

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 — Postbus 68 — IJmuiden — Tel. (02550) 1 91 31

Afdeling:

Rapport:

ZS 78-4

Verslag over een onderzoek naar het effect van de temperatuur op de ontwikkeling van snoekbaarseieren.

Auteur:

J.W. v.d. Heul

Project:

5-7034 - Onderzoek naar de invloed van koelwaterlozingen op de visstand.

Projectleider:

J. Willemsen.

Datum van verschijnen:

juli 1978.

Inhoud:

Samenvatting

- I Inleiding en probleemstelling
- II Materiaal en werkwijze
- III Resultaten
- IV Discussie
- V Conclusie
- VI Literatuur
- VII Figuren en foto's

DIT RAPPORT MAG NIET GECITEERD WORDEN ZONDER TOESTEMMING VAN DE DIRECTEUR VAN HET R.I.V.O.

2289369

Verslag over een onderzoek naar het effect van de temperatuur op de ontwikkeling van snoekbaarseieren.

J.W. v.d. Heul.

Samenvatting.

Pasbevruchte snoekbaarseieren (bevrucht bij 12-16 °) kunnen, zonder noemenswaardige verliezen, blijvende temperatuurverhogingen tot ca. 19° verdragen. Wanneer de temperatuur blijvend verhoogd wordt tot 22° dan wordt het aantal normaal ontwikkelde larven gehalveerd, een verhoging tot 24° resulteert in de geboorte van slechts enkele larven, die dan nog bovendien alle abnormaal ontwikkeld zijn. Wanneer de blijvende temperatuurverhoging later in de embryonale ontwikkeling plaatsvindt, dan is een temperatuurverhoging tot 24° nodig om het aantal normaal ontwikkelde larven te halveren en worden pas bij 26 à 27° vrijwel geen normaal ontwikkelde larven meer geboren.

Pasbevruchte eieren zijn zeer gevoelig voor toch maar betrekkelijk kortdurende tijdelijke temperatuurverhogingen, een verhoging van 3 uur naar 24° halveert het aantal normaal ontwikkelde larven, terwijl na een 3-uurs verhoging naar 26° helemaal geen larven meer geboren worden. Wanneer het embryo verder ontwikkeld is (meer dan 15%) dan is de tolerantie t.o.v. tijdelijke temperatuursprongen aanzienlijk toegenomen. Een temperatuurverhoging naar 24°, met een expositietijd van 12 uur, heeft geen noemenswaardig effect, pas wanneer de expositietijd 24 uur bedraagt neemt het aantal normaal ontwikkelde larven met ca. 25% af. Een tijdelijke temperatuurverhoging naar 26° bij een ontwikkeling van 25% veroorzaakt daarentegen al bij een expositietijd van 3 uur een afname van 20-50% van het aantal normaal ontwikkelde larven.

De temperatuur waarbij de eieren opgekweekt zijn voordat ze onderworpen zijn aan een temperatuurverhoging heeft geen aantoonbaar effect op de temperatuur die de eieren kunnen verdragen.

I. Inleiding en probleemstelling

Elektriciteitscentrales gebruiken aanzienlijke hoeveelheden koelwater. Bij de lozingspunten van dit warme water treft men grote opeenhopingen van vis aan. Uit recent onderzoek (Schaap en Willemsen, 1978) is gebleken dat in dit warme water door diverse vissoorten (snoekbaars, baars, cypriniden) eieren worden afgezet. Aangezien de eieren van al deze soorten afgezet worden op een vast substraat (plantenwortels, stenen, etc.), zullen deze eieren tijdens hun gehele incubatietijd blootgesteld worden aan dit opgewarmde water. Uit RIVO-onderzoek blijkt dat watertemperaturen continu hoger dan 19 à 20 °C de ontwikkeling van snoekbaarseieren in meer of mindere mate nadelig kunnen beïnvloeden. Watertemperaturen van ca. 21 °C zijn in voorgaande jaren tijdens de paaitijd van snoekbaars waargenomen bij de lozingspunten van de Flevocentrale.

In dit onderzoek is getracht na te gaan in welke mate deze hogere watertemperaturen nadelig kunnen zijn voor de ontwikkeling van snoekbaarseieren. Aangezien er bij centrales vaak piekbelastingen voorkomen, d.w.z. gedurende een korte tijd is er een zeer grote vraag naar elektriciteit met als gevolg hiervan een tijdelijke watertemperatuurverhoging, is ook onderzoek verricht naar het effect van kortdurende temperatuurverhogingen.

II. Materiaal en werkwijze

De eieren die in de proeven gebruikt zijn, zijn verzameld met behulp van "kunstnesten" (zie foto) in het gebied nabij de lozingspunten van de Flevocentrale te Lelystad. Deze kunstnesten, 48 in getal, bestaan uit gebundelde stukken oud netwerk (ca. 2x2 m.) verzwaard met een baksteen en werden begin april in dit gebied op afstanden van 6 à 7 meter van elkaar op de bodem (2.5-4.5 meter diepte) neergelegd. In vorige jaren was al gebleken dat van deze nesten vaak gebruik wordt gemaakt door snoekbaars om er eieren op af te zetten en nu bleken, bij de geregelde nestcontroles, ook weer binnen vrij korte tijd diverse nesten met snoekbaarseieren bezet te zijn. Indien voor een proef eieren nodig waren dan werd microscopisch bepaald welk nest het laatst bezet was en werd dit nest in zijn geheel (in een vat met 50 liter water) meegenomen naar het laboratorium in IJmuiden.

Uit onderzoek dat Lillelund (1966) aan snoek gedaan heeft, is bekend dat vooral de allereerste stadia van de embryonale ontwikkeling zeer gevoelig zijn voor temperatuurverhogingen. Het was daarom vereist eieren te verkrijgen die maximaal een paar uur daarvoor waren bevrucht, hetgeen bij de Flevocentrale niet te verwezenlijken bleek, alle nesten namelijk, die bij de centrale meegenomen zijn, waren al wat verder ontwikkeld dan gewenst was. Het lukte wel om deze pas-bevruchte eieren te verkrijgen in een kweekvijver van de Organisatie ter Verbetering van de Binnenvisserij (O.V.B.) te Lelystad. Deze eieren zijn ook verkregen met behulp van een kunstnest niet gemaakt van oud netwerk maar van samengebonden, oude plantenwortels.

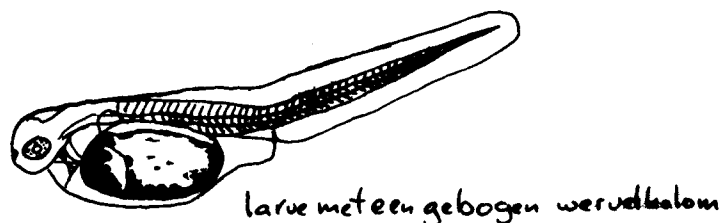
De temperatuurproeven zijn uitgevoerd in het laboratorium in zes aquaria met een inhoud van 250 liter (zie foto) en één bak van 500 liter, in deze bakken dreven per bak 5-30 glazen potten (inhoud 600 cc.), die voor ongeveer de helft gevuld waren

met water (zie foto). De temperaturen waarbij de proeven uitgevoerd zijn, waren 16° - 19° - 22° - 24° - 25° - 26° en 27° . Per pot werden aan het begin van een proef 100 eieren afgeteld. De watertemperatuur in de grote bak werd constant gehouden door een roerthermostaat, het pompje dat onderdeel uitmaakt van deze thermostaat veroorzaakte een rondgaande waterbeweging in de grote bak. Doordat de meedrijvende potten tegen elkaar en tegen de wand van de bak aan botsten, bleef het water in deze potten voortdurend in lichte beweging zodat ook in de potten een zekere waterbeweging plaatsvond waardoor een goede zuurstofvoorziening voor de eieren gewaarborgd was. De temperatuurschommelingen van de ingestelde thermostaten hebben niet meer bedragen dan $\pm 0,1$. Bij de wat hogere temperaturen vanaf 22° bleek de temperatuur in de glazen potten bij een ingestelde thermostaattemperatuur van $22 - 24 - 25 - 26$ en 27° ongeveer $0,2$ à $0,3^{\circ}$ lager te blijven dan de temperatuur in de bak, de thermostaatinstelling is daarom in deze bakken $0,2$ à $0,3^{\circ}$ hoger gezet dan de proeftemperaturen van $22 - 24 - 25 - 26$ en 27° .

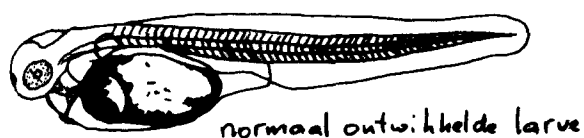
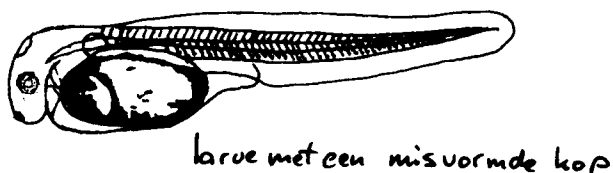
Indien na bepaalde tijd in de glazen potten larven geboren werden dan werden ze nog dezelfde dag of een dag later uit de pot verwijderd en er werd gekeken of ze normaal, abnormaal of dood waren. De larven die tijdens of vlak na de geboorte gestorven waren bleken voor ca. 95% abnormaal ontwikkeld te zijn. Als criteria voor het niet normaal zijn werden de volgende normen gehanteerd:

- a) het hartzakje is duidelijk vergroot, het hart beslaat minder dan 40% van het volume van het hartzakje, soms zelfs maar 5 à 10%;
- b) de wervelkolom is duidelijk gebogen, soms zowel aan de staart als in het midden;
- c) de kop is niet goed losgekomen van de dooierzak, het hartzakje is bijna niet zichtbaar, de kop is in dit geval ook vaak duidelijk misvormd.

Meestal is het bewegingsritme van de onder a, b en c genoemde larven heel onregelmatig, de bewegingen zijn slecht gecoördineerd of ongericht; als normaal gedrag is beschouwd een frequent spiraalsgewijs omhoog zwemmen, vaak tot aan het wateroppervlak en een passieve daling met de kop omlaag.



1 mm.



In totaal is vijf keer een aantal eieren van een op dat moment geschikt nest gebruikt voor de temperatuurproeven, vier nesten waren afkomstig uit het uitstroomkanaal bij de Flevocentrale, het vijfde nest was afkomstig van de kwekerij van de O.V.B. te Lelystad. De proeven met de eieren van twee nesten van de Flevocentrale zijn in enkelvoud uitgevoerd, de overige proeven alle in duplo. De eieren zijn in de glazen potten opgekweekt in hetzelfde water als waar ze in bevrucht zijn. Er is wel een (summier) proefje gedaan naar de invloed van leidingwater op de ontwikkeling van de eieren, de resultaten hiervan waren dat het aantal larven dat geboren wordt niet minder wordt maar dat het aantal normaal ontwikkelde larven wel met 5-10% afneemt.

Indien een pot tijdelijk overgebracht werd naar een hogere temperatuur dan werd als begin van de expositietijd een half uur later gerekend, dit halve uur was namelijk de tijd die nodig was om het water in de pot de nieuwe temperatuur te laten bereiken. Tabel 4 geeft enig inzicht in de snelheid van de opwarming en toont aan dat een aanzienlijk deel van de opwarming al in de eerste vijf minuten plaatsvindt.

III. Resultaten

a) Continue temperatuurverhogingen.

Tabel 1. Snoekbaarslarven geboren uit eieren die vanaf de bevruchtingstemperatuur (12° of 16°) bij een bepaald morfologisch ontwikkelingsstadium overgebracht zijn naar een hogere temperatuur (uitgegaan van 100 bevruchte eieren).

bevr. temp.	ontw. stadium	constante incubatietemperatuur													
		16°		19°		22°		24°		25°		26°		27°	
		a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
12°	2%	87	76	80	73	50	37	1	0			0	0	0	0
16°	2-6%	95	70	93	60	73	56	25	3	4	3	0	0		
16°	15-60%	98	85	93	75	84	63	79	47	80	24	67	8	59	2

- a - totaal aantal larven dat geboren is;
- b - aantal normaal ontwikkelde larven;
- alle aangegeven waarden zijn gemiddelden.
(Zie voor de spreiding fig. 1 en 2)

b) Tijdelijke temperatuurverhogingen.

Tabel 2. Snoekbaarslarven geboren uit eieren die bij een bepaald ontwikkelingsstadium een tijdelijke temperatuurverhoging hebben ondergaan. (Uitgegaan van 100 bevruchte eieren).

uitgangs- temp.	ontw. stadium bij de temp. verh.	duur v.d. tijdel. verh.	temp. na de verh.	tijdelijk verhoogd naar:											
				19°		22°		24°		25°		26°		27°	
				a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
12°	2%	3 u.	16°	72	58	61	49	45	27			0	0	0	0
16°	15%	3 u.	16°	100	88	100	95	97	92			99	93	92	87
	25%	2 u.	16°			100	94					98	93	100	52
		3,5 u.	16°					90	69			28	19		
		6 u.	16°					90	79			52	38		
		12 u.	16°					73	66			57	52		
		24 u.	16°					60	52			40	26		
	30%	3 u.	16°			93	78	99	80			98	95	99	95
	40%	2 u.	16°	92	60	73	4	98	11	77	0	88	63		
	50%	2 u.	16°	100	87	100	15	94	83	82	43	92	61		
19°	30%	1,5 u.	19°					84	72	95	81	86	69		
		3 u.	19°					100	88	92	75	85	56		
	45%	1,5 u.	19°					94	61	88	75	95	44		
		3 u.	19°					71	50	83	65	96	63		
		6 u.	19°							99	81	100	55		

a - totaal aantal larven dat geboren is;

b - aantal normaal ontwikkelde larven;

- iedere uitkomst staat voor één proef met 100 eieren in duplo uitgevoerd (alleen de proeven met uitgangstemperatuur 19° en 16°, 40% en 50% zijn in enkelvoud uitgevoerd).

c) Algemeen.

Tabel 3. Snoekbaarslarven geboren uit eieren die bij een morfologische ontwikkeling van 60%, uitgegaan van twee verschillende uitgangstemperaturen, overgebracht zijn naar vier blijvend hogere temperaturen.

uitgangstemp.	ontw. stadium bij de temp.verh.	blijvend verhoogd naar:							
		22°		24°		26°		27°	
		a	b	a	b	a	b	a	b
16°	60%	62	38	73	53	58	5	50	3
19°	60%	64	32	42	20	50	4	65	1

a - totaal aantal larven dat geboren is;

b - aantal normaal ontwikkelde larven;

- elke uitkomst staat voor een proef met 100 eieren in duplo uitgevoerd.

Tabel 4. Verloop van de watertemperatuur in een glazen pot die van 16.1 °C overgebracht wordt naar een bak met een temperatuur van respectievelijk 22,3 - 24,3 - 26,4 en 27,3 °C.

overgebracht naar:	temp. in de glazen pot na minuten						
	5	10	15	20	25	30	60
22.3°	19.0	20.5	21.0	21.6	21.8	22.0	22.0
24.3°	20.8	22.4	23.3	23.6	23.8	24.0	24.0
26.4°	22.6	24.3	25.0	25.6	25.9	26.0	26.1
27.3°	23.4	25.0	26.0	26.5	26.8	26.9	27.0

IV. Discussie

1. Hebben de hoge incubatietemperaturen in de experimenten een nadelig effect gehad op het aantal larven dat geboren is?

Uit tabel 1 blijkt, dat wanneer we eieren, die bevrucht zijn bij 12° vanaf een ontwikkelingsstadium van 2%, continu opkweken bij hogere temperaturen een incubatietemperatuur tot 19° geen afname veroorzaakt van het aantal larven dat geboren wordt. Bij

een incubatietemperatuur van 22° is het aantal larven dat geboren wordt nog maar ca. 60% van het normale aantal (met normale aantal wordt bedoeld het aantal larven dat geboren zou worden wanneer er geen temperatuurverhoging zou hebben plaatsgevonden, dat wil zeggen in dit geval een aantal van 87), terwijl bij een temperatuur van 24° nog maar een enkele larve geboren wordt. Gaan we uit van eieren die bij 16° bevrucht zijn, en verhogen we de temperatuur bij een ontwikkelingsstadium van 2-6% dan blijkt dat bij een incubatietemperatuur van 22° nog ca. 75% van het normale aantal larven geboren wordt, bij 24° altijd nog ca. 25% en pas bij 25° worden nog maar enkele larven geboren. Geheel anders is de situatie wanneer we de temperatuurverhoging wat later in de ontwikkeling van het embryo plaats laten vinden. Verhogen we de temperatuur (eieren bevrucht bij 16°) bij een ontwikkeling die ligt tussen 15 en 60%, dan blijkt bij 25° altijd nog ca. 80% van het normale aantal larven geboren te worden, terwijl bij 27° nog ca. 60% geboren wordt!

Of we deze laatste temperatuurverhogingen bij een ontwikkeling van 15% dan wel 60% uitvoeren levert geen noemenswaardig verschil op, m.a.w. wanneer de embryo's een ontwikkeling bereikt hebben van ca. 15% dan bezitten ze tevens al hun maximale temperatuurtolerantie.

2. Wat zijn de effecten van deze incubatietemperaturen op de aantallen normaal ontwikkelde larven die geboren zijn?

Wanneer we eieren, bevrucht bij 12° , vanaf een ontwikkeling van 2% opkweken bij blijvend hogere watertemperaturen, dan blijkt een incubatietemperatuur van 19° geen nadelig effect uit te oefenen op het aantal normaal ontwikkelde larven dat geboren wordt. (Tabel 1). Een verhoging van de incubatietemperatuur tot 22° halveert het aantal normaal ontwikkelde larven, terwijl bij een incubatietemperatuur van 24° geen normaal ontwikkelde larven meer geboren worden. Wanneer we uitgaan van eieren die bij 16° bevrucht zijn, terwijl de temperatuurverhoging plaatsvindt bij een ontwikkeling tussen de 2 en 6% dan blijkt bij een incubatietemperatuur van 22° toch nog altijd ca. 80% van het controle-aantal normaal ontwikkelde larven geboren te worden. We zitten hier vrij dicht tegen een kritische grens aan want indien we de incubatie plaats laten vinden bij 24° , dan blijken er nog maar enkele normaal ontwikkelde larven geboren te worden. Voeren we de temperatuurverhoging wat later uit in de ontwikkeling van de embryo's, dat wil zeggen tussen 15 en 60% (eieren bevrucht bij 16°), dan worden bij een incubatietemperatuur van 22° , ca. 80% van het controle-aantal normaal ontwikkelde larven geboren, bij 24° , ca. 50% en tenslotte bij 26 à 27° slechts enkele normaal ontwikkelde larven. Net als bij het totale aantal larven blijkt het ook bij het aantal normaal ontwikkelde larven niet uit te maken of we de temperatuurverhoging uitvoeren bij 15% of bij 60% van de ontwikkeling.

3. Wat zijn de gevolgen van tijdelijke temperatuurverhogingen?

Tabel 2 geeft een overzicht van alle tijdelijke temperatuursprongen die uitgevoerd zijn. Uit deze tabel blijkt duidelijk de grote gevoeligheid van pasbevruchte eieren voor toch maar kortdurende temperatuurverhogingen, immers door een temperatuursprong naar 24° gedurende 3 uur (bij een ontwikkelingsstadium van 2%) is het aantal normaal ontwikkelde larven al gehalveerd, terwijl bij 26° zelfs helemaal geen larven meer geboren worden.

In tabel 1 bleek dat een incubatietemperatuur van 24° bij eieren (bevrucht bij 16° en in vanaf 15-60% ontwikkelingsstadium bij deze hoge temperatuur) het aantal normaal ontwikkelde larven dat geboren wordt halveert. Een tijdelijke temperatuursprong naar 24° (bij vergelijkbare eieren) met een expositietijd van 12 uur geeft daarentegen geen noemenswaardige verliezen te zien. Pas wanneer de expositietijd 24 uur bedraagt neemt het aantal normaal ontwikkelde larven met ca. 25% af. Doen we deze laatste proef niet bij 24° maar bij 26°, dan blijkt een expositietijd van ca. 3 uur al grote verliezen (20-50%) te veroorzaken. Dat deze verliezen ook sterk afhankelijk zijn van de mate van embryonale ontwikkeling demonstrenen de resultaten bij een ontwikkelingsstadium van 30%: een verhoging gedurende drie uur naar 27° geeft nog geen noemenswaardige verliezen.

4. Is de nadelige invloed van hoge continue watertemperaturen afhankelijk van de temperatuur waarbij de eieren voor de temperatuurverhoging zijn opgekweekt?

Uit de gegevens van tabel 3 blijkt niet dat een hogere uitgangstemperatuur een hogere tolerantietemperatuur tot gevolg heeft, bij 26° is het aantal normaal ontwikkelde larven in beide gevallen al zeer klein geworden, terwijl toch de uitgangstemperaturen drie graden verschillen! De resultaten bij 24° geven een enigszins afwijkend beeld te zien, hier is namelijk het aantal normaal ontwikkelde larven bij de uitgangstemperatuur van 16° ruim tweemaal zo groot als bij de uitgangstemperatuur van 19°. Waarvoor deze afwijking ontstaan is, is zeer moeilijk te achterhalen. Hetzelfde probleem doet zich voor wanneer we de grote spreiding van de uitkomsten in tabel 1 en 2 willen verklaren, het is daarom misschien niet overbodig hier te vermelden dat het kunstmatig opkweken van snoekbaarseieren een zeer moeilijke zaak is. Het is erg aannemelijk dat subtiele verschillen in behandeling en verwerking van de eieren grote invloed kunnen hebben op het uiteindelijke resultaat. Zoals de proeven uitgevoerd zijn in betrekkelijk kleine potten, is het mogelijk dat in twee ogenschijnlijk identieke potten twee mini-ecosysteempjes ontstaan, die beide een totaal verschillende uitwerking hebben op de eieren in de pot, te denken valt hierbij aan parasieten en verontreinigingen die juist op dat ene plukje eieren voorkwamen.

V. Conclusies.

1. Snoekbaarseieren zijn gedurende de eerste 15% van hun ontwikkeling gevoeliger voor hoge temperaturen dan daarna, bij een ontwikkeling van ca. 15% hebben ze al hun maximale temperatuurtolerantie bereikt.

2. Een blijvende of tijdelijke verhoging naar 19° geeft geen noemenswaardige verliezen.
3. Een blijvende verhoging naar 22° halveert bij pasbevruchte eieren het aantal normaal ontwikkelde larven, bij eieren die meer dan 15% ontwikkeld zijn neemt het aantal normale larven met ca. 20% af.
4. Een verhoging naar 22° met een expositietijd van 3 uur doet het aantal normaal ontwikkelde larven bij pasbevruchte eieren met ca. 10% afnemen, eieren die verder dan 15% ontwikkeld zijn ondervinden hiervan geen schade.
5. Een blijvende verhoging naar 24° is voor pasbevruchte eieren lethaal, bij eieren die meer dan 15% ontwikkeld zijn wordt het aantal normaal ontwikkelde larven gehalveerd.
6. Een verhoging naar 24° met een expositietijd van 3 uur halveert bij pasbevruchte eieren het aantal normaal ontwikkelde larven, bij eieren die meer dan 15% ontwikkeld zijn veroorzaakt een expositietijd van 12 uur nog geen verliezen, pas bij een expositietijd van 24 uur neemt het aantal normaal ontwikkelde larven met ca. 25% af.

VI. Literatuur

1. Deelder, C.L. en Willemsen, J. 1964 - Synopsis of biological data on Pike-Perch, (*Lucioperca Lucioperca* L.) F.A.O. Fishery Synopsis Nr. 28.
2. Lillelund, K. 1966 - Versuche zur Erbrütung der Eier vom Hecht (*Esox Lucius* L.) in Abhängigkeit von Temperatur und Licht. Arch. Fisch. Wiss. 17 (2), 95-113, 1967.
3. Schaap, L.A. en Willemsen, J. 1978 - Verslag over bemonstering van eieren en larven van diverse vissoorten in verband met koelwatergebruik door elektriciteitscentrales 1974-1977. Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, intern rapport nr. ZS 78-2.
4. Smith, L.L. en Koenst, W.M. 1975 - Temperature effects on eggs and fry of Percoid Fishes. EPA-660/3-75-017. Research report of the Department of Entomology, Fisheries and Wildlife, University of Minnesota.
5. Woynarovich, E. 1960 - Erbrütung von Fischeiern im Sprühraum. Arch. Fisch. Wiss. 10 (3) 179-189.

fig 1.

Snoekbaarslarven geboren uit eieren die vanaf de bevruchtingstemperatuur (12 of 16°) bij een bepaald morfologisch ontwikkelingsstadium overgebracht zijn naar een blijvend hogere temperatuur (uitgegaan van 100 bevruchte eieren).

- ieder symbool stelt voor één proef met 100 bevruchte eieren in duplo uitgevoerd (alleen AB.5 en CD.7 zijn in enkelvoud uitgevoerd).

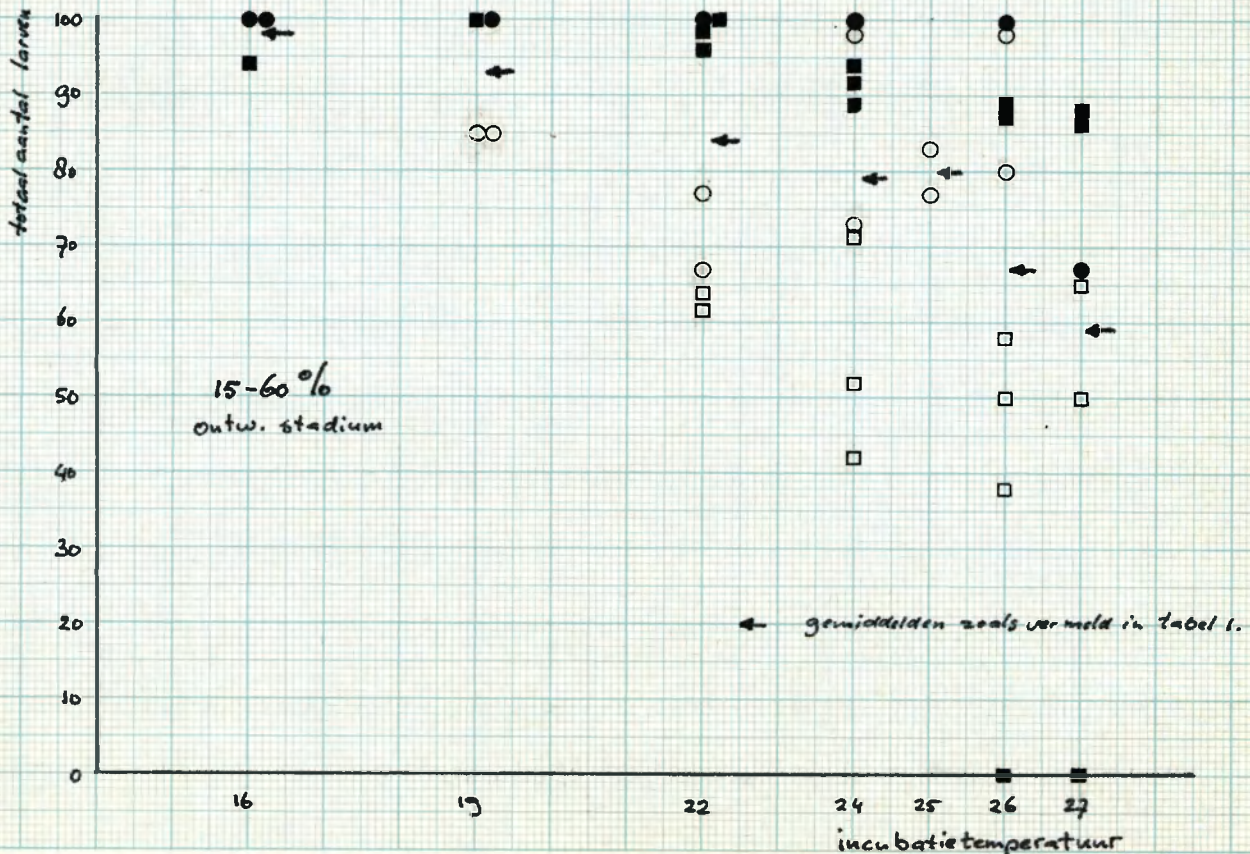
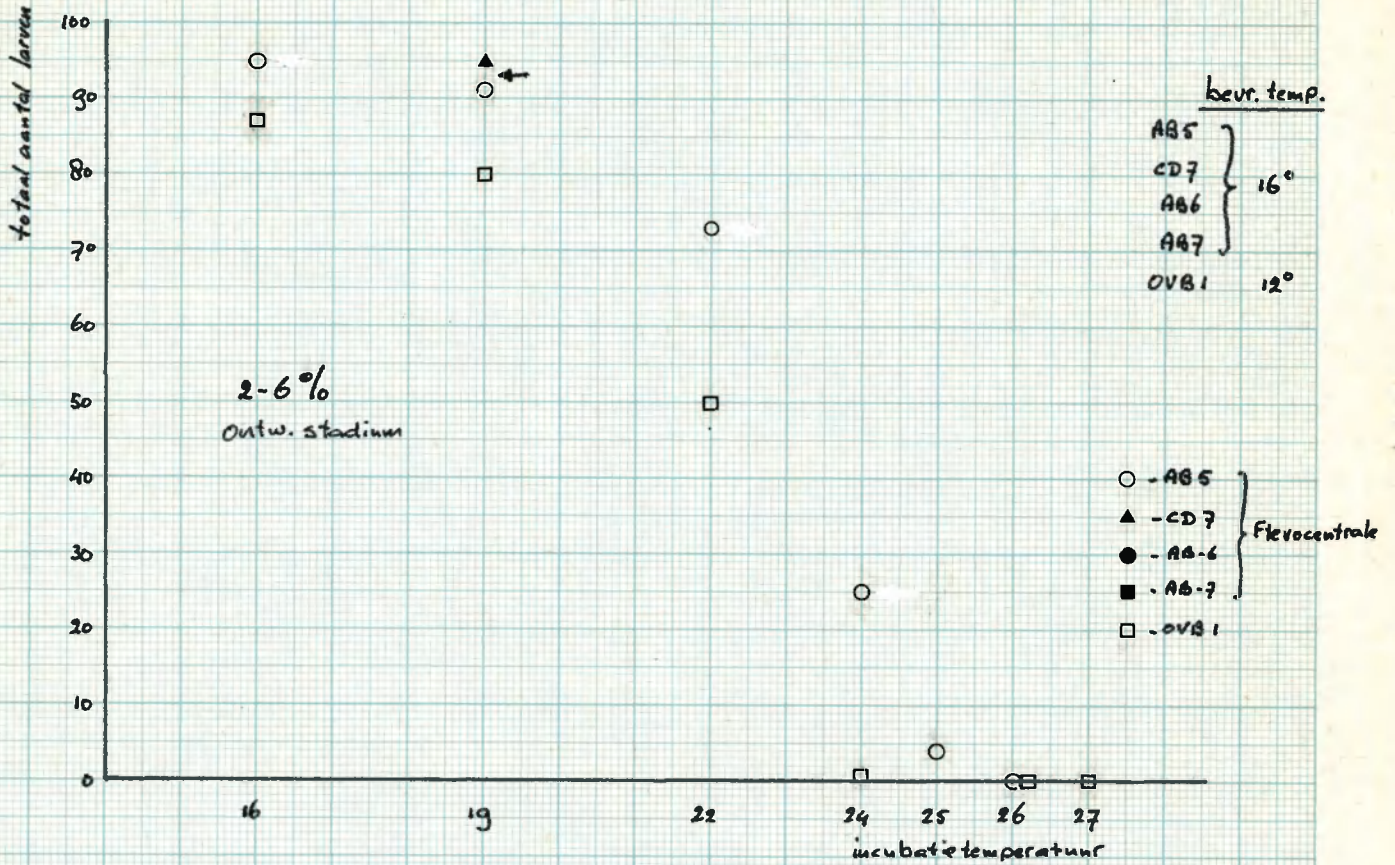


Fig 2.

Aantallen normaal ontwikkelde snoekbaarslarven geboren uit eieren die vanaf de bevruchtingstemperatuur (12 of 16°) bij een bepaald morfologisch ontwikkelingsstadium overgebracht zijn naar een blijvend hogere temperatuur (uitgegaan van 100 bevruchte eieren).

- ieder symbool stelt voor één proef met 100 bevruchte eieren in duplo uitgevoerd (alleen AB.5 en CD.7 zijn in enkelvoud uitgevoerd).

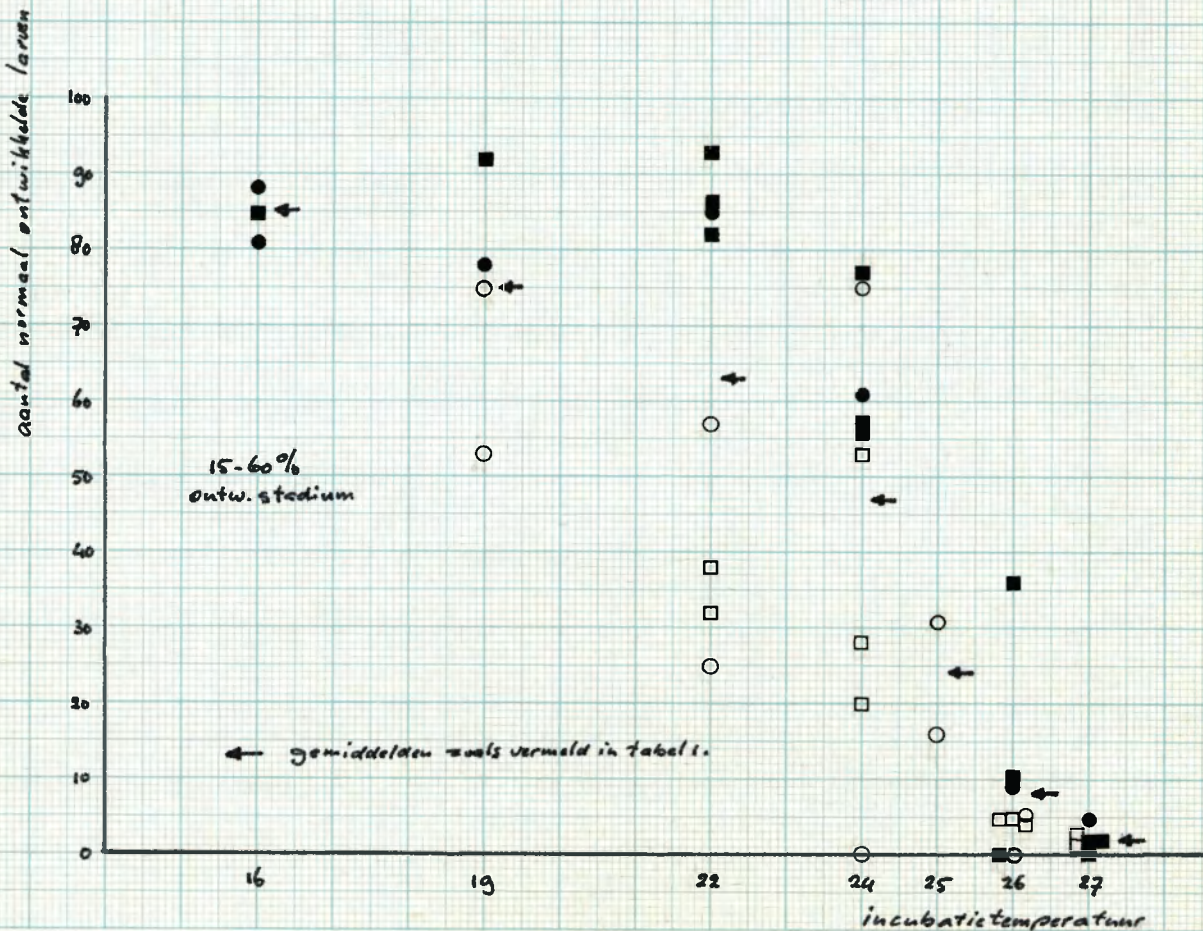
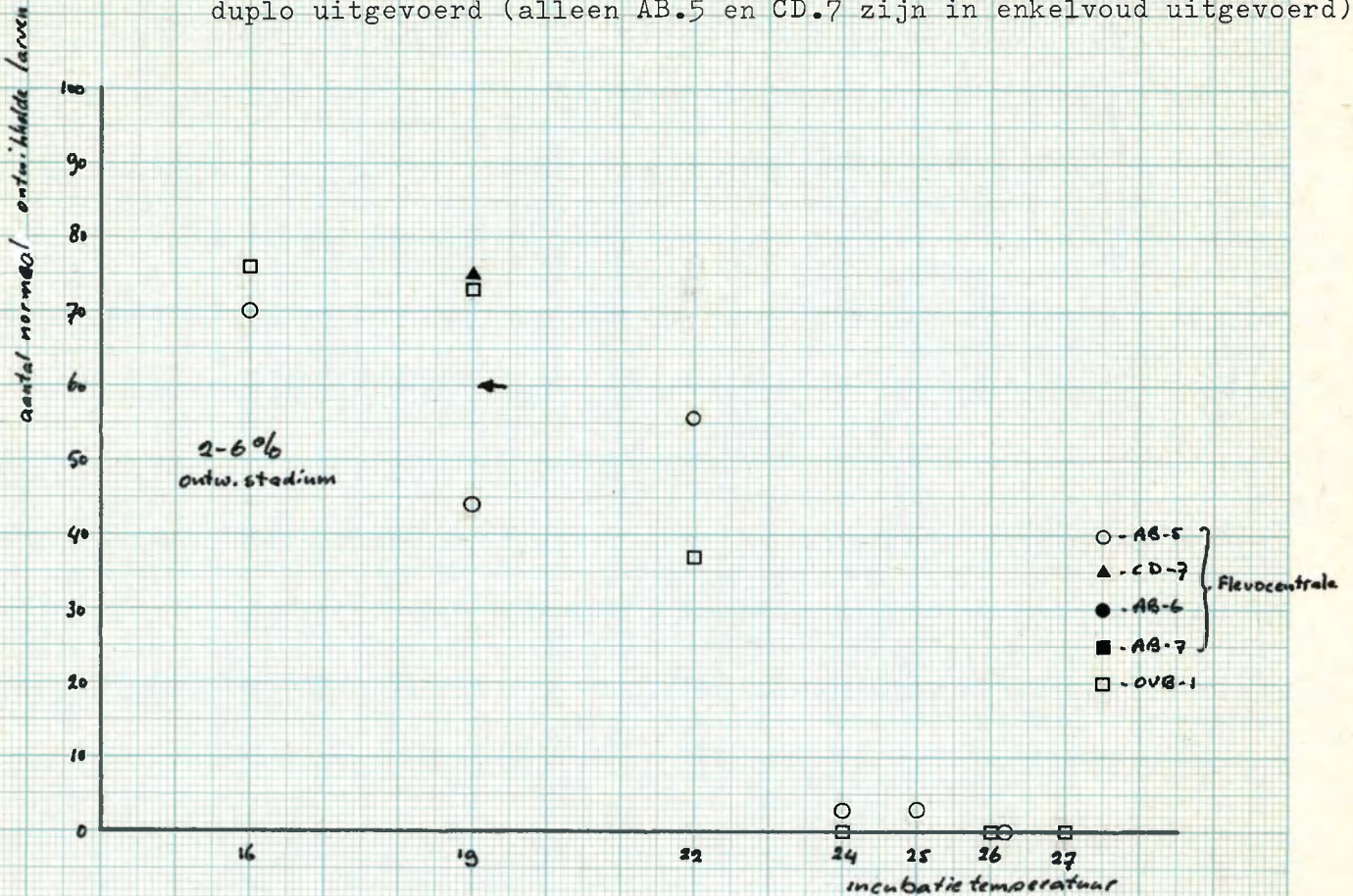


Fig 3.

Verband tussen de incubatietijd en de temperatuur.

- eieren bevrucht bij 12 - 16°C

- tussen 2 en 15% v.h. ontwikkelingsstadium overgebracht naar hogere temperatuur.

