

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

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

Afdeling: Milieu-Onderzoek

Rapport: MO 90-02
PCB, pesticiden- en kwikgehalten
in gekweekte aal.

Auteur(s): Jacob de Boer en Henk Pieters.

Project: 20.017 - PCB en pesticidenonderzoek
20.020 - Kwikonderzoek

Projectleider: J. de Boer

Datum van verschijnen: juli 1990

Samenvatting.....	2
1. Inleiding.....	3
2. Monsters.....	3
3. Analyse methode.....	3
3.1. PCB - en pesticiden analyse.....	3
3.2. Kwikanalyse.....	4
4. Resultaten en discussie.....	6
4.1. PCB en pesticidengehalten.....	6
4.2. Kwikgehalten.....	6
4.3 Bio-accumulatie van PCB's, pesticiden en kwik.....	6
5. Conclusies.....	7
6. Dankwoord.....	8
7. Literatuur.....	8
8. Tabellen.....	9

Het gebruik van merknamen in dit rapport houdt geen waardeoordeel in over het betreffende product.

SAMENVATTING.

PCB, pesticiden en kwikgehalten zijn gemeten in gekweekte aal en het daarbij gebruikte voer. Vastgesteld is dat PCB, pesticiden en kwikgehalten in de onderzochte gekweekte aal ver onder de in Nederland geldende PCB en kwiknormen en de voorgestelde pesticidennormen liggen.

De aangetroffen gehalten aan PCB's, pesticiden en kwik in uit glasaal gekweekte aal zijn lager dan in pootaal of uit pootaal gekweekte consumptieaal. De gehalten aan PCB's en pesticiden in gekweekte aal liggen lager dan die in aal gevangen in het IJsselmeer. De gehalten aan kwik liggen op een vergelijkbaar niveau als in aal uit de meest schone oppervlakte wateren in Nederland.

Geschat kan worden dat bij het kweken van aal 50 - 70% van de in het voer aanwezige PCB's, pesticiden en kwik door de aal wordt opgeslagen. De kwaliteit van het voer is, voor wat betreft gehalten aan PCB's, pesticiden en kwik, daarom bepalend voor de kwaliteit van de gekweekte aal.

1. INLEIDING.

Een onderzoek naar gehalten van PCB's, pesticiden en kwik in gekweekte aal werd uitgevoerd om een indruk te krijgen van de belasting van de consument met genoemde stoffen bij consumptie van kweekaal in vergelijking met aal, gevangen in Nederlandse binnenwateren. In eerste instantie werd een oriënterend onderzoek uitgevoerd, waarbij PCB en pesticidengehalten werden gemeten in enkele monsters gekweekte aal, afkomstig uit een commerciële kwekerij. Vervolgens werden PCB, pesticiden en kwikgehalten geanalyseerd in een aantal individuele, op het RIVO gekweekte, alen. Van deze alen was exact bekend op welke manier en gedurende welke tijd ze waren gevoerd. De twee soorten voer die hierbij werden gebruikt werden eveneens geanalyseerd op PCB, pesticiden- en kwikgehalten.

Daar uit dit onderzoek het vermoeden naar voren kwam, dat een vetrijk voer mogelijk een hogere PCB- en pesticidenbelasting zou veroorzaken in kweekaal, werd ook nog kweekaal uit een commerciële aalkwekerij, die uitsluitend met dit vetrijke voer was opgekweekt, alsmede dit voer geanalyseerd.

2. MONSTERS.

In oktober 1987 werden enkele monsters kweekaal ontvangen uit de kwekerij van de firma Texvis, Oudeschild, Texel. Dit waren aalmonsters genomen van verschillende kweekstadia, gekweekt uit glasaal of uit pootaal uit verschillende Nederlandse en Engelse binnenwateren. De gegevens van deze monsters staan vermeld in tabel 1. Deze monsters werden als mengmonsters geanalyseerd.

In 1989 werden een aantal individuele alen onderzocht, die op het RIVO uit glasaal waren gekweekt. De gegevens van deze alen staan vermeld in tabel 2. Deze alen werden gevoerd met een vetarm voer, merk Trouvit en een vetrijk voer, merk Silver Cup. Beide voeders werden geanalyseerd op PCB, pesticiden- en kwikgehalten.

In tabel 3 staan de gegevens van een monster aal, afkomstig van Fish Farm Haastrecht. Deze alen werden tijdens de gehele kweekperiode met 2 soorten Silver Cup gevoerd. Een mengmonster van deze alen werd tezamen met beide voermonsters geanalyseerd op PCB, pesticiden- en kwikgehalten.

3. ANALYSE METHODE.

Na het bepalen van de lengte en het gewicht van de individuele alen, werden deze gefileerd. In het geval dat mengmonsters werden geanalyseerd, werden van alle exemplaren gelijke hoeveelheden filet bij elkaar gevoegd. De monsters werden bij

- 18 °C bewaard tot de start van de analyse.

3.1. PCB - en pesticiden analyse.

De aal werd na ontdooien gehomogeniseerd in een Waring Blendor. Circa 8 gram werd afgewogen en gewreven met ongeveer 25 g Na₂SO₄ tot een droog poeder. Na een droogtijd van minimaal 4 uur werd het monster gesoxhlet met 100 ml 50 % dichloormethaan/n-pentaaan gedurende 6,5 uur. De dichloormethaan werd verwijderd door indampen aan de rotavapor. De oplossing werd aangevuld met n-pentaaan tot 100 ml, waarna in een deel van deze oplossing het vetgehalte werd bepaald.

In een ander deel van de oplossing werd het vet verwijderd door elutie met n-pentaaan over 15 g Al₂O₃.6 % H₂O kolommen. Het eluaat van 150 ml n-pentaaan werd ingedampt aan de rotavapor en daarna onder stikstof tot 2 ml. Deze oplossing

werd gefractioneerd over een 1,6 g SiO₂. 1,5 % H₂O kolom met 11 ml iso-octaan (fractie I) en 10 ml 15% diëthylether/iso-octaan (fractie II).

Na een proefinjectie werd de monsters zodanig geconcentreerd, dat het verschil met PCB en pesticiden concentraties in de geïnjecteerde standaard zo klein mogelijk was. Dit in verband met de beperkte lineariteit van de ECD-detector. Als interne standaarden werden 1,2,3,4-tetrachloornaftaleen (TCN) en octachloornaftaleen (OCN) gebruikt.

Alle mengmonsters werden in duplo geanalyseerd, de individuele alen in enkelvoud.

Recovery experimenten werden uitgevoerd met als resultaat recoveries variërend van 85-100%. Alle gehalten zijn gecorrigeerd voor de recovery. Tevens werden blanco bepalingen meegenomen.

Gebruikte reagentia:

Na₂SO₄, p.a. Merck, uitgestookt gedurende 24 uur bij 400 °C

n-pentaan, nanograde, C.N.Schmidt.

dichloormethaan, idem

iso-octaan, idem

diëthylether, idem

Al₂O₃, basisch, activiteit I, Merck

SiO₂, Kieselgel 60, 63-200 µm, Merck.

Gaschromatografische analyse (1):

GC	:	Perkin Elmer 8500 en 8320 met automatische injectie.
Kolom	:	WCOT CP-Sil 8 CB.
Lengte	:	50 m.
Inwendige diameter	:	0,15 mm.
Laagdikte	:	0,2 µm.
Detector	:	ECD, 370 MBq Ni-63.
Temperatuur programma oven:	:	3 min. 90 °C, 30 °C/min. - 215 °C, 40 min. 215 °C, 5 °C/min. - 270 °C, 23 min. 270 °C.
Temperatuur injector	:	270 °C
Temperatuur detector	:	360 °C
Injectie volume	:	1 µl, splitless
Draaggas	:	H ₂
Make-up gas	:	N ₂ , 60 ml/min.

De gebruikte analyse methode wordt regelmatig gecontroleerd door deelname aan diverse intercalibraties en het gebruik van referentie materialen (2).

3.2. Kwikanalyse.

Per monster werd 0,9 g homogenaat bij 150 °C gedurende 4 uur gedestruueerd in afgesloten "Uniscal" destructievaatjes met 65% salpeterzuur. De bepaling werd in duplo uitgevoerd. Na destructie en afkoelen van de destructievaatjes werd de inhoud kwantitatief overgespoeld naar een maatkolf van 25 ml en aangevuld met bidest. Voor de analyse werd 1 - 5 ml hiervan in het analysevat gebracht, waarna met behulp van tin (II) chloride het aanwezige kwik werd gereduceerd. Het vrijgekomen kwik werd geanalyseerd door middel van vlamloze atoomabsorptie spectrometrie volgens een gemodificeerde methode van Hatch en Ott (3) met behulp van een LDC/Milton Roy Mercury Monitor. Tijdens de reductie met tin (II) chloride werd niet geroerd. De detectiegrens, berekend als drie maal de ruis, bedroeg 0,25 ng Hg. Uitgaand van 1 gram gehomogeniseerd visweefsel was het laagst detecteerbare gehalte 5 µg/kg.

4. RESULTATEN EN DISCUSSIE.

De resultaten van de PCB- en pesticidenanalyses staan vermeld in de tabellen 4 t/m 6.

Tabel 7 geeft een overzicht van de kwikgehalten die werden gemeten.

4.1. PCB en pesticidengehalten.

Het blijkt dat alle gemeten gehalten aan PCB's in gekweekte aal ver beneden de in Nederland geldende toleranties voor PCB's (4) in aal liggen. Voor de overige organochloorverbindingen zijn concept normen aangegeven, zoals deze zijn voorgesteld door de Landbouw Advies Commissie "Milieukritische Stoffen" (5).

Alle pesticidengehalten vallen onder de voorgestelde normen. Uit glasaal opgekweekte monsters bevatten lagere gehalten dan de pootaal of de uit pootaal gekweekte consumptie-aal. Met name monster 443, pootaal afkomstig uit de Waddenzee, het Haringvliet en de Zeeuwse wateren bevat relatief hoge gehalten aan PCB's en pesticiden. De op het RIVO en op de Fish Farm Haastrecht uit glasaal gekweekte aal (tabel 5 en 6) evenals de door Texvis uit glasaal gekweekte pootaal (tabel 4, no.441) bevatten de laagste PCB- en pesticidengehalten.

In tabel 4 is ter vergelijking een overzicht van PCB- en pesticidengehalten in rode aal uit het IJsselmeer (1988) opgenomen. De PCB-gehalten in dit monster komen overeen met die in het pootaal-monster 443, de HCH-gehalten zijn hoger, terwijl de gehalten van de overige organochloorverbindingen lager zijn dan in monster 443. Alle gehalten in de uit glasaal gekweekte monsters zijn lager dan die in aal uit het IJsselmeer. Alleen de dieldringehalten komen dicht in de buurt daarvan.

Bij analyses in een aantal verschillende forel-voeders, verricht door Duitse onderzoekers (6), werden gehalten voor de PCB's 138 en 153 gevonden van 1-14 µg/kg met gemiddelden van 5-6 µg/kg. Deze gehalten zijn een factor 2-4 lager dan de gemiddelde gehalten van PCB 138 en 153 in de door ons geanalyseerde Silver Cup voeders.

4.2. Kwikgehalten.

Het gemiddelde kwikgehalte van de "RIVO" alen bedroeg 0,065 mg/kg op produkt-basis (tabel 7). De kwikgehalten in de voeders Trouvit en Silver Cup, gebruikt voor de "RIVO" kweekaal, bedroegen respectievelijk 0,03 en 0,025 mg/kg. De gehalten in de voeders gebruikt in de kwekerij te Haastrecht, Silver Cup I en Silver Cup pellets, bedroegen respectievelijk 0,06 en 0,07 mg/kg. Het in de voeders aanwezige kwik heeft in de gekweekte aal van zowel het "RIVO" experiment als van Fish Farm te Haastrecht kwikgehalten opgeleverd, die ver beneden de norm van 1 mg/kg produkt liggen (ca. 0,07 mg/kg Hg). Deze gehalten liggen op een vergelijkbaar niveau als in aal uit de meest schone oppervlaktewateren in Nederland.

4.3 Bio-accumulatie van PCB's, pesticiden en kwik.

In tabel 8 wordt een overzicht gegeven van PCB, pesticiden en kwikgehalten in uit glasaal gekweekte aal, die met verschillende soorten voer zijn opgekweekt. Daarbij is voor 4 PCB componenten, HCB, dieldrin en kwik een vergelijking gemaakt tussen de berekende gehalten en de werkelijk gemeten gehalten.

De op het RIVO gekweekte alen zijn gedurende vrijwel de gehele periode (17 maanden) met een vetarm voer (fabrikaat Trouvit), vetgehalte 82 g/kg gevoerd. In

totaal is daarvan 150 g per aal gevoerd. Daarna is nog 1 maand met een vetrijk voer (fabrikaat Silver Cup), vetgehalte 200 g/kg, gevoerd, in totaal 45 g per aal. De door Fish Farm Haastrecht gekweekte aal (tabel 6) zijn gedurende 2 maanden gevoerd met Silver Cup I, vetgehalte 195 g/kg, in totaal 2 g per aal, vervolgens 7 maanden met Silver Cup kruimelvoer, gezeefd uit Silver Cup pellets, 60 g per aal en tenslotte 1 maand met Silver Cup pellets 1,5 mm, 30 g per aal. Silver Cup I en Silver Cup pellets zijn geanalyseerd. Daar het Silver Cup kruimelvoer gezeefd is uit de Silver Cup pellets, wordt aangenomen dat de PCB, pesticiden en kwikgehalten in beide voersoorten gelijk is.

De totale, via het voer aangeboden hoeveelheid microverontreinigingen kan nu worden berekend aan de hand van het gehalte aan microverontreinigingen in het voer en de hoeveelheid voer per aal. Hieruit en uit het uiteindelijke gewicht van de aal volgt een berekend gehalte in de aal bij een 100% opname. Het begin gewicht van de glasaal wordt bij deze berekening verwaarloosd, evenals het gehalte aan PCB's, pesticiden en kwik in de glasaal. Door vergelijking met het gemeten gehalte in de aal aan het eind van de voederperiode, blijkt dan het werkelijke opnamepercentage (assimilatie efficiëntie) van deze microverontreinigingen.

Verlies van microverontreinigingen door uitscheidingsprocessen kan tijdens de relatief korte voederperioden worden verwaarloosd. De uitscheiding van PCB's is minimaal (7, 8) en ook voor methykwik zijn halfwaarde tijden bekend van enkele jaren (9).

Uit het RIVO experiment zijn retentiepercentages van rond de 100% gemeten (tabel 8).

Lieb et al. (8), vonden in een 32 weken durend experiment met regenboogforellen opnamepercentages van 68% voor PCB's.

Rubenstein et al. (11) vonden opnamepercentages van 53% voor PCB's in een 20 dagen durend experiment met zeewier.

De Freitas e.a. (10) hebben gevonden, dat de assimilatie efficiëntie uit voedsel door de vis voor methykwik veel hoger ligt dan voor anorganisch kwik.

Berekende opnamepercentages waren voor methykwik 70-90% en voor anorganisch kwik 10-15%. In visvoerders wordt een belangrijk percentage visresten bereid uit zeevis verwerkt, zodat kan worden geconcludeerd, dat het merendeel van in het visvoer aanwezige kwik in de vorm van methykwik voorkomt. Het in dit rapport berekende opnamepercentage van 65% voor methykwik komt dus goed overeen met de genoemde waarden in de literatuur.

Bovenstaande gegevens worden ook bevestigd door de uitkomsten van het Haastrecht experiment met 49-74% opname.

De opname van PCB's, pesticiden en kwik in kweekaal als gevolg van de gehalten van deze stoffen in het voer over een periode van 1 jaar kan daarom geschat worden op 50-70% van de totale hoeveelheid PCB's, pesticiden en kwik in dit voer.

De opnamepercentages voor methykwik en PCB's en pesticiden blijken dus niet veel te verschillen. Het bio-accumulatie mechanisme van deze stoffen in het organisme is echter wel sterk verschillend. Voor methykwik treedt opname in het weefsel meer op door sterke binding aan zwavelgroepen in eiwitten dan door absorptie in het vetweefsel zoals voor PCB's en pesticiden. De overeenkomstige opnamepercentages van deze microverontreinigingen zal dan ook in hoofdzaak door eenzelfde mate van opname in het maagdarmkanaal worden bepaald.

Een opname van 50-70% van de onderzochte stoffen betekent bij voer van een goede kwaliteit, dat wil zeggen lage gehalten aan verontreinigingen, weinig problemen voor de kwaliteit van de aal. Het hoge opnamepercentage van PCB's, pesticiden en kwik zal er echter toe leiden dat bij relatief sterke verontreiniging van het voer ook de kweekaal sterk belast zal worden met deze verontreinigingen. Visvoer bereid uit vis uit verontreinigd water zal dus zonder meer tot kweekaal met relatief hoge gehalten aan micro-verontreinigingen leiden. Een controle op de gehalten aan PCB, pesticiden en kwik in het voer is dus beslist aan te raden.

5 CONCLUSIES.

- Alle gehalten aan PCB's, pesticiden en kwik in uit glasaal gekweekte aal liggen ver onder de in Nederland geldende PCB en kwik toleranties en voorgestelde pesticiden normen.
- PCB, pesticiden en kwikgehalten in uit pootaal gekweekte aal liggen op een iets hoger niveau dan in uit glasaal gekweekte aal.
- Bij het kweken van aal uit glasaal wordt over een periode van 1 jaar circa 50 - 70 % van de in het voer aanwezige PCB's, organochloorpesticiden en kwik door de aal opgenomen. Daarbij wordt geen verschil in opnamepercentages geconstateerd tussen PCB's, pesticiden en kwik.
- Bij het kweken van aal zal de kwaliteit van het voer bepalend zijn voor wat betreft de aanwezigheid van PCB's, pesticiden en kwik in de gekweekte aal. Een kwaliteitsaanduiding voor kwik, PCB's en pesticiden in visvoer zou voor wat dit betreft houvast kunnen bieden.

6. DANKWOORD.

De assistentie van Mw. J. de Weerdt, dhr. S. Zuiderdorp, dhr. J. Speur en dhr. C.K.P. Taai bij de uitvoer van de analyses, de adviezen van ir. A. Kamstra en de medewerking van de fa. Texvis en de Fish Farm Haastrecht werd door de auteurs zeer gewaardeerd.

7. LITERATUUR.

1. J. de Boer, Q.T. Dao, J. High Resolut Chromatogr. 12, 755 (1989).
2. D. Wells, J. de Boer, L.G.M.T. Tuinstra, L. Reutergårdh, B. Griepink, Fresenius Z. Anal. Chem. 332, 591 (1988).
3. W.R. Hatch, W.L. Ott, Anal. Chem. 40, 2085 (1968).
4. Nederlandse Staatscourant 239 (1984).
5. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Landbouw Advies Commissie Milieukritische Stoffen, Jaarverslag 1988 (Bijlage 4.6).
6. W. Unglaub, H. Härle, J. Rapp, Tierärztl. Umschau 45, 115 (1990).
7. J. de Boer, RIVO-rapport MO 86-07 (1986).
8. A.J. Lieb, D.D. Bills, R.O. Sinnhaber, J. Agr. Food Chem. 22, 638 (1974).
9. K. May et al., Toxicol Environm. Chem. 13, 153 (1987).
10. N.I. Rubenstein, W.T. Gilliam, N.R. Gregory. Aquatic Toxicol 5, 331 (1984).
11. A.S.W. De Freitas et al., Ottawa River Project - Final report, 30-1-30-61, National Research Council Ottawa, Canada (1977).

TABEL 1 - MONSTERGEGEVENS VAN GEKWEekte AAL, FA. TEXVIS.

no.	monster	lengte (cm) min.-max.-gem	gewicht (g) min.-max.-gem	aantal	vetgehalte (g/kg)
440	consumptie-aal ¹⁾	38-44-41	108-189-141	20	251
441	pootaal ²⁾	20-32-25	10-52-24	18	162
442	consumptie-aal ¹⁾	40-65-51	192-415-296	15	277
443	pootaal ³⁾	28-37-31	27-92-44	9	214
444	pootaal ⁴⁾	29-38-33	34-90-64	20	218

- 1) consumptie-aal : beide gekweekt uit pootaal van verschillende herkomst uit Nederland, en Engeland.
 2) pootaal : gekweekt uit glasaal.
 3) pootaal : afkomstig uit de Waddenzee, Zeeuwse wateren en Haringvliet.
 4) pootaal : afkomstig uit het IJsselmeer.

TABEL 2 - MONSTERGEGEVENS VAN OP HET RIVO GEKWEekte AAL.

no.	lengte (cm)	gewicht (g)	vetgehalte (g/kg)
535-1	33	54	214
535-2	37	95	278
535-3	38	101	242
535-4	37	93	287
535-5	41	136	343
535-6	37	86	265
535-7	38	83	281
535-8	43	114	261
535-9	36	105	n.b.
535-10	34	58	189
535-11	36	82	268
535-12	40	89	180
535-13	34	62	289
535-14	34	77	315

TABEL 3 - MONSTERGEGEVENS VAN GEKWEEKTE AAL VAN FISH FARM HAASTRECHT.

no.	lengte (cm) min.-max.-gem.	gewicht (g) min.-max.-gem.	aantal	vetgehalte (g/kg)
2263	23-35-30	22-96-59	25	227

TABEL 4 - PCB EN PESTICIDENGEHALTEN IN GEKWEEKTE AAL VAN DE FA. TEXVIS, UITGEDRUKT IN µG/KG OP PRODUKTBASIS.

monster no.	pootaal 441	pootaal 443	pootaal 444	consumptie aal		IJsselmeer aal (1988)	tolerantie
				440	442		
PCB 28	1.4	5.9	2.4	2.6	2.4	9	500
PCB 52	4.4	35	10	6.0	6.0	46	200
PCB 101	5.6	92	17	9.2	7.7	67	400
PCB 118	7.2	81	25	12	8.5	87	400
PCB 138	16	130	59	26	18	160	500
PCB 153	18	210	64	29	19	210	500
PCB 180	4.8	91	20	8.9	5.6	58	600
α-HCH	5.2	6.3	6.5	7.5	8.2	9.2	50
β-HCH	6.6	8.0	7.3	8.0	9.8	25	50
γ-HCH	14	14	11	12	13	21	200
QCB	1.2	26	4.8	3.0	3.0	8.2	
HCB	5.8	41	23	12	11	21	100
OCS	<0.5	35	6.8	1.8	1.3	15	
dieldrin	16	64	23	23	23	17	100
endrin	<5	<5	<5	<5	<5	<5	50
p,p'-DDE	20	87	28	18	17	47	
p,p'-DDD	9.7	46	14	13	9.1	23	
p,p'-DDT	12	23	15	13	12	<3	
Σp,p'-DDT	42	160	57	44	38	70	1000
vetgeh.(g/kg)	162	214	218	251	277	246	

TABEL 5 - PCB EN PESTICIDENGEHALTE IN OP HET RIVO GEKWEekte, INDIVIDUELE ALEN EN HET GEBRUIKTE VISVOER, UITGEDRUKT IN µG/KG OP PRODUKTBASIS.

monsterno	535-1	535-2	535-3	535-4	535-5	535-6	535-7	535-8	535-10	gem.	Trouvit	Silver Cup
PCB 28	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 0.2	< 0.5
PCB 52	1.4	1.4	1.2	2.0	2.3	1.4	1.8	3.5	2.8	2.0	< 1	< 2
PCB 101	3.1	3.2	2.7	3.3	4.8	3.8	3.6	3.1	2.4	3.3	< 0.4	6.6
PCB 118	3.3	7.8	2.7	3.0	4.4	3.6	4.1	3.7	2.3	3.9	< 0.2	3.7
PCB 138	6.2	6.5	5.1	5.7	9.6	7.1	7.8	7.0	5.3	6.7	< 0.4	12
PCB 153	9.1	7.7	7.2	7.9	12	9.2	9.5	8.2	6.2	8.6	< 0.4	13
PCB 180	2.2	1.7	1.6	1.7	3.1	2.3	2.2	3.2	2.1	2.2	< 0.2	2.3
α-HCH	0.65	1.1	0.75	1.1	1.4	0.82	0.99	1.2	1.0	1.0	< 0.2	4.2
β-HCH	1.9	2.5	1.8	2.5	2.3	1.9	2.3	< 1	6.8	2.4	< 1	< 1
γ-HCH	2.8	3.4	3.0	3.4	3.9	3.0	3.1	2.6	2.5	3.1	2.0	6.4
HCBD	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.2
QCB	1.3	1.4	1.3	1.7	1.4	1.1	1.3	1.3	< 1	1.2	< 0.2	< 1
HCB	4.1	4.0	3.6	5.3	4.5	3.5	3.8	4.8	2.0	4.0	< 0.2	3.8
OCS	0.83	0.59	0.50	0.60	0.61	0.50	0.48	< 0.2	< 0.2	0.5	< 0.1	< 0.1
dieldrin	6.8	9.3	5.7	12	11	9.0	10	9.4	5.3	8.7	0.5	15
endrin	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 1	< 1
p,p'-DDE	9.8	9.6	8.1	14	14	10	12	15	8.0	11	0.5	14
p,p'-DDD	4.4	5.0	3.4	6.0	5.3	3.5	4.4	6.3	5.0	4.8	< 0.5	6.7
p,p'-DDT	4.9	5.6	4.6	8.8	7.1	5.0	5.0	< 3	< 3	4.6	< 1.0	< 3
Σ p,p'-DDT	19	20	16	29	26	29	21	21	13	20	0.5	21
Vetgeh.(g/kg)	214	278	242	287	343	265	281	261	189	262	82	200

TABEL 6 - PCB EN PESTICIDENGEHALTEN IN GEKWEEKTE AAL EN HET GEBRUIKTE VISVOER VAN DE FISH FARM HAASTRECHT, UITGEDRUKT IN $\mu\text{G/KG}$ OP PRODUKTBASIS.

Monster no.	Aal 2263	Voer Silver Cup I 2270	Voer Silver Cup pellets 2271
PCB 28	2.4	1.6	2.4
PCB 52	3.6	2.5	4.3
PCB 101	8.3	5.8	11
PCB 118	9.1	4.5	6.3
PCB 138	13	8.5	16
PCB 153	17	11	20
PCB 180	3.5	2.3	4.0
α -HCH	3.6	3.7	5.0
β -HCH	5.2	2.4	3.6
γ -HCH	2.8	2.8	4.0
HCBD	1.2	0.40	0.44
QCB	0.9	0.47	0.61
HCB	5.3	3.6	6.1
OCS	1.0	0.45	0.86
Dieldrin	14	8.1	12
Endrin	<2	<1	<1
p,p'-DDE	24	2.7	39
p,p'-DDD	5.5	8.9	15
p,p'-DDT	16	6.2	14
Σ p,p'-DDT	56	18	68
Vetgeh. (g/kg)	227	195	240

TABEL 7 - KWIKGEHALTEN IN KWEEKAAL EN VOER, UITGEDRUKT IN MG/KG OP PRODUKTBASIS.

Monster no.	Herkomst	Hg-gehalte
443	(Pootaal-Texvis)	0.19
535-1	RIVO	0.08
535-2	RIVO	0.06
535-3	RIVO	0.06
535-4	RIVO	0.05
535-5	RIVO	0.06
535-7	RIVO	0.07
535-8	RIVO	0.05
535-9	RIVO	0.07
535-10	RIVO	0.06
535-11	RIVO	0.07
535-12	RIVO	0.06
535-13	RIVO	0.08
535-14	RIVO	0.08
2263	Fish Farm Haastrecht	0.07
553	Trouvit (RIVO)	0.03
554	Silver Cup (RIVO)	0.025
2270	Silver Cup I (Haastrecht)	0.060
2271	Silver Cup pellets (Haastrecht)	0.070

Tabel 8 - Berekende en gemeten PCB, pesticiden en kwikgehalten in kweekaal.

a) "RIVO"-aal.

Monster no.	Gehalten in voer $\mu\text{g}/\text{kg}$ - dosis (g)		Eindgew. aal (g)	Berekende gehalte ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Gemeten gehalte ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Retentie (%)
	Trouvit	Silver Cup				
CB-101	<0.4 - 150	6.6 - 45	88	3.4 - 4.1	3.3	97 - 80
CB-153	<0.4 - 150	13 - 45	88	6.6 - 7.3	8.6	130 - 118
CB-180	<0.2 - 150	2.3 - 45	88	1.2 - 1.5	2.2	183 - 147
HCB	<0.2 - 150	3.8 - 45	88	1.9 - 2.3	4.0	211 - 174
Dieldrin	0.5 - 150	15 - 45	88	8.5	8.7	102
Kwik	30 - 150	25 - 45	88	64	65	102

b) Fish Farm aal.

Monster no.	Gehalten in voer $\mu\text{g}/\text{kg}$ - dosis (g)		Eindgew. aal (g)	Berekende gehalte ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Gemeten gehalte ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Retentie (%)
	Silver Cup I	Silver Cup II-IV + pellets				
CB-52	2.5 - 2	4.3 - 90	59	6.6	3.6	55
CB-101	5.8 - 2	11 - 90	59	17	8.3	49
CB-153	11 - 2	20 - 90	59	31	17	55
CB-180	2.3 - 2	4.0 - 90	59	6.1	3.5	57
HCB	3.6 - 2	6.1 - 90	59	9.4	5.3	56
Dieldrin	8.1 - 2	12 - 90	59	19	14	74
Kwik	60 - 2	70 - 90	59	109	71	65