) for observasjon. Karene fikk tilførsel av naturlig sjøvann på 4°C. Samtlige krabber ble veid ved starten av forsøkene, og krabber uten noen synlige skader ble brukt i eksperimenter (I-III).

Forsøk I

I forsøk I ble det benyttet 9 plastkar på 700 L (0,9 h x 1,0 l x 0,8 b) (bilde 2) og individtetthet på henholdsvis 100 (lav - L), 150 (medium - M) og 200 (høy - H) kg/m³ (3 replikater) (Tab.1). For å følge individuell utvikling ble 90 krabber pr. tetthet (30 dyr pr. kar) individuelt merket med T-bar (Floy-tag) i halen. Krabbene ble ikke føret i forsøksperioden på 30 dager.

Forsøk II

Krabber fra samme batch som ble brukt i forsøk II, ble plassert i 4 lengdestrømsrenner (0,3 h x 3.0 l x 2.5 b) med en individtetthet på 50 kg/m³ (tabell 1). Krabber i to av rennene ble ført med torskerogn (2 % av kroppsvekten hver annen dag) gjennom forsøksperioden, mens krabbene i de andre to rennene ikke ble føret. For å følge individuell vektutvikling ble 60 krabber pr gruppe (30 dyr pr. kar) merket med T-bar (Floy-tag) i halen. Forsøksperioden hadde en varighet på 30 dager.

Forsøk III

Krabbene i eksperimentet III ble plassert i 6 kar (volum 700 l; (0,9 h x 1,0 l x 0,8 b) med en individtetthet på av 25 kg m³ (3 replikater). Klørne til krabber i tre av karene ble inaktivert med strikk. De siste tre karene ble ikke behandlet med strikk (kontrollgruppen). Det ble også her benyttet krabber uten noen synlige skader ved forsøksstart. Krabbene ble ikke foret i forsøksperioden som hadde en varighet på 21 dager.

Forsøk I og II startet den 13. april 2015 og ble avsluttet den 13. mai 2015. Forsøk III startet den 11. mai 2015 og ble avslutte den 1. juni 2015. Vanntemperatur i inntaksvannet ble registrert en gang i timen ved hjelp en temperaturlogger (HOBO, temp pro v2). I løpet av forsøksperioden økte den naturlige temperaturen fra 4,2 og 4,9 °C (gjennomsnittstemperatur = 4,7 °C ± 0,1). Det ble benyttet et lysregime på 12:12 LD. Alle kar ble forsynt med rikelig mengde med sjøvann (UV-behandling og 34 promille). Oksygenmetningen ble målt regelmessig og var aldri under 90 % i noen av karene. Dødelighet ble registrert ukentlig i forsøk I og daglig i forsøk II. Ved forsøkslutt ble krabbene målt og veid og analysert for skader. Det ble også gjennomført laktatmålinger ved forsøksstart og ved forsøkslutt på et utvalg av krabber i samtlige grupper. Det ble på ingen tidspunkt i forsøksperioden funnet forhøyet nivå av laktat i noen av gruppene. Samtlige verdier var under detekter bare nivå og er ikke tatt videre med i resultatene. Videre ble det tatt målinger av kjøttfylde på et utvalg av krabbene ved forsøksstart.

2.2 Statistisk analyse

Statistiske analyser 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 normalfordeling ved bruk av Kolmogorov-Smirnov Lilliefors. (Zar, 1996). Kruskal-Wallis analyser ble brukt for data som ikke var er normalfordelt. Signifikant forskjell ble akseptert når $P < 0,05$. Data presenteres som gjennomsnittsverdier ± standardfeil (SE).

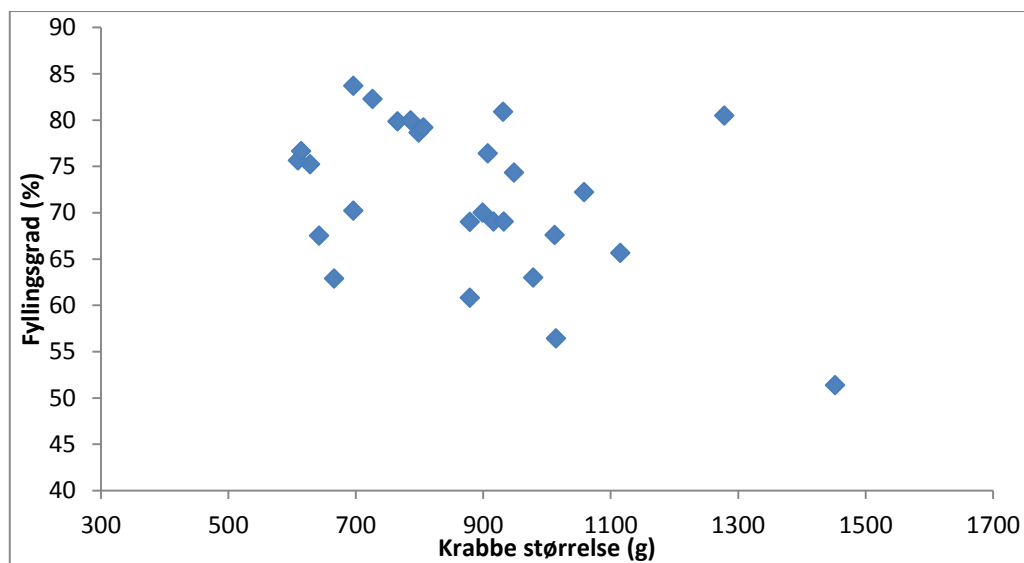
3 Resultater

3.1 Vekt

I forsøk I, hadde snøkrabbene en gjennomsnittsvekt på $937 \pm 3,4$ g ved forsøksstart. Det var ingen signifikant forskjell i vekt mellom forsøksgruppene ($F_{2,6} = 0,496$; $P=0,632$). Samtlige tetthetsgrupper tapte vekt i forsøksperioden. Gjennomsnittlig vekttap var på henholdsvis; 15, 11 og 16 gram (H:M:L). Det ble ikke observert signifikant forskjell i vekttap mellom gruppene ($F_{2,8} = 0,456$; $P=0,654$). I forsøk II var gjennomsnittsvekten av snøkrabbe 650 ± 7.6 g. Det ble ikke funnet signifikante forskjeller i vekt mellom gruppene ved forsøksstart ($P = 0,667$). Ved forsøkslutt hadde den sultede gruppen et gjennomsnittlig vekttap på 17 g, mens føret gruppe økte vekten med gjennomsnittlig 2 g. I forsøk III hadde krabbene en gjennomsnittlig vekt $986 \pm 10,5$ g. Ved forsøkslutt var det ikke signifikant forskjell i vekt mellom gruppene.

Tabell 1 Gjennomsnittsvekt (g), dødelighet (%) og skade (%) (\pm SE), i forsøk I, II og III. H= høy tetthet, M = medium tetthet, L = lav tetthet, F= for, S= Sult, R =inaktiv klo og C = aktiv klo.

Gruppe	Tetthet (kg/m ³)	Forsøk	Vekt (g)	Dødelighet (%)	Skade (%)
H	200	I	946 (2.5)	27	27
M	150	I	948 (19.1)	26	20
L	100	I	927 (7.1)	36	16
F	50	II	661 (0.5)	13	12
S	50	II	639 (11.1)	14	17
R	25	III	986 (10.5)	0	5
C	25	III	987 (19.2)		7

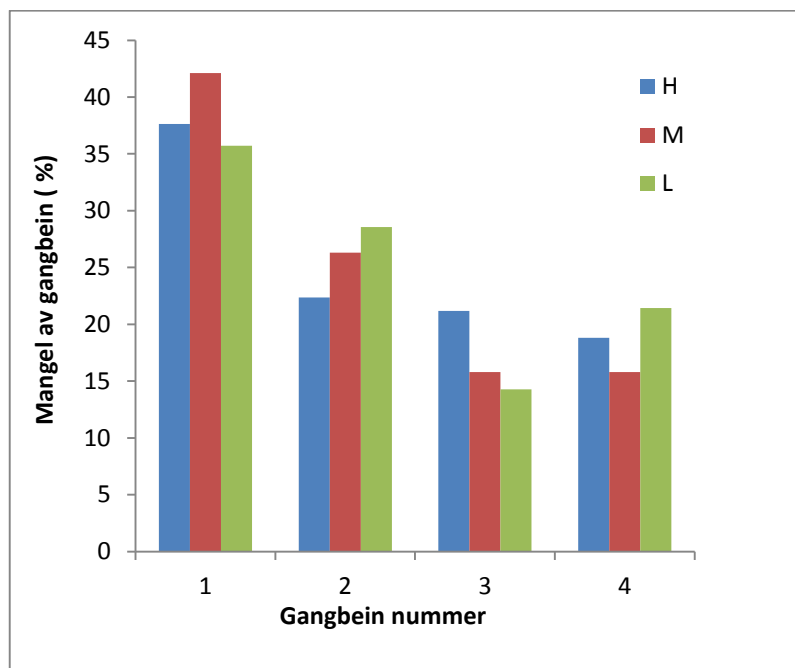


Figur 1 Fyllingsgrad (%) i gangbein ved forsøksstart hos et tilfeldig utvalg av krabber (n=27).

Figur 1 viser en oversikt over kjøttfylde i legg hos et utvalg av krabber ved forsøksstart. Krabbene hadde en gjennomsnittlig fyllingsgrad på 72 ± 1.6 %. På grunn av stor variasjon i fyllingsgrad ble det valgt og ikke å bruke disse dataene.

3.2 Dødelighet og skade

I det første forsøket (I) var dødeligheten (H = 27, M = 26 og L = 36 %) og forekomst av skader (H = 27, M = 20 og L = 16 %) høy i samtlige grupper (Tab.1). Det ble ikke funnet signifikant forskjell mellom gruppene i dødelighet ($F_{2,6} = 2.059$; $P = 0.208$). Det ble heller ikke funnet signifikant forskjell i skader mellom gruppene ved forsøkslutt ($F_{2,6} = 1.733$; $P = 0.255$). Videre ble det heller ikke funnet forskjell i skadefrekvensfordeling mellom gruppene (Tabell 1.). Generelt var 38 % av skadene relatert til tap av gangbein nummer 1 etterfulgt av gangbein nummer 2 (25 %). Frekvenser på tap av gangbein 3 og 4 var lavest, med henholdsvis 17 and 19 %.



Figur 2 Frekvensfordeling av mangel på gangbein (%) mellom de ulike gruppene (100 (L), 150 (M) og 200 (H) kg/m³). 1 = bakre gangbein, 4 = fremre gangbein.

I Forsøk II var dødelighet (Fôr = 13 % og Sult = 14 %) og andelen med skader (F = 12 % og S = 17 %) vesentlig lavere enn i forsøk I. I det siste forsøket var det ingen dødelighet i noen av gruppene og nivåer av skade var lavt (5 % med strikk og 7 % uten strikk).

4 Diskusjon

Fangstbasert akvakultur med snøkrabbe kan bli ei viktig ny næring i Norge, med et større potensial enn kongekrabbe med tanke på volum og verdi. Under levendelagring må dyrene sikres god dyrevelferd og opprettholde god kvalitet. Det finnes i dag svært liten erfaring og dokumentert kunnskap på optimal individtetthet under levendelagring av snøkrabbe (Dutil et al., 1997). Dette skaper utfordringer for fiskere som skal transportere krabbene, og for produsentene som ønsker å levendelagre snøkrabben. Dette forsøket hadde som hovedmål å fremskaffe ny kunnskap knyttet til optimal individtetthet under levendelagring av snøkrabbe. Forsøkene tok utgangspunkt i kartype og individtetthet som i dag brukes kommersielt ved levendelagring av kongekrabbe (Siikavuopio et. al., 2015; Bjørn Ronald Olsen, pers.med).

Ved forsøksslutt av forsøk I var dødeligheten i samtlige kar lik og relativt høy sammenliknet med tilsvarende forsøk på kongekrabbe (Siikavuopio et al., 2015). I tillegg til høy dødelighet var også andelen med skader høy på de krabbene som overlevde. I forsøk II var tettheten redusert til 50 kg/m³, og det ga utslag i mer enn 50 % reduksjon i dødelighet. I forsøk III var tettheten ytterligere redusert til 25 kg/m³ i hvert kar, og da ble dødeligheten redusert til 0. Det gjaldt også for parallellen som i tillegg fikk klørne inaktivert med strikk. Forsøk I, II og III viser at snøkrabbe tåler vesentlig lavere individtetthet under levendelagring enn kongekrabbe i tilsvarende system (Siikavuopio et. al., 2015), og det ble påvist en klar sammenheng mellom individtetthet og dødelighet. I forsøk III trengte ikke krabbene å sitte opp på hverandre på grunn av den lave tettheten (25 kg/m³), og det oppsto ingen dødelighet. Snøkrabbe ser derfor ut til å skille seg fra kongekrabbe ved at den i mindre grad tolererer å bli lagret oppå hverandre.

Betydning av fôring på vektutvikling, overlevelse og skade ble undersøkt i forsøk II. Våre forsøk viser at snøkrabbe er i stand til å levendelagres over en relativt lang periode på minst 1 måned uten at de trenger å fôres med tanke på overlevelse og skade. Tilsvarende funn er blitt gjort av Godbout et al. (2002), som også har dokumentert at snøkrabbe kan lagres over lengre perioder uten fôring. Våre forsøk viser at det med fôring er mulig å opprettholde vekten på dyrene, alternativt tape ca. 2,5 % ved ikke å fôre dem.

Videre viser forsøkene våre at inaktivering av klo med strikk i forsøk III ikke gav lavere skadeomfang kontra krabber med aktiv klo ved en individtetthet på 25 kg/m³. Det kan tyde på de skadene som ble observert skyldes feil håndtering av dyrene under fangst eller i perioden fra fangst til forsøksstart. Eventuelt kan tidligere skader ha resultert i at krabbene har sluppet gangbein. Ved håndtering holdes krabbene oftest etter bakre gangbein (nummer 1). Våre studier fra forsøk I viser at nettopp gangbein nummer 1 er det som oftest mistes, noe som kan indikere at beintapet skyldes feil håndtering av krabbene. Selvamputasjon (autotomi) ved å slippe gangbein som følget av klyping eller skade ser ut til å være et velutviklet overlevelsesstrategi hos snøkrabbe, noe som betyr at dyrene må behandles skånsomt når de håndteres. Riktig håndtering av snøkrabben vil sannsynligvis være å unngå løft den bare etter de bakre gangbeinene. Eventuelt å bedøve dyrene før håndtering slik som det gjøres med hummer fra New Zealand og Australia (Philip James, pers.med.). Nye forsøk bør settes opp for å avklare denne problemstillingen.

5 Konklusjon

Våre forsøk viser at voksen snøkrabbe i kommersiell størrelse er egnet for levendelagring ved bruk av dagens kar-teknologi utviklet for kongekrabbe, gitt at dyrene holdes på relativt lav tetthet (25 kg m^3). Dette gjelder selv ved temperaturer som er i øvre toleranse- område for voksen snøkrabbe ($5 \text{ }^\circ\text{C}$). For å unngå vekttap på dyrene under levendelagring er det nødvendig med vedlikeholdsføring. Vekttapet ved 30 dagers levendelagring uten før er likevel beskjedent. Selvamputasjon (autotomi) ved å slippe gangbein som følge av klyping eller skade ser ut til å være et velutviklet overlevelsesstrategi hos snøkrabbe. Dette betyr at dyrene må behandles og håndteres skånsomt og helst ikke løftes etter gangbein.

6 Referanser

- Dutil J. D., Munro J. & Peloquin M. (1997) Laboratory study of the influence of prey size on vulnerability to cannibalism in snow crab (*Chionoecetes opilio* O. Fabricius, 1780). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 212(1), 81-94.
- Godbout G., Dutil J.D., Hardy D. & Munro J. (2002) Growth and condition of post-moult male snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the laboratory. *Aquaculture* 206(3), 323-340.
- 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., Dutil J.D., Godbout G., 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., Evensen T & Mortensen A. (2015) Holding wild caught red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in captivity: Effects of stocking density and feeding on survival, injuries and meat content. *Aquaculture Research*, doi:10.1111/are.12546
- Stoner A.W. (2012) Assessing stress and predicating mortality in economically significant crustaceans. *Reviews in fisheries science* 20(3),111-135.
- Zar, J.H. (1996). *Biostatistical Analysis*. 3rd edn. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 662 pp.

