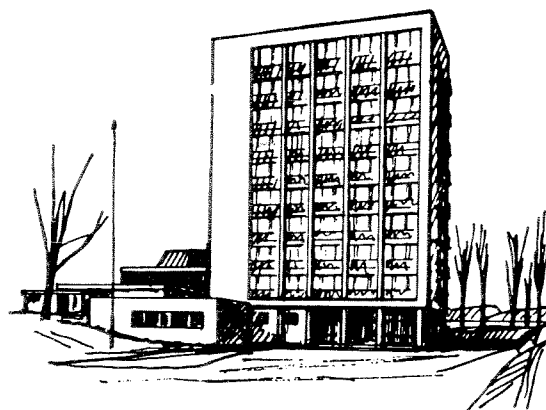


Fisken og Havet

RAPPORTER OG MELDINGER FRA FISKERIDIREKTORATETS
HAVFORSKNINGSINSTITUTT BERGEN



SERIE B

1974 Nr. 22

EGG OG LARVEUTVIKLING HOS RØDSPETTE (Pleuronectes platessa
L.), TORSK (Gadus morhua L.) og VÄRGYTENDE SILD (Clupea
harengus L.) VED KONSTANTE TEMPERATURER.

av

Didrik S. Danielssen og Svein Arnholt Iversen

Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt
Statens Biologiske Stasjon Flødevigen

Redaktør

Erling Bratberg

SERIE B

1974 Nr. 22

Arbeidet er utført som delprosjekt i oppdrag fra Norges
Vassdrags- og Elektrisitetsvesen, Statskraftverkene.
Prosjektleder Grim Berge, Fiskeridirektoratets Havforsk-
ningsinstitutt.

Bergen/Arendal november 1974.

INNLEDNING

Fiskeegg kan inndeles i to grupper alt etter om de utvikles på bunnen (demersale egg) eller fritt i vannet (pelagiske egg). Hos enkelte arter utvikles eggene inne i morfisken, men langt de fleste artene faller innenfor de to førstnevnte gruppene. Eggene som utvikles pelagisk driver passivt med strømsystemene (plankton). Eggene på bunnen sitter enten fastklebet eller nedgravd, og derved oppholder de seg på samme sted under hele utviklingsperioden fram til klekking (inkubasjonsperioden).

Fig. 1 a viser skjematisk et fiskeegg. Ytterst er eggeskallet (chorion), innenfor dette ligger vitellinmembranen som omgir plommemasse med cellekjernen. I eggeskallet er det en mikroskopisk åpning som kalles mikropylen. Ved befruktning trenger en sædcelle gjennom denne og smelter sammen med cellekjernen. Etter befruktningen begynner celledelingen ved eggets ene pol (den animalske). Første celledeling gir to-celle-stadiet. (Fig. 1b) Disse to deles så igjen slik at resultatet blir fire celler, neste deling gir åtte (Fig. 1c) osv. Ved hver celledeling fordobles celletallet. Etterhvert blir det så mange celler at de fremtrer som en klump eller kimskive (Fig. 1d - 1e). Kimskiven har først kallottform (Fig. 1d) og får senere linseform (Fig. 1e). Cellene fram til og med linsestadiet er ikke differensiert i cellelag, cellene utgjør en kompakt masse. Denne utviklingsfase kalles blastulafasen. Utviklingen går så over i gastrulafasen, celleklumpen differensieres nå i cellelag som begynner å vokse rundt plommemassen. Omvoksningen kan sammenlignes med en "strømpe" som trekkes mer og mer rundt plommemassen. Åpningen på denne "strømpe" kalles blastoporus. Ved fullstendig omvoksning av plommemassen er blastoporus lukket. Ved begynnelsen av omvoksningen fortykkes en del av ytterkanten av "strømpe" (Fig. 1f). Denne fortykkelsen trer etter hvert fram som et mer og mer tydelig fiskefoster (Fig. 1g-1i). Utviklingen av fosteret går så videre fram til klekking. Ved klekking mangler larven munn og er avhengig av sin medbrakte "nistepakke", plommesekken som er resten av plommemassen (Fig. 1j). Den første tiden etter klekking har larvene en primitiv finne som løper rundt larven i lengderetning (Fig. 1j). Denne finnen kalles primordialfinnen som etterhvert tilbakedannes og blir erstattet av rygg-, hale- og bukfinne-systemet. Egenbevegelsen øker da betraktelig. Når plomme-

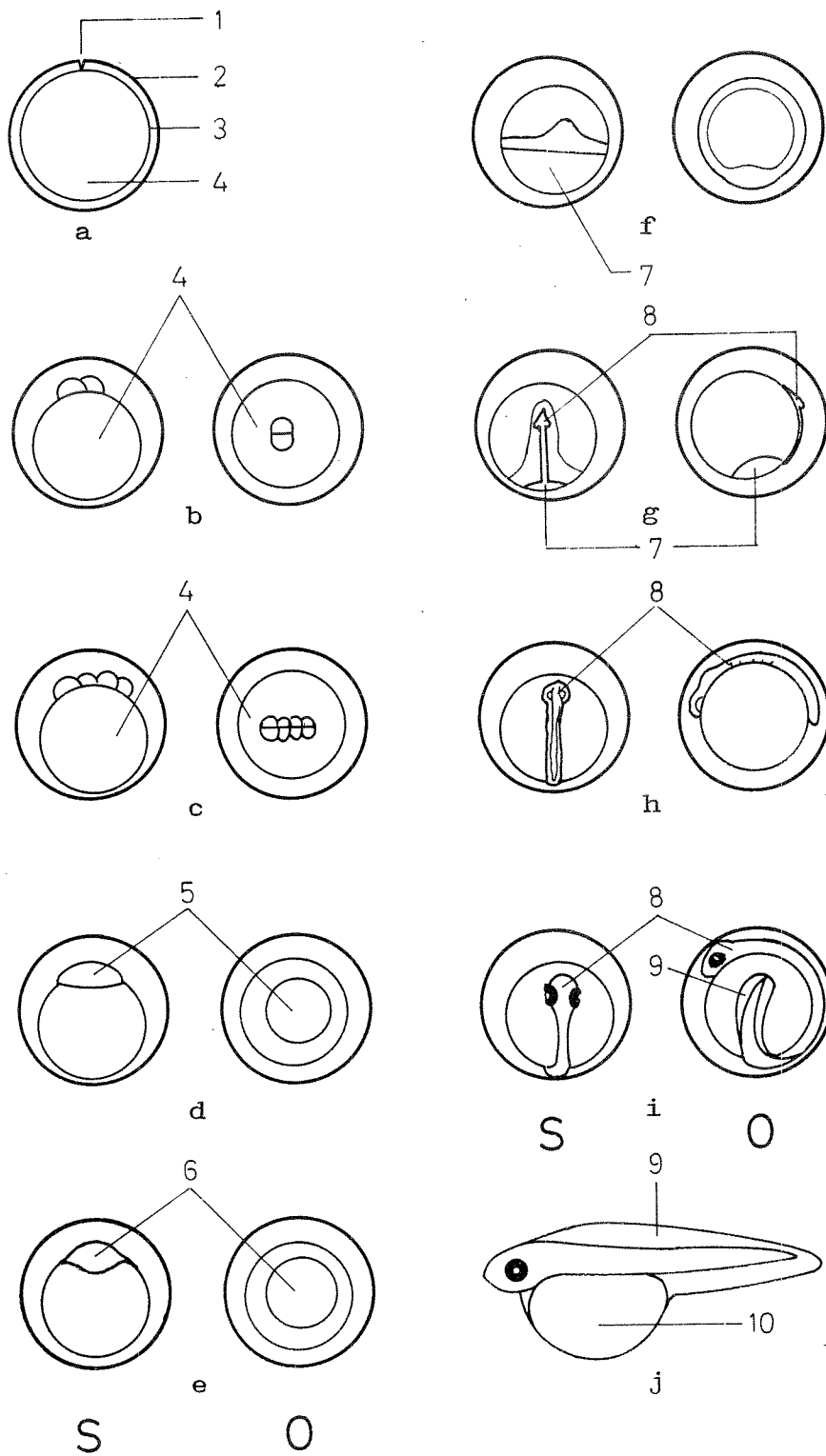


Fig. 1 a-j. Utvikling av fiskeegget frem til klekking, S (fra siden) O (ovenfra). 1. Mikropylen 2. Eggeskallet (chorion) 3. Vitellinmembranen 4. Plommemassen 5. Kimskive-kallott 6. Kimskive-linse 7. Blastoporus 8. Embryo 9. Primordialfinne 10. Plommesekk.

sekken er oppbrukt er larvene avhengige av å finne passende næring, som hovedsakelig består av små planktonorganismer.

Under utviklingen er eggene avhengig av vann av visse kvaliteter når det gjelder oksygen, saltholdighet og temperatur. De forskjellige fiskeartene har svært uensartet inkubasjonstid under naturlige forhold.

Temperaturen spiller en vesentlig rolle i inkubasjonstiden og vil kunne retardere, aksellerere eller stoppe utviklingen. Da et kjernekraftverk vil forrykke de naturlige temperaturforholdene i reseipienten med tilstøtende områder, er det vesentlig å klarlegge effekten dette vil ha på utvikling av egg og yngel som kan finnes i disse områdene.

Eksperimenteringen har i første omgang omfattet rødspette, torsk og vårgytende sild. Disse artene ble valgt delvis fordi de betyr en del økonomisk i Oslofjorden (spesielt da torsk og sild) og delvis p.g.a. at dette er arter man har god laboratorieerfaring med. Dessuten representerer de fisk med pelagiske egg (rødspette og torsk) og fisk med fastklebete egg på bunnen (sild).

Egg og larver i det temperaturpåvirkete område kan tenkes å ha konstant eller varierende temperatur under inkubasjonsperioden. Eksperimentene er utført ved forskjellige konstante temperaturer. Senere vil også forsøk med varierende temperaturforhold bli utført.

Eksperimentene er utført ved Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Statens Biologiske Stasjon Flødevigen.

MATERIALE OG METODE

En har her gått ut fra at fisken vil gyte i vann med naturlig gytetemperatur, og at eggene først etter befruktning vil kunne komme inn i høyere temperaturer.

Rogn og melke ble tatt fra kjønnsmoden og levende torsk, rødspette og sild. Fra torsk og rødspette ble rogn klemt ut i et lite kar med noe sjøvann med tilnærmet gytetemperatur (ca. 6°C), som fisken på forhånd var adaptert til. Deretter ble melke til-

satt, og blandet med eggene. Etter to-tre minutter ble over-
skytende melke skylt vekk og eggene ble tatt over i et større
klekkeakvarium med rennede sjøvann med en temperatur på ca.
6°C. For å få et enhetlig materiale ble det brukt en han og
en hun av hver art til befruktingen.

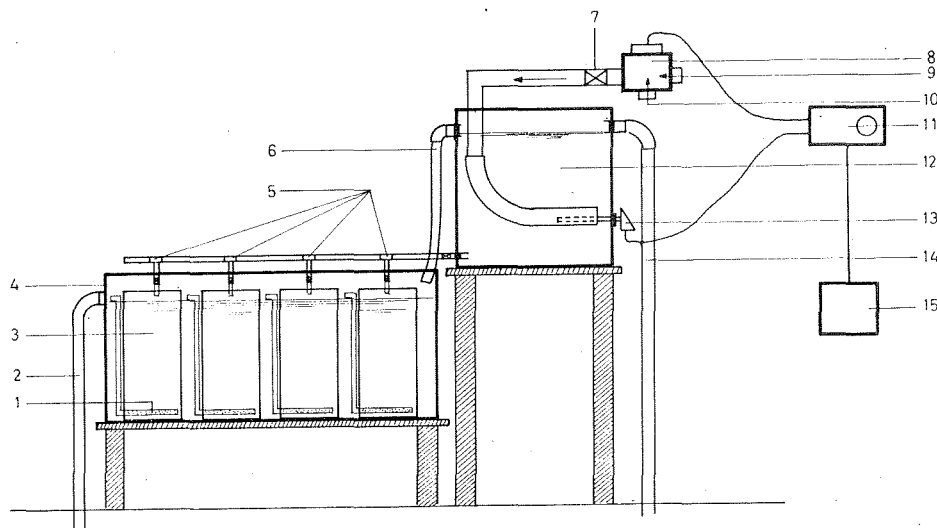


Fig. 2. Akvarieoppsett med temperaturreguleringsutstyr. 1.Sil
2.Overløp fra vannbad 3.Eksperimentakvarium 4,Vannbad
5.Nedløp til eksperimentakvariene 6.Overløp til vannbad
7.Kran 8.Blandeventil 9.Kaldt vann inn 10.Varmt vann
inn 11.Reguleringsenhet 12.Blandekar 13.Temperaturfø-
ler 14.Overløp fra vannbad 15.Transformator.

Etter et par timer ble en del egg overført i akvarier med kons-
tante temperaturer: 6, 8, 10, 12, 14, 16 og 18°C. Overføringen
skjedde uten noen gradvis tilvenning til disse temperaturene.
For å undersøke temperatureffekten på senere utviklingstrinn
ble samme hun og han strøket på nytt noen dager senere, og egg-
materialet ble oppbevart i vann av 6°C. Oppsettet av eksperiment-
akvariene er vist på Fig. 2, og består av blandeventil, regulerings-
enhet, temperaturføler, vannreservoar, vannbad samt åtte eksperi-
mentakvarier. Blandeventilen regulerer automatisk kaldt og varmt
sjøvann til den temperatur som er innstilt på regulerings-
enheten (Fig. 3). Temperaturføleren i vannreservoiret styrer
blandeventilen via reguleringsenheten, slik at ventilen åpnes for
mer kaldt eller varmt vann alt etter behov. Den best mulige
reguleringen ble oppnådd ved å føre vannet fra ventilen rett inn
på temperaturføleren (Fig. 2). Fra vannreservoiret er det tre
utløp, et reserveoverløp, et som forsyner vannbadet og et som

forsyner eksperimentakvariene. Vannstrømmen til eksperimentakvariene ble regulert med slangeklemmer til ca. 0,3 l pr. minutt.

Eksperimentakvariene er sylindere av perspex. Vannstrømmen går gjennom en sil ved bunnen og opp gjennom et vannstandsregulerende rør på utsiden av akvariene. Det ble benyttet to størrelser av eksperimentakvarier som inneholdt henholdsvis 4,9 og 8,9 l. I alt ble der benyttet syv slike eksperimentoppsett som Fig. 2 viser, ett for hver temperatur.

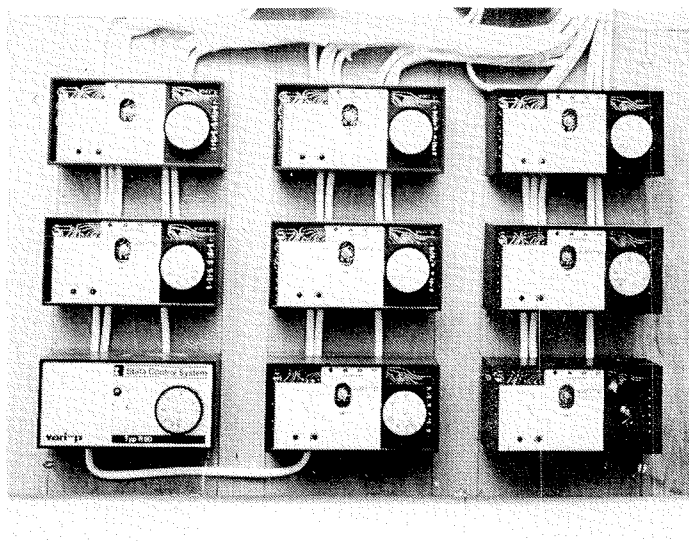


Fig. 3. Kontrollpanel for elektronisk temperaturregulering.

For å ha en kontinuerlig kontroll med temperaturen gjennom døgnet ble temperaturen i hvert eksperiment registrert ved hjelp av en temperaturskriver med en nøyaktighet på $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$.

Det ble hver dag tatt ut 5-10 egg fra de forskjellige temperaturforsøkene for å undersøke utviklingsgraden. Eggutviklingen ble bestemt etter en skala beskrevet av WESTERNHAGEN (1968), som vist i Tabell 1. Samtidig ble døde egg tatt opp og fjernet fra akvariene. Det samme ble gjort med larvene etter at eggene var klekket. Larvene ble ikke føret i forsøksperioden.

Tabell 1. Eggenes utviklingsstadier ifølge WESTERNHAGEN (1968).

Blastulastadiene:

- 1a α Furing, inntil 64 celler
- 1a β Kimskiven har kalottform
- 1a γ Kimskiven har linseform

Gastrulastadiene:

- 1b α Tidlig gastrulasjon
- 1b β Gastrulasjon
- 1b γ Sen gastrulasjon

Embryo omgir inntil 180° av plommemassen:

- 2 α Primitivstadiet
- 2 β Hode med øyblærer er tydelig, blastoporen er fremdeles åpen.
- 2 γ Myomerdannelse, begynnende pigmentering
- 2 δ Øyelinsene anlegges, pigmentflekkene noe større. Blastoporen er lukket. Haleregionen uten pigment. Hjerneblæren lukket.

Embryo omgir 180-270° av plommemassen:

- 3 α Øyelinsene tydelige. Høreblæren dannet. Kromatoforene ordnet i to sentrale rekker. Brystfinneanleggene (Pektoralanleggene) kan sees.
- 3 β Primordialfinne kan sees. Hjerte anlagt, men slår ikke.
- 3 γ Primordialfinnen i haleregionen er tydelig. Tarmen kan sees mellom pektoralanlegget. Hjertet beveger seg langsomt.

Embryo omgir 270-360° av plommemassen:

- 4 α Bred primordial finne. Hjertet slår uregelmessig. Litt øyepigment. Første egenbevegelser av embryo.
- 4 β Regelmessige hjerteslag. Øyepigment. Pektoralfynnene tydelig avsatt, slår fram og tilbake. Kraftige halebevegelser.

Hos larvene har man bare registrert begynnende klekking (betegnet KL), 50% og 100% klekking, det vil si at anslagsvis halvparten og alle levende egg er klekket.

Rødspetteegg ble overført ved tre ulike utviklingstrinn til de overnevnte eksperimenttemperaturer: 1) 2 timer etter befruktning (stadium 1 $a\alpha$) 2) stadium 1 $b\beta$ og 3) stadium 3 β , (Fig. 4). Dessuten ble nyklekte rødspettelarver også overført (Fig. 4). Torskeegg ble overført som nybefruktede (stadium 1 $a\alpha$) og i stadium 1 $b\beta$. En oversikt over overføringstidspunkt og antall ved hver forsøks temperatur er vist i Tabell 2. P.g.a. begrenset akvariekapasitet har det ikke vært mulig å utføre samme forsøks serie for torsk og sild som for rødspette. Dette vil bli tatt opp senere.

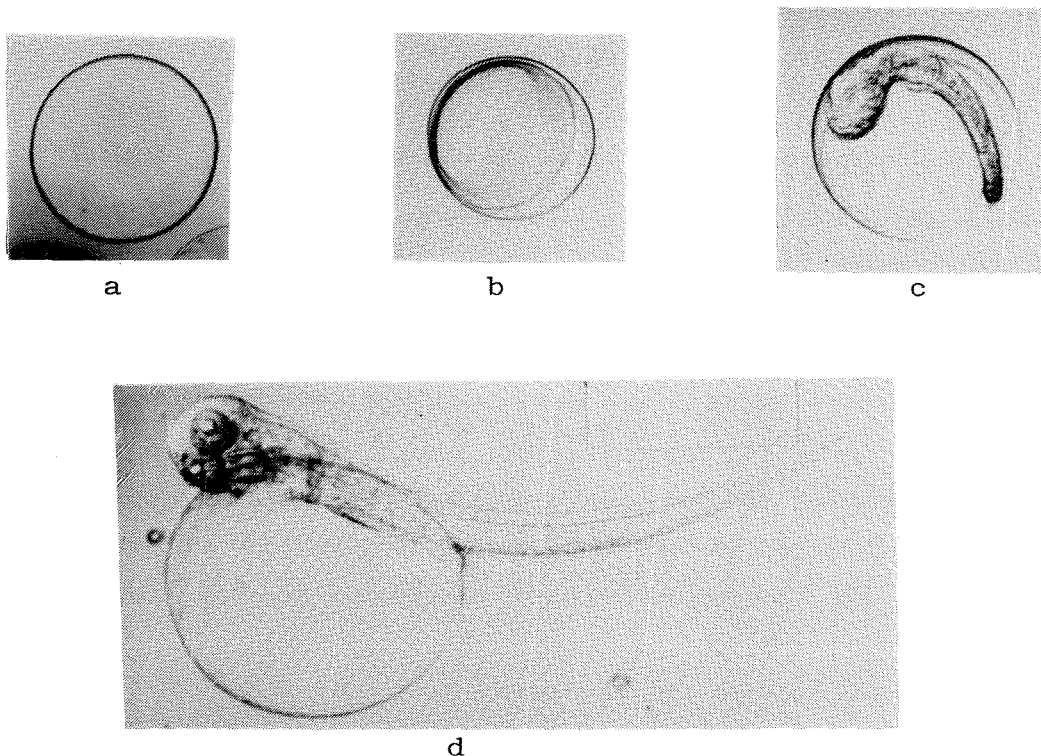


Fig. 4. De forskjellige overføringsstadier. a) stadium 1 $a\alpha$
b) stadium 1 $b\beta$ c) stadium 3 β d) nyklekket larve.

Sildeeggene ble lagt på objektglass i sjøvann og melken ble sprøytet over. Etter et par minutter ble de overført til et større akvarium med gjennomstrømmende vann. To timer senere ble de overført direkte til eksperimentakvariene. For å kunne bestemme dødeligheten ble et fast opptrukket kvadrat på objektglassene fotografert daglig (Fig. 5).

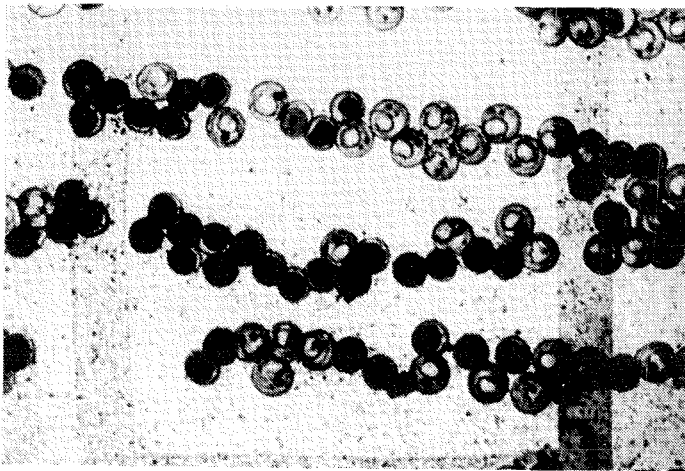


Fig. 5. Foto av objektglass med levende og døde sildeegg.

Da man ville forstyrre eggene minst mulig ble ikke eggutviklingen undersøkt daglig i mikroskop. På fotografiene kunne bare tidspunktet for øyepigmentering og klekking konstateres. (betegnet ØP og KL). Dette forsøket ble ført frem til klekketidspunktet.

Det ble under hele forsøksperioden brukt sjøvann fra 75 m dyp. Både saltholdighet og oksygeninnhold i vannet ble målt med jevne mellomrom. Saltholdigheten i forsøksperioden lå mellom 35,5 og 35,0 o/oo, og oksygenmetningen varierte mellom 102 og 111%.

Fig. 6 viser maksimums og minimums-temperaturene for hvert eksperiment pr. døgn gjennom hele eksperiment-perioden. I tiden 10.-17. april var det visse problemer med reguleringsutstyret i forsøket ved 18°C. Forøvrig var temperaturene jevne gjennom hele perioden. Den 1. mai stoppet varmeanlegget for sjøvann og de høyeste temperaturene falt til ca 10°C, men det var liten eksperimentell virksomhet ved disse temperaturene da. Som man ser av Fig. 6 var det umulig å holde en temperatur på 6°C konstant, dette skyldes at den naturlige sjøtemperaturen var høyere. Maksimums og minimums-temperaturene som ble observert i dette eksperimentet, gir et uttrykk for den døgnlige temperaturvariasjonen i reservoarbassenget som sjøvannet pumpes opp i.

Tabell 2. Tidspunkt og stadium ved begynnelsen av hvert forsøk samt antall egg/larver ved hver av eksperimenttemperaturene.

Art	Forsøks- betegnelse	Stadium v. forsøksstart	Start dato	Antall egg/larver						
				6°C	8°C	10°C	12°C	14°C	16°C	18°C
Rødspette	R1	1 a α	5-4-74	1999	1422	1867	1876	1164	ikke tatt	ikke tatt
Rødspette	R2	1 b β	12-4-74	477	655	680	689	473	299	506
Rødspette	R3	3 β	17-4-74	287	233	93	125	188	140	145
Rødspette	R4	nyklekte larver	5-5-74	108	106	90	108	151	108	169
Torsk	T1	1 a α	4-4-74	X)	10210	12194	6551	4283	ikke tatt	ikke tatt
Torsk	T2	1 b β	12-4-74	511	212	99	121	120	181	227
Sild	S1	1 a α	26-4-74	248	214	160	167	192	213	219

x) P.g.a. et uhell med vanngjennomstrømmningen er dette antallet ukjent.

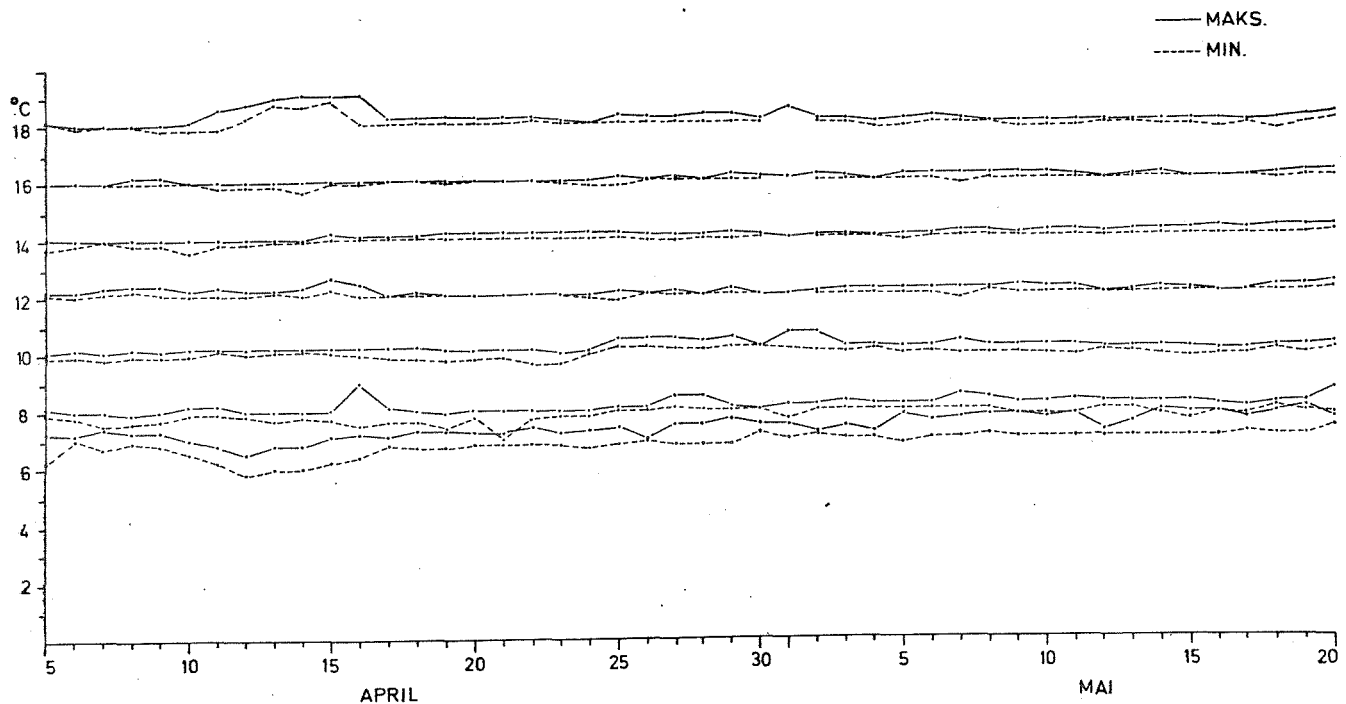


Fig. 6. Døgnlige maksimums og minimumstemperaturer gjennom forsøksperioden.

RESULTATER

Rødspette

Eggutvikling

Fig. 7 viser utviklingen av rødspetteeggene ved forskjellige konstante temperaturer fra befrukting til stadiet 100% klekking (R1-forsøket). Utviklingen av egg i 6 og 8°C følger hverandre svært godt. Dette skyldes hovedsakelig at temperaturen i forsøket ved 6°C lå vesentlig over det den skulle være (Fig. 6). Ved 10 og 12°C gikk utviklingen raskere enn ved 6 og 8°C. Avstanden mellom 10 og 12°C - kurvene er imidlertid relativt liten. Ved 14°C gikk utviklingen frem til stadium 1 b β som ble nådd i løpet av to døgn. Ved 16 og 18°C ble det ikke registrert noen eggutvikling, da alle eggene var døde ved første observasjon (etter ett døgn).

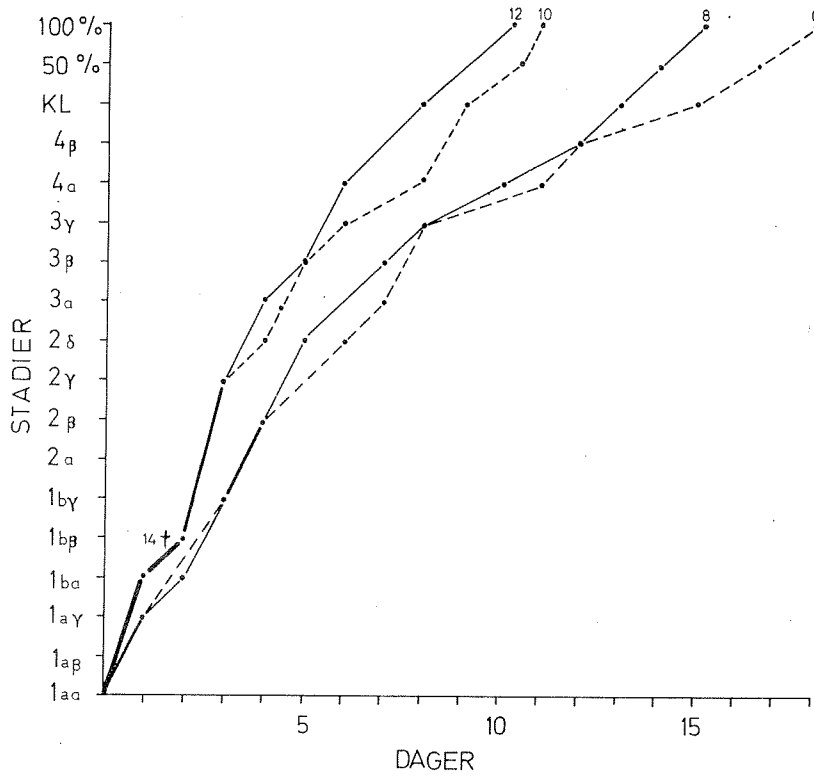


Fig. 7. Rødspetteeggens stadiutvikling i de forskjellige temperaturene i R1-forsøket.

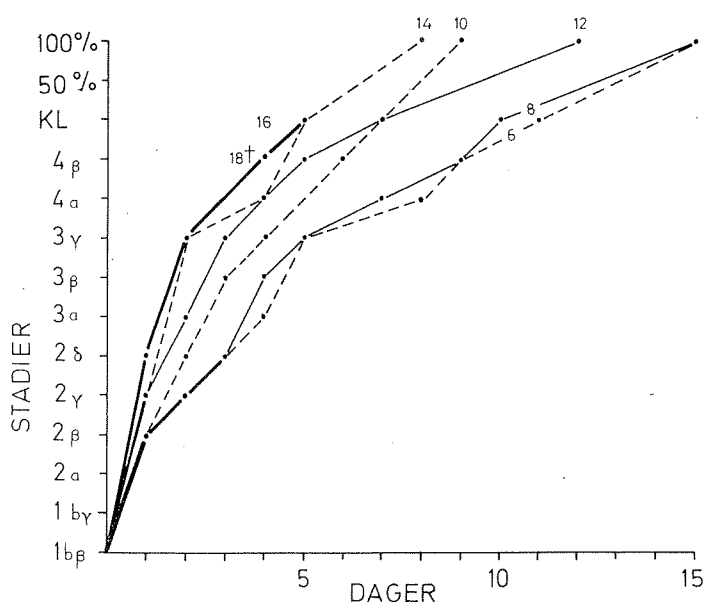


Fig. 8. Rødspetteeggens stadiutvikling i de forskjellige temperaturene i R2-forsøket.

Fig. 8 viser for R2-forsøket (Tabell 2) at kurvene ved 6 og 8°C følger hverandre enda tettere enn i R1-forsøket. I dette forsøket er eggene til og med 14°C kommet frem til fullstendig klekking. Ved 16°C er de kommet frem til begynnende klekking, samme dag ble dette forsøket avsluttet. I 18°C gikk eggutviklingen frem til 4 β . I Fig. 8 ser man at jo høyere temperaturene er jo tettere ligger utviklingskurvene, d.v.s. en økende retardasjon av utviklingshastigheten.

Fig. 9 (R3-forsøket) viser de samme forhold som Fig. 7 og 8, men her har også forsøkene ved 16 og 18°C gitt 100% klekking.

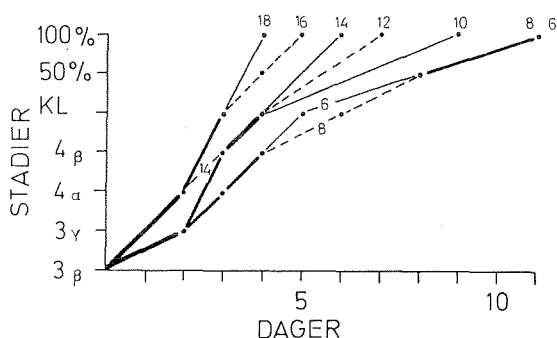


Fig. 9. Rødspetteeggens stadiutvikling i de forskjellige temperaturene i R3-forsøket.

Dødelighet i relasjon til tid

R1-forsøket (Fig. 10) viser at det ikke var noen forskjell i dødelighet mellom 6, 8 og 10°C. Tidspunktene for 100% dødelighet inntraff tidligere ved 8°C enn ved 6°C og enda noe tidligere ved 10°C. Dette skyldes at stoffskiftet er større ved høyere temperatur, og derved resorberes plommemassen hurtigere og dødeligheten inntrådte derfor tidligere da larvene ikke ble føret. Forsøkene ved 12 og 14°C skiller seg ut ved at 100% dødelighet ble registrert i løpet av få dager. Ved 16 og 18°C var alle døde i løpet av første døgn.

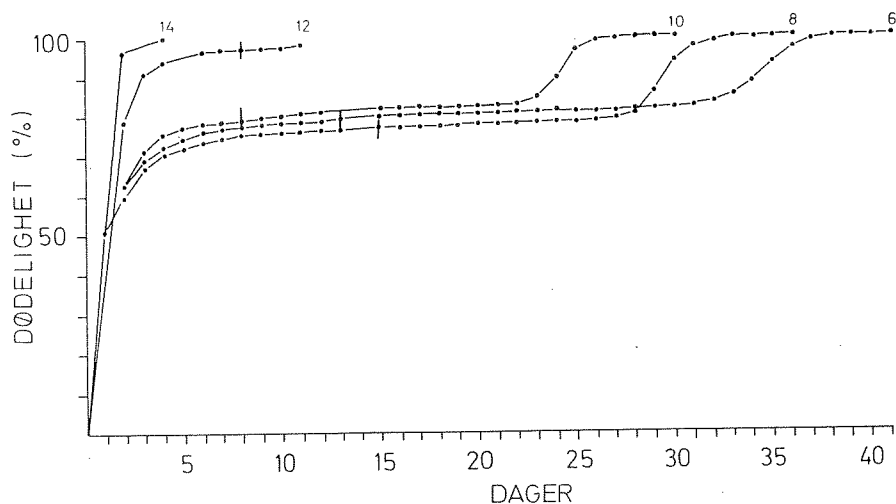


Fig. 10. Rødspetteeggens og larvenes dødelighet i de forskjellige temperaturene i R1-forsøket. Vertikale streker på kurvene angir tidspunkt for begynnende klekking.

Ifølge (Fig. 10) er det en stor dødelighet ved første observasjon i alle forsøkene.

I R2-forsøket (Fig. 11) følger dødelighetskurvene i 6, 8, 10 og 12°C hverandre godt de første 15 dagene. Deretter inntrådte en liknende forskjell som omtalt i R1-forsøket. Ved 14°C viser figuren en større dødelighet gjennom hele forsøksperioden enn ved de lavere temperaturer. Ved 16 og 18°C var dødeligheten betydelig større enn ved 14°C.

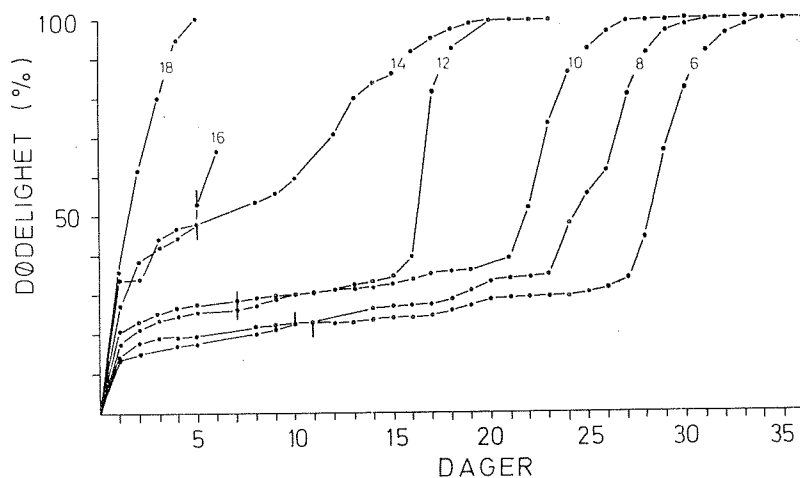


Fig. 11. Rødspetteeggens og larvenes dødelighet i de forskjellige temperaturene i R2-forsøket. Vertikale streker på kurvene angir tidspunkt for begynnende klekking.

I R3-forsøket (Fig. 12) viste det seg å være en noe høyere dødelighet ved 10 og 12°C enn ved 6 og 8°C. I 14, 16 og 18°C var dødeligheten betydelig større og innbyrdes omtrent like stor.

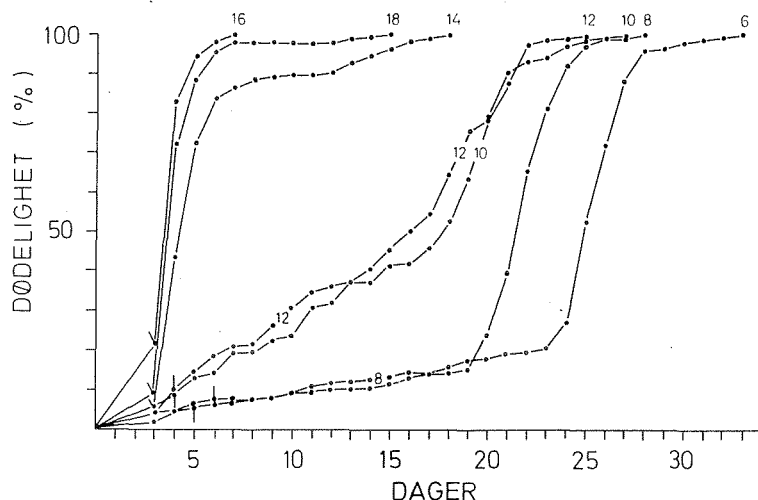


Fig. 12. Rødspetteeggens og larvenes dødelighet i de forskjellige temperatu-
turene i R3-forsøket. Vertikale
streker på kurvene angir tidspunkt
for begynnende klekking.

Larver som ble klekket i en temperatur av 6°C, ble etter en dag satt direkte over i de forskjellige eksperimenttemperatu-
rene (Tabell 2). Det viste seg å være en stor forskjell i dødelighet
i de respektive forsøkestemperaturer (Fig. 13).

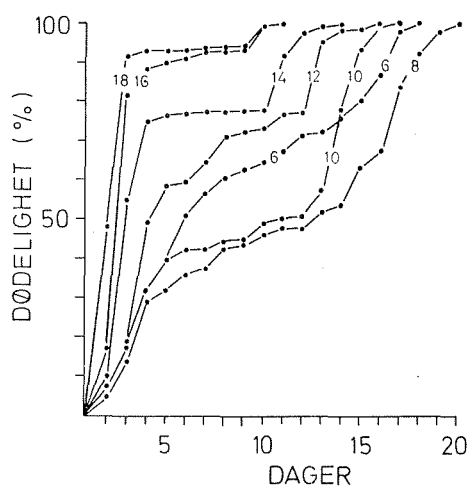


Fig. 13. Rødspettelarvenes
dødelighet i de forskjellige
temperatu-
turene i R4-forsøket.

Allerede etter to døgn var dødeligheten i 16 og 18°C fra 85 til 90%. Ved det tilsvarende tidspunkt var dødeligheten i 6, 8, 10 og 12°C mellom 12 og 20%, mens i 14°C var dødeligheten 50%. Ved 8 og 10°C inntrådte en markert stigning i dødeligheten først etter 12-14 dager. På bakgrunn av resultatene fra eggforsøkene skulle man muligens forvente at dødeligheten ved 6°C hadde samme forløp som ved 8 og 10°C. Ved 6°C var imidlertid dødeligheten relativt mye høyere enn ved de to nevnte temperaturer, uten at dette kan forklares.

Tabell 3. Rødspettelarvenes overleving i de forskjellige temperaturer i antall dager etter klekking (R4-forsøket).

Temp. °C.	Antall dager	
	Med plommesekk	Uten plommesekk og med lav dødelighet
6	5	9
8	5	9
10	4	7
12	4	7
14	3	6
16	2	6
18	2	6

Tabell 3 viser at resorbsjonen av plommesekken går betydelig hurtigere ved økende temperatur. Perioden larvene har til rådighet etter plommesekkens resorbsjon og frem til dødeligheten igjen øker markert, minker også ved økende temperatur.

Dødelighet i relasjon til utviklingsstadier

I R1-forsøket ble det ikke påvist stadieutvikling i 16 og 18°C før 100% dødelighet var inntrådt (Fig. 14). I 14°C inntrådte 100% dødelighet ved stadium 1 b β . Dødeligheten i 6, 8 og 10°C var fra og med stadium 1 b β omtrent like stor, mens dødeligheten i 12°C var noe større.

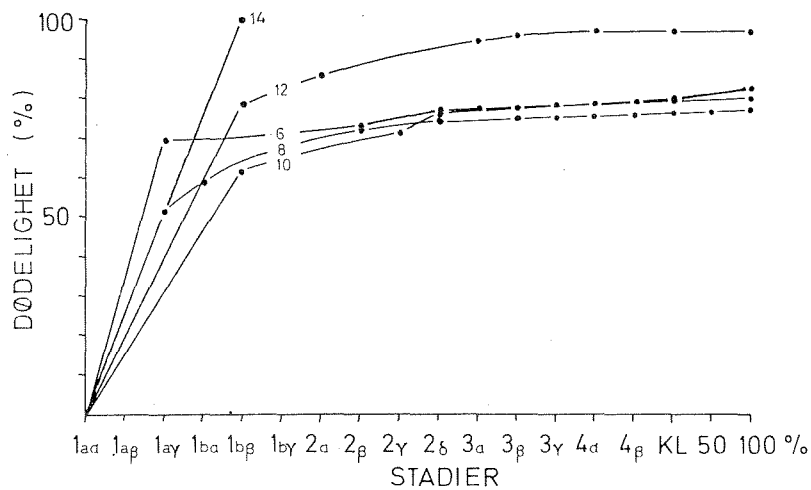


Fig. 14. Rødspetteeggenes dødelighet i forskjellige utviklingsstadier i R1-forsøket.

I R2-forsøket var dødeligheten ved 12°C like stor som ved 6, 8 og 10°C (Fig. 15). De øvrige temperaturer skilte seg klart ut med høyere dødelighet. Ved 100% klekking var 20-30% av eggene i 6, 8, 10 og 12°C døde, mens i 14°C var ca. 50% døde. I 16°C ble forsøket som tidligere nevnt avsluttet ved klekking, mens i 18°C var alt dødt ved stadiet 4β.

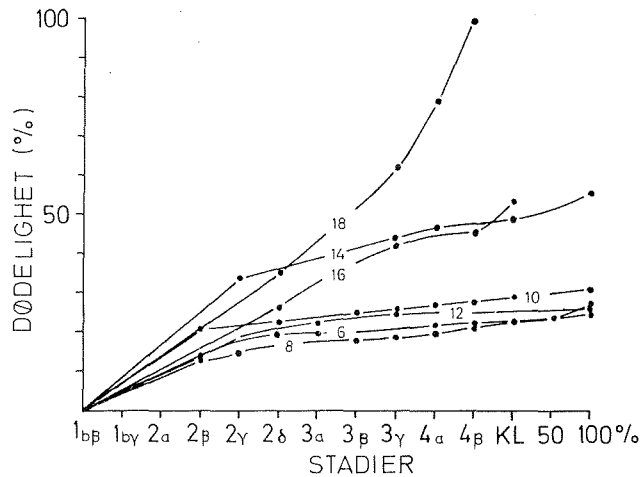


Fig. 15. Rødspetteeggenes dødelighet i forskjellige utviklingsstadier i R-forsøket.

R3-forsøket (Fig. 16) viste en lav dødelighet for temperaturene 6, 8, 10 og 12°C, 10-20% ved 100% klekking. Kurveforløpet for 14, 16 og 18°C er forholdsvis jevnt, men dødeligheten var langt høyere enn ved de først nevnte temperaturene. Imidlertid fikk man 100% klekking også ved disse temperaturene. Forskjellen i dødelighet i 14, 16 og 18°C ved begynnende klekking (KL) og 50% klekking, skyldtes sannsynligvis at tidspunktet for disse stadiene ikke er helt nøyaktige da man observerte bare en gang pr. døgn.

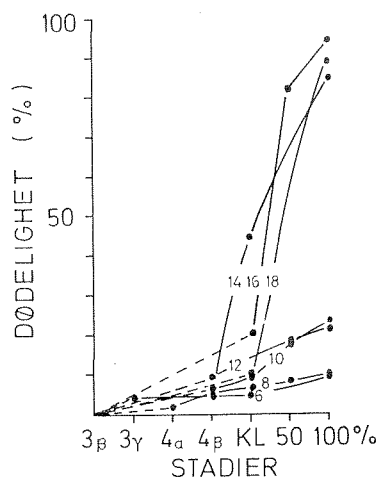


Fig. 16. Rødspetteegenes dødelighet i forskjellige utviklingsstadier i R3-forsøket.

Torsk

Utvikling

Utviklingshastigheten ved de forskjellige temperaturene i T1-forsøket er vist i fig. 17. På grunn av et uhell i forsøket ved 6°C, ble dette avsluttet ved 50% klekking. Fig. 17 viser ikke den samme retardasjonen i utviklingshastigheten som ble påvist for rødspette. I 14, 16 og 18°C ble det ikke registrert noen utvikling i eggene.

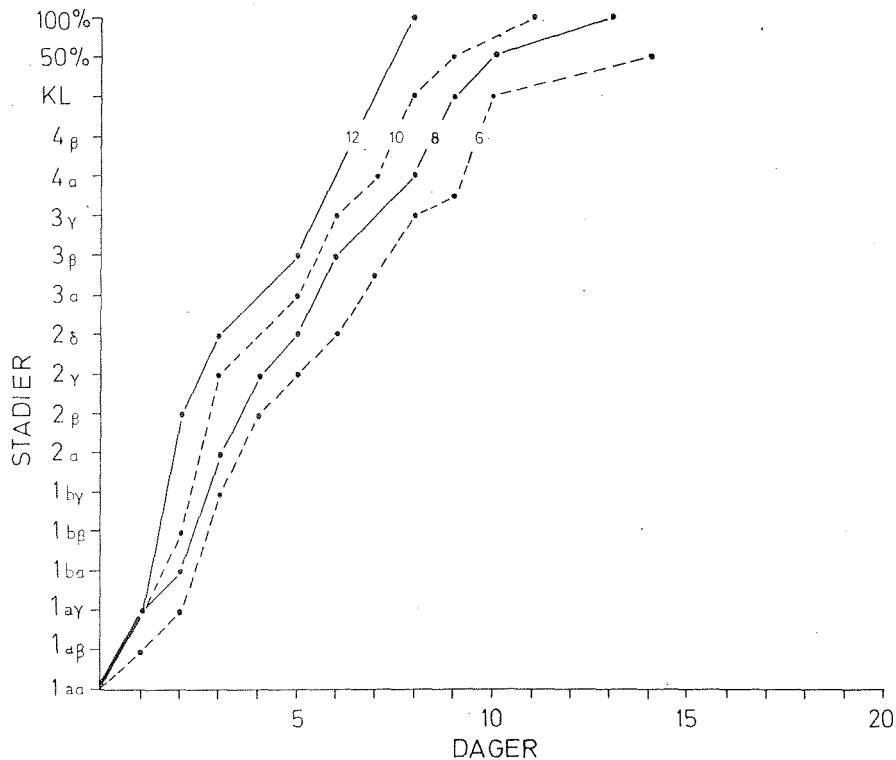


Fig. 17. Torskeeggens utvikling i de forskjellige temperaturene i T1-forsøket.

Torskeegg i stadium 1 b β (T2-forsøket) som ble overført fra ca. 6°C til de forskjellige temperaturene viste en raskere utvikling ved stigende temperatur inntil 12°C (Fig. 18). Utviklingshastigheten ved 12 og 14°C var omtrent den samme, det vil si at en også her har en retardasjon. Det sees i Fig. 18 at ved 14°C gikk utviklingen helt til 100% klekking, hvilket den ikke gjorde ved 12°C. Utviklingen ved 16 og 18°C gikk frem til henholdsvis 2 δ og 2 γ .

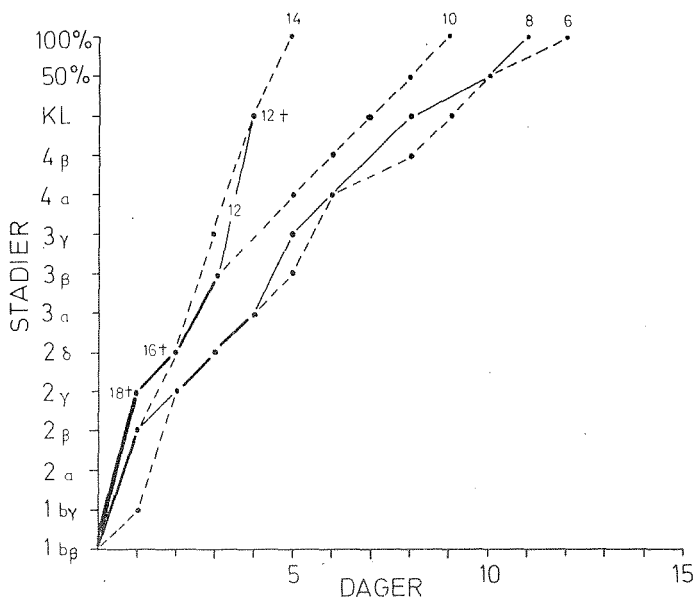


Fig. 18. Torskeeggens utvikling i de forskjellige temperaturene i T2-forsøket.

Dødelighet i relasjon til tid

På grunn av uhellet i 6°C var det ikke mulig å beregne dødeligheten i dette forsøket. Det var ingen forskjell i dødelighet mellom 8 og 10°C (Fig. 19). Ved 12°C var dødeligheten etter to døgn hele 80%. Ved 14°C inntrådte 100% dødelighet i løpet av to dager, og i 16 og 18°C var alle døde etter ett døgn.

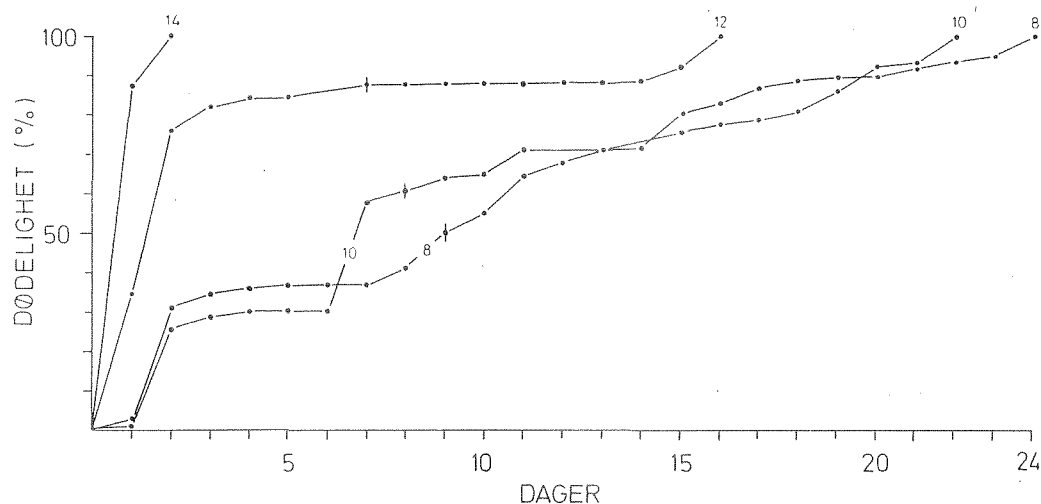


Fig. 19. Torskeeggene og larvenes dødelighet i de forskjellige temperaturene i T1-forsøket. Vertikale streker på kurvene angir tidspunkt for begynnende klekking.

Fig. 20 viser en høyere dødelighet i 8°C mellom 2. og 4. dag enn i 6 og 10°C. Denne forskjellen kan ikke forklares, men gjør at kurven for dødelighet i 8°C vil ligge over 10°C resten av perioden. Noe av det samme gjorde seg også gjeldende for 12 og 14°C. I 16 og 18°C inntrådte 100% dødelighet etter henholdsvis 3 og 2 dager.

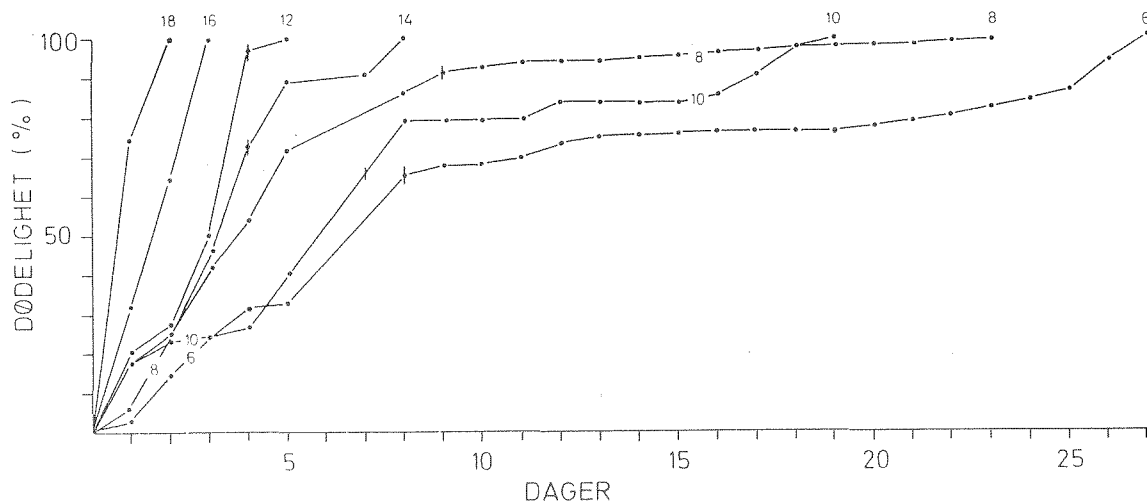


Fig. 20. Torskeeggene og larvenes dødelighet i de forskjellige temperaturene i T2-forsøket. Vertikale streker på kurvene angir tidspunkt for begynnende klekking.

Dødelighet i relasjon til utviklingsstadier

I Fig. 21 ser man at det var ubetydelig forskjell mellom 8 og 10°C når det gjelder dødelighet i de forskjellige stadier. Ved 12°C var det derimot en stor dødelighet i første del av utviklingen (frem til stadium 2 β). I de tre høyeste temperaturene ble det ikke registrert noen utvikling.

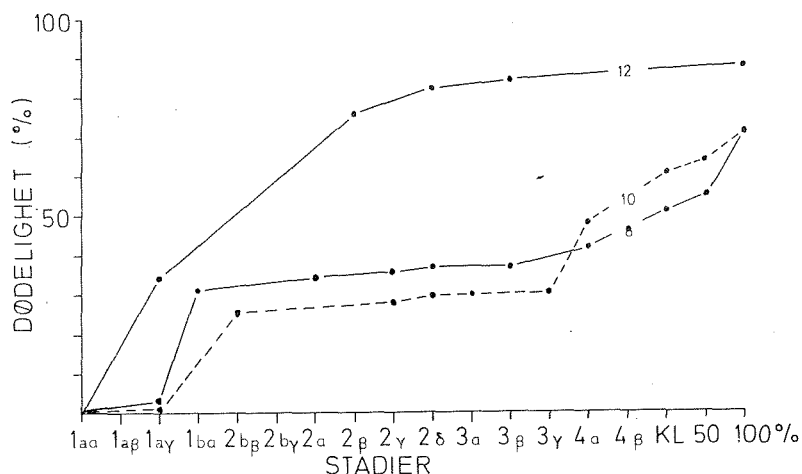


Fig. 21. Torskeeggenes dødelighet i forskjellige utviklingsstadier i T1-forsøket.

I T2-forsøket viser Fig. 22 at det er vanskelig å påpeke utpregete forskjeller i dødelighet ved temperaturene 6, 8, 10, 12 og 14°C. Dette kan skyldes at eggmaterialiet er noe for lite (Tabell 2). Total dødelighet i 16 og 18°C inntrådte allerede henholdsvis i stadiene 2 δ og 2 γ .

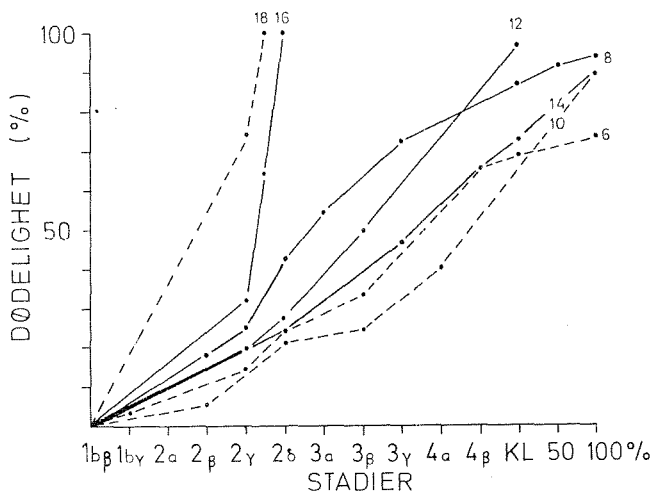


Fig. 22. Torskeeggenes dødelighet i forskjellige utviklingsstadier i T2-forsøket.

Sild

Utvikling

Som tidligere nevnt begrenser stadielinndelingen seg i S1-forsøket (Tabell 2) til synlig øyepigment (ØP), begynnende klekking (KL) og 100% klekking av de gjenlevende. Fig. 23 viser ved stadiet KL en tydelig retardasjon med økende temperatur, således var utviklingshastigheten ved 14 og 16°C omtrent den samme fram til klekking. Ved 16°C gikk utviklingen bare frem til dette stadiet og ved 18°C døde eggene før øyepigmentet var synlig.

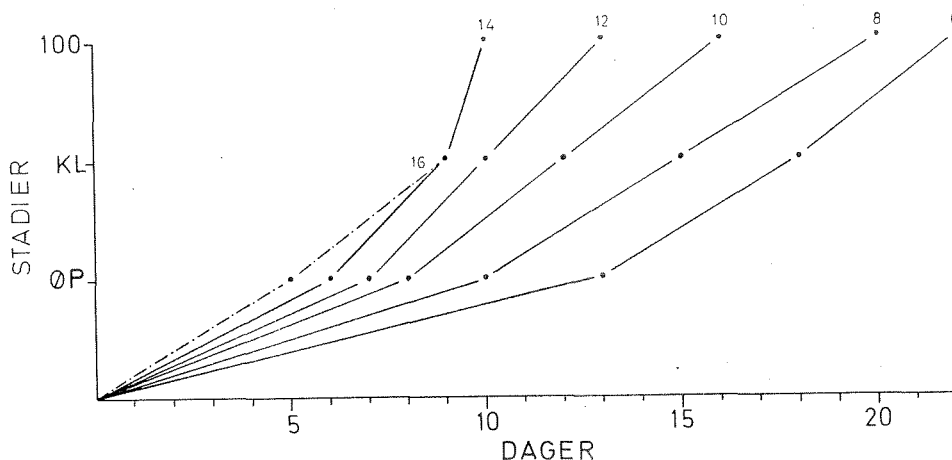


Fig. 23. Sildeeggernes utvikling i de forskjellige temperaturene i S1-forsøket.

Dødelighet i relasjon til tid

Fig. 24 viser den reelle dødelighetskurven for befruktete sildeegg. I motsetning til i R1- og T1-forsøket hadde man her mulighet for å bestemme befruktningsprosenten. Denne var tilnærmet like stor på alle objektglassene (mellom 51 og 57%).

Dødeligheten ved 6°C var spesielt i siste del av forsøksperioden mye høyere enn i 8°C. Da S1-forsøket ble avsluttet ved 100% klekking var det bare i 16 og 18°C at 100% dødelighet inntraff i forsøksperioden. Fig. 24 viser at det var et tydelig sprang i dødeligheten fra 12 til 14°C.

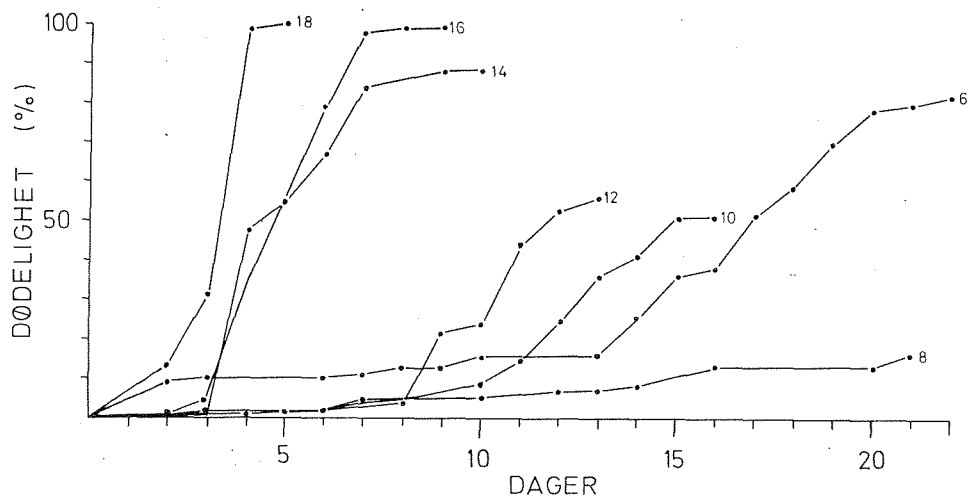


Fig. 24. Sildeeggens dødelighet i de forskjellige temperaturene i S1-forsøket.

Dødelighet i relasjon til utviklingsstadier

På samme måte som i forrige avsnitt viser Fig. 25 at dødeligheten ved 6°C hadde et avvikende forløp. Ved 8°C var dødeligheten lav gjennom hele utviklingsperioden. Dødeligheten ved 10 og 12°C lå en del høyere etter ØP-stadiet, og var tilnærmet den samme i begge forsøk. Fig. 25 viser at den store forskjellen i dødelighet mellom 12 og 14°C (Fig. 24) skyldes en stor dødelighet frem til ØP-stadiet ved 14°C.

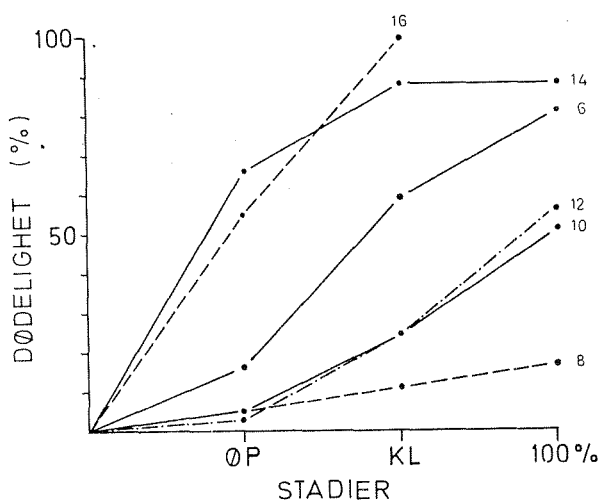


Fig. 25. Sildeeggens dødelighet i forskjellige utviklingsstadier i S1-forsøket.

DISKUSJON OG KONKLUSJON

Temperaturforholdene i forsøkene 8-18°C må sies å ha vært tilfredsstillende gjennom hele perioden. Den laveste temperaturen derimot varierte noe mer enn ønskelig kunne være.

Temperaturens effekt vil variere med forskjellige saltholdigheter og det er derfor av vesentlig betydning å måle begge parametre (KINNE 1963). I følge WESTERNHAGEN (1970) vil en forskyvning av enten temperaturen eller saltholdigheten over eller under et visst nivå, forandre både dødelighet og inkubasjonstid for rødspette-, skrubbe- og torskeegg. HOLLIDAY og BLAXTER (1960) har vist at saltholdigheten virker inn på sildeeggens inkubasjonstid.

I de foreliggende eksperimentene var saltholdigheten stabil og tilnærmet konstant gjennom hele perioden. Temperaturens effekt på egg og larver er derfor egentlig en kombinert effekt av vedkommende temperatur og den konstante saltholdigheten.

For alle de tre artenes vedkommende reduseres tiden frem til 100% dødelighet med økende temperatur. Over en viss grensetemperatur er denne økningen meget markert. I eggforsøkene hvor eggene ble eksponert til de forskjellige temperaturene allerede fra stadium 1 a ∞ , lå denne grense mellom 10 og 12°C for rødspette og mellom 12 og 14°C for torsk og sild. For egg som ble overført til forsøkestemperaturene i senere stadier lå denne grensen mellom 12 og 14°C. Den relativt høye dødeligheten av sildeegg ved 6°C skyldes sannsynligvis at eggene lå for mye sammenklumpet på objektglassene. En øket dødelighet p.g.a. dette er tidligere beskrevet av LEA (1930) og RUNNSTRØM (1943) på gytefeltet og av BLAXTER (1956, 1962) i akvarieforsøk.

Forsøkene med rødspettelarvene (R4-forsøket) viser en høy dødelighet i den perioden hvor plommesekken resorberes. Dette er ikke funnet i de andre forsøkene. Dødeligheten kan derfor muligens skyldes en kombinasjon av påkjenning ved overføringen og temperatursjokket larvene derette ble utsatt for. Den store dødeligheten mot slutten av forsøket skyldtes at larvene sultet ihjel. Larvene må ha mulighet til å begynne og spise før denne markerte dødeligheten intrer. Tiden de hadde til rådighet for å finne næring avtok med stigende temperatur.

Forskjellen i utviklingshastighet for rødspetteegg som hele utviklingsperioden har gått i henholdsvis 6 og 12°C er ca. 50% (R1-forsøket). Når eggene først på et senere utviklingsstadium utsettes for temperaturer over 6°C reduseres denne forskjellen. Således er forskjellen i utviklingshastigheten mellom de to ovenfor nevnte temperaturer når eggene overføres til 12°C i henholdsvis stadium 1 b/β (R2-forsøket) og stadium 3/β (R3-forsøket) redusert til ca. 30 og 10%. Torskeegg som ble overført til 12°C i stadium 1 a∞ (T1-forsøket) og i stadium 1 b/β (T2-forsøket), ga i begge tilfelle en økning i utviklingshastighet på ca. 35% i forhold til utviklingen ved 6°C. Forsøket med sildeegg viste en forskjell på ca. 45% når eggene ble utviklet i henholdsvis 6 og 12°C. Det viser seg altså at ved å øke temperaturen fra 6 til 12°C fra og med stadium 1 a∞ for de tre undersøkte arter, var den prosentvise hastighetsøkning i eggutviklingen omtrent av samme størrelsesorden.

I de fleste forsøkene har man fått en retardasjon av utviklingshastigheten ved økende temperatur. Dette er tidligere observert for makrell (WORLEY 1933), og for torsk og rødspette av BONNET (1939) og WESTERNHAGEN (1970).

Den store dødeligheten i tiden frem til første observasjon i forsøkene med nybefruktete rødspetteegg (R1-forsøket) inkluderer foruten naturlig dødelighet også ubefruktete egg og en eventuell overføringsdødelighet. Da befruktete og ubefruktete egg må antas å ha vært tilfeldig fordelt i utgangsmaterialet vil tilblendingen av ubefruktete egg være like stor ved alle forsøkstemperaturene. Derfor kan man se bort fra dette i den inbyrdes, relative vurdering av resultatene. Rødspetteeggene som ble overført i stadium 1 a∞ viste ved de laveste temperaturer ingen utpreget dødelighet i bestemte stadier. Egg som ble overført til eksperimenttemperaturer 6 til 12°C på senere utviklingstrinn, ga heller ikke utpreget dødelighet i bestemte stadier. Rødspetteegg som ble eksponert allerede fra stadium 1 a∞ til høye temperaturer (14 til 18°C), ga total dødelighet i løpet av de første utviklingsstadiene i motsetning til egg som først ble eksponert til tilsvarende temperaturer på senere utviklingstrinn. I disse forsøkene fikk man isteden en stor dødelighet henholdsvis like før og under klekkefasen.

Eksperimentet med torskeegg i stadium 1 a ∞ (T1-forsøket) viste også en høy dødelighet i tiden frem til første observasjonspunkt. Dette skyldes antagelig også her, foruten naturlig dødelighet, i vesentlig grad en kombinasjon av ubefruktede egg og overføringsdødelighet. I motsetning til forsøkene med rødspetteeggene viste forsøkene med torskeegg en noe økende dødelighet i siste del av inkubasjonstiden. Samme tendens viste seg også i forsøket med sildeegg.

Dødeligheten øket som tidligere nevnt i alle forsøkene sterkt ved 12-14°C. Dessuten ble det også fra og med disse temperaturene observert et mer eller mindre sterkt innslag av unormalt utviklete larver (Fig. 26). Sannsynligvis vil overlevnings- evnen i naturen for slike larver være meget liten. Det vil derfor være av stor interesse å kvantifisere innslaget av slike larver ved senere eksperimenter.

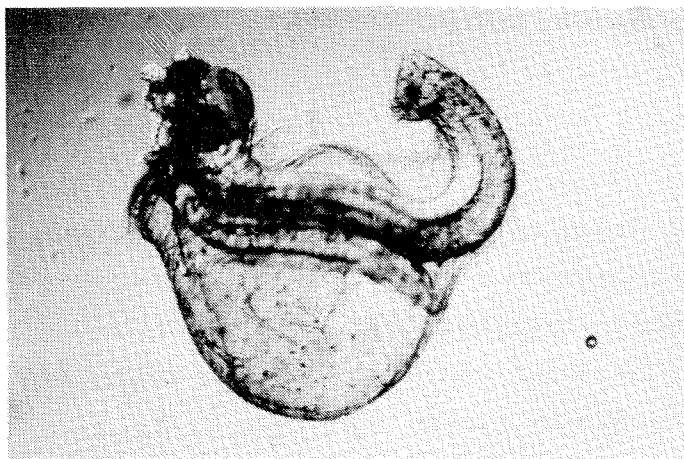


Fig. 26. Fotografi av deformert rødspettelarve.

For å få et mest mulig homogent materiale ble det bare benyttet egg fra samme hunn og melke fra samme hann til alle forsøkene. Eggene som ble brukt må derfor antas å ha hatt tilnærmet samme kvalitet, da de forskjellige befruktningene for samme art ble utført i løpet av få dager. Da det ut fra kapasitetshensyn ikke har vært mulig å utføre parallelle forsøk med egg og melke fra flere individer av samme art, vil en ikke kunne få frem eventuelle individuelle variasjoner med hensyn på temperaturpåvirkning.

SAMMENDRAG

- 1) Det ble gjort forsøk med egg av rødspette, torsk og sild, samt larver av rødspette ved temperaturene: 6, 8, 10, 12, 14, 16 og 18°C. Forsøkene ble utført for å undersøke høye temperaturers innvirkning på egg- og larveutvikling.
- 2) Eggene ble befruktet ved ca. 6°C, og deretter ved forskjellige utviklingsstadier satt direkte over i eksperimenttemperaturene.
- 3) Dødeligheten økte meget markert når temperaturen var over en viss verdi som syntes å ligge mellom 10 og 12°C for rødspette og torsk, og 12 og 14°C for sild.
- 4) Den prosentvise forskjell i utviklingshastighet på egg som i hele perioden gikk i henholdsvis 6 og 12°C, var omtrent den samme for alle tre artene.
- 5) Levetiden til de uførete larvene avtok raskt med økende temperatur.
- 6) Det ble ikke påvist spesiell høy dødelighet i bestemte stadier under inkubasjonstiden.

REFERANSER

- BLAXTER, J.H.S. 1956. Herring rearing - II. The effect of temperature and other factors on development. Mar.Res.Scot. 5, 19 pp.
- BLAXTER, J.H.S. 1956. Herring rearing - IV. Rearing beyond the yolk sac stage. Mar.Res.Scot. 1, 18 pp.
- BONNETT, D.D. 1939. Mortality of the cod egg in relation to temperature. Biol.Bull.mar.biol.Lab., Woods Hole, 76: 428-441.
- HOLLIDAY, F.G.T. and BLAXTER, J.H.S. 1960. The effects of salinity on the developing eggs and larvae of the herring. J.mar.biol.Ass.U.K. 39: 591-603.
- KINNE, O. 1963. The effects of temperature and salinity on marine and brackish water animals. I. Temperature. In Oceanogr.mar.Biol.Ann.Rev., edited by H. Barnes, George Allen and Unwin Ltd., London, 1: 301-340.
- LEA, E. 1930. Mortality in the tribe of Norwegian herring. Rapp.P.-v.Reun.Cons.Perm.int.Explor.Mer, 65: 100-117.

- RUNNSTRØM, S. 1941. Quantitative investigations on herring spawning and its yearly fluctuations at the west coast of Norway. FiskDir.Skr.Ser.Hav-Unders. 6 (8): 1-71.
- WESTERNHAGEN, H. von, 1968. Versuche zur Erbrütung der Eier des Schellfisches (Melanogrammus aeglefinus L.) unter kombinierten salzgehalts - und Temperaturbedingungen. Ber.dt.wiss.Komm.Meeresforsch 19: 270-287.
- WESTERNHAGEN, H. von, 1970. Erbrütung der Eier von Dorsch (Gadus morhua L.), Flunder (Pleuronectes flesus L.) und Scholle (Pleuronectes platessa L.) unter kombinierten temperatur - und salzgehaltsbedingungen. Helgoländer wiss. Meeresunters. 21: 21-102.
- WORLEY, L.G. 1933. Development of the egg of the mackerel at different constant temperatures. J. genet. Physiol. 16: 841-857.

FISKEN OG HAVET, SERIE B

Oversikt over tidligere artikler finnes i tidligere nr.

- 1974 Nr. 1 G. Berge og R. Pettersen: Telleinstrument for marine partikler. Videreutvikling av egg-telleren.
- " Nr. 2 E. Egidius: Vibriose.
A. Johannessen: Lakselus.
- " Nr. 3 B. Bøhle: Blåskjell og blåskjelldyrkning.
- " Nr. 4 K. Palmork og S. Wilhelmsen: Undersøkelse av fisk fra oljeforurenset område av Gisundet.
- " Nr. 5 Anon.: Lover og forskrifter av betydning for oppdrettsnæringen.
- " Nr. 6 R. Sætre: En hydrografisk undersøkelse i Matrevågen, Nordhordland.
- " Nr. 7 E. Bakken: Oversikt over Norges fiskeriressurser.
- " Nr. 8 F. Kjelstrup Olsen: Vestlandstoktene 1954-1968.
- " Nr. 9 F. Utne: Fôring og førsammensetninger til ørret og laks i matfiskproduksjonen.
S. Ugletveit: Pigmentering av lakse- og ørretkjøtt.
S. Ugletveit: Forsøk med ulikt vanninnhold i fôret til regnbueørret (Salmo gairdneri) ved oppdrett i sjøvann.

- 1974 Nr. 10 K.F. Wiborg og K. Hansen: Fiske og utnyttelse av raudåte (Calanus finmarchicus Gunnerus).
- " Nr. 11 O. Ingebrigtsen: Presentasjon av Fisk og Forsøk, Matredal.
- " Nr. 12 E. Ellingsen: Brisling i Oslofjordområdet. En oversikt over biologi og økonomisk betydning.
- " Nr. 13 D.S. Danielssen: Sild i Oslofjordområdet. En oversikt over biologi og økonomisk betydning.
- " Nr. 14 S.A. Iversen: Makrell i Oslofjordområdet. En oversikt over biologi og økonomisk betydning.
- " Nr. 15 S. Tveite: Ål i Oslofjordområdet. En oversikt over biologi og økonomisk betydning.
- " Nr. 16 S. Tveite: Torsk i Oslofjordområdet. En oversikt over biologi og økonomisk betydning.
- " Nr. 17 E. Ellingsen: Reker i Oslofjordområdet. En oversikt over biologi og økonomisk betydning.
- " Nr. 18 B. Bøhle: Blåskjell i Oslofjorden. En oversikt over biologi og økonomisk betydning.
- " Nr. 19 E. Dähl, E. Ellingsen og S. Tveite: Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med kjølevannsutslipp. Feltundersøkelser i Oslofjordområdet, januar - juni 1974.
- " Nr. 20 B. Bøhle: Temperaturpreferanse hos torsk (Gadus morhua L.).
- " Nr. 21 B. Bøhle: Dødelighet hos dypvannsreke (Pandalus borealis Krøyer) og torsk (Gadus morhua L.) i oppvarmet sjøvann.