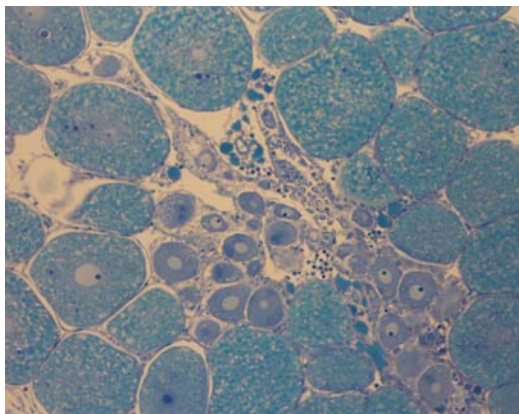
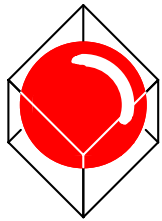


Å0407

Størrelse ved kjønnsmodning for taskekrabbe (*Cancer pagurus*)
i tre regioner langs Norskekysten



Astrid K. Woll og Wenche Emblem



RAPPORT

| | |
|---|---|
| Tittel: Størrelse ved kjønnsmodning for taskekrabbe (<i>Cancer pagurus</i>) i tre regioner langs Norskekysten | ISSN 0804-5380 |
| | Rapport nr.: Å0407 |
| | Prosjekt nr.: 54320 |
| Oppdragsgiver: SND Trøndelag (nå Innovasjon Norge) FHF | Dato: 1.4.2004 |
| | Antall sider: 28 |
| | Referanse oppdragsgiver: SND v/Magne Volden, FHF v/Terje Flatøy |
| Tlf: 73 82 62 70 | |
| Forfattere: Astrid K. Woll og Wenche Emblem | Signatur: |
| Rapport godkjent av: Iren Stoknes | Signatur: |

Sammendrag:

Det er tidligere observert en nord – syd gradient når det gjelder størrelse på taskekrabbe langs Norskekysten. Størrelsesforskjeller kan ha sammenheng med kjønnsmodning. Høsten 2002 ble det satt i gang et prosjekt med det formål å finne størrelse ved kjønnsmodning for hunnkrabber fra 3 regioner i nord – syd retning langs Norskekysten, henholdsvis i Vesterålen (69°N), Trøndelag (64°N) og Rogaland (60°N). Undersøkelsen konkluderte med at der ikke var noen nord – syd gradient vurdert ut fra det tilgjengelige materialet. I prosjektet undersøkte man hvorvidt ovariene var modne eller ikke modne og beregnet deretter ved hvilken størrelse 50% av hunnene var modne. Resultatet viste at samlet for alle områdene var skallbredden 111.8 mm ved 50% modning. Sammenligning med registreringer av krabber som hadde gytt (utrognskrabber) viste at 95% av disse hadde en skallbredde på 130 mm eller mer. Dette indikerer at krabben er større før den er funksjonell kjønnsmoden (gyter). I prosjektet er det foretatt en histologisk undersøkelse av ovariene og en modningsskala for taskekrabbe er utarbeidet. En sammenligning av denne skalaen i forhold til en subjektiv makroskopisk vurdering er foretatt med god korrelasjon.

Emneord:

Taskekrabbe/kjønnsmodning/ovarier/sædlommer/utrogn/

Distribusjon/Tilgang:

Åpen

Forord

Prosjektet ” Størrelse ved kjønnsmodning for taskekrabbe i 3 regioner langs Norskekysten” har som mål å finne størrelse ved kjønnsmodning for hunnkrabber fra 3 regioner i nord – syd retning langs Norskekysten, henholdsvis i Vesterålen (69°N), Trøndelag (64°N) og Rogaland (60°N).

Prosjektet er finansiert av FHF – midler. Møreforsking Ålesund har vært utøvende FoU-institusjon. Prosjektet har vært et tilleggssarbeid i tilknytning til det 3-årige prosjektet ”Ressursundersøkelse av taskekrabbe i Midt-Norge”.

Vi vil takke de fiskerne som har hjulpet oss ved innsamlingen av materialet. Anette Ungfors og Elisabeth Sjøstrøm har vært til god hjelp ved utveksling og diskusjoner angående resultatene. Agnes Gundersen og Stig Tuene har bidratt med innspill angående det histologiske arbeidet.

En takk til alle!

Ålesund , 1.4.2004

Astrid Woll
(prosjektleder)

Wenche Emblem

Innhold

| | |
|--|-----------|
| Sammendrag | 4 |
| 1 Innledning | 5 |
| 2 Materiale og metode | 7 |
| 2.1 <i>Modning av ovarier</i> | 7 |
| 2.1.1 Innsamling av materiale | 7 |
| 2.1.2 Makroskopisk vurdering av ovarienes modning | 8 |
| 2.1.3 Opparbeiding av histologisk prøvemateriale..... | 8 |
| 2.1.4 Mikroskopisk vurdering av ovariene..... | 9 |
| 2.2 <i>Tegn på parring (spermplugger og sæd)</i> | 13 |
| 2.3 <i>Tilstedeværelse av utrogn</i> | 13 |
| 2.4 <i>Tallbehandling</i> | 13 |
| 3 Resultater | 14 |
| 3.1 <i>Modningsskala for ovariet</i> | 14 |
| 3.1.1 Makroskopisk vurdering | 14 |
| 3.1.2 Mikroskopisk vurdering | 14 |
| 3.1.3 Sammenligning mikro - og makroskopisk vurdering..... | 17 |
| 3.2 <i>Modning i relasjon til krabbens skallbredde og ovarievekt</i> | 18 |
| 3.3 <i>Størrelse ved kjønnsmodning</i> | 20 |
| 3.3.1 Vurdert ut fra ovarienes modning (L_{50})..... | 20 |
| 3.3.2 Adferdsmessig kjønnsmoden | 21 |
| 3.3.3 Tilstedeværelse av utrogn..... | 21 |
| 4 Diskusjon | 23 |
| 4.1 <i>Modningsskalaene</i> | 23 |
| 4.2 <i>Størrelse ved kjønnsmodning</i> | 24 |
| 5 Referanser | 26 |

Sammendrag

Det er tidligere observert en nord – syd gradient når det gjelder størrelse på taskekrabbe langs Norskekysten. Størrelsesforskjeller kan ha sammenheng med kjønnsmodning. Høsten 2002 ble det satt i gang et prosjekt med det formål å finne størrelse ved kjønnsmodning for hunnkrabber fra 3 regioner i nord – syd retning langs Norskekysten, henholdsvis i Vesterålen (69°N), Trøndelag (64°N) og Rogaland (60°N). Undersøkelsen konkluderte med at der ikke var noen nord – syd gradient vurdert ut fra det tilgjengelige materialet. I prosjektet undersøkte man hvorvidt ovariene var modne eller ikke modne og beregnet deretter ved hvilken størrelse 50% av hunnene var modne. Resultatet viste at samlet for alle områdene var skallbredden 111.8 mm ved 50% modning. Sammenligning med registreringer av krabber som hadde gytt (utrognskrabber) viste at 95% av disse hadde en skallbredde på 130 mm eller mer. Dette indikerer at krabben er større før den er funksjonell kjønnsmoden (gyter). I prosjektet er det foretatt en histologisk undersøkelse av ovariene og en modningsskala for taskekrabbe er utarbeidet. En sammenligning av denne skalaen i forhold til en subjektiv makroskopisk vurdering er foretatt med god korrelasjon.

1 Innledning

I Midt – Norge foregår det tradisjonelle fisket etter taskekrabbe (*Cancer pagurus*) fra august til november. Oppstarten er noe tidligere i Rogaland og på Sørlandet. Opptil 80 – 90 % av fangstene i høstmånedene kan være hunnkrabber. Dette skyldes at hunnkrabbene samler seg utover sommeren og høsten på sand og grusbunn, et bunnsubstrat som vanligvis har gode beiteforhold for krabbene.

Bunnssubstratet er også nødvendig for en vellykket gyting. Og i høstmånedene modnes de kjønnsmodne hunnens ovarier (innrogn) og vokser i størrelse. På slutten av sesongen begynner en del av hunnene å gyte. Gyting innebærer at krabben utvikler utrogn. Under denne prosessen passerer eggene sædholderne hvor spermpakker er oppbevart siden parring. Eggene befruktes i prosessen og fester seg i løpet av det påfølgende døgnet på haleføttene (pleopodene) (Edwards 1979). Utrogn klekkes først i juli/august om lag 7-8 måneder etter gytingen. Utrognkrabber holder seg hovedsakelig skjult under steiner og overheng og fødeopptaket er minimalt (Howards 1982; Fernández *et al.* 2000; Woll 2003).

Tilstedeværelse av utrogn eller rester etter klekking i form av eggkapsler på pleopoder er et sikkert tegn på at krabben er kjønnsmoden. Problemet med denne metoden brukt for å bestemme størrelse ved kjønnsmodning, er at få utrognkrabber fanges i tradisjonelle redskap (Edwards 1966). Man kan forvente at mellom 0.1-1 % av fangstene i oktober og november er utrognkrabber (Edwards 1979; Brown & Bennet 1980, Woll 1995, Woll *et al.* 2003).

Kjønnsmodning for hunnkrabber kan også bestemmes ved å vurdere ovarienes modningsgrad. En skala for ovarienes modning hos taskekrabbe er beskrevet av Edwards (1979). Skalaen er basert på en makroskopisk vurdering der han skiller mellom fire stadier: 1) umoden; 2) delvis ovarie utvikling; 3) ovariene fyller skallet; 4) moden, skallet er fylt av de røde ovariene. En kjønnsmoden hunn starter på stadium 2 ved neste modning. Ovarienes modning kan også beskrives ved hjelp av mikroskopiske studier. For krepsdyr generelt et dette foretatt av Charniaux-Cotton (1985), Charinaux-Cotton and Payan (1985) og Krol *et al.* (1992). Johnson (1980) har beskrevet dette for Blue crab (*Callinectes sapidus*).

I de senere år har man begynt å skille mellom såkalt funksjonell kjønnsmoden, for eksempel krabber med utrogn ("functional mature"), og adferdsmessig kjønnsmoden ("behavioural mature") (Wilhelm 1995). Krabber som har parret seg vil ikke nødvendigvis få utrogn innen et nytt skallskifte (Edwards 1966). De er da adferdsmessig kjønnsmoden, men ikke funksjonell kjønnsmoden.

Parring foregår etter hunnens skallskifte, mens skallet fremdeles er helt bløtt. Hannen sprøyter inn en spermpakke (spermatofor) i hver av hunnens sædlommer (spermateca) som igjen er forbundet med egglederne (oviducts). Etter at spermpakkene er plassert blir egglederne forseglett med en spermplugg. Edwards (1966; 1979) beskriver dannelsen av pluggen ut fra at det under parring utsondres en væske fra kjertler i sædlommenes vegger. Væsken flyter ut i egglederne og hardner ved kontakt med sjøvannet. Det dannes en hvit, plugglignende masse som fyller egglederen. Enden av pluggen stikker ut av kjønnsåpningene. Tilstedeværelse av disse "spermpluggene" er et sikkert tegn på at det har foregått en parring (Williamson 1904;

Edwards 1966; Hartnoll 1969). Pluggene er synlige i 3 – 8 uker etter parring, men vil etter hvert mykne og løse seg opp. Innvendige rester kan observeres opptil ett år eller enda lengre (Edwards 1979).

De fleste voksne krabbene skifter skall i perioden mellom juli og september (Williamson 1900; Meek 1904; Gundersen 1970; Edwards 1979). Tidspunktet varierer geografisk (Karlsson 1984; Eriksen og Moen 1993; Woll 1995) og hunnene starter ca en måned før hannene (Hancock 1993; Gundersen 1970). Etter skallskifte er krabbens skall mykt, og det går opptil 7-8 dager før den er i stand til aktivt å søke etter føde. Den beste tiden å observere spermpluggen på, er om høsten etter at krabbene har skiftet skall.

Kjønnsmodning hos krabber er forsøkt bestemt ved bruk av morfologiske analyser av sekundære kjønnskarakterer (Hartnoll 1974; Gonzales-Gurrian & Freire 1994; Campbell and Eagles; Choy 1986; Norman 1989). For taskekrabbe fant Tallack (2002) at klostørrelsen hadde en sterk sammenheng med skallbredde, men mens veksten av hanner var allometrisk, var veksten hos hunner isometrisk. Dette betyr at størrelse ved kjønnsmodning for hanner kan bestemmes ved klostørrelse sett i forhold til skallbredde (Somerton 1980), men ikke for hunner. Tallack (2002) undersøkte også sammenheng mellom skallbredde og bredde på haleklaffen hvor eggene bæres (utrogn). Avvik i relativ bredde for haleklaffen ble observert, men ved en skallbredde som indikerte at hunnene hadde et prepubertalt skallskifte som forberedte hunnen på det å bli adferdsmessig kjønnsmoden.

Det er tidligere observert en nord – syd gradient når det gjelder størrelse på taskekrabbe langs Norskekysten. Krabbe fra Rogaland og Skagerak ble ansett for å være mindre enn krabbe fra Møre og nordover. Som en følge av dette, ble minstemålet fra Rogaland til Svenskegrensa forandret fra 13 cm til 11 cm skallbredde på 70 – tallet. For resten av landet ble minstemålet uforandret ved 13 cm skallbredde. Forskjell i krabbens størrelse, er senere verifisert under prosjektet ”Ressursundersøkelse av taskekrabbe langs norskekysten”. Krabbe fra fangster i Rogaland viste seg i gjennomsnitt å ha opptil 1 cm mindre skallbredde enn krabbe fra fangstene nord for Møre (Woll *et al.* 2004).

Størrelsesforskjeller kan ha sammenheng med krabbens kjønnsmodning. Høsten 2002 ble det satt i gang et prosjekt med det formål å finne størrelse for kjønnsmodning for hunnkrabber fra 3 regioner i nord – syd retning langs Norskekysten, henholdsvis i Vesterålen (69°N), Trøndelag (64°N) og Rogaland (60°N).

For å oppnå dette ønsket man å benytte metoden med vurdering av ovarienes modning og finne ved hvilken størrelse 50% av hunnene var kjønnsmodne, den såkalte $L_{50\%}$. For å kvalitetssikre den makroskopiske skalaen for ovarienes modning, skulle det foretas en mikroskopisk undersøkelse av ovariene og sammenligne makro- og mikroskopisk vurdering av modning. Resultatet ved bruk av ovarienes modning skulle sammenlignes med opplysninger om utrognkrabber som var samlet inn av fiskere høsten 2002 og 2003 (Woll *et al.* 2004). Man ønsket også å sammenligne størrelse for den funksjonelle kjønnsmodningen med opplysninger om adferdsmessig kjønnsmodning, opplysninger man ville få ved å undersøke tilstedeværelse av sæd i hunnens sædlokker.

2 Materiale og metode

2.1 Modning av ovarier

2.1.1 Innsamling av materiale

For analyse av ovarienes modning ble det foretatt en stratifisert innsamling av hunnkrabber i perioden fra september til november 2002. Ved å stratifisere innsamlingen ville man få et tilstrekkelig utvalg av hunner i det aktuelle størrelsesspekteret fra 100 mm til 150 mm skallbredde. For hver 5 mm gruppe samlet man 20 hunnkrabber. Halvparten av disse skulle være vasskrabber, dvs. krabber som hadde skiftet skall samme sommer / høst. Den andre halvparten skulle ha hardt skall, dvs. de hadde skiftet skall året før. Til sammen skulle dette bli 200 krabber fra hver region.

Innsamlingen ble foretatt av vitenskapelig personell som var med krabbefiskere under fisket i de tre geografiske områdene: Vesterålen (5. og 6. november), Hitra/Frøya (17. og 24. september) og Kvitsøy i Rogaland (26. og 27. september). Under innsamlinga viste det seg problematisk å få nok krabber i de minste størrelsesgruppene. Det ble derfor inngått avtaler med fiskerne for innsamling av de manglende småkrabbene. Antallet i de minste størrelsesgruppene ble på tross av dette mangelfullt, spesielt i Vesterålen. Her ble det kun fanget 2 krabber i størrelsen 100 – 104 mm skallbredde og 3 i gruppen 105 – 109 mm (Tabell 2.1).

For å sikre en histologisk undersøkelse av ovarier hvor man med sikkerhet regnet med at ingen modning var startet, ble det samlet inn 3 krabber mellom 90 til 99 mm skallbredde (Tabell 2.1).

Tabell 2.1 Innsamlet materiale for undersøkelse av ovarienes modningsgrad fordelt på ulike størrelsesgrupper og skallets hardhet. vass = vasskrabbe; hard = hard skallete krabber.

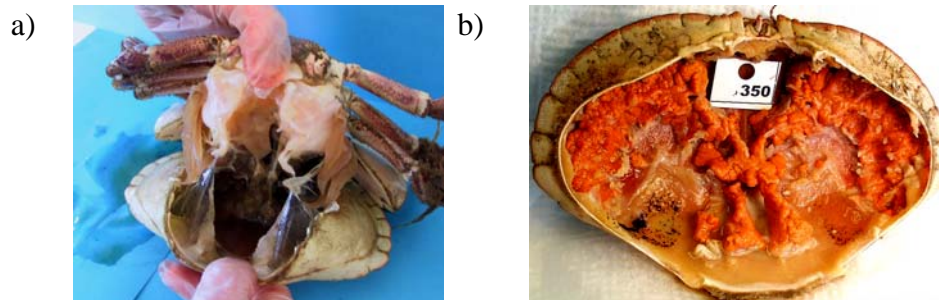
| Skallbredde mm | Vesterålen | | | Hitra/Frøya | | | Kvitsøy | | | Sum |
|-------------------|------------|------|-----|-------------|------|-----|---------|------|-----|-----|
| | vass | hard | sum | vass | hard | sum | vass | hard | sum | |
| 90-94 | | | | | | | 1 | | 1 | 1 |
| 95-99 | | 1 | 1 | | | | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 100-104 | 1 | 1 | 2 | 3 | 7 | 10 | 3 | 3 | 6 | 18 |
| 105-109 | 0 | 3 | 3 | 6 | 7 | 13 | 8 | 2 | 10 | 26 |
| 110-114 | 6 | 10 | 16 | 12 | 7 | 19 | 8 | 8 | 16 | 51 |
| 115-119 | 10 | 20 | 30 | 9 | 11 | 20 | 12 | 8 | 20 | 70 |
| 120-124 | 10 | 10 | 20 | 9 | 12 | 21 | 8 | 14 | 22 | 63 |
| 125-129 | 11 | 12 | 23 | 11 | 9 | 20 | 9 | 10 | 19 | 62 |
| 130-134 | 11 | 12 | 23 | 10 | 9 | 19 | 9 | 6 | 15 | 57 |
| 135-139 | 10 | 12 | 22 | 11 | 5 | 16 | 9 | 9 | 18 | 56 |
| 140-144 | 8 | 10 | 18 | 9 | 11 | 20 | 7 | 12 | 19 | 57 |
| 145-149 | 9 | 11 | 20 | 10 | 12 | 22 | 11 | 8 | 19 | 61 |
| Sum | 76 | 102 | 178 | 90 | 90 | 180 | 85 | 81 | 166 | 524 |

Under innsamlingen ble det registrert skallbredde (mm), skallets hardhet (vasskrabber eller harde krabber), synlige spermplugger, utrogn eller eggrester på haleføttene.

Krabben ble avlivet ved stikking mellom øynene (supraesofagale ganglion) og gjennom nervesenteret midt i kroppen (største av de subesofagale ganglia). Deretter ble gangbein, klør og hale knekt av. Krabbene ble merket og lagt på 4% sjøvannsbufret formalin for videre opparbeiding i laboratorium.

2.1.2 Makroskopisk vurdering av ovarienes modning

I laboratoriet ble krabbene åpnet ved at man forsiktig skilte fotstøet fra skallet. Deretter ble gjeller og levermasse fjernet (Figur 2.1).



Figur 2.1 Opparbeiding i laboratorium av krabbe lagt på formalin. a) Fotstøet skilles fra skallet. b) Skallet med ovariene der levermasse er fjernet.

Fargen på ovariene ble subjektivt vurdert ut fra LaRoche fargevifte for laksekjøtt-farge. Fargeviften har en skala fra 20 (lysest) til 32 (sterkt rød). Ovariene som var blekere enn 20, ble bestemt til en felles kategori.

Modningsgraden av ovariene ble vurdert makroskopisk etter en modifisert modningskala med utgangspunkt i skalaen beskrevet av Edwards (1979) (Tabell 3.1).

Størrelsen (skallbredden) hvor 50% av individene var modne (L_{50}) ble estimert ved å tilpasse en logistisk vekstfunksjon til andel modne individ innen de ulike størrelsesgruppene (I, II). Hver observasjon ble vektet til antall observasjoner innen hver gruppe under tilpassningsprosessen. Modellen ble tilpasset ved bruk av minste kvadraters metode.

(I) Logistisk vekstkurve: $Y = 100 / (1 + e^{-(A+BX)})$
Y = andel modne individ (%)
X = skallbredde-gruppe
A og B = estimerte parametere

(II) L_{50} blir da: $L_{50} = -A / B$

2.1.3 Opparbeiding av histologisk prøvemateriale

Etter at alle ovariene var klassifisert etter den makroskopiske modningskalaen, ble 101 ovarier i de ulike modningskategoriene plukket ut for en videre mikroskopisk vurdering (histologisk) (Tabell 2.2).

Tabell 2.2 Antall ovarier som ut fra makroskopisk modningsbestemmelse ble plukket ut til mikroskopisk modningsbestemmelse.

| Område | Modning makro | | | | | | Sum |
|-------------|---------------|----|----|---|----|---|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | |
| Vesterålen | 9 | 8 | 1 | 3 | 5 | | 26 |
| Hitra/Frøya | 9 | 6 | 5 | 4 | 5 | 4 | 33 |
| Rogaland | 14 | 9 | 7 | 2 | 10 | | 42 |
| Sum | 32 | 23 | 13 | 9 | 20 | 4 | 101 |

Ved opparbeiding av de histologiske preparatene benyttet man plastinnstøpning med Technovit®. Metoden er tidligere benyttet av Kjesbu *et al.* (1998) og deretter videreutviklet for blåkveite (*Reinhardtius hippoglossoidae*) (Gundersen 2004; Gundersen og Emblem 2002a; Gundersen og Emblem 2002b).

Innstøpning av ovariene i plast gikk gjennom tre hovedfaser: dehydrering (trinn 1-4), infiltrering (trinn 5-7) og polymerisering (trinn 8) (Tabell 2.3).

Tabell 2.3 Metode for plastinnstøpning av krabbeovarianer ved bruk av Technovit®.

| Hovedfase | Deltrinn | Løsning | Tid (timer) |
|----------------|----------|----------------------------------|-------------|
| Dehydrering | 1 | 70 % sprit | 24 |
| | 2 | 90 % sprit | 1 |
| | 3 | 90 % sprit | 1 |
| | 4 | 96 % sprit | 1 |
| Infiltrering | 5 | Technovit *) og 90 % sprit (1:1) | 2 |
| | 6 | Technovit **) | 36 |
| | 7 | Nyaktivert Technovit | 24 |
| Polymerisering | 8 | Technovit + hardner | 2 v/ 4°C |
| | | | 5 v/ 20°C |
| Montering | 9 | | |

*) filtrert Technovit brukt en gang tidligere

***) filtrert Technovit brukt to ganger tidligere

Før polymeriseringen ble ovariene delt opp og lagt i innstøpningsformene med lengdesnitt av lobene vendt ned. Blokkene med de innstøpte ovariebitene ble deretter snittet i 3 µm tykke skiver. Snittene ble festet på objektglass, tørket ved min 60° C, og farget med toloudinblå. Fargingen foregikk ved å dyppe objektglassene 10 sekunders i fargebad, før skylling i rennende vann.

2.1.4 Mikroskopisk vurdering av ovariene

Beskrivelse av ovariet

Gonadene til taskekrabben (*Cancer pagurus*) består av parede ovarier og spermlommer. Eggledere forbinder ovariene og spermlommene og munner ut i 2 kjønnsåpninger som ligger

skjult under haleklaffen. Ovariets størrelse, form og farge avhenger av krabbens størrelse (alder) og årstid.

Ovariet består av lober. Hver av lobene kan sammenlignes med en drueklase festet til en sentral akse. Lobene er omsluttet av en tynn hinne av fiberholdig bindevev og celler. Hinnen holder eggene på plass og separerer ovariene fra de andre organene. Blodårer kan forekomme mellom lobene (Johnson 1980).

I lobene finnes to ulike celletyper: 1) oocytter som er selve eggstrukturen under utvikling, og 2) follikkelceller. Follikkelcellene har en sekkliggende struktur, ligger rundt oocytterne og tilfører disse næring (Johnson 1980; Charniaux-Cotton and Payen 1988). For umodne ovarier ligger follikkelcellene ut mot hinnen og kalles da primære follikkelceller. Når modningen starter vandrer de inn i loben og inngår i cellemembranen til de modnende oocytterne. De kalles da sekundære follikkelceller (Johnson 1980). Tilstedeværelse av sekundære follikkelceller er et tegn på at ovariet er modent (Krol *et al.* 1992).

I midten av loben ligger oogonieredet. Her dannes oogoniene som er forstadiet til oocytterne (Krol *et al.* 1992; Johnson 1980). Når oogoniene forlater vekstsonen og går inn i meiosens profase skjer der en omdanning fra umodne oogonier med stor rund kjerne til primære oocytter med sentrert kjerne og store nukleoler. De primære oocytterne kjennetegnes med et homogent basofilt cytoplasma. De primære oocytterne danner ribosomer og endoplasmatisk reticulum under den fasen som kalles previtellogenesis (Krol *et al.* 1992; Charniaux-Cotton and Payen 1988). Når kjerne- og cytoplasmaendringene oppstår begynner de primære oocytterne å vokse i jevn fart. Denne prosessen indikerer at cellen er i et tidlig modningsstadium (early vitellogenesis).

Dannelse av ribosomer og endoplasmatisk reticulum gir vesikkeldannelse og i tilknytning til dette blir plommekorn dannet. Når dette skjer omdannes oocytterne fra primære til sekundære oocytter og cytoplasma blir granulert og eosinofilt (Krol *et al.* 1992; Johnson 1980). Kjernen vil også gå gjennom en forandring etter hvert som cellen utvikler seg, ved at den vokser og blir mer kornete (Johnson 1980).

Vurdering av modning

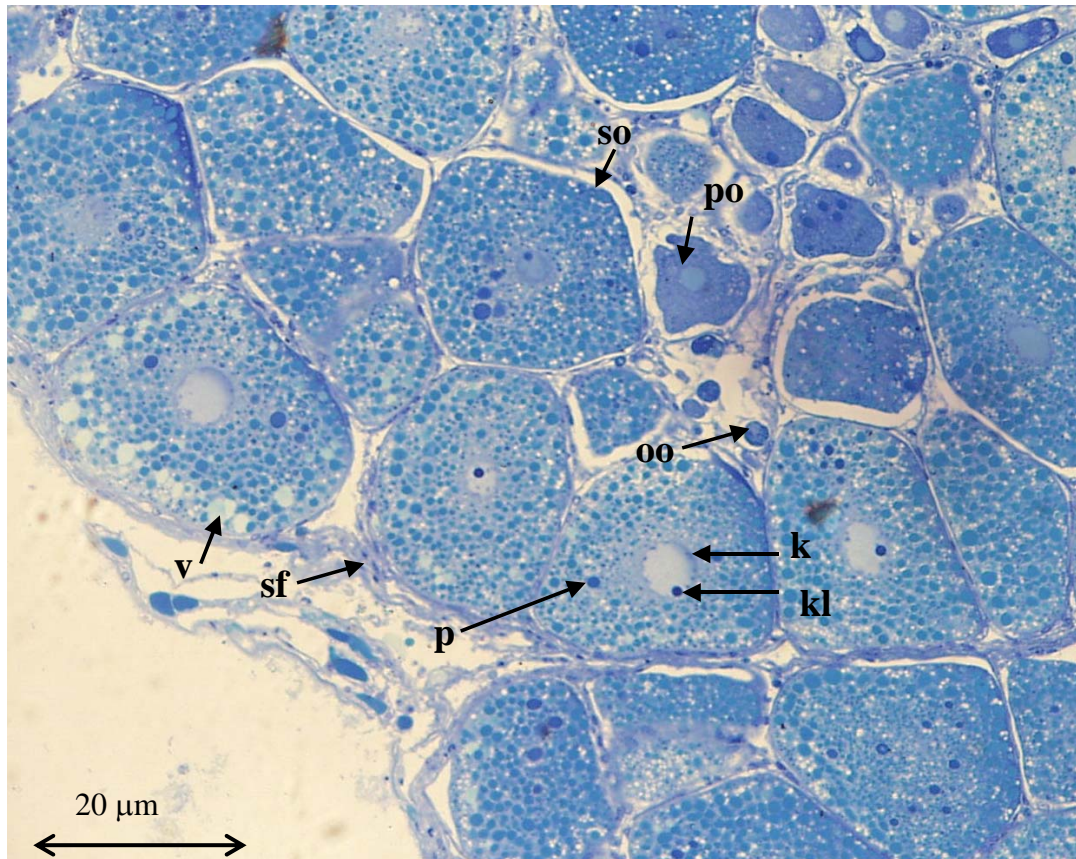
Alle snittene ble systematisk undersøkt under mikroskop og følgende cellestrukturer ble beskrevet: oogonier og oogoniereder, primære- og sekundære follikkelceller og primære- og sekundære oocytter og cytoplasmastruktur (Tabell 2.4). Kjerne og kjernelegeme og tegn på atresi ble også undersøkt. Figur 2.2 og 2.3 viser snitt der ulike cellestrukturer er avmerket.

Diameteren på oocytterne ble beregnet ut fra gjennomsnittet av lengde og bredde. Bare oocytter som var snittet gjennom kjernen ble målt for å sikre at snittet var tatt gjennom oocyttens sentrum. For hvert ovarium (snitt) ble 10 til 30 oocytter målt. Utvalget av oocytterne foregikk ved at man målte lobe for lobe inntil det ønsket antall. Under målingene benyttet man et mikroskop med måleokular og målingene ble foretatt ved forstørrelse 10x.

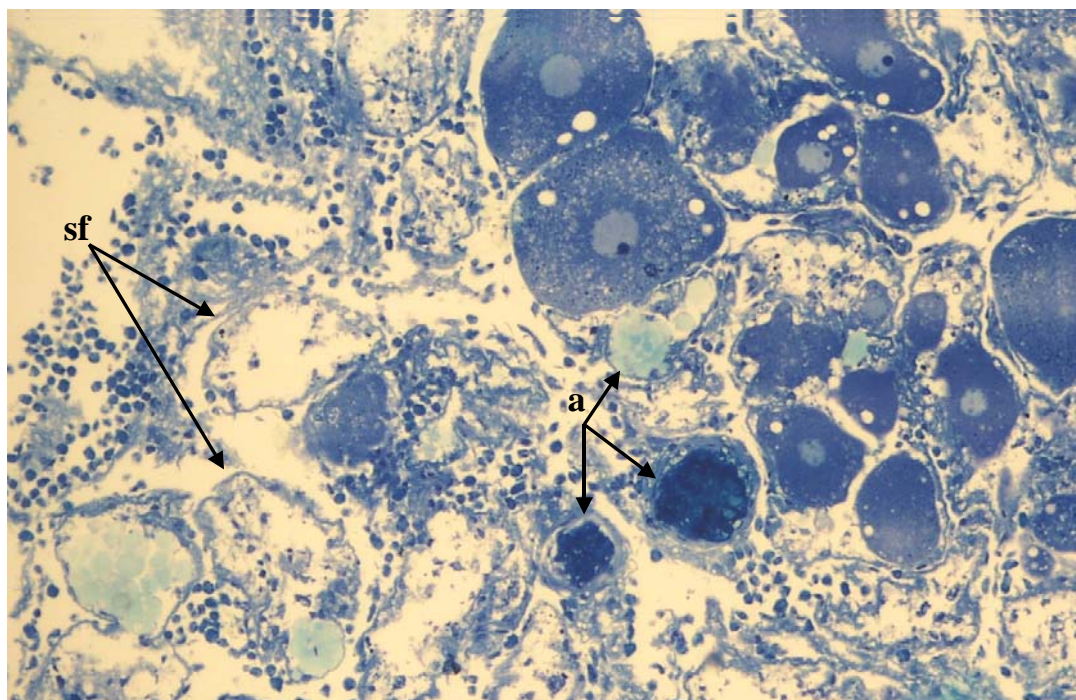
Til sammen ble 30 ovarier målt i forhold til primære oocytter. Sekundære oocytter ble målt på 95 ovarier (Tabell 2.5). Det ble målt færre ovarier med primære oocytter fordi variasjonen i diameteren var mindre for de primære oocytterne enn for de sekundære oocytterne.

Tabell 2.4 Oversikt over de ulike cellestrukturene i ovariet. Kilde: Charniaux-Cotton og Payen 1988; Krol *et al.*1992.

| Cellestruktur | Beskrivelse |
|--------------------------|--|
| Oogonier | Celler i ovariene som omdannes til primære oocytter ved meiose. Kjennetegnes ved en stor rund kjerne som fyller det meste av cellen. |
| Oogonieredet | Samling av oogonier omgitt av mesoderme celler i ovariets vekstsone. |
| Mesodermalceller | Forstadiet til bindevev. |
| Primære follikkelceller | Hjelpeceller som bringer næring til oocytterne. De ligger spredt i ovariet. |
| Sekundær follikkelceller | Ligger rundt de sekundære oocytterne, og inngår i oocyttens cellemembran. Etter gyting kan de observeres som et nettverk. |
| Primære oocytter | Celler med sentrert kjerne med store nukleoler. Kjennetegnes med et homogent basofilt cytoplasma |
| Sekundære oocytter | Celler med sentrert kornete kjerne. Kjennetegnes med vakuoler/granulert cytoplasma. |
| Plommekorn | Ansamling av vann, proteiner og fett som er nødvendig næring ved dannelse av embryo. |
| Kjerne | Inneholder det genetiske materialet samt kjernelegemer som er med på å styre proteinproduksjonen i cellen. Kjernen er omgitt av en tynn kjernemembran. |
| Kjernelegeme | Kjernelegemet er en knute med kromatin. Kromatin er DNA i dens aktive form der DNA er spunnet rundt histone proteiner. Kjernelegemet er blant annet med på å lage ribosomer. |
| Atresi | Ødeleggelse av oocytter på grunn av lite tilgjengelig energi. |
| Resorpsjon | Nedbryting av oocytter i gonaden. |
| Previtellogenesis: | Prosessen som skjer i overgangen fra umodent (ingen oocyttdannelse) til modent ovarium. Kjennetegnes med primære oocytter og primære follikkelceller. |
| Vitellogenesis: | Betegnelsen for modningsprosessen i ovariet. Kjennetegnes med sekundære oocytter og sekundære follikkelceller. |



Figur 2.2 Cellestrukturer i et modnende ovarium. oo: oogonium, po: primær oocytt, so: sekundær oocytt, k: kjerne, kl: kjernelegeme, p: plommekorn, sf: sekundær follikelcelle og v: vesikkel.



Figur 2.3 Cellestrukturer i et utgytt ovarium. sf: sekundær follikelcelle (rester etter oocytts cellemembran) og a: atresi.

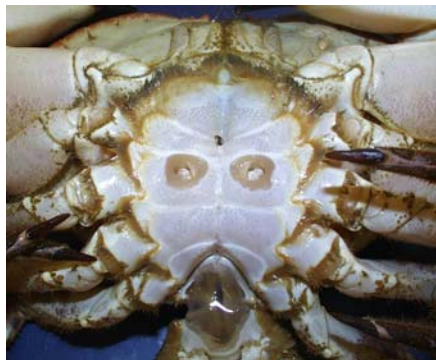
Tabell 2.5 Antall ovarier hvor diameter på primære og sekundære oocytter er målt.

| Antall ovarier med måling av: | Modningsgrad | | | | | | Sum |
|----------------------------------|--------------|-----|----|----|----|----|-----|
| | 1 | 1.5 | 2 | 3 | 4 | 6 | |
| Primære oocytter | 0 | 5 | 6 | 8 | 6 | 5 | 30 |
| Sekundære oocytter | 0 | 18 | 34 | 18 | 11 | 14 | 95 |

2.2 Tegn på parring (spermplugger og sæd)

De samme krabbene som ble nyttet til vurdering av ovariemodning, ble også undersøkt i forhold til om evt. parring hadde skjedd.

Ved å løfte på haleviften til krabben, kan spermpluggene observeres som hvite dotter stikkende ut av livmorsåpningene (Figur 2.4). Da spermpluggene er synlig ved ytre observasjon i bare 3 til 8 uker etter skallskifte og parring, kan bare krabber som nettopp har skiftet skall (vasskrabber) brukes ved ytre observasjon. Da rester av spermpluggene kan sees over et år ved indre observasjon, ble tilstedeværelsen av rester etter disse sammen med sæd i spermlommene, isteden brukt som et sikkert tegn på at parring hadde foregått.



Figur 2.4 Spermplugger kan observeres i livmorsåpningen.

2.3 Tilstedeværelse av utrogn

Sommeren og høsten 2003 registrerte fiskere fra Rogaland til Vesterålen tilstedeværelse av utrognkrabber i fangstene. Registreringene ble foretatt i forbindelse med prosjektet ”Ressursundersøkelse av taskekrabbe langs Norskekysten”. Utrognkrabbene ble registrert fra et mindre utvalg av fiskernes teiner (forsøksteiner) og fra hele fangsten, til sammen 107 fra forsøksteinene og 511 fra hele fangsten. Skallbredde og en vurdering av om utrogn var nylig gytt eller om den snart skulle klekkes (øyerogn) ble foretatt.

2.4 Tallbehandling

Alt materiale er puchet og behandlet i Excel. Statistiske analyser er foretatt i SYSTAT (versjon 10.2). Variansanalyse (ANOVA) ble benyttet for å finne ut om der var signifikante forskjeller på oocyttenes diameter i de ulike modningskategoriene.

3 Resultater

3.1 Modningsskala for ovariet

3.1.1 Makroskopisk vurdering

I forhold til skalaen utarbeidet av Edwards (1979), var det i den modifiserte modningsskalaen lagt inn et stadium 5 (gytende), et stadium 6 (utgytt eller hvilende) og et stadium 7 som er usikkert mellom 1, 2 eller 6. Kjennetegn for de ulike stadiene som størrelse, volumitet og farge er summert opp i Tabell 3.1.

3.1.2 Mikroskopisk vurdering

Det var ikke vanskelig å skille kjønnsmodne fra ikke kjønnsmodne individer. Den mikroskopiske skalaen som er utarbeidet følger samme inndeling som den makroskopiske, med unntak av umodent stadium der man mikroskopiske skiller mellom et umodent stadium 1 og et umodent pubertetsstadium 1.5. Det er heller ikke noe stadium i den mikroskopiske skalaen som er vurdert som usikkert slik som i den makroskopiske (Tabell 3.2).

For stadium 1 består det histologiske snittet kun av oogoniereder, oogonier og primære follikkelceller. I stadium 1.5 (pubertet – ”previtellogenesis”) er opptil 50% av loben i tillegg fylt med primære oocytter som ligger langs kanten av loben. Oogonieredet er sentrert i midten. Sekundære oocytter observeres kun sporadisk.

Det er fremdeles en sterk dominans av primære oocyttene i stadium 2. I cytoplasma til de sekundære oocyttene observeres vesikler og begynnende plommekorn. Follikkelcellene har begynt å legge seg i et lag rundt oocyttene. Dersom krabben ikke er førstegangs gyter, kan man finne et nettverk av sekundære follikkelceller i loben.


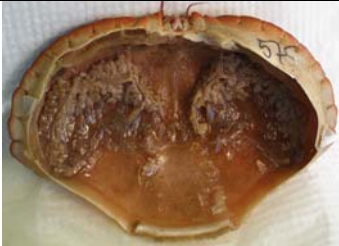



I stadium 3 består loben i hovedsak av sekundære oocytter, men primære oocytter og oogoniereder kan fremdeles tydelig observeres. Follikkelcellene har begynt å smelte sammen med de sekundære oocyttenes cellemembran. I cytoplasma er det overvekt av plommekorn.

I stadium 4 observeres nesten bare sekundære oocytter og de sekundære follikkelcellene er integrert i oocyttenes cellemembran. Plommekornene i de sekundære oocyttenes cytoplasma har begynt å smelte sammen, og kjernen har skiftet farge fra dus blå til blå.

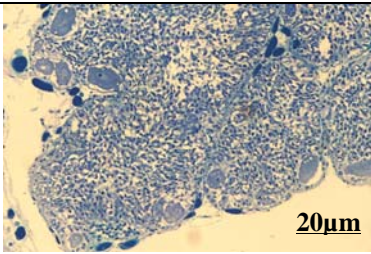
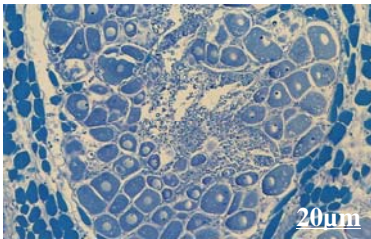
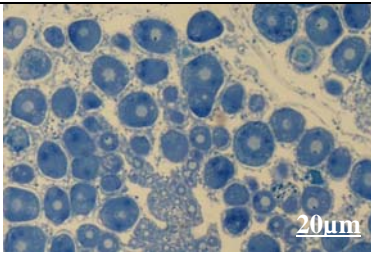
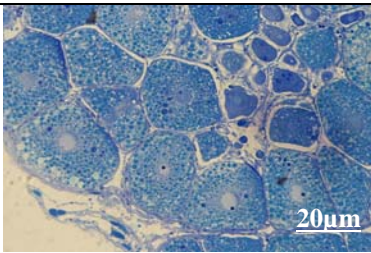
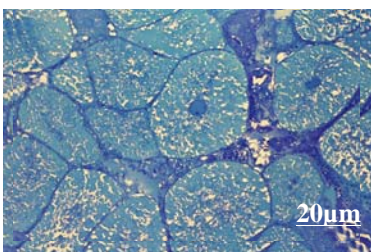
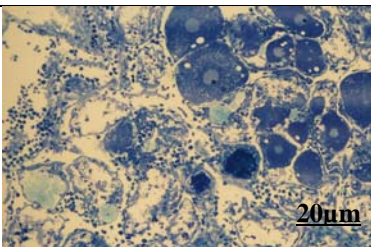
Vårt materiale inneholdt ikke ovarier det gytende stadium 5, men det har vært observert makroskopisk i felt der de hadde en mer grynete og delvis rennende konsistens (pers. obs. A. Woll).

God plass i loben og mange oogonier og primære follikkelceller kjennetegner stadium 6. Rester etter et nettverk av bindevev og sekundære follikkelceller kan observeres og en finner en blanding av primære og sekundære oocytter med stor variasjon i diameterstørrelse. Tegn på atresi evt. resorpsjon finnes.

Tabell 3.1 Modningsskala for makroskopisk vurdering av taskekrabbens ovarier.

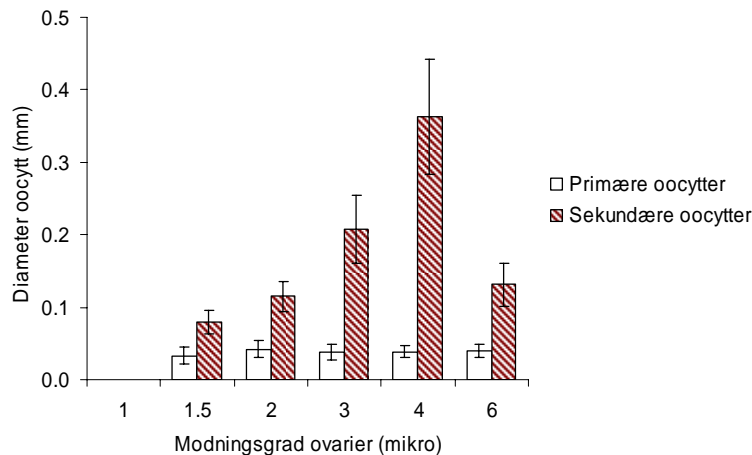
| Stadium | Beskrivelse av ovariene | Bilde |
|---------|--|--|
| 1 | Umoden <ul style="list-style-type: none"> · Liten, hvit til transparent streng som klistrer seg til huset. Knapt synlig med nakent øye. |  |
| 2 | Tidlig modnende <ul style="list-style-type: none"> · Ovariene små, men med tydelige løber klistret til huset. · Skittengrå til blekrød farge. |  |
| 3 | Modnende <ul style="list-style-type: none"> · Ovariene større og lobene har økt i størrelse og fylde. · Oransje / rød farge. |  |
| 4 | Moden <ul style="list-style-type: none"> · Ovariene dekker mesteparten av det dorsale ryggskjoldet. · Rød til klar rød farge. |  |
| 5 | Gytende <ul style="list-style-type: none"> · Klar rød og rennende | Bilde mangler |
| 6 | Utgytt eller hvilende <ul style="list-style-type: none"> · Ovariene strekker seg mot ryggskjoldets ytterkanter. · Lobene tydelige, men små i volum. · Skittengrå til kjøttfarget. · Utrogn eller rester av moden rogn kan forekomme. |  |
| 7 | Usikker | Usikker mellom 1, 2 og 6. |

Tabell 3.2 Modningsskala for mikroskopisk vurdering av taskekrabbens ovarier. Diameter for primære oocytter (D_{PO}) og sekundære oocytter (D_{SO}) oppgitt i mm \pm standardavvik samt minste og største diameter i parentes

| Stadium | Beskrivelse av ovariene | Bilde |
|--|---|---|
| 1 <i>Immature</i> | <ul style="list-style-type: none"> · Oogonier og oogoniereeder dekker det meste av loben · Primære follikkelceller. · Primære oocytter kan forekomme. |  |
| 1.5 <i>Pre-vitellogenesis</i> | <ul style="list-style-type: none"> · Oogonierede ligger i midten av loben. · Primære oocytter ligger ut mot kantene av loben og dekker opptil 50% av denne. · Primære follikkelceller rundt oocyttene. · Sekundære oocytter kan forekomme. · D_{PO}: 0.033 ± 0.011 (0.05 - 0.02) · D_{SO}: 0.084 ± 0.031 (0.215 - 0.050) |  |
| 2 <i>Early secondary vitellogenesis</i> | <ul style="list-style-type: none"> · Primære oocytter dekker 50-80 % av loben · Sekundære oocytter finnes og kjennetegnes ved flere vesikler enn plommekorn i cytoplasma. · Primære og sekundære follikkelceller ligger rundt oocyttene. · D_{PO}: 0.042 ± 0.012 (0.06 - 0.02) · D_{SO}: 0.114 ± 0.020 (0.08 - 0.15) |  |
| 3 <i>Secondary vitellogenesis</i> | <ul style="list-style-type: none"> · Sekundære oocytter dekker 50-80% av loben og plommekornene har vokst i størrelse. · Sekundære follikkelceller ligger rundt oocyttene · D_{PO}: 0.038 ± 0.010 (0.06 - 0.02) · D_{SO}: 0.210 ± 0.055 (0.355 - 0.120) |  |
| 4 <i>Late secondary vitellogenesis</i> | <ul style="list-style-type: none"> · Sekundære oocytter dekker 90-100% av loben · Plommekornene begynner å smelte sammen. · Kjernen har forandret farge fra lys til klar blå, mens kjernelegeme fremdeles er mørkt blått. · Sekundære follikkelceller i encella lag rundt oocyttene · D_{PO}: 0.039 ± 0.009 (0.06 - 0.02) · D_{SO}: 0.337 ± 0.036 (0.415 - 0.235) |  |
| 5 <i>Spawning</i> | <ul style="list-style-type: none"> · Edwards 1979:0.4-0.7 | Ingen bilder |
| 6 <i>Spent or resting</i> | <ul style="list-style-type: none"> · God plass i loben · Primære og sekundære oocytter ulik i størrelse. · Nettverk av sekundære follikkelceller · Mange oogoniereeder og primære follikkelceller · Atresi observeres · D_{PO}: 0.040 ± 0.010 (0.06 - 0.02) · D_{SO}: 0.125 ± 0.069 (0.500 - 0.050) |  |

Det var store forskjeller i størrelsen på de sekundære oocytterne for de ulike modningsstadiene (Figur 3.1). Forskjellene ble testet ved en variansanalyse (ANOVA) som viste at gjennomsnittlig diameter var signifikant forskjellig ($F_{4,95}=118.800$; $p<0.001$) (ANOVA). En Bonferroni test viste at alle stadiene var innbyrdes forskjellige ($p<0.001$) med unntak av stadium 2 og 6 ($p=1.00$). Forskjellen mellom stadium 1.5 og 2 var signifikant på 95% nivå, men ikke på 99% nivå ($p=0.0228$) (Figur 3.1).

For de primære oocytterne var variasjonen i størrelse liten mellom de ulike modningsstadiene (Figur 3.1). I gjennomsnitt varierer de fra 0.033 til 0.042 mm. Den største diameter målt for en primær oocyt var 0.06 mm og den minste 0.02 mm.



Figur 3.1 Gjennomsnittlig diameter for primære og sekundære oocytter. Standardavvik angitt som lodrette streker.

3.1.3 Sammenligning mikro - og makroskopisk vurdering

Til sammen 524 ovarier ble samlet inn ved den stratifiserte innsamlinga. Alle ovariene ble makroskopisk vurdert etter den modifiserte makroskopiske skalaen (Tabell 3.1). Til sammen 101 av ovariene ble mikroskopisk vurdert etter skalaen vist i Tabell 3.2.

Den makro- og mikroskopiske vurderingen for de 101 ovariene ble sammenlignet for å finne i hvilken grad vurderingen var sammenfallende. Når man ser bort fra de 4 ovariene som makroskopisk ble klassifisert som usikre, ga sammenligningen 59 treff av 97 mulige (61%) (Tabell 3.3). De fleste feilvurderingene var mellom stadiene 6, 2 og 1. Det var en trend til makroskopisk å vurdere ovariene til en lavere modningsgrad enn det man fant ved mikroskopisk vurdering.

Tabell 3.3 Sammenligning av makro - og mikroskopiske vurdering. Skyggelagte celler har sammenfallende vurderinger.

| Mikro | Makro | | | | | | Totalt |
|--------|-------|----|----|----|----|---|--------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 6 | 7 | |
| 1 | 4 | | | | | | 4 |
| 1.5 | 18 | | | | | | 18 |
| 2 | 6 | 12 | | | 13 | 3 | 34 |
| 3 | | 7 | 10 | 1 | | | 18 |
| 4 | | | 3 | 9 | | | 12 |
| 6 | 4 | 4 | | | 6 | 1 | 15 |
| Totalt | 32 | 23 | 13 | 10 | 19 | 4 | 101 |

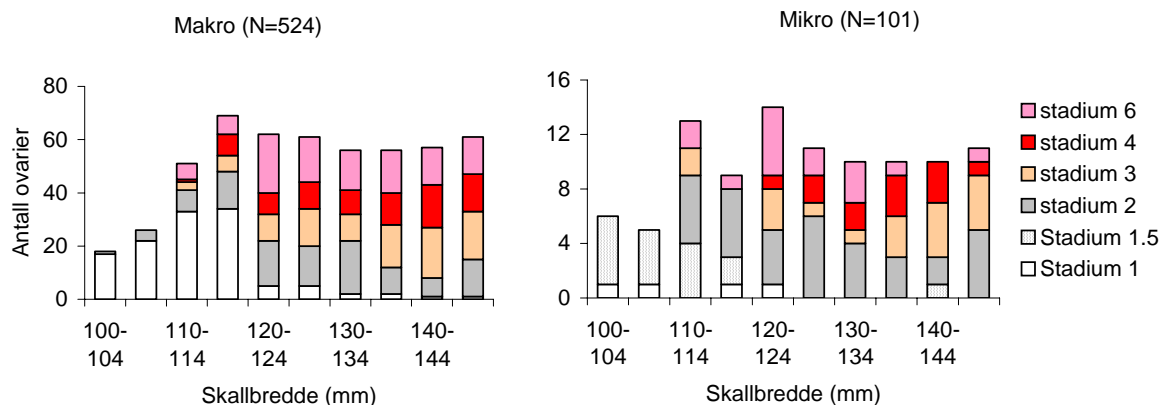
En sammenligning ble også foretatt for kategoriene umoden (stadium 1 og 1.5) og moden (stadium 2, 3, 4 og 6). Sammenligningen ga 87 treff av 97 mulige (89.7%) (Tabell 3.4). Feilvurderingen var at 10 av ovariene som ble vurdert til umodne ved makroskopisk vurdering, viste seg ved mikroskopisk vurdering å være modne (Tabell 3.4).

Tabell 3.4 Sammenligning av makro - og mikroskopiske vurdering av modent eller ikke modent ovarium. Skyggetlagte celler har sammenfallende vurdering

| Mikro | Makro | | Sum |
|------------|-------|------------|-----|
| | moden | ikke moden | |
| moden | 65 | 10 | 75 |
| ikke moden | | 22 | 22 |
| Sum | 65 | 32 | 97 |

3.2 Modning i relasjon til krabbens skallbredde og ovarievekt

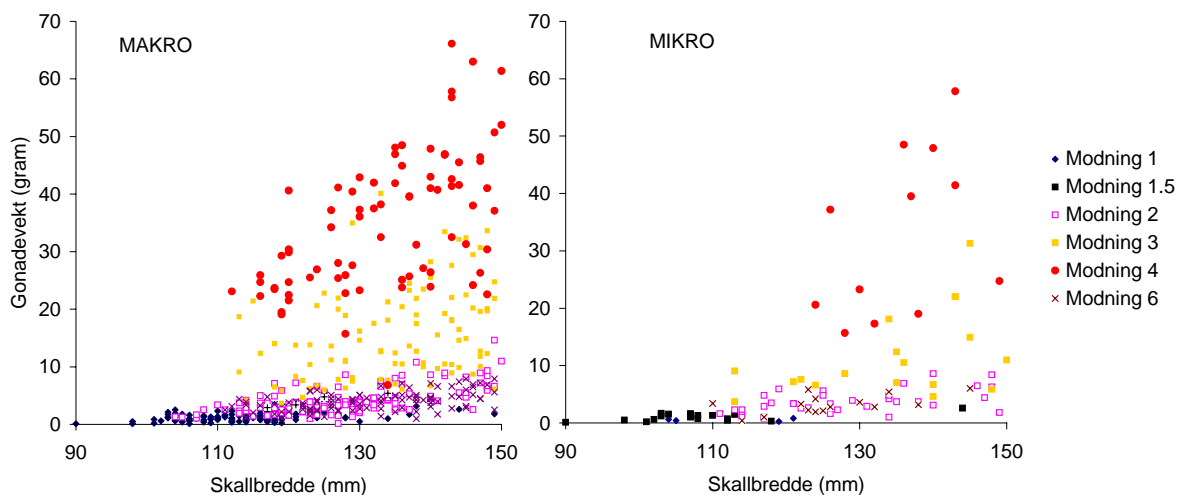
Resultatet for både makro- og mikroskopisk vurdering indikerer at det er en tendens til flere ovarier i stadium 3 og 4 for krabber større enn 135 mm skallbredde enn for de som er mindre. Figur 3.2 viser også noe uventet at der er noen få umodne krabber nærmere 140 – 145 mm skallbredde både ved makro- og mikroskopisk vurdering.



Figur 3.2 Makro- og mikroskopisk vurdering av ovarienes modning i forhold til krabbens skallbredde.

Ovarievekt

Gonadevekta for umodne krabber er lav, mellom 0.2 – 3.5 gram uansett krabbens skallbredde. For stadium 2 er fremdeles ovarievekta lav også for de store krabbene. For stadium 3 og 4 er det en økning i ovarievekta i forhold til skallbredde for de fleste av krabbene (Figur 3.3).

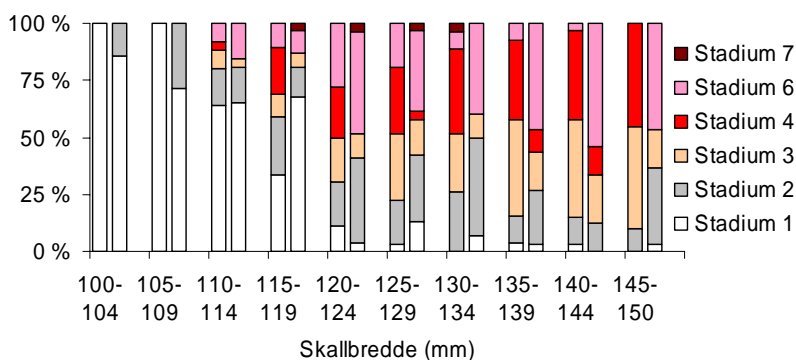


Figur 3.3 Sammenheng mellom ovariemodning, ovarievekt og skallbredde ved makroskopisk og mikroskopisk vurdering av modningsgrad.

Sammenligning av ovarienes modning for krabber med hardt skall og bløtt skall

Modningen av ovariene ble også vurdert i forhold til skallets hardhet. Til sammen 251 av krabbene var vasskrabber og 273 hadde hardt skall. Figur 3.4 indikerer at skallets hardhet kan ha betydning for vurderingen av krabber i den aktuelle størrelsesgruppen 115 – 119 mm skallbredde. I denne gruppen er andelen umodne krabber større for krabber med bløtt skall. For krabber med hardt skall i samme gruppe er andelen med modning 2 større. Dette tyder på at ovariene har modnet, men sannsynligvis vil ikke krabben gyte før ved neste skallskifte. Sannsynligheten for at så små krabber hadde gytt tidligere, er minimal. Imidlertid hadde man problemer med å skille førstegangsgytere fra de som hadde gytt tidligere. Stadium 2 ble derfor uansett vurdert som kjønnsmodne individ.

For krabber større enn 120 mm skallbredde er forskjellene mellom ovariemodning for vasskrabber og krabber med hardt skall mer relatert til stadium 3, 4 og 6. Stadium 6 opptrer hyppigere for vasskrabber, men andelen av krabber i stadium 3 og 4 er mer vanlig hos de harde krabbene (Figur 3.4).



Figur 3.4 Makroskopisk vurdering av ovarienes modning i forhold til krabbens skallbredde. For hver størrelsesgruppe er kolonnen til venstre krabber med hardt skall og til høyre med bløtt skall (vasskrabber).

3.3 Størrelse ved kjønnsmodning

3.3.1 Vurdert ut fra ovarienes modning (L_{50})

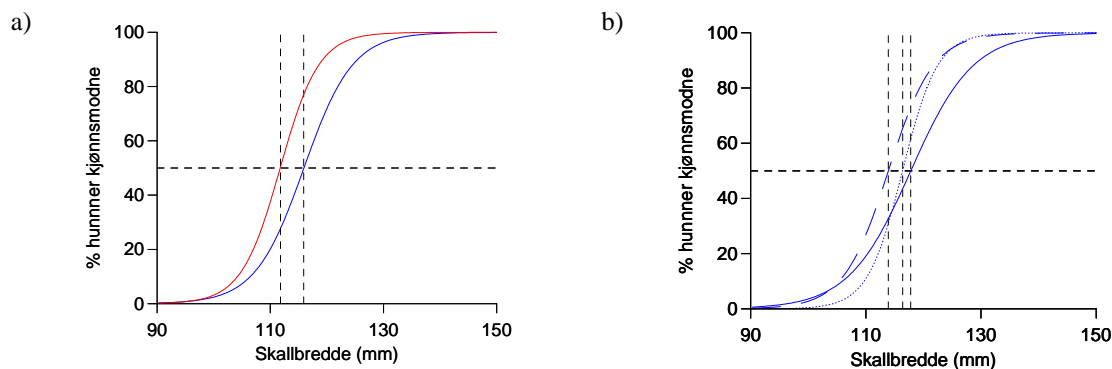
Ved hjelp av vurderinga av hvorvidt ovariene var modne eller ikke modne, beregnet man skallbredden hvor 50% av populasjonen var modne (L_{50}).

Korrelasjonen mellom marko- og mikroskopisk vurdering viste et lite avvik (Tabell 3.4). Beregninga ble derfor foretatt enkeltvis både ut fra mikroskopisk vurdering (101 ovarier) og makroskopisk vurdering (524 ovarier). Ved bruk av den mikroskopiske vurderinga ble $L_{50\%}$ beregnet til 111.8 mm og ved den makroskopiske til 115.9, dvs. rundt 4 mm mindre (Tabell 3.5; Figur 3.5a).

Materialet ble også vurdert i forhold til forskjeller mellom de ulike geografiske områdene. For områdene Vesterålen, Frøya/Hitra og Rogaland var $L_{50\%}$ henholdsvis 116.4 mm, 113.9 mm og 117.8 mm (Tabell 3.5; Figur 3.5b). Skallbredden var minst ved Frøya/Hitra, rundt 4 mm mindre enn i Rogaland hvor den var størst. Mellom Vesterålen og Rogaland skilte kun 1.4 mm. Det var med andre ingen nord – sør trend i materialet.

Tabell 3.5 Størrelse ved kjønnsmodning for hunnkrabber ($L_{50\%}$) ut fra vurdering av ovarienes modning. CW = skallbredde (mm).

| Område | Vurdering av | Antall | A | B | CW (L_{50}) | R ² |
|---------------|---------------|--------|-------|-------|-----------------|----------------|
| Vesterålen | Ovarier mikro | 26 | - | - | - | - |
| Hitra/Frøya | Ovarier mikro | 33 | - | - | - | - |
| Rogaland | Ovarier mikro | 42 | - | - | - | - |
| Alle områdene | | 101 | 32.61 | -0.29 | 111.8 | 0.92 |
| Vesterålen | Ovarier makro | 178 | 38.23 | -0.33 | 116.4 | 0.92 |
| Hitra/Frøya | Ovarier makro | 180 | 29.17 | -0.26 | 113.9 | 0.98 |
| Rogaland | Ovarier makro | 166 | 21.79 | -0.18 | 117.8 | 0.95 |
| Alle områdene | | 524 | 26.90 | -0.23 | 115.9 | 0.97 |



Figur 3.5. Vurdering av kjønnsmodning ved bruk av ovarienes modningsgrad.

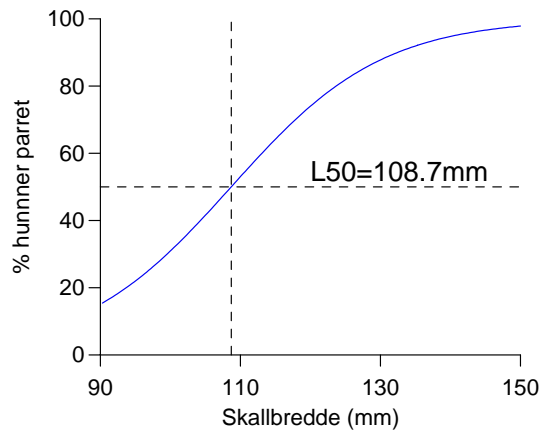
a) For områdene sett under ett, mikroskopisk (rød linje; $L_{50\%}=111.8$ mm) og makroskopisk (blå linje; $L_{50\%}=115.9$ mm). b) Makroskopisk for Vesterålen (prikket linje; $L_{50\%}=116.4$ mm), Frøya/Hitra (stiplet linje; $L_{50\%}=113.9$ mm) og Rogaland (hel linje; $L_{50\%}=117.8$ mm).

Ved innsamlingen av materialet hadde man forventet å finne forskjeller i modningsgrad mellom vasskrabber og krabber med hardt skall. Man fant også tydelige forskjeller når det gjaldt modningsgradene 3, 4 og 6. Ved vurdering av kjønnsmoden eller ikke kjønnsmoden var

imidlertid forskjellen ubetydelig, kun 2 mm skilte skallbredden ved L_{50} for grupperingen vasskrabber ($L_{50} = 117.2$ mm) og krabber med hardt skall ($L_{50} = 115.0$ mm) (Tabell 3.5).

3.3.2 Adferdsmessig kjønnsmoden

For krabbene fra Vesterålen og Rogaland, til sammen 344 hunner, ble det undersøkt hvorvidt de hadde sæd i sædlommene. Ut fra resultatet beregnet man L_{50} som viste seg å være rundt 10 mm lavere enn modning vurdert ut fra ovariene (Figur 3.6).



Figur 3.6 Vurdering av atferdsmessig modning ved vurdering av tilstedeværelse av sæd i hunnens sædlommer.

3.3.3 Tilstedeværelse av utrogn

I prosjektet "Ressursundersøkelse av taskekrabben langs Norskekysten" ble det høsten 2003 registrert utrognskrabber i de samme områdene som prøvene av ovariene var tatt. Dette ble gjort av fiskere som foretok en detaljert registrering av et mindre utvalg av teinene sine (forsøksteiner). Til sammen ble det registrert 46 utrognskrabber fra Vesterålen, Frøya/Hitra og Rogaland. Utrognskrabbene utgjorde fra 0.5 til 1 % av antall hunner mindre enn 11 cm skallbredde registrert i forsøksteinene (Tabell 3.6).

Tabell 3.6 Antall utrognskrabber registrert fra et begrenset antall forsøksteiner høsten 2003. Andelen er beregnet som prosent av antall hunner større enn 11 cm skallbredde i de samme teinene.

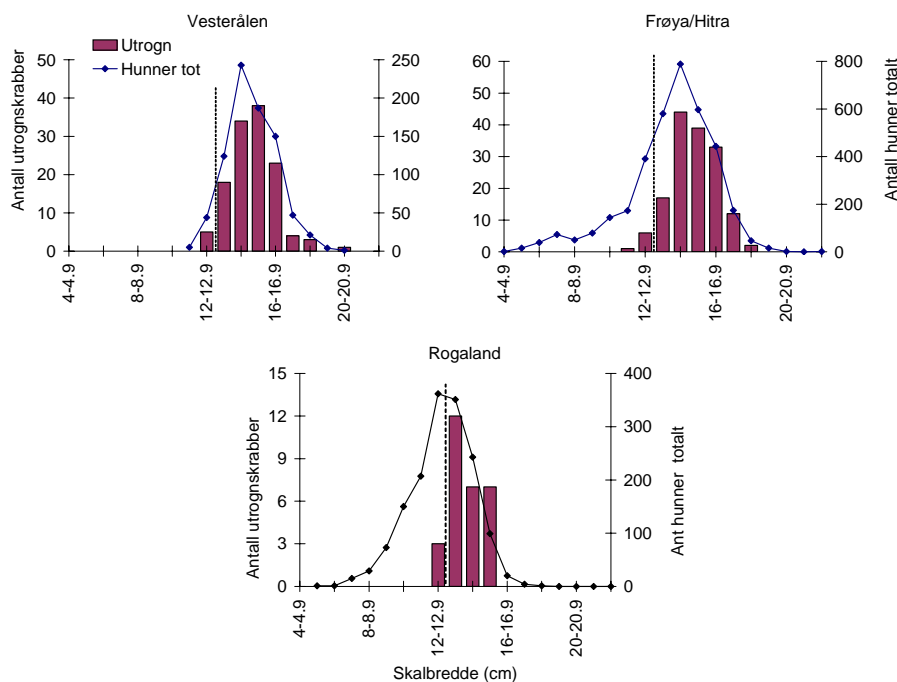
| Område | Ant | % |
|-------------|-----|-----|
| Vesterålen | 8 | 1.0 |
| Frøya/Hitra | 28 | 0.5 |
| Rogaland | 10 | 0.6 |
| Totalt | 46 | 0.7 |

For å få et større materiale, ble utrognskrabber fra hele fangsten også registrert, til sammen 310 utrognskrabber (Tabell 3.7). Den minste krabbe med utrogn som ble registrert var 11 cm og var fra Frøya/Hitra området. Det var imidlertid bare 1 utrognskrabbe i denne størrelsesordenen. Ingen utrognskrabbe ble registrert med 11.5 cm skallbredde, men 4 med 12 cm skallbredde. For alle områdene sett under ett, var det største antall utrognskrabber i størrelsesgruppen 14 til 15 cm (Tabell 3.7).

Tabell 3.7 Antall utrognskrabber in de ulike størrelsesgruppene registrert fra fiskernes totalfangst i 2003.

| Skallbredde (cm) | Vesterålen | Frøya/Hitra | Rogaland | Totalt | % | % kumulativ |
|------------------|------------|-------------|----------|--------|------|-------------|
| 11 | | 1 | | 1 | 0.3 | 0.3 |
| 12 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1.3 | 1.6 |
| 12.5 | 3 | 5 | 2 | 10 | 3.2 | 4.8 |
| 13 | 13 | 8 | 11 | 32 | 10.3 | 15.2 |
| 13.5 | 5 | 9 | 1 | 15 | 4.8 | 20.0 |
| 14 | 22 | 24 | 6 | 52 | 16.8 | 36.8 |
| 14.5 | 12 | 20 | 1 | 33 | 10.6 | 47.4 |
| 15 | 23 | 26 | 8 | 57 | 18.4 | 65.8 |
| 15.5 | 15 | 13 | | 28 | 9.0 | 74.8 |
| 16 | 16 | 17 | | 33 | 10.6 | 85.5 |
| 16.5 | 7 | 16 | | 23 | 7.4 | 92.9 |
| 17 | 3 | 6 | | 9 | 2.9 | 95.8 |
| 17.5 | 1 | 6 | | 7 | 2.3 | 98.1 |
| 18 | 3 | 2 | | 5 | 1.6 | 99.7 |
| 20.5 | 1 | | | 1 | 0.3 | 100 |
| Totalt | 126 | 154 | 30 | 310 | 100 | |

Det ble foretatt en sammenligning av størrelsesfordelingen for utrognskrabbene registrert i totalfangsten og for det totale antall hunner i forsøksteinene. For Vesterålen og Frøya/Hitra er det flest utrognskrabber mellom 14 – 14.9 cm skallbredde, mens det for Rogaland er flest mellom 13-13.9 cm skallbredde (Figur 3.8). Dette kan forklares ved at det er få store hunner til stede i fangstene fra Rogaland.



Figur 3.8 Størrelsesfordeling av utrognskrabber fra hele fangsten og størrelsesfordeling fra fangsten av hunner i forsøksteinene.

Både for Frøya/Hitra og for Rogaland er det et stort antall hunner mindre enn 12 cm til stede i fangstene. At det bare sporadisk er utrognskrabber mindre enn dette i fangstene, tyder på at krabbene ikke får utrogn ved skallbredder mindre enn dette.

4 Diskusjon

4.1 Modningsskalaene

Makroskopisk skala

Den makroskopiske skalaen ble delt i 7 trinn. I prinsippet er forskjellen fra 4-trinns skalaen til Edwards (1979) liten, da de 4 første stadiene er de samme. Vårt stadium 5, gytende, ble ikke funnet i materialet. Sannsynligvis er dette et svært kortvarig stadium. Stadium 6, utgytt eller hvilende, viste seg å være vanskelig å bestemme makroskopisk. I forhold til mikroskopiske vurdering var det her de fleste feilvurderingene lå og da sett i forhold til stadium 2. I prinsippet er det en flytende overgang mellom disse to stadiene. Krabber som nettopp hadde gytt kunne lett bestemmes ut fra en slapp og rødlig gonade, ofte med synlige rester av gjenværende egg. Disse krabbene hadde også utrogn. Krabber i hvilende stadium var derimot vanskelig, og det var her overgangen til stadium 2 var flytende. Man greide heller ikke å vurdere hvorvidt krabber i stadium 2 var førstegangs-gytere, eller om de hadde gytt før.

En bedre makroskopisk beskrivelse av stadiene 1,2 og 6 bør utarbeides. Dette gjelder spesielt ovariets farge som kunne variere fra kjøttfarget til lys skittengrå, volumitet og lobeutforming samt hvorvidt ovariene var klistret til hudene eller såkalt "fluffy".

Mikroskopisk skala

Den mikroskopiske skalaene viste klare skilnader mellom umodne og de ulike trinnene for modnende individer. Den mikroskopiske vurderinga ble derfor benyttet som "fasit" i forhold til den makroskopiske. Imidlertid greide man heller ikke ved den mikroskopiske vurderinga å skille mellom førstegangs-gytere og krabber som hadde gytt før.

Det er gjort flere arbeider på mikroskopisk vurdering av ovariene for krepsdyr (Krol *et al.* 1992; Charniaux-Cotton 1985; Charniaux-Cotton & Payen 1988). De er imidlertid gjort lite spesifikt på taskekrabbe. Ved Tjærnø marinbiologiske laboratorium er det imidlertid i gang et arbeid hvor man sammenligner makro- og mikroskopisk vurdering av reproduksjonsorganene til taskekrabbe (Sjøstrøm 2003; Ungfors 2003). Det har vært et samarbeid mellom dette arbeidet og det arbeidet vi har foretatt i forhold til det å lage en mikroskopisk modningsskala for hunnkrabbenes ovarier. Ved Tjærnø benyttet man parafinsnitt mens vi laget preparatene ved plastinnstøpning. Tjærnø samlet inn sitt materiale på sommeren og mangler derfor preparater som viser sen modning.

I vårt arbeid ble den mikroskopiske skalaen delt i 8 trinn. Sjøstrøm (2003) delte skalaen i 6 trinn, A-F der A indikerer at ovariet ikke har begynt å utvikle seg, mens F indikerer utgytt eller hvilende stadium. Johnson(1980), Krol *et al.* (1992) og Charniaux-Cotton og Payen(1988) henviser til en noe grovere inndeling for krepsdyr generelt.

Vi foreslår derfor følgende inndeling av den mikroskopiske skalaen. Umodne ovarier deles i to trinn, stadium 1 og stadium 1.5. Stadium 1, umoden, beskrives i denne rapporten som et stadium der en kun finner oogonier og follikkelceller. Johnson (1980) har et tilsvarende stadium der hun beskriver at follikelcellene ligger langs ovarieveggen, mens man i midten finner oogonier og oogoniereder. Krol *et al.* (1992) og Charniaux-Cotton & Payen (1988) beskriver det samme stadiet, men slår det sammen med det vi har valgt å kalle det previtellogene stadiet 1.5.

Det previtellogene stadiet 1.5 er et stadium der primære oocytter har begynt å dannes. Disse legger seg ut mot kanten av ovarielobene og er forstadier til de sekundære oocytterne. Johnson (1980) har tilsvarende stadium, men trekker dette sammen med det vi har valgt å kalle stadium 2. I vårt greide vi ikke makroskopisk skille mellom trinn 1 og 1.5, og det ble derfor makroskopisk klassifisert som umodne 1.

Stadium 2 (early vitellogenesis) er det første modne stadiet som viser at krabben er kommet i kjønnsmoden alder. Sekundære oocytter har begynt å dannes. Disse kjennetegnes med vesikler og plommekorn i cytoplasma. Charniaux-Cotton & Payen (1988) beskriver at når oocytterne når den størrelsen som er spesifikk for hver enkelt art, så begynner de å vokse i samme fart, et tegn på at ovariet er modnende. Denne prosessen starter i den såkalte reproduksjonstiden som for taskekrabbe er om høsten.

Stadium 2 er også det stadiet ovariene starter fra når gyting og evt. en hvileperiode er ferdig. Man trodde i utgangspunktet at man skulle greie å skille mellom førstegangsgytere, og de som hadde gytt før. I prinsippet skulle dette gå greit da stadium 6 kjennetegnes av et nettverk av follikkelceller der de sekundære oocytterne har vært. Krol *et al.* (1992) beskriver dette for reken *Penaeus vannamei*. I praksis viste det seg vanskelig for taskekrabbe, da det i mange tilfeller var vanskelig å vurdere hvorvidt det var rester etter nettverket i stadium 2.

I stadium 3 (vitellogenesis) er plommekornene dominerende i forhold til vesiklene i cytoplasma, men ikke fullt. Sekundære follikkelceller har begynt integrasjonen i cellemembran. Johnson (1980) beskriver dette som begynnelsen på vitellogenese, mens Krol *et al.* (1992) viser til at tegn på granulering i cytoplasma er første tegn på modning.

Stadium 4 (late vitellogenesis) er det siste stadiet før gyting. Dette kjennetegnes med store plommekorn som smelter sammen, og med sekundære follikkelceller som integreres i celleveggen. Krol *et al.* (1992) beskriver dette stadiet med plommekorn som smelter sammen og cortikale (veskefylte) ganger i plommemassen.

Stadium 5 (gytende) har vi ikke funnet beskrevet histologisk for krepsdyr. Stadiet er sannsynligvis svært kortvarig, og ut fra erfaringen med preparering av snittene, vil man få problemer med å lage histologiske snitt av dette stadiet.

4.2 Størrelse ved kjønnsmodning

Det var ingen nord – syd trend i størrelse ved kjønnsmodning. Forskjellene mellom de ulike områdene var små, og skallbredden beregnet der 50% av hunnene var kjønnsmodne var henholdsvis 116.4 mm, 113.9 mm og 117.8 mm for de undersøkte områdene Vesterålen, Frøya/Hitra og Rogaland.

Ovariens modningsgrad har tidligere blitt brukt for å bestemme størrelsen ved kjønnsmodning. Hartnoll (1969) fastslo imidlertid at for krabber (*Brachyura*) kan ovariene være umodne på det tidspunktet parring foregår. Edwards (1979) fant at ikke alle krabber som ble parret fikk utrogn før skallskifte. Størrelsen ved kjønnsmodning kan derfor ikke bli eksakt bestemt ved modningen av gonaden, men vil være en indikasjon på når dette inntreffer. Man må forvente at ved sammenligning av regioner, så vil disse forskjellene slå likt ut når innsamlinga

er foretatt på samme tid på året og fordelingen av vasskrabber og harde krabber er den samme i utvalget.

Den minste krabben med utrogn i denne undersøkelsen, hadde en skallbredde på 11 cm. Det var imidlertid kun en i denne størrelsesgruppa, den neste var 12 cm skallbredde. Kun 5% av de registrerte utrognskrabbene hadde en skallbredde mindre enn 13 cm. Siden utrognskrabber bare unntaksvis fanges i teinene, er beregning av størrelsen for 50% modning vanskelig. Størrelsesfordelinga av utrognskrabbene, sammenlignet med størrelsesfordelinga av hunnene i fangsten, tyder imidlertid på at 50% inntreer ved en skallbredde større enn 13 cm.

Under en større undersøkelse av krabbefisket i Yorkshire i perioden 1961 - 1966, undersøkte Edwards (1979) 23 000 hunner. Den minste observert med utrogn hadde en skallbredde på 129 mm. Williamson (1900) undersøkte krabber i Skottland, og den minste han fant hadde en skallbredde på 115 mm. Ut fra størrelsesfordelinga for de 200 krabbene med utrogn antok Edwards (1979) at de fleste hunnene større enn 5 inches (127 mm) skallbredde var kjønnsmodne. Woll (2003) observert 20 utrognskrabber *in situ* på en begrenset lokalitet på dybder mellom 15 og 20 m på Møre (63°N). Den minste hadde en skallbredde på 125 mm.

Rester etter eggkapsler og egg på hunnens haleføtter er også et sikkert tegn på kjønnsmodning. Edwards (1979) fant at en stor andel av hunnene hadde eggrester på haleføttene, opptil 26 %, i Yorkshire august og opptil 35% i Juli i sørvest Irland. For begge områdene var mesteparten av utrognskrabbene mellom 6-7 inches (152 – 190 mm skallbredde). Ingen var registrert under 127 mm.

5 Referanser

- Charniaux-Cotton, H. and Payen, G. 1988. Crustacean reproduction. Endocrinology of selected Invertebrate types. Alan R. Liss, Inc. 3: 279-303.
- Charniaux-Cotton, H. 1985. Vitellogenesis and its control in Malacostracan Crustacea. American Zoology. 25: 197-206.
- Edwards, E. 1966. Mating Behaviour in the European Edible Crab (*Cancer pagurus* L.). Crustaceana. 10: 23-30.
- Edwards, E. 1979. The Edible Crab and its Fishery in British Waters. Fishery News Books. 4: 48 – 82.
- Eriksen, E. and Moen, F. E. 1992. Taskekrabbe (*Cancer pagurus* L.). Populasjonsstruktur, levested og næringsvalg i et oppvekstområde ved Trøndelagskysten. Hovedfagsoppgave i Marin Biologi Ved Universitetet i Trondheim. 59 pp.
- Fernández, M., Bock, C. and Pörtner. 2000. The cost of being a caring mother: the ignored factor in the reproduction of marine invertebrates. Ecology letters. 3: 487-494.
- Hartnoll, R. G. 1969. Mating in the brachyura. Crustaceana. 16: 161-181.
- Howards, A. E. 1982. The Distribution and Behaviour of Ovigerous Edible Crabs (*Cancer pagurus*) and Consequent Sampling Bias. J. Cons. Int. Explor. Mer. 40: 259-261.
- Karlsson, K. 1984. Taskekrabbens (*Cancer pagurus* L.) forekomst og adferd på grunt vann (0-5m) ved Homborsund, Aust-Agder. Hovedfagsoppgave i Marinbiologi Ved Universitetet i Oslo. 87 pp.
- Woll, A. K. 1995. Ressursbiologisk undersøkelse av taskekrabben (*Cancer pagurus*) i Midtre og ytre Romsdal. Møreforskningsrapport Å9506. 54 pp.
- Krol, M., Hawkins, W. Overstreet, R. 1992. Reproductive components. Microscopic Anatomy of Invertebrates. 10: 295-343.1
- Johnson, P. 1980. Histology of the Blue crab (*Callinectes sapidus*). A model for the decapoda. CBS Educational and professional Publishing. New York. 393 pp.
- Sjøstrøm, E. and Ungfors, A. 2003. Reproduction characters of edible crab (*Cancer pagurus*) in the Skagerak and kattegat.
- Emblem, W. 2002. Histologisk undersøkelse av taskekrabbens gonader. Kandidatoppgave ved Høgskolen i Ålesund.