

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

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

Afdeling:

Aquacultuur

MSN 503246

anguilla anguilla

growth

food

feeding

Rapport:

AQ 89-05

Effect van sorteren en aantal voerplekken
op groei en spreiding van groei bij aal
(Anguilla anguilla).

Auteur:

J.W. van der Heul

revisie van 1989

Project:

60.025

Projectleider:

A. Kamstra

Datum van verschijnen:

juli 1989

Inhoud:

Samenvatting.....	2
Summary	2
1. Inleiding.....	3
2. Materiaal en methoden	5
2.1. De vis.	5
2.2. Het voer.....	5
2.3. De proefopstelling.	5
2.4. De uitvoering.	5
2.5. Metingen en berekeningen	6
3. Resultaten en discussie	7
3.1. Aantal voerplekken.	7
3.2. Sorteren.....	8
4. Slotconclusies.....	12
5. Literatuur.....	13

SAMENVATTING

In een experiment met aal (Anguilla anguilla L.), uitgevoerd in een recirculatiesysteem, is gekeken naar het effect van sorteren en uitbreiding van het aantal voerplekken op de groei en spreiding van de groei.

Noch sorteren noch uitbreiding van het aantal voerplekken had aantoonbare invloed op de totale produktie of op de spreiding van de groei. De grote dieren *bleven* over een periode van twee maanden hard groeien terwijl de kleine dieren in groei achterbleven. Het grootste deel van de biomassatoename werd slechts door een betrekkelijk klein deel van de populatie gerealiseerd. Kannibalisme werd tijdens het experiment niet geconstateerd.

SUMMARY

In an experiment with eel (Anguilla anguilla L.), in a recirculation system, the effect of grading and the number of feeding places on growth and growth variation was tested. There was no significant effect of grading and more feeding places on total production and growth variation. The larger fraction of the fish kept growing at a high rate after sorting but this was compensated by the relatively slow growth of the smaller fraction. Growth of the biomass was, to a large extent, caused by a small fraction of the population. No cannibalism was observed during the experiment.

1. INLEIDING

Vis groeit na verloop van tijd, afhankelijk van de soort, meer of minder uit elkaar. Dit levert in een kweekstelsel een aantal problemen op:

- het is moeilijk om de meest geschikte pelletgrootte te kiezen.
- de kans op kannibalisme is mogelijk groter.
- de snelle groeiers kunnen de groei van de achterblijvers remmen.
- er is geen uniforme grootte bij aflevering.

Het uit elkaar groeien van vissen kan verschillende oorzaken hebben. De groeiverschillen kunnen genetisch bepaald zijn, maar ook het optreden van milieufactoren, en dan met name van sociale interacties tussen individuen binnen een groep kan hierbij een rol spelen. Te denken valt aan de volgende effecten:

- de dominante exemplaren nemen door hun gedrag een groter deel van het beschikbare voedsel op.
- door verschillen in gedrag of activiteit eisen de dominante individuen de beste plekken in de bak op.
- verschillen in tolerantie voor stress en behandeling.

Om er achter te komen of groeiverschillen tussen individuen in een groep, een genetische dan wel een sociale achtergrond hebben, zijn door verschillende onderzoekers experimenten gedaan waarbij vissen al of niet geïsoleerd opgroeiden.

Purdom (1974) komt tot de conclusie dat groeiverschillen bij platvis toenemen door ze als groep op te laten groeien. Dit wordt volgens hem niet veroorzaakt door voedselconcurrentie of dichtheid maar door andere sociale interacties.

Wohlfarth (1977) bespreekt vier "klassieke" Japanse publicaties die handelen over groeiverschillen bij karper. De algemene conclusie is dat het sterk uit elkaar groeien met name door voedselconcurrentie veroorzaakt wordt. Verder bleek dat het aanbieden van kleinere voedseldeeltjes de groeiverschillen deed verminderen.

Koebele (1985) heeft in een experiment, uitgevoerd met Tilapia, gekeken naar het effect van voedselconcurrentie. Als deze dieren alleen op het moment van voedselopname gescheiden werden trad er weinig variatie in groei op. Wanneer dit niet gedaan werd dan traden er wel verschillen op. Zijn conclusie is dan ook dat voedselconcurrentie verantwoordelijk is voor deze verschillen.

Wickins (1985 en 1987) komt tot de conclusie dat wanneer glasaal geïsoleerd opgroeit de variatie in groei toeneemt. Hij verklaart dit uit het feit dat glasaal van nature een scholenvis is. Verder concludeert hij dat alle glasaal in principe tot goede groei in staat is, onafhankelijk van de grootte of hiërarchische positie van een individu. Optredende groeiverschillen worden volgens hem voornamelijk veroorzaakt door verschillende tolerantie voor stress en behandeling.

Ook in RIVO experimenten (Kamstra en van der Heul, 1987 en 1988) is geconstateerd dat, wanneer glasaal een aantrekkelijk voer (scholkuit, kabeljauwkuit) wordt aangeboden, in principe *alle* individuen tot goede groei (2 à 3 %/dag) in staat zijn.

Als gevolg van het sterk uit elkaar groeien van aal sorteert men op de Nederlandse bedrijven de vis om de 1 à 2 maanden. Een veelgehoord motief om geregeld te sorteren is het feit dat na het sorteren een aantal individuen in de kleine sortering extra snel gaan groeien. Vergeten wordt dan echter dat dit ten koste zou kunnen gaan van de groeisnelheid van de grote sortering.

Jobling en Reinsness (1987) hebben dit fenomeen bij de Arctische Zalmforel (*Salvelinus alpinus* L.) onderzocht en komen tot de conclusie dat het voor de totale produktie niet uitmaakt of je wel of niet sorteert. De kleine sortering bleek relatief sneller te gaan groeien, de grote sortering daarentegen minder snel.

Gousset (1987) concludeert hetzelfde bij aal. Hij vindt verder dat in niet gesorteerde groepen vaker kannibalisme optreedt dan in wel gesorteerde groepen.

Eén en ander samenvattend lijkt het aannemelijk dat groeiverschillen bij aal voornamelijk door voedsel-concurrentie of andere sociale interacties worden veroorzaakt en in mindere mate door genetische factoren.

In de praktijk is het gebruikelijk dat het voer op één plaats in de bak aangeboden wordt. Als voedselconcurrentie een belangrijke rol speelt bij het optreden van groeiverschillen, dan lijkt het waarschijnlijk dat door een uitbreiding van het aantal voerplekken (met als gevolg minder voedselconcurrentie) deze spreiding kleiner zal worden. Om inzicht te krijgen in de mogelijke effecten van sorteren en een uitbreiding van het aantal voerplekken op groei en spreiding van groei bij aal is het hierna beschreven experiment uitgevoerd.

2. MATERIAAL EN METHODEN

2.1. De vis.

Er is gebruik gemaakt van uit glasaal opgekweekte aal afkomstig van een commerciële aalmesterij. Het startgewicht bedroeg ca. 3 gram. Tijdens de proef zijn de vissen in totaal negen keer behandeld met Formaline om een besmetting met Pseudodactylogyrus spp. te onderdrukken.

2.2. Het voer.

Tijdens de gehele proef is gevoerd met een korrelvoer van de firma Trouw (Trouvit forellenvoer korrelgrootte 1). Het voer is aangeboden door middel van "Scharflinger" bandvoederautomaten over een periode van 10.00-22.00 uur. Er is gestreefd naar een voederniveau van ca. 2% van het lichaamsgewicht per dag.

Samenstelling van het gebruikte voer volgens specificaties van de fabrikant:

Droge stof	92 %
Ruw eiwit	52 %
Vet	8,5%
Ruwe celstof	2 %
Mineralen	11 %
Aantal deeltjes/ gram	582 (eigen bepaling)

2.3. De proefopstelling.

Het experiment is uitgevoerd in een zestal ronde bekkens met een diameter van 1,3 meter (nuttige inhoud 0.65 m³). Deze bekkens maken deel uit van een recirculatiesysteem dat bestaat uit een platen-bezinker met een effectief oppervlak van 15 m² en een tricklingfilter met een inhoud van 3 m³. De totale inhoud van het systeem is 6 m³. De bekkens werden eens in de 30 minuten verversd. Het zuurstofgehalte werd op peil gehouden door het toedienen van zuivere zuurstof via een zuurstof-reactor. Gedurende de gehele periode is het zuurstofgehalte in de afvoer van de bekkens nooit lager geweest dan 7 mg/l.

De volgende waterparameters zijn tijdens de proef dagelijks of wekelijks bepaald:

	<u>periode 1</u>	<u>periode 2</u>	<u>periode 3</u>
<u>dagelijks</u>			
temperatuur	25.0± 0.21	25.2± 0.22	25.1± 0.23
pH	7.50± 0.21	7.14± 0.30	7.13± 0.18
<u>wekelijks</u>			
NH ₄ -N(mg/l)	0.11± 0.03	0.25± 0.14	0.10
NO ₂ -N(mg/l)	0.14± 0.09	0.27± 0.08	1.05± 0.30

Vermeld is het gemiddelde ± de standaardafwijking.

De dagelijkse verversing met leidingwater bedroeg ca. 8% van het systeemvolume.

2.4. De uitvoering.

Aan het begin van de proef zijn de zes bekkens bezet met eenzelfde hoeveelheid vis (10 kg/m²). In vier bekkens is het voer aangeboden op één voerplek, terwijl in de twee resterende bekkens twee voerplek-ken werden gecreëerd.

De totale proefduur bedroeg vier maanden, verdeeld in drie perioden van 1 x 2 maanden (periode 1) en 2 x 1 maand (periode 2 en 3). Na de eerste periode zijn de vissen van twee

bakken samengevoegd en gesorteerd in een groep "kleine" exemplaren en een groep "grote" exemplaren zodanig dat de biomassa van deze twee groepen gelijk was.

De vis is gesorteerd met behulp van een spijlsorteerapparaat met een traploos regelbare spijlafstand (parallellogramprincipe). Om na sorteren twee porties van gelijke biomassa te krijgen diende de spijlafstand 4,35 mm te zijn. Het apparaat is ontworpen en gefabriceerd door de technische dienst van het RIVO.

2.5. Metingen en berekeningen

Aan het eind van iedere periode werd van iedere bak de totale biomassa bepaald (uitgelekt nat gewicht). Uit alle bakken werd een submonster verzameld (ca. 10 % van de populatie) de vissen werden afgedroogd op een handdoek en vervolgens ingevroren. Op een later tijdstip werden de individuele gewichten bepaald. Het gewichtsverlies door dit afdrogen en diepvriezen bedroeg ca. 6 %.

De belangrijkste kengetallen zijn op de volgende manier berekend:

SGR (specifieke groeisnelheid)

$$\text{biomassa} = \frac{(\ln W_t - \ln W_o) * 100\%}{t} \quad (\%/dag)$$

$$\text{individueel} = \frac{(\ln W_{ind,t} - \ln W_{ind,o}) * 100\%}{t} \quad (\%/dag)$$

$$\text{FR (voederniveau)} = \frac{\text{totaal gevoerd(droge stof)/t} * 100\%}{W_{t/2}} \quad (\%/dag)$$

$$\text{FCR (voederconversie)} = \frac{\text{totaal gevoerd(droge stof)}}{W_t - W_o}$$

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

$$\text{VC (variatiecoëfficiënt)} = \frac{\text{gemiddeld stuksgewicht} * 100\%}{\text{standaardafwijking}} \quad (\%)$$

Mort (mortaliteit)

$$\text{geregistreerd (g)} = \frac{\text{cumulatieve waargenomen mortaliteit} * 100\%}{\text{begin aantal}} \quad (\%)$$

$$\text{berekend (b)} = \frac{(W_t/W_{ind,t} - W_o/W_{ind,o}) * 100\%}{\text{begin aantal}} \quad (\%)$$

t = proefduur in dagen
 W_o = biomassa op tijdstip 0
 W_{ind,o} = gemiddeld individueel gewicht op tijdstip 0

3. RESULTATEN EN DISCUSSIE

3.1. Aantal voerplekken.

Tabel 1. Overzicht van de belangrijkste kengetallen per bak per periode.

periode 1

bak	W ₀	W _t	W _{0gem}	VC	W _{tgem}	VC	SGRbio	SGRind	FR	FCR	Mort(g)
	g	g	g	%	g	%	%/dag	%/dag	%/dag		%
1	13201	16548	3.25	46	-	-	0.38	-	1.68	4.44	0.3
2	13206	17113	3.25	46	3.91	67	0.43	0.32	1.65	3.80	0.1
3	13198	16292	3.25	46	3.85	67	0.35	0.29	1.69	4.80	0.1
4	13198	17183	3.25	46	4.14	70	0.44	0.42	1.65	3.73	0.2
5	13208	16867	3.25	46	-	-	0.41	-	1.66	4.06	0.1
6	13197	16686	3.25	46	3.86	63	0.39	0.29	1.67	4.26	0.1

periode 2

1	14712	18771	2.85	45	3.42	54	0.90	0.82	2.22	2.46	0.3
2	19088	23555	3.91	67	4.82	76	1.19	0.83	2.13	1.79	0.1
3	17872	23004	3.85	67	4.86	91	1.13	0.98	2.26	2.00	0.1
4	18775	24326	4.14	70	5.46	82	1.11	1.09	2.14	1.93	0.1
5	15135	21661	6.38	49	8.54	59	1.33	1.20	2.13	1.59	0
6	17350	25146	3.86	63	5.19	75	0.94	1.08	2.27	2.41	0.1

periode 3

1	16901	21261	3.42	54	4.12	62	0.82	0.64	2.50	3.05	0.2
2	19088	23555	4.82	76	6.62	109	0.75	1.12	2.53	3.36	0
3	17872	23004	4.86	91	6.81	101	0.90	1.16	2.48	2.74	0
4	18775	24326	5.46	82	7.03	91	0.93	0.84	2.47	2.66	0
5	19487	26352	8.54	59	12.64	75	1.08	1.42	2.42	2.23	0.2
6	17350	25146	5.19	75	7.34	96	1.33	1.29	2.33	1.75	0.1

bak 1 en 5 (periode 1): één voerplek, niet gesorteerd

bak 1 (periode 2 en 3): één voerplek, kleine sortering

bak 5 (periode 2 en 3): één voerplek, grote sortering

bak 2 en 4 : één voerplek, niet gesorteerd

bak 3 en 6: twee voerplekken, niet gesorteerd

In tabel 1 valt direct de slechte groei, met daaraan gekoppeld een slechte voederconversie, in periode 1 op. De vissen aten als gevolg van een besmetting met Pseudodactylogyrus vooral in de eerste maand van periode 1 slecht, na deze maand is de voedselopname aanmerkelijk verbeterd.

De groei in periode 3 is slechter dan in periode 2, een duidelijke oorzaak valt hiervoor niet aan te geven. Opvallend is het grillige verloop van de groei in bak 6 : in periode 2 de slechtste van de ongesorteerde bakken en in periode 3 veruit de beste!

De berekende groei op basis van totaalgewichten en op basis van individuele gewichten stemmen vrij goed overeen. Dit is een indicatie dat de submonsters een vrij getrouwe weergave zijn van de populatie waaruit ze genomen zijn. Bovendien is er uit af te leiden dat de mortaliteit en het optreden van kannibalisme bijzonder gering moet zijn geweest.

In tabel 2 zijn de groeisnelheidsgegevens uit tabel 1 uitgesplitst naar het aantal voerplekken.

Tabel 2. Specifieke groeisnelheid en variatiecoëfficiënt in bakken met één respectievelijk twee voerplekken per periode.

één voerplek				twee voerplekken		
periode	n	SGRbio %/dag	VC %	n	SGRbio %/dag	VC %
1	4	0.42±0.03	69	2	0.37±0.03	65
2	2	1.15±0.06	79	2	1.04±0.13	83
3	2	0.84±0.13	100	2	1.12±0.30	98

vermeld is het gemiddelde ± de standaardafwijking
n = aantal herhalingen

Uit tabel 2 blijkt dat het aanbieden van voer op twee voerplekken in plaats van op één plek geen significante invloed heeft op de specifieke groeisnelheid. In periode 1 en 2 komen de bakken met één voerplek als beste uit de bus terwijl in periode 3 de situatie omgekeerd is. De variatiecoëfficiënten laten zien dat er ook geen sprake is van een effect op de *spreiding* van de groei. Dit wordt nog eens bevestigd in figuur 1, waarin de relatieve frequentieverdelingen van de individuele gewichten in de bakken met één respectievelijk twee voerplekken aan het eind van de drie proefperioden weergegeven zijn. De frequentieverdelingen in de bakken met één, respectievelijk twee voerplekken zijn per proefperiode vrijwel identiek, met andere woorden, uitbreiding van het aantal voerplekken heeft in dit experiment geen aantoonbare invloed gehad op de spreiding van de groei.

3.2. Sorteren

Figuur 2 toont de relatieve gewichtsfrequentieverdeling van de kleine en grote sortering direct na het sorteren (begin van periode 2). Duidelijk is dat er een aantal "technische" beperkingen kleven aan sorteren, ook onder "ideale" laboratorium omstandigheden. Vóór het sorteren bedraagt de variatiecoëfficiënt 67 %, na het sorteren loopt deze terug tot 45 % in de kleine sortering en 49 % in de grote sortering. Qua totaalgewicht zijn de grote en kleine sortering gelijk, de aantalsverhouding bedraagt 1 : 2.15.

In tabel 3 zijn de groeigegevens uit tabel 1 opgesplitst naar niet en wel gesorteerde bakken met één voerplek.

Tabel 3. Specifieke groeisnelheid en variatiecoëfficiënt in bakken met één voerplek.

niet gesorteerd				wel gesorteerd						
periode	n	SGRbio %/dag	VC %	klein			groot		klein+groot samen	
				n	SGRbio %/dag	VC %	SGRbio %/dag	VC %	SGRbio %/dag	VC %
1	4	0.42±0.03	69							
2	2	1.15±0.06	79	1	0.90	54	1.33	59	1.12	79
3	2	0.84±0.13	100	1	0.82	62	1.08	75	0.96	103

vermeld is het gemiddelde ± de standaardafwijking

Tabel 3 laat zien dat de groeisnelheid over een periode van twee maanden (periode 2 en 3) in de bak met de grote sortering aanmerkelijk hoger is dan in de bak met de kleine sortering. Met andere woorden : de grote sortering *blijft* over een periode van twee maanden sneller groeien. Dit gegeven is met name van belang voor de aankoop van pootvis. Opmerkelijk is dat de groeisnelheid van kleine en grote sortering denkbeeldig samengevoegd vrij dicht in de buurt ligt van de groeisnelheid in de niet gesorteerde bakken. Het maakt voor de totale produktie blijkbaar weinig uit of we wel of niet sorteren.

De variatiecoëfficiënten tonen dat ook de *spreiding* van de groei nauwelijks beïnvloed wordt door het sorteren. De variatiecoëfficiënt in de gepoolde kleine en grote sortering is bijna gelijk aan die in de niet gesorteerde bakken.

In de figuren 3 t/m 5 zijn de relatieve gewichtsfrequentieverdelingen van de verschillende behandelingen aan het begin en eind van iedere periode weergegeven. Figuur 3 laat zien dat de gewichtstoename in periode 1 erg gering is geweest. De top van de verdeling ligt aan het eind van de periode iets lager met een staart naar rechts die veroorzaakt wordt door een gering aantal individuen die goed zijn gegroeid. Figuren 4 en 5 met de situatie in periode 2 en 3 geven te zien dat weliswaar meer individuen groeien, maar dat het grootste deel van de biomassatoename nog steeds slechts door een betrekkelijk klein deel van de populatie gerealiseerd wordt.

Om een vergelijking te maken tussen de gewichtsfrequentieverdeling van de totale gesorteerde populatie en de ongesorteerde populatie zijn de gewichtsfrequentieverdelingen van de kleine en grote fractie aan het eind van periode 3 theoretisch samengevoegd. In Figuur 6, waarin deze (theoretische) verdeling samen met de gewichtsfrequentieverdeling van de ongesorteerde populatie is weergegeven, is te zien dat beide verdelingen praktisch identiek zijn. Dit is een bevestiging van de reeds eerder getrokken conclusie dat sorteren in dit experiment geen aantoonbare invloed heeft gehad op de spreiding van de groei in de totale populatie.

Wanneer een bak niet gesorteerd wordt, dan komen er in zo'n bak na verloop van tijd vissen van zeer uiteenlopende grootte voor. Theoretisch zou men in ongesorteerde bakken daarom eerder kannibalisme verwachten dan in gesorteerde bakken. Via de verzamelde submonsters is een schatting te maken van het begin en eindaantal vissen per bak per periode :

Tabel 4. Schattingen van het begin- en eindaantal vissen per periode per bak.

bak	begin aantal	eindaantal	geregistreeerde mortaliteit	%	berekende mortaliteit	%
periode 1						
1	3838	-	10	0.3	-	-
2	3839	4099	4	0.1	260	6.8
3	3837	3990	2	0.1	153	4.0
4	3837	3886	6	0.2	49	1.3
5	3840	-	4	0.1	-	-
6	3836	4085	5	0.1	249	6.5
periode 2						
1	4924	5028	14	0.3	104	2.1
2	3687	4062	1	0.1	375	10.2
3	3587	3731	2	0.1	144	4.0
4	3500	3511	3	0.1	11	0.3
5	2290	2371	0	0	81	3.5
6	3666	3530	3	0.1	-136	-3.7
periode 3						
1	4527	4791	9	0.2	264	5.8
2	3655	3332	0	0	-323	-8.8
3	3358	3161	0	0	-197	-5.9
4	3160	3265	0	0	105	3.3
5	2133	1968	4	0.2	-165	-7.7
6	3176	3246	1	0.1	70	2.2

bak 1 en 5 (periode 1): één voerplek, ongesorteerd
 bak 1 (periode 2 en 3): één voerplek, kleine sortering
 bak 5 (periode 2 en 3): één voerplek, grote sortering

bak 2 en 4 : één voerplek, niet gesorteerd

bak 3 en 6: twee voerplekken, niet gesorteerd

De berekende mortaliteit geeft geen aanleiding te veronderstellen dat er kannibalisme is opgetreden, als het al is voorgekomen, dan is deze zeer beperkt gebleven. Ook in de niet gesorteerde bakken zijn geen vissen "zoekgeraakt", ondanks het feit dat in deze bakken in periode 3 vissen rondzwommen van 2 gram, maar ook van 60 gram!

Wanneer we er van uitgaan dat de onderlinge grootteverdeling tijdens een proefperiode niet verandert; met andere woorden : de grootste vis aan het *begin* van de periode is nog steeds de grootste aan het *eind* van de periode, dan is het mogelijk om aan de hand van de verschuivingen in de gewichtsfrequentie-verdelingen aan het begin en eind van iedere periode een schatting te maken van de fractie vissen die bijgedragen hebben aan de biomassatoename ("fractie groeiers").

In tabel 5 is per periode per behandeling weergegeven welk deel van de populatie wel of niet heeft bijgedragen aan de biomassatoename.

Tabel 5. Percentage vissen met een gewichtsafname c.q. toename per behandeling per periode.

		lichter	gelijk	zwaarder
periode 1	ongesorteerd	3	56	41
periode 2	ongesorteerd		34	66
	klein		54	46
	groot	1	13	87
	klein+groot (theoretisch samengevoegd)		41	59
periode 3	ongesorteerd		26	74
	klein		47	53
	groot			100
	klein+groot (theoretisch samengevoegd)		33	67

Deze percentages geven slechts een grove indicatie en kunnen beslist niet als absolute fracties beschouwd worden. Uit onderzoek van Wickins (1987) is namelijk gebleken dat de onderlinge grootteverdeling na verloop van tijd *wel* verandert. Het verdient daarom aanbeveling bij toekomstig onderzoek de vissen individueel herkenbaar te maken om de fractie groeiers nauwkeuriger te bepalen. Ondanks de betrekkelijkheid van de cijfers is wel duidelijk dat een groot deel van de ongesorteerde populatie *niet* groeit. In de bakken met de kleine sortering groeit ongeveer de helft, terwijl in de grote sortering bijna 100% in gewicht toeneemt. Door sorteren wordt de fractie groeiers niet vergroot; zowel in de ongesorteerde als in de gepoolde gesorteerde bakken ligt het percentage groeiers rond de 70 %.

In figuur 7, waar de fractie groeiers is uitgezet tegen de specifieke groeisnelheid, is te zien dat een hogere specifieke groeisnelheid gerelateerd is aan een grotere fractie groeiers. Met andere woorden: een *grotere* biomassatoename wordt veroorzaakt door een *groter* aantal individuen.

Uitgaande van de veronderstelling dat de grootste vissen aan het begin van een periode ook de grootste zijn aan het eind van die periode, kunnen we ook een schatting maken van het deel van de populatie dat zorgt voor een bepaald deel van de biomassatoename.

In tabel 6 is per proefperiode weergegeven welk percentage van de ongesorteerde populatie zorgt voor welk deel van de biomassatoename.

Tabel 6. Percentage vissen in de niet gesorteerde bakken dat verantwoordelijk is voor een bepaald deel van de biomassatoename.

biomassatoename (%)	periode 1	periode 2	periode 3
10	1	1	2
25	4	4	4
50	10	14	11
75	25	34	31
100	41	66	74

Duidelijk blijkt uit deze cijfers dat een klein aantal snel groeiende individuen een zeer groot deel van de biomassatoename voor zijn rekening neemt.

4. SLOTCONCLUSIES

aantal voerplekken

Het aanbieden van voer op twee plaatsen in plaats van op één voerplek om eventuele concurrentie op de voerplek te verminderen heeft in dit experiment geen invloed gehad op de specifieke groei of op de spreiding van de groei. De gewichtsfrequentieverdelingen en de variatiecoëfficiënten van de groepen met één respectievelijk twee voerplekken waren na vier maanden vrijwel identiek.

sorteren

Wel of niet sorteren van de populatie in een groep kleine en grote exemplaren maakt voor de totale biomassatoename en voor de spreiding van de groei niets uit. Zoals verwacht mag worden ligt de groeisnelheid bij de grote sortering vrij hoog maar dit wordt weer teniet gedaan door de relatief lage groeisnelheid in de bak met kleine exemplaren. Klein en groot theoretisch samengevoegd levert een groei op die praktisch gelijk is aan de groei in de niet gesorteerde bakken.

kannibalisme

De aantalsschattingen per bak aan het begin en eind van iedere periode geven geen enkele aanwijzing dat er sprake is geweest van kannibalisme. Als die al opgetreden is, dan is deze zeer beperkt gebleven.

fractie groeiers

Het grootste deel van de biomassatoename wordt maar door een betrekkelijk klein deel van de populatie gerealiseerd.

aanbevelingen voor verder onderzoek

Uit het beschreven onderzoek blijkt dat in aalpopulaties, onder intensieve teeltomstandigheden, een groot deel van de individuen niet aan de biomassatoename bijdraagt. Het vergroten van de fractie groeiers lijkt daarom een interessante ingang om de totale biomassatoename te verhogen. In eerste instantie zou hierbij onderzocht dienen te worden in hoeverre groeiverschillen tussen alen genetisch bepaald zijn en wat de grenzen aan de groei van individuele exemplaren onder optimale omstandigheden zijn.

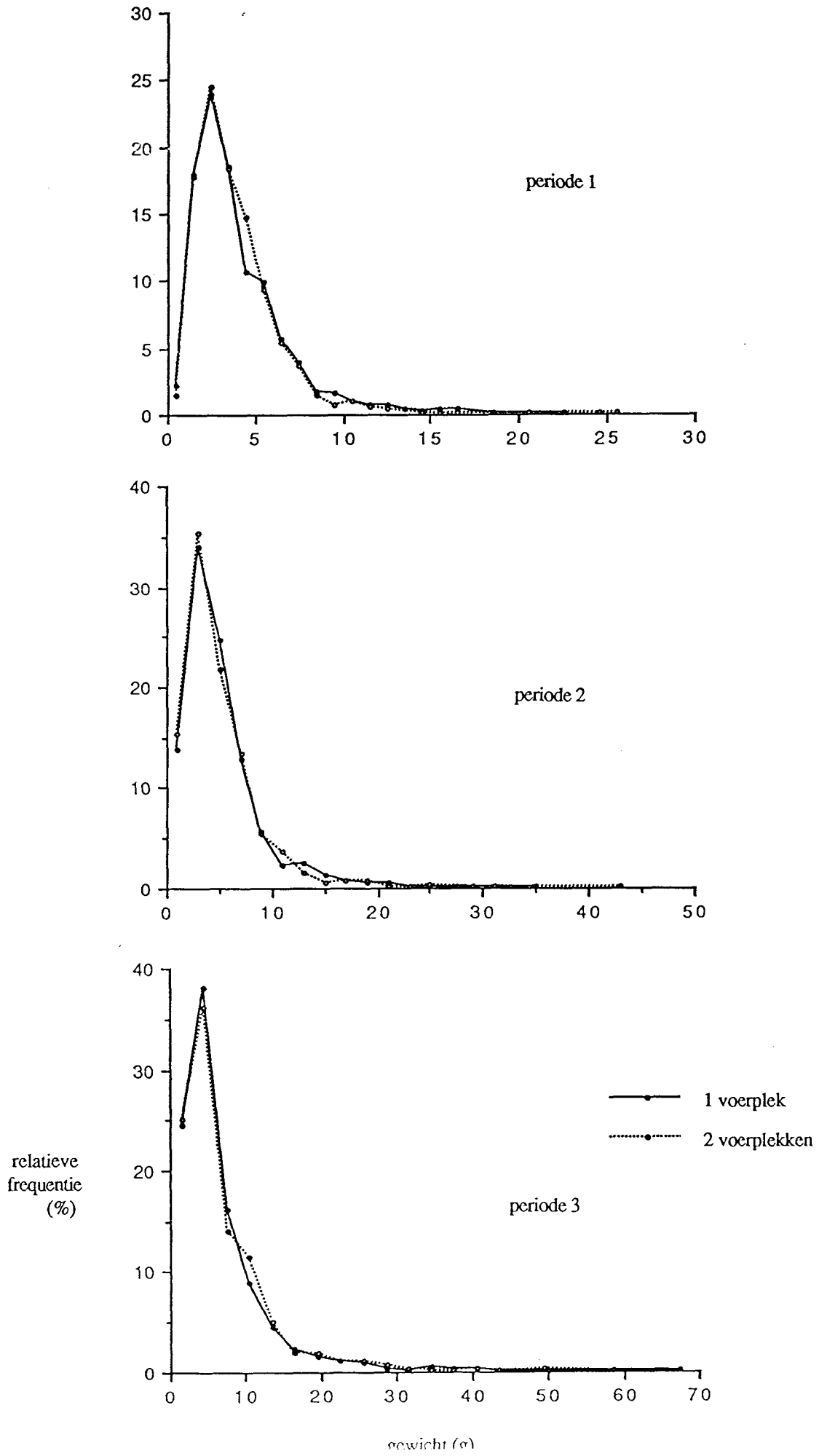
Door dieren die in groepsverband opgroeien individueel te merken en gedurende langere tijd te volgen, zou betere informatie over groeiverschillen en de oorzaken ervan verkregen kunnen worden.

Gezien de relatief lage dichtheden waarmee in dit experiment is gewerkt, is het nuttig om in eerste instantie tevens naar effecten van dichtheid op groeisnelheid en spreiding van de groei te kijken. Dit najaar willen we op het RIVO enige experimenten in deze richting uitvoeren.

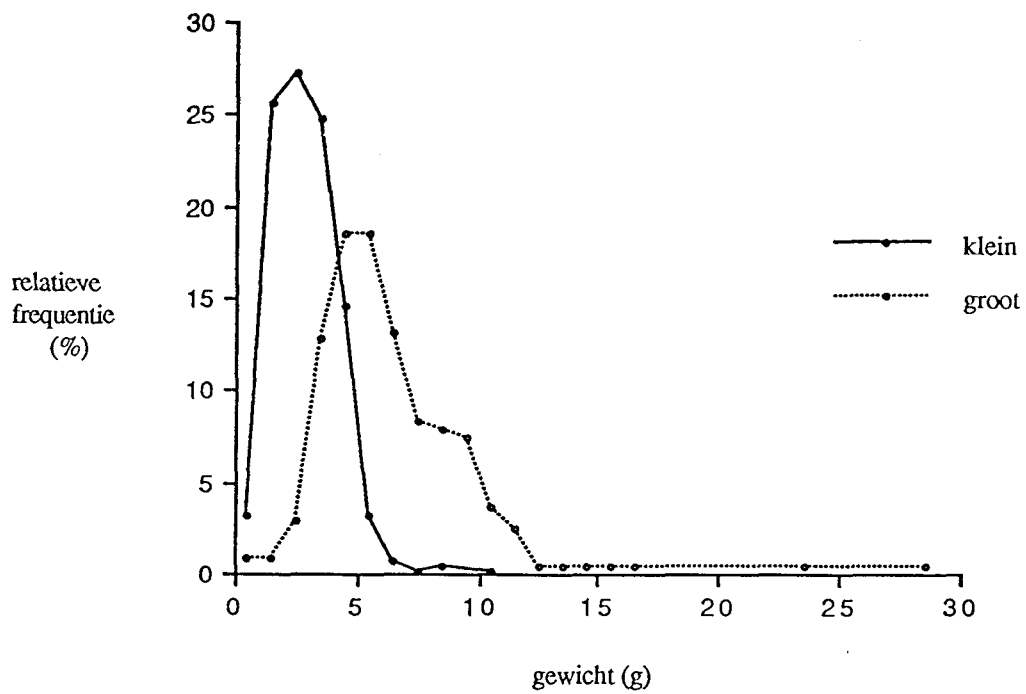
5. LITERATUUR

- Gousset, B. (1987). Effect of stocking density and of grading on growth, food conversion and size repartition of elvers. Report nr. ST 2-0285 of the Danish Aquaculture Institute.
- Jobling, M and T.G. Reinsness (1987). Effect of Sorting on Size-Frequency Distributions and Growth of Arctic Charr (Salvelinus alpinus L.). Aquaculture, 60 : 27-31.
- 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.
- Kamstra, A en J.W.van der Heul (1988). Effect van attractanten, voederniveau en korrelgrootte op acceptatie van droogvoer door glasaal (Anguilla anguilla L.). RIVO rapport AQ 88-06.
- Koebele, B. (1985). Growth and the size hierarchy effect: an experimental assessment of three proposed mechanisms; activity differences, disproportional food acquisition, physiological stress. Environmental Biology of Fishes, 12: 181-188.
- Purdom, C.E. (1974). Variation in fish. In Sea Fisheries Research. (F.R. Harden-Jones, ed.), pp 347-355. London Elek Science.
- Wickins, J.F. (1985). Growth variability in individual confined elvers (Anguilla anguilla L.). J. Fish Biol. 27: 469-478.
- Wickins, J.F. (1987). Effects of size, culling and social history on growth of cultured elvers (Anguilla anguilla L.). J. Fish Biol. 31: 71-82.
- Wohlfarth, G.W. (1977). Shoot carp. Bamidgeh 29 (2) : 35-56.

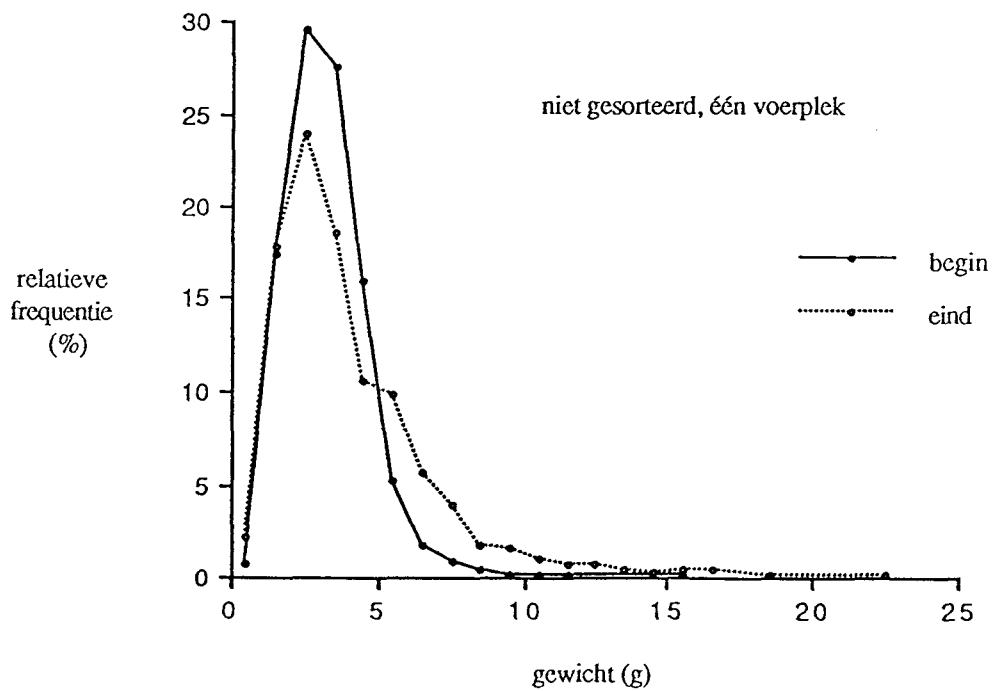
Figuur 1. Relatieve gewichtsfrequentieverdeling aan het eind van iedere periode in bekkens met één respectievelijk twee voerplekken.



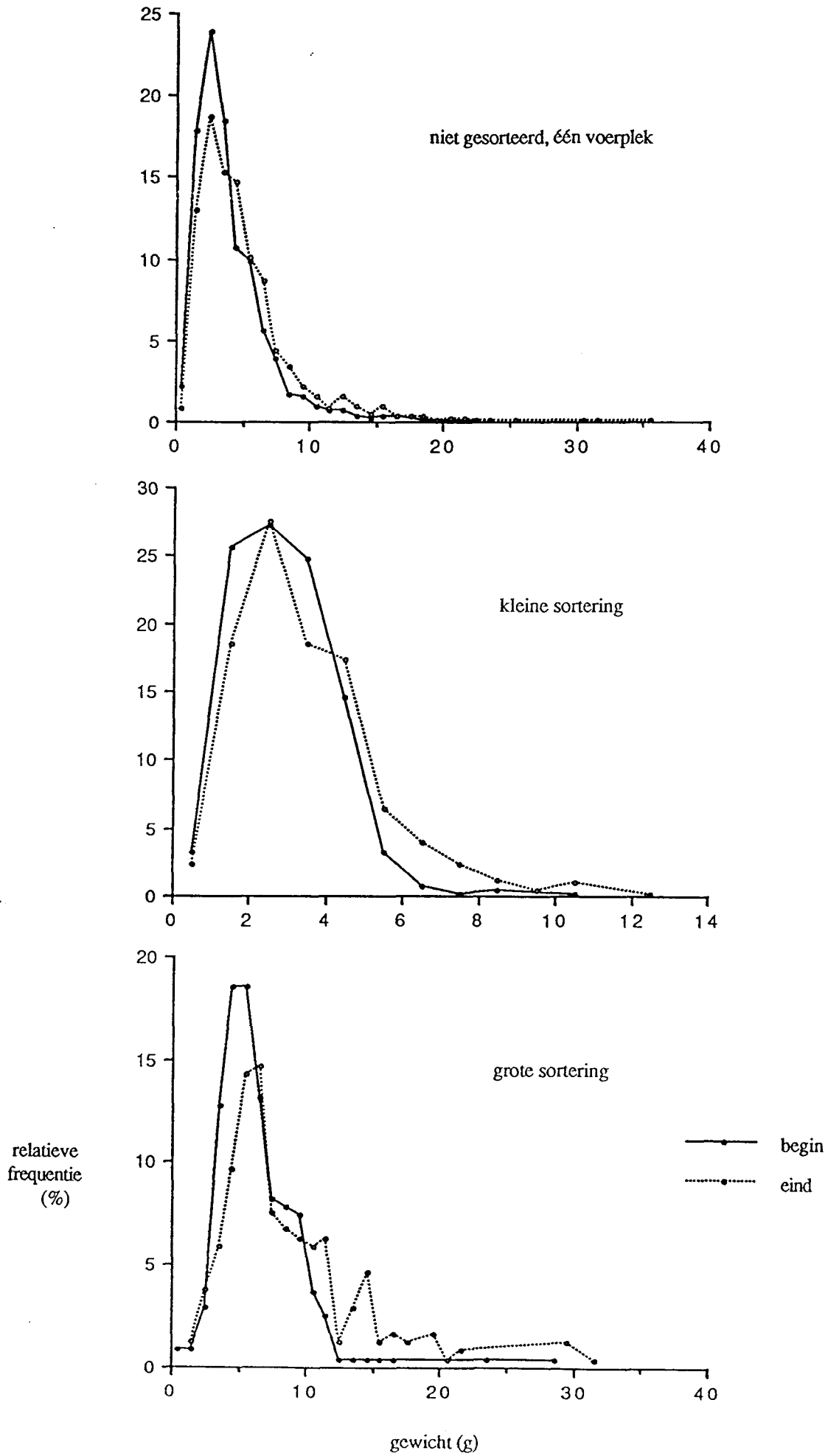
Figuur 2. Relatieve gewichtsfrequentieverdeling van de kleine en grote sortering aan het begin van periode 2.



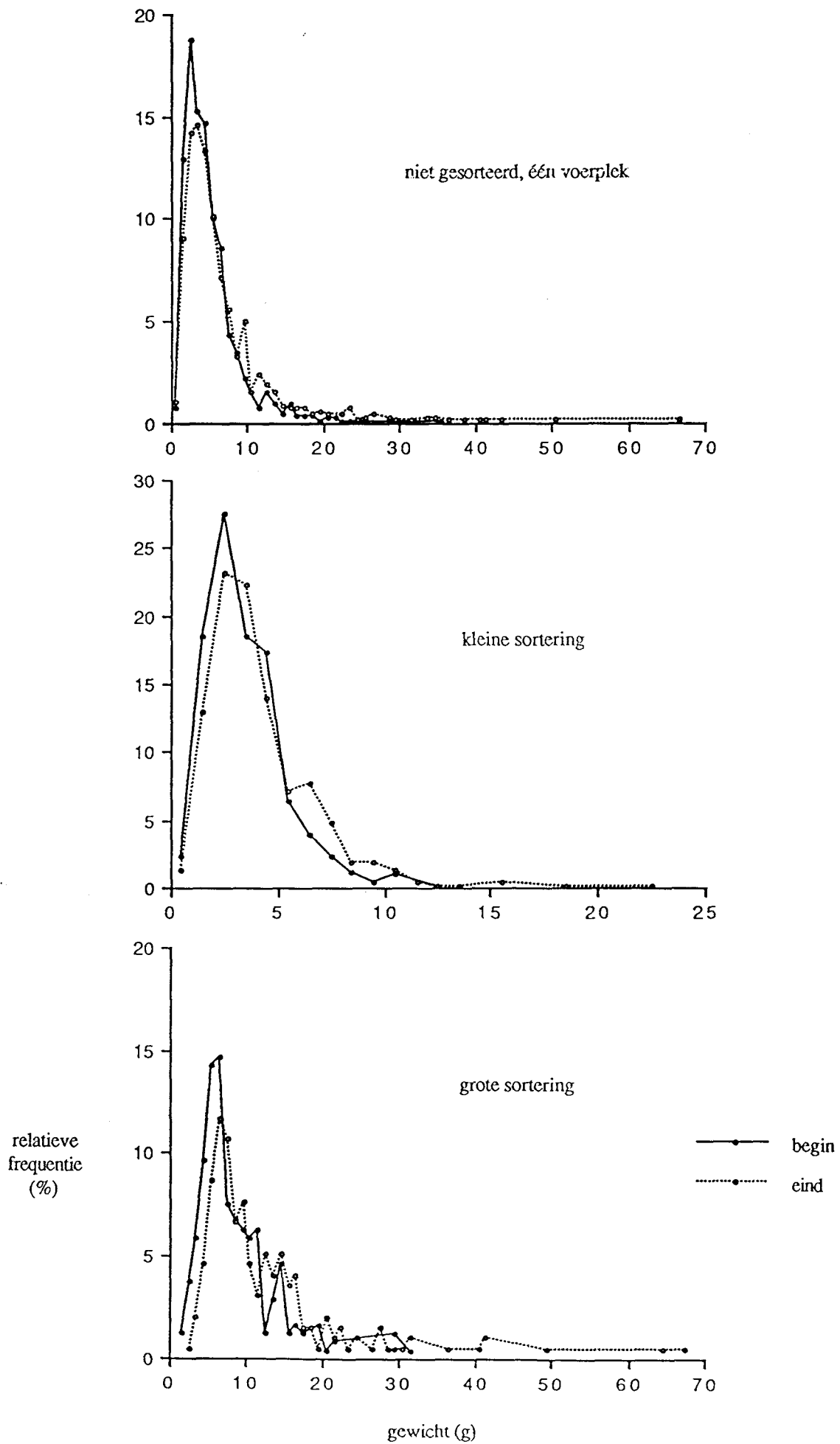
Figuur 3. Relatieve gewichtsfrequentieverdeling aan het begin en eind van periode 1.



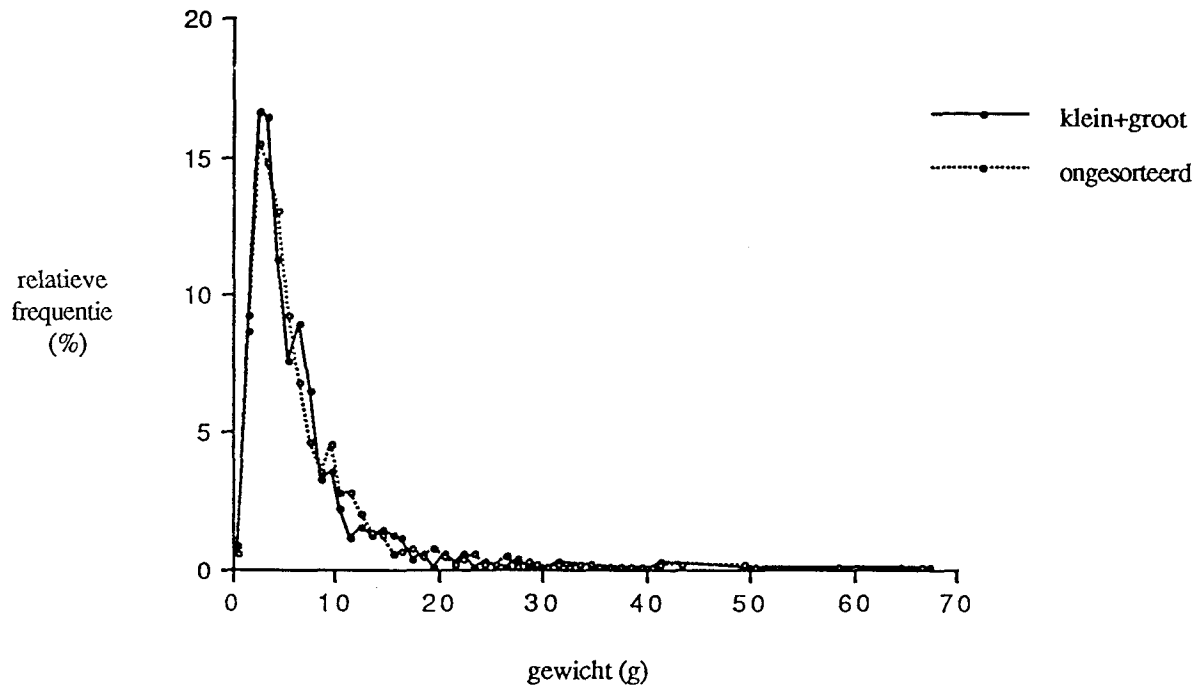
Figuur 4. Relatieve gewichtsfrequentieverdeling aan het begin en eind van periode 2.



Figuur 5. Relatieve gewichtsfrequentieverdeling aan het begin en eind van periode 3.



Figuur 6. Relatieve gewichtsfrequentieverdeling aan het eind van periode 3 van de gepoolde kleine en grote sortering en van de ongesorteerde vis.



Figuur 7. Relatie tussen de fractie groeiers en de specifieke groeisnelheid.

