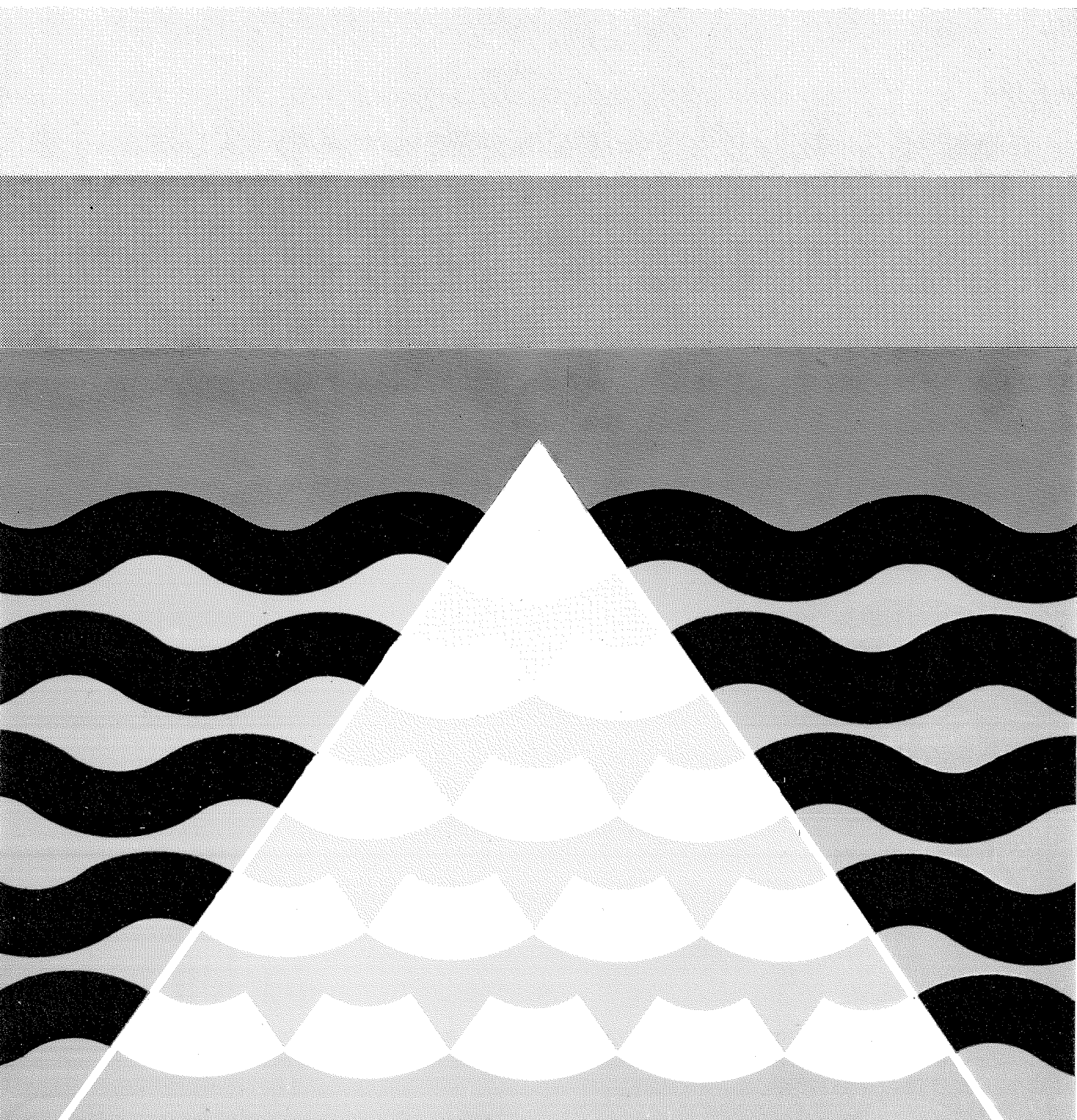


SERIE B
1976 Nr. 4

FISKEN og HAVET

RAPPORTER OG MELDINGER
FRA FISKERIDIREKTORATETS HAVFORSKNINGSINSTITUTT - BERGEN



SERIE B
1976 Nr. 4

Begrenset distribusjon
varierende etter innhold
(Restricted distribution)

INNVIRKNING AV SMÅ OVERTEMPERATURER PÅ DØDELIGHET OG
VEKST HOS I-GRUPPE RØDSPETTE (Pleuronectes platessa L.)

AV

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

Redaktør
Erling Bratberg

Februar 1976

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 eller negative virkninger som en kunstig forhøyet sjøtemperatur (overtemperatur) kan ha for fisk i naturlig miljø eller i kultiveringsanlegg. I forbindelse med kjølevannsutslipp fra varmekraftverk var det ønskelig å se på hvilken effekt som overtemperaturer ville ha på fisk. I denne undersøkelsen er det benyttet I-gruppe rødspette.

MATERIALE OG METODER

Det ble brukt ett år gammel rødspette som var klekket ved Statens biologiske stasjon Flødevigen. Forsøkene startet den 10. mars 1975 og ble avsluttet 25. juli 1975. Det ble brukt 94 individer i hvert forsøk og størrelsen av akvariene var på 500 l (grunnflate 85 cm x 95 cm). For å prøve å simulere naturlige temperaturforhold ble det brukt vann fra 20 m dyp i et av forsøkene. Temperaturen i dette forsøket er kalt for normal (A). I de andre forsøkene ble det brukt vann fra 75 m dyp og temperaturen var henholdsvis 1°C (B), 2°C (C), 4°C (D) og 6°C (E) høyere enn normaltemperaturen (A). Temperaturforløpene i de forskjellige eksperimentene er vist i Fig. 1. Temperaturen i disse forsøkene ble regulert automatisk ut fra den temperaturen som til enhver tid var i akvariet med normaltemperatur. Saltholdigheten i vannet med normaltemperatur varierte i forsøksperioden mellom 27,0‰ og 33,5‰. I de andre forsøkene med vann fra 75 m dyp varierte saltholdigheten mellom 34,4 og 35,0‰. Vanngjennomstrømmingen var ca. 4 l/min i alle akvariene. Forsøksopplegget er vist i Fig. 2.

Fisken ble føret i overskudd en gang pr. dag med finhakket blåskjell. Førestene i akvariene ble tatt opp etter ca. 3 timer. Både før og restfor ble veiet til nærmeste gram etter at det hadde stått ca. 15 min. for avrenning. Rødspettene ble lengdemålt ved forsøkets start. Senere den 5. mai, den 4. juni og den 25. juli, ble de både lengdemålt og veiet til henholdsvis nærmeste mm og 0,1 g.

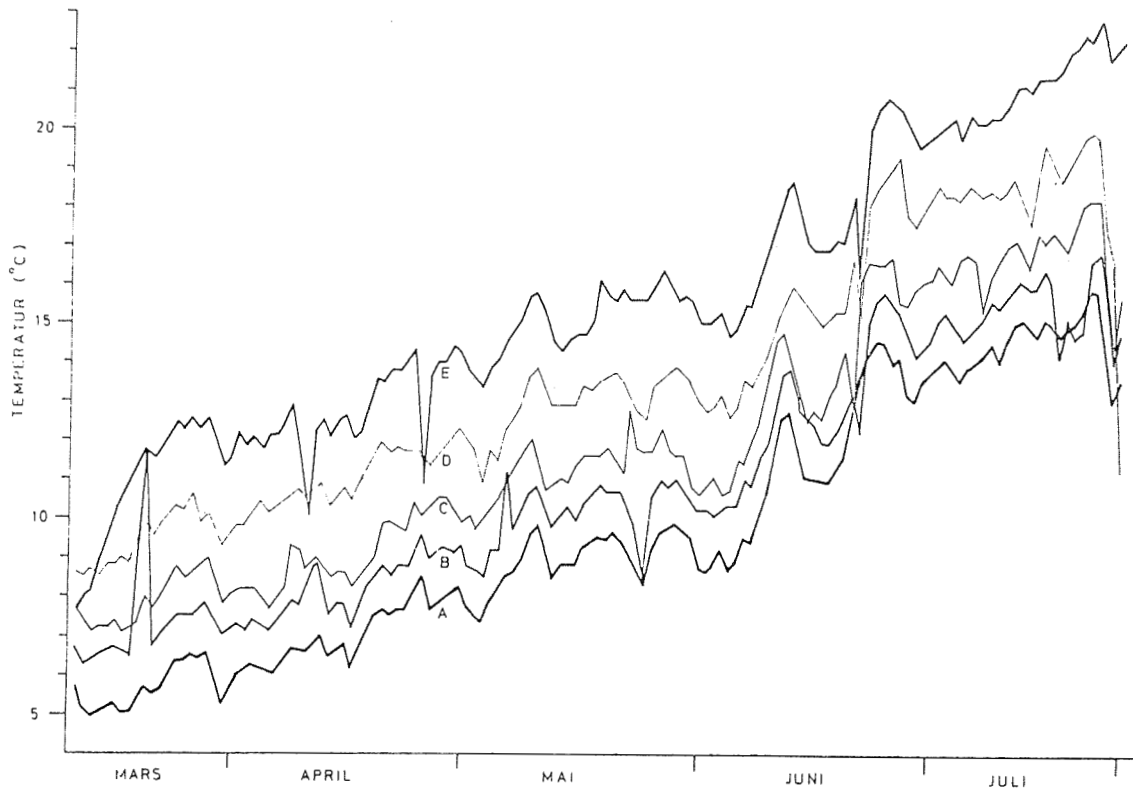


Fig. 1. Temperaturforholdene i forsøksperioden.

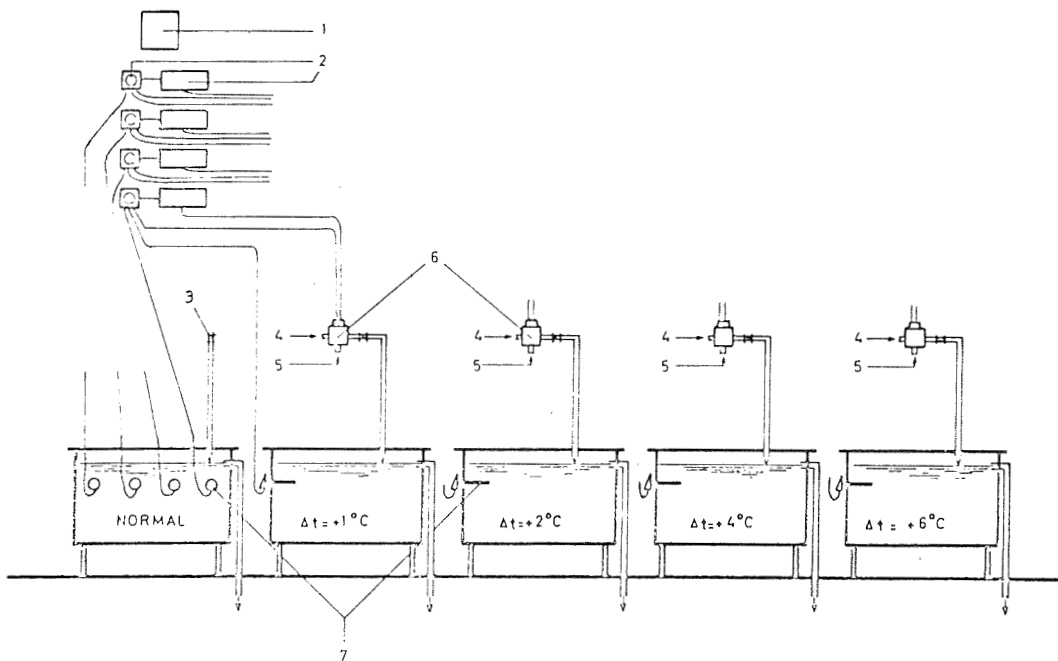


Fig. 2. Akvarieoppsett med temperaturreguleringsutstyr.
1) Transformator, 2) reguleringsenhet, 3) vann fra 20 m dyp, 4) kaldt vann, 5) varmt vann, 6) blandeventil, 7) temperaturføler.

Akvariene ble rengjort hver dag før fôring, og døde individer ble tatt opp, lengdemålt og veiet.

RESULTATER

Dødelighet

Den kumulative dødeligheten i forsøkene er vist i Fig. 3. Denne var frem til slutten av mai meget liten i alle forsøkene. Fra dette tidspunkt fikk man en stadig økende dødelighet i forsøk E hvor temperaturen også var høyest (Fig.1). Det samme dødelighetsforløpet ble observert i forsøk D, C og B, men noe forskjøvet i tid i forhold til hverandre. Det synes som om dødeligheten inntrer ved en temperatur på 15°-16°C. I forsøk C, D og E lå temperaturen etterhvert tildels betydelig over dette nivå, og dødeligheten var derfor henholdsvis 95, 96 og 100% ved eksperimentets avslutning. I forsøk B var dødeligheten da 70%, og temperaturen var 15°-16°C. I forsøk A var den ca. 1°C lavere, og her var dødeligheten betydelig mindre, bare 24%.

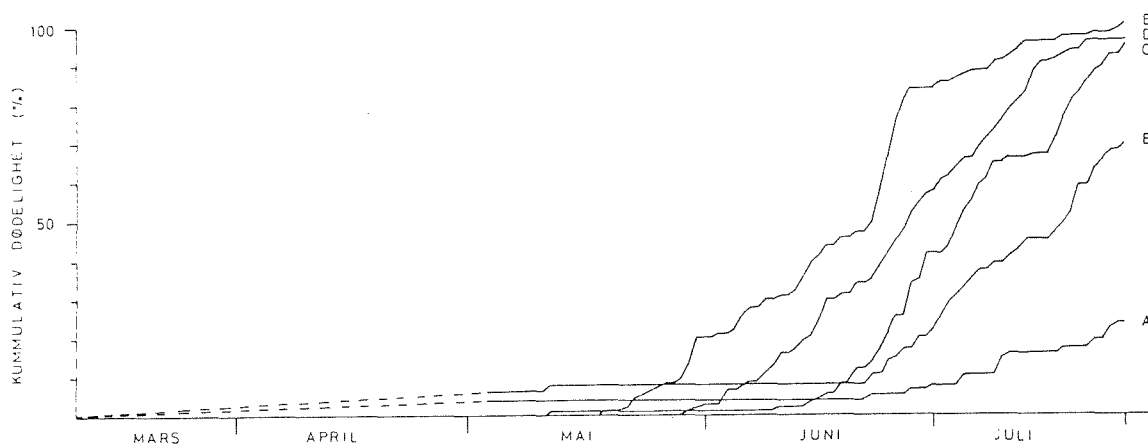


Fig. 3. Kumulativ dødelighet i de forskjellige forsøkene.

Vekst

Lengde og vekt

Lengde- og vekstfordelingene er vist i Fig. 4 og Fig. 5. Lengdefordelingen ved forsøkene begynnelse var den samme i alle temperaturene (Fig. 4). Ved siste måling (25. juli) var det ingen individer igjen i forsøk E og bare 4 og 5 igjen i henholdsvis forsøkene D og C. Fordelingskurvene i Fig. 4 og 5 som er stiplet, baserer seg på de døde individene fra nest siste måletidspunkt og frem til avslutningen av eksperimentet. På samme måte viser den stiplede linjen i forsøkene A og B ved siste måling fordelingene av de døde i den samme perioden. Fordelingene viser i alle eksperimentene en vekstøkning ettersom tiden går, samtidig som også spredningen blir større. Som det sees av fordelingskurvene til de døde individene i forsøk C, D og E (Fig. 4 og 5), har det i den siste perioden ikke vært noen vekstøkning i forsøkene. I forsøk A og B ser det ikke ut til å være noen forskjell i lengde- eller vektfordeling til de levende ved siste måling og de som har dødd i tidsrommet før.

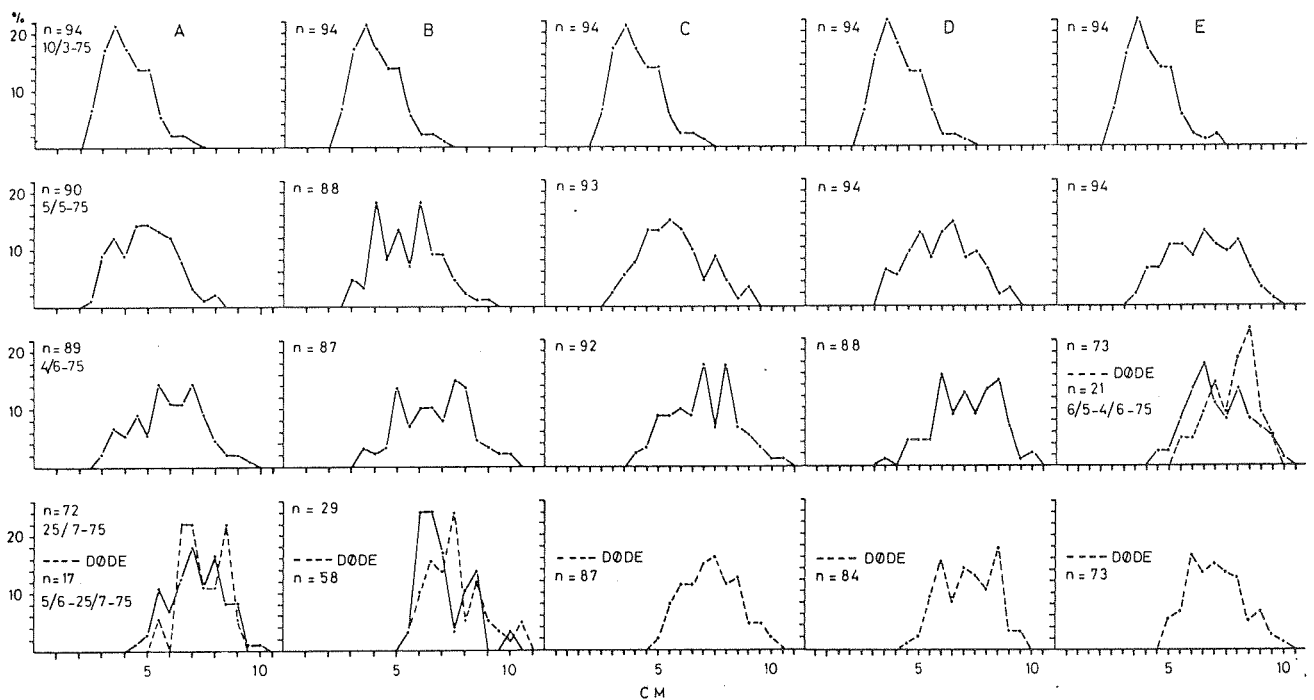


Fig. 4. Rødspettens lengdefordeling i forsøkene A,B,C,D og E ved de forskjellige måledatoene (heltrukket linje), og lengdefordelingen av individene som døde i vekstperiodene (stiplet linje).

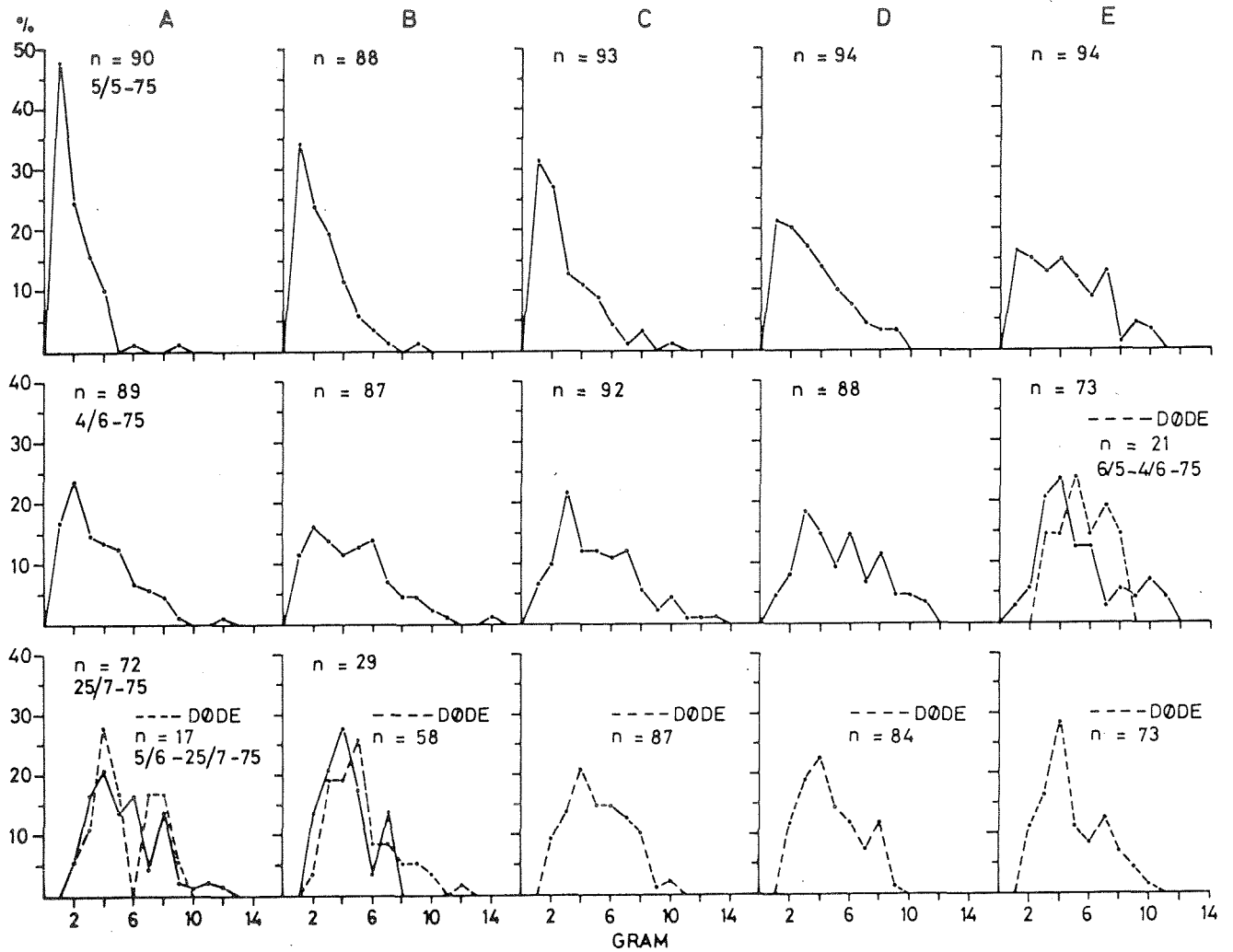


Fig. 5. Rødspettens vektfordeling i forsøkene A,B,C,D og E ved de forskjellige måledatoene (heltrukket linje), og vektfordelingen av individene som døde i vekstperiodene (stiplet linje).

Fig. 6 viser gjennomsnittslengden i forsøkene ved de forskjellige måletidspunktene. Den største veksten frem til første måledato etter at forsøkene var satt igang, ble oppnådd i forsøk E. Ved neste måledato var imidlertid veksthastigheten i dette forsøket redusert slik at gjennomsnittslengden var den samme som i forsøk D. Forsøkene C, B og A hadde alle en større veksthastighet fram til andre måledato enn til første. Gjennomsnittslengden i forsøk A er imidlertid ved begge tidspunkt betydelig mindre enn i forsøkene B og C. I siste periode var veksthastigheten i forsøk B så liten at gjennomsnittslengden i forsøk A da var like stor. På dette tidspunkt var dødeligheten i forsøkene C, D og E så stor at de derfor er utelatt i Fig. 6.

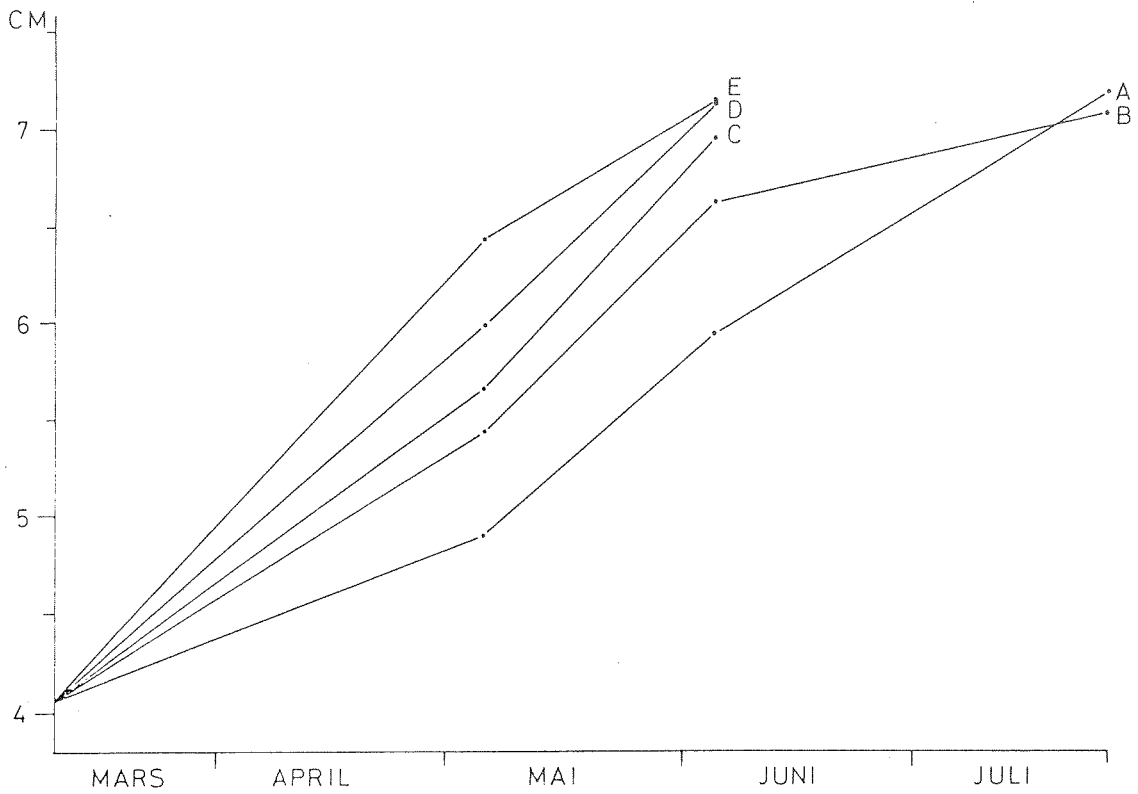


Fig. 6. Rødspettenes gjennomsnittlige lengde ved hver måling.

Gjennomsnittslengdene ved de forskjellige måletidspunktene ble testet for å se om verdiene var signifikant forskjellige ved disse tidspunktene. Resultatene er vist i Tabell 1. Tabellen viser

Tabell 1. Resultatene av Student - t test på 5% nivå av gjennomsnittslengdene ved de forskjellige målingene.

Ja: signifikant forskjellig. Nei: ikke signifikant forskjellig.

	5. mai 1975				4. juni 1975				25. juli 1975
	B	C	D	E	B	C	D	E	B
A	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nei
B		Nei	Ja	Ja		Nei	Ja	Ja	
C			Nei	Ja			Nei	Nei	
D				Ja				Nei	

ved målingen 5. mai at veksten i forsøk A var signifikant forskjellig fra de andre. Dette var også tilfelle ved neste måling. Ved siste måling var det ingen signifikant forskjell mellom forsøk A og forsøk B. Forøvrig viste det seg at en temperaturforskjell på ca. 2°C i de andre forsøkene (B-E) var stort sett for liten til å gi signifikante forskjeller.

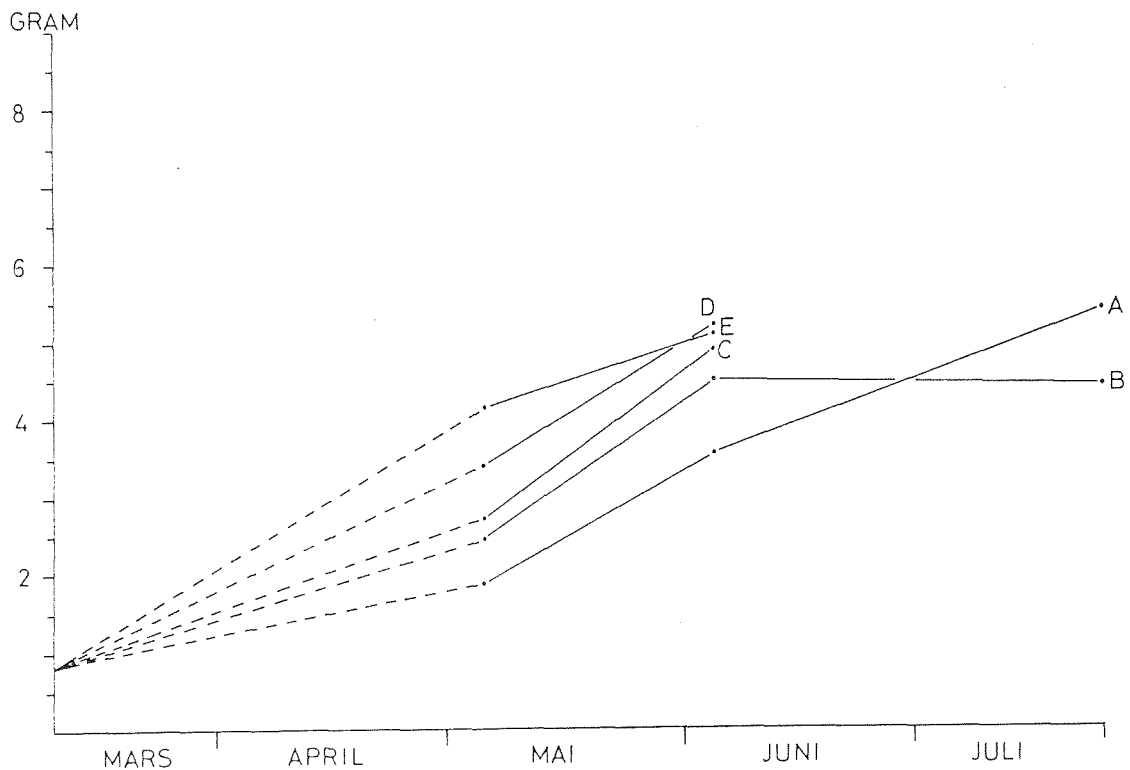


Fig. 7. Rødspettens gjennomsnittlige vekt ved hver måling.

Fig. 7 viser gjennomsnittsvekten i forsøkene i eksperimentperioden. For å unngå en eventuell øket dødelighet ved håndtering av de minste individene, ble fiskene bare lengdemålt og ikke veiet ved forsøkernes begynnelse. For senere å kunne utføre beregninger hvor vekt inngår, var det ønskelig å kunne beregne en gjennomsnittsvekt ved forsøkernes begynnelse. Gjennomsnittslengden var da 4,06 cm. Gjennomsnittsvekten av alle fisk mellom 3,8 og 4,2 cm (30 individer) ved andre måledato (5. mai) er beregnet og funnet å være 0,95 g.

Før forsøkene ble satt igang var rødspettene ikke føret i overskudd slik at man må anta at de da hadde en noe lavere vekt ved samme lengde enn ved andre måling. Uten at det skulle innebære noen vesentlig feil ble derfor gjennomsnittlig begynnelsesvekt anslått å være 0,8 g. Da dette ikke er noen observert verdi er derfor linjene stiplet fra dette punktet i Fig. 7. Forløpet i denne figuren er forøvrig den samme som i Fig. 6 over gjennomsnittlig lengdetilvekst.

Tilvekst pr. dag.

Tilveksten pr. dag er beregnet ut fra formelen (SHELBOURNE, BRETT and SHIRAHATA 1973).

$$G = \frac{(\ln W_1 - \ln W_0) \cdot 100}{T_1 - T_0}$$

G er spesifikk tilveksthastighet pr. tidsenhet i prosent,

W_1 er vekt ved tidspunktet T_1 ,

W_0 er vekt ved tidspunktet T_0 .

Fig. 8 viser G-verdiene fra alle forsøkene plottet mot gjennomsnittlig temperatur i hver vekstperiode (Tabell 2). Kurven i figuren er tegnet på frihånd. Tilveksten synes å øke hurtig opp mot en temperatur på ca. 11°C for deretter å avta raskt.

Kondisjon

Kondisjonsfaktoren er beregnet etter følgende formel:

$$K = \frac{W}{l^3} \cdot 100$$

W er fiskens vekt,

l er fiskens lengde.

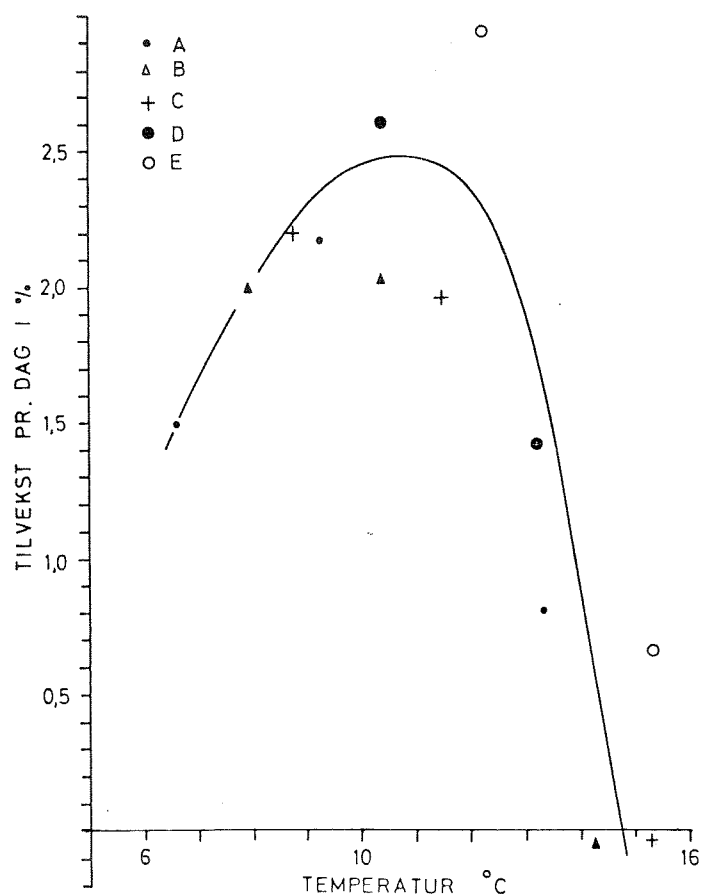


Fig. 8. Spesifikk tilvekst pr. dag i prosent ved de forskjellige gjennomsnittstemperaturene i de enkelte vekstperiodene.

Fig. 9 viser frekvensfordelingen av kondisjonsfaktoren i forsøkene. De stiplede kurvene er fordelingen av kondisjonsfaktoren til de som døde i perioden før måledatoen. I forsøkene A, B og C øket kondisjonsfaktoren frem til 4. juni i motsetning til forsøkene D og E. Etter denne tid reduseres også kondisjonen i forsøkene A, B og C.

Det fremgår at kondisjonsfaktoren til de døde var lavere enn til de levende ved måletidspunktet foran. Ved å teste med Student-t test ble det funnet at kondisjonsfaktoren til de døde i de forskjellige vekstperiodene var signifikant mindre enn kondisjonsfaktoren til de levende ved måletidspunktet i begynnelsen og slutten av perioden.

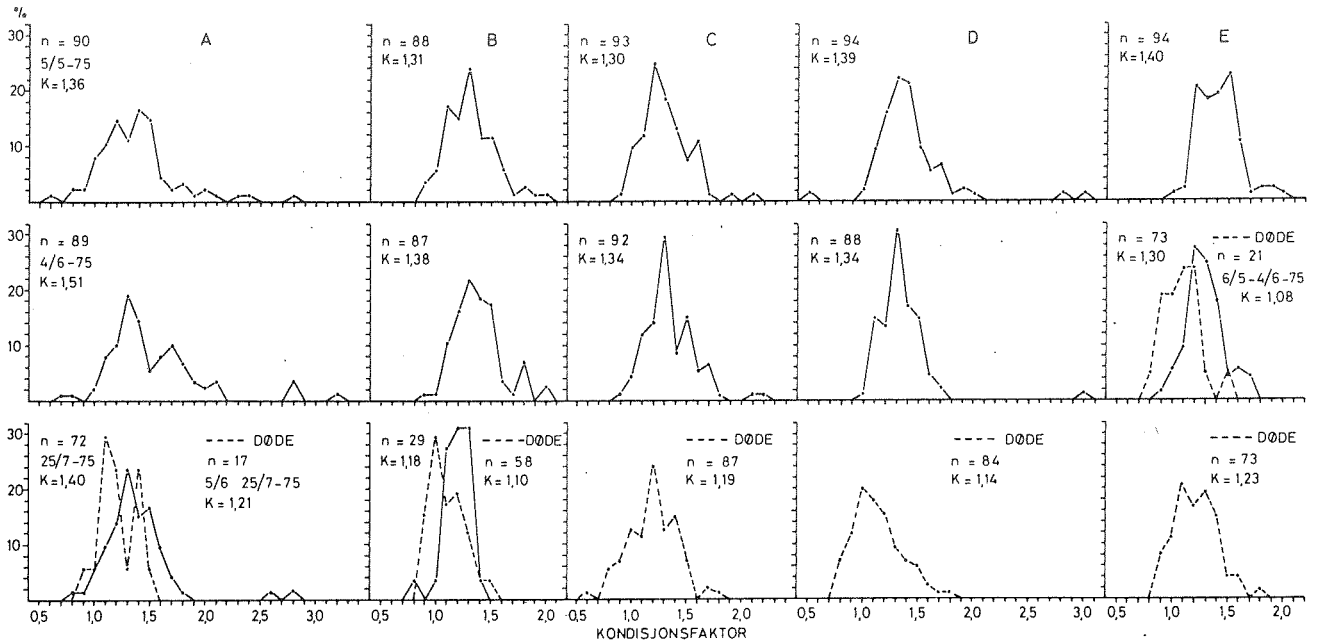


Fig. 9. Frekvensfordelingene av kondisjonsfaktoren ved hver måling (heltrukket linje), og fordelingen av kondisjonsfaktoren til de individene som døde i vekstperiodene (stiplet linje).

Før

Fig. 10 viser det gjennomsnittlige foropptak pr. individ pr. uke. I første halvdel av forsøksperioden øker foropptaket i alle forsøkene for deretter å stabilisere seg. Ved økende temperatur øker også foropptaket og dermed øket vekst. Etter en måneds tid

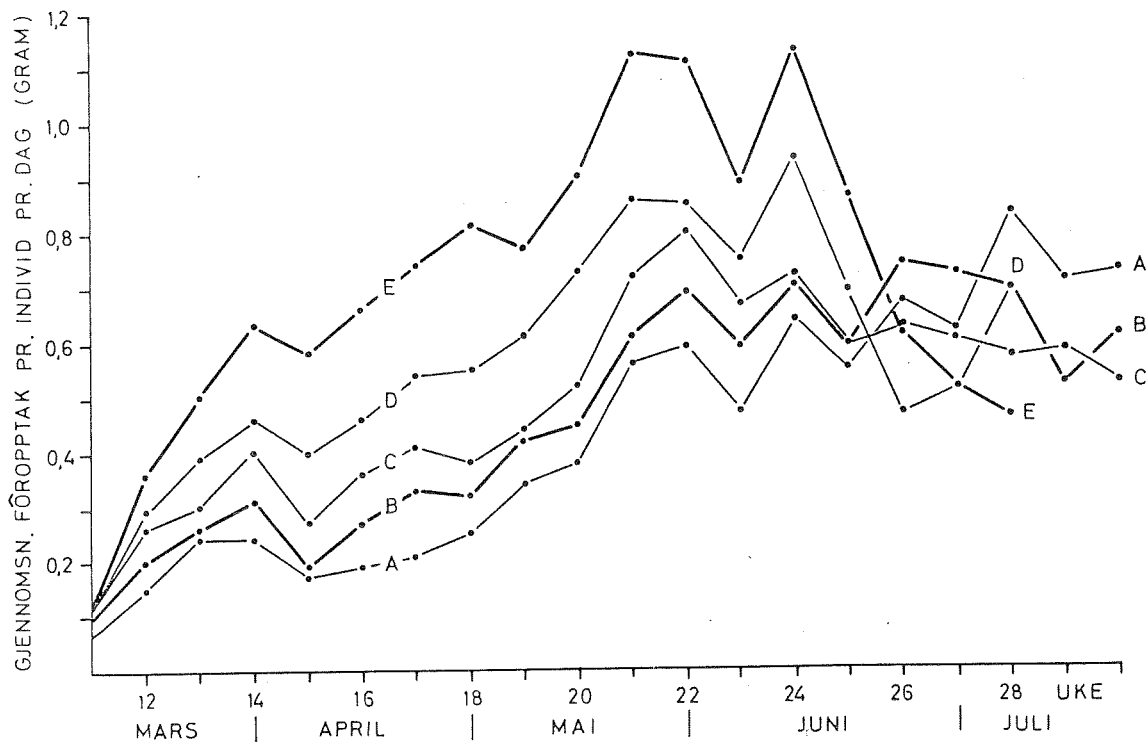


Fig. 10. Gjennomsnittlig foropptak pr. individ pr. dag i de enkelte uker i forsøksperioden.

synker fôropptaket ved de to høyeste temperaturene (forsøkene D og E). På dette tidspunkt (midt i juni) stiger temperaturen sterkt i forsøkene (Fig. 1). For å finne ved hvilken temperatur fôropptaket avtar er gjennomsnittlig fôropptak pr. dag pr. individ i de enkelte uker plottet mot de tilsvarende gjennomsnittstemperaturer (Fig. 11). Figuren viser også den tilpassete kurven og at fôropptaket øker jevnt opp til 14-15°C for deretter å avta raskt.

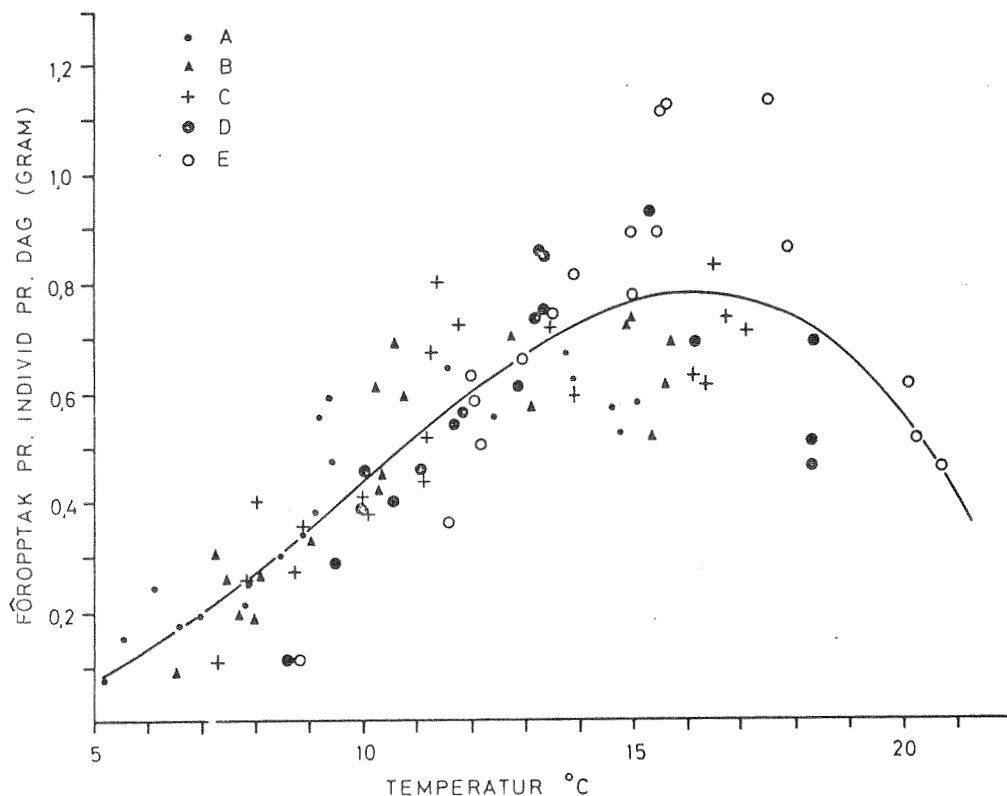


Fig. 11. Gjennomsnittlig fôropptak pr. individ pr. dag ved gjennomsnittstemperaturene i de enkelte uker i forsøksperioden.

I Fig. 12 er vist den prosentvise vektøkningen pr. fôrenhet, d.v.s. utnyttelsesgraden av fôret med temperaturen. Temperaturen er den beregnete gjennomsnittstemperatur i de forskjellige vekstperiodene (Tabell 2). Ved den laveste gjennomsnittstemperaturen, 6,6°C, var fôrutnyttelsen ca. 9% for deretter å øke til ca. 12-13% ved ca. 10°C. Den falt deretter raskt ned mot 0% ved ca. 15°C. Tabell 2 viser fôrfaktorene i vekstperiodene. Denne faktor er et mål for hvor mange gram fôr en fisk må spise for å få en vektøkning på 1 g.

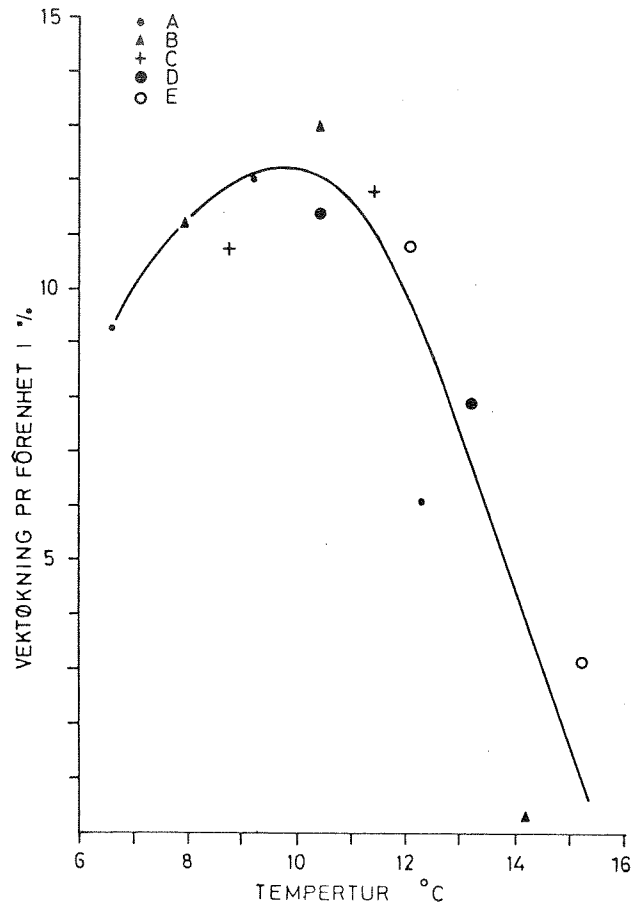


Fig. 12. Gjennomsnittlig vektøkning pr. fôrenhet ved de forskjellige gjennomsnittstemperaturene i de enkelte vekstperiodene.

Tabell 2. Gjennomsnittstemperaturene og fôrfaktorene i forsøkene A, B, C, D og E i de forskjellige vekstperiodene.

Forsøk	1. vekstperiode 10. mars - 5. mai		2. vekstperiode 6. mai - 4. juni		3. vekstperiode 5. juni - 25. juli	
	Gj.sn. temp.	Fôrfaktor	Gj.sn. temp.	Fôrfaktor	Gj.sn. temp.	Fôrfaktor
A	6.6	10.0	9.2	8.3	13.3	16.3
B	7.9	8.7	10.4	7.9	14.2	-
C	8.7	9.2	11.4	8.5	15.3	-
D	10.4	8.7	13.2	12.7	17.3	-
E	12.1	9.3	15.3	31.0	19.5	-

Da fôrfaktoren egentlig er den inverse verdi av fôrutnyttelsen (vektøkning pr. fôrenhet), ligger også den gunstigste verdien for denne faktor ved ca. 10°C. Størrelsesordenen av fôrfaktoren ved denne temperaturen er ca. 8.

DISKUSJON OG KONKLUSJON

Ved å sammenlikne dødeligheten med temperaturen inntreer dødeligheten først når temperaturen kommer opp i ca. 15°C . Dette gjelder for forsøkene B, C, D og E. I forsøk A steg ikke temperaturen så høyt i løpet av forsøksperioden. Merkeforsøk på små rødspetter utført av BAGGE (1970) viste at dødeligheten var betydelig høyere ved 15°C - 16°C enn ved lavere temperaturer. Dette gjaldt 2 og 3 år gammel rødsplette. Ifølge de foreliggende resultater kan det tyde på at så høy temperatur er lite gunstig også for 1 år gammel rødsplette. I hvilken grad eksperimentmiljøet kan ha en innvirkning på dødeligheten ved denne temperatur er vanskelig å si.

Den største tilveksten (Fig. 6 og 7) foregår frem til første del av mai i den høyeste temperaturen (forsøk E), mens den laveste temperaturen (normaltemperaturen) gir en liten vekst i denne perioden. Ved den lave gjennomsnittstemperaturen ($6,6^{\circ}\text{C}$) i forsøket med normaltemperatur i første vekstperiode, er en temperaturhevning på ca. 1°C nok til å gi signifikant større vekst. I andre vekstperiode i de to forsøkene er tilveksten av samme størrelsesorden, mens i tredje vekstperiode er tilveksten i normaltemperaturen så mye større at det ikke lenger er signifikant forskjell på gjennomsnittslengdene. En temperaturøkning i de andre forsøkene på ca. 2°C er stort sett ikke tilstrekkelig til å gi signifikante vekstforskjeller. Dette tyder på at skillet mellom ca. 6° og ca. 7°C når det gjelder vekst hos rødspetter er større enn en forskjell på 1° - 2°C ved høyere temperaturer. Den spesifikke tilveksthastighet (Fig. 8) viser en sterk økning med temperaturen inntil ca. 11°C for deretter å avta raskt. Under disse forsøksbetingelsene synes det derfor som om rødsplettenes optimale vekst foregår ved 10° - 12°C . Det er gjennomsnittstemperaturene i vekstperiodene som her er benyttet, og det kan innebære at den virkelige optimaltemperaturen er noe forskjellig fra det som her er funnet. Ifølge eksperimentelle undersøkelser av DAWES (1930) økte veksten proporsjonalt med temperaturen opp til 14° - 15°C for deretter å avta. Ved merkeforsøk i naturen er optimaltemperaturen funnet å være ca. 15°C (JENSEN 1938). BAGGE (1970) antyder ved sine data fra merkeforsøk en optimal vekst ved ca. 12°C . Ifølge tidligere eksperimenter og feltundersøkelser samt de foreliggende eksperimenter synes rødsplettenes optimale veksttemperatur å være ca. 12° - 14°C .

Den gjennomsnittlige kondisjonsfaktor viser i forsøkene med lave temperaturer en økning ved temperaturstigning til ca. 11°C. Ved ytterligere temperaturøkning går kondisjonen ned. Kondisjonsfaktoren til de individer som døde var signifikant mindre enn hos de levende. Dette indikerer at disse individene i tiden før de dør enten slutter å spise eller ikke greier å nyttiggjøre seg føret. BAGGE (1970) fant at kondisjonsfaktoren til rødspette av omtrent samme størrelse i naturen var ca. 1. Selv de som dør i de foreliggende eksperimenter er i en bedre kondisjon. Dette kan tyde på at rødspettene her dør av den forhøyete temperaturen. Føropptaket øker med temperaturen opp til 15^c-16°C, det vil si i overkant av det som synes å gi optimal vekst. Dette tyder på at fisken ikke nyttiggjør seg det føret den spiser til vekstøkning dersom temperaturen blir for høy.

BÜCKMANN (1952) fant en forfaktor på 5,8 - 8,5 for I-gruppe rødspette, mens DAWES (1930, 1931) for II-gruppe fant en faktor på 10,8. COLMAN (1970) undersøkte 0-gruppe rødspette og fant en faktor på 4,6 - 6,2. Alle disse forsøkene er utført i laboratorier med blåskjell som før. Resultatene i den foreliggende undersøkelse viser ved optimal veksttemperatur (10^c-12°C) en førfaktor på 7,9 - 9,3; det vil si noe i overkant av resultatene til BÜCKMANN (1952). Det må imidlertid nevnes at BÜCKMANN (1952) føret en gang daglig og tok opp føroverskuddet dagen etterpå. I den foreliggende undersøkelse ble det også føret en gang daglig og føroverskuddet ble tatt bort 3 timer etter føring. Feltundersøkelser på 0-gruppe rødspette (BREGNBALLE 1961) viste at faktoren her var av samme størrelsesorden som ved laboratorieforsøket til COLMAN (1970). Det synes ihvertfall for 0-gruppe rødspette at blåskjell gir samme faktor som naturlig før. Etterhvert som rødspettene blir eldre, blir førutnyttelsen dårligere, noe som BRETT (1970) har påpekt generelt for fisk. Forsøk med andre førtyper har gitt forskjellige resultater. KIRK og HOWELL (1970) føret 0-gruppe rødspette i overskudd med kunstig fremstilt før og med levende Lumbricillus sp. (en liten marin børstemark). Sammenlignes disse resultatene med resultatene COLMAN (1970) fant for blåskjell, viser det seg at de benyttede kunstige førtyper gir dårligere utnyttelse, mens Lumbricillus gir dobbelt så god førutnyttelse som blåskjell. Utnyttelsen av føret er altså avhengig av både førtype og av temperatur.

SAMMENDRAG

- 1) Det ble gjort forsøk med I-gruppe rødspette i naturlig varierende temperatur samt 1°, 2°, 4° og 6°C over denne temperatur. I akvariet med normaltemperatur ble det brukt vann fra 20 m dyp og i de andre akvariene ble det brukt vann fra 75 m dyp. Rødspettene ble føret en gang daglig i overskudd med blåskjell.
- 2) Dødeligheten i temperaturer opptil ca. 15°C var meget liten. Ved temperaturer over dette økte den sterkt.
- 3) Når normaltemperaturen lå på ca. 6°C var en temperaturøkning på 1°C nok til å gi signifikant større vekst. En temperaturforskjell på til dels 1° og 2°C når normaltemperaturen lå på et høyere nivå var imidlertid ikke nok til å gi signifikant vekstforskjell i samme tidsperiode.
- 4) Den optimale vekst ble funnet ved ca. 10°-12°C mens det maksimale fôropptak ligger ved en temperatur på 14°-15°C.
- 5) Ved optimal vekst opptok rødspettene ca. 8 g blåskjell pr. gram tilvekst.
- 6) Over 14°-15°C greide ikke rødspettene å nyttiggjøre seg det føret de konsumerte til vekst.

REFERANSER

- BAGGE, O. 1970. The reaction of plaice to transplantation and taggings. Meddr Danm.Fisk.-og Havunders., 6 (5): 1-150.
- BREGNBALLE, F. 1961. Plaice and flounder as consumers of the microscopic bottom fauna. Meddr Danm.Fisk.-og Havunders., 3 (6): 133-182.
- BRETT, J.R. 1970. Temperature - Fishes. P. 515-560 in KINNE, O. ed. Marine ecology. A comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters. Wiley-Interscience, London.

- BÜCKMANN, A. 1952. Vorläufige Mitteilungen über Fütterungs- und Wachstumsversuche mit Schollen im Aquarium. Kurze Mitt.fischbiol.Abt.Max-Plank.Inst. Meeresbiol.Wilhelmsh., 1952 (1): 8-21.
- COLMAN, J.A. 1970. On the efficiency of food conversion of young plaice (Pleuronectes platessa). J.mar.biol.Ass.U.K., 50: 113-120.
- DAWES, B. 1930. Growth and maintenance in the plaice (Pleuronectes platessa L.). Part 1. J.mar.biol.Ass.U.K., 17: 103-174.
- 1931. Growth and maintenance in the plaice (Pleuronectes platessa L.). Part 2. J.mar.biol.Ass.U.K., 17: 877-947.
- JENSEN, A.J.C. 1938. Factors determining the apparent and real growth. Rapp.P.-v.Reun.Cons.perm.int.Explor.Mer., 108: 109-114.
- KIRK, R.G. and HOWELL, B.R. 1970. Growth of hatchery-reared juvenile plaice (Pleuronectes platessa) on live and artificial foods. Coun.Meet.int.Coun.Explor.Sea, 1970 (E:11): 1-7.
- SHELBOURN, J.E., BRETT, J. and SHIRAHATA, S. 1973. Effects of temperature and feeding regime on the specific growth rate of sockeye salmon fry (Oncorhynchus nerka), with a consideration of size effect. J.Fish.Res.Bd Can., 30: 1191-1194.

FISKEN OG HAVET, SERIE B

Oversikt over artikler som finnes i tidligere nr.

- 1976 Nr. 1 Svein Sundby :Oseanografiske forhold i området
Malangsgrunnen - Fugløybanken - Tromsøflaket. En over-
sikt.
- 1976 Nr. 2 Anon. :Fiskeressurser og oseanografiske forhold
utenfor kysten mellom Stad og Stord.
- 1976 Nr. 3 O.Grahl-Nielsen, T. Neppelberg, K.H. Palmork, K. Westheim
og S. Wilhelmsen :Om kontrollerte utslipp av oljehydro-
karboner fra produksjonsplattformen Ekofisk.