

Effect van PCB's op de energiekosten van migratie en bloedparameters van Europese aal

Vincent van Ginneken¹, Arjan Palstra¹, Maaïke Nieveen¹, Hans van den Berg², Gert Flik³, Dave Hanzen³, Tom Spawnings³, Patrick Niemantsverdriet¹, Guido van den Thillart¹ en Tinka Murk².

1: Biologie, Universiteit Leiden.

2: Toxicologie, Wageningen Universiteit

3: Dierfysiologie, Nijmegen Universiteit.

Correspondentie: Ginneken@LUMC.NL

Organochlorine verbindingen waaronder de groep van PCB's (figuur 1) werden na de tweede wereldoorlog in toenemende mate geproduceerd omdat ze goedkoop waren en vele toepassingen hadden zoals in de landbouw als insecticides en in de industrie als warmtegeleiders. Kenmerkend voor deze stoffen is dat ze lipofiel zijn (hopen zich op in vetweefsel), chemisch persistent (moeilijk afbreekbaar), ze zijn wijd verspreid en hopen zich op in in de aquatische voedselketen. Er wordt geschat dat ongeveer 30% van de 1 miljoen ton geproduceerde PCB's nog steeds aanwezig zijn in het ecosysteem (water en land). De productie van PCB's bereikte zijn hoogtepunt in de jaren 70 van de vorige eeuw (zie figuur 2) en valt samen de terugval van de palingpopulatie (figuur 3). De emissie vindt nog steeds plaats (figuur 2). Als palingen 6000 km migreren zullen ze hun vetreserves aanspreken en komen er giftige PCB's vrij in het lichaam. Daarnaast kan de embryonale ontwikkeling nadelig beïnvloed worden door ophoping van PCB's in dooiermateriaal. Omdat er zo weinig over deze materie bekend is zijn deze zaken in Leiden bestudeert.

Experimentele set up

Palingen (rond de 1 kg) afkomstig uit de Italiaanse lagunes werden met een placebo (geen PCBs) in de buikholte ingespoten (Controle groep) of met een mengsel van PCB (Experimentele groep). De gebruikte PCB dosis (PCB-153, PCB-126 en PCB-77 respectievelijk 5 mg/kg, 7 µg/kg en 50 µg/kg paling) was 10 keer de consumptienorm. PCB-153 is een PCB die gemetaboliseerd kan worden, PCB-126 is een referentie PCB die veel in de industrie is gebruikt en PCB-77 is een PCB met dioxineachtige werking.

Controle en PCB belaste dieren konden zwemmen (0.5 lichaamslengte per seconde) in onze tunnels of rusten. Tijdens het zwemmen werd het zuurstofverbruik gemeten met zuurstofelectrodes (figuur 4). De PCB belasting werd gemeten bij de vakgroep Toxicologie, Universiteit Wageningen. Na 800 km trad er een hoge mortaliteit op in de PCB groep en werden de dieren bemonsterd. Er werd bloed afgenomen en dit werd doorgemeten op de afdeling Dierfysiologie van de Nijmeegse Universiteit (zie tabel 1).

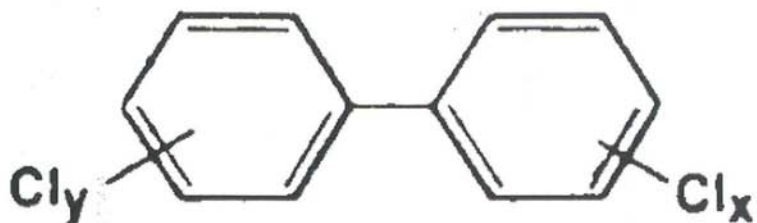
	Zwem groepen		Rust groepen	
	PCB	Controle	PCB	Controle
Aantal dieren	7	6	6	7
Oog-Index	4.13 ± 0.58	4.03 ± 0.27	4.19 ± 0.71	4.54 ± 0.52
Totale lengte (cm)	74.5 ± 3.6	76.8 ± 2.5	75.5 ± 1.7	74.6 ± 3.5
Zwem afstand (km)	767 ± 112	781 ± 124	0	0
Lichaamsgewicht begin (g)	998.9 ± 89.8	935.7 ± 126.8	893.3 ± 88.3	895 ± 64.9
Lichaamsgewicht eind (g)	936.1 ± 98.9	846.5 ± 102.6	857.2 ± 98.5	844.9 ± 86.9
Gewichtverlies (g)	62.8 ± 30.9	89.2 ± 58.4	36.1 ± 10.4	50.1 ± 28.2
Zuurstofverbruik rust (mg kg⁻¹ h⁻¹)	XX	XX	43.4 ± 6.4 **	58.2 ± 16.7
Gemiddeld zuurstofverbruik zwemmen (mg kg⁻¹ h⁻¹)	83.2 ± 7.89 **	91.1 ± 11.0	XX	XX
PH-plasma (units)	7.68 ± 0.07	7.64 ± 0.06	7.65 ± 0.07	7.65 ± 0.05
Natrium (meq/l)	161.8 ± 5.5	173.3 ± 14.5	163.3 ± 1.9	176.5 ± 22.0
Kalium (meq/l)	2.62 ± 0.37	2.97 ± 0.89	2.91 ± 0.49	2.57 ± 0.76
Calcium (mmol/l)	1.66 ± 0.24	1.54 ± 0.54	1.43 ± 0.08	1.63 ± 0.31
Cortisol (ng/ml)	7.81 ± 5.99 *	25.87 ± 21.91	11.20 ± 9.14	26.07 ± 28.45
Glucose (mM)	5.38 ± 1.03 **	8.44 ± 5.52	5.44 ± 2.01 &&	7.13 ± 2.75
Melkzuur (mM)	1.13 ± 0.58	1.95 ± 1.34	1.18 ± 0.53	1.02 ± 0.35
Hemoglobine (mM)	0.35 ± 0.07	0.37 ± 0.09	0.33 ± 0.10	0.35 ± 0.03
Hematocrit (%)	37.6 ± 4.96	33.8 ± 4.27	33.0 ± 3.74	37.7 ± 3.51

Table 1: Begin status van Controle en PCB belaste dieren voor zwem- en rustgroepen voor morfometrische parameters, bloedparameters, bloedsuïstraten en cortisol.

*: betekent significant verschil ($P \leq 0.05$) from Swim-Control group;

** : betekent significant verschil ($P \leq 0.01$) from Swim-Control group;

&&: betekent significant verschil ($P \leq 0.01$) from Swim-Control group;

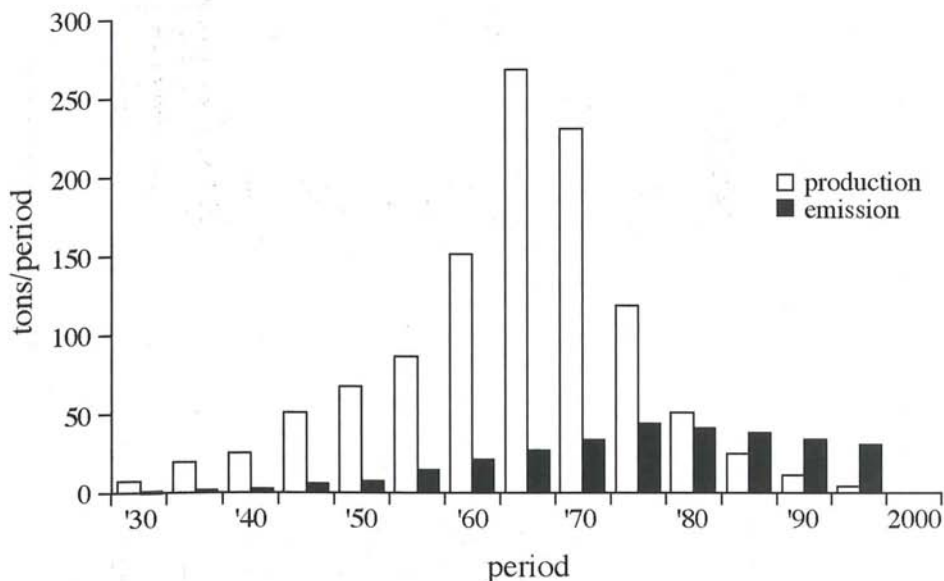


Figuur 1: Polychlorinated biphenyls, ook wel bekend als PCBs, bestaan uit twee aan elkaar gevoegde benzeen ringen (biphenyl) met 1 tot 10 chlorines ($x+y$) verdeeld over de twee ringen.

Resultaten

Uit de lage oogindex blijkt dat de palingen nog niet schier waren. Het transitiepunt naar schier ligt rond de 6-7. Het gewichtsverlies was 1.5 keer hoger in zowel PCB-zwem en rustgroep in vergelijking tot Controle-zwem en rustgroep. Het zuurstofverbruik was in lichte mate significant la-

ger na 400 km ($P \leq 0.04$) en sterk significant lager ($P \leq 0.001$) na 800 km zwemmen (figuur 4, tabel 2). Plasma pH, ionen (natrium & kalium), melkzuur, hemoglobine en hematocrit (tabel 1) waren niet beïnvloed in de PCB belaste groepen. In de PCB belaste zwem- en rustgroep werd een veranderd glucocorticoïde werking gemeten met



Figuur 2: Geschatte productie en emissie van PCBs in OECD landen (ontleend aan van Leeuwen en Hermens 1995). In de jaren 70 van de vorige eeuw werd de PCB productie stilgelegd maar emissie vindt nog steeds plaats.

lagere glucose en cortisol waarden (tabel 1). Deze geobserveerde 'hypoglycemia' (lage bloedsuikerspiegel) kan het gevolg zijn van een veranderd koolhydraat metabolisme van PCB blootgestelde dieren.

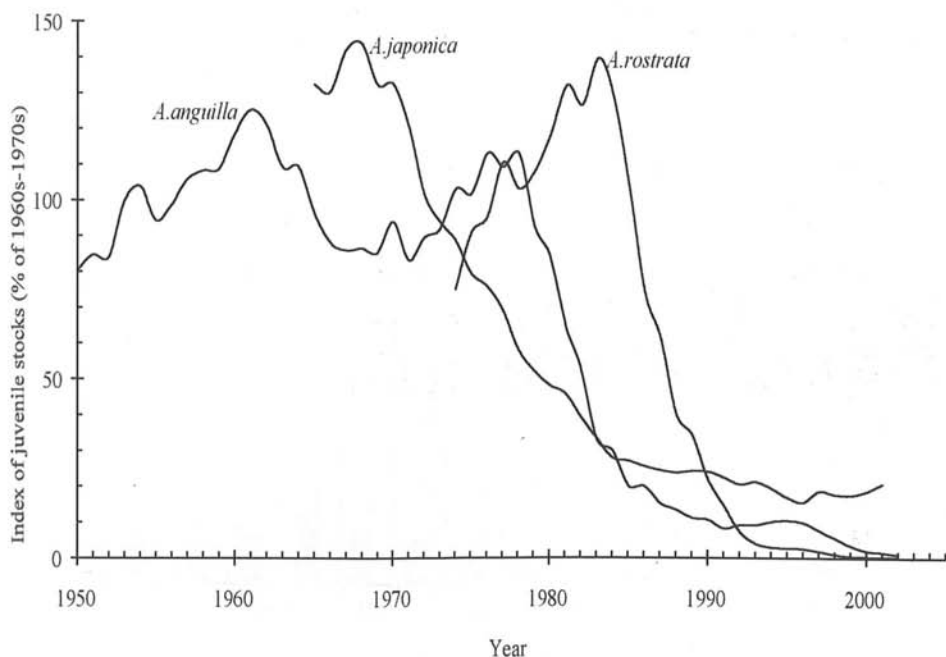
Conclusie

PCB's hadden drie duidelijke effecten in deze studie in PCB belaste groepen:

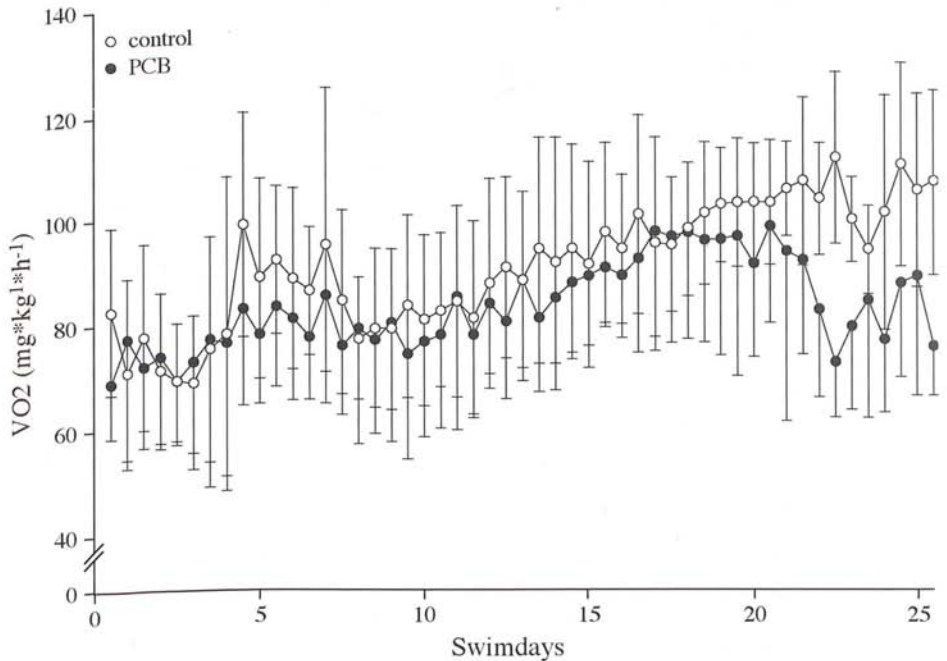
- a) een hogere gewichtsafname
- b) een verlaagde stofwisselingsnelheid (zuurstofconsumptie)

c) een veranderde glucocorticoïde (verlaagde glucose en cortisol spiegel) werking.

Bij zoogdieren werden de eerste twee effecten verklaard door de werking van PCB's op het schildklierhormoon (de structuur is vergelijkbaar). In een voorgaande studie (Aquacultuur mei 2005) hebben we echter aangetoond dat bij koedbloedigen (paling) verandering van de schildklierhormoonconcentraties geen effect heeft op de stofwisselingsnelheid. De eerste twee effecten



Figuur 3: Daling vanaf de zeventig tachtiger jaren van de vorige eeuw van drie belangrijkste palingpopulaties de Japanse de Europese en de Amerikaanse aal (ontleend aan: W. Dekker 2004).



Figuur 4: Zuurstofverbruik van een Controle een PCB belaste groep. Het zuurstofverbruik was in lichte mate significant lager na 400 km ($P \leq 0.04$) in de PCB belaste groepen sterk significant lager ($P \leq 0.001$) na 800 km zwemmen in de PCB belaste groep (figuur 1).

Afstand (km)	P-value
100	0.42
200	0.17
300	0.09
400	0.04 *
500	0.009 **
600	0.009 **
700	0.003 **
800	0.0001 ***

Tabel 2: Significant verschil tussen Control- en PCB belaste zwemgroepen gerelateerd tot zwemafstand. De alen van ongeveer 75 cm zwemmen bij 0.5 BL/sec 32.4 km per dag.

ten kunnen dus niet via de werking van PCB's op de schildklier worden verklaard. Wat het mechanisme is is tot nu toe onbekend. Mogelijk is hier sprake van een veranderde 'protein turnover rate (ref. Stouthart et al, 1998)'.

Het derde effect, een verlaging van de glucose en cortisol spiegel is ook bij zoogdieren en vogels beschreven. De stress- en immuunrespons bij vissen kan benadeeld/beschadigd worden door blootstelling aan PCB's. We stellen de hypothese dat de verlaagde cortisol productie de dieren niet goed in staat stelt om met stress om te gaan en ze kwetsbaarder maakt voor ziekteverwekkers als bijvoorbeeld virussen.

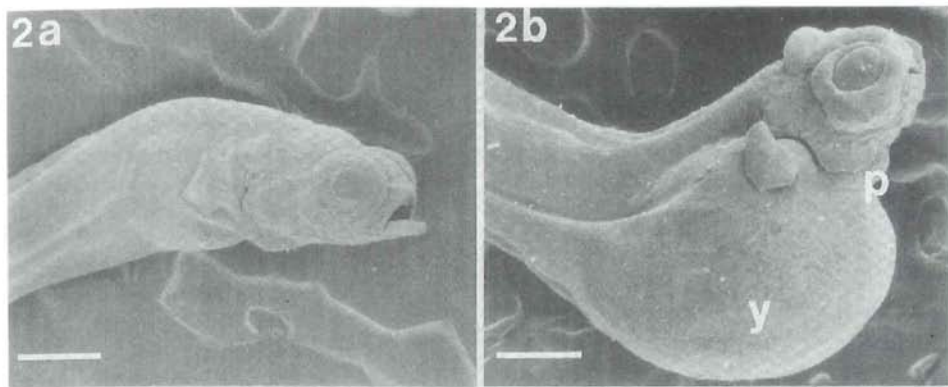
PCBs lijken ook een desastreuze invloed te hebben op de fertiliteit en embryonale ontwikkeling van vislarven zoals in figuur 5 te zien is bij een karperlarve (referentie). PCB belaste dieren hebben last van oedeemvorming. Uit PCB metingen aan paling-eieren blijkt dat de fertiliteit sterk afneemt boven 0.2 pg TEQ/g tot nagenoeg nul boven de 5 pg TEQ/g (Palstra et al. unpublished results).

Dankbetuiging:

Dit project werd gesponsord door STW (Ir.J.van Rijnsing, Royaal BV, was sponsor in de gebruikerscommissie), EUROCHLOR en EELREP.

Literatuur

- Dekker, W (2004). Slipping through our hands. Population dynamics of the European eel. PhD-Thesis University of Amsterdam, 186 pp, ISBN: 90-74549-10-1.
- Van Leeuwen, J.C. and Hermens, J.L.M. (1995). Risk assessment of chemicals. An Introduction. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, 374 pages.
- Stouthart, X.J.H.X., Huijbregts, M.A.J., Balm, P.H.M., Lock, R.A.C. & Wendelaar Bonga, S.E. 1998. Endocrine stress response and abnormal development in carp (*Cyprinus carpio*) larvae after exposure of the embryos to PCB 126. *Fish Physiology and Biochemistry*, **18**: 321-329.



Figuur 5. Links normaal ontwikkelde karperlarve 144 uur na bevruchting. Rechts een larve blootgesteld aan 10^{-9} mol/l PCB 126. We zien een vervormde kop en vervormde vinnen en zwelling van het pericardium (p) en de dooierzak (y). Het streepje correspondeert met 1 mm (Stouthart et al. 1998).