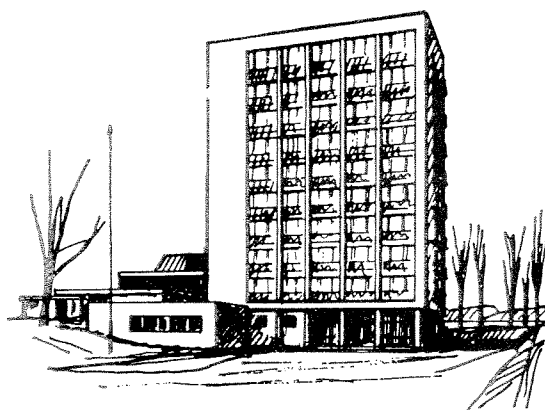


Fisken og Havet

RAPPORTER OG MELDINGER FRA FISKERIDIREKTORATETS
HAVFORSKNINGSINSTITUTT BERGEN



SERIE B

1974 Nr. 23

DØDELIGHET OG VEKST I OPPVARMET SJØVANN HOS
I-GRUPPE TUNGE (Solea solea L.) OG KRYSNING
AV RØDSPETTE (Pleuronectes platessa L.) OG
SKRUBBE (Platichthys flesus L.).

av

Didrik D. Danielssen og Svein Arnholt Iversen

Fiskeridirketoratets Havforskningsinstitutt
Statens Biologiske Stasjon Flødevigen

Redaktør

Erling Bratberg

SERIE B

1974 Nr. 23

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

Bergen/Arendal november 1974.

INNLEDNING

Temperaturen er en av de viktigste miljøfaktorer som har avgjørende innvirkning på dødelighet og vekst hos fisk. Disse eksperimentene går inn som en del av en undersøkelse som tar sikte på å belyse eventuelle positive og negative virkninger som en forhøyet sjøtemperatur kan ha for fisk i naturlig miljø eller i kultiveringsanlegg. I denne rapporten er effekten av en gradvis økning i temperaturen og høye konstante temperaturers innvirkning undersøkt. Da ung fisk har hurtigere vekst enn eldre fisk, har det vært ønskelig å bruke fisk i første (0-gruppe) eller andre leveår (I-gruppe). Av akvarietekniske hensyn er det dessuten hensiktsmessig å benytte små fisk. Rapporten må betraktes som foreløpig da eksperimentene ennå ikke er avsluttet.

MATERIALE OG METODE

På grunn av tidsbegrensning har man vært nødt til å bruke materiale som har vært tilgjengelig ved Statens Biologiske Stasjon Flødevigen, nemlig I-gruppe av tunge og kryssning av rødspette hun og skrubbe han. Kryssningen vil i den videre behandling bli omtalt som bastarder. Fisken er klekket og oppdrettet på stasjonen.

I forsøkene gikk tunge og bastarder i separate akvarier på 500 l. Forsøkene startet i begynnelsen av april med ca. 100 bastarder og ca. 195 tunger i hver av temperaturene (Tabell 1 og Tabell 3) 12, 15, 18 og 21°C, som ble regulert manuelt. Dessuten ble det brukt en variabel temperatur som tilsvarte temperaturen i 20 m dyp utenfor stasjonen. Dette vannet er brukt for å prøve så langt mulig å simulere naturlige forhold for forsøksfisken. Temperaturforløpet i forsøksperioden er vist i Fig. 1. Temperaturene i de forskjellige forsøkene ble hevet med ca. 1°C pr. døgn til de ønskete temperaturnivå. Tungene og bastardene hadde hele tiden før forsøkernes begynnelse oppholdt seg i vann fra 20 m dyp.

Vanngjennomstrømmingen i hvert av akvariene var ca. 6 l pr. minutt. Vannet hadde en saltholdighet på ca. 34 o/oo i akvariene med konstante temperaturer. I akvariet med variabel temperatur varierte saltholdigheten mellom 34,6 og 31,4 o/oo. Fiskene ble fóret en gang pr. dag med vekselvis blåskjell

og okselever. Akvariene ble rengjort daglig og døde indivi-
der tatt opp og lengdemålt. For å kontrollere veksten ble
fisken lengdemålt til nærmeste mm ved forsøkets begynnelse
(2 - 4. april) og deretter 29. mai, 5. juli og 11. september.

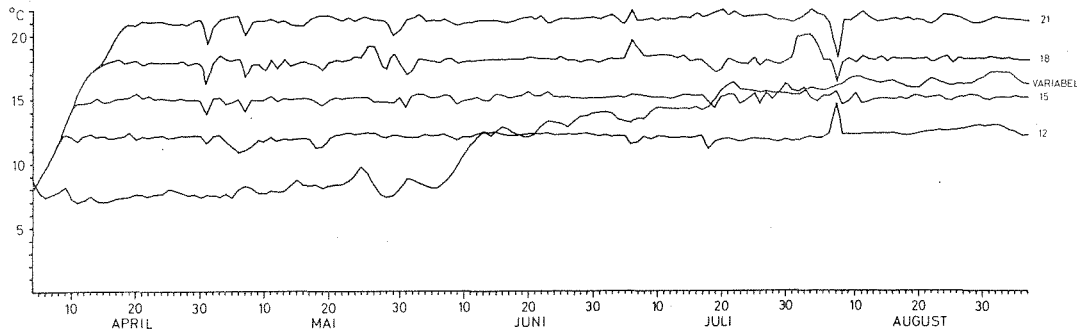


Fig. 1. Temperaturforholdene i forsøksperioden.

RESULTATER

Tunge

Dødelighet

Den kumulative dødelighet var størst ved 21°C (Fig. 2). Ved
temperaturene 12, 15 og 18°C var det liten forskjell i døde-
lighet. Frem til ca. 20. juni var dødeligheten ved den va-
riable temperaturen mindre enn i de andre forsøkene. Etter
denne tiden var dødeligheten noe større ved denne temperatur
enn ved 12, 15 og 18°C. Fig. 1 og Fig. 2 viser at den største
dødeligheten i forsøkene 12-21°C foregikk i perioden med opp-
regulering av temperaturene, og i en periode på ca. 3 uker
etterpå. Etter dette tidspunkt avtok dødeligheten i de fire
temperaturer sterkt.

Tabell 1 viser gjennomsnittlig lengde av levende tunger ved
hver måledato, og gjennomsnittlig lengde av døde tunger i
perioden mellom måledatoene. Ved å sammenligne gjennomsnitts-
lengden av de døde individene i en periode med gjennomsnitts-
lengden av de levende ved det foranliggende måletidspunkt,
ser en at de døde individene var mindre.

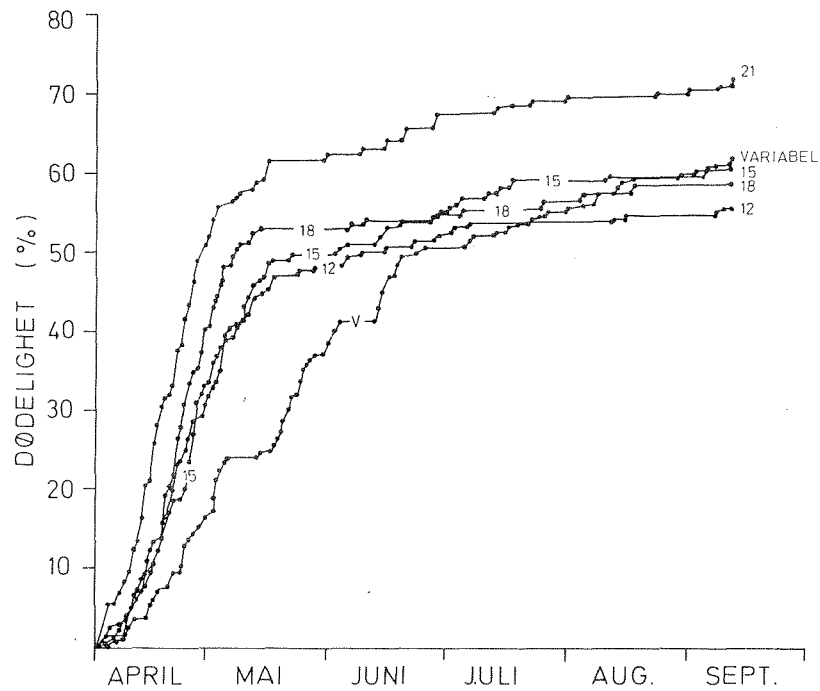


Fig. 2. Kumulativ dødelighet i tungeforsøkene.

Tabell 1. Gjennomsnittlige lengder av levende og døde tunger. Antall individer i parentes.

Forsøks- temp. °C	Gjennomsnittslengde (mm)						
	Levende 2,4	Døde 2,4 - 29,5	Levende 29,5	Døde 30,5 - 5,7	Levende 5,7	Døde 6,7 - 11,9	Levende 11,9
Var.	33 (195)	26 (54)	41 (123)	31 (26)	45 (97)	30 (22)	58 (76)
12	31 (195)	26 (88)	41 (102)	32 (6)	44 (91)	29 (8)	56 (87)
15	31 (195)	27 (93)	41 (98)	30 (12)	47 (84)	29 (5)	62 (77)
18	31 (195)	25 (100)	42 (92)	28 (5)	46 (87)	35 (3)	63 (81)
21	29 (195)	25 (109)	41 (75)	32 (7)	47 (64)	50 (10)	73 (55)

Vekst

Ut fra Fig. 3-7 som viser lengdefordelingen i forsøkene, ser man at fisken ved forsøkets start hadde en meget liten spredning. Ved andre og tredje måling øket det prosentvise innslaget av større individer i alle forsøkene. Fra første til siste måling viser lengdefordelingen en sterkt økende spredning. Forsøkene viser også en økende lengdespredning med økende temperatur.

Fig. 8 viser gjennomsnittslengdene i de forskjellige tempera-
turene ved hvert målepunkt. I første del av undersøkelses-
perioden var veksten nokså lik i alle forsøkene. I siste
del av perioden fikk man en øket vekst med økende temperatur.
Gjennomsnittslengdene fra 11. september (Fig. 8) ble testet
med Student-t test for å se om verdiene var signifikant for-
skjellige. Resultatene er vist i Tabell 2.

Tabell 2. Resultatene av Student-t test på 5% nivå av gjenn-
omsnittslengdene i tungeforsøkene 11. september.
Ja: signifikant forskjellig. Nei: ikke signifikant
forskjellig.

	18°C	15°C	12°C	Variabel
21°C	Ja	Ja	Ja	Ja
18°C		Nei	Ja	Ja
15°C			Ja	Nei
12°C				Nei

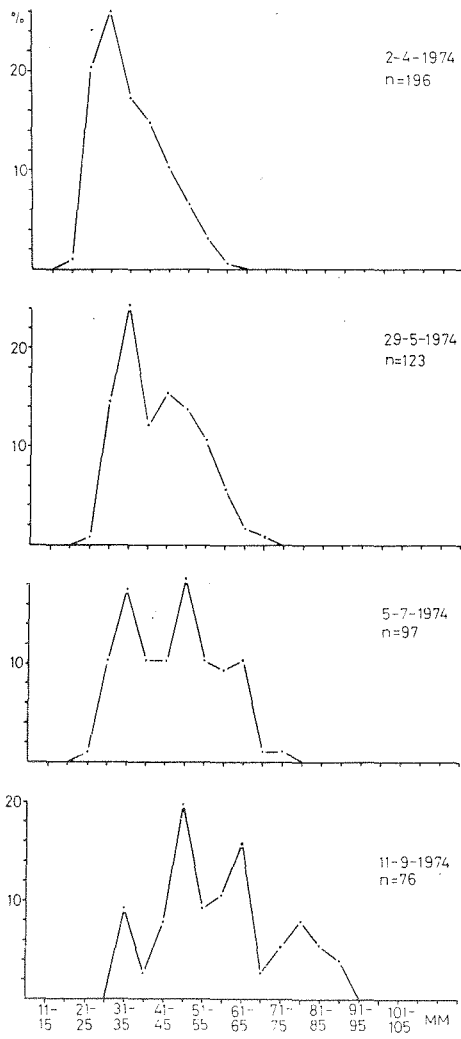


Fig. 3. Tungenes lengde-
fordeling i vari-
abel temperatur.

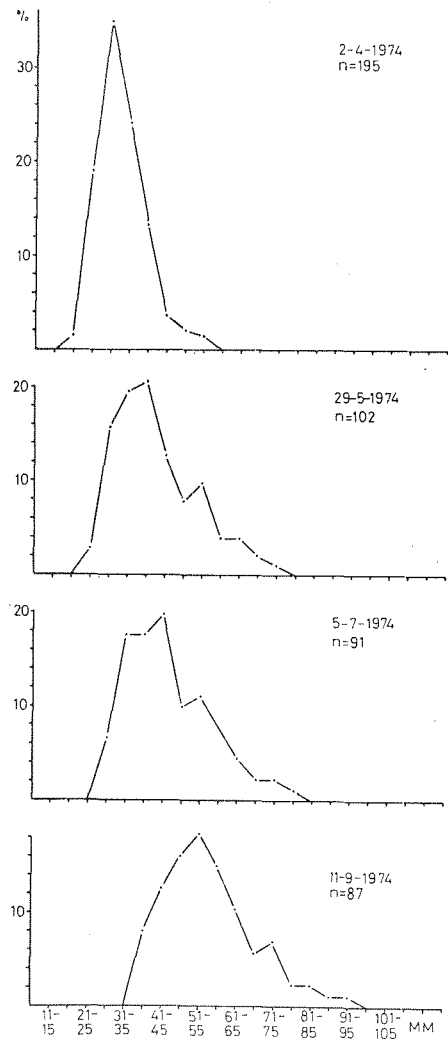


Fig. 4. Tungenes lengde-
fordeling i 12°C.

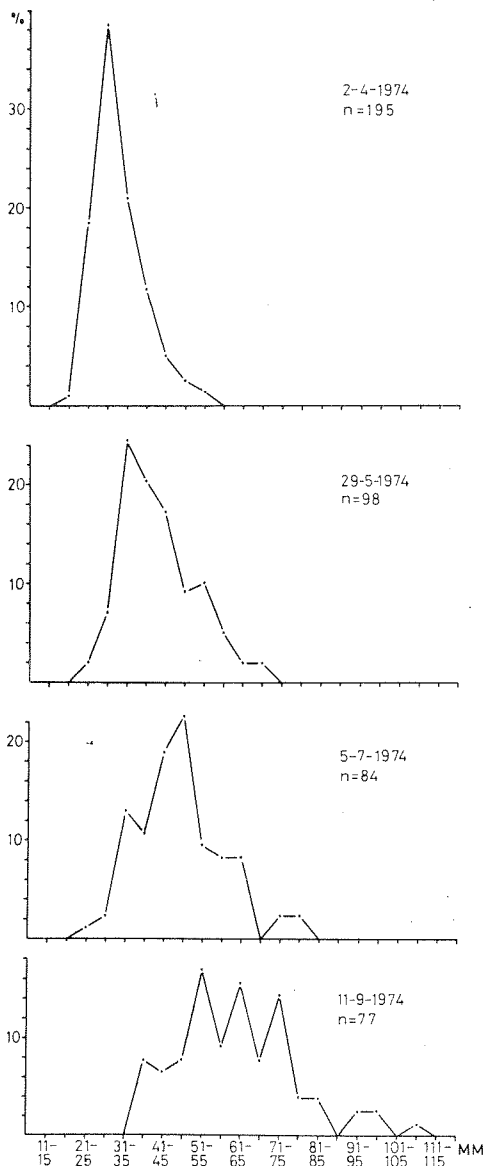


Fig. 5. Tungenes lengdefordeling i 15°C.

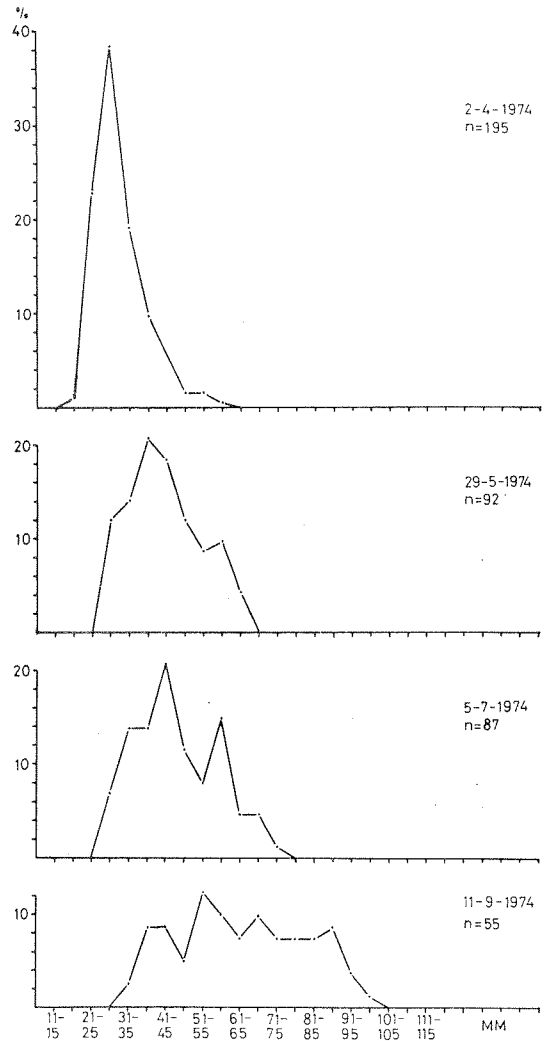


Fig. 6. Tungenes lengdefordeling i 18°C.

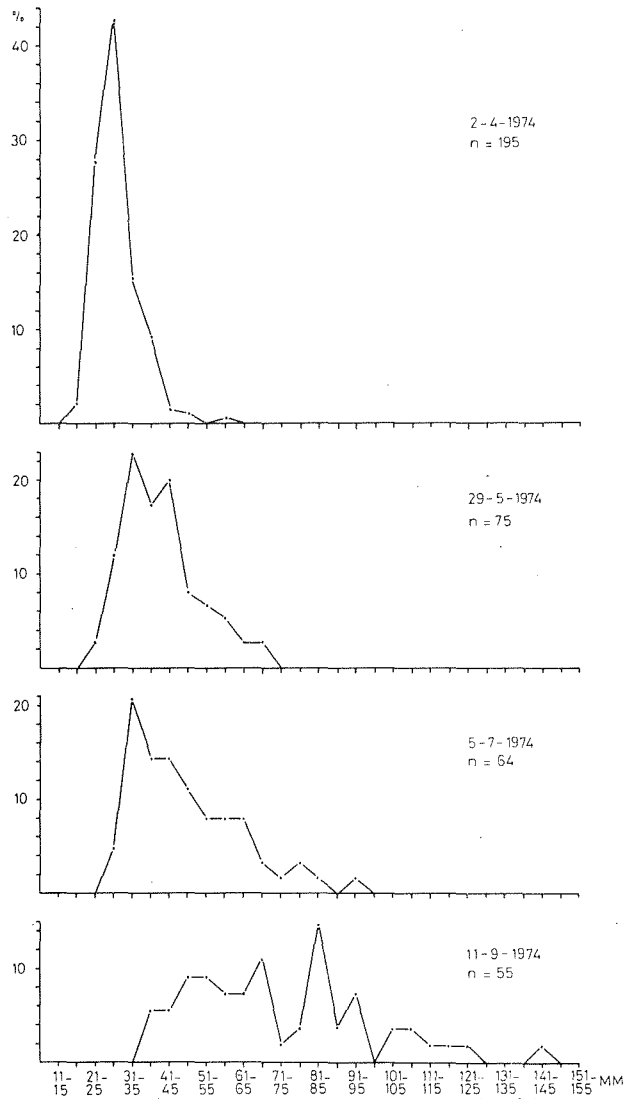


Fig. 7. Tungenes lengdefordeling i 21°C.

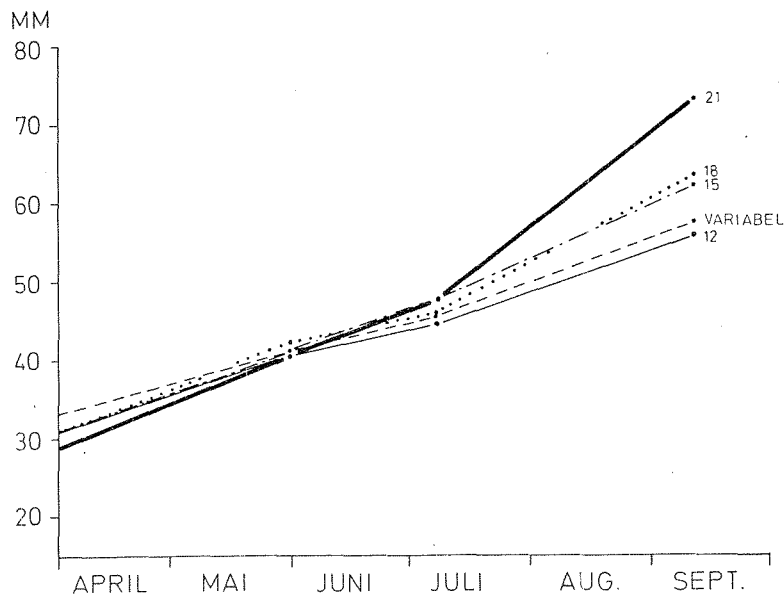


Fig. 8. Gjennomsnittlig vekst i tungeforsøkene.

Ifølge Tabell 2 var det ikke signifikant forskjell mellom 18 og 15°C. Ellers var en temperaturforskjell på 3°C tilstrekkelig til å gi signifikante forskjeller. Bare de to høyeste temperaturene ga vekstresultater som var forskjellig fra veksten i variabel temperatur.

Bastard

Dødelighet

Den kumulative dødeligheten i forsøkene er vist i Fig. 9. De to høyeste temperaturene ga størst og tilnærmet den samme dødelighet. Den laveste dødeligheten over hele forsøksperioden hadde forsøkene i 15°C og variabel temperatur, mens forsøket i 12°C inntok en mellomstilling. I perioden (4. - 20. april) med oppjustering av temperaturene til de aktuelle nivå i forsøkene, viser Fig. 9 en noe høyere dødelighet i temperaturene 12-21°C i forhold til den variable temperaturen som i denne tiden lå mellom 7 og 8°C (Fig. 1). I akvariet med variabel temperatur steg dødeligheten først etter 10. juni (Fig. 9), fra hvilket tidspunkt temperaturen også begynte å stige.

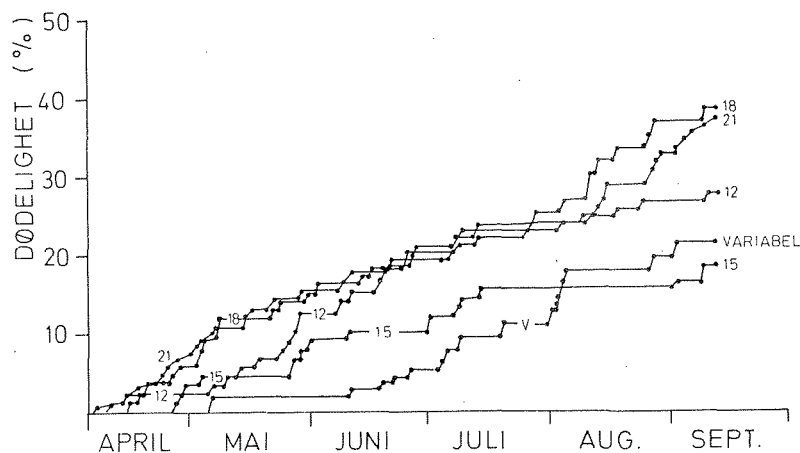


Fig. 9. Kumulativ dødelighet i bastardforsøkene.

I Tabell 3 ser en at gjennomsnittslengden av døde individer i en periode er mindre enn gjennomsnittslengden av de levende ved det foranliggende måletidspunkt.

Tabell 3. Gjennomsnittlige lengder av levende og døde bastarder. Antall individer i parentes.

Forsøks- temp. °C	Gjennomsnittslengde (mm)						
	Levende 4.4	Døde 4.4 - 29.5	Levende 29.5	Døde 30.5 - 5.7	Levende 5.7	Døde 6.7 - 11.9	Levende 11.9
Var	37 (98)	30 (1)	44 (96)	43 (5)	49 (92)	34 (8)	68 (77)
12	39 (98)	37 (9)	53 (88)	38 (8)	65 (78)	56 (7)	84 (71)
15	40 (99)	34 (7)	56 (91)	35 (5)	67 (86)	34 (5)	94 (80)
18	39 (99)	32 (12)	52 (85)	28 (6)	65 (79)	57 (11)	91 (61)
21	39 (99)	30 (14)	59 (85)	54 (6)	73 (78)	51 (16)	101 (63)

Vekst

Lengdefordelingene ved måledatoene er vist i Fig. 10-14 for alle forsøkene. Ved forsøkene begynnelsen 4. april var det liten lengdespredning. Etterhvert som tiden gikk, fikk man en økende spredning i alle forsøkene. Spesielt i de to høyeste temperaturene var det ved siste måling en utpreget totoppet kurve i lengdefordelingen (Fig. 13 og 14).

Fig. 15 viser bastardenes gjennomsnittlige lengde ved de forskjellige måledatoene. Som man ser, var det en viss forskjell på gjennomsnittslengdene ved starten av de forskjellige forsøkene. Disse gjennomsnittslengdene ble testet og funnet ikke å være signifikant forskjellige. Veksten var økende med økende temperatur gjennom hele perioden. Gjennomsnittslengdene fra 11. september (Fig. 15) ble testet med Student-t test for å se om verdiene var signifikant forskjellige på dette tidspunkt. Resultatene er vist i Tabell 4.

Tabell 4. Resultatene av Student-t test på 5% nivå av gjennomsnittslengdene i bastardforsøkene 11. september. Ja: signifikant forskjellig. Nei: ikke signifikant forskjellig.

	18°C	15°C	12°C	Variabel
21°C	Nei	Nei	Ja	Ja
18°C		Nei	Nei	Ja
15°C			Nei	Ja
12°C				Ja

Tabell 4 viser at selv ikke en differens på 6°C var tilstrekkelig til å gi signifikante forskjeller. Den variable temperaturen er signifikant forskjellig fra alle de andre forsøksstemperaturene.

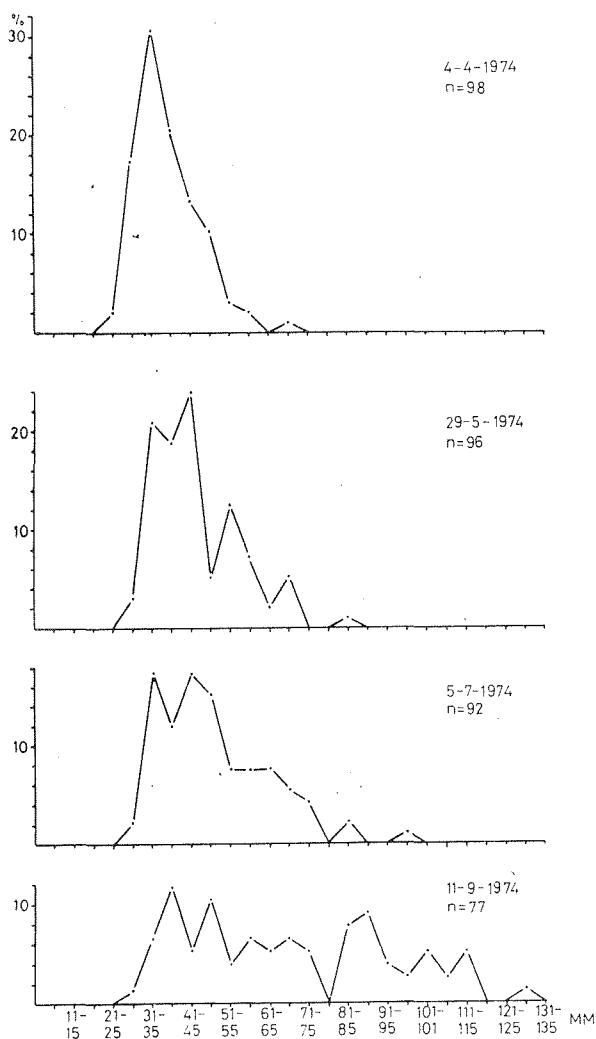


Fig. 10. Bastardenes lengdefordeling i variabel temperatur.

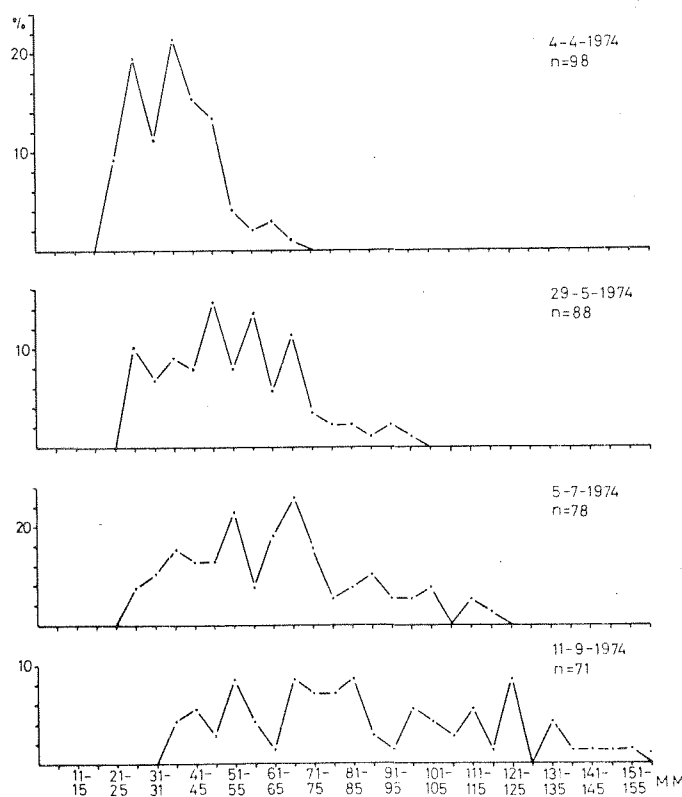


Fig. 11. Bastardenes lengdefordeling i 12°C.

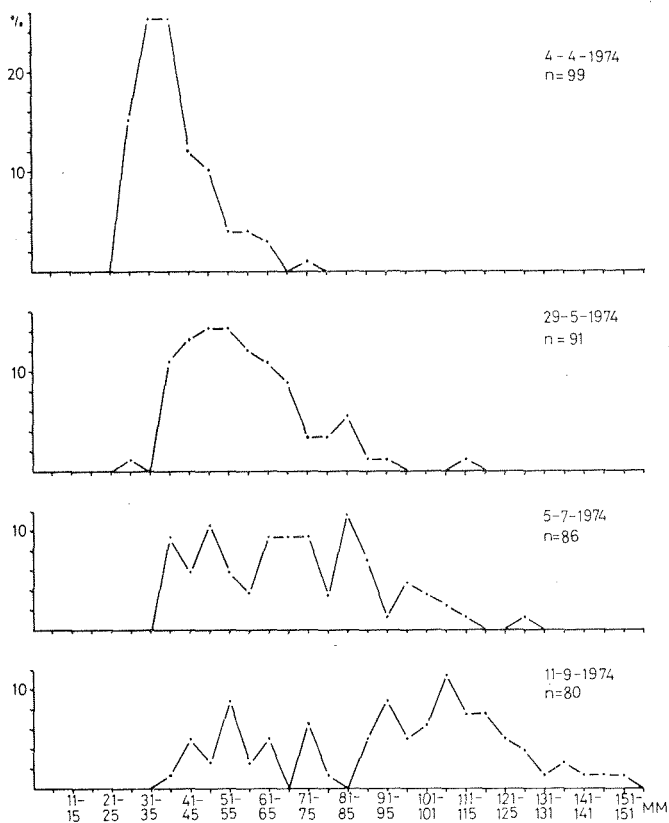


Fig. 12. *Bastardenes* lengdefordeling i 15°C.

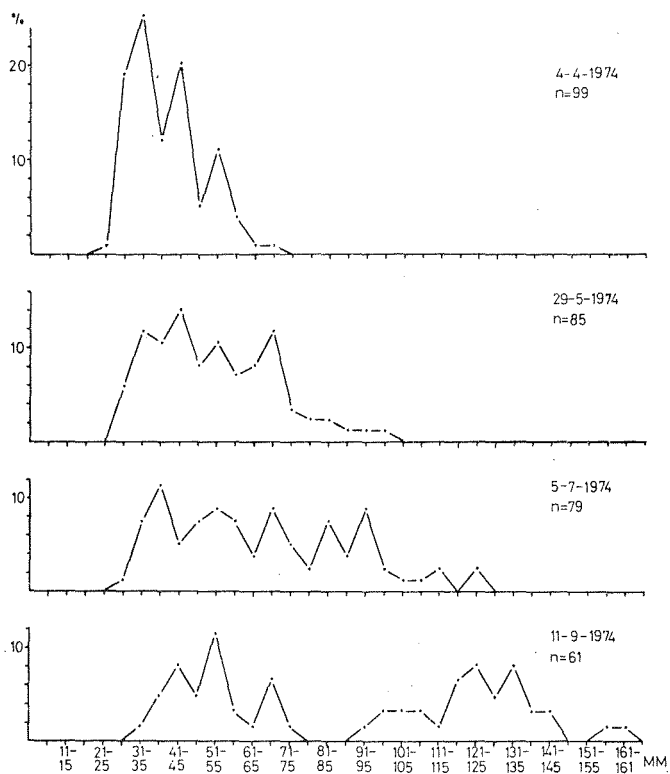


Fig. 13. *Bastardenes* lengdefordeling i 18°C.

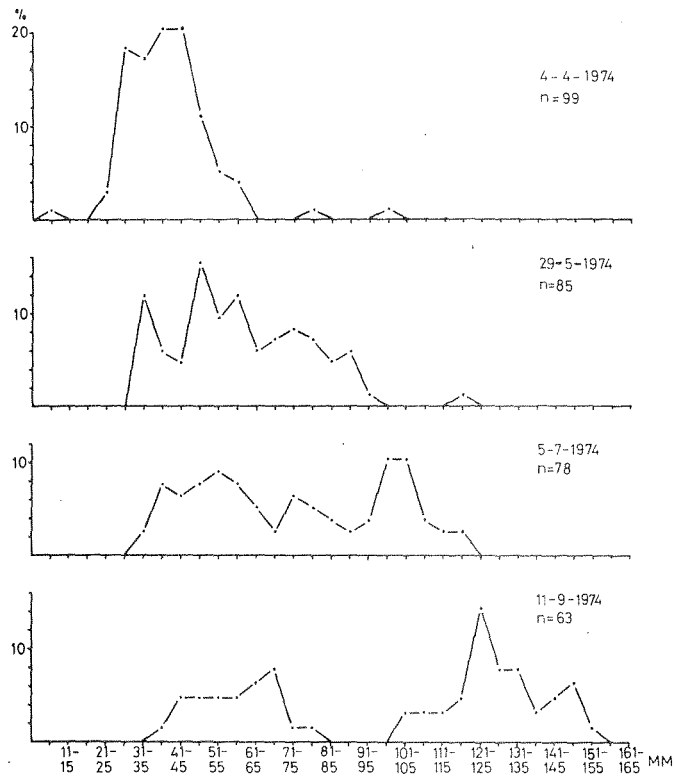


Fig. 14. Bastardenes lengdefordeling i 21°C.

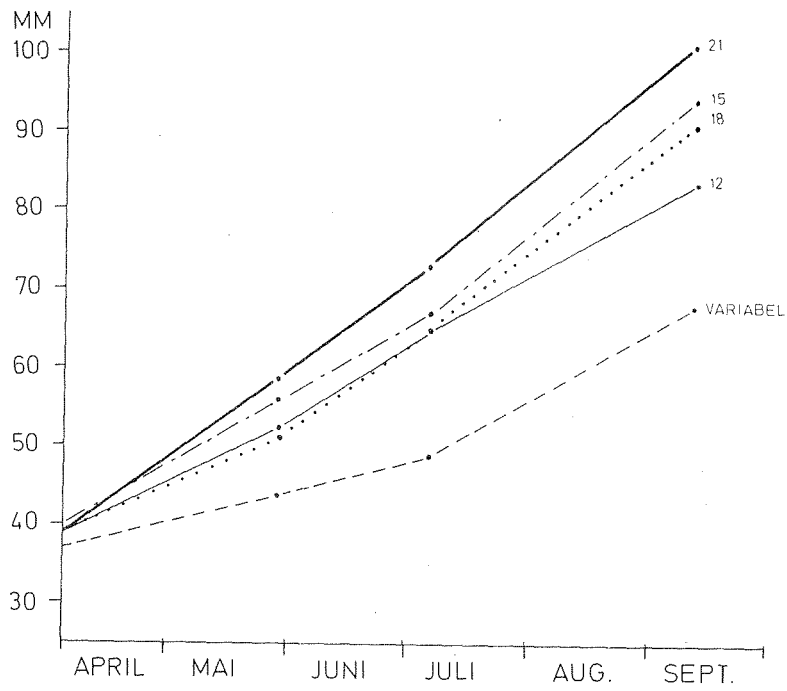


Fig. 15. Gjennomsnittlig vekst i bastardforsøkene.

Diskusjon

Den manuelle temperaturreguleringen må i forsøksperioden anses å ha vært tilfredstillende, da temperaturforskjellen stort sett var ca. 3°C mellom forsøkene.

Temperaturøkningen i begynnelsen av forsøkene med tunge ga en høyere dødelighet enn dødeligheten i forsøket med variabel temperatur som i denne perioden var tilnærmet konstant. Det synes derfor som om temperaturstigningen (ca. 1°C/døgn) har en avgjørende effekt på dødeligheten. Denne høye dødeligheten fortsatte også en tid etter perioden med temperaturhevning. Den lave dødeligheten i resten av forsøksperioden kan tyde på at de gjenlevende tungene da hadde aklimatisert seg til forsøkstemperaturene. Dødeligheten i forsøket med variabel temperatur viser i siste halvdel av perioden en større relativ økning enn de andre forsøkene. I denne periode foregår det samtidig en temperaturstigning i dette forsøket, og det synes derfor også her som om temperaturstigningen har en effekt på dødeligheten. En temperatur på 21°C ser imidlertid ut til å være noe for høy, da den gir en større total dødelighet enn de andre temperaturene. I alle bastardforsøkene er dødeligheten betydelig lavere enn i tungeforsøkene og i motsetning til disse steg den også relativt jevnt gjennom hele forsøksperioden. I likhet med tungeforsøkene synes temperaturhevningen også her å ha hatt en effekt på dødeligheten. Foruten 21°C ga også 18°C i forsøkene med bastardene en høyere dødelighet enn ved de andre temperaturene.

Da individtettheten i akvariene var den samme ved forsøkernes begynnelse, vil en eventuell dødelighet med dette som årsak påvirke alle resultatene i samme grad. Individtettheten var imidlertid så liten at det skulle være uten betydning for dødeligheten, noe som også er vist for tunger av HOWELL og LEDOUX (1972).

De foreliggende resultater synes å vise at dødeligheten er størst blant de små individene. BRETT (1970) påpeker at høye temperaturer ikke synes å ha forskjellig dødelig innvirkning på store og små fisk av samme art. COLMAN (1970) har tidligere vist i vekstforsøk over 10-12 døgn med 0-gruppe rødspette at noen fisk ikke spiste selv om fôr var tilgjengelig. Den høye dødeligheten blant

de små individene kan derfor muligens skyldes at de ikke tar til seg næring. Stoffskiftet hos fisk øker med økende temperatur, noe som blant annet er vist av SAUNDERS (1968). Ved høye temperaturer vil disse individene derfor dø hurtigere. I de foreliggende forsøk har man ikke kunnet observere i hvilken grad alle har spist. Da forsøkene har strukket seg over ca. 160 døgn, er det lite sannsynlig at de samme individene overhode ikke har tatt til seg mat i hele dette tidsrommet. Det kan derfor synes som om det stadig er en del små individer som i forsøksperioden sluttet å ta til seg tilstrekkelig næring.

I både tunge og bastardforsøkene var det som nevnt en overvekt av små individer som døde. Den totoppete lengdeforedlingskurven som man fikk ved siste måletidspunkt i de høyeste temperaturene hos bastardene, kan tyde på at den første toppen inneholder små individer som har stagnert i vekst, og som etterhvert vil dø. Det samme har ikke vist seg i lengdefordelingene i tungeforsøkene.

Da individene har vært for små til å merkes, har det ikke vært mulig å få data over individuell vekst. Vekstkurven baserer seg derfor på de observerte gjennomsnittslengdene ved hvert måletidspunkt.

Det skal større temperaturdifferens til for å gi signifikant vekstforskjell hos bastardene enn hos tungene. Dette kan skyldes at bastardene viste en mye høyere svømmeaktivitet enn tungene, og følgelig gikk mer av næringen med til dette. Fóret kan muligens også ha vært en begrensende faktor. Individene er imidlertid nå blitt så store at de både kan lengdemåles og veies relativt enkelt, og man vil derfor i det videre forsøksarbeid undersøke forholdet mellom vektøkning og fórmengde.

Sammendrag

- 1) Det ble gjort forsøk med I-gruppe tunge og krysning rødspetteskrubbe (bastarder) ved temperaturene: naturlig temperatur i 20 m vann, 12 , 15 , 18 og 21°C. Forsøkene ble utført for å undersøke høye temperaturers langtidsvirkning. Forsøkene pågår fortsatt. Fiskene ble fóret en gang daglig med vekselvis blåskjell og okselever. Forsøkene startet ved samme temperaturnivå, og temperaturene ble regulert opp med ca. 1°C/døgn til de ønskete temperaturer.

- 2) I perioden med oppregulering av temperaturene hadde tungene en mye høyere dødelighet enn bastardene. Dødeligheten i tungeforsøkene avtok etterhvert, mens dødeligheten blant bastardene var jevnt stigende hele perioden, dog uten å komme opp på samme dødelighetsnivå som tungene.
- 3) I begge forsøksserier var dødeligheten høyest blant de små individene.
- 4) Tungene ga i flere tilfeller signifikante vekstforskjeller mellom forsøkene enn bastardene.

REFERANSER

- BRETT, J.R. 1970. Temperature - Fishes. In Marine Ecology. A comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters, edited by O. Kinne, Wiley-Interscience, London 1: 515-560.
- COLMAN, J.A. 1970. On the efficiency of food conversion of young plaice (*Pleuronectes platessa*). J.mar.biol. Ass.U.K. 50: 113-120.
- HOWELL, B.R. & LEDOUX, O. 1972. The effect of population density on the growth of juvenile sole, Solea solea (L). Coun.Meet.int.Coun.Explor.Sea 1972 (F: 27): 1-3 [Mimeo]
- SAUNDERS, R.L. 1963. Respiration of the Atlantic cod. J.Fish. Res.Bd.Canada, 20 (2): 373-386.

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: Føring og førsammensetninger til ørret og laks i matfiskproduksjonen.
S. Ugletveit: Pigmentering av lakse- og ørretkjøtt.
S. Ugletveit: Forsøk med ulikt vanninnhold i føret 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. Dahl, 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.

1974 Nr. 22 D.S. Danielssen og S.A. Iversen: Egg og larve-
utvikling hos rødspette (Pleuronectes platessa
L.), torsk (Gadus morhua L.) og vårgytende sild
(Clupea harengus L.) ved konstante temperaturer.