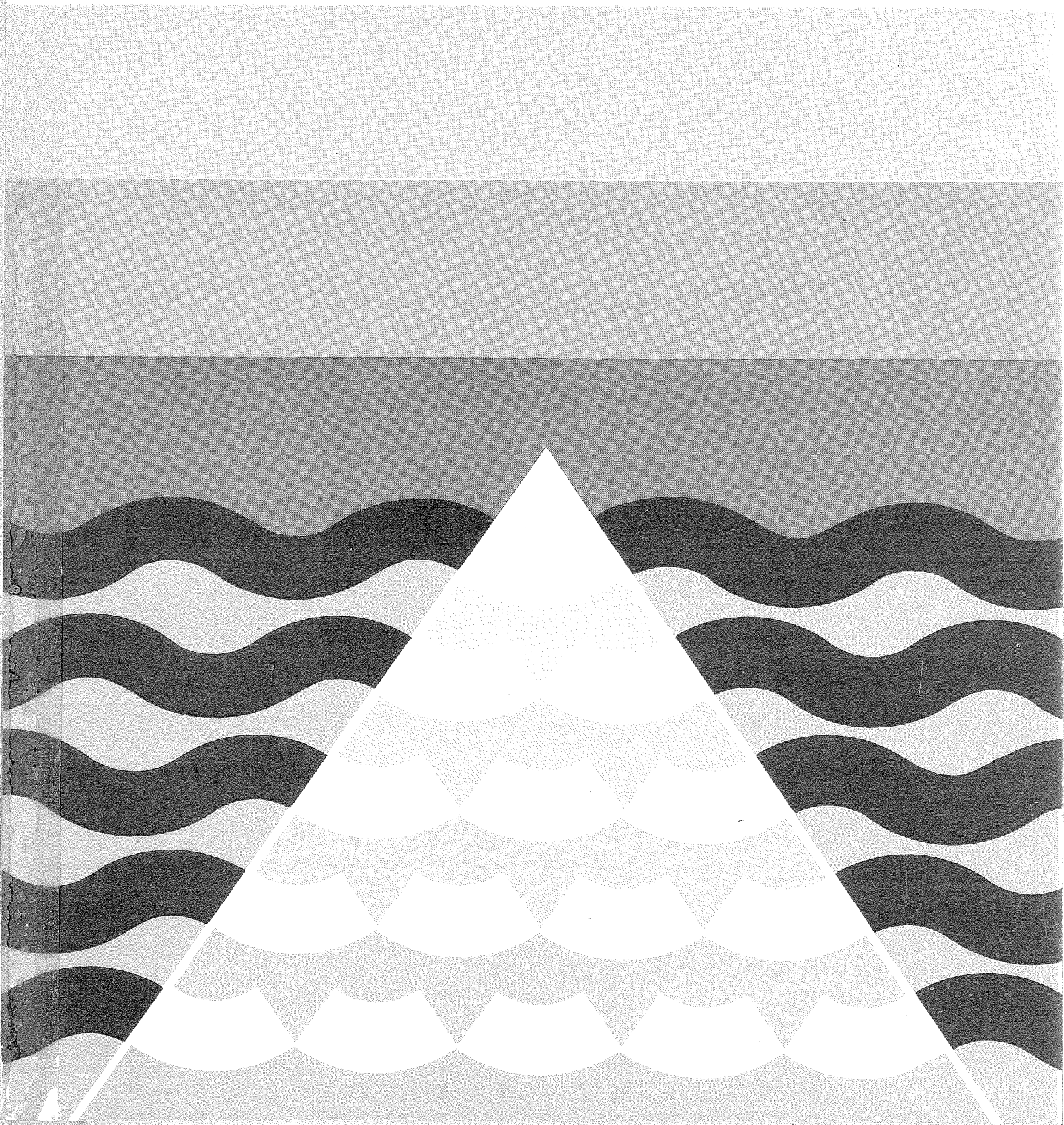


SERIE B
1977 Nr. 2

FISKEN og HAVET

RAPPORTER OG MELDINGER
FRA FISKERIDIREKTORATETS HAVFORSKNINGSINSTITUTT - BERGEN



SERIE B
1977 Nr. 2

Begrenset distribusjon
varierende etter innhold
(Restricted distribution)

TEMPERATURENS INNVIRKNING PÅ UTVIKLINGEN AV NATURLIG OG
KUNSTIG BEFRUKTETE MAKRELLEGG (Scomber scombrus L.)

AV

Didrik S. Danielssen og Svein Arnholt Iversen
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt
Statens Biologiske Stasjon Flødevigen, 4800 Arendal

Redaktør
Erling Bratberg

Januar 1977

INNHOLD

	Side
1. INNLEDNING	3
2. MATERIALE OG METODER	3
2.1 Kunstig befruktete egg fra død fisk	5
2.2 Kunstig befruktete egg fra levende fisk	5
2.3 Naturlig gyttede egg fra basseng	5
2.4 Naturlig gyttede egg fra sjøen	6
3. RESULTATER	6
3.1 Kunstig befruktete egg fra død fisk	6
3.1.1 Eggutvikling	6
3.1.2 Dødelighet i relasjon til tid	7
3.1.3 Dødelighet i relasjon til utviklingsstadier	8
3.2 Kunstig befruktete egg fra levende fisk	9
3.2.1 Eggutvikling	9
3.2.2 Dødelighet i relasjon til tid	10
3.2.3 Dødelighet i relasjon til utviklingsstadier	10
3.3 Naturlig gyttede egg fra basseng	10
3.3.1 Dødelighet i relasjon til tid	10
3.4 Naturlig gyttede egg fra sjøen	12
3.4.1 Eggutvikling	12
3.4.2 Dødelighet i relasjon til tid	12
3.4.3 Dødelighet i relasjon til utviklingsstadier	13
4. DISKUSJON OG KONKLUSJON	14
5. SAMMENDRAG	16
6. REFERANSER	17

1. INNLEDNING

Makrell er en viktig økonomisk art i Nordsjøområdet. Den gyter over hele dette området i mai-juni. Undersøkelser i Skagerrak og Nordsjøen i 1968-1972 viste at over 90% av gytingen foregår i Nordsjøen med hovedtyngden i den sentrale delen (IVERSEN 1973). I motsetning til de fleste andre arter modnes eggene etterhvert slik at hver enkelt fisk gyter i porsjoner over et visst tidsrom. Makrellen har pelagiske egg med oljedråpe og den ovenfor nevnte undersøkelsen viste at over 80% av eggene finnes i de øvre 5 m.

Hensikten med denne undersøkelsen var å vurdere kvaliteten av naturlig og kunstig befruktete egg som utgangsmateriale for eksperimentering, og å undersøke forskjellige temperaturers innvirkning på eggutvikling og dødelighet. Det har tidligere, så vidt vites, ikke vært publisert eksperimenter med makrellegg/larver fra dette området.

2. MATERIALE OG METODER

Akvarieopplegget er det samme som beskrevet av DANIELSSEN OG IVERSEN (1974). Eggutviklingen ble bestemt etter stadiene beskrevet av WESTERNHAGEN (1968). Det er blitt brukt fire metoder for å fremskaffe nybefruktete egg, kunstig befruktning fra død og levende fisk samt naturlig gyting i basseng og i sjøen. En oversikt over antall egg som ble benyttet i de forskjellige forsøkene er vist i Tabell 1 og 2. Temperaturforløpene i forsøkene er vist i Fig. 1 og 2.

Tabell 1. Antall egg i forsøkene med forskjellige temperaturer.

Forsøk	Temp. °C					
	12°C	14°C	16°C	18°C	20°C	22°C
Kunstig befruktete egg fra død fisk	3552	2276	2377	2372	3336	1817
Kunstig befruktete egg fra levende fisk	774	402	503	429	234	221
Naturlig gyttede egg fra basseng	803	798	975	460	1182	1027

Tabell 2. Antall egg i fire parallelle forsøk med egg fra sjøen. Temperaturen var i forsøksperioden 14° - 15°C.

Forsøk	1	2	3	4
Naturlig gytt egg fra sjøen	49	56	52	103

I alle eksperimentene er bare de eggene som har sunket til bunnen blitt betraktet som døde.

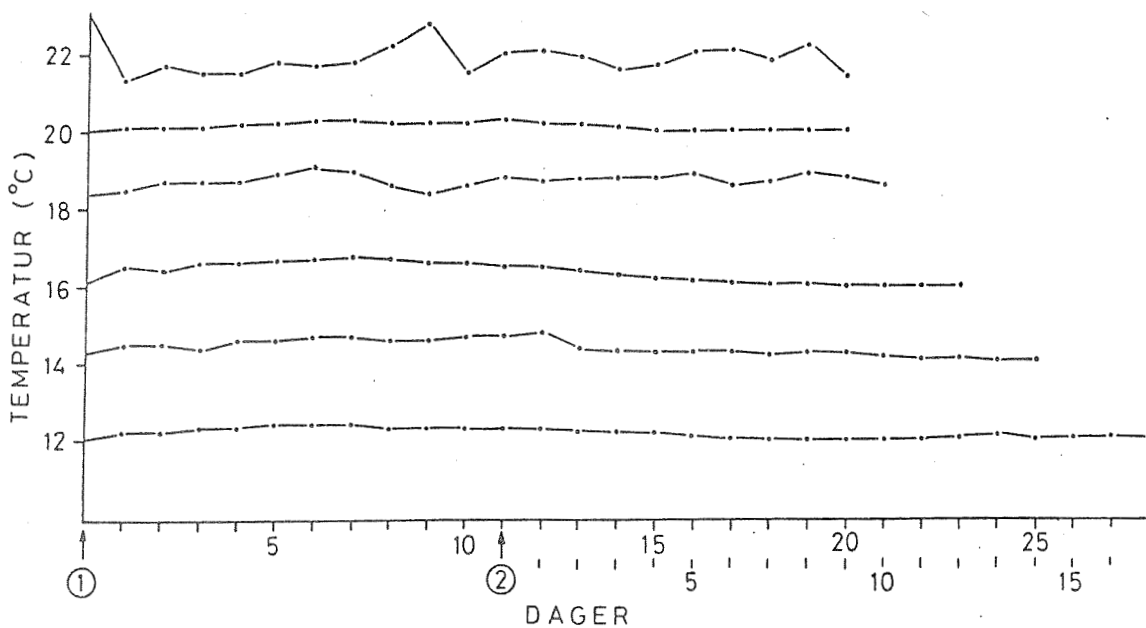


Fig. 1. Temperaturforløpet i forsøkene med kunstig befruktete egg fra død og levende fisk. (1) forsøksstart med egg fra død fisk. (2) forsøksstart med egg fra levende fisk.

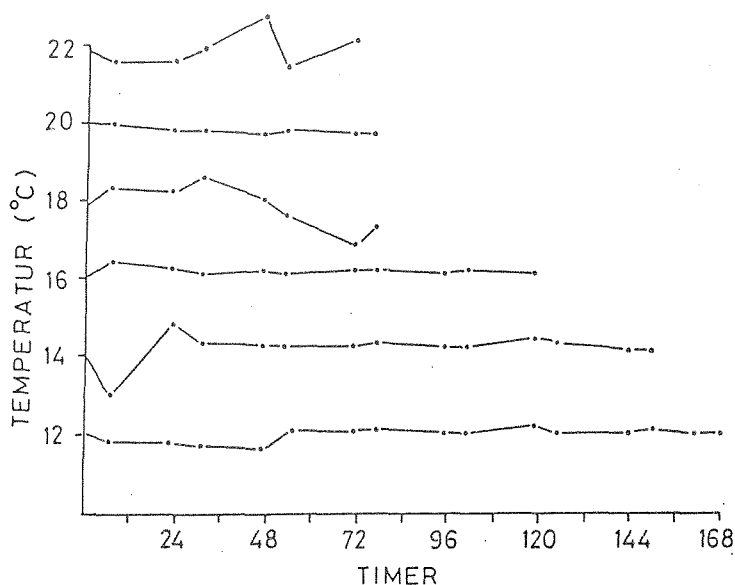


Fig. 2. Temperaturforløpene i forsøkene med egg fra naturlig gyting i basseng.

2.1 Kunstig befruktete egg fra død fisk

Makrell som ble dorget ved 5-6 tiden om morgenen ble strøket i død tilstand kl. 0930. Befruktningen foregikk i vann ved 12°C. Det ble brukt tre hunner og tre hanner, og egg og melke fra alle fiskene ble blandet sammen. Eggene ble overført en halv time senere i forsøksakvariene i temperaturene 12°, 14°, 16°, 18°, 20° og 22°C. Eggutviklingen og dødeligheten ble undersøkt en gang daglig.

2.2 Kunstig befruktete egg fra levende fisk

Dorgemakrell ble strøket med en gang den ble tatt ombord. Temperaturen i overflaten var ca. 16°C, og det samme var temperaturen i vannet hvor befruktningen foregikk. Egg og melke fra fem hunner og fire hanner ble blandet. Etter ca. tre timer ble eggene satt over i de samme eksperimenttemperaturene i laboratoriet som det foregående eksperimentet.

2.3 Naturlig gyttede egg fra basseng

17 gytemodne dorgemakrell ble to til tre timer etterat de var fisket, overført til et større basseng (5 x 4 x 0,7 m). I bassenget var det gjennomstrømmende vann med utløp i overflaten hvor det var plassert en silkasse for oppsamling av egg. Etter en dag var

det noen få egg i silkassen. Disse ble imidlertid ikke benyttet da antallet var for lite. Neste dag var det en mengde egg tilstede. Disse ble overført til de samme temperaturene som de foregående eksperimentene. Temperaturen i gytebassenget var ved overføringen 9,7°C, og steg til 11,2°C etter en dag og til 12,9°C neste dag da eggene ble tatt ut. De enkelte eggforsøkene ble undersøkt to ganger daglig med hensyn på dødelighet. Da temperaturen i disse forsøkene var de samme som de tidligere eksperimentene, er stadieutviklingen ikke undersøkt her.

2.4 Naturlig gyttede egg fra sjøen

Eggene ble samlet inn i Nordsjøen 28 n.m. vest av Hanstholm, Danmark. Hele eksperimentet ble utført ombord i F/F "G.M. Dannevig". Innsamlingen foregikk med egghåv (1 m i diameter og maskevidde 500 μ) som ble slept i overflaten med en hastighet på 1-2 knop i 2-3 min. Eggene ble umiddelbart sortert og bare egg som var i blastulastadiene ble benyttet. En nærmere undersøkelse av en prøve av disse eggene, viste at samtlige var i stadium $1a\beta$. Denne innsamlingsprosedyren ble gjentatt inntil man hadde tilstrekkelig mange egg til forsøkene. Temperaturen i overflaten var 10,7°C, og saltholdigheten var 33,5‰. Dette vannet ble brukt i de enkelte forsøkene, men temperaturen ble umiddelbart hevet til 13°C, og deretter i løpet av få timer til 14°C. Etter en dag ble temperaturen ytterligere hevet til 15°C. Årsaken til temperaturhevingen var at eksperimenttiden som sto til rådighet var knapp. Det ble utført fire parallelle forsøk i en liters akvarier i stagnerende vann som ble gjennomluftet en gang om dagen. Temperaturen ble holdt konstant innenfor $\pm 0,1^\circ\text{C}$ ved hjelp av et Hetofrig temperaturreguleringsbad. Utvikling og dødelighet ble undersøkt etter 18, 28, 42, 52, 66, 76, 100 og 113 timer. Etterhvert som eggene klekket ble larvene tatt ut og overført til andre akvarier.

3. RESULTATER

3.1 Kunstig befruktete egg fra død fisk

3.1.1 Eggutvikling

Eggenes utvikling frem til klekking er vist i Fig. 3. I 20° og 22°C stoppet utviklingen i eggene allerede på et tidlig stadium,

henholdsvis $1b\gamma$ og $1a\gamma$. I de andre forsøkene ble tiden frem til klekking sterkt redusert med økende temperatur. I 18°C var alt klekket etter fire dager, og i 12°C etter syv dager. Som figuren viser går utviklingen i makrellegg så hurtig at det ved en observasjon pr. dag, er en del stadier som ikke blir registrert.

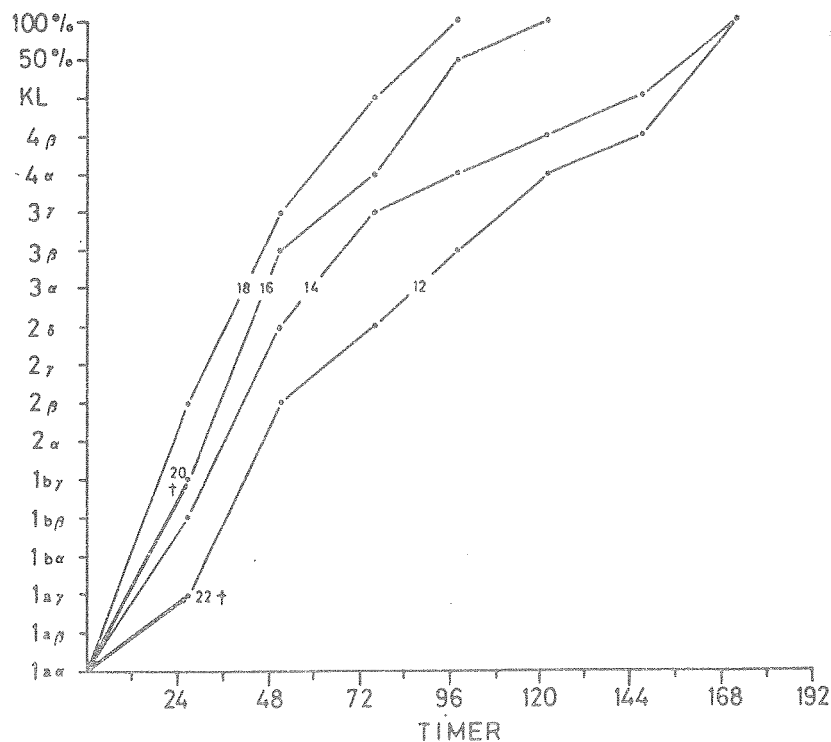


Fig. 3. Makrellegg fra død fisk. Stadieutvikling i de forskjellige temperaturene.

3.1.2 Dødelighet i relasjon til tid

Dødeligheten er høy i alle forsøkene, men stigende med økende temperatur (Fig. 4). I de høyeste temperaturene viste eggprøver fra overflatelaget at også disse eggene var døde allerede første dagen. Tidspunktet for begynnende klekking som er tegnet inn på Fig. 4, er funnet ved interpolering p.g.a. observasjonshyppigheten. Det samme gjelder Fig. 7 og 9. Alle forsøkene går til 100%

dødelighet da larvene ikke ble føret. Larvene levde betydelig lengre i 12°C enn i de høyere temperaturene. Ved 12°C ble larvene maksimalt ca. 13 dager gamle, og ved 18°C ca. 4 dager.

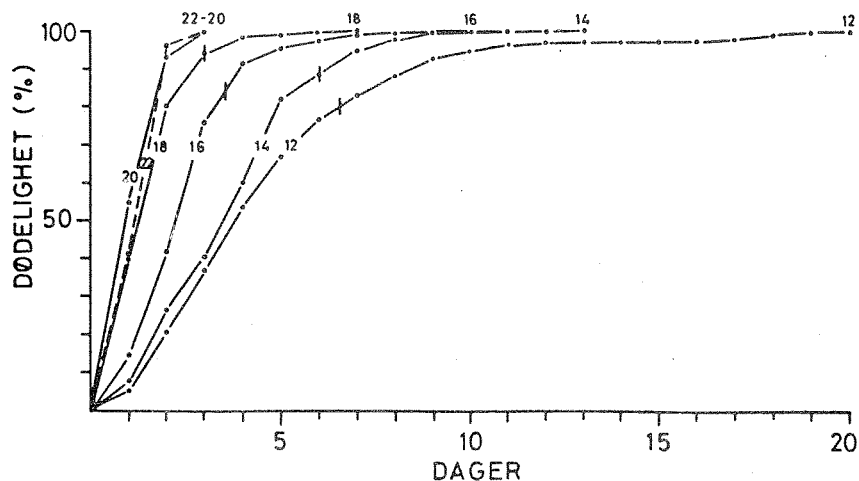


Fig. 4. Makrelleggenes og larvenes dødelighet i de forskjellige temperaturene med egg fra død fisk. Vertikale streker på kurvene angir tidspunktet for begynnende klekking.

3.1.3 Dødelighet i relasjon til utviklingsstadier

I Fig. 5 er stadieutviklingen sammenlignet med kummulativ dødelighet. Som det sees var det ingen spesiell stor dødelighet

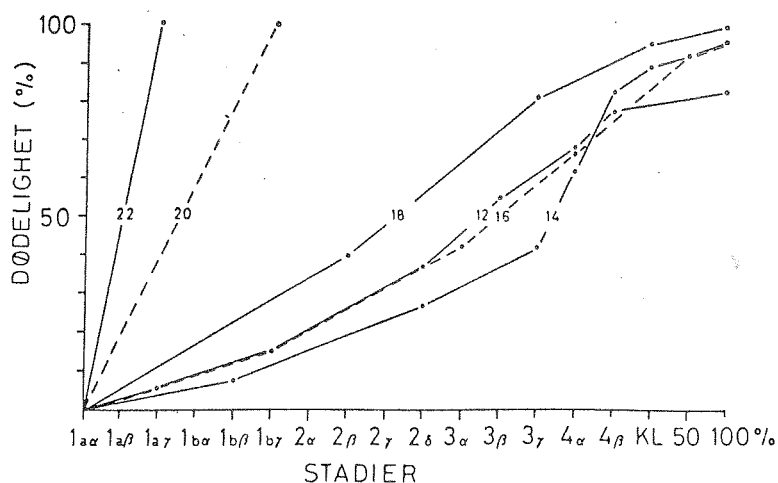


Fig. 5. Makrelleggenes dødelighet i forskjellige utviklingsstadier med egg fra død fisk.

i bestemte stadier i forsøkene. Det synes heller ikke å være noen stor forskjell mellom de enkelte temperaturene bortsett fra i 20° og 22°C hvor eggutviklingen stoppet ved stadium 1b γ og 1a γ . I de andre forsøkene var dødeligheten mellom 82% og 99% når alle var klekket.

3.2 Kunstig befruktete egg fra levende fisk

3.2.1 Eggutvikling

Fig. 6 viser eggutviklingen med tiden. I dette eksperimentet har eggene gjennomgått hele utviklingen frem til klekking også i temperaturene 20° og 22°C. Som figuren viser klekker de første larvene i 12°C etter 144 timer, (6 dager) og i 22°C etter 48 timer (2 dager).

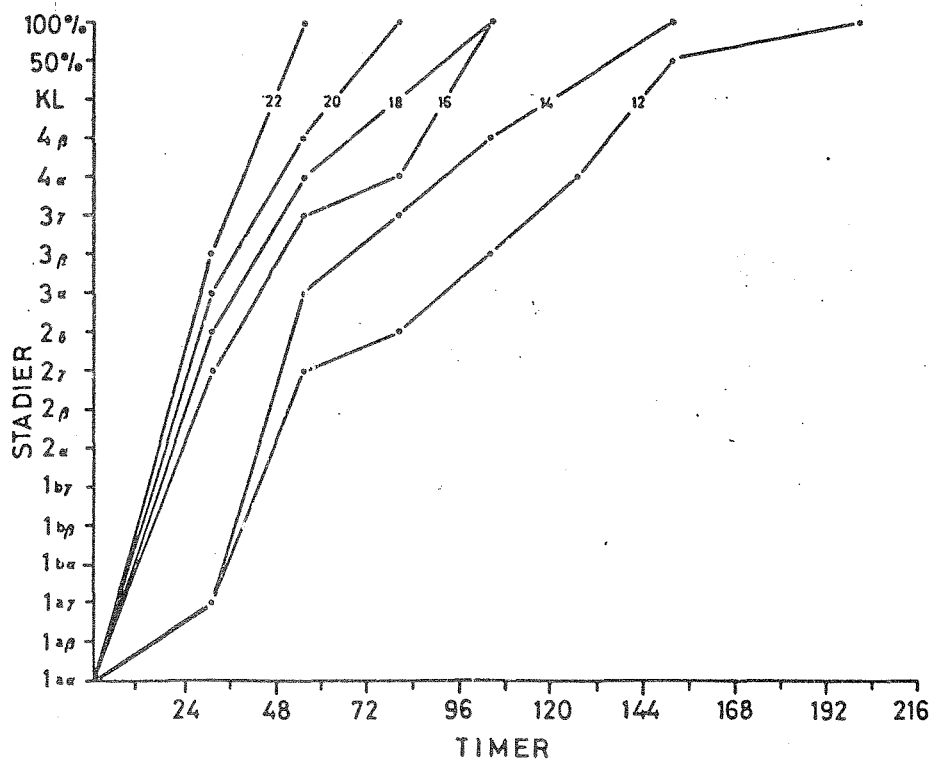


Fig. 6. Makrelleggenes stadiutvikling i de forskjellige temperaturene med egg fra levende fisk.

3.2.2 Dødelighet i relasjon til tid

Dødeligheten det første døgnet var betydelig høyere i 20° og 22°C enn i de lavere temperaturene (Fig. 7). Etter den tid jevner dødeligheten seg mer ut og avtok etterhvert i samtlige temperaturer. Ved klekking var således dødeligheten i de forskjellige forsøkene mellom ca. 75% og ca. 90%.

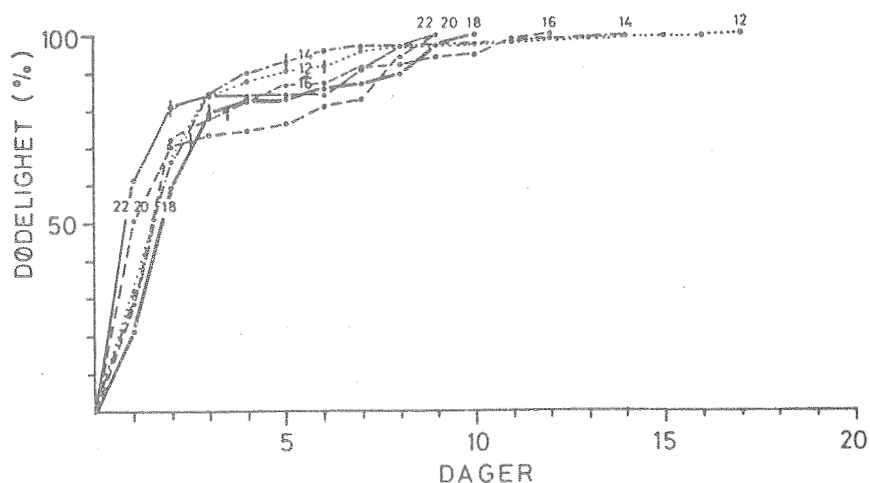


Fig. 7. Makrelleggenes og larvenes dødelighet i de forskjellige temperaturene med kunstig befruktete egg fra levende fisk. Vertikale streker på kurvene angir tidspunktet for begynnende klekking.

3.2.3 Dødelighet i relasjon til utviklingsstadier

Dødeligheten i de forskjellige stadier er vist i Fig. 8. På grunn av den hurtige eggutviklingen er det meget få observasjoner over dødeligheten i de enkelte stadier. Det synes som om dødeligheten i 12° og 14°C er noe større i den første del av utviklingen enn i de andre temperaturene, og selv ved eksperimentets avslutning er forskjellen noe høyere enn de øvrige.

3.3 Naturlig gyttede egg fra basseng

3.3.1 Dødelighet i relasjon til tid

Fig. 9 viser dødeligheten i de enkelte forsøkene som ble avsluttet ved 100% klekking. Eggene var mellom 0 og 13 timer gamle da de

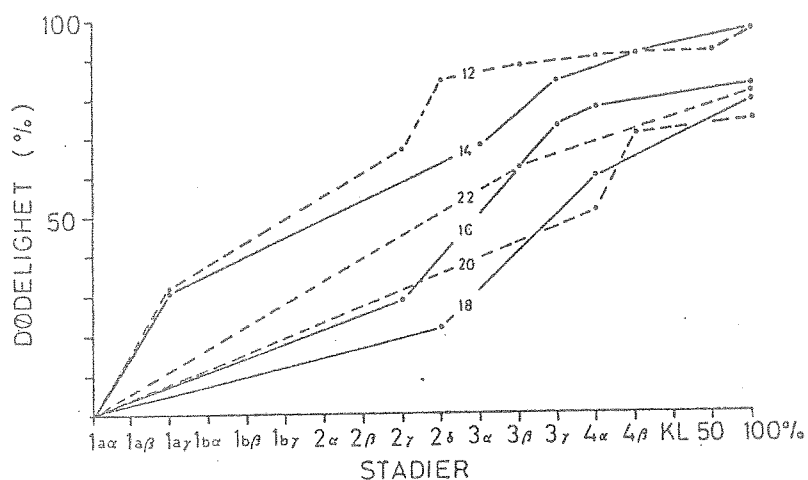


Fig. 8. Makrelleggenes dødelighet i forskjellige utviklingsstadier med kunstig befruktete egg fra levende fisk.

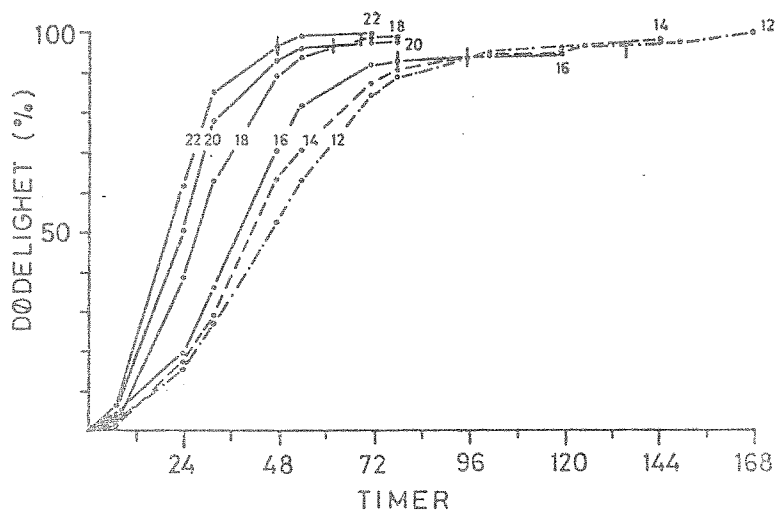


Fig. 9. Makrelleggenes og larvenes dødelighet ved forskjellige temperaturer med egg fra naturlig gyting i basseng. Vertikale streker på kurvene angir tidspunktet for begynnende klekking.

ble satt over i de enkelte forsøksstemperaturerne. Det synes som om det her er en høyere dødelighet ved høyere temperatur. Ved klekkesidspunktet var imidlertid dødeligheten omtrent like stor i alle temperaturerne (over 90%).

3.4 Naturlig gyttte egg fra sjøen

3.4.1 Eggutvikling

Eggene var i stadium $1a\beta$ da forsøkene ble satt igang, og utviklingen videre frem til klekking er vist i Fig. 10 hvor de fire parallellforsøkene er slått sammen. Etterhvert som eggene klekket ble de tatt ut og derved kunne den eksakte prosentvise klekking bestemmes. De første larvene ble observert etter 66 timer. Etter 90 timer var 61% klekket, og samtlige larver var klekket etter 113 timer. Hele 90% av eggene klekket i tidsrommet fra 76 til 100 timer etter forsøkets start.

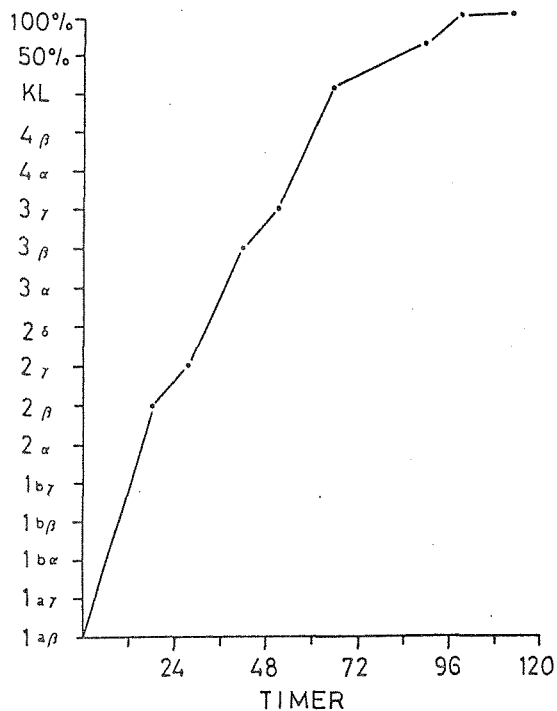


Fig. 10. Makrelleggenes stadiutvikling med egg fra naturlig gyting i sjøen.

3.4.2 Dødelighet i relasjon til tid

Dødeligheten i de fire parallele forsøk viser ingen forskjell (Fig. 11). Omtrent all dødelighet i forsøkene foregikk innen 18 timer i to av parallellene, og innen 28 timer i de to andre. Etter dette tidspunkt var dødeligheten ubetydelig frem til forsøkernes avslutning.

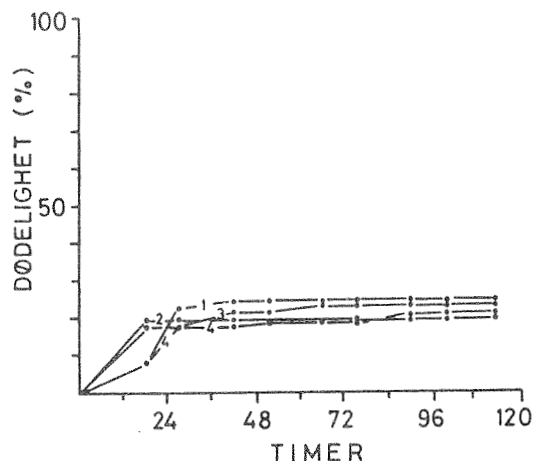


Fig. 11. Makrelleggenes og larvenes dødelighet med egg fra naturlig gyting i sjøen. 1), 2), 3) og 4) angir de fire parallellforsøkene.

3.4.3 Dødelighet i relasjon til utviklingsstadier

Ifølge Fig. 12 foregår dødeligheten i to av forsøkene vesentlig før stadium 2β . I de to andre forsøkene foregår det en ytterligere dødelighet frem til henholdsvis 2γ og 3α . I disse forsøkene ble det ikke observert noen øket dødelighet i forbindelse med klekking. Som nevnt ble de nyklekte larvene satt over i andre akvarier, og det ble ikke observert noen dødelighet blant disse frem til siste observasjon.

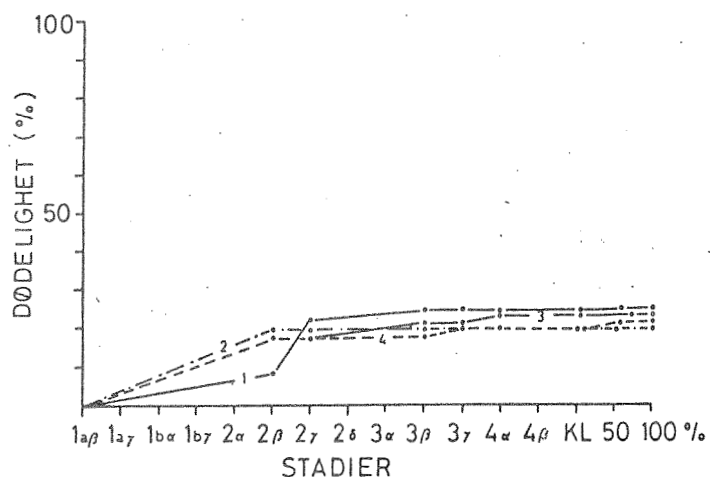


Fig. 12. Makrelleggenes dødelighet i forskjellige utviklingsstadier med egg fra naturlig gyting i sjøen. 1), 2), 3) og 4) angir de fire parallelle forsøkene.

4. DISKUSJON OG KONKLUSJON

Eggutviklingen i tid i temperaturene 12°, 14°, 16° og 18°C stemmer godt overens i forsøkene med kunstig befruktete egg fra både levende og død fisk. De uoverensstemmelser som finnes i de to forsøkene, skyldes i vesentlig grad at temperaturen i de enkelte forsøk har vist en viss variasjon gjennom forsøksperioden. Da makrelleggenes utvikling går meget hurtig, vil den nevnte temperaturvariasjon kunne gi slike utslag. I forsøket med egg fra død fisk døde alle eggene i 20° og 22°C i løpet av de første 24 timene. I forsøket med egg fra levende fisk gikk imidlertid utviklingen gjennom alle stadiene også i disse temperaturene. Det synes derfor som om makrellegg kan utvikle seg normalt helt opp til en temperatur på 22°C, og at eggene som ble tatt fra død fisk var av en dårligere kvalitet eller at det også kan skyldes en naturlig variasjon i eggmaterialet. Forsøk med makrell-egg tatt fra den amerikanske østkysten viste imidlertid at ved over 21°C døde eggene innen 22 timer etter befruktning (WORLEY 1933). Den amerikanske og den europeiske makrell er to forskjellige raser (GARSTANG 1898), og dette kan være årsaken til denne forskjellen i temperaturtoleranse. I de to forsøkene med egg henholdsvis fra levende og død fisk samt i forsøket med egg fra sjøen, gikk utviklingen meget hurtig (innen 24 timer) gjennom blastula (1a-stadiene) og gastrulastadiene (1b-stadiene). Forsøkene til WORLEY (1933) viste også denne raske utviklingen gjennom disse stadiene, og inkubasjonstiden var også stort sett den samme i tilsvarende temperaturer. Eggutviklingen i forsøket med levende egg fra sjøen kan ikke uten videre sammenlignes med de andre da disse var en del timer gamle før de ble satt ut i akvariene. Dessuten var også temperaturen en vesentlig del av tiden i dette forsøket 15°C. Ut fra utviklingen i 12°C i de andre to eksperimentene antas eggene fra sjøen som var i stadium 1a β å være mellom 24 og 48 timer da de ble samlet inn. Sjøtemperaturen var da 10-11°C. I motsetning til observasjonene til WORLEY (1933) hvor samtlige egg klekket på knapt 10 timer i 16°C, klekket 90% av eggene som ble tatt inn fra sjøen i løpet av 24 timer ved 15°C.

Forsøkene med å stryke levende amerikansk makrell (WORLEY 1933) ga også en høy eggdødelighet (over 60%) under inkubasjonen, bortsett fra i forsøkene i 15° og 16°C som ga en dødelighet på ca.

50% og 40%. Ved 10° og 21°C døde alle eggene før klekkingen startet. Disse forsøkene ble utført i to forskjellige år. Forsøkene det ene året ga her en høyere dødelighet enn i det andre i tiden frem til klekking. Dette skyldes antagelig at kvaliteten på eggene også i hans materiale har variert. Noen optimumstemperatur på 15°-16°C som observert av WORLEY (1933) ble ikke funnet i den foreliggende undersøkelse.

Døde makrellegg synes å flyte mye lengre enn for eksempel døde rødspette og torskeegg. Forsøkene med egg fra død makrell viste at i 20° og 22°C tok det to til tre dager før alle døde egg var sunket til bunns. Da det bare var de eggene som til enhver tid lå på bunnen som ble betraktet som døde, vil derfor det observerte antall være mindre enn det reelle. Det var heller ikke mulig å bestemme stadiene på de døde eggene som lå på bunnen. Stadiene er isteden bestemt på de levende eggene ved samme tidspunkt som de døde ble tatt opp. I løpet av de to første dagene vil derfor en vesentlig del av de døde eggene være ubefruktete eller i de aller første blastulastadiene. Det er imidlertid vanskelig å påvise noen spesiell høy dødelighet både innen bestemte utviklingsstadier og i klekkefasen. Dette gjelder både egg fra levende og død fisk. Dødeligheten opp til de forskjellige stadiene hos naturlig gyttede egg fra sjøen, viste et helt annet forløp, med blant annet en mye mindre dødelighet frem til første observasjon. Praktisk talt all dødelighet var også avsluttet innen 24 timer. Man kunne imidlertid forvente at dødeligheten i dette forsøket de første timene etter starten, skulle vært noe høyere p.g.a. behandlingen av eggene ved innsamling og utsortering. Dødeligheten som dette sammen med naturlig dødelighet måtte ha forårsaket var bare maksimalt vel 20%. Størrelsen av dødeligheten i den naturlige eggpopulasjonen før stadium la β er dog ukjent, mens dødeligheten i eksperimentene etter dette stadiet er meget liten. Dødeligheten i eksperimentene med egg fra levende og død fisk frem til første observerte utviklingsstadium la γ i 12°C var henholdsvis ca. 30% og 5%. Selv med en dødelighet av en slik størrelsesorden tidlig i utviklingen, vil eggene fra naturlig gyting i sjøen ha en langt mindre total dødelighet.

Den høye dødeligheten i forsøket med egg fra gytebassenget kan skyldes at fisken var stresset, og derfor i vesentlig grad ga fra seg egg av dårlig kvalitet. Utover den andre dagen ble det

ikke funnet egg i bassenget. Makrellen ville heller ikke ta til seg mat i tiden etter at den var overført dit. Stryking av både levende og død fisk ga også et dårlig resultat. Dette skyldes antagelig at det har kommet med en del egg av dårlig kvalitet, og som derved har påvirket dødeligheten gjennom hele forsøksperioden. Årsaken til dette er sannsynligvis at markelleggene modnes etterhvert i hver enkelt fisk, og at det derved er vanskelig å få ut bare egg i riktig modningsstadium ved å stryke fisken. Det er her ikke funnet noen temperatureffekt på dødeligheten i temperaturområdet 12°-22°C. Dersom en slik effekt finnes er den i disse forsøkene kamuflert av de ovenfor nevnte forhold.

Ut fra disse forskjellige metodene synes det som om metoden med å ta inn levende egg fra sjøen er klart den beste. Denne metoden bør derfor anvendes i eksperimenter hvor forskjellige typer påvirkning på makrellegg skal undersøkes. De andre metodene vil p.g.a. en ukjent mengde "dårlige" egg og derved stor dødelighet i eksperimentene kunne maskere eventuelle resultater.

5. SAMMENDRAG

- 1) I denne undersøkelsen er det brukt fire metoder for å fremskaffe nybefruktete egg, kunstig befruktning fra henholdsvis levende og død fisk samt naturlig gyting i basseng og i sjøen. Eggenes utvikling og dødelighet er blitt undersøkt i temperaturer fra 12°C til 22°C.
- 2) Eggenes inkubasjonstid varierte sterkt med temperaturen, fra ca. seks dager i 12°C til ca. to dager i 22°C.
- 3) Dødeligheten var høy i forsøkene med egg fra levende og død fisk og med egg fra gytebasseng. Det var ingen stor forskjell ved klekking i de forskjellige temperaturene og ingen bestemt optimumstemperatur ble påvist i det undersøkte temperaturområdet.
- 4) Det ble ikke funnet noen spesielt stor dødelighet i bestemte utviklingsstadier.
- 5) Innsamling av egg fra sjøen viste seg å være den beste metode til å fremskaffe egnete nybefruktete egg. Dødeligheten i dette forsøket var betydelig mindre enn i de andre, og den var dessuten allerede nærmest avsluttet i løpet av det første døgnet. De andre metodene synes å gi et mer eller mindre stort innslag av egg med dårlig kvalitet.

6. REFERANSER

- DANIELSSEN, D.S. og IVERSEN, S.A. 1974. Egg og larveutvikling hos rødpette (Pleuronectes platessa L.), torsk (Gadus morhua L.) og vårgytende sild (Clupea harengus L.) ved konstante temperaturer. Fisken og Havet Ser. B, 1974 (22): 1-29.
- GARSTANG, W. 1898. On the variation, races and migrations of the mackerel (Scomber scomber). J.mar.biol.Ass.U.K., 5: 235-295.
- IVERSEN, S.A. 1973. Utbredelse og mengde av makrellegg (Scomber scombrus) og zooplankton i Skagerak og nordlige del av Nordsjøen i årene 1968-1972. Hovedoppgave i fiskeribiologi, Norges Fiskerihøgskole Univ. i Bergen 1973: 1-71. [Mimeo.]
- 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.
- 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.

1977 Nr. 1 Gunnar Nævdal, Marianne Holm og Sten Knutsson:
Erfaring med bruk av ytre merker på oppdretts-
fisk.