

Kongekrabbe og Snøkrabbe fra Barentshavet

Utbredelse, biologi, fangst, foredling og marked.

—

Henry C. Farstad

Masteroppgave i Fiskeri og Havbruksvitenskap. 30stp. 15. November. 2018

Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på en femårig utdanning i Fiskeri- og Havbruksvitenskap ved Norges Fiskerihøgskole, UiT - Norges arktiske universitet. Det har vært fem spennende og innholdsrike år som har skapt mange gode minner, nye bekjentskap og venner. Når man nå har nådd slutten på studiet er det flere som fortjener oppmerksomhet.

Først ønsker jeg å rette en spesielt stor takk til professor Ragnar L. Olsen for all hjelp, støtte og veiledning både før og under oppgaveskrivingen. Alt arbeidet du gjør for meg og andre studenter gjennom retting, veiledning og oppfølging i en ellers travel hverdag, er beundringsverdig.

Takk til mine foreldre for all støtte, forståelse og oppløftende samtaler. Takk til min samboer Ragnhild som har vært en klippe for en tidvis fortvilet student. Til slutt ønsker jeg å takke mine medstudenter og venner for å ha gjort dette til en fantastisk studietid.

Tromsø, november 2018.

Henry C. Farstad

Sammendrag

Snø- og kongekrabben er begge arter som har blitt introdusert til Barentshavet. Snøkrabben ble for første gang oppdaget på Gåsbanken i nærheten av Nova Semlja. Den har siden spredd seg vestover mot Svalbard. Kongekrabben ble av russiske forskere introdusert i Øst-Barentshavet på 1960-tallet. Siden har den spredd seg inn i norske farvann og etablert seg i flere fjorder i Øst-Finnmark. Snøkrabben har en nordligere utbredelse enn kongekrabben. Kongekrabben er hovedsakelig utbredt langs kysten av Finnmark, men det har også vært enkeltobservasjoner av kongekrabber så langt sør som Bergen. Det vites ikke om disse er satt ut eller om den ved observasjon har blitt forvekslet med trollkrabbe, som kan være lik kongekrabben utseendemessig.

Begge krabbene er topp-predatorer og kan derfor ha stor påvirkning på andre bunnlevende organismer i utbredelsesområdene. Så langt tyder det på at de ikke har hatt særlig innflytelse på kommersielle fiskeslag i de aktuelle områdene. Det kommersielle fisket av kongekrabbe startet i 2002 og har hatt en stor økning frem til i dag, med dagens kongekrabbekvote satt til 1850 tonn. Ved fangst av kongekrabbe benyttes firkantteiner. Fisket etter snøkrabbe startet ikke før 2012 og har i dag en kvote på 4000 tonn. Koniske teiner brukes ved fangst av snøkrabbe. For å opprettholde kvaliteten på krabbene må de håndteres skånsomt ved fangst og transport. Foredling av snøkrabbe og kongekrabbe fra slakting til ferdig produkt består av flere trinn hvor sluttproduktet er et cluster. Ved foredling av både snø- og kongekrabbe er det utfordringer rundt ulike forringelsesprosesser som skjer i krabbene. Den største utfordringen ved foredling av krabber i dag er at de kan få en blå/sort misfarging. Dette kalles for ”blueing”, melanosis eller ”browning”. ”Blueing” utgjør ikke noen helsemessig trussel, men det har negativ påvirkning på produktets aksept.

Mikrobiell forringelse av ferske eller tinte krabbeprodukter (clusters) skjer raskere enn hos fisk på grunn av et høyere innhold av frie aminosyrer og andre lavmolekylære nitrogenforbindelser. Mesteparten av krabbene blir foredlet og solgt som frossen vare, dette gjelder spesielt for snøkrabbe. Det er mest ønskelig å selge krabbene levende da betaling gis pr kg for hele krabben og ikke bare clusterne. Det ble eksportert kongekrabbe og snøkrabbe for henholdsvis 509 og 225 millioner kroner i 2017. Kongekrabbe og snøkrabbe er begge verdifulle produkter som er svært attraktive å drive kommersielt fiske på.

Summary

The Snow- and Red king crab are both species introduced to the Barents Sea. The Snow crab was observed for the first time by Russian scientists at the Goosebank in 1996. Since then, the Snow crab has spread westwards towards Svalbard. The Red king crab was introduced to the Eastern Barents Sea by Russian scientists in the 1960s. The Red king crab was observed for the first time in Norwegian waters in 1977, and has since established itself in several fjords in Eastern Finnmark. The Snow crab is distributed in the Northern Barents Sea. Even though the Red king crab is primarily distributed along the coast of Finnmark, there has been a few single observations of Red king crab as far south as Bergen. However, it is unknown whether the crab was placed there through human interaction, or if it was wrongly identified with Stone crab, which has similar appearances as the Red king crab.

Both crabs are top-predators and might have an impact on benthic organisms in the Barents Sea. So far, it seems like there is no significant impact on the commercial fishes in these areas. The commercial fishery on Red king crab started in 2002, and has since had grown rapidly, with today's Red king crab quota set to 1850 tons. The Snow crab fishery started in recent years and is today allocated a quota of 4000 tons. Conical pots are used for catching Snow crab, while Red king crab is caught with squared pots. To obtain good quality of the crabs, gentle handling during catch and transport is necessary. Processing of Snow- and Red king crab from slaughter to a finished product, consists of several steps, where the end product is called a cluster. When the clusters are processed, issues regarding product degradation occur. The most important challenges with processing today is product discoloration often called blueing, melanosis or browning. Blueing does not pose a health threat, but influence product acceptability.

Compared to fish, microbial spoilage of fresh or thawed crabproducts (clusters) are more susceptible to rapid spoilage, because of high quantities of free amino acids and other nitrogenous compounds. Most of the crabs are processed and sold as frozen, especially snow crab. Export of live crabs is preferred, since it is more favorable to be paid for the entire crab, rather than just the clusters. Export of Red king crab and Snowcrab amounted to NOK 509 and 225 million. Commercial fishery on Red king crab and Snow crab is very attractive among fishermen, due to very high priced products.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	1
2. Utbredelse	4
2.1 Snøkrabbe	4
2.3 Kongekrabbe	7
3. Biologi	10
3.1 Snøkrabbe	10
3.1.1 Habitat	12
3.1.2 Snøkrabbens livsstadier	13
3.1.3 Skallskifte og reproduksjon	16
3.1.4 Føde	17
3.2 Kongekrabbe	19
3.2.1 Habitat	21
3.2.2 Livsstadier	22
3.2.3 Reproduksjon og skallskifte	26
3.2.4 Føde	27
4. Fangst	29
4.1 Snøkrabbe	29
4.1.1 Teiner og agn	30
4.2 Kongekrabbe	31
4.2.1 Starten i Barentshavet	31
4.2.2 Fangst i dag.	32
4.2.3 Teiner og agn	33
5. Foredling og marked	34
5.1 Snøkrabbe og kongekrabbe	34
5.1.1 Levendelagring	34
5.1.2 Foredling	35
5.1.3 Kvalitet	36
5.1.4 Marked	39
6. Oppsummering	41
Referanseliste	42

1 Innledning

Snøkrabbe (*Chionoecetes opilio* Fabricius, 1788) og Kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus* Tilesius, 1815) er begge relativt nye arter i Barentshavet. Både snøkrabben og kongekrabben er invaderende arter som har blitt introdusert til Barentshavet (Falk-Pettersen et al., 2011; Dvoretzky & Dvoretzky, 2015). Kongekrabben ble introdusert til Barentshavet av russiske forskere på 1960-tallet (Orlov & Ivanov, 1978), og har siden spredd seg fra den russiske siden av Barentshavet og inn i norske farvann (Jørgensen et al., 2005). Den første kongekrabben i norske farvann, ble fisket i Varangerfjorden i 1977 (Nilssen, 2003). I 1996 ble snøkrabben oppdaget for første gang i Barentshavet (Kuzmin et al., 1999). Det ble allerede i 2001 gjort fangst av snøkrabbe på norsk side av Barentshavet (Pavlov & Sundet, 2011). Det er fortsatt ukjent hvordan og når snøkrabben har nådd Barentshavet, og hvorvidt etableringen av snøkrabbe i Barentshavet er forårsaket av menneskelig påvirkning (Hansen, 2016). Dette enten indirekte via ballastvann eller direkte ved utsett.

Figur 1 viser bilder av kongekrabe og snøkrabbe. Noen av de viktige morfologiske forskjellene er at snøkrabbe har fire par med gangbein mens kongekrabbe bare har tre par klart synlige gangbein. I tillegg er klørne til kongekrabbe forskjellig fra klørne til snøkrabbe. Hos sistnevnte ser klørne like ut, men hos kongekrabbe er en klo større enn den andre. En voksen kongekrabbe er også betraktelig større (ca. 22 cm ryggskjoldbredde) enn snøkrabben (ca. 16,5 cm ryggskjoldbredde).

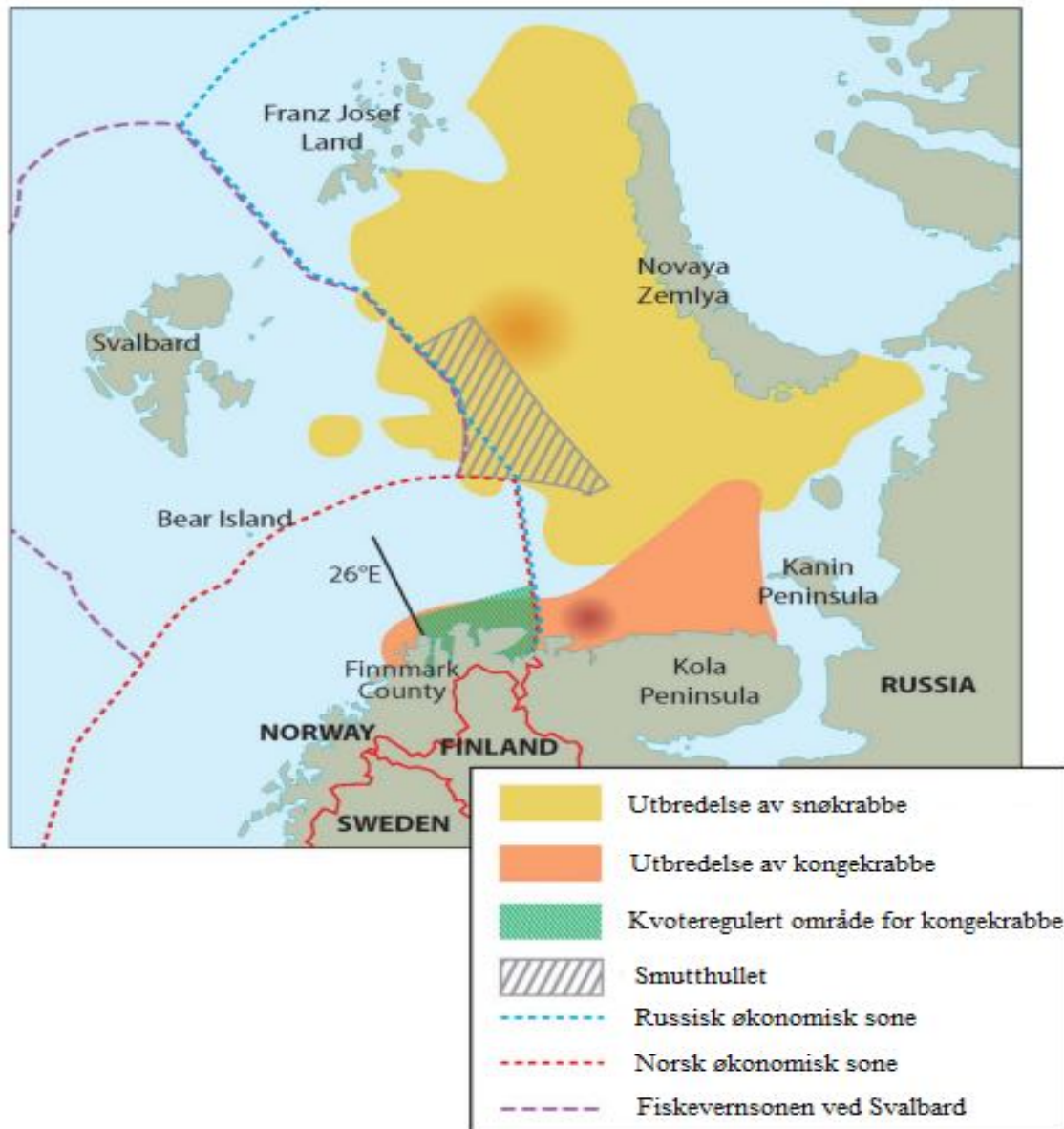


Figur 1: Kongekrabbe (venstre), og snøkrabbe (høyre). Bildet av kongekrabbe er hentet fra Oriental Foodcorp (2018), mens bildet av snøkrabbe er hentet fra Sundet (2017).

Selv om begge artene kan ha stor påvirkning på økosystemet (Dvoretzky & Dvoretzky, 2015), har de også stor kommersiell verdi og er en viktig inntektskilde for den norske

sjømatindustrien. Dette fordi kjøttet fra begge artene oppnår høye priser i markedet på grunn av sine sensoriske egenskaper (Lorentzen et al., 2018a). Fangst av kongekrabbe er i dag begrenset til kysten av Finnmark, og er en viktig ressurs for regionen. Kongekrabbe-fiskeriet hadde i 2017 en kvote på 2150 tonn (Fiskeridirektoratet, 2017). Kommersiell fangst av snøkrabbe er relativt nytt i Barentshavet og produktene har økt i popularitet hos konsumentene de siste årene (Lorentzen et al., 2016). Det ble i 2016 eksportert 3953 tonn snøkrabbe fra Norge som ga en eksportverdi på 331 millioner kroner (Lorentzen et al., 2018a). Selv om det var en nedgang i 2017 er det fortsatt forventet at eksport av snøkrabbe vil ha en økning i årene som kommer, med et anslag på potensielle fangster fra 25,000 til 75,000 tonn årlig i løpet av de neste ti årene (Hvingel & Sundet, 2014). Snøkrabbe og kongekrabbe blir fanget ved bruk av teiner (Lorentzen et al., 2018a). I kvoteregulert område øst for 26°Ø (Figur 2) er minstemål for fangst av kongekrabbe 13 cm ryggskjoldbredde. Vest for 26°Ø er det derimot fri fangst for å begrense videre spredning av kongekrabben (Fiskeridirektoratet, 2018a). Minstemål for fangst av snøkrabbe er 10 cm ryggskjoldbredde og ved fangst av snøkrabbe er det kun hannkrabber som fangstes (Havforskningsinstituttet, 2017). Norske fartøy fisker hovedsakelig snøkrabbe i smutthullet, der noen få, men store fartøyer opererer (Lorentzen et al., 2018a). I motsetning til det lave antallet som driver fangst på snøkrabben, er det per i dag 723 kystfartøy som har fått tillatelse til fangst av kongekrabber ved kysten av Finnmark (Fiskeridirektoratet, 2018b).

Etter fangst blir snøkrabbe og kongekrabbe enten levendelagret eller foredlet (Lorentzen et al., 2018a). Ved levendelagring av krabbene er det viktig med gode metoder for oppbevaring og transport, for å levere krabber av høy kvalitet ut til forskjellige markeder (Siikavuopio et al., 2016a; 2017a). I dag blir imidlertid mesteparten av produktene fra kongekrabbe og snøkrabbe eksportert som frossen vare (Lorentzen et al., 2018a). Hele volumet av kongekrabbe blir slaktet og foredlet på landanlegg. Mesteparten av snøkrabbe (90%) blir slaktet og foredlet ombord i fartøyene (Norges Råfisklag, 2017).



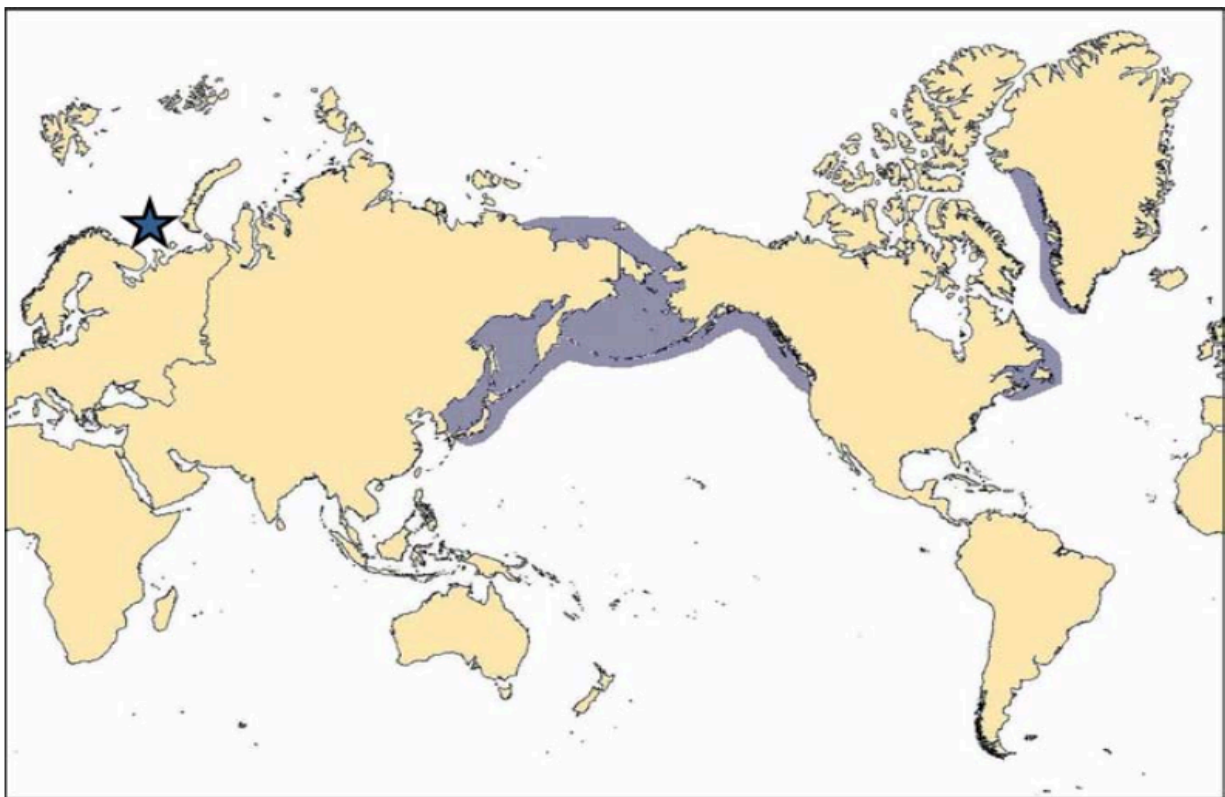
Figur 2: Utbredelsen til snø- og kongekrabbe. Samt kvoteregulert område for kongekrabbe, og de ulike økonomiske sonene krabbene kommer under (Lorentzen et al., 2018a).

Formålet med denne oppgaven er å gjøre rede for utbredelse, biologi, fangst, foredling og marked for disse to krabbeartene, og med det vise til eventuelle forskjeller og likheter mellom dem.

2. Utbredelse

2.1 Snøkrabbe

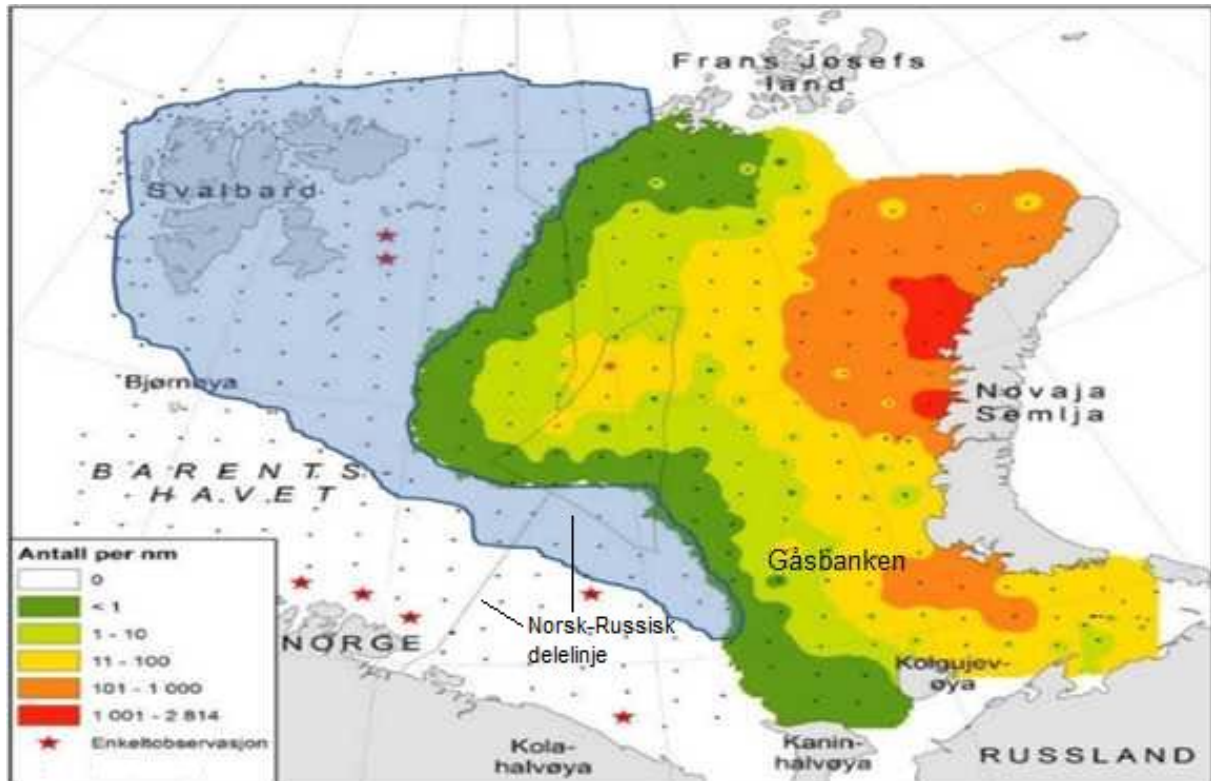
Som art trives snøkrabben i subarktiske områder og har sin naturlige utbredelse i det nordlige Stillehavet, nordvest Atlanteren og Nordishavet (Figur 3). I Stillehavet finner man snøkrabben i Japanhavet, Beringhavet og i Okhotskhavet (Alvsvåg et al., 2009). I nordvest Atlanteren finnes snøkrabben vest for Grønland og ved Canadas østkyst (Jadamec et al., 1999). I 1996 ble det for første gang registrert snøkrabbe på Gåsbanken i Barentshavet av russiske forskere (Kuzmin et al., 1999).



Figur 3: Den naturlige utbredelsen til snøkrabbe, * på kartet viser til den nye populasjonen av snøkrabbe i Barentshavet (Alvsvåg et al., 2009).

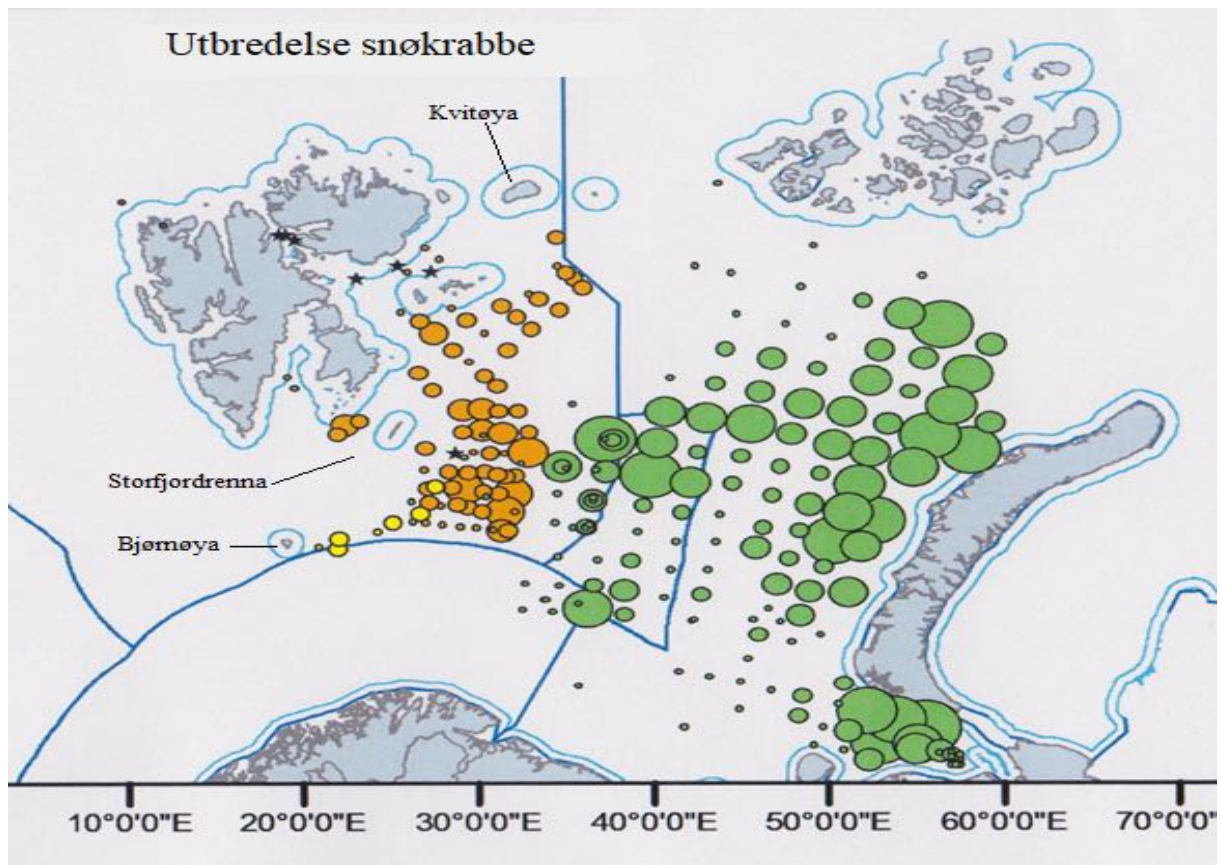
På russisk side i Øst-Barentshavet ble det fisket snøkrabbe ved flere anledninger i årene etter 1996. I norske farvann ble snøkrabben som nevnt innledningsvis først observert i 2001 (Pavlov & Sundet, 2011). I 2003 fikk fiskere snøkrabbe på kysten av Finnmark. I årene 2004 og 2005 ble det også rapportert bifangst av snøkrabbe i norsk økonomisk sone (Alvsvåg et al., 2009). Arten har siden etablert seg i Barentshavet noe som bekreftes gjennom fangst av hunnkrabber med utrogn og småkrabber, samt økning i antall registreringer i norsk økonomisk sone de siste årene. Det er høyest tetthet av snøkrabbe nordvest for Novaja Semlja

og i området rundt norsk-russisk delelinje (figur 4). Temperaturen i havet har påvirkning på utbredelsen av snøkrabbe siden arten foretrekker kalde vanntemperaturer, dette gir en mer sannsynlig utbredelse mot nord og øst (Sundet, 2017). I tillegg til det ovennevnte er det forventet at den kommer til å migrere vestover til områder rundt Svalbard (Havforskningsinstituttet, 2017).



Figur 4: Dagens utbredelsesområde for snøkrabbe (rød til grønn), og den forventede spredningen av snøkrabbe fremover (lyseblå). Enkeltobservasjoner gjort av snøkrabbe er markert med røde stjerner (Havforskningsinstituttet, 2017) Antall oppgitt per nm = nautiske mil.

Det ble i 2018 gjennomført et tokt i regi av Havforskningsinstituttet for å kartlegge utbredelsen til snøkrabben. Tidligere har kartleggingen av alle bunnlevende organismer falt under økosystemtoktene med trål, men ved dette toktet ble det brukt teiner for å få et bedre bilde av snøkrabbens utbredelse. Fra figur 5 kan man se hvilke registreringer som ble gjort ved toktet i 2018. Snøkrabber ble registrert ved Kvitøya i nord, i Storfjordrenna i vest og på høyde med Bjørnøya i sør (Sætra, 2018).

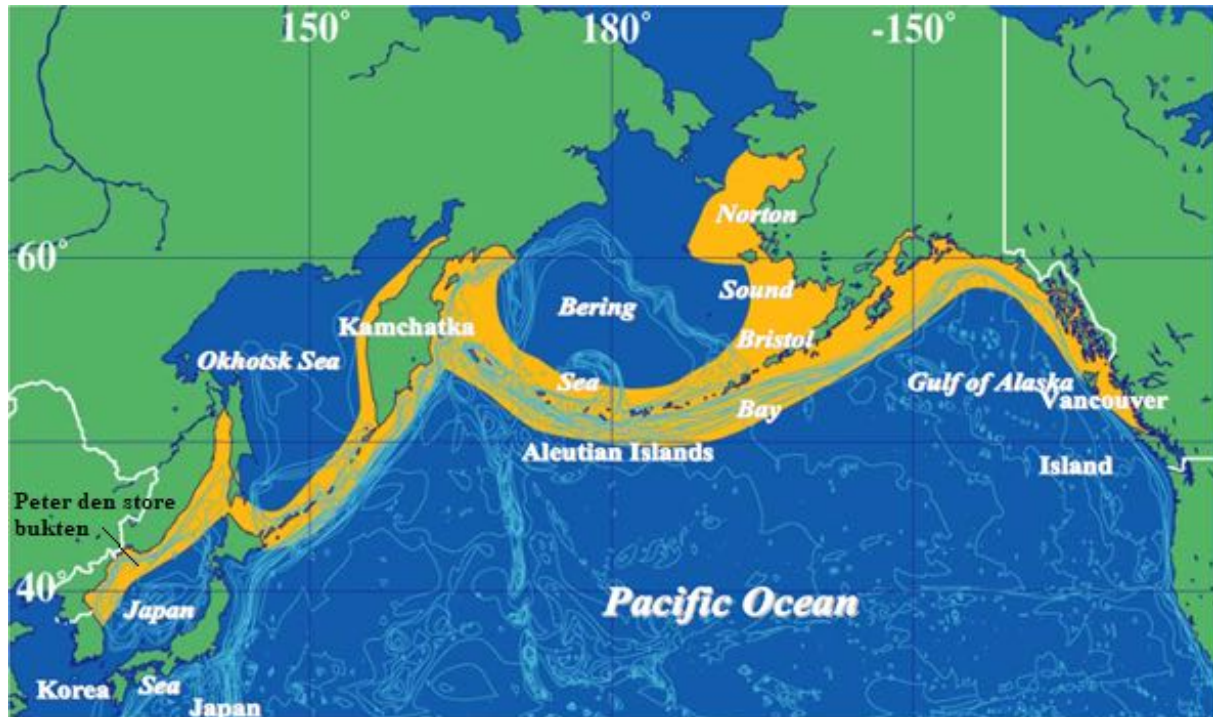


Figur 5: Gul/oransje sirkler viser registrering av snøkrabbe fra tokt gjort av Havforskningsinstituttet i juni/juli 2018. Grønne sirkler viser registreringer gjort fra tidligere økosystemtokt (Sætra, 2018).

Det er usikkerhet rundt hvordan snøkrabben ble introdusert i Barentshavet. Flere teorier tar for seg snøkrabbens introduksjon i området. En av disse teoriene bygger på at krabben har vandret vestover fra sitt naturlige habitat ved øst-siden av Russland, til Barentshavet (Havforskningsinstituttet, 2017). Denne teorien er mindre troverdig fordi snøkrabben ble oppdaget i Barentshavet før den ble påvist i Karahavet (Zimina, 2014). En annen teori er at russiske båter som på begynnelsen av 1980-tallet drev med fiske på østkysten av Canada, kan ha fraktet med seg ballastvann med snøkrabbe og derav innført snøkrabben i Barentshavet (Havforskningsinstituttet, 2017). Det ble ifølge Dahle et al. (2014) samlet prøver fra Barentshavet og ulike hav i arktiske områder, der de brukte 14 forskjellige DNA-markører (mikrosatelitter) for å finne genotypiske likheter mellom snøkrabbene. Undersøkelsene av genetikken til snøkrabbe fra Barentshavet viser store forskjeller fra krabben ved Grønland. Det er derimot funnet genetiske likheter mellom snøkrabbe fra Barentshavet og snøkrabbe fra Beringhavet og Canada. Disse likhetene var for øvrig ikke av en slik grad at det med sikkerhet kunne sies at den ble innført fra Canada (Dahle et al., 2014; Havforskningsinstituttet, 2017).

2.3 Kongekrabbe

Kongekrabbe har sin opprinnelige utbredelse i det nordlige Stillehavet, Beringhavet, Okhotskhavet og Japanhavet (Figur 6). Krabben finnes på den vestlige siden av Stillehavet fra Korea, langs øst-kysten til Sibir og ned kysten av Kamtsjatkahalvøya. Nordøst i Stillehavet og i Beringhavet finnes kongekrabben fra Aleutene til Alaska og ned til Vancouverøyene i Canada (Rodin, 1990).



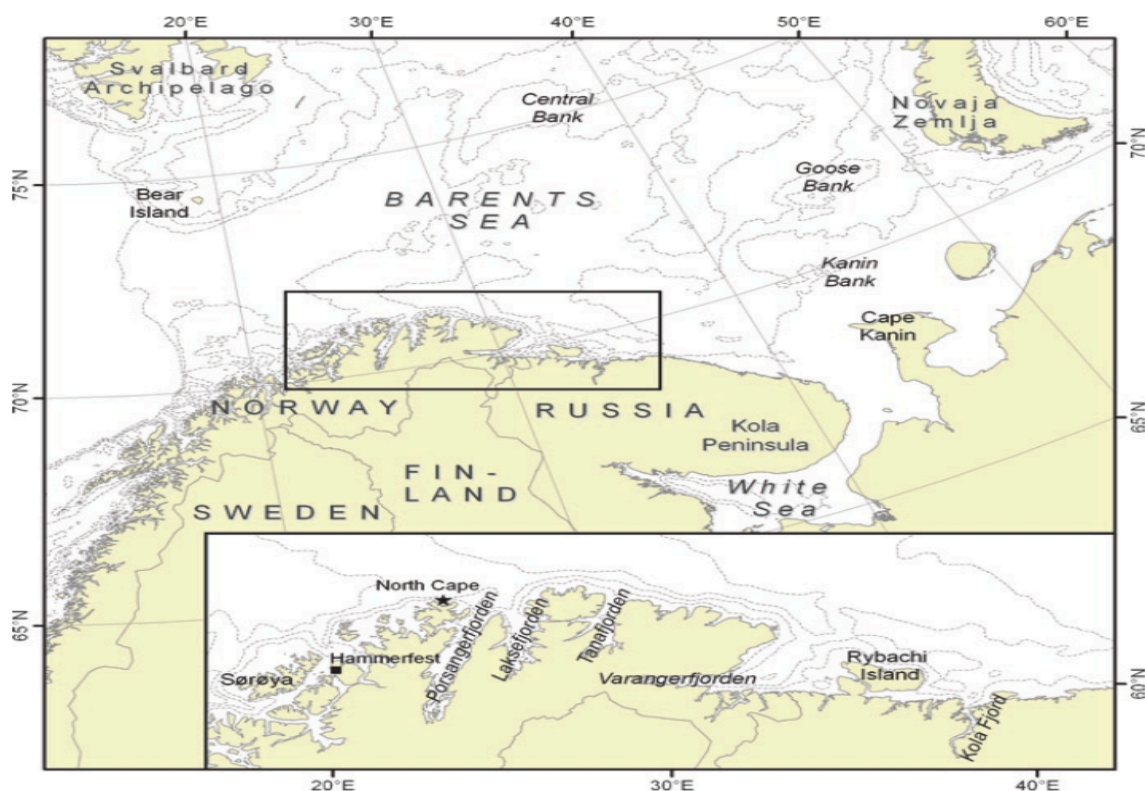
Figur 6: Utbredelsen til kongekrabbe i sitt naturlige habitat (Jørgensen & Nilssen, 2011).

Kongekrabben ble introdusert til Kolafjorden i øst-Barentshavet i en periode mellom 1961 og 1969. Introduksjonen ble utført av russiske forskere med ønske om å skape en ny ressurs som ville være av høy verdi for regionen (Orlov & Ivanov, 1978). Krabbene ble hovedsakelig fisket i Peter den Store bukten, mens et mindre antall ble fisket i Okhotskhavet, på sør-vest kysten av Kamtsjatka (Olsen, 2003). Etter fangst ble de fraktet i containere ved bruk av fly og tog til Barentshavet, og satt ut i havet. I perioden 1961-1969 ble det fraktet 2,609 voksne krabber, med fordelingen 954 hannkrabber og 1,655 hunnkrabber, med en alder mellom 5 og 15 år til Barentshavet. I 1961 ble rundt 10,000 ungrabber fra 1 til 3 år satt ut i havet, samt 1,5 millioner larver (Zoea) (Orlov & Ivanov, 1978).

På 70-tallet fant russiske forskere eggberende hunnkrabber som viste at kongekrabben hadde etablert seg i Barentshavet (Orlov & Ivanov, 1978). Siden har den spredd seg videre vestover inn i norsk økonomisk sone (Jørgensen et al., 2005). På den russiske siden av

Barentshavet er det gjort observasjon av kongekrabben på begge sidene av Rybachi øyene, i områder øst for Kolahalvøya (Figur 7). Kongekrabben har også blitt observert ved Kaninhalvøya, ved inngangen til Kvitsjøen i øst (Jørgensen & Nilssen, 2011). Den nordligste observasjonen har så langt vært på 72°N ved Gåsbanken (Zelenina et al., 2008).

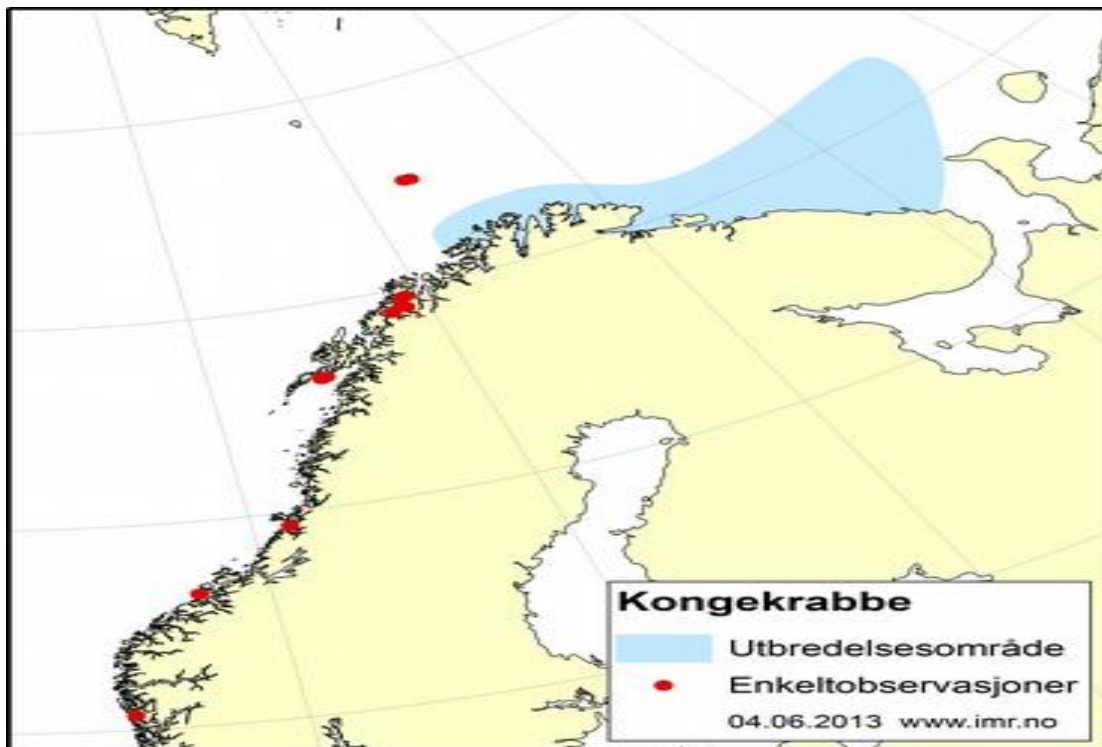
Det ble for første gang observert kongekrabbe i norske farvann i 1977 (Nilssen, 2003). I 1992 ble det registrert en merkbar økning av krabber i norske farvann noe som igjen skapte problemer for det lokale garnfiskeriet. I begynnelsen av denne perioden var mesteparten av kongekrabbene hovedsakelig i Varangerfjorden, men den har gradvis utvidet sitt leveområde langs kysten av Finnmark (Sundet & Hoel, 2016). I 1995 ble kongekrabben registrert i Tanafjorden og siden har den ekspandert videre vestover, med det resultat at den i 2000 hadde inntatt Laksefjorden og Porsangerfjorden. I 2001 ble flere kongekrabber tatt på vestsiden av Sørøya, og det har videre blitt observert kongekrabbe så langt sør som Tromsø (Jørgensen & Nilssen, 2011).



Figur 7: Gir et overblikk over sentrale områder i Barentshavet. Innfelt bilde, viser hvor kongekrabben har utbredd seg i Finnmark/Norsk økonomisk sone (Jørgensen & Nilssen, 2011).

Enkeltobservasjoner av kongekrabbe er kjent lengre sør i Norge, som Lofoten, Trøndelag, Kristiansund og Bergen (Figur 8). Disse krabbene er mest sannsynlig blitt tilført områdene av menneskelig aktivitet, ikke ved å ha vandret dit selv (Miljødirektoratet, 2017). Ifølge

Miljødirektoratet (2017) var det i 2016 om lag 3,034.000 millioner fangstbare hannkrabber i norske farvann.



Figur 8: Utbredelsesområde for kongekrabben, samt enkeltobservasjoner gjort sør for Finnmark (Havforskningsinstituttet, 2018a)

3. Biologi

3.1 Snøkrabbe

I slekten *Chionoecetes* er det 7 arter (Ng et al., 2008) og *C. Opilio* kalles snøkrabbe på norsk. Snøkrabben ble klassifisert av Otto Fabricius i 1788, og arten klassifiseres slik av Artsdatabanken (2018a):

Rike: Dyrerike: *Animalia*

Rekke: Leddyr: *Arthropoda*

Underrekke: Krepsdyr: *Crustacea*

Klasse: Storkrepser: *Malacostraca*

Orden: Tifotkrepser: *Decapoda*

Underorden: Eggbærereker: *Pleocyemata*

Infraorden: *Brachyura*

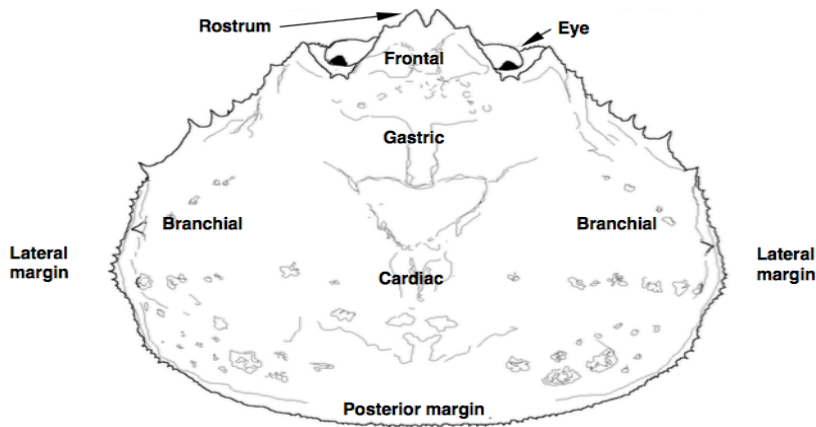
Familie: *Majoidea*

Slekt: *Chionoecetes*

Art: *Chionoecetes Opilio*

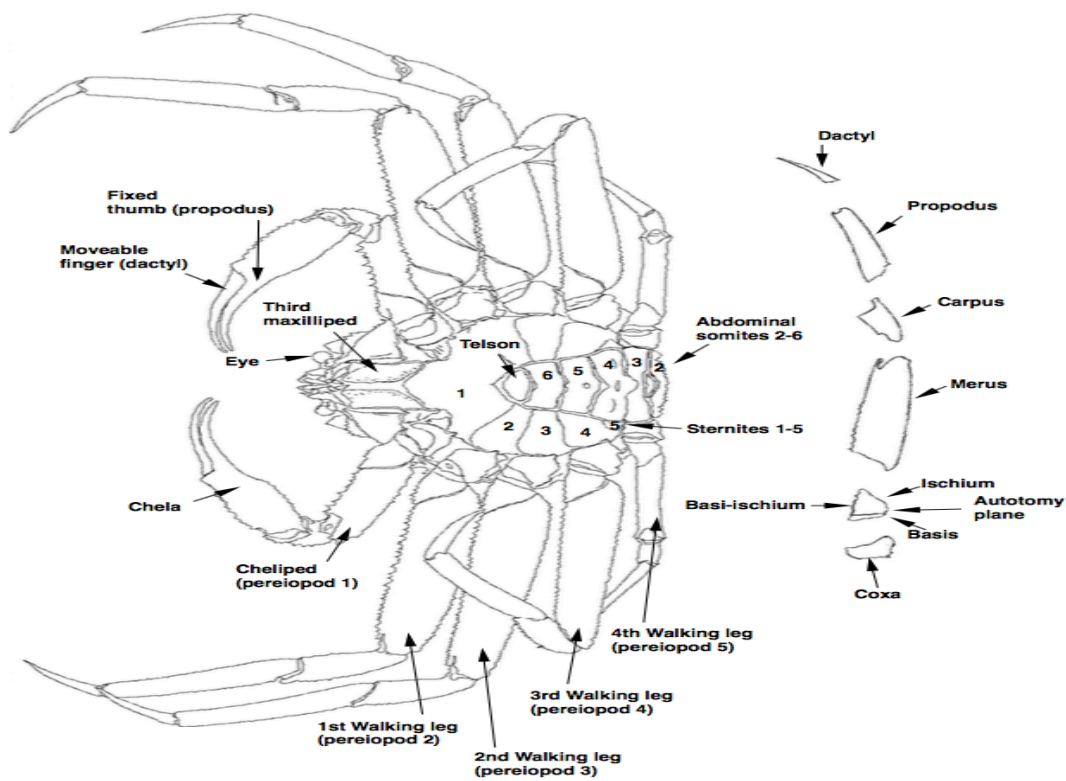
Kroppen til snøkrabben har en rødbrun farge dorsalt og en hvitgul farge ventralt. Størrelsen på snøkrabben varierer fra en ryggskjoldbredde på 5,8 til 16,5 cm for hannkrabber, og 5,0 til 10,0 cm for hunnkrabber (Sundet, 2017). Vekten til snøkrabben kan variere fra 400 gram til 1,3 kg (Lorentzen et al., 2018a).

Snøkrabben tilhører infraorden ekte krabber (*Brachyura*), som vil si at den har fem par gangbein, inkludert klør (chelipeds). Videre har krabben en kropp som består av chephalothorax, altså et sammenvokst hode (chephalo) og brystparti (thorax), og abdomen/buk. Skallet som dekker chephalothorax blir kalt ryggskjoldet. Plassering av ulike organer i chephalothorax er vist i figur 9 disse er frontalregionen, fordøyelsesorganer (gastric), hjerte (cardiac) og gjeller (branchial).



Figur 9: Cephalothorax til snøkrabben (Jadamec et al., 1999).

I frontalregionen har snøkrabben munnleder og antenner lokalisert ventralt, og ventralt i branchial regionen er gangbeinene (pereiopod) og klør (chela) lokalisert. Krabben har også en abdominal klaff, som består av abdominal ledd 2-6 og telson (siste segmentet av abdomen) (Figur 10). Abdominal klaffen kan benyttes for å avgjøre kjønn på krabben. Hannkrabber har en triangulær form på abdomen, mens hunnkrabben har en sirkulær abdominal klaff som dekker store deler av den ventrale siden (Jadamec et al., 1999).



Figur 10: Delene i hannkrabbens ventrale morfologi (Jadamec et al., 1999).

3.1.1 Habitat

I fysiologisk økologi blir ”Shelfords law of tolerance” ofte brukt som et verktøy, og kan beskrives som ”the distribution of a species is controlled by the environmental factor for which the species has the narrowest tolerance” (Krebs, 2008). Geografiske begrensninger er noe som alle arter påvirkes av. Begrensningene kan være både kjemiske og fysiske forhold som er nødt til å være tilstede for at snøkrabben skal kunne etablere seg i et område. Snøkrabben har forskjellige preferanser som temperatur, sediment og dybde ved de ulike benthiske livsstadiene (Hansen, 2015).

Snøkrabber i Barentshavet har et temperaturoptimum på mellom -0,8 til 3,4 °C (Alvsvåg et al., 2009). Snøkrabber, spesielt yngre krabber, trives best innenfor et smalt spekter av temperaturer og de blir derfor ansett som en stenoterm art (Dionne et al., 2003). En stenoterm art er organismer som kun kan leve innenfor et snevert temperaturområde. Ungkrabber med en ryggskjoldbredde på mindre enn 5 cm trives best i temperaturer mellom 1,9 og 2,3 °C og oppholder seg på dybder mellom 80 og 190 meter. Snøkrabber med en ryggskjoldbredde fra 5 til 10 cm oppholder seg i temperaturer mellom -0,7 og 3,0 °C og i en dybde på 130 til 280 meter. Voksne krabber med ryggskjoldbredde større enn 10 cm tåler mer variable temperaturer, men innenfor -0,8 og 3,4 °C, og de har blitt funnet på dybder fra 180 til 350 meter (Alvsvåg et al., 2009). På tidlig 2000-tallet varierte temperaturene i Barentshavet fra -1,6 til 5,9 °C og mesteparten av snøkrabbefangstene ble tatt ved temperaturer kaldere enn 2 °C (Agnalt et al., 2011). Miljøforholdene har betydning for snøkrabbens valg av habitat og på bakgrunn av at den trenger stabilt lave temperaturer vil eventuelle temperaturøkninger kunne begrense krabbens videre utbredelse (Alvsvåg et al., 2009). Dette underbygges fra tidligere forsøk utført av Dionne et al., (2003) som fant at snøkrabben velger habitat ut i fra hvilken temperatur den foretrekker.

Snøkrabben kan leve på forskjellige dybder avhengig av hvor den er i livssyklusen som beskrevet i forrige avsnitt. Den vil bevege seg til store dybder for å oppnå de optimale temperaturer og forhold den trenger for å utvikle seg og kunne trives. Ifølge Jadamec et al. (1999) kan snøkrabben leve både i grunt vann og på dyp helt ned til 450 meter. Snøkrabben finnes som oftest på bløtbunn av sand og leire. Der kan den grave seg ned for å skjule seg på dagtid (Robichaud et al., 1989). I et forsøk gjort i Bonne Bay (Canada) i nordøst Atlanteren, ble ungrabber, umodne krabber og muligens voksne hunnkrabber observert, delvis begravd i bunnfaunaen slik at bare øyene var synlige. Det ble observert store snøkrabber på sandbunn og grusbunn i mellom steiner, men aldri rundt eller på skjær (Conan & Maynard, 1987). I

tidlig benthisk fase finner snøkrabben en type bunnfauna som gir den mulighet til å beskytte seg mot predatorer og kannibalisme (Conan et al., 1996). Dionne et al. (2003) mener derimot at snøkrabbe i tidlig benthisk fase velger hvilken type bunnfauna den vil leve i ut fra foretrukket temperatur.

3.1.2 Snøkrabbens livsstadier

Snøkrabbens levealder kan variere mellom individer og områdene de oppholder seg i. Kruse et al. (2007) sier at hannkrabbe fra Beringhavet har en livssyklus på mellom 11 og 17 år etter terminale skallskifte, mens for hunnkrabber er livssyklusen 13 år. Det terminale skallskiftet er det siste skallskiftet snøkrabben utfører i sin livssyklus når den blir kjønnsmoden og slutter å vokse (Sundet, 2017). Ifølge Sundet (2017) har snøkrabbe fra Barentshavet en livssyklus på rundt 15 år. Snøkrabben går i gjennom flere stadier i sin livssyklus (Tabell 1). I utviklingsstadiene 7 til 15 forandres den fra larvestadiet til å bli en stor krabbe gjennom flere skallskifter og morfologiske endringer (Kruse et al., 2007).

Snøkrabbeembryoer kan være mellom 0,5 til 1,0 mm i diameter og klekkes oftest på våren. Den går i gjennom tre planktoniske stadier, der prezoa forlater egget fra hunnkrabbens abdomen, og starter en migrasjon oppover i vannsøylen (Jadamec et al., 1999). Tidspunktet for klekking av larver påvirkes av flere faktorer. Et signal for klekking kan være tilstedeværelse av fytoplankton (Starr et al., 1994). Planktonoppblomstring gjør at det sannsynligvis vil være kiselalger og hoppekreslarver tilstede som føde for snøkrabbelarvene (Kruse et al., 2007). Ifølge Kruse et al. (2007) vil synkronisering av klekking og planktonoppblomstring sannsynligvis gi økt sjanse for overlevelse. I tillegg kan kalde temperaturer føre til lengre eller forsinket klekking (Kruse et al., 2007). Prezoestadiet er relativt kort siden skallskifte (ecdysis) og overgang til zoea 1 skjer kun få timer etter klekking. Skallskifte fra zoea 1 til zoea 2 skjer omtrent en måned senere (Jadamec et al., 1999). De to zoea-stadiene foregår i øvre del av intermediære dyp (Kruse et al., 2007). Ved hvilke tidspunkt varierer fra område til område. I Barentshavet lever zoea-larvene pelagisk i tre til fire måneder etter klekking på våren (Aglen et al., 2012). Før den bunnsår når den megalopae larvestadiet som ifølge Jadamec et al. (1999) kan ha en varighet på 1 til 10 måneder. I dette stadiet lever larvene på grunt til intermediære dybder, og føde består av små hoppekreps. Megalopae larver går så i gjennom en metamorfose, hvor den bunnsår og utvikles til en ung krabbe (Tabell 1, stadium 10). Snøkrabben bunnsår i september/oktober (Havforskningsinstituttet 2018b).

Tabell 1: De ulike stadiene i livssyklusen til snøkrabbe. Stadiene 1 til 6 omhandler reproduksjon og eggdannelse mens 7 til 15 er utvikling fra larve til voksne individer (Kruse et al., 2007).

Stadier	Beskrivelse
1	Utvikling av eggstokk og potensiell fekunditet for prepubertale, pubertale og førstegangsgytende (primiparous) hunnkrabber.
2	Utvikling av eggstokk og potensiell fekunditet for flergangsgytende (multiparous) hunnkrabber
3	Parring, egg befruktning og realisert fekunditet hos førstegangsgytende hunnkrabber
4	Parring, egg befruktning og realisert fekunditet hos flergangsgytende hunnkrabber
5	Eggbæring for førstegangsgytende hunnkrabber
6	Eggbæring for flergangsgytende hunnkrabber
7	Klekking av embryoer
8	Zoea larver, har to stadier – zoea I og zoea II
9	Megalopae larve
10	Benthiske ungrabber (0 til 1 år)
11	Ungrabber (1 til 4 år)
12	Pubertale hannkrabber (5 til 10 år) og prepubertale hunnkrabber (3 til 7 år)
13	Voksne hannkrabber (store klør) med nytt skall (5 til 11 år)
14	Voksne hannkrabber (store klør) med gammelt skall, maksimal levealder fra 11 til 17 år (opp til 6 år etter det terminale skallskifte)
15	Voksne hunnkrabber (stor abdomen), maksimal levealder 10 til 13 år (opp til 6 år etter det terminale skallskifte)

Fra et studie utført i Bonne Bay, Canada av Comeau et al. (1998) ble snøkrabbens umodne stadier delt inn i understadiene I-VII (Tabell 2). Når snøkrabben har bunnslått vokser den raskt og gjennomgår skallskifte omtrent to ganger i året. Disse halvårssyklusene varer til understadium VI når snøkrabben er omtrent 3 år. Etter understadium VI forandres syklusen til et årlig skallskifte, helt frem til det terminale skallskifte. Hunn- og hannkrabber viste like vekstmønster helt til understadium VII hvor de er rundt 4 år og hannkrabbene ble

kjønnsmodne (Comeau et al., 1998). Det antas at det årlige skallskiftet hos hunnkrabbene fortsetter til de har det terminale skallskifte. Det terminale skallskifte skjer ved kjønnsmodning når de er rundt 7 eller 8 år gamle (Comeau et al., 1998; Kruse et al., 2007). Kjønnsmodning ser ut til å ha en påvirkning på vekst i skallskiftefasen hos hannkrabbene (Comeau et al., 1998). Ifølge Kruse et al., (2007) vil tettheten av snøkrabbe ha en påvirkning på hvor hyppig den gjennomfører skallskifte. Større tetthet av krabber fører til mindre tilgang på mat. Høyere tetthet vil også i miljøer med høy konkurranse innenfor reproduksjon kunne påvirke skallskifte. Dette observerte Comeau et al. (1998) ved at hannkrabber som opplevde høy konkurranse ved reproduksjon kunne velge å gjennomføre skallskifte uten å kjønnsmodne eller ved å hoppe over skallskifte og dermed hemme vekst. Hannkrabbene har vanligvis det terminale skallskifte når de er rundt 11 år (Kruse et al., 2007).

Tabell 2: Resultatene fra studie av snøkrabbe gjennomført av Comeau et al. (1998) i Bonne Bay, Newfoundland, Canada. I studiet mener de at hunn- og hannkrabber gjennomfører skallskifte hvert halvår fra understadie I-VI, fulgt av et årlig skallskifte fra understadie VI. (RB = Ryggskjoldbredde).

Understadie	Måneder		Antatt størrelse og alder
I	September		3-5 mnd. 3,0 mm RB
		Antydning til skallskifte (vinter)	
II	Mai		1 år. 5,0 mm RB
		Antydning til skallskifte (sommer)	
III	September		1+ år. 7,0 mm RB
		Antydning til skallskifte (vinter)	
IV	Mai		2 år. 9,8 mm RB
		Antydning til skallskifte (sommer)	
V	September		2+ år. 14,9 mm RB
		Antydning til skallskifte (vinter)	
VI	Mai		3 år. 21,6 mm RB
		Antydning til årlig skallskifte	
VII	Mai		4 år. 28,0 mm RB

3.1.3 Skallskifte og reproduksjon

Snøkrabben skifter skall flere ganger i løpet av sin livssyklus. Det at snøkrabben gjennomgår skallskifte innebærer at hele det ytre skallet byttes ut med nytt skall. Når snøkrabben skal gjennomgå skallskifte absorberer den kalsium-karbonat fra skallet som skal utskiftes, for så å skille ut enzymer slik at skallet løser seg fra epidermis (ytterste lag av underliggende hud). Helt til slutt skiller epidermis ut et nytt mykt skall på undersiden av det gamle. For at snøkrabben skal kunne fjerne det gamle skallet, absorberer den vann slik at den svulmer opp, hvilket medfører at det gamle skallet utvides og rakner. Dette er en prosess som kan vare i flere uker. Etter skallskifte er krabben fylt med vann, og vannet blir med tiden erstattet med proteiner. I perioden etter skallskifte er skallet til krabben mykt og den kan derfor være sårbar for predasjon. Det er også i denne perioden krabben vokser, og har mulighet til å erstatte ødelagte eller tapte lemmer (NOAA, 2018). Den kan derimot ikke erstatte lemmer etter at det terminale skallskiftet er gjennomført, men ifølge Halcrow & Steel (1992) kan snøkrabben reparere skader ved at det dannes en tynn membran på skadeområdet, dette selv etter terminalt skallskifte. Ved gjennomført terminalt skallskifte er det ulike morfologiske kjennetegn hos snøkrabben. Hannkrabben kjennetegnes ved at den får store klør mens hunnkrabbene får et bredere abdomen som dekker hele ventralsiden, dette for å gi plass til å bære eggene (FRCC, 2005). En primærkomponent i en populasjonsbiomasse er fekunditet (antall egg per hunnkrabbe), relatert til antall gytinger, samt antall egg og egg størrelse (Dorit et al., 1991). Hvilke stadier hunnkrabben går i gjennom ved reproduksjon er vist i tabell 1.

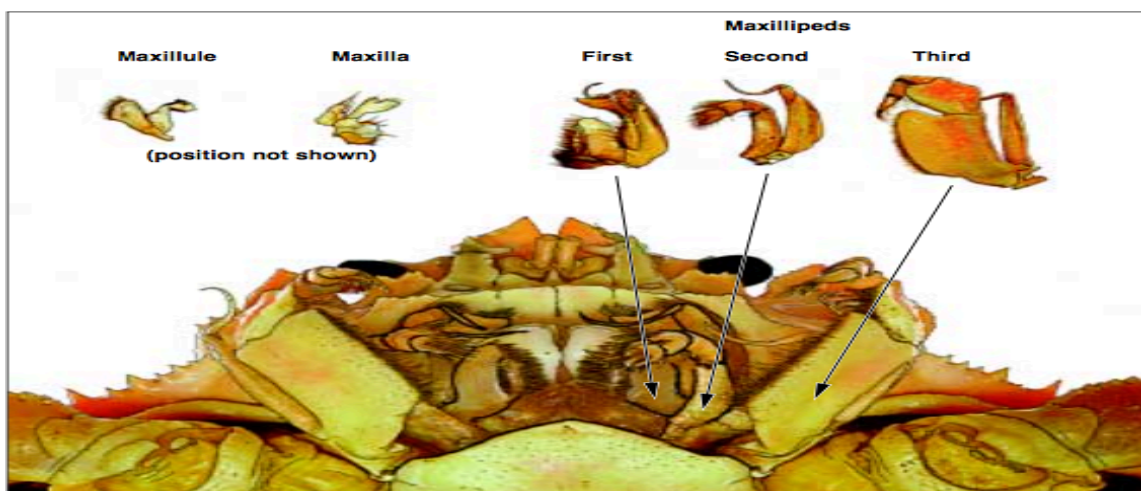
Det er rapportert at reproduksjonsadferden hos Tanner krabbe (*Chionoecetes bairdi*) og snøkrabbe er lik (Watson, 1972; Adams, 1982; Donaldson & Adams, 1989). Ifølge Adams (1982) har krabbene tre faser de går i gjennom ved reproduksjon. Fasen før parring kan vare i flere uker og omhandler tiden det tar før en hannkrabbe oppdager en mottakelig hunnkrabbe. Når hannkrabben finner en hunnkrabbe bruker han klørne til å gripe tak i gangbeinene (pereiopods) til hunnkrabben og holder henne fremfor seg, frontal mot frontal (rostrum, se figur 9) helt til de skal parre. Hvis hunnkrabben er prepubertal, vil hannkrabben fortsette å holde hunnkrabben, og hjelpe henne under skallskifte til kjønnsmodning (terminale skallskifte). Når hunnkrabben er ferdig med skallskifte, slipper hannkrabben det gamle skallet og tar nytt tak rundt det nye myke skallet til hunnkrabben. Hannkrabben snur hunnkrabben opp ned under parringsfasen og holder henne under seg, abdomen mot abdomen, og overfører spermier mot hunnkrabbens genital åpning (gonopores) når eggene frigjøres. Hannkrabben holder fortsatt hunnkrabben etter parring, helt til de fertiliserte eggene eller embryoene er ekstrudert og har festet seg til abdominalklaffen. Etter endt parring vil det være gripemerker

på gangbeinene hos enten en førstegangsgytende (primiparous) eller flergangsgytende (multiparous) hunnkrabbe. Ifølge Paul (1984) kan flergangsgytende hunnkrabber lagre spermier fra tidligere parring og ved fravær av hannkrabber, kan hunnkrabben bruke de lagrede spermierne til å befrukte eggene selv. Når flergangsgytende hunnkrabber har sluppet løs/frigjort larvene vil den være klar til neste parring, som kan finne sted kort tid etter (Elnor & Beninger, 1995). Ifølge Kruse et al. (2007) er førstegangsgytende hunnkrabber mindre produktiv enn flergangsgytende hunnkrabber.

I Barentshavet skjer gytingen i en periode mellom februar og april (Agnalt et al., 2014). Det er antatt at hunnkrabber produserer to eggmasser i løpet av livssyklusen (Comeau et al., 1999). En hunnkrabbe kan produsere en eggmasse som inneholder i mellom 12.000 og 160.000 egg (Agnalt et al., 2014). Det er indikasjoner på at snøkrabben har en 2-årig reproduksjonssyklus i Barentshavet (Agnalt et al., 2011). Ifølge Agnalt et al., (2014) er reproduksjonssyklusen temperaturavhengig. Agnalt et al. (2014) fant at snøkrabbe hadde en årlig reproduksjonssyklus ved 4,5 til 5,5 °C, til forskjell fra ved -1 til 1 °C hvor krabbene hadde en 2-årig syklus.

3.1.4 Føde

Snøkrabben benytter to metoder for å få tak i føde, den ene ved å bruke klørne (chela) til å grave i sedimentene for så å bruke tredje munndel (maxillipeds) (Figur 11) for å sile ut organismene. Den andre metoden er ved å bruke klørne for å ta tak i byttedyr, for deretter rive dem fra hverandre og spise dem. I munnen til snøkrabben er det tre sett med kjever (maxillipeds), der den ene blir brukt til å holde, brukes de to andre til å bryte ned føden (Dorit et al., 1991).



Figur 11: Frontal regionen (ventralt) til snøkrabbe, med komponenter brukt til å fange og kutte opp føde (Jadamec et al., 1999).

Snøkrabben har et sett harde tenner i hoderegionen som fungerer effektivt til å tygge og bryte ned føde. Snøkrabben har to magesekker til fordøyelse, den ene pulveriserer og den andre har fordøyelsesenzymer. Tarmsystemet til snøkrabben er relativt kort, med fingerlignende ”lommer” som kalles villi, disse ”lommene” gir en stor overflate for opptak av næringsstoffer (Dorit et al., 1991). Snøkrabben har en variert diett bestående av et bredt utvalg av benthiske invertebrater (bunnlevende virvelløse dyr), med forekomst av alger og detritus i føden. Den ansees derfor som omnivore (Boudreau & Worm, 2012). Snøkrabben er en generalist og lever av føde funnet i flere trofiske nivåer. I de forskjellige habitat i sitt naturlige utbredelsesområde har snøkrabben en diett bestående primært av børstemark, krepsdyr, bløtdyr, pigghuder, alger og fisk (Wieczorek & Hooper, 1995; Squires & Dawe, 2003). Snøkrabben viser også kannibalistiske tendenser (Lovrich & Sainte-Marie, 1997; Squires & Dawe, 2003).

Snøkrabben beveger seg raskt, og har derfor evne til å fange hurtige byttedyr (Jørgensen & Spiridonov, 2013). Hva snøkrabbens føde består av er i tillegg påvirket av kjønn og størrelsen på krabben. Voksne hannkrabber har en tendens til å spise mer fisk enn hunnkrabber, som spiser mer reker og andre frittlevende byttedyr. Dette fordi hannkrabber har bedre mobilitet på grunn av lengre gangbein. Hannkrabben har også større klør (chelae) som gjør det enklere å spise byttedyr med eksterne skall, som for eksempel skjell/muslinger (Squires and Dawe, 2003).

Selv om snøkrabben er en predator, har den likevel naturlige fiender. I Barentshavet blir snøkrabben utsatt for predasjon av arter som torsk (*Gadus morhua*), hyse (*Melanogrammus aeglefinus*), steinbit (*Anarchichas spp.*) og kloskate (*Raja spp.*) (Pavlov, 2006) Den er mest utsatt for predasjon rett etter skallskifte, siden det er i denne perioden skallet er mykt, som igjen gjør den til et enklere bytte for predatorerne å fordøye (NOAA, 2018).

3.2 Kongekrabbe

Kongekrabben er en av fem arter i slekten *Paralithodes* (Fukuhara, 1985). Arten klassifiseres slik av Artsdatabanken (2018b):

Rike: Dyrerike: *Animalia*

Rekke: Leddyr: *Arthropoda*

Underrekke: Krepsdyr: *Crustacea*

Klasse: Storkrepser: *Malacostraca*

Orden: Tifotkrepser: *Decapoda*

Underorden: Eggbærereker: *Pleocyemata*

Infraorden: *Anomura*

Familie: *Lithodidae*

Slekt: *Paralithodes*

Art: *Paralithodes camtschaticus*

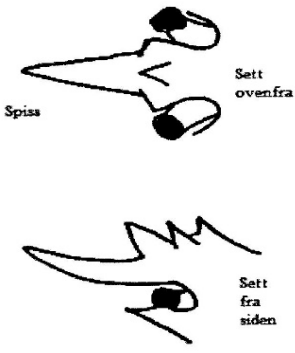
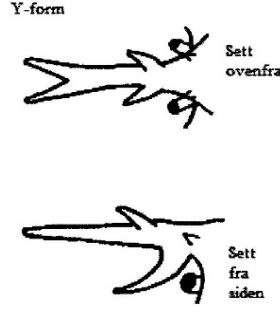
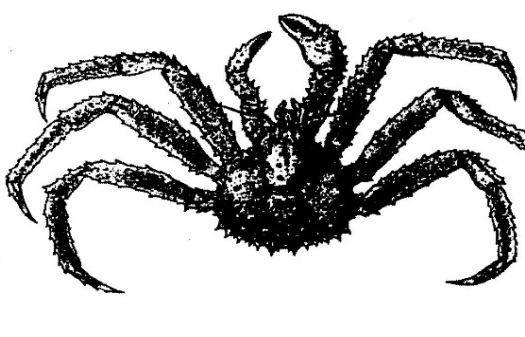

Kongekrabben er blant verdens største artropoder (Cunningham et al., 1992). Den kan i norske farvann bli opp til 10 kg, med en ryggskjoldbredde på rundt 22 cm (Pedersen et al., 2006). Den blir ifølge Havforskningsinstituttet (2018a) sjelden over 8 kg i Barentshavet. Den har en rødbrun eller burgunder farge på dorsal siden som er delvis dekt av pigger og med en hvit/gul farge på ventral siden. Kongekrabben har en krabbelignende morfologi med et sterkt kalsifisert ytre skjellet (Cunningham et al., 1992). Videre har kongekrabben et sammenvokst hode (cephalo) og brystparti (thorax), en asymmetrisk abdominal klaff, et par klør (chelipeds), tre par gangføtter og en rekke antenner og munddeler (mandibler, maxillaer og maxillipeder) (Fukuhara, 1985).

Kongekrabben er ikke en ekte krabbe, i motsetning til for eksempel snøkrabben (Infraorden *Brachyura*). Kongekrabben tilhører infraorden uekte krabber (*Anomura*). Årsaken til at de blir betegnet som "uekte krabber" er fordi dyrene i underrekke krepsdyr (*Crustacea*) normalt har fem par med gangbein, inkludert klør (chela). Men hos infraorden *Anomura* er det bakerste beinparet redusert og ligger på undersiden av ryggskjoldet. Noe som gjør at det ser ut

som om kongekrabben kun har fire par med gangbein, inkludert klør. Det reduserte beinparet brukes av hannkrabben til å plassere spermier på undersiden av hunnkrabben (Nilssen, 2003). Kongekrabben har i tillegg gangbein som er orientert bakover, mens de ekte krabbene har gangbein som er orientert fremover (se figur 1, side 1) (Fukuhara, 1985).

Små kongekrabber har i norske farvann ved noen anledninger blitt forvekslet med trollkrabbe (*Lithodes maja*). Disse artene har morfologiske likheter, som at den ene kloa større enn den andre. De kan skilles fra hverandre med at kongekrabben har et spisst spyd og trollkrabben har et Y-formet spyd (Fig 12). Trollkrabben har også et mer piggete utseende og gangbeinene er tynnere. Voksne kongekrabber er i tillegg betydelig større i størrelse enn trollkrabben (Havforskningsinstituttet, 2006)

Forskjell på kongekrabbe og trollkrabbe

Kongekrabbe	Trollkrabbe
	
<p>Kongekrabbens spyd ("nese") ender i en spiss.</p>	<p>Trollkrabbens spyd ("nese") ender i en Y sett ovenfra.</p>
	

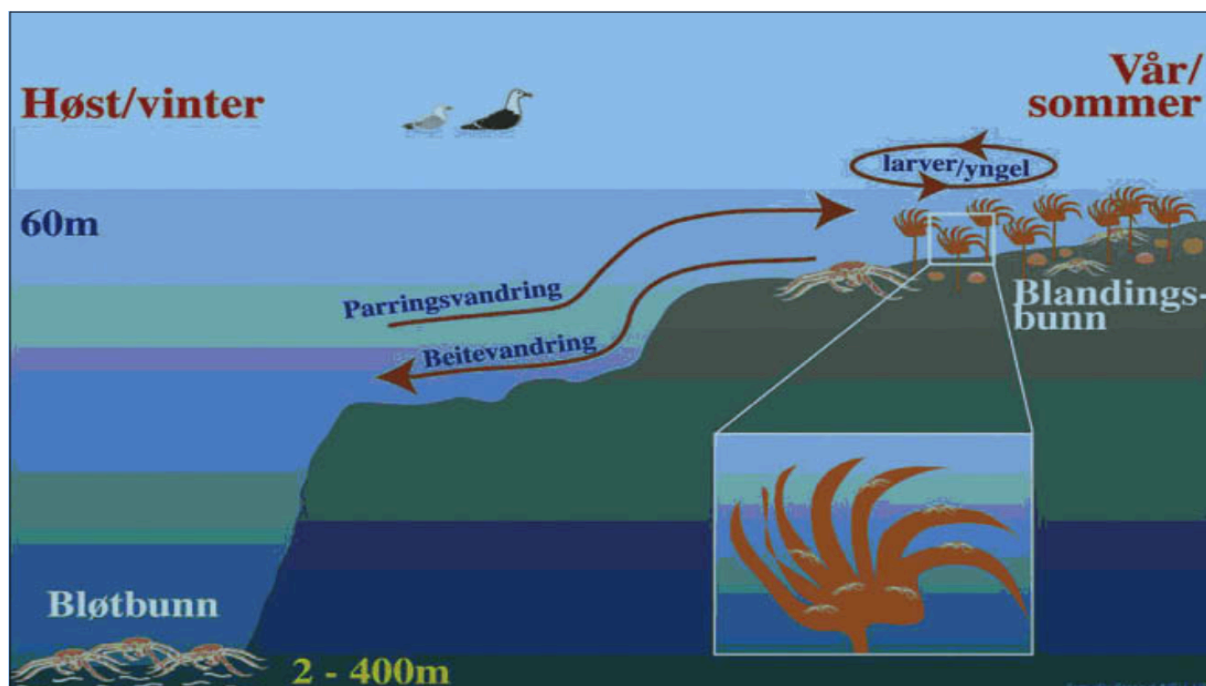
Figur 12: Forskjellen mellom kongekrabbe og trollkrabbe (Havforskningsinstituttet, 2006).

3.2.1 Habitat

Geografiske begrensninger er noe alle arter påvirkes av. Kongekrabben har på lik linje med snøkrabben, forskjellige preferanser som temperatur, sediment og dybde ved de ulike benthiske livsstadier. Kongekrabben har toleranse for et bredt spekter av temperaturer. Den er en boreal (sub-arktisk) art som har en optimum temperatur på mellom 2 og 8 °C (Hansen, 2002; Pinchukov & Sundet, 2011), men den kan likevel leve i temperaturer mellom -1,6 til 18 °C avhengig av hvor den er i livssyklusen (Orlov & Karpevich, 1965; Nilssen, 2003). Det ble i 2008 fisket en enkelt kongekrabbe (15.0 cm ryggskjoldbredde) på 20 meters dyp i Middelhavet. Det er usikkert på hvilken måte den kom seg dit og hvor lenge den hadde oppholdt seg der, men krabben måtte uavhengig av dette ha overlevd i en periode i et hav der temperaturene i havoverflaten kan bli relativt høye (Faccia et al., 2009).

I et eksperiment utført av Sparboe & Christiansen (2008) fant de at kongekrabbelarve (zoea I-IV) teoretisk sett kunne overleve temperaturer på rundt 20 °C hvis den ble akklimatisert til det, men at det var absolutt dødelighet ved henholdsvis 21,5°C på det laveste og 24,2 °C på det høyeste. Dette tilsier at den potensielt kan spre seg lengre sørover enn hvor den er nå. Det ble i derimot ikke observert dødelighet ved -1,7 °C. Dette kan potensielt gi spredning av kongekrabbelarve til nordlige deler av Barentshavet (Sparboe & Christiansen, 2008). Ifølge Fukuhara (1985) trives zoea-larvene i temperaturer mellom 0,8 til 4,0 °C, og lever pelagisk i dyp på rundt 15 til 80 meter.

Unge krabber ser ut til å velge habitat med steinete bunnsstrukt, kombinert med et utvalg av tang og tare eller i områder med bunnlevende virvelløse dyr når de bunnslår (McMurray et al., 1986). Krabbene bunnslår på dyp rundt 10 til 30 meter (Pinchukov & Sundet, 2011), og Hansen (2002) fant fra sitt forsøk at kongekrabbe med mindre enn 10,0 cm ryggskjoldbredde, fanget på den norske siden av Barentshavet, hadde en temperaturpreferanse på sjøvann kaldere enn 3 °C. Voksne krabber lever ifølge Pinchukov & Sundet (2011) fra grunne kystnære områder og ned til 335 meters dyp og innenfor temperaturer på -0,8 og 8,5 °C i Barentshavet. Voksne krabber lever primært på dyp fra 100 til 3-400 m, men migrerer mot kysten og til grunt hav når de skal parre og gyte (Figur 13). Deretter har den en fødemigrasjon tilbake til større dyp (Powell & Nickerson, 1965a; Sundet & Hjelset, 2009). Voksne krabber finner man hovedsakelig på sand eller leirebunn, og de aggregerer etter størrelse, kjønn eller livssyklus (Marukawa, 1933; Nilssen, 2003).



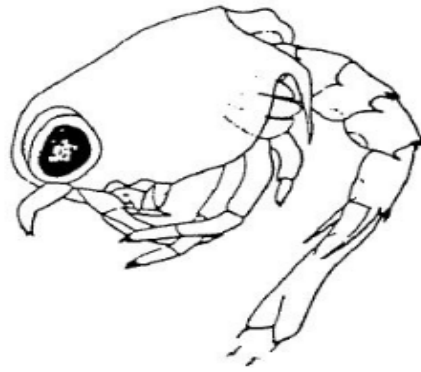
Figur 13: Vandringsmønster og habitater til kongekrabben lever (Illustrasjon: Frøydis Strand, Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. Hentet fra Fiskeri- og kystdepartementet 2007).

Jørgensen & Nilssen (2011) rapporterer at det er krabbe både langs kysten og langt til havs i russiske farvann, mens i norske farvann er utbredelsen langs kysten. Dette begrunner de med at bunnen fra kysten gradvis blir dypere og dypere i russiske områder, mens det i norske fjorder brått går fra grunt til relativt dypt vann (300m) og at utbredelsen derfor er avhengig kystens topografi. Videre fremsettes det at denne gradvise skråningen funnet i russiske farvann er lik topografien funnet i Stillehavshabitat hvor krabben migrerer langt for å nå dypere hav. Som en følge av dette vil kongekrabbene i norske farvann holde seg nært kysten eller i fjorder hele året.

3.2.2 Livsstadier

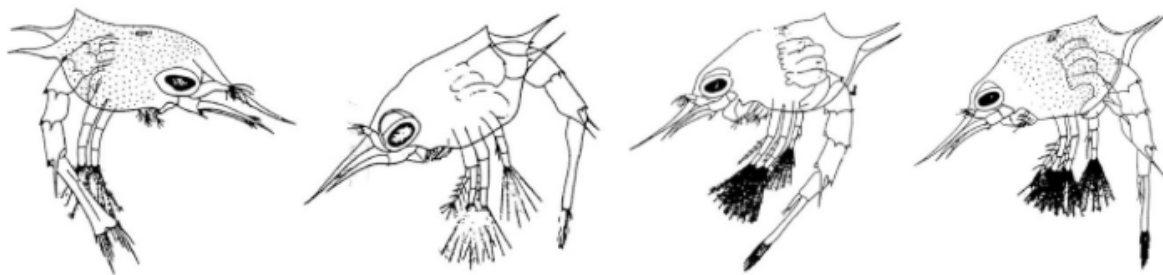
Det er vanskelig å fastslå alderen til krepsdyr på grunn av mangelen på harde strukturer. Fisk har otolittene som kan brukes til å bestemme alder (Nilssen, 2003). Kongekrabbens levealder antas å være rundt 20 år (Nilssen, 2003; Pedersen et al., 2006; Sundet & Hoel, 2016). I begynnelsen av kongekrabbens livssyklus går den i gjennom fire zoea-larvestadier og ett glaucothoe-stadie (Epelbaum et al., 2006).

Etter klekking av eggene starter det første stadiet, altså prezoeastadiet (Figur 14), som har en varighet på omtrent 1 time ved 7-8 °C (Epelbaum et al., 2006). I prezoeastadiet har ikke larven noen form for egenbevegelse (Orlov & Karpevich, 1965), altså den er passiv og kan derfor bli transportert over betydelige distanser av havstrømmer (Pedersen et al., 2006).



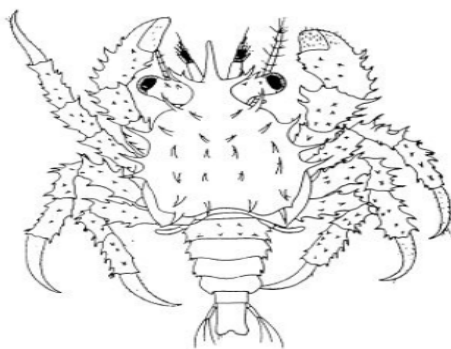
Figur 14: Illustrasjon av en Prezoealarve (Fukuhara, 1985)

Ved overgangen fra prezoeastadiet har larven ett skallskifte og blir til zoea I. Fra zoea I til IV (Figur 15) lever larven pelagisk hvor den utvikler og endrer seg morfologisk ved hvert stadiet (Epelbaum et al., 2006).



Figur 15: Utviklingen til kongekrabbelarve fra zoea I (venstre) til zoea IV (høyre) (Fukuhara, 1985).

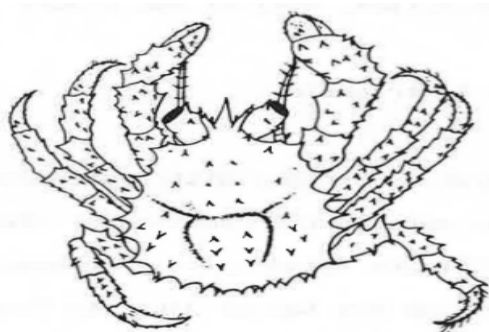
Etter skallskifte fra prezoea-stadiet til zoea I vil larven få noe mobilitet, og mobiliteten forbedres for hvert stadium. Dette ved at den bruker de underutviklede lemmene (exopods) som stikker ut fra kroppen (Epelbaum et al., 2006). At de har mobilitet ble observert i felt- og laboratoriestudier gjort av Shirley & Shirley (1987) som fant at larvene migrerte oppover i vannsøylen ved dagslys, og nedover når det var mørkt. Lignende observasjoner ble også gjort av Ebelbaum et al. (2006). Larvene bruker svømmeevnen til å finne føde bestående av blant annet dyreplankton (Pinchukov & Sundet, 2011). I glaucothoe-stadiet (tilsvarende megalops-stadiet hos snøkrabbe) skjer en stor forandring i utseende hos larvene (Figur 16).



Figur 16: Illustrasjon av Glaucothoestadiet til kongekrabbe (Fukuhara, 1985).

Vanlige adferdsmønster som var likt og stabilt gjennom hele zoeastadiet er i stor endring ved overgangen til glaucothoestadiet. Kongekrabbelarven svømmer i dette stadiet ved bruk av det reduserte beinparet (pleopod). Den spiser ikke og svømmeevnen reduseres gradvis i gjennom hele dette stadiet frem til den etterhvert bunnslår. Varigheten fra zoea 1 til den når glaucothoestadiet og er omtrent 460 døgngrader¹ i Barentshavet (Epelbaum et al., 2006). Nilssen (2003) sier at den bunnslår etter ca. 100 dager i våre farvann. I denne perioden har krabben ifølge Marukawa (1933) gått i gjennom fem skallskifter.

Etter skallskifte fra glaucothoestadiet til post-larvestadiet, endrer kongekrabben sin bevegelsesadferd for tredje og siste gang. Nå svømmer den ikke lengre, men går på bunnen ved å bruke gangbeinene. Ungkrabben har nå utviklet sine morfologiske trekk og ser mer ut som en voksen krabbe (Figur 17). Ungkrabbens fødeegenskaper er nå godt utviklet og tilpasset til å spise mykt eller hardt føde (Epelbaum et al., 2006). Krabben bunnslår med en ryggskjoldlengde på ca. 2 mm (Fukuhara, 1985; Nilssen, 2003). I dette stadiet er krabben avhengig av at den bunnslår i et område med rik tilgang på næring og med mulighet for beskyttelse fra omgivelsene.



Figur 17: Illustrasjon av en kongekrabbe rett etter skallskifte fra glaucothoestadiet (Fukuhara, 1985).

¹ Døgngrader = temperatur ganget med dager. Eksempelvis er 4,6°C i 100 dager = 460 døgngrader.

Kongekrabben lever blant steiner, tang og tare de første to årene av livssyklusen som en bunnlevende krabbe (Jørgensen & Nilssen, 2011). I denne perioden vokser den raskt og kan ha så mange som 11 skallskifter (McCaughran & Powell, 1977). Kongekrabben har tre skallskifter i løpet av det tredje leveåret (McCaughran & Powell, 1977) og ett årlig skallskifte fra den er fire år (NOAA, 2018). Ifølge Dvoretzky & Dvoretzky (2014) er gjennomsnittlige størrelser på kongekrabber som lever i Barentshavet i aldersspekteret 0-5 år, på henholdsvis 0.84, 3.10, 5.73, 7.81 og 9.16 cm i ryggskjoldbredde.

Når krabbene er omtrent to år begynner de å migrere ut til litt dypere hav, hvor de samler seg i store, tettpakkede grupper eller klynger (Figur 18). Disse klyngene av kongekrabber kalles for "pods" eller "podding" (Dew, 1990). Det er ifølge Dew (1990) kun kongekrabbe som viser denne type adferd. Disse klyngene kan inneholde flere tusen individer (Powell & Nickerson, 1965b; Dew, 2010), og dannes antageligvis for å beskytte mot predatorer. Klyngene dannes på dagtid, mens krabbene er aktive og sprer seg for å lete etter føde når det er mørkt (Dew, 1990). Ifølge Powell & Nickerson (1965b) forlater krabber klyngene tidlig på sitt fjerde år. Mens ifølge Dew (2010) lever både unge krabber, umodne krabber og voksne krabber sammen i klynger. Dette underbygges av Nilssen (2003) som også sier at voksne krabber har vist tendenser til å samle seg i grupper basert på størrelse og kjønn.



Figur 18: Klyngefenomenet, også kalt "podding", hos kongekrabbe (Fotograf: Geir Randby, Lillehammer Film. Hentet fra Jørgensen og Nilssen, 2011).

Umodne krabber med <12 cm ryggskjoldlengde oppholder seg hovedsakelig langs kysten ved dyp på ca. 20 til 50 m (Wallace et al., 1949). Etter krabben er kjønnsmoden starter fødemigrasjon til større dyp.

Voksne krabber fra sine naturlige leveområder antas å være kjønnsmodne når de er rundt 5-6 år med en ryggskjoldlengde mellom 6,0 til 11,2 cm (Jewett & Onuf, 1988). Hann- og hunnkrabber er ifølge Jewett & Onuf (1988) kjønnsmodne omtrent ved samme størrelse. I en studie om størrelse ved kjønnsmodning hos hunnkrabber gjort i Varangerfjorden, Tanafjorden og Laksefjorden, fant Hjelset et al. (2009) fra et utvalg på nesten 20,000 hunnkrabber at den minste eggbærende krabben var på 9,6 cm ryggskjoldlengde. De fant også at gjennomsnittlig ryggskjoldlengde på de kjønnsmodne/eggbærende hunnkrabbene var omtrent 11,0 cm (Hjelset et al., 2009). Ut i fra estimert alder kan man anta at kjønnsmodning hos krabbene fra Barentshavet er relativt likt som fra de naturlige leveområder (Dvoretzky & Dvoretzky, 2014). Ifølge Sundet og Hoel (2016) vil hann- og hunnkrabber i Barentshavet være kjønnsmodne ved en ryggskjoldlengde på omkring 11 cm, samt at krabben ved denne størrelsen vil ha en estimert alder mellom 5 og 7 år.

3.2.3 Reproduksjon og skallskifte

Hunnkrabbene har ifølge Hjelset et al. (2009) en årlig reproduksjonssyklus i Barentshavet og i områder hvor den er naturlig utbredt. Hannkrabber er polygame og kan befrukte så mange som syv hunner i løpet av en sesong (Marukawa, 1933; Wallace et al., 1949; Powell et al., 1974). Hunnkrabbene parrer seg derimot bare med en hann (Powell & Nickerson, 1965a). Ifølge Jewett & Onuf (1988) er det fire reproduksjons-stadier (egg-klekking, skallskifte, parring og gyting) hos hunnkrabben. Etter eggene fra forrige parring har klekket starter parringsprosessen. Det antas at hunnkrabben kjemisk tiltrekker seg en partner, muligens med å frigjøre feromoner (Jewett & Onuf, 1988). Parring foregår ved at hannkrabben griper tak i hunnkrabben og bærer på henne til hun er klar for skallskifte. Etter at hunnkrabben har gjennomført skallskifte slipper hannkrabben det gamle skallet og tar ett nytt tak i hunnkrabben. Hannkrabben sprer deretter spermier rundt genitalåpningen til hunnkrabben. Hannkrabben slipper så hunnkrabben som nå har eggene eksternt på abdomen (Fukuhara, 1985; Jewett & Onuf, 1988). Eggene befruktes eksternt umiddelbart etter de frigjøres fra genitalåpningen (Powell & Nickerson, 1965a; Hjelset, 2014). Kongekrabber (hunn) har ikke evne til å lagre på spermier, i motsetning til andre krepsdyr som hummer og taskekrabbe (Nilssen, 2003) og som nevnt tidligere, snøkrabben. Hannkrabben må derfor være tilstede ved egggløsning for befruktning av eggene (Nilssen, 2003; Hjelset, 2014). Eggene som befruktes fester seg til hunnkrabbens reduserte gangbein (pleopods) og oppbevares skjult under abdomen helt til embryoet er ferdig utviklet og klar til klekking (Fukuhara, 1985). Utvikling av embryoet er direkte påvirket av temperatur og tiden fra egget dannes til det klekkes

(inkubasjonstiden) forlenges ved kaldere temperaturer (Stevens & Swiney, 2007). Ifølge Fukuhara (1985) tar dette ca. 11 måneder. Dette er i tråd med funnene til Stevens & Swiney (2007) som fant at flergangsgytende hunnkrabber hadde en reproduksjonssyklus på gjennomsnittlig 328 dager og førstegangsgytende hadde et tilsvarende gjennomsnitt på 365 dager. Stevens & Swiney (2007) mener også at de kan starte prosessen med skallskifte, parring og frigjøring av larver så tidlig som desember og fortsette helt til april. I Barentshavet klekkes eggene på våren mellom mars og april (Bakanev, 2003; Epelbaum et al., 2006). Kuzmin et al., (1996) observerte kongekrabber i Barentshavet med gripeadferd i april. Dette viser at reproduksjonssyklusen i Barentshavet er relativ lik den i naturlige leveområder.

Hvor mange egg som produseres av hver krabbe påvirkes av forholdene den lever i og hvor den er i livssyklusen. I litteraturen er det flere studier om fekunditet (antall egg per hunnkrabbe). Litteratur som baserer på funn fra kongekrabbens naturlige utbredelsesområde har beskrevet at antall egg strekker seg fra 69,500-270,000 (Marukawa, 1933), 148,000-446,000 i (Wallace et al. 1949) og 7,900-450,000 (Swiney et al., 2012). Mens antall egg funnet hos krabber fra Barentshavet blir estimert til 73,000-704,000 (Gerasimov & Kuzmin, 1995) og 18,000-560,000 i fra fjorder i Finnmark (Hjelset et al., 2012). Hjelset et al. (2012) fant et positivt forhold mellom størrelse og fekunditet hos hunnkrabber, der større krabber hadde høyere individuell fekunditet. Eggene som produseres har en størrelse på 1 mm i diameter (Wallace et al., 1949). Klekkeprosessen kan ha en varighet på gjennomsnittlig 32 dager uavhengig av om de er førstegangsgytende eller flergangsgytende (Stevens & Swiney, 2007).

Selve skallskifteprosessen hos kongekrabbe er lik prosessen hos snøkrabbe, men kongekrabber har til forskjell fra snøkrabben ikke et terminalt skallskifte. Hunnkrabber skifter skall før hver parring, mens voksne hannkrabber skifter skall uregelmessig, hvor økt ryggskjoldstørrelse gir avtagende sjanse for skallskifte (McCughran & Powell, 1977). Denne observasjonen er også gjort hos voksne hannkrabber fra Barentshavet, hvor hannkrabber skifter skall på vinteren eller våren mellom november og april (Nilssen & Sundet, 2006).

3.2.4 Føde

Kongekrabben er en opportunistisk omnivore (Cunningham, 1969; Falk-Pettersen et al., 2011; Fuhrmann et al., 2017). Den lever av føde funnet i sedimentene og av andre bunnlevende organismer (Falk-Pettersen et al., 2011). Minst en type føde eller artsgruppe dominerer i dietten som ofte er spesifikk for det område kongekrabbe oppholder seg i (Jewett & Feder, 1982). Kongekrabber spiser enten med å gripe tak i og rive i stykker større byttedyr, eller ved å grave i sedimentene med den minste kloa (Chela) for så å sile ut byttedyrene gjennom tredje

munndel (maxillipeds) (Cunningham, 1969; Dorit et al., 1991). Kongekrabber graver etter føde i sedimentene når tilgjengeligheten av større byttedyr er lav (Cunningham, 1969). Ifølge Zhou & Shirley (1997) bruker kongekrabben i hovedsak kjemiske reseptorer når den skal finne føde, mens synet spiller ingen eller liten rolle i denne sammenheng.

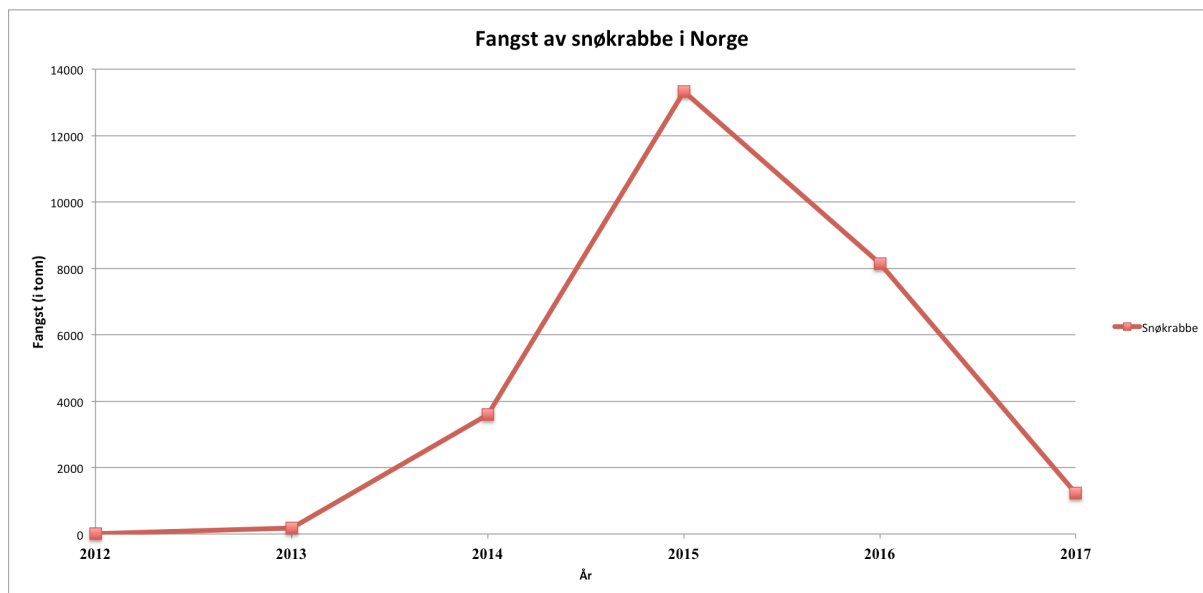
De pelagiske kongekrabbelarvene livnærer seg hovedsakelig av planteplankton og dyreplankton (Paul et al., 1989). Når kongekrabben bunnsår endres fødeinntaket og ifølge Epelbaum et al. (2006), spiser den nå byttedyr som mangelbørstemark, nesledyr, mosedyr og svamper for å overleve. I flere forskjellige studier fra norske og russiske farvann fant de at kongekrabber lever av ulike arter av bløtdyr, nesledyr, leddormer, sipunkulider (snabelormer), pigghuder, leddyr, krepsdyr, fisk og alger (Sundet et al., 2000; Manushin & Anisimova, 2008a; Fuhrmann et al., 2017). Fuhrmann et al. (2017) fant etter analyse av mageinnhold høyest forekomst av muslinger og havbørsteormer i kongekrabber fanget i Porsangerfjorden. I samme studie ble det også funnet høy forekomst av alger, snegler og pigghuder. De samme observasjonene er gjort i Varangerfjorden (Sundet et al., 2000). Manushin & Anisimova (2008b) fant i tillegg høye forekomster av fisk hos kongekrabber fra Barentshavet. Kongekrabbens valg av føde er avhengig av størrelse og individuelle preferanser (Jørgensen & Primicerio, 2007). Variasjonen i føde kan være påvirket av sesongmessige migrasjoner, kjønnssegregering, skallskifte og parring (Sundet et al., 2000). Ifølge Jørgensen et al. (2005) har russiske forskere (Kulichkova, 1955) foreslått at kalkrikt føde er nødvendig siden krabbene må erstatte kalsiumkarbonat tapt ved skallskifte. Dette kan trolig være årsaken til at vi ser et høyt inntak av pigghuder og muslinger som er arter med kalkrikt skall (Cunningham, 1969), hos kongekrabber i Barentshavet.

Selv om kongekrabben er en stor topp-predator vil den likevel være utsatt for predasjon ved ulike stadier i livssyklusen. Kongekrabben er antatt å ha samme predatorer i Barentshavet som i sine naturlige utbredelsesområder (Falk-Pettersen et al., 2011). Kongekrabbe er i Barentshavet utsatt for predasjon av Nordøstatlantisk torsk, lyr (*Pollachius pollachius*), Atlantisk laks (*Salmo Salar*), sei (*Pollachius virens*), kveite (*Hippoglossus hippoglossus*) og ulike flyndrearter (*Hippoglossoides platessoides*, *Microstomus kitt*, *Glyptocephalus cynoglossus*) (Falk-Pettersen et al., 2011). Ifølge Nilssen (2003) er kongekrabbelarvene også utsatt for predasjon av sild (*Clupea harengus*), lodde (*Mallotus villosus*), i tillegg til funn av unge krabber i mageinnholdet hos steinbit (*Anarhichas lupus*). Kannibalisme forekommer også hos kongekrabbe og er dokumentert i laboratorieeksperiment (Stevens & Swiney, 2005). Som for snøkrabbe er kongekrabbe mest utsatt for predasjon rett etter skallskifte når skallet er mykt.

4. Fangst

4.1 Snøkrabbe

Snøkrabben ble som nevnt innledningsvis fanget først i Barentshavet i 1996 og i norske farvann i 2001. Kommersiell fangst av snøkrabbe er relativt nytt og startet ikke før i 2012 med landinger på 2,5 tonn (Figur 19) (Havforskningsinstituttet, 2018b).



Figur 19: Fangstdata for snøkrabbe (Fiskeridirektoratet, 2018d).

Som følge av et manglende forvaltningsregime for snøkrabben ble et generelt forbud mot fangst innført i 2014. Norske fartøy måtte da ha lisens for å drive med fangst av snøkrabben (Nærings- og fiskeridepartementet, 2014). I 2015 ble det av Norge og Russland fastsatt at snøkrabben er en sedimentær art, det vil si en art som lever i eller på bunnen, og at den derfor skulle underligge nasjonal forvaltning (Norsk-russisk fiskerikommisjon, 2015). Norge og Russland samarbeidet ved å gi tilgang til hverandres økonomiske soner for fangst av snøkrabbe, frem til russiske myndigheter trakk seg fra avtalen i 2017 (Norsk-russisk fiskerikommisjon, 2016). Da samarbeidet opphørte førte det til en kraftig nedgang i fangst av snøkrabbe ettersom mesteparten av snøkrabbene finnes på russisk side i Barentshavet. Norske fartøy opererer pr nå i fiskevernsonen ved Svalbard (Lorentzen et al., 2018a). I 2017 fastsatte Norge for første gang en snøkrabbekvote på 4000 tonn (Nærings- og fiskeridepartementet, 2017a), hvor tilsvarende kvote ble satt for 2018 (Nærings- og fiskeridepartementet, 2017b). Ifølge Lorentzen et al. (2018a) var det rundt 50 fartøy som hadde godkjente lisenser for fangst av snøkrabbe i 2017, med en fangstperiode fra juni til april (Siikavuopio et al., 2017a).

4.1.1 Teiner og agn

Teiner er et effektivt fangstredskap som benyttes i flere fiskerier etter krepsdyr, men også for fangst av noen fiske- og muslingsarter (Miller, 1990). Fordelen med teiner er at de er robuste, krever ingen tilstedeværelse av fisker og at de kan brukes i ulike dybder. Effektiviteten til krabbeteiner avhenger av evnen til å fangste ønsket art, størrelse og kjønn (Miller, 1990). I det kommersielle fisket etter snøkrabbe blir det hovedsakelig benyttet koniske teiner (Figur 20), en praksis som er adoptert fra snøkrabbefiskerier i Canada (Lorentzen et al., 2018a).



Figur 20: Konisk teine brukes til fangst av snøkrabbe (Frøystad, 2018).

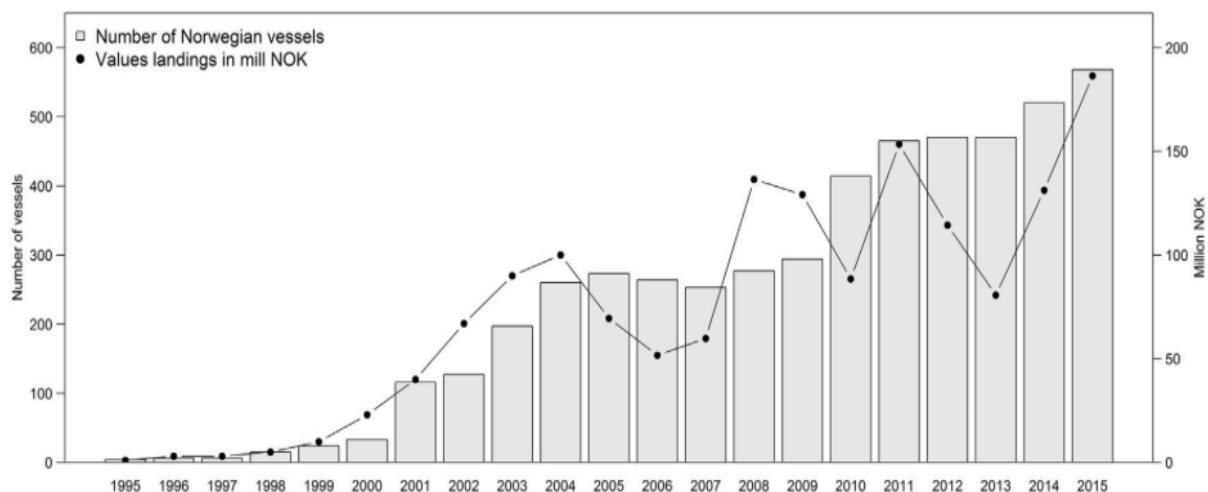
Det er to typer agnbeholdere som brukes i snøkrabbeteiner (også i kongekrabbeteiner), en nettingpose og en plastbeholder (Lorentzen et al., 2018a). Agnet som brukes ved fangst av snøkrabbe i Norge er ifølge Siikavuopio et al. (2017a; 2017b) akkar (*Todarodes sagittatus*), makrell (*Scomber scombrus*) og sild. Kostandene ved bruk av agn til fangst av snøkrabbe (og kongekrabbe) kan være store. Agn koster rundt 18 kr per teine og når et fartøy som fisker på snøkrabbe kan sette ut rundt 1200 teiner per dag gir dette høye kostnader. I tillegg er sild og akkar også solgt som menneskemat (Siikavuopio et al., 2016b), og med økt etterspørsel etter disse artene har prisene økt tilsvarende (Lorentzen et al., 2018a). Det er gjennomført forsøk på produksjon av kunstig agn i Norge, dette har så langt ikke lyktes (Siikavuopio et al., 2016b).

4.2 Kongekrabbe

4.2.1 Starten i Barentshavet

Kongekrabbe ble som nevnt innledningsvis registrert i norske farvann for første gang i Varangerfjorden i 1977. Selv om det tok flere år før det ble store mengder av kongekrabbe, ble den i Varangerfjorden på 1980-tallet ofte rapportert som bifangst i andre fiskerier. Frem til 1992 var det som oftest bare noen få krabber som ble tatt. I april-mai i 1992 derimot kunne fiskere få hundrevis av krabber som bifangst. Dette skapte store problemer for fiskerne siden det var ulovlig å lande eller selge krabber, i tillegg til de skader krabbefangsten medførte på fiskeredskaper (Kuzmin & Olsen, 1994). Den felles norsk-russiske fiskerikommisjonen ble gjort oppmerksom på dette og følgelig ble det gitt krav om at forskning på biologi og utbredelse var nødvendig for arten.

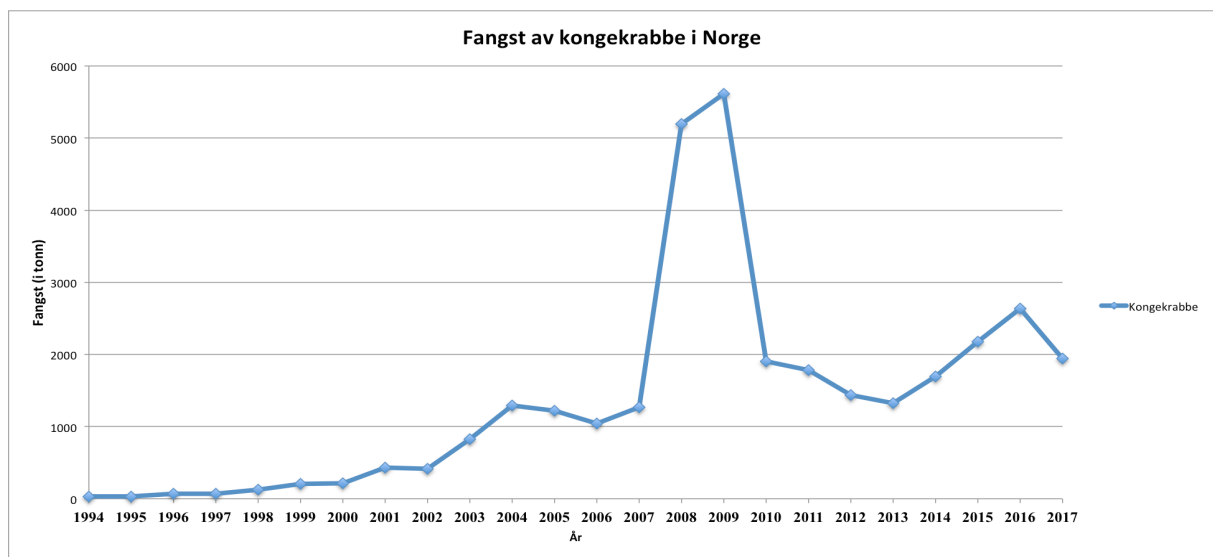
I 1993 startet forskere ved havforskningsinstituttet undersøkelser på krabben. Fra 1994 ble forskningen utført i samarbeid med russiske forskere og det har siden vært regelmessige undersøkelser på kongekrabben (Sundet & Hoel, 2016). I 1993 ble det bestemt av den norsk-russiske fiskerikommisjonen at det skulle utføres eksperimentelt fiske det påfølgende året. Kvoten som ble tildelt hver av landene var på 12,000 krabber. I 1994 var det kun fire fartøy som hadde kvote/lisens for fiske på kongekrabben, mens det på slutten av 90-tallet var stor vekst og følgelig økte kvoter. I 2002 var mer en 120 fartøy (Figur 21) aktive i fiskeriet (Sundet & Hoel, 2016).



Figur 21: Antall fartøy som har deltatt i kvoteregulert område for fangst av kongekrabbe og verdien av fangst (Sundet & Hoel, 2016).

Veksten i kongekrabbebestanden, antall fartøy og kvoter (Figur 22) førte til at den norsk-russiske fiskerikommisjonen etablerte et kommersielt fiskeri av bestanden i norske farvann i 2002. Fangst av kongekrabbe foregikk hovedsakelig i Varangerfjorden og Tanafjorden i de

første årene av kommersielt fiske, men ettersom krabben migrerte vestover fulgte fiskeriet etter. All regulering av krabbefisket måtte avtales i samarbeid med Russland da bestanden var delt mellom landene. I 2005 ble det av den felles norsk-russiske fiskerikommisjonen satt en vestlig grense på 26°Ø for regulering av kongekrabben. Vest for denne grensen ble krabben betraktet som norsk og kunne derfor forvaltes av norske myndigheter alene. I 2007 bestemte fiskerikommisjonen at Norge og Russland skulle forvalte krabbebestanden selv i egne økonomiske soner. Siden 2008 har kongekrabbefiskeriet blitt delt i område med åpen/fri tilgang og et kvoteregulert område (Sundet & Hoel, 2016).



Figur 22: Fangstdata for kongekrabbe fra 1994-2017. Fangstdata hentet fra FAO (2018) og Fiskeridirektoratet (2018c).

4.2.2 Fangst i dag.

Som fangstredskap er det kun teiner som er lov til å brukes ved fangst av kongekrabbe i både russiske- og norske farvann. Kongekrabbefiskeriet i Norge er forskjellig fra andre land. For eksempel blir fangst i Russland utført av store fartøy langt til havs, mens det i Norge er reservert små fartøy (Sundet, 2014a). Det blir karakterisert av Lorentzen et al. (2018a) som et småskala fiskeri som kun opererer langs kysten av Finnmark. Med dagens reguleringer må fartøyene være mindre enn 21 meter i lukket gruppe og mindre enn 15 meter i åpen gruppe, mens de minste fartøyene må være 6 meter i begge gruppene (Deltakerforskriften, 2018, § 39 og 40). Lukket gruppe består av aktive fiskere både fra og utenfra regionen, mens folk som er bosatt i Øst-Finnmark kan søke om kvoter og tilgang til åpen gruppe (Fiskeridirektoratet, 2018b). I 2018 ble det gitt deltakeradgang til 130 fartøy i lukket gruppe og til 593 i åpen gruppe for fangst av kongekrabbe. Per 1. Oktober 2018 hadde 618 fartøy deltatt i det

kvoteregulerte fisket etter kongekrabbe (Fiskeridirektoratet, 2018b). Mesteparten av fartøyene som nå holder til på kysten av Finnmark er mellom 10 til 15 meter lang og drives av en eller to fiskere (Sundet, 2014b). Kongekrabbekvoten er i 2018 på 1850 tonn fordelt på 1750 tonn hannkrabber og 100 tonn hunnkrabber (Nærings- og fiskeridepartementet, 2017c). Fangst av kongekrabbe foregår hele året (Lorentzen et al., 2018a).

4.2.3 Teiner og agn

I de første årene av fangst etter kongekrabbe i Norge ble det benyttet samme metoder som ved fangst av kongekrabben i dens naturlige utbredelsesområde. I eksempelvis Japan blir det brukt koniske teiner. De koniske teinene var lite egnet ettersom de veltet i sjøen og tok stor dekksplass. Det ble derfor utviklet firkantede, sammenleggbare teiner (Figur 23) av fangstseksjonen ved Havforskningsinstituttet (Havforskningsinstituttet, 2013). I 1998 ble både koniske- og firkantteiner benyttet, men fra 1999 og frem til i dag har kun firkantteiner vært i bruk i det norske kongekrabbefiske (Godøy et al., 2003). Firkantteinene ble foretrukket fremfor den koniske varianten på grunn av kvalitetene disse gir rundt fangst av kongekrabbe. Firkantteinene fanget et høyere antall kongekrabber og den fanget et vesentlig høyere antall store hannkrabber. I tillegg til at firkantteinene er mer effektive er de også enklere å håndtere (Stiansen et al., 2008).



Figur 23: Firkantteine (sammenleggbare) brukt ved fangst av kongekrabbe. Norske teiner måler 1 x 1,2 x 1,2 m. Flyteelementene lokalisert på toppen holder teinene åpne i sjøen (Havforskningsinstituttet, 2013).

Siden kongekrabben benytter sine kjemiske reseptorer for å lokalisere føde, brukes diverse fiskearter som agn for å tiltrekke kongekrabben til teinene. Ved fangst av kongekrabbe er sild det foretrukne agnet og det kan brukes i kombinasjon med torsk, sei, hyse eller bi-produkter av disse artene (Lorentzen et al., 2018a).

5. Foredling og marked

5.1 Snøkrabbe og kongekrabbe

5.1.1 Levendelagring

Fangstbasert akvakultur av snøkrabbe og kongekrabbe er under utvikling i Norge (Siikavuopio & James, 2015; Siikavuopio et al., 2017a). Levendelagring av krabbene gjør det mulig for industrien å kontrollere når krabbene skal foredles eller fraktes ut til markedet (Lorentzen et al., 2018a). I tillegg vil levendelagring gjøre det mulig å levere krabber til markeder som trenger stabilitet med tanke på volum og kvalitet (Lorentzen et al., 2018b). Levendelagring utføres enten i plastkar på land eller i ventemerd i nærheten av landanlegg (Siikavuopio et al., 2011a; Lorentzen et al., 2018b) og lagringstiden kan variere fra noen dager til noen få måneder (Siikavuopio & James, 2015; Siikavuopio et al., 2017b).

Ved levendelagring er det viktig at forholdene krabbene lever under er optimale. Dette har forskere ved Nofima undersøkt i flere studier hvor de har sett på faktorer som individtetthet, oksygenforbruk, temperatur, fôropptak, vekst og lagringstid (Siikavuopio & James, 2015; Siikavuopio et al., 2011a; 2014; 2016a; 2017a; 2017b; Lorentzen et al., 2018b). Fra studiene ser det ut til at snøkrabben er mer sensitiv for høy tetthet og høye temperaturer enn kongekrabben. Ifølge Lorentzen et al. (2018a) er kongekrabben mye mer robust under levendelagring og transport, i motsetning til snøkrabben som i hovedsak blir foredlet ombord i fartøy. Ved høy tetthet under levendelagring hos begge krabbene kan det forekomme kannibalisme (James & Siikavuopio, 2015; Siikavuopio et al., 2017a)

Levendelagring av kongekrabbe uten tilgang på føde vil krabbene etter hvert få redusert kjøttinnhold. Dette fant Lorentzen et al. (2018b) i sitt studie der krabber ble lagret i 92 dager ved 5 og 10 °C hvilket resulterte i henholdsvis 3,6 % og 2,86 % vektreduksjon hos krabbene. Ved levendelagring bør derfor krabbene føres og ved langtidslagring kan spesialtutviklet tørrfôr benyttes (Siikavuopio et al. 2011a). I motsetning har Siikavuopio et al. (2017b) funnet at snøkrabbe kan levendelagres uten føde i minst to måneder i temperaturer fra 1 til 5 °C uten påvirkning på kjøttinnhold. Snøkrabben kan leve lenge uten føde ettersom den kan hente næring fra energireserver i hepatopankreas (krabbens svar på fiskelever). I tillegg til dette har snøkrabben en veldig lav metabolisme og på grunn av lav aktivitet og temperatur har den også et lavt energibehov (Siikavuopio et al., 2017b).

Levendelagring kan faktisk være nødvendig for at krabben skal komme seg etter fangst, spesielt for krabber som fanges rett etter skallskifte. Dette fordi krabber som nylig har

gjennomført skallskifte har lavt kjøttinnhold og er mer sårbar på grunn av mykt skall (James et al. 2013).

5.1.2 Foredling

Foredling av snøkrabbe og kongekrabbe fra slakting til ferdig produkt består av flere trinn hvor sluttproduktet er et cluster (Figur 24). Et cluster består av fire gangbein hos snøkrabbe og tre gangbein hos kongekrabben, i tillegg til en klo. Hos begge krabbene er gangbeinene samlet i skulderleddet. I kongekrabbeclusteret er det spiselige kjøttet i gangbeinene og i skulderen, mens det hos snøkrabbe kun er kjøtt i gangbeinene (Lorentzen et al., 2018a).



Figur 24: Bilde til venstre viser cluster fra kongekrabbe og bilde til høyre viser cluster fra snøkrabbe (Mathias, 2018a og b).

I Norge ble prosedyrene for foredling av kongekrabbe hentet fra Canadisk krabbefiskeri. De samme prosedyrene ble senere innført for snøkrabben (Lorentzen et al., 2018a). For både kongekrabbe og snøkrabbe består foredlingsprosessen av slakting, utblødning, koking, nedkjøling, frysing og pakking (Siikavuopio et al., 2011b; Lorentzen et al., 2016; 2018a). Som et alternativ til frysing kan krabbene kjølelagres rett etter koking (Lorentzen et al., 2014; 2016).

Slakting av kongekrabbe foregår ifølge Siikavuopio et al. (2011b) ved at man holder gangbeinene fast og presser krabben over en spiss metallplate slik at kroppen frigjøres fra gangbeinene. Hos snøkrabbe skiller man clusteret fra kroppen enten manuelt eller mekanisk. Den mekaniske metoden benyttes både ved foredling ombord i fartøy og på landbaserte prosesseringsanlegg. Etter clusteret har blitt skilt fra kroppen blir gjellene fjernet (Lorentzen et al., 2018a). Clusterne blir videre i foredlingsprosessen plassert i utblødningskar med rennende ferskvann, for deretter å bli satt til avrenning (Siikavuopio et al., 2011b; Lorentzen

et al., 2016; 2018a). Utblødning gjøres for å drenere/fjerne hemolymfe¹ fra krabbene (Lorentzen et al., 2018a). I kongekrabbe- og snøkrabbeindustrien blir cluster vanligvis sortert etter størrelse og plassert i separate kurver. Kurvene blir deretter senket i kokende vann. Ved å sortere clusterne etter størrelse blir koketiden relativt lik siden de skal ha en kjernetemperatur på ca. 92 °C. Kjernetemperatur blir målt ut i fra kloa som er det tykkeste leddet av clusteret (Lorentzen et al., 2018a). Cluster kan enten damp- eller vannkokes. Når krabbeclusterne er ferdig varmebehandlet blir de lagt i avkjølingskar med is til de har en kjernetemperatur på 1-3 °C (Siikavuopio et al., 2011b; Lorentzen et al., 2018a). Når de er nedkjølt blir de igjen lagt til avrenning og tilslutt fryses clusterne (Siikavuopio et al., 2011b). Clusterne fryses enten i saltlake temperert til -18 °C eller i tunnelfryser (Lorentzen et al., 2018a). Det kan også brukes "air-blast" fryser ved ønske om raskere innfrysing siden denne gir frysetemperatur på -40 °C (Lian et al., 2018). Pakking gjennomføres når krabbeclusterne er frosne og det benyttes vanligvis pappkartonger med et plastbelegg på innsiden (Lorentzen et al., 2018a).

5.1.3 Kvalitet

Kvaliteten av kongekrabbe vurderes ut fra kjønn, fyllingsgrad, størrelse og utseende (Siikavuopio et al., 2011a). Hos snøkrabben vil kvaliteten forringes fra tidspunktet ved terminalt skallskifte og forverres fra år til år til den dør (Kruse et al., 2007). Derfor vektlegges utseende sterkere hos snøkrabben enn kongekrabben. Den vurderes heller ikke etter kjønn siden det kun fangstes hannkrabber i Barentshavet (begge kjønn hos kongekrabbe). I tillegg er skalltykkelse hos snøkrabben et viktig kvalitetekriteriet siden snøkrabbe med mykt skall har lavt kjøttinnhold (James et al., 2013). Siikavuopio et al. (2011a) har rapportert etter intervju med både fiskere og mottaksanlegg at kvaliteten på krabbene kan påvirkes i flere ledd. Hvis krabbene ikke blir behandlet skånsomt ved fangst, håndtering, transport eller levendelagring vil det kunne gjøre utslag på sluttproduktet.

Hvordan krabbene prosesseres har også stor betydning for kvalitet og utbytte. Ifølge Siikavuopio et al. (2011b) er temperaturvalg, koking (medium og tid), nedkjøling og innfrysingsprosesser sentrale parametere som påvirker kvalitet og utbytte hos krabbene. Valg av temperatur har stor betydning for kvalitet ved varmebehandling av både snøkrabbe-

¹ Hemolymfe er en væske som ivaretar funksjonene til blod og lymfe hos virvelløse dyr med åpent blodkarsystem. Hemolymfen transporterer blant annet oksygen, næringsstoffer, avfallstoffer, vann og hormoner (Bøhle, 2018).

og kongekrabbecluster. Ifølge Siikavuopio et al. (2011b) hadde kongekrabbe kokt i 30 minutter på høy varme (90 °C) signifikant dårligere utbytte enn krabbe kokt i 10-12 minutter. Utbytte påvirkes også av kokemedium der Siikavuopio et al. (2011b) fant at vannkoking ga noe bedre utbytte enn dampkoking. I tillegg fant de at vannkoking gir bedre smak på kjøttet. Høy koketemperatur, kort koketid og rask nedkjøling etter koking gir ifølge Kristoffersen et al. (2009) redusert drypptap og bedre sensoriske egenskaper på kongekrabben. Som nevnt tidligere blir snø- og kongekrabbecluster kokt til en kjernetemperatur på 92 °C målt ut i fra kloa. Dette fører til høyere kjernetemperatur i gangbeinene siden disse er tynnere. En uniform kokeprosess er ønskelig siden for mye koking resulterer i tap av saftighet, kjøttet krymper og man får redusert utbytte (Lorentzen et al., 2018a).

Det er også antatt at for å hindre blå/sort misfarging må polyfenoloksidase (PPO) inaktiveres ved oppvarming av krabbene til 91 °C (Figur 25). Enzymet kalles også fenoloksidase (PO). Lorentzen et al. (2016) mener at blå misfarging av clusterne er et mer komplekst problem siden denne temperaturen ikke nødvendigvis hindrer misfargingen, men at utilstrekkelig utblødning også kan være en faktor som bidrar til misfarging av cluster. Blå/sort misfarging blir ofte kalt enten "blueing" eller melanosis, eventuelt også "browning" (Gonçalves & de Oliveira, 2016; Lindberg et al., 2017; Lian et al., 2018).

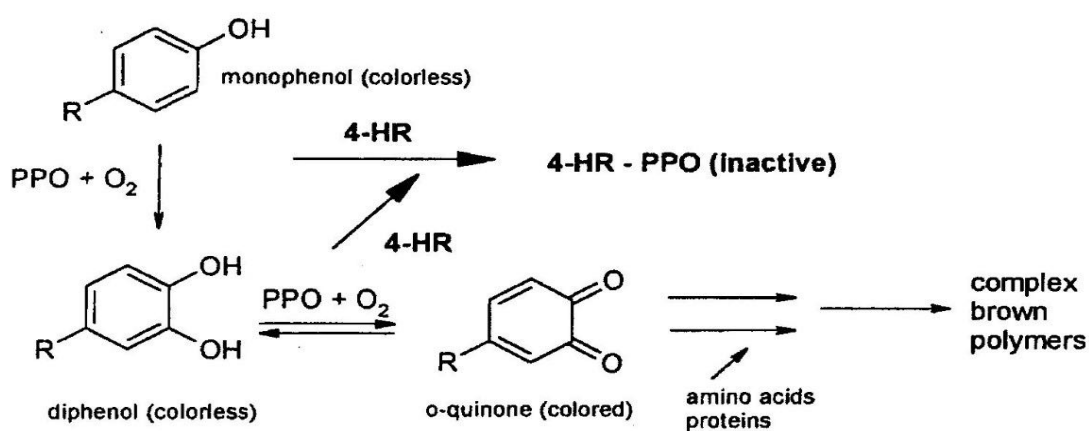
Proteinet hemocyanin kan også omdannes til fenoloksidase aktivitet. Hemocyanin er det oksygentransporterende proteinet i hemolymfen, i tillegg har det antibakterielle egenskaper (Decker & Jaenicke, 2004; Gonçalves & de Oliveira, 2016; Lindberg et al., 2017).

Dannelsen av mørke pigmenter forårsakes av enzymer med fenoloksidase (PO) aktivitet (Boon, 1975). Skallskifte og fangstsesong er noen av de biologiske faktorene som kan påvirke melanosis. Melanosis er en flerstegs biokjemisk prosess som blir utløst av fysisk skade, mikrobiologisk invasjon eller fysiologiske mekanismer som intrefter etter død (Opuku-Gyamfua et al., 1992). I skalldyr er det et fenoloksidase (PO) system lokalisert i hemolymfen. Dette er inaktivt (prefenoloksidase) og det må bli aktivert av protease, lipider eller polysakkarider (Kim et al., 2000; Amparyup et al., 2013). Fenoloksidase (PO) er en klasse kopperholdige enzymer det er mye av i skalldyr (Zamorano et al., 2009). Fenoloksidasjonen (Figur 25) skjer ved at tyrosinase katalyserer o-hydroksylering av monofenolase (til difenolase) og oksidasjonen av difenolase til o-kinoner. Kinonene kan deretter reagere med ikke-enzymatiske komponenter som proteiner og aminosyrer. Dette fører til dannelsen av melanoide forbindelser (Kim et al., 2000; Zamorano et al., 2009). Mono- og difenoloksidase vil ved temperaturer mellom 70 til 90 °C bli inaktivert, altså ødeleggelse av enzymets

katalytiske aktivitet (Kim et al., 2000). Krabbene blir varmebehandlet til temperaturer over 90 °C som derfor skal hindre melanosisprosessen. Likevel rapporterer Lorentzen et al., (2016) at melanosis forekommer etter varmebehandling. Hemocyanin (Hc) er et kopperprotein i hemolymfvæsken i krabber som utvikler en blå farge ved oksygenering (Kim et al., 2000; Fan et al., 2009). Hemocyanin har i likhet med fenoloksidase oksygenbindende seter som er formet av to kopper ioner (Kim et al., 2000). Kopper atomene er i redusert (Cu^+) tilstand (deoxy form), men blir Cu^{2+} ved oksidasjon. Denne endringen er årsaken til at hemocyanin utvikler en blå farge ved oksidasjon (Decker & Jaenicke, 2004). Den oksygenbindede funksjonen til hemocyanin kan omgjøres til å ha fenoloksidase aktivitet (HcPO) (Fan et al., 2009). Dette skjer hvis hemocyanin eksponeres for kjemiske reagenser. Disse kan eksempelvis være endogene forsvarsmolekyler, antibakterielle peptider og proteolytiske enzymer som serine proteaser. Disse påvirker den tertiære og kvartære strukturen til hemocyanin som gjør det mulig for hemocyaninet til å endre form til å ha fenoloksidase aktivitet (HcPO). Fenoloksidase ble ansett som det eneste enzymet involvert i oksidasjonen av difenoler til kinoner i hemolymfen, men denne aktiviteten kan også være på grunn av HcPO i tillegg til fenoloksidase (PO) (Kim et al., 2000; García-Carreño et al., 2008). Det kan stilles spørsmålsteget til om HcPO også burde inaktiveres ved 91 °C. Et interessant spørsmål vil kunne være om kopperion i seg selv vil kunne forårsake melanosis, for eksempel ioner frigjort ved varmedenaturering av de aktuelle proteiner. I studier av oppdrettstorsk har det vist seg at forhøyde nivåer av kopper i fôret fører til sort (melaniserte) blodårer (Cooper & Midling, 2007).

Polyphenoloksidase

303



Figur 25: Prosessen viser dannelsen av melanoide forbindelser. 4-Hexylresorcinol (4-HR) hindrer utvikling av melaninpigmenter ved å inaktivere polyfenoloksidase (PPO) (Lambrecht, 1995).

”Blueing” utgjør ikke noen helsemessig trussel, men det har negativ påvirkning på produktets aksept (Ruddy, 2007). Hvis krabbene er kjølelagret kan blåfargen spre seg til gangbeinene noe som resulterer i misfarging av hele produktet. Dette gir dårligere smak og mindre attraktive sensoriske egenskaper (Lorentzen et al., 2018a). ”Blueing” kan også utvikles raskere enn mikrobiell nedbrytning og har derfor stor påvirkning på produktets holdbarhet (Nicoli, 2012).

Kvaliteten på snø- og kongekrabbecluster påvirkes i tillegg til ovennevnte av hvilken innfrysningmetode som brukes. Hos kongekrabbe rapporterer Siikavuopio et al. (2011b) at fryseprosessen har størst påvirkning på utbytte. Ved lakefrysing og tunnelfrysing fant de at lakefrysing ga best utbytte på clusterne. Lakefrysing hadde raskere nedkjøling og innfrysing sammenlignet med tunnelfrysing. Lakefrysing førte også til dannelser av mindre iskrystaller i vev (Siikavuopio et al., 2011b). Dette fordi rask innfrysing fører til små iskrystaller og liten grad av cellesprenging i kjøttet som igjen gir bedre kvalitet. Kvalitet på skalldyr ved fryselagring vil være påvirket av oksidasjon, denaturering av proteiner, sublimering og rekrystallisering av iskrystaller (Londahl, 1997). De nevnte faktorene kan resultere i dårlig smak, drypptap, vekttap, tap av saftighet, seigt kjøtt og autolyse (Bhope & Pai, 1986; Londahl, 1997). Hurtig innfrysing og lagring ved lav temperatur er essensielt for å minimere de uungåelige kvalitetsforandringene (Londahl, 1997). Ved kjølelagring er skalldyr mer utsatt for rask mikrobiellforringelse sammenlignet med fisk på grunn av høyt innhold av frie aminosyrer og nitrogenholdige forbindelser (Anacleto et al., 2011; Velankar & Govindan, 1958; Lorentzen et al., 2014; 2016). Skalldyr vil etter død gjennomgå rask temperaturavhengig nedbrytning av proteiner forårsaket av endogene og bakterielle enzymer. Holdbarheten til krabbene bestemmes derfor av hastigheten og omfanget av disse forringelsesprosessene. Konge- og snøkrabbens endogene enzymer og mikroflora er veldig psykrofile. Psykrofile organismer har temperaturoptimum på 15 °C eller lavere. Det er antatt at krabber som lever i kalde omgivelser har en raskere forringelsesprosess enn skalldyr som lever i tropisk vann når de er kjølelagret (Nicolaidis, 2009; Samples, 2014).

5.1.4 Marked

Kongekrabbe og snøkrabbe blir i Norge eksportert enten levende eller som fryste cluster. Siden det er utfordringer knyttet til levende transport av snøkrabben som nevnt tidligere har utfordringer blir bare 1% eksportert levende (Lorentzen et al., 2018a). For kongekrabbe derimot ble nesten 50% eksportert levende i 2017 (Norges Sjømatråd, 2018). Eksport av levende krabber er ønskelig siden det er gunstig å bli betalt per kilo av hele krabben fremfor

kun for clusterne (Lorentzen et al., 2018a). Hos snøkrabben er biprodukter 30% av den totale vekten, mens for kongekrabben utgjør det 32% av totalvekt (Beaulieu et al., 2009; Stenberg et al., 2012). Forbedrede metoder for levendelagring av konge- og snøkrabbe er nødvendig for å oppnå høyere verdi for produktene (Siikavuopio et al., 2016a; 2017a). Ved en forbedring av metodene for levendelagring, sammen med den høye prisen for levendekrabber vil det ifølge Lorentzen et al. (2018a) være å forvente at eksporten av levendekrabber vil øke, spesielt for snøkrabbe.

USA og Russland er de største leverandørene av kongekrabbe, mens Canada er den største leverandøren av snøkrabbe (Lorentzen et al., 2018a). Eksport av skalldyr i Norge var på 40.000 tonn i 2017 som utgjorde verdier på 1,7 milliarder kroner. Av dette eksporterte Norge kongekrabbe for 509 millioner kroner. Det største markedet for levende kongekrabber var Sør-Korea som stod for 52% av importen fra Norge. USA og Canada var de nest største markedene for levende kongekrabbe i 2017. Begge disse markedene har fått større betydning for norsk eksport med økning i eksportverdi på 18% til USA og 9% til Canada. Eksport av levende krabber utgjorde 254 millioner kroner og eksport av fryst kongekrabbe var på 255 millioner kroner. Japan var det største markedet for fryst kongekrabbe i 2016, mens det i 2017 var redusert eksport til Japan på grunn av konkurrerende markeder i Europa og USA (Norges Sjømatråd, 2018). Sør-Korea var det største markedet for fryst kongekrabbe i 2017 (Norges Sjømatråd, 2017). Snøkrabbe ble i 2017 eksportert til en verdi av 224 millioner kroner. Japan og Danmark var de største markedene for snøkrabbe fra Norge i 2017.

Kongekrabbe og snøkrabbe er lukrative produkter som oppnår høye priser i markedene de selges til. Prisen på snøkrabbe har økt de siste årene. Økningen skjedde som følge av reduksjon i fangst landet i Norge, på bakgrunn av utestengelsen av norske og europeiske fartøy fra russisk sone (Norges Sjømatråd, 2018). Minsteprisen for levende snøkrabbe var ifølge Norges Råfisklag (2018a) 30 kroner per kilo og for ombordfryste cluster ble minsteprisen endret fra 60 kr til 80 kr pr kg i januar 2018. Gjennomsnittsprisen ved eksport av fryste snøkrabbecluster var 118 kr per kilo i 2017 (Norges Sjømatråd 2018). Fiskerne får 194 kroner pr kg for kongekrabben ved salg til mottak (Norges Råfisklag, 2018b). I august 2018 var prisene ifølge Norges Råfisklag (2018b) for fryste kongekrabbecluster ut til markedet på 335 kroner pr kg. For levende kongekrabber var prisen 275 kroner pr kg (Norges Råfisklag, 2018b). Prisen for levende krabber er noe lavere, men ved salg av levende kongekrabber unngås kostnader knyttet til foredling og det gis betaling for hele krabben, ikke bare clusterne.

6. Oppsummering

Snø- og kongekrabbe er begge invaderende arter i Barentshavet. Begge krabbene er topp-predatorer og kan derfor ha stor påvirkning på andre bunnlevende organismer som lever i disse områdene. Så langt tyder det imidlertid på at de ikke har hatt særlig innflytelse på kommersielle fiskearter i de aktuelle områdene. Snøkrabben har invadert de nordlige delene av Barentshavet, mens kongekrabben holder til i kystnære områder utenfor Finnmark. Temperaturløseransen til både snøkrabben og kongekrabben tilsier at de vil kunne fortsette å migrere til nye områder. Snøkrabbens lave temperaturoptimum vil sannsynligvis hindre den i å migrere lengre sør enn den er nå. Den kan derimot migrere vestover til Svalbard, nordover inn i ishavet og østover inn i Karahavet. Kongekrabbens fremtidige utbredelsesområde vil være noe større, siden den kan leve i temperaturer mellom -1.6 og 18°C . Kongekrabben kan derfor potensielt migrere nedover langs hele norskekysten og muligens til Europa. Forvaltningstiltaket med fritt fiske på kongekrabbe vest for 26° øst virker å bremse videre spredning i noen grad.

En av utfordringene med krabbene er at de ved fangst må behandles skånsomt og transporteres under gode forhold for å få et sluttprodukt av høy kvalitet. Ferske eller tinte krabbeprodukter forringes raskere enn fiskeprodukter fordi de har særlig høyt innhold av frie aminosyrer og andre nitrogenforbindelser. Som for andre krepsdyr kan blå/sort misfarging (melanosis) bidra til kvalitetsforringelser. Begge krabbene har stor kommersiell verdi og er i dag viktige ressurser for kystsamfunnene i Finnmark.

Referanseliste

- Adams, A. E. (1982). The mating behavior of *Chionoecetes bairdi*. I: B. Melteff (Red.), Proceedings of the International Symposium on the Genus *Chionoecetes*. University of Alaska Sea Grant, AK-SG-82-10, Fairbanks, 233-272.
- Agnalt, A. -L., Hjelset, A., Dahle, G. & Myksvoll, M. (2014). Life-history of snow crab (*Chionoecetes opilio*), and potential spreading of larvae in the Barents Sea. I: A. M. Hjelset (Red.), *Workshop on king- and snow crabs in the Barents Sea 11-12 March*. (Rapport fra Havforskningen, nr 18). Hentet fra https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/195370/HI-rapp_18-2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Agnalt, A. -L., Pavlov, V., Jørstad, K. E., Farestveit, E. & Sundet, J. (2011). The Snow Crab, *Chionoecetes opilio* (Decapoda, Majoidea, Oregoniidae) in the Barents Sea. I: B. S. Galil, P. F. Clark, & J. T. Carlton (Red.), *In the Wrong Place – Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and Impacts* (283-300). Springer, Dordrecht.
- Aglen, A., Børsheim, Y., Chierici, M., Eriksen, E., Fosså, J. H., Hvingel, C., Johannesen, E., Jørgensen, L., Knutsen, T., Naustvoll, L. -J., Skern-Mauritsen, M., Sundet, J. & Vikebø, F. (2012). *Kunnskap om marine naturressurser i Barentshavet sørøst*. (Havforskningen, rapport nr. 21). Hentet fra https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/116733/HI-rapp_21-2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Alvsvåg, J., Agnalt, A. L. & Jørstad, K. E. (2009). Evidence for a permanent establishment of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the Barents Sea. *Biological Invasions*, 11, 587-595. DOI 10.1007/s10530-008-9273-7
- Amparyup, P., Charoensapsri, W. & Tassanakajon, A. (2013). Prophenoloxidase system and its role in shrimp immune responses against major pathogens. *Fish & Shellfish Immunology*, 34, 990-1001. <http://doi.org/10.1016/j.fsi.2012.08.019>.
- Anacleto, P., Teixeira, B., Marques, P., Pedro, S., Nunes, M. L. & Marques, A. (2011). Shelf-life of cooked edible crab (*Cancer pagurus*) stored under refrigerated conditions. *LWT-Food Science and Technology*, 44, 1376-1382.
- Artsdatabanen. (2018a). *Chionoecetes*. Hentet: 14.08.2018 fra <https://www.artsdatabanken.no/ScientificName/Chionoecetes/16607>
- Artsdatabanken. (2018b). *Paralithodes*. Hentet: 17.09.2018 fra <https://www.artsdatabanken.no/ScientificName/Paralithodes/16577>
- Bakanev, S. V. (2003). Larvae of red king crab in the coastal areas and large bays of Murman. B, Berenboim (Red.), *The Red King Crab in the Barents Sea*. (122-133). PINRO Press, Murmansk. (På russisk).
- Beaulieu, L., Thibodeau, J., Bryl, P. & Carbonneau, M. É. (2009). Characterization of enzymatic hydrolyzed snow crab (*Chionoecetes opilio*) by-product fractions: A source of high-valued biomolecules. *Bioresource Technology*, 100, 3332-3342.

- Bhobe, A. M. & Pai, J. S. (1986). Study of the properties of frozen shrimps. *Journal of Food Science and Technology*, 23, 143–147.
- Boon, D. D. (1975). Discoloration in processed crabmeat. A review. *Journal of Food Science*, 40, 756-761. <http://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1975.tb00549.x>.
- Boudreau, S. A. & Worm, B. (2012). Ecological role of large benthic decapods in marine ecosystems: A review. *Marine Ecology Progress Series*, 469, 195-213.
- Bøhle, K. (2018). *Hemolymfe*. Hentet 22.10.18 fra <https://ndla.no/nb/node/123647>
- Comeau, M., Conan, G. Y., Maynou, F., Robichaud, G., Therriault, J. -C. & Starr, M. (1998). Growth, spatial distribution, and abundance of benthic stages of the snow crab (*Chionoecetes opilio*) in Bonne Bay, Newfoundland, Canada. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 55. 262-279
- Comeau, M., Starr, M., Conan, G. Y., Robichaud, G. & Therriault, J. -C. (1999). Fecundity and duration of egg incubation for multiparous female snow crab (*Chionoecetes opilio*) in the fjord of Bonne Bay, Newfoundland. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56, 1088-1095.
- Conan, G. Y. & Maynard, D. R. (1987). Estimates of Snow Crab (*Chionoecetes opilio*) abundance by underwater television –a method for population studies on benthic fisheries resources. *Journal of Applied Ichthyology*, 3, 158-165.
- Conan, G. Y., Starr, M., Comeau, M., Therriault, J. -C., Hernández, F. X. & Robichaud, G. (1996). Life history strategies, recruitment fluctuations, and management of the Bonne Bay Fjord Atlantic snow crab (*Chionoecetes opilio*). *Proceedings of the international symposium on biology, management, and economics of crabs from high latitude habitats*. University of Alaska Sea Grant College Program Report, 96-02. 59-114.
- Cooper, M. & Midling, K. Ø. (2007). Blood vessel melanosis: a physiological detoxification mechanism in Atlantic cod (*Gadus morhua*). *Aquaculture International*, 15, 43-54. DOI 10.1007/s10499-006-9067-9
- Cunningham, D. (1969). *A study of the food and feeding relationships of the Alaska king crab, Paralithodes camtschatica*. (Mastergradsavhandling). San Diego State College. 1-78.
- Cunningham, C. W., Blackstone, N. W. & Buss, L. W. (1992). Evolution of king crabs from hermit crab ancestors. *Nature*, 355, 539-542.
- Dahle, G., Agnalt, A. -L., Farestveit, E., Sevigny, J. -M. & Parent, E. (2014). Population genetics – snow crab: Genetic Differentiation around the Arctic Ocean. I: A. M. Hjelset (Red.), *Workshop on king- and snow crabs in the Barents Sea 11-12 March*. (Rapport fra Havforskningen, nr 18). Hentet fra https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/195370/HI-rapp_18-2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Decker, H. & Jaenicke, E. (2004). Recent findings on phenoloxidase activity and antimicrobial activity of hemocyanins. *Developmental and Comparative Immunology*, 28, 673-687.

Deltakerforskriften. (2018). Forskrift om adgang til å delta i kystfartøygruppens fiske og enkelte andre fiskerier for 2018 (J-98-2018: deltakerforskriften). Hentet fra <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Regelverk-og-reguleringer/J-meldinger/Gjeldende-J-meldinger/J-98-2018>

Dew, C. B. (1990). Behavioral ecology of podding red king crab, *Paralithodes camtschatica*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47, 1944-1958.

Dew, C. B. (2010). Podding behavior of Adult King Crab and its Effect on Abundance-Estimate Precision. I: G. H. Kruse, G. L. Eckert, R. J. Foy, R. N. Lipcius, B. Sainte-Marie, D. L. Stram, & D. Woodby (Red.), *Biology and Management of Exploited Crab Populations under Climate Change*. (129-151). Alaska Sea Grant, University of Alaska Fairbanks, Fairbanks. doi:10.4027/ bmeccpcc.2010.24

Dionne, M., Sainte-Marie, B., Bourget, E., & Gilbert, D. (2003). Distribution and habitat selection of early benthic stages of snow crab *Chionoecetes opilio*. *Marine Ecology Progress Series*, 259, 117-128.

Donaldson, W. E. & Adams, A. E. (1989). Ethogram of behavior with emphasis on mating for the Tanner crab *Chionoecetes bairdi* Rathbun. *Journal of Crustacean Biology*, 9, 37-53.

Dorit, R. L., Walker, W. F. & Barnes, R. D. (1991). *Zoology*. Saunders College Publishing

Dvoretzky, A. G. & Dvoretzky, V. G. (2014). Size-at-age of juvenile red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) in the coastal Barents Sea. *Cahier de Biologie Marine*, 55, 43-48.

Dvoretzky, A. G. & Dvoretzky V. G. (2015). Commercial fish and shellfish in the Barents Sea: Have introduced crab species affected the population trajectories of commercial fish? *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 25, 297-322

Elnor, R. W. & Beninger, P. G. (1995). Multiple reproductive strategies in snow crab, *Chionoecetes opilio*: physiological pathways and behavioral plasticity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 193, 93-112.

Epelbaum, A. B., Borisov, R. R. & Kovatcheva, N. P. (2006). Early development of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* from the Barents Sea reared under laboratory conditions: morphology and behavior. *Journal of Marine Biology Association of the UK*, 86, 317-333.

Faccia, I., Alyakrinsky, A. & Bianchi, C. N. (2009). The crab that came in from the cold: first record of *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) in the Mediterranean Sea. *Aquatic Invasions*, 4, 715-718. DOI 10.3391/ai.2009.4.4.22

Falk-Pettersen, J., Renaud, P. & Anisimova, N. (2011). Establishment and ecosystem effects of the alien invasive red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the Barents Sea – A review. *ICES Journal of Marine Science*, 68, 479-488

Fan, T., Zhang, Y., Yang, L., Yang X., Jiang G., Yu, M. & Cong, R. (2009). Identification and characterization of a hemocyanin derived phenoloxidase from the crab *Charybdis japonica*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B*, 152, 144-149.
<https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2008.10.010>

FAO. (2018). *Global Capture Production*. Hentet 10.10.2018 fra
<http://www.fao.org/fishery/statistics/global-capture-production/en>

Fiskeri- og kystdepartementet. (2007). *Forvaltning av kongekrabbe. (St.meld. nr. 40. 2006-2007)*. Hentet fra
<https://www.regjeringen.no/contentassets/3a82509cc5694fa395654e4b01f3a0c5/no/pdfs/stm200620070040000dddpdfs.pdf>

Fiskeridirektoratet. (2017). J-272-2016: (Utgått) Midlertidig forskrift om regulering av fangst av kongekrabbe i kvoteregulert område øst for 26°Ø mv. i 2017. Hentet fra
<https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Regelverk-og-reguleringer/J-meldinger/Utgaatte-J-meldinger/J-272-2016>

Fiskeridirektoratet. (2018a). *Kongekrabbe (for yrkesfiskere)*. Hentet fra
<https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Tema/Kongekrabbe>

Fiskeridirektoratet. (2018b). *Høringsnotat-Forslag til regulering av og adgang til å delta i fangst av kongekrabbe i kvoteregulert område øst for 26°Ø M.V. I 2018*. Hentet fra
<https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Dokumenter/Hoeringer/Hoering-regulering-av-og-adgang-til-aa-delta-i-fangst-av-kongekrabbe-i-2018>

Fiskeridirektoratet. (2018c). *Fangst fordelt på art*. Hentet 10.10.18 fra
<https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Statistikk-yrkesfiske/Fangst-og-kvoter/Fangst-fordelt-paa-art>

Fiskeridirektoratet. (2018d). *Rundvekt (tonn) fordelt på landingsfylke og art*. Hentet 10.10.18 fra
<https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Statistikk-yrkesfiske/Fangst-og-kvoter/Fangst-fordelt-paa-landingssted>

Fuhrmann, M. M., Pedersen, T. & Nilssen, E. M. (2017). Trophic niche of the invasive red king crab *Paralithodes camtschaticus* in a benthic food web. *Marine Ecology Progress Series*, 565, 113-129

Fukuhara, F. M., 1985. Biology and fishery of southeastern Bering Sea red king crab (*Paralithodes camtschatica*, Tilesius). *Northwest and Alaska Fisheries Center (NAFAC), Processed report 85-11*, 1-160.

FRCC. (2005). *Strategic Conservation Framework for Atlantic Snow Crab*. (Report to the Minister of Fisheries and Oceans, 1). Hentet fra
<http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/315501.pdf>

- Frøystad. (2018). *Snøkrabbe teine / Snow crab traps*. Hentet 18.10.18 fra <https://nettbutikk.froystad.no/categories/snkrabbeteine>
- García-Carreño, F. L., Cota, K. & Navarrete del Toro, M. A. (2008). Phenoloxidase activity of hemocyanin in whiteleg shrimp *Penaeus vannamei*: Conversion, characterization of catalytic properties, and role in postmortem melanosis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56, 6454-6459.
- Gerasimov, O. V. & Kuzmin, S. A. (1995). Some peculiarities of reproduction of king crab *Paralithodes camtschatica* (Til.) in the Barents Sea. *ICES C. M. 1995/K:29*, 1-10.
- Godøy, H., Furevik, D. M. & Stiansen, S. (2003). Unaccounted mortality of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in deliberately lost pots off Northern Norway. *Fisheries Research*, 64, 171-177.
- Gonçalves, A. A. & de Oliveira, A. R. M. (2016). Melanosis in crustaceans: A review. *LWT-Food Science and Technology*, 65, 791-799.
- Halcrow, K. & Steel, C. G. H. (1992). Cuticular repair in the mature male snow crab, *Chionoecetes opilio* (Majidae; Crustacea): relation to ecdysteroids. *Canadian Journal of Zoology*, 70, 314-319.
- Hansen, H. S. B. (2015). *Snow crab (Chionoecetes opilio) in the Barents Sea. Diet, biology and management*. (Mastergradsavhandling, Universitetet i Tromsø). Hentet fra <https://munin.uit.no/handle/10037/7746>
- Hansen, H. S. B. (2016) Three major challenges in managing non-native sedentary Barents Sea snow crab (*Chionoecetes opilio*). *Marine Policy*, 71, 38-43. <http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2016.05.013>
- Hansen, T. H. (2002). *Temperaturpreferanse hos kongekrabbe (Paralithodes camtschaticus)* (Mastergradsavhandling, Universitetet i Tromsø). Hentet fra <http://www.angelfire.com/on/2mash/Filer/hovedfaget.pdf>
- Havforskningsinstituttet. (2006). *Forskjell på kongekrabbe og trollkrabbe*. Hentet fra https://www.imr.no/filarkiv/2006/09/Kongekrabbe_vs_trollkrabbe.pdf/nb-no
- Havforskningsinstituttet. (2013). *Fiske: Generelt om fiske av kongekrabbe*. Hentet fra <http://www.imr.no/temasider/skalldyr/kongekrabbe/fiske/nb-no>
- Havforskningsinstituttet. (2017). *Snøkrabbe i norsk forvaltningssone. Biologisk rådgivning 2017*. 1-10. Hentet fra: https://www.imr.no/nyhetsarkiv/2017/april/har_gjeve_det_forste_snokrabberadet/les_heile_ra_det/radgivning_snokrabbe_2017_final.pdf/nb-no Lest: 12.08.2018
- Havforskningsinstituttet. (2018a). Kongekrabbe. Hentet fra <http://www.imr.no/temasider/skalldyr/kongekrabbe/nb-no>
- Havforskningsinstituttet. (2018b) Snøkrabbe. Hentet fra <https://www.imr.no/temasider/skalldyr/snokrabbe/nb-no>

- Hjelset, A. M. (2014). Fishery-induced changes in Norwegian red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) reproductive potential. *ICES Journal of Marine Science*, 71, 365-373.
- Hjelset, A. M., Nilssen, E. M. & Sundet, J. H. (2012). Reduced size composition and fecundity related to fishery and invasion history in the introduced red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in Norwegian waters. *Fisheries Research*, 113, 73–80.
- Hjelset, A. M., Sundet, J. H. & Nilssen, E. M. (2009). Size at sexual maturity in the female red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in a newly settled population in the Barents Sea, Norway. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science*, 41, 173–182.
doi:10.2960/J.v41.m633
- Hvingel, C. & Sundet, J. H. (2014). *Snøkrabbe – en ny stor ressurs i Barentshavet*. Hentet fra https://www.imr.no/publikasjoner/andre_publicasjoner/kronikker/2014_1/snokrabbe_en_ny_sor_ressurs_i_barentshavet/nn-no
- Jadamec L. S., Donaldson W. E., & Cullenberg, P. (1999). *Biological field techniques for Chionoecetes crabs*. Fairbanks: Alaska Sea Grant College Program, AK-SG-99-02, 1-80. ISBN 1-56612-059-4
- James, P., Vasilyev, R., Siikavuopio, S., Kovatcheva, N., Samuelsen, T. A., Mundheim, H. & Carlehög, M. (2013). The effects of varying the percentage of herring versus salmon protein in manufactured diets on the survival, meat content, hepatosomatic index and meat sensory quality of adult red king crab *Paralithodes camtschaticus* held in captivity. *Aquaculture*, 416-417, 390-395
- Jewett, S. C. & Feder, H. M. (1982). Food and feeding habits of the king crab *Paralithodes camtschatica* near Kodiak Island, Alaska. *Marine Biology*, 63, 243-250.
- Jewett, S. C. & Onuf, C. P. (1988). Habitat suitability index models: red king crab. *U.S. Fish and Wildlife Service, Biological Report* 82, 1-34.
- Jørgensen, L. L., Manushin, I., Sundet, J. H., & Birkely, S. R. (2005). The intentional introduction of the marine red king crab *Paralithodes camtschaticus* into the Southern Barents Sea. *ICES Cooper Research Report*, 277, 1-18.
- Jørgensen, L. L. & Nilssen, E. M. (2011) The invasive history, impact and management of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* off the coast of Norway. I: B. S. Galil, P. F. Clark, & J. T. Carlton (Red.), *In the Wrong Place – Alien Marine Crustaceans: Distribution, Biology and Impacts*, (521-536). Springer, Dordrecht.
- Jørgensen, L. L. & Primicerio, R. (2007). Impact scenario for the invasive red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) (*Reptantia*, *Lithodidae*) on Norwegian, native, epibenthic prey. *Hydrobiologia*, 590, 47-54. DOI 10.1007/s10750-007-0756-9
- Jørgensen L.L. & Spiridonov V. (2013). Effect from the king- and snow crab on Barents Sea benthos. Results and conclusions from the Norwegian-Russian Workshop in Tromsø 2010. *Institute of Marine Research, Bergen, Fisken og Havet nr. 8/2013*, 9-41.

- Kim, J., Marshall, M. R. & Wei, C. I. (2000). Polyphenoloxidase. I N. F. Haard, & B. K. Simpson (Red.), *Seafood enzymes: Utilization and influence on postharvest seafood quality* (271-315). New York, NY: Dekker.
- Krebs, C. & Elwood, B. (2008). *The Ecological World View*. University of California Press.
- Kristoffersen, S., Siikavuopio, S. I., Dahl, R., Jakobsen, R. & Tidemann, E. (2009). *Kongekrabbe – Evaluering av metoder for foredling. Kokeprosessen, farse og bruk av høytrykkprosessering*. (Nofima, Rapport nr 32). Hentet fra <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2565968>
- Kruse, G. H., Tyler, A. V., Sainte-Marie, B. & Pengilly, D. (2007). A workshop on mechanisms affecting year-class strength formation in snow crabs *Chionoecetes opilio* in the Eastern Bering Sea. *Alaska Fisheries Research Bulletin*, 12, 277-290.
- Kuzmin, S. A., Akhtar, S. M. & Menis, D. T. (1999). The first finding of snow crab *Chionoecetes opilio* (Decapoda, Majidae), in the Barents Sea. *Canadian Translation of Fisheries and Aquatic Science*, 5667, 1-5.
- Kuzmin, S. & Olsen, S. (1994). Barents Sea King Crab (*Paralithodes camtschatica*). The transplantation experiments were successful. *International Council for the Exploration of the Sea*, 1-12.
- Kuzmin S. A., Olsen, S. & Gerasimova, O. (1996). Barents Sea King Crab (*Paralithodes camtschaticus*): Transplantation experiments were successful. In: High latitude crabs: Biology, management, and economics. *Alaska Sea Grant College Program Report No. 96-02*, University of Alaska Fairbanks, 649–663.
- Lambrecht, H. S. (1995). Sulfite substitutes for the prevention of enzymatic browning in foods. I: C. Y. Lee, & J. R. Whitaker, (Red.), *Enzymatic browning and its Prevention* (313-323). Washington, DC: American Chemical Society.
- Lian, F., Måge, I., Lorentzen, G., Siikavuopio, S. I., Øverbø, K., Vang, B. & Lindberg, D. (2018). Exploring the effect of inhibitors, cooking and freezing on melanosis in snow crab (*Chionoecetes opilio*) clusters. *Food Control*, 92, 255-266.
- Lindberg, D., Siikavuopio, S. I., Øverbø, G., Lorentzen, G. & Whitaker, R. D. (2017). Evaluating the efficiency of commercial inhibitors in preventing bluing in snow crab. *BIOPROSP17. The 8th International Conference on Marine Biotechnology, Tromsø, Norway* (2017).
- Londahl, G. (1997). Technological aspects of freezing and glazing shrimp. *Infofish International*, 3, 49–56.
- Lorentzen, G., Lian, F. & Siikavuopio, S. I. (2018b). Quality parameters of processed clusters of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) – Effects of live holding at 5 and 10 °C up to 92 days without feeding. *Food Control*, 95, 142-149.

- Lorentzen, G. Rotabakk, B. T., Olsen, S. H., Skuland, A. V. & Siikavuopio, S. I. (2016). Shelf life of snow crab clusters (*Chionoecetes opilio*) stored at 0 and 4 °C. *Food Control*, 59, 454-460.
- Lorentzen, G., Skuland, A. V., Sone, I., Johansen, J. O. & Rotabakk, B. T. (2014). Determination of the shelf life of cluster of the red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) during chilled storage. *Food Control*, 42, 207-213.
- Lorentzen, G., Voldnes, G., Whitaker, R. D., Kvalvik, I., Vang, B., Solstad, R. G., Thomassen M. R. & Siikavuopio, S. I. (2018a). Current Status of the Red King Crab (*Paralithodes camtschaticus*) and Snow Crab (*Chionoecetes opilio*) Industries in Norway. *Reviews in Fisheries Science & Aquaculture*, 26, 42-54, DOI: 10.1080/23308249.2017.1335284
- Lovrich, G. A., & Sainte-Marie, B. (1997). Cannibalism in the snow crab, *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius)(*Brachyura: Majidae*), and its potential importance to recruitment. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 211, 225-245.
- Manushin, I. & Anisimova, N. (2008a). Selectivity in the red king crab feeding in the Barents Sea. I: J. H. Sundet, & B. Berenboim (Red.), *Research on the red king crab (Paralithodes camtschaticus) from the Barents Sea in 2005-2007. IMR/PINRO Joint Report Series 3-2008*, 24-28.
- Manushin, I. & Anisimova, N. (2008b). Monitoring the red king crab stomach content. I: J. H. Sundet, & B. Berenboim (Red.), *Research on the red king crab (Paralithodes camtschaticus) from the Barents Sea in 2005-2007. IMR/PINRO Joint Report Series 3-2008*, 17-20.
- Marukawa, H. (1933). Biological and fishery research on japanese king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). *Journal of Imperial Fisheries Experimental Station*, 4, 1-152.
- Mathias. (2018a). *Frosne produkter – Kongekrabbe*. Hentet 22.10.18 fra <https://mathias.no/no/produkter/produkt/frosne-produkter/kongekrabbe>
- Mathias. (2018b). *Produkter – snøkrabbe*. Hentet 22.10.18 fra <https://mathias.no/no/produkter/produkt/sno-krabbe-9-07kg?p=3>
- McCaughran D. A. & Powell, G. C. (1977). Growth model for Alaska king crab (*Paralithodes camtschatica*). *Journal of the Fisheries Board of Canada*, 34, 989-995.
- McMurray, G., Vogel, A. H., Fishman, P. A., Armstrong, D. A. & Jewett, S. C. (1986). Distribution of larval and juvenile red king crabs (*Paralithodes camtschatica*) in Bristol Bay. *Outer Continental Shelf Environmental Assessment Program*, 53, 267-477.
- Miljødirektoratet. (2017). *Kongekrabbe*. Hentet fra <http://www.miljostatus.no/tema/hav-og-kyst/barentshavet/miljotilstanden-i-barentshavet/bunnlevende-organismer/kongekrabbe/kongekrabbe/>
- Miller, F. E. (1990). Effectiveness of crab and lobster traps. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47, 1228-1251.

Ng, P. K. L., Guinot, D. & Davie, P. J. F. (2008). Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant *Brachyuran* crabs of the world. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 17, 1-286.

Nicolaides, L. (2009). Crustacean shellfish. I: F. Rhea (Red.), *Microbiology Handbook. Fish and seafood* (79-92). Cambridge, UK: Leatherhead publishing.

Nicoli, M. C. (2012). The shelf life assesment process. I: M. C. Nicoli (Red.), *Shelf life assesment of food*. (17-36). Boca Raton, Florida: CLC Press.

Nilssen, E. M. (2003). Biologi og utbredelse av kongekrabben i Barentshavet. *Kongekrabben* (s. 7-12). Ottar, I. P. Bøe (Red.), Tromsø Museum.

Nilssen, E. M & Sundet, J. H. (2006). The introduced species red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the Barents Sea II: Growth increments and moulting probability. *Fisheries Research*, 82, 319-326

NOAA. (2018). *Molting: How Crabs Grow*. Hentet 29.09.2018 fra <https://www.afsc.noaa.gov/Kodiak/shellfish/cultivation/crabGrow.htm>

Norges Råfisklag. (2017). *Snøkrabbe*. Hentet fra <https://www.rafisklaget.no/portal/page/portal/RafisklagetDokumenter/Markedstiltak/Sn%F8krabbenov2016.pdf>

Norges Råfisklag. (2018a). *Minstepriser for snøkrabbe f.o.m. 24 januar 2018 og inntil videre*. (Rundskriv nr 6) hentet fra https://www.rafisklaget.no/portal/page/portal/RafisklagetDokumenter/Rundskriv/2018_6.pdf

Norges Råfisklag. (2018b). *Norwegian Red King Crab*. Hentet fra https://www.rafisklaget.no/portal/page/portal/RafisklagetDokumenter/Markedstiltak/Norwegian_King_Crab_sept_2018.pdf

Norges Sjømatråd. (2017). *Nedgang i skalldyreksperten*. Hentet fra <https://seafood.no/aktuelt/nyheter/nedgang-i-skalldyreksperten/>

Norges Sjømatråd. (2018). *Redusert eksport av skalldyr i 2017*. Hentet fra <https://seafood.no/aktuelt/nyheter/reduert-eksport-av-skalldyr-i-2017/>

Norsk-russisk fiskerikommisjon. (2015). *Protokoll for den 45. Sesjon i den blandete norsk-russiske fiskerikommisjon*. Hentet fra <http://www.jointfish.no/OM-FISKERIKOMMISJONEN/PROTOKOLLER.html>

Norsk-russisk fiskerikommisjon. (2016). *Protokoll for den 46. Sesjon i den blandete norsk-russiske fiskerikommisjon*. Hentet fra <http://www.jointfish.no/OM-FISKERIKOMMISJONEN/PROTOKOLLER.html>

Nærings- og fiskeridepartementet. (2014). J-3-2017: (Utgått) *Forskrift om forbud mot fangst av snøkrabbe*. Hentet fra <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Regelverk-og-reguleringer/J-meldinger/Utgaatte-J-meldinger/J-3-2017>

Nærings- og fiskeridepartementet. (2017a). *Har fastsatt snøkrabbekvote*. Hentet 17.10.18 fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/har-fastsatt-snokrabbekvote/id2557952/>

Nærings- og fiskeridepartementet. (2017b). *Snøkrabbe-kvote i 2018*. Hentet 17.10.18 fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/snokrabbe-kvote-i-2018/id2582483/>

Nærings- og fiskeridepartementet. (2017c). *Fangst av kongekrabbe i kvoteregulert område i 2018*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/fangst-av-kongekrabbe-i-kvoteregulert-omrade-i-2018/id2584304/>

Olsen, A. (2003). Det startet med ni krabber i 1960. *Kongekrabben* (s. 2-6). Ottar. I: P. Bøe (Red.), Tromsø Museum.

Opoku-Gyamfua, A., Simpson, B. K. & Squires, E. J. (1992). Comparative studies on the polyphenol oxidase fraction from lobster and tyrosinase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 772-775.

Orientalfoodcorp. (2018). *Red king crab*. Hentet fra <http://orientalfoodcorp.com/red-king-crab.html>

Orlov, Y. I. & Ivanov, B. G. (1978). On the introduction of the Kamchatka king crab *Paralithodes camtschatica* (Decapoda: Anomura: Lithodidae) into the Barents Sea. *Marine Biology*, 48, 373-375.

Orlov, Y. I. & Karpevich, A. F. (1965). On the introduction of the commercial crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) into the Barents Sea. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 156, 59-61.

Paul, A. J. (1984). Mating frequency and viability of stored sperm in the Tanner crab *Chionoecetes bairdi* (Decapoda, Majidae). *Journal of Crustacean Biology*, 4, 205-211.

Paul, A. J., Paul, J. M. & Coyle, K. O. (1989). Energy sources for first-feeding zoeae of king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) (Decapoda, Lithodidae). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 130, 55-69.

Pavlov, V. A. (2006). New data on snow crab *Chionoecetes opilio* (Fabricius, 1788) in the Barents Sea. In *VII All-Russian Conference on Commercial Invertebrates, Murmansk*. 109-111.

Pavlov, V. A. & Sundet, J. H. (2011). Snow crab. I: T. Jakobsen, & V. K. Ozhigin, (Red.), *The Barents Sea: Ecosystem, Resources, Management: Half a century of Russian – Norwegian cooperation*. (168-171). Tapir academic press, Trondheim.

Pedersen, O. P., Nilssen, E. M., Jørgensen L. L. & Slagstad, D. (2006). Advection of the Red King Crab larvae on the coast of North Norway – A lagrangian model study. *Fisheries Research*, 79, 325-336.

Pinchukov, M. A. & Sundet, J. H. (2011) Red king crab. I: T. Jacobsen, & V. K. Ozhigin, (Red.), *The Barents Sea. Ecosystem, Resources, Management. Half a century of Russian-Norwegian cooperation*. Tapir Academic Press, Trondheim. 160-167

- Powell, G. C. & Nickerson, R. B. (1965a). Reproduction of king crabs *Paralithodes camtschatica* (Tilesius). *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 22, 101-111.
- Powell G. C. & Nickerson, R. B. (1965b). Aggregations among juvenile king crabs (*Paralithodes camtschatica*, Tilesius) Kodiak, Alaska. *Animal Behaviour*, 13, 374-380.
- Powell, G. C., James, K. E. & Hurd, C. L. (1974). Ability of male king crab, *Paralithodes camtschatica*, to mate repeatedly, Kodiak, Alaska, 1973. *Fishery Bulletin of the United States*, 72, 171-179.
- Robichaud, D. A., Bailey, R. F. J. & Elner, R. (1989). Growth and distribution of snow crab, *Chionoecetes opilio*, in the southeastern Gulf of St. Lawrence. *Journal of Shellfish Research*, 8, 13-23.
- Rodin V. E. (1990) Population biology of the king crab *Paralithodes camtschatica* Tilesius in the North Pacific Ocean. In: Proceedings of the International Symposium on King Tanner Crabs. *University of Alaska Sea Grant Report*, 90-04, 133-144.
- Ruddy, P. (2007). Consumer acceptability of melanosis levels in western rock lobster by visual evaluation. *Kasetsart Journal: National Science*, 41, 681-689.
- Samples, S. (2014). The effects of storage and preservation technologies on the quality of fish products: a review. *Journal of Food Processing and Preservation*, 39, 1206-1215.
- Shirley, S. M. & Shirley, T. C. (1987). Diel vertical movements of alaskan red king crab zoeae. *American Zoologist* 27A:103-103.
- Siikavuopio, S. I. & James, P. (2015). Effects of temperature on feed intake, growth and oxygen consumption in adult male king crab *Paralithodes camtschaticus* held in captivity and fed manufactured diets. *Aquaculture Research*, 46, 602-608.
- Siikavuopio, S. I., James, P., Midling, K. Ø. & Evensen, T. H. (2011a). *Fangst, mellomlagring, vedlikeholdsføring og transport av levende kongekrabbe*. (Nofima, rapport nr 47). Hentet fra <https://nofima.no/pub/1161492/>
- Siikavuopio, S. I., James, P., Mortensen, A., Olsen, B. R., Midling, K. Ø. & Evensen, T. (2014). *Forbedring av miljøbetingelsene ved levendelagring av kongekrabbe*. (Nofima, rapport nr 18). Hentet fra <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/283537>
- Siikavuopio, S. I., James, P., Olsen, B. R., Evensen T. & Mortensen, A. (2016a). Holding wild caught red king crab, *Paralithodes camtschaticus*: Effects of stocking density and feeding on survival and meat content. *Aquaculture Research*, 47, 870-874.
- Siikavuopio, S. I., James, P., Olsen, B. R., Evensen T., Mortensen, A. & Olsen, S. H. (2017a). Holding wild Snow crab, *Chionoecetes opilio*: Effects of stocking density and feeding on survival and injury. *Aquaculture Research*, 48, 1590-1595.

Siikavuopio, S. I., Johansson, G. S., Johnsen, H., Hustad, A., Thesslund, T., Olsen, S. H. & Lorentzen, G. E. (2017b). *Fangst og levendelagring av snøkrabbe (Chionoecetes opilio) Betydningen av ståtid og lagringstid på rømming, kvalitet og dyrevelferd.* (Nofima, rapport nr 22). 1-24. Hentet fra <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2481241>

Siikavuopio, S. I. Martinsen, G., Stenberg, E., Jakobsen, R., Carlehög, M. & Eilertsen, G. (2011b). *Kongekrabbe – foredling og industriell bearbeiding.* (Nofima, Rapport nr 6). Hentet fra <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2557675>

Siikavuopio, S. I., Martinsen, G., Sæther, B. S. & Thesslund, T. (2016b). *Uttesting av nytt kunstig agn til snøkrabbe (Chionoecetes opilio).* (Nofima, Rapport nr 19). hentet fra <https://nofima.no/pub/1362457/>

Sparboe, M. & Christiansen, J. S. (2008). Preliminary results from experimental studies of temperature preference and tolerance in Barents Sea red king crab (*Paralithodes camtschaticus*). I: Sundet, J. H. & Berenboim, B. (Red.), *Research on the red king crab (Paralithodes camtschaticus) from the Barents Sea in 2005- 2007.* (7-67). Joint Report Series. Institute of Marine Research (IMR) and Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO).

Squires, H. J. & Dawe, E. G. (2003). Stomach contents of snow crab (*Chionoecetes opilio*, Decapoda, Brachyura) from the Northeast Newfoundland Shelf. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 32, 27-38.

Starr, M., Therriault, J. -C., Conan, G. Y., Comeau, M. & Robichaud, G. (1994). Larval release in a sub-euphotic zone invertebrate triggered by sinking phytoplankton particles. *Journal of Plankton Research*, 16. 1137–1148.

Stenberg, E., Siikavuopio, S. I., Gildberg, A., Mundheim, H. & Jakobsen, R. (2012). *Biprodukter fra kongekrabbe (Paralithodes camtschaticus).* (Nofima, Rapport nr 5) 1-24. Hentet fra <https://brage.bibsys.no/xmlui/handle/11250/2504609>

Stevens, B. G. & Swiney, K. M. (2005). Post-settlement effects of habitat type and predator size on cannibalism of glaucothoe and juveniles of red king crab *Paralithodes camtschaticus*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 321, 1–11.

Stevens, B. G. & Swiney, K. M. (2007). Hatch timing, incubation period, and reproductive cycle for captive primiparous and multiparous red king crab, *Paralithodes camtschaticus*. *Journal of Crustacean Biology*, 27, 37-48.

Stiansen, S., Fernö, A., Furevik, D., Jørgensen, T. & Løkkeborg, S. (2008) Efficiency and catch dynamics of collapsible square and conical pots used in the red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) fishery. *Fisheries Bulletin*, 106, 40-46.

Sundet, J. H. (2014a). The red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the Barents Sea. *Marine Invasive Species in the Arctic. TemaNord*, 547. 1-12.

Sundet, J. H. (2014b). Red King Crab in the Barents Sea. I: B. G. Stevens (Red.), *King Crabs of the World: Biology and Fisheries Management* (485-500). Boca Raton: CRC Press.

- Sundet, J. H. (2017). Snøkrabbe. I: I. E. Bakketeig, M. Hauge, & C. Kvamme (Red.), *Havforskningsrapporten, Fisken og havet, særnr. 1–2017*. Hentet fra https://www.hi.no/filarkiv/2017/06/havforskningsrapporten_2017.pdf
- Sundet, J.H. & Hjelset, A.M. (2009). Seasonal depth distribution of the red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in Varangerfjorden. I: G. H. Kruse, G. L. Eckert, R. J. Foy, R. N. Lipcius, B. Sainte-Marie, D. L. Stram & D. Woodby (Red.), *Biology and Management of Exploited Crab Populations Under Climate Change*. Alaska Sea Grant, University of Alaska Fairbanks.
- Sundet, J. H. & Hoel, A. H. (2016) The Norwegian management of an introduced species: the Arctic red king crab fishery. *Marine Policy*, 72, 278-284.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.marpol.2016.04.041>
- Sundet, J. H., Rafter, E. E. & Nilssen, E. (2000). Sex and seasonal variation in the stomach content of the red king crab, *Paralithodes camtschaticus* in the southern Barents Sea. I J. CVV. Klein, & F. R. Schram (Red.), *The Biodiversity Crisis and Crustacea*. (193-200) Rotterdam: A. A. Balkema Publishers.
- Swiney, K. M., Long, W. C., Eckert, G. L. & Kruse, G. H. (2012). Red king crab, *Paralithodes camtschaticus*, size-fecundity relationship, and interannual and seasonal variability in fecundity. *Journal of Shellfish Research*, 31, 925-933.
- Sætra, G. (2018). *Fann snøkrabbe i eit større område enn tidlegare*. Hentet fra <https://www.hi.no/hi/nyheter/2018/august/fann-snokrabbe-i-eit-storre-omrade-enn-tidlegare>
- Velankar, N. K. & Govindan, T. K. (1958). A preliminary study of the distribution of non-protein nitrogen in some marine fishes and invertebrates. *Proceedings of the Indian Academy of Sciences-Section B*, 47, 202-209.
- Wallace, M. M., Pertuit, C. J. & Hvatum, A. R. (1949). Contribution to the biology of the king crab (*Paralithodes camtschatica* Tilesius). *Fish and Wildlife Service, United States Department of the Interior, Fishery Leaflet 340*, 1-50.
- Watson, J. (1972). Mating behavior in the spider crab, *Chionoecetes opilio*. *Journal of Fisheries Research Board Canada*, 29, 447-449.
- Wieczorek, S. K. & Hooper, R. G. (1995). Relationship between diet and food availability in the snow crab *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius) in Bonne Bay, Newfoundland. *Journal of Crustacean Biology*, 15, 236-247.
- Zamorano, J. –P., Martínez-Álvarez, O., Montero, P. & Gómez-Guillén, M. C. (2009). Characterisation and tissue distribution of polyphenol oxidase of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*). *Food Chemistry*, 112, 104-111.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.05.061>
- Zelenina, D. A., Muge, N. S., Volkov, A. A. & Sokolov, V. I. (2008). Red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the Barents Sea: a comparative study of introduced and native populations. *Russian Journal of Genetics*, 44, 859-856.

Zhou, S. & Shirley, T. C. (1997). Behavioural responses of red king crab to crab pots. *Fisheries Research*, 30, 177-189.

Zimina, O. L. (2014). Finding the snow crab *Chionoecetes opilio* (O. Fabricius, 1788)(*Decapoda: Majidae*) in the Kara Sea. *Russian Journal of Marine Biology*, 40, 490-492.