

# Larver av skjell i fremtidens hav

Det satses nå stort på å få god nok kunnskap om mulige effekter av havforsuring både i kyststrøk og i åpne havområder. I løpet av de neste tiårene ventes det merkbare endringer i økosystemene som følge av havforsuring. På Forskningsstasjonen Austevoll er det påvist negative effekter av havforsuring hos larver av kamskjell.

SISSEL ANDERSEN | sissel.andersen@imr.no, ELLEN SOFIE GREFSRUD og TORSTEIN HARBOE

I «Havforskningsrapporten 2011» kunne man lese om forsøksfasilitetene i Matre og Austevoll som er utviklet for å studere effekter av fremtidens hav i betydningen havforsuring (se faktaboks). Som et ledd i disse effektstudiene har det i Austevoll vært utført flere undersøkelser på larver av skjell, som er blant de mest sensitive

organismene i havet. Disse larvene begynner å danne et karbonatholdig (kalk) skall allerede et par døgn etter befruktning, og regnes av den grunn som svært sensitive for havforsuring. Vannkjemien ved lavere pH i havet kan føre til at karbonatforbindelsene og dermed skallet, løses opp.

## Eggene produseres i klekkeri

Kunnskapen om produksjon og hold av stort kamskjell (faktaboks) har nå blitt benyttet til å studere effekter av havforsuring på de planktoniske stadiene fra befruktning til veligerlarve. Studiene er de første i sitt slag på denne arten, og vil også gi svært nyttig grunnleggende kunnskap om skaldannelse og deformiteter hos larvene.

For å produsere befruktningsdyktige egg må stamskjell tas inn i klekkeri med stabile mat- og temperaturforhold. Gytingen settes i gang etter om lag to måneder tidlig på våren (mars), ved å heve temperaturen 4–5 °C.

## Med fokus på skall

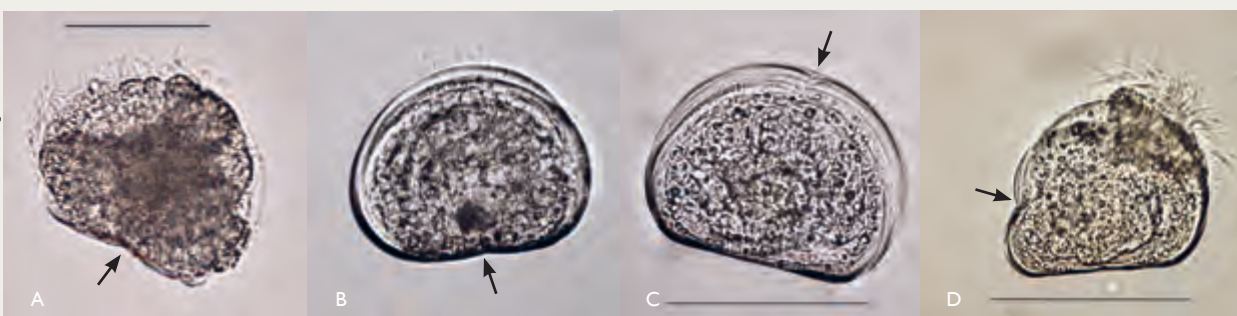
Undersøkelsene i Austevoll ble utført med pH-verdier som man regner med vil bli et gjennomsnitt langs kysten om 100 år og 200 år. Siden kalkskall antas å være ømfintlige for lavere pH-verdier (og høyere konsentrasjoner av karbondioksid, CO<sub>2</sub>), ble det fokusert på å følge skallutvikling og overlevelse de første dagene i larvenes liv. Det er kjent at det første skallet som dannes mens larven ennå er en trokoforlarve, består av proteiner, og at det kalsifiseres (forkalkes) når trokoforlarven utvikler seg til veligerlarve.

Foto: Sissel Andersen



Figur 1. Normalt utviklet veligerlarve seks dager etter befruktning. Skallet er D-formet, og velum med hårkransen (cilier) stikker ut av det åpne skallet. Streken på bildet er 0,1 mm.

Foto: Sissel Andersen, Ellen Sofie Grefsrud og Torstein Harboe



Figur 2. Skalldeformiteter (piler) hos larver av stort kamskjell (*Pecten maximus*). Deformiteter i hengselen hos A. trokoforlarve to dager etter befruktning; B. veligerlarve seks dager etter befruktning; og deformiteter i skallkanten hos veligerlarver syv dager etter befruktning, C. i fremste del av kanten; D. på siden av kanten, med velumet og cilier oppe til venstre på larven. Linjen i bildene er 0,05 mm i A og 0,10 mm i C og D.

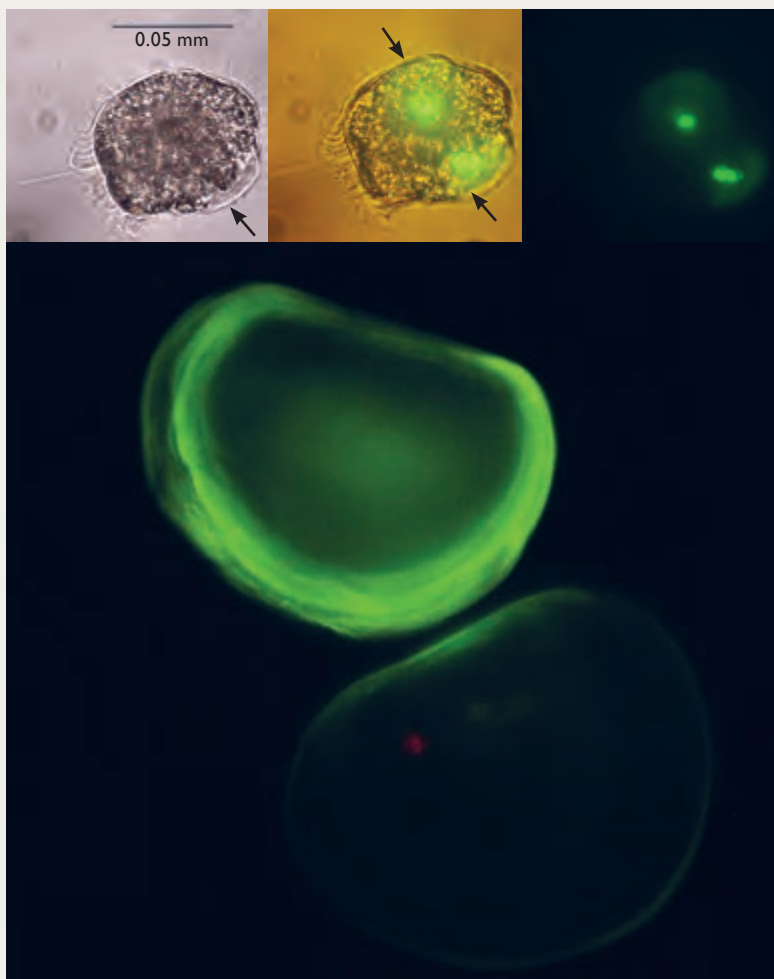


Foto: Ellen Sofie Grøtvedt

**Figur 3.** Øverst: Trokoforlarve med begynnende skalldannelse (piler). Nederst: Veligerlarver. Larvene er farget med calcein i 12–24 timer. Kalsium som ble inkorporert i løpet av denne tiden, fluoresiserer med skarp, grønn farge, mens rød fluorescens kommer fra algeceller som larvene spiser.

En fargeteknikk med stoffet calcein ble prøvd ut for å farge kalsium i skallet, slik at det blir selvlysende (fluoresiserer) når larven blir bestrålt med UV-lys. På denne måten kunne man se om skallet ble kalsifisert.

#### Det ser ikke lyst ut for larvene

I løpet av de første syv dagene etter befruktning ble skallstørrelsen til larvene 5–10 prosent mindre og overlevelsen ble halvert (basert på befruktede egg) når konsentrasjonen av karbondioksid økte. Ved den høyeste CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen (og laveste pH-verdien på 7,51), var overlevelsen bare 10 prosent etter syv dager, mot litt over 40 prosent ved normale konsentrasjoner. Av de som overlevde, hadde mer enn 40 prosent deformerte skall. Deformiteter i skallet syntes å ha ulike årsaker, og særlig deformiteter i skallhengselen var knyttet til havforsuring. Deformiteter i skallkanten kan skyldes flere faktorer i oppvekstmiljøet enn bare CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen og pH. Effekstudier av havforsuring på veliger-

larver av andre skjellarter har også vist nedgang i størrelse, overlevelse og økning i deformiteter, men graden av effekt varierer mellom artene. Effekter på skallet hos trokoforlarver er ikke vist tidligere, men allerede to dager etter befruktning økte hengseldeformitetene hos trokoforlarver med økende CO<sub>2</sub>-konsentrasjon, fra under 10 prosent i normalgruppen til mer enn 30 prosent ved den høyeste CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen. Farging med calcein viste at også disse larvene hadde områder med kalsium.

#### Fremtiden er her

En undersøkelse gjort i USA har vist at CO<sub>2</sub>-konsentrasjoner som tilsvarer nivået før den industrielle revolusjon (pH 8,2) hadde en positiv effekt på både overlevelse, vekst og metamorfose hos larver av andre skjellarter, sammenlignet med dagens pH-verdier (8,0). Dette indikerer at havforsuring ikke er et problem som kommer i fremtiden, men at økosystemer allerede er påvirket. Det haster dermed med kunnskapsinnhenting.

#### FAKTA

### Havforsuring

- pH-verdien i havet går ned pga. opptak av menneskelige CO<sub>2</sub>-utslipp til atmosfæren
- Mellom 1751 og 1994 gikk beregnet pH ned fra ca. 8,179 til 8,104
- pH-verdier er logaritmiske, og nedgangen tilsvarer en økning i surhet (H<sup>+</sup>-ioner) på 19 %
- Siden 1751 og frem til i dag har økningen i surhet vært på hele 30 %
- Økningen i surhet kan gi pH-verdier rundt 7,7 innen 2100
- Økende opptak av CO<sub>2</sub> i sjøvann fører bl.a. til at karbonationer blir mindre tilgjengelige
- Endringen kan føre til problemer for organismer, bl.a. at kalkskall blir tynnere/løses helt opp
- Organismer med kalkskall finnes over store deler av næringskjeden, fra skjell til krill og korallrev
- Også forplantning og andre prosesser kan påvirkes av endret vannkjemi
- Vi mangler kunnskap om både negative og positive effekter av havforsuring, og om prosesser som kan motvirke de negative effektene

#### FAKTA

### Stort kamskjell

- Stort kamskjell er den største arten i familien kamskjell i norske farvann
- Det blir ofte 15–17 cm stort
- I våre farvann finnes det fra Oslofjorden til Vesterålen
- De tidligste livsstadier er felles for de fleste skjell:
  - Etter ca. ett døgn utvikles en svømmende, pæreformet trokoforlarve
  - Trokoforlarven utvikles til en D-formet veligerlarve etter enda ett døgn
  - Veligerlarven svømmer og spiser med et hårete (ciliert) organ som kalles velum
  - De to skallhalvdelenes av protein vokser ut fra trokoforlarvens ryggside
  - Etter hvert forkalkes (kalsifiseres) proteinskallet med kalsiumkarbonat (CaCO<sub>3</sub>)
  - Kalsiumkarbonat kan løses ved pH-verdier under ca. 7,8–7,7 avhengig av annen vannkjemi