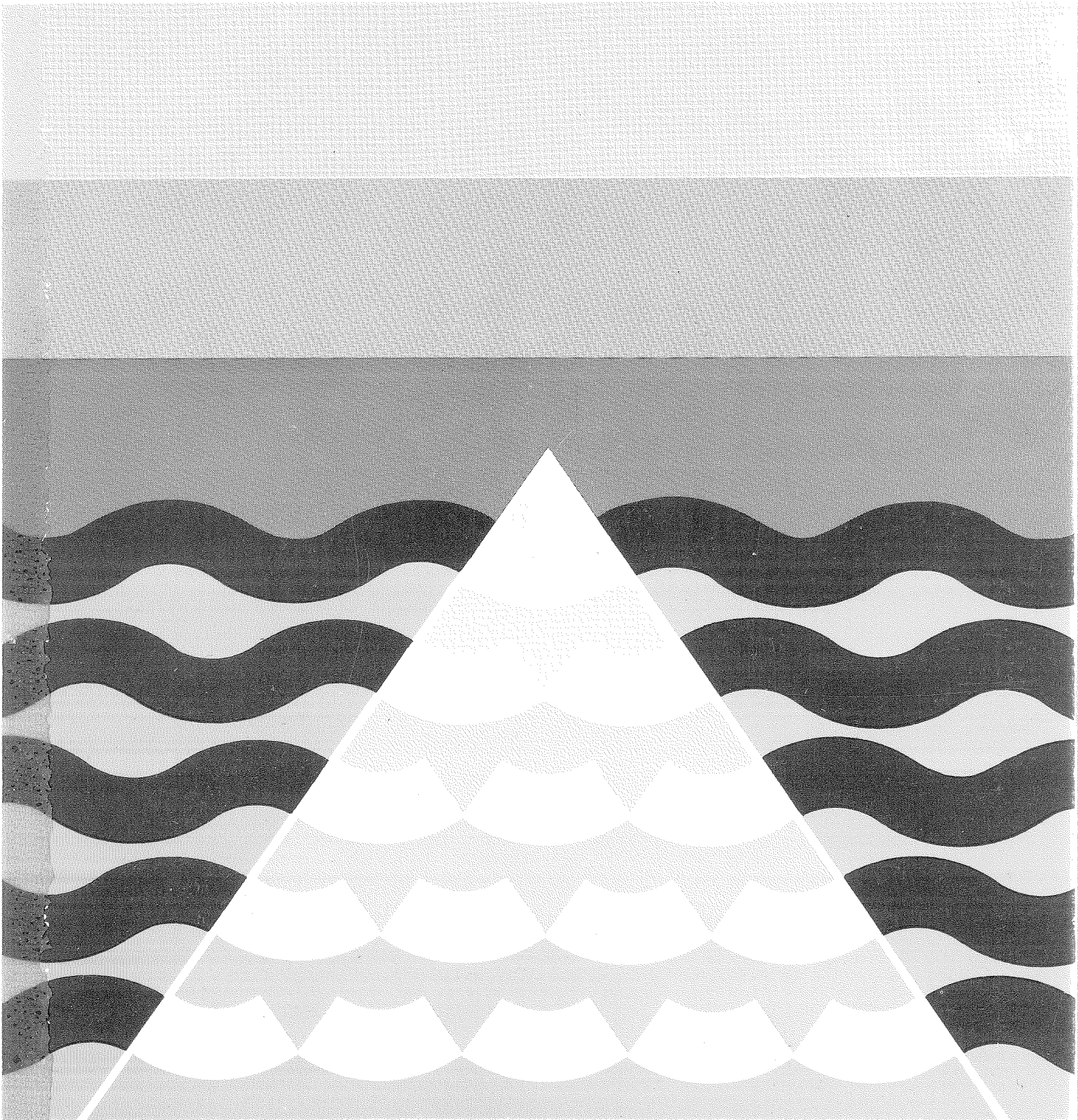


FISKEN og HAVET

SERIE B

1979 Nr. 3

RAPPORTER OG MELDINGER
FRA FISKERIDIREKTORATETS HAVFORSKNINGSINSTITUTT - BERGEN



SERIE B
1979 Nr. 3

Begrenset distribusjon
varierende etter innhold
(Restricted distribution)

Vekst, dødelighet og fôrøpptak hos 0-gruppe torsk
(Gadus morhua L.) ved forskjellige temperaturer

av

SVEIN A. IVERSEN
Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt
Bergen
og
DIDRIK S. DANIELSSEN
Statens Biologiske Stasjon Flødevigen
Arendal

Redaktør

Erling Bratberg

INNLEDNING

Temperaturen er en svært viktig miljøfaktor når det gjelder vekst og dødelighet av fisk. De foreliggende eksperimentene inngår som en del av en undersøkelse som tar sikte på å belyse eventuelle positive eller negative virkninger som en forhøyet sjøtemperatur kan ha for fisk i naturlig miljø eller kultiveringsanlegg. Liknende undersøkelser med tungeflyndre, bastarder av rødspette og skrubbe samt rødspette er beskrevet tidligere (DANIELSSEN og IVERSEN 1974, 1976). Denne undersøkelsen er utført ved Statens Biologiske Stasjon Flødevigen.

MATERIALE OG METODE

I begynnelsen av oktober 1974 ble 0-gruppe torsk fanget med strandnot i området ved Statens Biologiske Stasjon Flødevigen. Torsken ble lengdemålt og veiet til nærmeste 0,5 cm og 0,1 g i underkant, og fordelt i fem 2500 liters akvarier med ca. 100 i hver. I fire av akvariene ble temperaturene satt til henholdsvis 12°, 15°, 18° og 21°C. I det femte akvariet ble det benyttet vann fra 20 m dyp utenfor stasjonen for å oppnå naturlig varierende temperaturforhold. Temperaturforholdene i dette forsøket er kalt normaltemperatur. Temperaturforholdene i eksperimentperioden er vist i Fig. 1. Saltholdigheten i vannet med normaltemperatur varierte mellom 27‰ og 33,5‰.

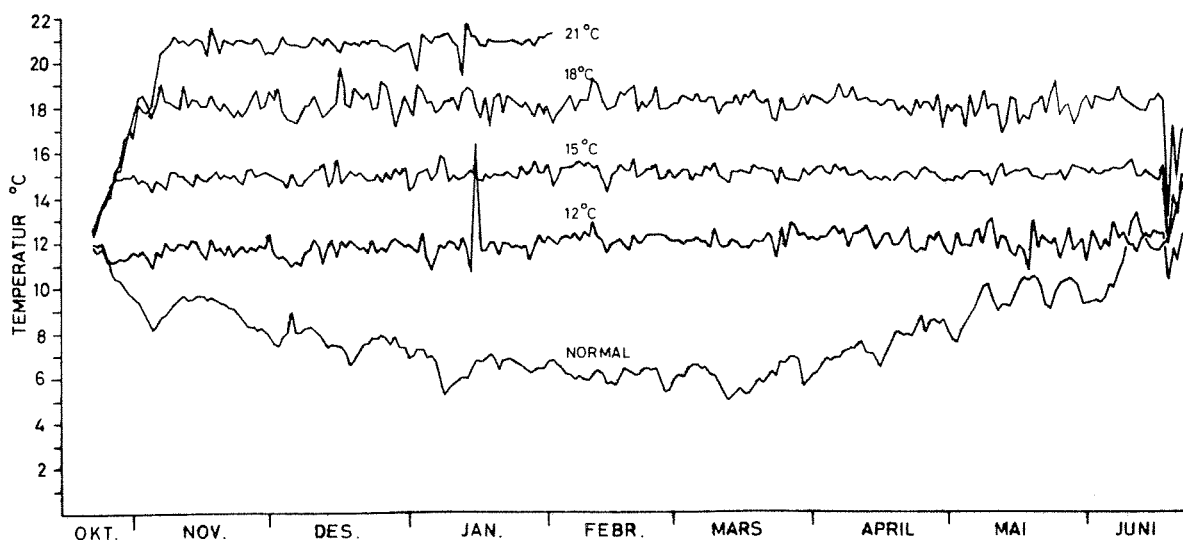


Fig. 1. Temperaturforholdene i forsøksperioden.

I de andre forsøkene ble det benyttet vann fra 75 m og her varierte saltholdigheten mellom 34,4‰ og 35‰. Vanngjennomstrømningen var ca. 12 l/min i hvert av akvariene. Torsken ble føret i overskudd en gang pr. dag med opphakkert blåskjell. Samtidig ble eventuelle døde individer tatt ut, lengdemålt og veiet. Førrestene ble tatt opp dagen etter. Både for og restfôr ble veiet til nærmeste gram etter at det hadde stått i ca. 15 min. til avrenning. Torsken ble lengdemålt og veiet på samme måte som ved forsøksstart med ca. en måneds mellomrom, og akvariene ble da rengjort.

RESULTATER

Dødelighet

Fig. 2 viser at dødeligheten frem til midten av november øker jevnt og har omtrent samme utvikling ved alle temperaturer bortsett fra 21°C. Frem til dette tidspunktet er dødeligheten ved denne temperaturen meget lav, 6-7%, for deretter å øke sterkt til ca. 93% i løpet av en måneds tid, og til 100% ved utgangen av januar. I de andre temperaturene avtar derimot dødeligheten betydelig fra begynnelsen av desember. Fra mars-april øker så dødeligheten noe igjen untatt i forsøket med normaltemperatur der den fremdeles ligger på det samme nivå til forsøket avsluttes i juni.

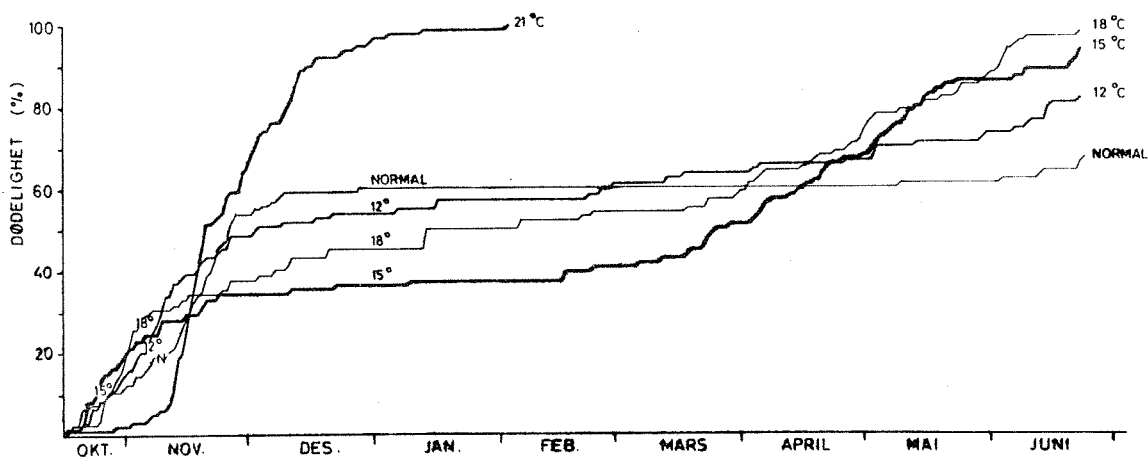


Fig. 2. Kumulativ dødelighet i de forskjellige forsøkene.

Vekst

Lengde

I Fig. 3 er vist lengdefordelingen ved hver temperatur ved det enkelte måletidspunkt. Der det var tilstrekkelig mange døde individer mellom to påfølgende målepunkt er fordelingen av disse også tatt med.

I forsøket med normaltemperatur har det vært en vekstøkning gjennom hele forsøksperioden. Ved 12°, 15° og 18°C har det også vært en vekstøkning frem til april for deretter å stagnerere. Ved 21°C døde de fleste i løpet av første måneden og veksten av de gjennlevende var også mindre enn i de andre forsøkene.

Som det sees av frekvensfordelingen ved andre måletidspunkt (desember) er lengdefordelingen av de døde individene omtrent lik lengdefordelingen av de levende ved forsøkets start, bortsett fra i 21°C. Ved 15° og 18°C i april er det derimot ingen forskjell på lengdefordelingen til de levende og døde.

I Fig. 4, som viser gjennomsnittslengde ved hvert måletidspunkt, sees at veksten er best ved 15°C frem til og med mars måned. I 18°C og normaltemperatur er veksten langt mindre i denne perioden. Etter dette tidspunkt avtar imidlertid veksten i alle forsøkene untatt ved normaltemperaturer.

Kondisjon

Kondisjonsfaktoren er beregnet etter følgende formel

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

w er fiskens vekt, l er fiskens lengde.

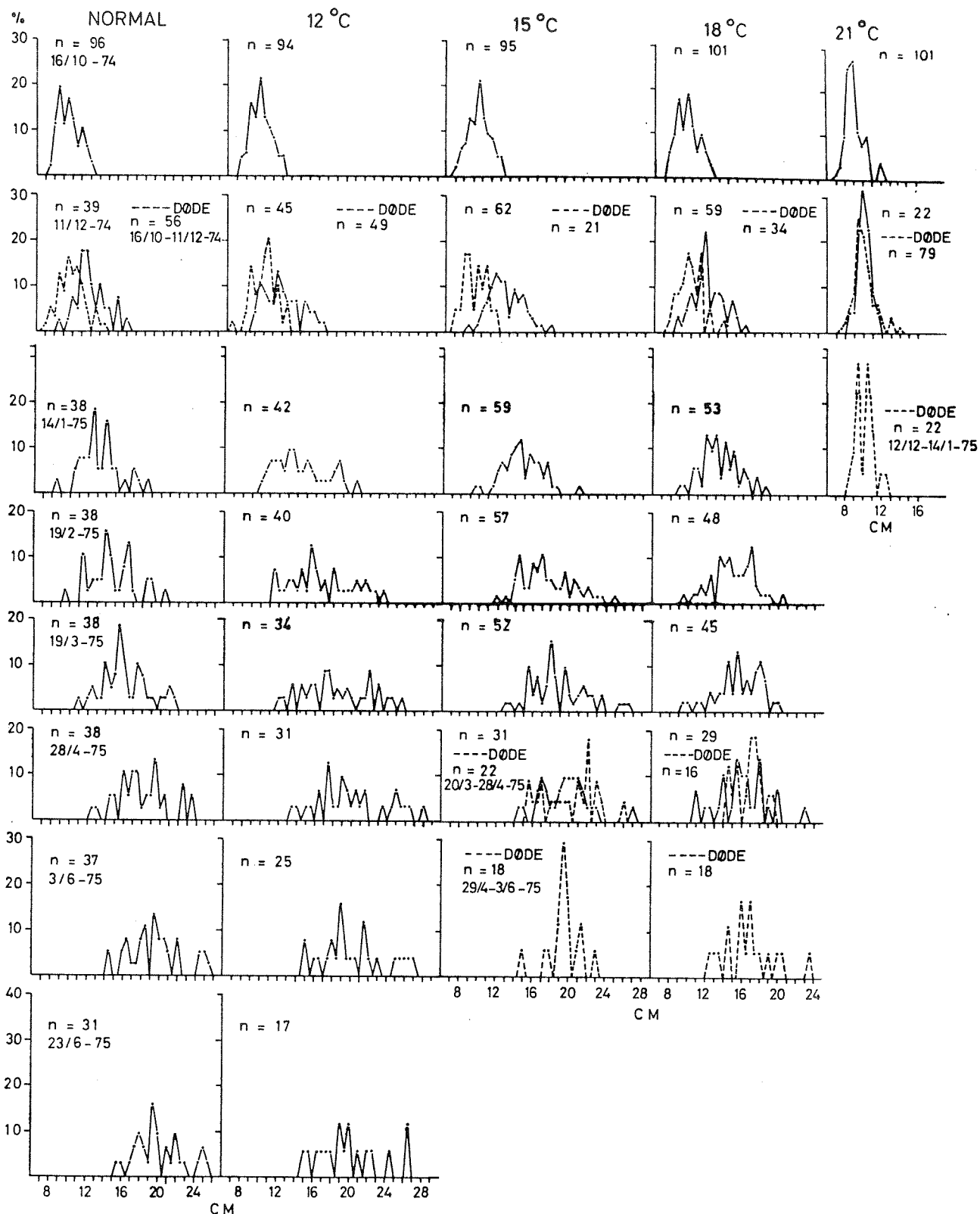


Fig. 3. Torskenes lengdefordeling i forsøkene ved de forskjellige måledatoene (heltrukket linje), og lengdefordelingen av individene som døde i vekstperioden (stiplet linje).

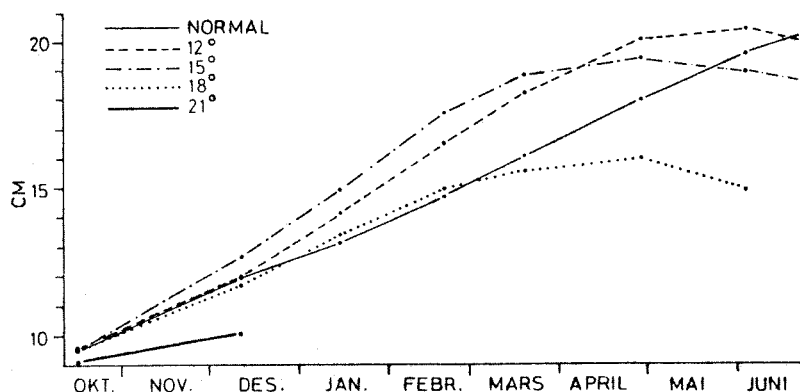


Fig. 4. Torskens gjennomsnittlige lengde ved hver måledato.

Fig. 5 viser frekvensfordeling av kondisjon ved de forskjellige temperaturene. Der hvor et tilstrekkelig antall individer døde er også fordelingen av disse tegnet inn. Kondisjonen øker mest i den første tiden. Dette gjelder alle temperaturene untatt 21°C, der kondisjonen avtar.

Kondisjonen er betydelig mindre hos de individer som dør mellom første og andre måling enn hva den var ved eksperimentets start. Hos de som dør i 21°C er kondisjonsfaktoren noe dårligere enn i de andre temperaturene. Ved forsøkets avslutning avtar kondisjonen noe i alle temperaturene. Da er ikke forskjellen så stor på levende og døde som det var i begynnelsen av forsøket.

I likhet med lengdetilveksten er også kondisjonen best ved 15°C (Fig. 6). Fram til februar-mars øker kondisjonen ved alle temperaturer. Etter dette avtar den igjen bortsett fra en økning fra april til først i juni i normaltemperaturen. Temperaturen i dette tidsrom økte da fra ca. 7° til 11°C (Fig. 1).

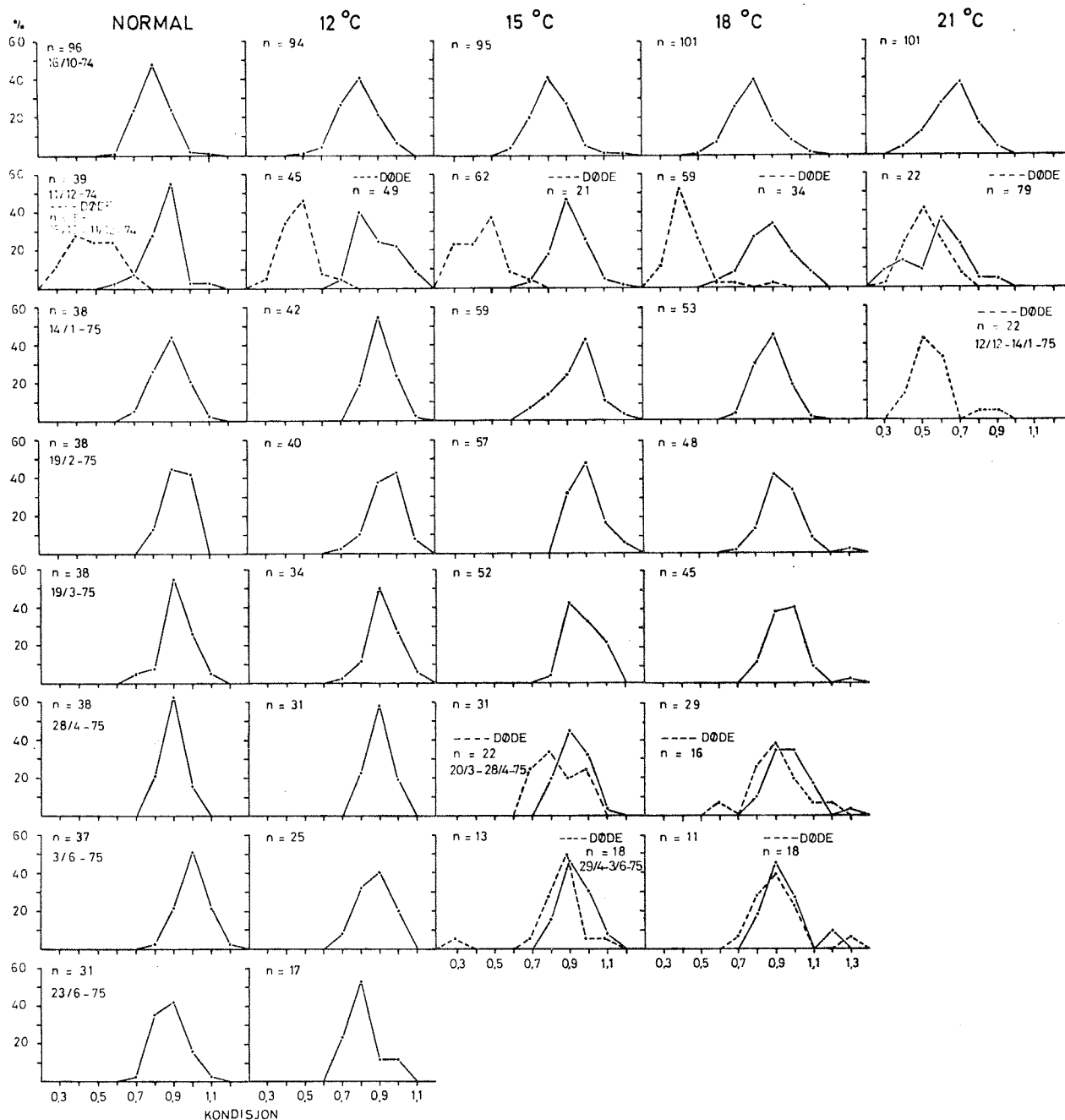


Fig. 5. Torskens kondisjonsfordeling i forsøkene ved de forskjellige måledatoene (heltrukket linje), og kondisjonsfordelingen av individene som døde i vekstperiodene (stiplet linje).

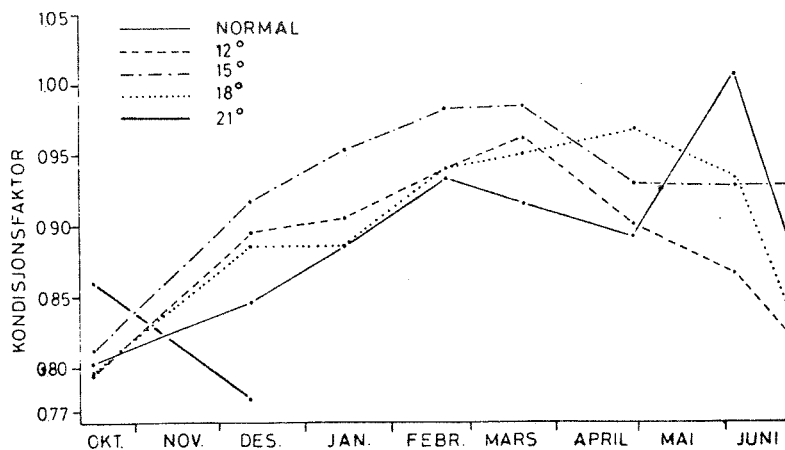


Fig. 6. Gjennomsnittlige kondisjon ved hver måledato.

Fig. 7 viser forholdet mellom fiskens lengde og kondisjon. Her er forsøkene ved 12°, 15°, 18°C og normaltemperatur slått sammen. Dette er gjort for å få et noe større antall i hver lengdegruppe. De som etterhvert dør har ved dette tidspunkt alltid en lavere kondisjonsfaktor i de enkelte lengdegrupper enn de levende. Når det gjelder individer under 13-14 cm er den betydelig lavere. Forøvrig øker kondisjonen i begge grupper opp til ca. 15 cm for så å stabilisere seg.

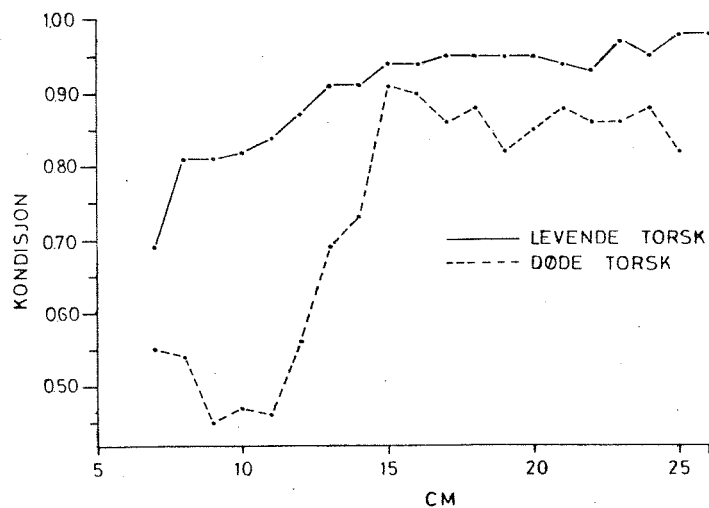


Fig. 7. Forandringer i kondisjon med økende lengde.

Ved forsøkets avslutning i juni ble kondisjonen målt på 72 individer som ble fanget ved Statens Biologiske Stasjon Flødevigen. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor i hver lengdegruppe er vist i Tabell 1.

Tabell 1. Frekvensfordeling av kondisjonsfaktor på lengde av torsk fanget i juni ved Statens Biologiske Stasjon Flødevigen.

Lengde	Antall	Gj.sn. kondisjon
16,0	1	0,95
17,0	2	0,86
18,0	2	0,87
19,0	5	0,89
20,0	7	0,87
21,0	4	0,85
22,0	6	0,84
23,0	12	0,88
24,0	9	0,87
25,0	8	0,89
26,0	6	0,90
27,0	7	0,90
28,0	3	0,87
Gj.snitt 22,7		0,88

Tilvekst pr. dag

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

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

G er spesifikk tilveksthastighet pr. tidsenhet i prosent, W_1 er vekt ved tidspunkt T_1 , W_0 er vekt ved tidspunkt T_0

Fig. 8 viser spesifikk tilveksthastighet ved de forskjellige temperaturene i måleperiodene frem til 3. juni. På samme figur er også vist gjennomsnittlig spesifikk tilveksthastighet

over hele forsøksperioden. Den siste perioden fra 3. til 23. juni er utelatt. Den spesifikke tilveksthastighet er høyest ved 15°C i de to første periodene, mens den i tredje og fjerde periode er høyest ved 12°C, for så til slutt, i femte og sjette periode er høyest i normal temperatur. G-verdiene har også en avtagende tendens gjennom forsøksperioden i alle temperaturer.

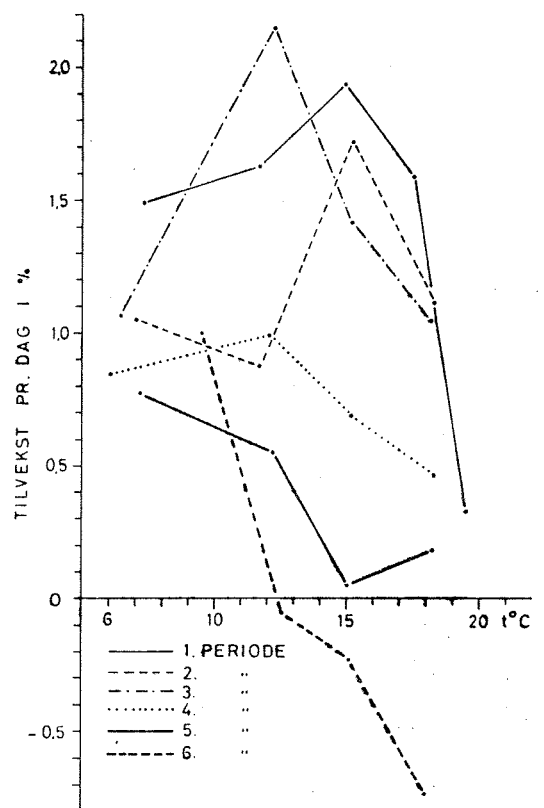


Fig. 8. Spesifikk tilvekst pr. dag i prosent ved de forskjellige temperaturer i de enkelte vekstperiodene.

Fôr

Fôropptaket pr. individ pr. dag gjennom forsøksperioden er vist i Fig. 9. Det er høyest ved 15°C helt frem til midten av april. Etter den tid ligger fôropptaket ved 12°C på omtrent samme nivå en tid og i slutten av mai er fôropptaket

ved normaltemperaturen høyest. Fôropptaket ved 12°C og 18°C er av omtrent samme størrelse frem til begynnelsen av februar, etter den tid viser opptaket ved 18°C en sterkt avtagende tendens frem til forsøkets avslutning. Etter midten av april er det ved alle temperaturene en avtagende tendens bortsett fra normaltemperaturen, hvor verdiene økte etterhvert som temperaturen steg. I forsøket ved den høyeste temperaturen sank fôropptaket med en gang temperaturen var justert opp til 21°C (uke 46).

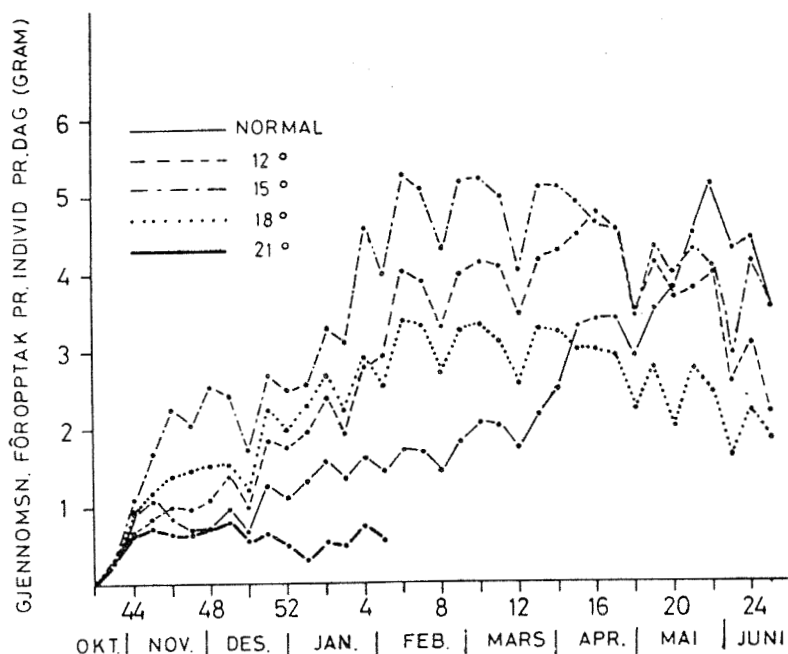


Fig. 9. Gjennomsnittlig foropptak pr. individ pr. dag ved de forskjellige temperaturer i de enkelte uker.

Fig. 10 viser den prosentvise vektøkning pr. fôrenhet, d.v.s. utnyttelsesgraden av fôret i de enkelte perioder ved de forskjellige temperaturene. I nesten samtlige perioder viste det seg at fôrutnyttelsen var best i den laveste temperaturen og dårligere med økende temperatur. Det synes også som fôrutnyttelsen minker med tiden. Den 6. perioden er utelatt i figuren da vekten i denne perioden avtok i alle temperatur-ene bortsett fra normaltemperaturen.

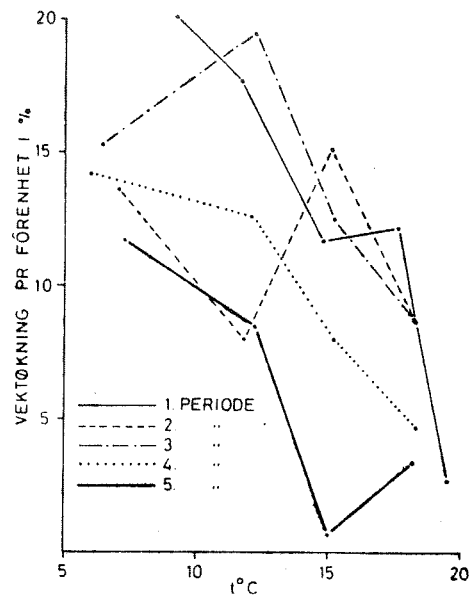


Fig. 10. Gjennomsnittlig vektøkning pr. forenhet ved de enkelte temperaturer i de enkelte vekstperiodene.

Den inverse verdi av fôrutnyttelsen er fôrfaktoren og er et mål for hvor mange gram fôr en fisk må spise pr. gram vektøkning. Dette er vist i Tabell 2. Verdiene ligger mellom 5.0 og 8.5 i normaltemperaturen og noe høyere (5.6-12.4) i 12°C. Ved 18° og 15°C viser den en kraftig økning i 4. og 5. måleperiode. Det samme viser forsøket ved 21°C i første periode.

Tabell 2. Gjennomsnittstemperatur og fôrfaktor i de enkelte perioder

Forsøk

Periode	Antall dager	Normal		12°C		15°C		18°C		21°C	
		Gj.snitts temp.	Fôr-faktor	Gj.snitts temp.	Fôr-faktor	Gj.snitts temp.	Fôr-faktor	Gj.snitts temp.	Fôr-faktor	Gj.snitts temp.	Fôr-faktor
1	56	7,3	5,0	11,7	5,6	14,8	8,5	17,6	8,2	19,7	36,9
2	34	7,0	7,4	11,8	12,4	15,1	6,6	18,3	11,5	-	-
3	34	6,4	6,5	12,2	5,1	15,2	8,0	18,2	11,4	-	-
4	28	6,0	7,0	12,1	8,0	15,2	12,4	18,3	21,1	-	-
5	40	7,2	8,5	12,2	11,8	15,0	142,8	18,2	29,4	-	-
6	35	9,5	6,8	12,0	-	15,1	-	18,0	-	-	-

DISKUSJON OG KONKLUSJON

Sammenliknes dødelighet med temperaturen sees at etter at temperaturen er justert til det endelige nivå i forsøket ved 21°C, øker dødeligheten fra ca. 6% til vel 90% bare etter en måned. En måned senere var alle døde i denne temperaturen. Dette stemmer med tidligere observasjoner (BØHLE 1974 a). Han fant at LT 50 (letaltemperaturen) hos torsk lå mellom 19,5°-20,5°C, avhengig av tilvendingstemperaturen før eksperimentet. Ved 21°C fikk også han 100% dødelighet etter kort tid. I det foreliggende forsøk var det visse daglige temperaturvariasjoner omkring denne letaltemperaturen. Dette er nok årsaken til at enkelte torsk overlever i 2 1/2 måned.

Dødeligheten i de andre fire temperaturene følger hverandre bra i begynnelsen og avtar sterkt omkring månedsskifte november-desember. Ved dette tidspunkt er den imidlertid en del høyere ved 12°C og normaltemperaturen, men dette skyldes i vesentlig grad haleråte i denne perioden. I resten av forsøksperioden er dødeligheten liten i disse to forsøkene, mens den ved 15° og 18°C øker utover våren. Dette kan tyde på at disse to temperaturene i det lange løp er noe for høye. Dette understøttes ved at unvikelsestemperaturen hos torsk sannsynligvis er på ca. 15°-17°C (BØHLE 1974 b).

Lengdefordelingen ved forsøkets begynnelse i alle temperaturene og lengdefordelingen av de døde frem til andre måling var den samme. Dette tyder på at de som døde i denne perioden ikke har hatt noen tilvekst før de døde, og at det heller ikke bare var individer i bestemte lengdegrupper som døde. BRETT (1970) påpeker også at høye temperaturer ikke synes å ha forskjellig dødelig innvirkning på store og små individer av samme art. Kondisjonen har gått kraftig tilbake hos disse individene, noe som viser at de sannsynligvis ikke har tatt til seg mat. Det er tidligere vist av COLMAN (1970) på 0-gruppe rødspette og av DANIELSSEN og IVERSEN (1974) på tunge og krysning av rødspette og skrubbe at enkelte fisk ikke spiser selv om fôr var tilgjengelig. I begynnelsen av forsøket døde disse individene

hurtigere jo høyere temperaturen var. Dette skyldes at stoffskiftet hos fisk da øker, noe som blant annet er vist av SAUNDERS (1963) på torsk. Ved sjette måling viser t-test ingen signifikant lengdeforskjell på 5% nivå mellom de levende og de døde ved 15° og 18°C. Dette kan skyldes at tilveksten pr. dag hos de levende mellom femte og sjette måling er mye mindre enn i den foregående perioden, hvor de var 2 og 3 ganger større i henholdsvis 18° og 15°C. På dette tidspunktet viste t-testen ingen signifikant forskjell på 5% nivå av kondisjonsfaktoren hos de levende og døde i motsetning til ved andre måling. Dette tyder på at individene ved dette tidspunkt ikke lever så lenge uten å spise som i første vekstperiode. Dødsårsaken må tydeligvis her være en annen.

Den gjennomsnittlige kondisjonsfaktor er høyest ved 15°C helt til utpå våren. Det har sammenheng med at veksten er hurtigst i denne temperaturen, og at kondisjonsfaktoren øker etterhvert som fisken vokser opp til ca. 15 cm. En liknende økning av kondisjonsfaktoren hos nordsjøtorske i dette lengdeområde er påvist av DAAN (1974). Den gjennomsnittlige kondisjonsfaktoren gikk sterkt tilbake mot slutten av forsøket i alle temperaturene. En slik nedgang ble ikke påvist under naturlige forhold. Som ovenfor nevnt, økte jo også dødeligheten i denne perioden.

Måling av kondisjon på torsk fra sjøen ved Flødevigen ved forsøkets avsluttning viste at denne derimot var noe lavere enn i forsøket. Dette har nok sammenheng med at det sansynligvis var en høyere grad av fôr tilgjengelig i forsøket sammen med at aktiviteten er mindre for å få fatt i det. Dette viser at kondisjonen i forsøket ved dette tidspunkt ikke er så lav at fisken dør av den grunn.

Den spesifikke tilveksthastighet er i begynnelsen høyest ved 15°C for så senere å bli bedre ved 12°C og til slutt i normal temperatur. Dette kan sammen med en økt dødelighet tyde på at det etterhvert mot slutten av forsøket er de spesielle eksperimentforholdene som gir disse resultatene, og at dette neppe vil være riktig under naturlige forhold.

Sett under ett er fôr faktoren lavest (5,0-8,5) i normaltemperaturen selv om den i første del av forsøket ikke er så mye høyere i 12° og 15°C bortsett fra annen periode i 12°C. Disse verdiene er lik de som BÜCKMANN (1952) fant hos I-gruppe rødspette, men ligger i underkant av hva som ble funnet av DANIELSSEN og IVERSEN (1976).

Fôropptaket pr. individ pr. dag er høyest ved 15°C frem til siste del av forsøket i motsetning til fôrutnyttelsen som jevnt over var høyest i normal temperatur. Dette skyldes at stoffskiftet er noe høyere ved 15°C og til dels også ved 12°C og 18°C enn i normaltemperatur. At både fôropptaket og fôrutnyttelsen synker i alle temperaturene untatt normaltemperaturen mot slutten av forsøket, viser igjen i likhet med de andre tidligere nevnte faktorene at det her er de kunstige forsøksbetingelsene som virker inn i sterkere grad og resultatene i denne delen av forsøket kan derfor ikke benyttes. I forsøket ved normaltemperaturen er slike stressforhold muligens motvirket ved temperaturøkningen i siste del av forsøket.

Sett under ett synes forsøket å vise at opptimumstemperaturen for torsk av denne størrelse ligger mellom 12° og 15°C.

SAMMENDRAG

1. Det ble gjort forsøk med 0-gruppe torsk i " naturlig temperatur", med vann fra 20 m dyp, og ved temperaturene 12°, 15°, 18° og 21°C med vann fra 75 m dyp. Forsøket startet i oktober og varte til ut i juni året etter.
2. Dødeligheten var minst ved 15°C frem til slutten av mars, men mot slutten av forsøket øker den igjen. I denne siste perioden er dødeligheten ved normaltemperaturen og 12°C lavest. Allerede etter knapt to måneder var alle døde ved 21°C.

3. Lengdeveksten er størst ved 15°C og 12°C. Både ved 12°, 15° og 18°C flater veksten ut mot slutten av forsøket. Bare ved normaltemperaturen er det en jevn vekst i hele forsøksperioden.
4. Kondisjonsfaktoren viser at det er de svakeste individene som dør. Kondisjonsfaktoren er høyest ved 15°C. Mot slutten av forsøket avtar kondisjonsfaktoren ved alle temperaturene.
5. Fôrutnyttelsen er best ved 12°C og 15°C. Mot slutten av forsøket går også den ned for da å være best i normaltemperatur. Fôrutnyttelsen ved 18°C er lav gjennom hele forsøksperioden.
6. Letaltemperaturen for 0-gruppe torsk synes å ligge på 20°-22°C og optimaltemperaturen ligger på 12°-15°C.

REFERANSER

- 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.I. 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.
- BØHLE, B. 1974 a. Dødelighet av dypvannsreke (Pandalus borealis Krøyer) og torsk (Gadus morhua L.) i oppvarmet sjøvann. Fisken og Havet Ser.B, 1974 (21): 1-27.

- BØHLE, B. 1974 b. Temperaturpreferanse hos torsk (Gadus morhua L.). Fisken og Havet Ser. B, 1974 (20): 1-28.
- COLMAN, J.A. 1970. On the efficiency of food conversion of young plaice (Pleuronectes platessa). J.mar.biol.Ass.U.K., 50: 113-120.
- DAAN, N. 1974. Growth of North Sea cod, Gadus morhua. Neth. J. Sea Res., 8 (1): 27-48.
- DANIELSSEN, D.S. og IVERSEN, S.A. 1974. 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.). Fisken og Havet Ser. B, 1974 (23): 1-16.
- DANIELSSEN, D.S. og IVERSEN, S.A. 1976. Innvirkning av små overtemperaturer på dødelighet og vekst hos I-gruppe rødspette (Pleuronectes platessa L.). Fisken og Havet Ser. B, 1976 (4): 1-18.
- SAUNDERS, R.L. 1963. Respiration of the Atlantic cod. J.Fish. Res.Bd Can., 20 (2): 373-386.
- 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 tidligere artikler finnes i tidligere nr.

1970 Nr. 1 Else Ellingsen: Foreløpige undersøkelser av reke-
larvens (Pandalus borealis KRØYER) forekomst over
et rekefelt i sørlige Norge.

1979 Nr. 2 Jan Aure, Otto Grahl-Nielsen, Svein Sundby:
Spredning av oljeholdig avløpsvann i Fensfjorden
fra oljeraffineriet på Mongstad.