

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - 1970 AB IJmuiden - Tel.: +31 2550 64646

Afdeling: Aquacultuur**Rapport:** AQ 91-07Invloed van vangstlocatie en behandeling op
groei en overleving van glasaal.**Auteur(s):** J.W.van der Heul**Project:** 60 - 024. Voeding glasaal.**Projectleider:** A. Kamstra**Datum van verschijnen:** November 1991**Inhoud:**

Samenvatting.....	2
1. Inleiding.....	3
2. Materiaal en methoden.....	3
2.1. Proefopstelling en proefopzet.....	3
2.2. De vis.....	4
2.3. Voer en voedermethode.....	4
2.4. Metingen en berekeningen.....	5
3. Resultaten.....	7
3.1. Groei en mortaliteit.....	7
3.2. Ontwikkelingsstadium.....	9
3.3. Voer- en lichaamssamenstelling.....	10
4. Discussie.....	12
5. Conclusies.....	14
6. Literatuur.....	15
Bijlage 1.....	16

SAMENVATTING

In dit rapport wordt verslag gedaan van een experiment met glasaal waarin het effect van de herkomst en behandeling tijdens opslag en transport op de teeltresultaten is onderzocht. Hiertoe zijn in een zoetwater-recirculatiesysteem zes groepen glasaal, afkomstig uit Frankrijk, Engeland en Nederland, onder identieke omstandigheden opgekweekt. De bezettingsdichtheid aan het begin bedroeg 1.3 kg/m^2 en de opkweekperiode duurde 84 dagen, onderverdeeld in drie gelijke proefperiodes. Binnen de groepen varieerde de groeisnelheid tussen de proefperiodes van 1.1 tot 2.7 % per dag. Per afzonderlijke proefperiode verschilde de groeisnelheid tussen de groepen in een aantal gevallen significant. De groeisnelheid berekend over het totale experiment (84 dagen) verschilde tussen de groepen niet significant en varieerde van 1.9 tot 2.3 %. Ook het gemiddeld stuksgewicht na 84 dagen, dat varieerde tussen 1.4 en 2.0 gram, verschilde tussen de groepen niet significant.

Bij één van de Nederlandse groepen zijn twee methoden van transport: de vissen droog in kleine bakken en de vissen in een grote transporttank met water, nagebootst en vergeleken met vissen die niet getransporteerd werden. Alleen in de eerste proefperiode was de groeisnelheid van de vissen die droog vervoerd waren significant lager dan de groeisnelheid van de vissen die niet waren getransporteerd. Na 56 en 84 dagen was er geen sprake meer van significante verschillen. De geregistreerde mortaliteit verschilde niet significant tussen de transportmethoden.

Samenvattend kan gesteld worden dat de herkomst en de behandeling die groepen glasaal ondergaan voordat ze op een mesterij arriveren, geen aantoonbare invloed heeft op de groei en overleving.

SUMMARY

This paper reports on an experiment with glass eel in which the effect of origin and differences in treatment after catch and during transport on growth and survival were measured. In this experiment six different batches of glass eel originating from France, England and The Netherlands were reared in duplicate in a recirculation system under identical circumstances. The rearing density at the start of the experiment was 1.3 kg/m^2 . The experiment covered a total period of 84 days subdivided in three periods of equal length. Within groups the growth rate between periods varied between 1.1 to 2.7 %/day. The average growth rate of the different groups in separate experimental periods differed significantly in a number of cases. The growth rate over the total experimental period (84 days) did not differ significantly between the different groups and varied between 1.9 to 2.3 %/day. The average individual weight after 84 days varied between 1.4 and 2.0 grams and did not differ significantly between the different groups.

With one of the batches originating from The Netherlands, a separate experiment was executed in which a simulated dry transport in a box was compared with simulated transport in water and with no transport. In the first period the growth rate of the fish transported dry was significantly lower than that in the other groups. In the other periods no significant differences could be detected.

The final conclusion is that the origin and subsequent treatment of glass eels before arrival at a farm do not have a significant effect on growth and survival.

1. INLEIDING

Bij de teelt van paling is men voor de pootvisvoorziening afhankelijk van in het wild gevangen glasaal. Deze glasaal wordt gevangen langs de gehele Westeuropese kust. Slechte teeltresultaten in de eerste opkweekfase zijn volgens aalmesters nogal eens te wijten aan de herkomst, en daarmee samenhangende verschillen in behandeling, van bepaalde partijen glasaal. Bij verschillen valt te denken aan verschillen in ontwikkelingsstadium of conditie bij intrek in het zoete water, methode van vangst, opslag en transport. Zo'n uitspraak wordt helaas in de meeste gevallen niet ondersteund door "harde" getallen. Door praktische problemen ontbreken vaak exacte gegevens over groei en stuksaantallen in de eerste opkweekfase.

In de experimenten die de afgelopen jaren op het RIVO met glasaal zijn uitgevoerd, treden tussen de experimenten ook verschillen op in groeisnelheid (1,2,3). Deze verschillen zijn voor een groot deel toe te schrijven aan de gebruikte voeders of voedermethodieken. Wanneer we de groei van de alen die gevoerd zijn met kabeljauweieren als "standaardvoer" met elkaar vergelijken, dan zijn de groeiverschillen maar klein (4).

Om te onderzoeken in welke mate herkomst danwel omstandigheden op de mesterij zelf, de teeltresultaten beïnvloeden is een experiment uitgevoerd waarin zes groepen glasaal van drie verschillende locaties onder identieke omstandigheden in een recirculatiesysteem zijn opgekweekt. Om de invloed van de factor transport apart te onderzoeken zijn met een deel van een Nederlandse groep glasaal twee methoden van transport, zoals die in de praktijk worden toegepast, nagebootst.

In het verleden is zowel door Belpaire (5) als Kuhlmann (6) een experiment met dezelfde vraagstelling uitgevoerd. Beide auteurs hadden echter te maken met lage groeisnelheden en in een aantal gevallen zelfs afname van de biomassa, waardoor het niet goed mogelijk was verantwoorde conclusies te trekken.

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1. Proefopstelling en proefopzet

Het experiment is uitgevoerd in glazen aquaria van 50 x 30 x 30 cm. Deze bakken maken deel uit van een zoetwater-recirculatiesysteem dat verder bestaat uit een Triangelfilter[®] met een zeefplaat van 60 micron en een tricklingfilter met een inhoud van 3 m³.

De belangrijkste waterkwaliteits-parameters tijdens het experiment waren:

zuurstof	> 7 g/m ³
pH	8.53 ± 0.14
temperatuur	24.8 ± 0.4 °C
NH ₄ -N	< 0.5 g/m ³
NO ₂ -N	< 1 g/m ³

vermeld is het gemiddelde met indien relevant de standaardafwijking.

Iedere groep glasaal is na aankomst op het RIVO een week in een quarantainebak gehouden. In deze periode zijn de vissen gedurende één uur behandeld met formaline (100 g/m³) en malachietgroen (0.5 g/m³) en is de temperatuur langzaam opgevoerd van 12 naar 25 °C. Tijdens het experiment is het systeem enkele malen behandeld met Mebendazol (0.2 g/m³).

De totale opkweekperiode per groep bedroeg 84 dagen, onderverdeeld in drie proefperioden van 28 dagen.

Voor elke groep met een bepaalde herkomst waren twee aquaria beschikbaar. De bezettingsdichtheid aan het begin was 1.3 kg/m².

Bij een deel van de vissen, die gevangen zijn bij de spuisluis in IJmuiden, is direct na vangst een "nat" en een "droog" transport, zoals dat in de praktijk plaatsvindt, nagebootst. Voor deze behandelingen waren per transportmethode twee aquaria beschikbaar.

Het droge transport is gesimuleerd door de glasaal gedurende 10 uur droog op te slaan in een polystyreen glasaal-transportdoos in een ruimte van 10 °C. In een plastic zak lagen tussen de glasalen enkele blokjes smeltend ijs. De dichtheid bedroeg 10 kg/m². Het natte transport is nagebootst door de alen gedurende 10 uur op te slaan in een bak met zoetwater bij een temperatuur van 10 °C. De dichtheid was 90 kg/m³. Tijdens deze opslagperiode is de bak met vis intensief belucht.

2.2. De vis

In totaal zijn zes groepen glasaal, gevangen op drie verschillende locaties, opgekweekt. De Nederlandse glasalen zijn gevangen met een kruisnet bij de spuisluis in IJmuiden. De Franse glasaal is gevangen aan de zuidwestkust van Frankrijk en de Engelse glasaal is afkomstig uit de monding van de Severn. De buitenlandse glasaal is verkregen dankzij de welwillende medewerking van Firma Royaal te Helmond en de Firma Frivis te Franeker.

In de onderstaande tabel staat een overzicht van de verschillende groepen glasaal met de datum van aankomst en de manier van transport.

Tabel 1. Overzicht van de verschillende groepen glasaal met de datum van aankomst en de manier van transport.

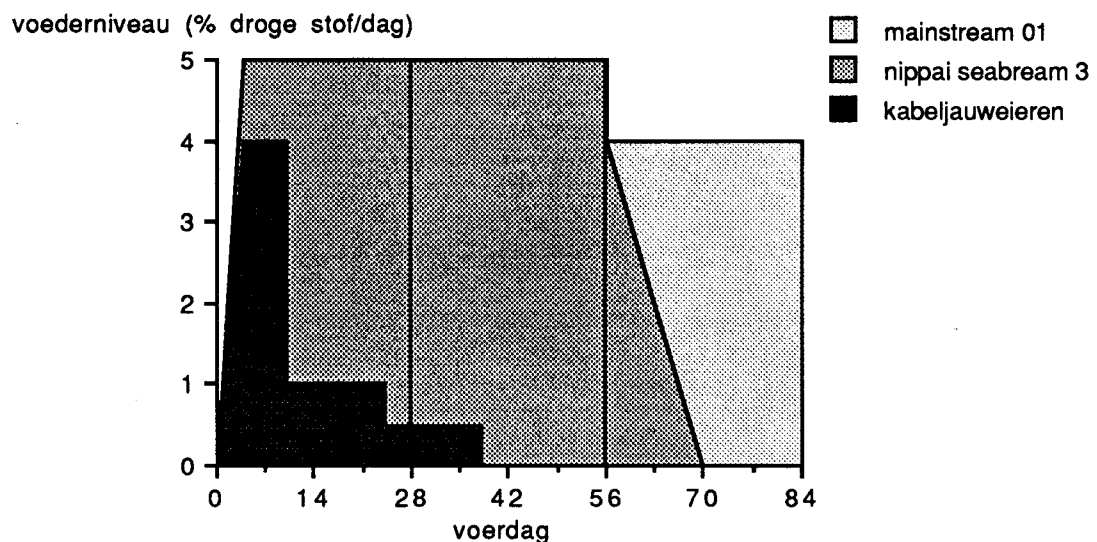
partij	aankomstdatum op RIVO	manier van transport
Frankrijk	21 maart 1990	droog, per auto
Nederland 1	30 maart 1990	geen transport
Nederland 2A	20 april 1990	geen transport
Nederland 2B	20 april 1990	droog, nagebootst
Nederland 2C	20 april 1990	in water, nagebootst
Nederland 3	7 mei 1990	geen transport
Engeland 1	1 mei 1990	in water, per auto
Engeland 2	25 mei 1990	droog, per vliegtuig

Alleen voor de Nederlandse groepen geldt dat de datum van aankomst gelijk is aan de vangstdatum. De Franse en Engelse groepen zijn, voorafgaand aan het transport naar Nederland, enige tijd in opslag geweest bij een groothandel ter plaatse.

2.3. Voer en voedermethode

Gezien de goede ervaringen die zijn opgedaan bij eerdere startvoer-experimenten (1,2,3) is gekozen voor de volgende voeders en het volgende voederschema:

Figuur 1. Voersoort en geplande voederniveau over 84 dagen.



Alle groepen hebben in de eerste 28 dagen dezelfde hoeveelheid voer gekregen. Na beide tussentijdse afvissingen is voor elke groep het dagrantsoen aangepast aan de op dat moment aanwezige biomassa. De kabeljauweieren zijn verzameld in Januari 1990 en zijn voor het invriezen uit het ovarium gehaald. Nippai Seabream initial nr. 3 is van origine een Japans startvoer voor zeebrasem, het wordt door de Firma Catvis in de handel gebracht onder de naam Catvis glasaalstarter 01. Mainstream is een

commercieel aalvoer, op de markt gebracht door de Firma Trouw. De eieren zijn in diepgevroren toestand van dag 1 tot en met dag 10 tweemaal per dag gevoerd. Van dag 11 tot en met dag 38 zijn de eieren éénmaal per dag, aan het eind van de middag, gevoerd. Het droogvoer is aangeboden via een transportband over een periode van 20 uur.

2.4. Metingen en berekeningen

Onderstaand schema geeft een overzicht van de metingen c.q. bepalingen die uitgevoerd zijn.

	dag			
	0	28	56	84
totaal-gewicht	+	+	+	+
individueel-gewicht	+	+	+	+
stuks-aantal				+
lichaams-samenstelling vis	+			+

totaalgewicht: Het totaal-gewicht is bepaald nadat de alen waren uitgelekt in een schepnet.

individueel-gewicht: Het gewicht dat is bepaald nadat de vis licht was afgedroogd op een handdoek.

stuksaantal: Op dag 84 is het totaal-aantal bepaald door alle exemplaren te tellen. Op de andere tijdstippen is een schatting van het totaal-aantal gemaakt door het tellen van een submonster.

ontwikkelings-stadium Bij alle groepen is na aankomst op het RIVO, via een submonster, naar de mate van pigmentatie gekeken. Gehanteerd is de indeling volgens Boëtius (7). Zie ook bijlage 1. Om een indruk te krijgen in welk tempo de alen de diverse ontwikkelingsstadia doorlopen, is bij één van de Nederlandse groepen gedurende een periode van 52 dagen periodiek naar de mate van pigmentatie gekeken.

eiwitgehalte: Volgens de Kjeldahl destructie/destillatie methode.

vetgehalte: Volgens de methode beschreven door Bligh en Dyer (8).

asgehalte: Door gedurende 24 uur te verhitten tot 550 °C.

droge stof gehalte: Door middel van vriesdrogen.

De belangrijkste kengetallen zijn op de volgende manier berekend:

specifieke groei op basis

van totale biomassa:
$$SGR = \frac{(\ln W_t - \ln W_0) * 100}{t} \quad (\%/dag)$$

voederniveau:
$$FR = \frac{\text{totaal gevoerd (d.s.)} / t * 100}{W_{t/2}} \quad (\%/dag)$$

voederconversie:
$$FCR = \frac{\text{totaal gevoerd (d.s.)}}{W_t - W_0}$$

totale biomassa op t/2:
$$W_{t/2} = e^{(\ln W_0 + \ln W_t) * 0.5} \quad (g)$$

<i>geregistreeerde mortaliteit:</i>	$\text{Mort. ger.} = \frac{\text{geregistreeerde mort.} * 100}{N_0}$	(%)
<i>berekende mortaliteit:</i>	$\text{Mort. ber.} = \frac{(N_0 - N_t) * 100}{N_0}$	(%)
<i>variatie coëfficiënt:</i>	$\frac{\text{standaardafwijking} * 100}{\text{gemiddelde}}$	(%)

t = aantal proefdagen

W_t = totaalgewicht op dag t

N_0 = totale stuksaantal op dag 0

3. RESULTATEN

3.1. Groei en mortaliteit.

In de volgende tabel wordt voor alle groepen glasaal, op een aantal verschillende tijdstippen, een overzicht gegeven van de specifieke groeisnelheid, het gemiddeld stuksgewicht, de voederconversie en de geregistreerde en berekende mortaliteit.

Tabel 2. Overzicht van de specifieke groeisnelheid, het gemiddeld stuksgewicht, de voederconversie en de geregistreerde en berekende mortaliteit van de zes groepen glasaal op verschillende tijdstippen.

	dag	Frankr.	Ned.1	Ned.2	Ned.3	Eng.1	Eng.2
SGR	0-28	1.14±0.07a	2.14±0.01b	2.83±0.06	2.22±0.03bc	2.35±0.07c	1.82±0.06d
	29-56	2.70±0.20	1.85±0.22a	1.39±0.11a	2.13±0.13a	1.99±0.81a	2.25±0.23a
	57-84	2.65±0.19ab	1.76±0.08cd	1.82±0.45acd	1.50±0.51	2.25±0.27acd	2.77±0.01b
	0-84 var.coëff.	2.14±0.03a 1.4%	1.91±0.05a 2.6%	2.06±0.17a 8.3%	1.94±0.23a 11.9%	2.20±0.38a 17.3%	2.29±0.06a 2.6%
gem. stuks- gew.	0	0.24	0.26	0.25	0.25	0.26	0.27
	84 var.coëff.	1.95±0.07a 3.6%	1.57±0.09a 5.7%	1.53±0.23a 15.0%	1.35±0.27a 20.0%	1.95±0.63a 32.3%	2.04±0.20a 9.8%
FCR	0-28	4.4	2.0	1.3	1.9	1.8	2.5
	29-56	1.5	2.8	3.6	2.4	2.8	2.1
	57-84	1.4	2.4	2.1	3.1	1.7	1.3
	0-84	1.63±0.04	2.40±0.10	2.17±0.38	2.53±0.59	1.97±0.51	1.61±0.08
mort. ger.	0-28	8.2	2.7	3.8	3.2	3.3	0.5
	29-56	0.6	1.4	0.9	0.3	1.3	0.3
	57-84	1.0	3.3	1.2	1.7	1.3	0.7
	0-84	9.8±1.5	7.4±0.1	5.9±1.3	5.1±1.3	5.9±1.3	1.5±1.3
mort. ber.	0-84	26.4±1.3	15.7±1.6	7.4±3.1	7.9±1.3	15.6±1.1	9.9±5.0

*Vermeld is het gemiddelde van twee aquaria met indien relevant de standaardafwijking.
Waarden met dezelfde letter zijn niet significant verschillend.
(Duncans Multiple Range test, $p < 0.05$)*

De groeisnelheid per proefperiode binnen een groep varieert van 1.1 tot 2.7 %. De groeisnelheid en het gemiddeld stuksgewicht na 84 dagen daarentegen verschillen niet significant tussen de groepen. Opvallend is dat bij de Franse glasaal en bij de tweede Engelse groep een lage groeisnelheid in de eerste proefperiode wordt goedgehaakt door een hoge groeisnelheid in de tweede en derde proefperiode.

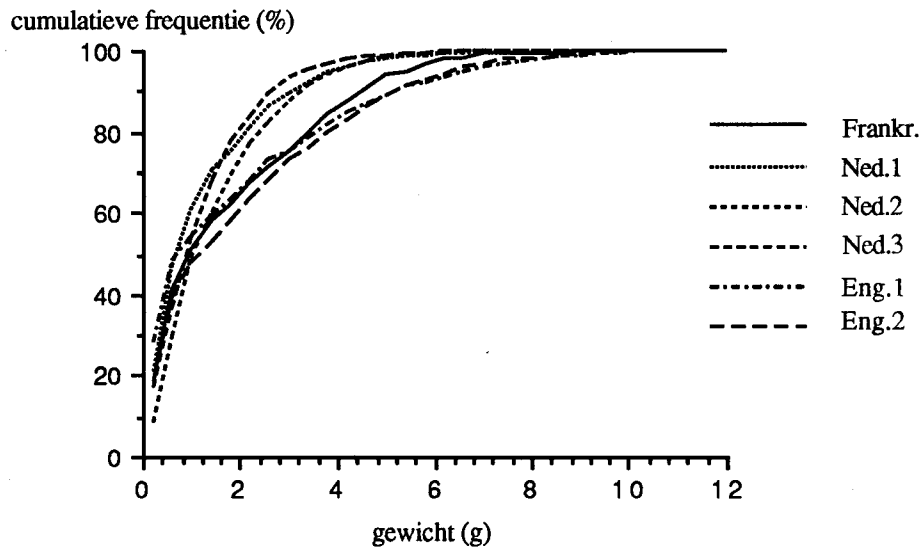
De voederconversie is uiteraard sterk afhankelijk van de voedergift. Het voederniveau is gedurende de eerste 56 dagen bewust aan de hoge kant gehouden om zoveel mogelijk alen "op het voer" te krijgen.

De geregistreerde mortaliteit varieert van 1 tot 10 % en is bij de meeste groepen geconcentreerd in het begin van de eerste proefperiode. De berekende mortaliteit (N_0-N_{84}) varieert tussen de 7 en 26 %.

Niet alleen de groeisnelheid is een belangrijke maatstaf om de teeltresultaten te beoordelen, ook de spreiding van de groei is van belang. In de figuren 2 en 3 wordt een grafisch overzicht gegeven van de verdeling van de individuele gewichten op dag 84 en de daaruit berekende verdeling van de groeisnelheid

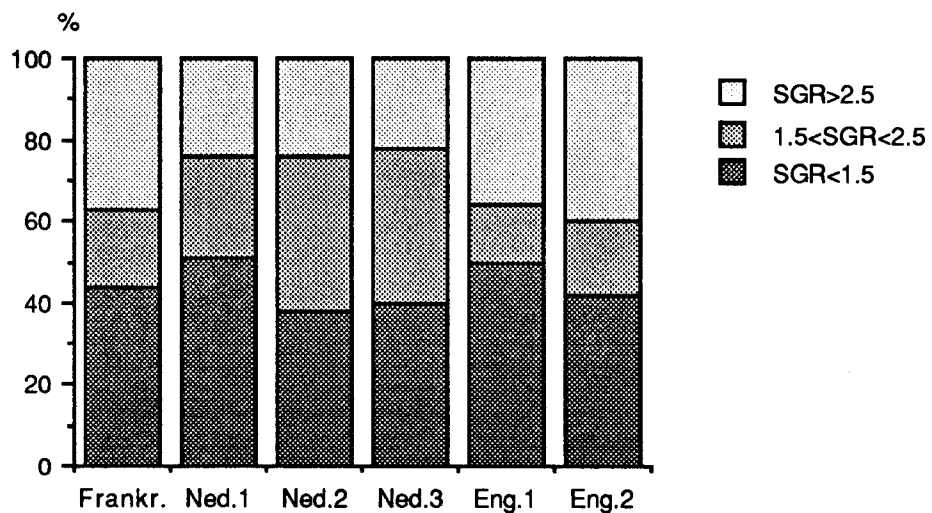
van individuele exemplaren na 84 dagen. Bij deze berekening is ervan uitgegaan dat alle vissen een begingewicht hadden dat gelijk was aan het gemiddeld begingewicht.

Figuur 2. De gemiddelde cumulatieve frequentieverdeling van de individuele gewichten per groep na 84 dagen.



Opvallend is dat zowel de drie Nederlandse als de drie buitenlandse groepen in een cluster van drie bij elkaar liggen. De spreiding in individuele gewichten is bij de buitenlandse groepen groter dan bij de Nederlandse aal.

Figuur 3. De verdeling van de berekende groeisnelheid van individuele exemplaren per groep na 84 dagen.



Uit figuur 3 blijkt dat het percentage matige groeiers (SGR < 1.5 %) na 84 dagen bij alle groepen tussen de 40 en 50 % ligt. Bij de Nederlandse groepen ligt het percentage snelle groeiers (SGR > 2.5 %) een factor 1.5 lager dan bij de buitenlandse aalen.

De verdeling van de individuele groeisnelheden is een afspiegeling van de gemiddelde groeisnelheid die bepaald is aan de hand van de totale biomassa-toename over 84 dagen. Tussen de groepen bestaan slechts kleine verschillen in de verdeling van de fracties.

In de volgende tabel worden de specifieke groeisnelheid en de geregisteerde mortaliteit gepresenteerd van de groepen vissen die direct na aankomst op het RIVO een nagebootst transport hebben ondergaan.

Tabel 3. Overzicht van de specifieke groeisnelheid en de geregisteerde mortaliteit van de groepen vissen die een nagebootst transport hebben ondergaan.

	dag	geen transport	droog in dozen	in water
SGR	0-28	2.83 a	2.33 b	2.74 ab
	29-56	1.39 a	1.63 a	1.45 a
	57-84	1.82 a	1.64 a	1.66 a
	0-84	2.06±0.17 a	1.89±0.11 a	1.99±0.03 a
Mort. ger.	0-28	3.8 a	3.8 a	4.2 a
	29-56	0.9 a	1.3 a	0.3 a
	57-84	1.2 a	0.5 a	1.4 a
	0-84	5.9±1.3 a	5.6±0.4 a	5.8±0.2 a

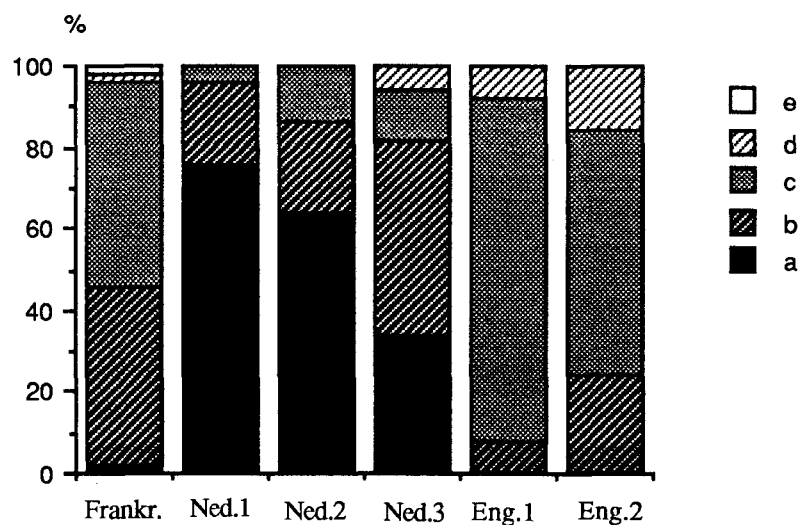
Vermeld is het gemiddelde van twee aquaria met indien relevant de standaardafwijking. Waarden met dezelfde letter zijn niet significant verschillend (Duncans Multiple Range test, $p < 0.05$).

Alleen in de eerste proefperiode is de groeisnelheid significant verschillend tussen de behandeling "geen transport" en "droog in dozen". De geregisteerde mortaliteit is op alle tijdstippen tussen de drie behandelingen niet significant verschillend.

3.2. Ontwikkelingsstadium.

In onderstaande figuur wordt een grafische voorstelling gegeven van de verdeling van de pigmentatie-stadia van de zes verschillende groepen op het moment van aankomst op het RIVO.

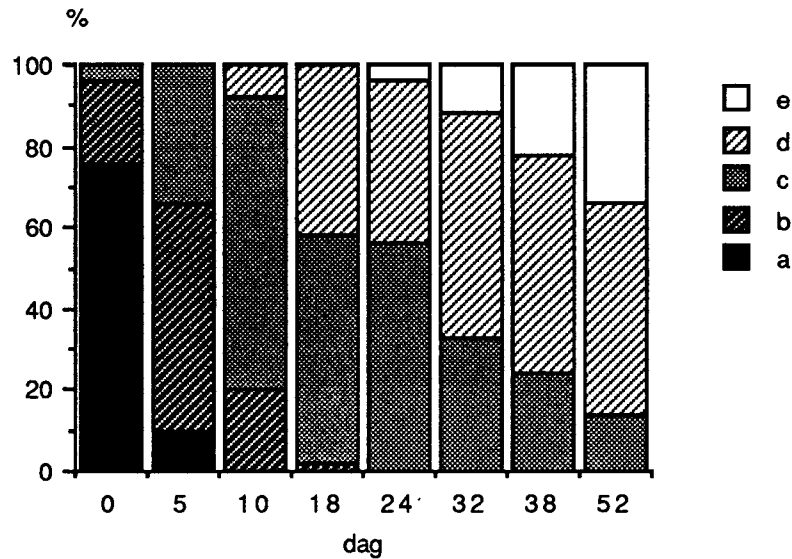
Figuur 4. De verdeling van de pigmentatie-stadia van de zes groepen glasaal bij aankomst op het RIVO. (zie voor een toelichting van de stadia bijlage 1)



Het minst gepigmenteerd zijn de drie Nederlandse groepen. In deze drie groepen bestaat een groot deel van de vissen uit nog vrijwel ongepigmenteerde glasalen. Naarmate de vangstdatum later in het jaar valt neemt in de Nederlandse groepen de fractie "ongepigmenteerd" af. De twee Engelse groepen zijn het meest gepigmenteerd, totaal ongepigmenteerde alen komen hier niet in voor.

De eerste Nederlandse partij is gedurende 52 dagen periodiek bemonsterd en onderzocht op de mate van pigmentatie. De volgende figuur geeft een grafische voorstelling van deze waarnemingen.

Figuur 5. Verdeling van de ontwikkelingsstadia van een groep glasaal gedurende 52 dagen na vangst (Nederland 1).



dag 0: vangstdatum
 dag 0 - 5: temperatuur langzaam van 12 °C naar 25 °C
 dag 5: eerste voeddag

Opvallend is dat na 52 dagen slechts een derde deel van de alen volledig gepigmenteerd is.

3.3. Voer- en lichaamssamenstelling

De hierna volgende tabel geeft een overzicht van de samenstelling van de drie verschillende voeders zoals die op het RIVO is bepaald en de samenstelling volgens de fabrikant.

Tabel 4. Procentuele samenstelling van de drie gebruikte voeders op basis van vers gewicht. (tussen haakjes de door de fabrikant opgegeven samenstelling)

voer	eiwit	vet	as	water
kabeljauweieren	22.5	4.1	1.3	72.1
nippai seabream 3	56.3 (>54)	12.5 (>5)	13.1 (<15)	5.2(<9)
mainstream 01	57.7 (55)	18.8 (15)	9.5 (10)	5.0

Opmerkelijk is dat het vetgehalte van zowel het Nippai-voer als het Mainstream-voer hoger is dan volgens de opgave van de fabrikant.

Van alle groepen aal is op dag 0 en dag 84 de lichaamssamenstelling bepaald. Een overzicht van deze bepalingen staat vermeld in de volgende tabel.

Tabel 5. Procentuele lichaamssamenstelling van de aal op dag 0 en dag 84 op basis van vers gewicht.

	Frankr.	Ned.1	Ned.2	Ned.3	Eng.1	Eng.2
dag 0						
eiwit	14.08	14.04	15.10	14.49	14.19	13.76
vet	3.50	3.65	3.77	3.29	3.27	2.62
as	1.90	1.89	2.17	2.20	2.10	1.93
water	81.16	80.98	79.49	80.29	80.82	82.12
totaal	100.64%	100.56%	100.53%	100.27%	100.38%	100.43%
dag 84						
eiwit	16.29±0.25	16.61±0.33	15.63±1.03	16.88±0.25	16.19±0.26	15.93±0.44
vet	10.17±0.33	10.27±0.01	9.12±0.34	9.77±0.22	10.00±0.26	10.25±0.76
as	2.00±0.17	2.02±0.02	1.97±0.18	2.14±0.07	1.98±0.01	1.88±0.04
water	71.73±0.20	71.49±0.23	73.58±1.49	71.56±0.30	72.35±0.40	72.54±0.35
totaal	100.19%	100.39%	100.30%	100.35%	100.52%	100.60%

Voor dag 84 is het gemiddelde vermeld van twee aquaria met de standaardafwijking.

De lichaamssamenstelling verschilt weinig tussen de groepen zowel aan het begin als aan het eind van het experiment. We zien wel dat de lichaamssamenstelling na 84 dagen bij alle groepen ingrijpend veranderd is ten opzichte van de beginsituatie.

4. DISCUSSIE.

Groei en spreiding van groei

De groeisnelheid over 84 dagen bedraagt voor alle groepen glasaal, in dit experiment, ongeveer 2 % per dag. Een groeisnelheid van 2 % per dag resulteert na 84 dagen in een vervijfvoudiging van de beginbiomassa.

In tabel 2 is de variatie-coëfficiënt van de gemiddelde specifieke groeisnelheid na 84 dagen en van het gemiddeld stuksgewicht na 84 dagen per groep berekend. Deze coëfficiënt, die iets zegt over de reproduceerbaarheid van een bepaalde behandeling, is bij drie groepen aan de hoge kant. Per afzonderlijke proefperiode verschillen de groeisnelheden van de zes groepen in een aantal gevallen significant van elkaar. De groeisnelheid over het gehele experiment berekent laat zien dat de verschillen inmiddels "gladgestreken" zijn en ook niet meer significant verschillend zijn. Ook het gemiddeld gewicht na 84 dagen verschilt niet significant tussen de groepen.

Met behulp van de toets van Kolmogorov-Smirnov is getoetst of de frequentieverdelingen van de individuele gewichten na 84 dagen significant verschillen tussen de zes groepen. Na toetsing bleek dat bij vier van de zes groepen de frequentieverdelingen van de individuele gewichten na 84 dagen, van de twee replica's binnen een groep, significant verschillen. Alleen bij de Franse groep en bij de eerste Nederlandse groep zijn de frequentieverdelingen van de individuele gewichten na 84 dagen van de twee replica's binnen de groep niet significant verschillend. Het is daarom niet zinvol de frequentieverdelingen van twee replica's samen te voegen om zodoende te toetsen of er tussen de groepen significante verschillen bestaan. Figuur 2 laat wel zien dat bij de drie buitenlandse groepen de spreiding in individuele gewichten na 84 dagen groter is dan bij de Nederlandse groepen.

De zes groepen glasaal verschillen dus na 84 dagen wat groeisnelheid en gemiddeld stuksgewicht betreft niet significant. Over verschillen in spreiding in groei is geen betrouwbare uitspraak te doen omdat de frequentieverdelingen van de individuele gewichten van de twee replica's bij vier groepen al significant verschillen.

Mortaliteit

Afgezien van de Franse glasaal vertonen alle groepen over 84 dagen vrijwel dezelfde geregistreerde mortaliteit. De hogere geregistreerde mortaliteit, in de eerste proefperiode, onder de Franse glasaal is waarschijnlijk te wijten aan de zeer slechte omstandigheden tijdens het transport naar Nederland. Van het totale transport was na aankomst bijna de helft dood. Er is geen goede verklaring te geven waarom ook de berekende mortaliteit van de Franse aal zo hoog is.

Na 84 dagen is het totale stuksaantal bepaald door alle vissen te tellen. Bij de start en bij de tussentijdse afvissingen is het totale stuksaantal geschat door het tellen van een submonster. Het verschil tussen berekende en geregistreerde mortaliteit moet grotendeels een gevolg zijn van kannibalisme. Alhoewel de beginaantallen niet exact vaststaan vanwege een (te) klein submonster moet toch de conclusie zijn dat kannibalisme in bepaalde gevallen een niet te onderschatten factor is. Tijdens het experiment is ook visueel daadwerkelijk kannibalisme waargenomen. Het aantal waarnemingen was echter te beperkt om verschillen tussen groepen te kunnen vaststellen. Het feit dat door het niet exact vastleggen van de beginaantallen bepaalde conclusies niet "hard" gemaakt kunnen worden, onderstreept nog eens de noodzaak om aan het begin van een experiment een goede aantalsschatting uit te voeren.

Manier van transport

Omdat de invloed van de factor transport moeilijk te scheiden is van andere externe factoren zoals de manier van vangst en duur van de opslagperiode, zijn bij een deel van een Nederlandse groep, direct na vangst, twee methoden van transport nagebootst om zo een eventuele invloed van puur het transport te onderzoeken.

Als de manier van transport invloed heeft op de teeltresultaten dan zal dit effect het sterkst naar voren komen in de eerste proefperiode. Vissen die niet getransporteerd zijn, groeien inderdaad in de eerste proefperiode significant sneller dan de vissen die droog getransporteerd zijn. Na 56 en 84 dagen zijn de groeisnelheden al niet meer significant verschillend van elkaar. De geregistreerde mortaliteit is bij alle drie de transport-varianten op alle tijdstippen niet significant verschillend.

Dat de manier van transport ook in de praktijk geen bottleneck is bewijzen de teeltresultaten behaald met de Franse en Engelse glasaal. De Franse aal is droog in dozen per auto vervoerd (12 kg/m²), de eerste Engelse groep is in water per auto getransporteerd (100 kg/m³) terwijl de tweede Engelse groep droog in dozen is overgevlogen (12 kg/m²). Ondanks deze totaal verschillende methoden van transport verschillen de groeisnelheden na 84 dagen niet significant.

Ontwikkelingsstadium

De metamorfose van *Leptocephalus*-larve via glasaal tot volledig gepigmenteerde aal gaat gepaard met grote morfologische- en fysiologische veranderingen. Uit onderzoek van Bartels (9) en Bremer (10,11) is gebleken dat de morfologische ontwikkeling van de spijsverteringsorganen grotendeels voltooid is en dat de afscheiding van eiwitplitsende enzymen mogelijk is op het moment dat de soms nog ongepigmenteerde glasaal het zoete water binnentrekt.

Om de mate van ontwikkeling tussen de groepen te vergelijken, is bij iedere groep na aankomst op het RIVO gekeken naar de mate van pigmentatie. Uit figuur 4 blijkt dat er tussen de groepen verschillen in pigmentatie bestaan. Gezien de geconstateerde, niet significante, verschillen in groeisnelheid en gemiddeld gewicht tussen de groepen hebben deze verschillen in pigmentatie geen invloed op de teeltresultaten. Uit figuur 5 blijkt dat de pigmentatie in het begin van de opkweekfase snel verloopt. De ontwikkeling van de pigmentatie wordt mede beïnvloed door de temperatuur. Het is opvallend dat na 52 dagen meer dan 60 % van de alen nog steeds niet volledig gepigmenteerd is.

Lichaamssamenstelling

Verschillen in lichaamssamenstelling tussen de verschillende groepen zijn aan het begin van het experiment nauwelijks aanwezig.

Na 84 dagen is een grote verandering in lichaamssamenstelling opgetreden. Het eiwitgehalte is met ca. 2 % toegenomen, het vetgehalte is bijna verdrievoudigd en het vochtgehalte is ca. 10 % gedaald. Bij dit alles is het asgehalte vrijwel constant gebleven.

Boëtius (12) heeft onder meer onderzoek verricht naar de lichaamssamenstelling van glasaal afkomstig van diverse vangstplaatsen. De energie-inhoud van een glasaal op het moment van intrek is door haar berekend door de energie-inhoud van het lichaams-eiwit en vet op te tellen. Deze energie-inhoud is op te vatten als een maatstaf voor de conditie. De door haar berekende waarden staan vermeld in de volgende tabel waarin ook de energie-inhoud van de glasaal van dit experiment is vermeld.

Tabel 6. Energie-inhoud van een gemiddelde glasaal bij intrek op basis van het eiwit- en vetgehalte op vers-gewicht basis.

	gem.lich.gew. (mg)	eiwit (mg/glasaal)	vet (mg/glasaal)	energie-inhoud (Joule/glasaal)
<i>naar Boëtius (1989):</i>				
Denemarken	199	27.18	2.99	767
Schotland	225	31.05	6.59	1003
Engeland	264	34.61	7.00	1104
Frankrijk	307	43.87	11.73	1513
Spanje (Middell.Zee)	316	38.80	8.60	1267
<i>dit experiment:</i>				
Frankr.	243	34.21	8.51	1136
Ned.1	264	37.07	9.64	1258
Ned.2	250	37.75	9.43	1264
Ned.3	245	35.50	8.06	1158
Eng.1	257	36.47	8.40	1194
Eng.2	268	36.88	7.02	1143

1 g eiwit = 23.64 Kilojoule

1 g vet = 39.54 Kilojoule

In tegenstelling tot de grote verschillen in energie-inhoud die Boëtius aantreft verschilt de energie-inhoud van een gemiddelde glasaal bij intrek in dit experiment tussen de groepen weinig. De factor tijd speelt hierin echter een grote rol, in het onderzoek van Boëtius zijn groepen glasaal gedurende het hele intrekseizoen bemonsterd, in het RIVO onderzoek is de spreiding over het intrekseizoen kleiner. De buitenlandse glasaal heeft minder energie-inhoud dan de Nederlandse glasaal maar dat kan een gevolg zijn van het feit dat de buitenlandse glasaal voor het transport naar Nederland al enige tijd in opslag is geweest.

De verschillen in energie-inhoud zullen ook bij de glasaal die op Nederlandse kwekerijen wordt gebruikt klein zijn. De locaties waar de glasaal wordt gevangen en de perioden waarin de glasaal wordt verhandeld zijn over het algemeen namelijk beperkt.

5. CONCLUSIES

De groeisnelheden van de zes groepen aal verschillen per afzonderlijke proefperiode in een aantal gevallen significant van elkaar. Wanneer echter de groeisnelheid over het totale experiment wordt berekend dan zijn de verschillen "gladgestreken" en blijken er tussen de groepen geen significante verschillen meer te bestaan. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de herkomst, en de daarmee samenhangende verschillen in behandeling, van de zes groepen aal in dit experiment geen invloed heeft gehad op de uiteindelijke teeltresultaten. In principe moet het, met de huidige startvoerders en voedermethodieken, mogelijk zijn met iedere gezonde groep glasaal goede teeltresultaten te behalen.

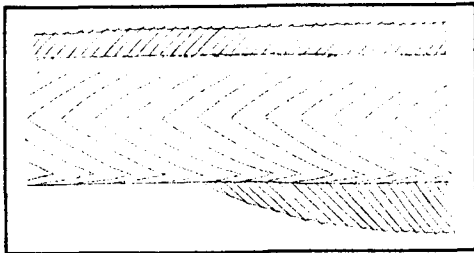
Uit het nagebootste transport-experiment blijkt dat vissen die niet getransporteerd zijn in de eerste proefperiode significant sneller groeien dan de vissen die "droog" getransporteerd zijn. Na 84 dagen is dit verschil verdwenen en verschillen de groeisnelheden van de drie transport-varianten niet meer significant van elkaar.

6. LITERATUUR

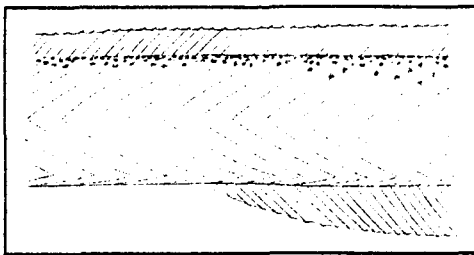
1. Kamstra, A. en J.W. van der Heul (1987). Effect van enkele voersoorten en voedermethodieken op groei en mortaliteit van glasaal, *Anguilla anguilla* L., in de eerste teeltfase. RIVO rapport BV 87-05.
2. Kamstra, A. en J.W. van der Heul (1989). Resultaten met een aantal commerciële startvoerders en voederstrategieën voor glasaal. RIVO rapport AQ 89-06.
3. Van der Heul, J.W. en A. Kamstra (1990). Een vergelijking tussen een aantal startvoerders en voederstrategieën voor de opkweek van glasaal. RIVO rapport AQ 90-09.
4. Kamstra, A. (1991). Glasaalopkweek-onderzoek en resultaten 1990. *Aquacultuur*, 6, 8-14.
5. Belpaire, C., Tops, A. and F. Ollevier (1987). Survival and growth of cultured glass eel (*Anguilla anguilla* L.) from two different estuaries (Loire and Severn). EIFAC Working Party on Eel, Bristol, 13-16 april.
6. Kuhlmann, H. (1979). The influence of temperature, food, initial size, and origin on the growth of elvers (*Anguilla anguilla* L.). *Cons. Int. Explor. Mer*, 174, 59-63.
7. Boëtius, J. (1976). Elvers, *Anguilla anguilla* and *Anguilla rostrata* from two Danish localities. Size, body weight, developmental stage and number of vertebrae related to time of ascent. *Fisk. - og Havunders. N. S.* 7, 199-220.
8. Bligh, E.G. and W.J. Dyer (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.* 37, 911-917.
9. Bartels, W. (1922). Zur Kenntnis der mikroskopischen Anatomie von *Leptocephalus brevirostris* in Vergleich zum jungen Flusssaal. *Jena. Z. Naturwiss. N. F.* 51, 319-368.
10. Bremer, H. (1973). Zu einigen Beobachtungen über postlarvale Entwicklungsstadien von *Anguilla anguilla* L. und ihre anatomisch- histologischen und histochemischen Kriterien. *Gegenbauers morph. Jahrb.*, Leipzig 119, 4, 480-491.
11. Bremer, H., Bayard, J. und M. Klopffleisch (1975). Einige untersuchungen zu den histologischen, histochemischen und histophysiologischen Veränderungen des exokrinen Pankreas und des Magenfundus bei *Anguilla anguilla* L. im verlauf der postlarvalen Entwicklung. *Gegenbauers morph. Jahrb.*, Leipzig 121, 1, 109-120.
12. Boëtius, I. and J. Boëtius (1989). Ascending elvers, *Anguilla anguilla* L. , from five European localities. Analyses of pigmentation stages, condition, chemical composition and energy reserves. *Dana*, 7, 1-12.

BIJLAGE 1

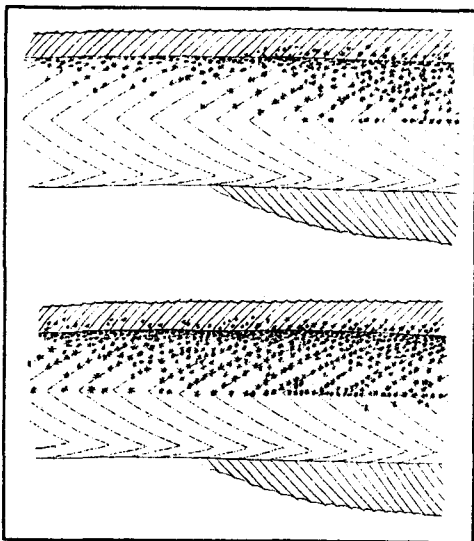
Onwikkelingsstadia vanaf ongepigmenteerde glasaal (a) tot aan volledig gepigmenteerde aal (e),
indeling volgens Boëtius (7).



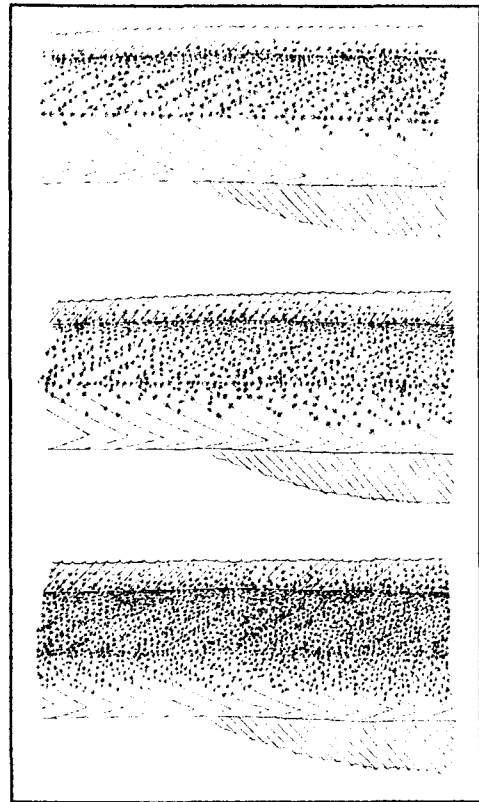
a



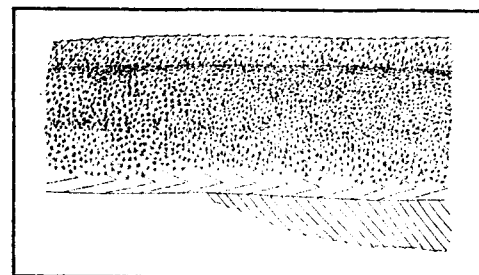
b



c



d



e