

De evolutie van het gehalte aan zware metalen in schol, wijting, sprout en garnaal van de Belgische kustwateren

**BOND BETER LEEFMILIEU -
VLAANDEREN v.z.w.**

Aarlenstraat 25 - 1040 Brussel
tel. 02/230.94.10

BTW 416 114 756 - rekening nr 427-9082201-48

W. Vyncke

Ministerie van Landbouw
Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek
Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek - Gent
Rijksstation voor Zeevisserij
Ankerstraat, 1 B - 8400 Oostende

R. Vanderstappen
(+ 9.7.80)

Ministerie van Landbouw
Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek
Instituut voor Scheikundig Onderzoek
Museumlaan, 5 B - 1980 Tervuren

R. De Clerck

Ministerie van Landbouw
Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek
Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek - Gent
Rijksstation voor Zeevisserij
(Werkgroep Biologie - I.W.O.N.L.)
Ankerstraat, 1 B - 8400 Oostende

R. Moermans

Ministerie van Landbouw
Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek
Centrum voor Landbouwkundig Onderzoek - Gent
Bureau voor Biometrische Verwerking
Burg. Van Gansberghelaan, 96 B - 9220 Merelbeke

**P. Van
Hoeyweghen**

Ministerie van Landbouw
Bestuur voor Landbouwkundig Onderzoek
Instituut voor Scheikundig Onderzoek
Museumlaan, 5 B - 1980 Tervuren

10.2.3.

1773

10.2.3
1773
34.10.

De gehalten aan kwik, zink, koper, cadmium en chroom werden in representatieve organismen van de Belgische kustwateren, nl. schol (*Pleuronectes platessa* L.), wijting (*Odontogadus merlangus* L.), sprot (*Sprattus sprattus* L.) en garnaal (*Crangon crangon* L.) gedurende zeven jaar (1972-78) bepaald.

Voor geen enkel metaal viel een duidelijke trend te noteren. De gemiddelde waarden schommelden voor de vissoorten tussen 0,12 en 0,15 mg/kg kwik, 7,3 en 23,6 mg/kg zink en 0,72 en 1,32 mg/kg koper. Voor garnaal was dit respectievelijk 0,09, 29,6 en 15,5 mg/kg. Cadmium en chroomgehalten waren laag en ca 30 % van de resultaten lagen beneden de respectieve detectielimieten van 0,01 en 0,1 mg/kg.

Tussen de zware metalen onderling werd geen significante relatie gevonden.

In de lever van schol en wijting werd ook het kwikgehalte bepaald. De gemiddelde gehalten waren respectievelijk 0,09 en 0,07 mg/kg.

De algemene konklusie is dat de concentraties aan zware metalen in organismen uit de Belgische kustwateren weliswaar hoger zijn dan in de open zee, maar geen reden geven tot ongerustheid.

1. Inleiding

De Zuidelijke Noordzee is een gebied waarvan bekend is dat de verontreiniging hoger is dan in de open zee (12). Door de Internationale Raad voor het Onderzoek van de Zee (Kopenhagen) werden o.m. voor dit gebied internationale monitoring-programma's van de voornaamste contaminanten opgesteld, waaraan België ook zijn medewerking verleent.

Onderhavige publikatie geeft de resultaten van de kwik-, zink-, koper-, cadmium- en chroombepalingen in representatieve mariene organismen van de Belgische kustwateren. Deze waren een platte bodemvis (schol - *Pleuronectes platessa* L.), een ronde bodemvis (wijting - *Odontogadus merlangus* L.), een pelagische vis (sprot - *Sprattus sprattus* L.) en een schaaldier (garnaal - *Crangon crangon* L.). De onderzoeksperiode liep van 1972 tot en met 1978. De aanvangskwikgehalten (1972) werden reeds vroeger gepubliceerd (7). De resultaten werden opnieuw in de huidige studie opgenomen.

Het doel van het onderzoek was : (a) na te gaan welk verband er bestaat tussen de biologische parameters (leeftijd, lengte, gewicht, konditiefactor, somatische leverindex (De konditiefactor en de somatische leverindex zijn

maatstaven voor de fysiologische toestand van de vis.

Konditiefactor = $\text{Gewicht (g)} \cdot 10^5 / \text{lengte}^3 \text{ (mm)}$.

Somatische leverindex = $\text{Gewicht lever} / \text{gewicht vis}$) en

de gehalten aan zware metalen; (b) een inzicht te verkrijgen in de gemiddelde waarden en de spreiding van deze gehalten; (c) te onderzoeken of verbanden bestaan tussen de metalen onderling; (d) na te gaan welke de evolutie van de waarden is in de tijd en (e) als aanvullend programma het kwikgehalte in de lever van schol en wijting te bestuderen.

2. Experimentele methodiek

2.1. Monsters

De monsters werden willekeurig genomen uit de proefvangsten (bestandsopnamen) van het onderzoekingsvaartuig "Hinders" op 35 stations langs de Belgische kust (5). Het eerste jaar (1972) gebeurde de bemonstering maandelijks en zij had betrekking op een totaal van 700 monsters voor Hg en Cu en 200 voor Zn en Pb (zie 2.2.). De volgende jaren werd geoordeeld dat het aantal monsters kon worden gereduceerd. Het aantal schommelde dan volgens de beschikbare hoeveelheden tussen 10 en 50 per soort. Het totaal aantal monsters per soort en per metaal is in tabel 1 vermeld.

Tabel 1 Gemiddelde gehalten aan Hg, Zn en Cu (1972-1978) (in mg/kg) (*)

BB 11702

		Aantal	Gemiddelde	s	v(%)	Geom. gem.	Gekorr. gem.
Hg	schol	483	0,15	0,081	51,9	0,14	0,15
	wijting	517	0,19	0,091	47,0	0,17	0,19
	sprot	149	0,12	0,053	42,8	0,11	0,12
	garnaal	290	0,09	0,042	46,8	0,08	0,09
Zn	schol	186	7,2	2,48	34,4	6,9	7,3
	wijting	167	7,8	6,98	89,5	6,6	7,0
	sprot	117	22,5	5,41	24,0	22,0	23,3
	garnaal	192	29,0	8,38	28,9	28,0	29,6
Cu	schol	385	0,71	0,384	53,7	0,63	0,72
	wijting	387	1,03	0,785	75,5	0,83	0,95
	sprot	142	1,24	0,546	43,9	1,14	1,31
	garnaal	258	14,24	4,235	29,7	13,58	15,55

(*) s = standaardafwijking, v = variatiecoëfficiënt

In Tabel 2 wordt tevens informatie verstrekt over de biologische parameters van schol en wijting.

Schol en wijting werden individueel geanalyseerd. De sprotmonsters bestonden uit 1 tot 10 specimens, volgens de beschikbaarheid. Voor de ontleding van garnalen werden monsters van 250 g genomen.

Alle monsters werden bij -25°C bewaard tot op het ogenblik van de analyse.

2.2. Analyse van de zware metalen

De zware metalen werden met atoomabsorptie spektrofotometrie bepaald, zoals in een vroegere publikatie werd beschreven (31). Methylkwik werd gescheiden met dunnelaagchromatografie en bepaald met vlamloze atoomabsorptie (22).

Hg, Zn, Pb en Cu werden gedurende gans de proefperiode bepaald. De bepaling van lood bleek echter op heel wat moeilijkheden te stuiten. Dit werd trouwens ook

in andere laboratoria vastgesteld en tijdens interkalibratieproeven door de Internationale Raad voor het Onderzoek van de Zee bevestigd (17). Toen in 1979 nieuwe verbeterde apparatuur in gebruik werd genomen, bleken de vroegere bepalingen 2 tot 10 maal te hoog te liggen. Wegens de onbetrouwbaarheid van de resultaten werd dan ook besloten in deze publikatie de loodgehalten achterwege te laten. Cd en Cr werden respectievelijk vanaf 1974 en 1976 gedoseerd. Het gehalte aan methylkwik werd in 1975 en 1976 bij wijze van steekproef onderzocht. Als aanvullend onderzoek werd vanaf 1975 het kwikgehalte in de lever van schol en wijting bepaald (telkens 20 monsters).

3. Resultaten en discussie

3.1. Spierweefsels

De statistische analyses bleven beperkt tot Hg, Zn en Cu, daar voor Cd en Cr

Tabel 2 Biologische parameters van schol en wijting (*)

	n	Leeftijd (jaar)			Lengte (cm)			Gewicht (g)			K			S.L.I.		
		Gem.	s.	v(%)	Gem.	s.	v(%)	Gem.	s.	v(%)	Gem.	s.	v(%)	Gem.	s.	v(%)
Schol	483	2,1	1,06	50,5	24,9	5,16	20,7	194,4	133,9	68,9	1,25	0,152	12,2	0,016	0,0096	60,2
Wijting	517	2,0	0,80	40,0	24,6	5,73	23,3	152,7	118,4	77,5	1,03	0,128	12,4	0,037	0,0176	47,5

(*) s = standaardafwijking; v = variatiecoëfficiënt;

K = Konditiefaktor; S.L.I. = somatische leverindex

veel waarden beneden de detectielimiet lagen.

Enkelvoudige variantie-analysen wezen uit dat er voor schol en wijting geen significante verschillen waren tussen de wijfjes en de mannetjes. De monsters van beide geslachten werden dan verder beschouwd als afkomstig uit eenzelfde universum.

3.1.1. Verband tussen de gehalten aan Hg, Zn en Cu en de biologische parameters

Tussen de gehalten aan de drie zware metalen en de onderscheiden biologische parameters (leeftijd, lengte, gewicht, konditefactor, somatische leverindex) van schol en wijting werd getracht een relatie op te stellen voor het totaal van de waarnemingen. De regressies werden berekend volgens de methode van de kleinste kwadraten. Als relatievorm werden systematisch uitgetoetst : (a) $y = a + bx$; (b) $\ln y = a + bx$; (c) $\ln y = a + b \ln x$ en (d) $y = ax^b$, waarbij y het gehalte aan het zware metaal en x de betrokken biologische parameter is. Voor Zn werd met geen enkele relatievorm een significante regressie gevonden. Voor Hg en Cu was dit voor (a) (rechtlijnige regressie) wel het geval voor een aantal parameters. De resultaten zijn in tabel 3 weergegeven. Voor schol werd alleen voor de leeftijd en de S.L.I. een significante regressie gevonden met het kwikgehalte. Op te merken valt dat de regressie met de leeftijd vrij goed overeenkomt met de vroeger bepaalde regressie voor tong uit de Noordzee, waar de regressievergelijking $y = 0,14 + 0,017 x$ en de korrelatiecoëfficiënt $r = 0,170$ was (33).

Voor wijting bleken alle parameters met uitzondering van S.L.I. een significante regressie met het kwikgehalte te geven. Alhoewel de vermelde relevante parameters bij schol en wijting een significante bijdrage leveren tot de verklaring van de totale variabiliteit, werd er bij de verdere statistische analyse geen rekening meer mede gehouden. Hiertoe werd besloten omdat de hoeveelheid verklaarde variabiliteit slechts 22 % bereikt bij de beste regressie (lengte wijting), zodat het invoeren van correcties voor de betrokken parameter weinig invloed op de besluiten kan uitoefenen.

In verband met de kopergehalten is het opmerkenswaardig dat de S.L.I. een zwakke doch significante regressie bij de twee vissoorten gaf.

Tenslotte dient te worden onderstreept dat de hier bestudeerde vissen hoofdzakelijk uit juvenielen bestonden; de gemiddelde leeftijd zowel voor schol als voor wijting was twee jaar. Voor populaties met een groter aantal oudere vissen kunnen de relaties met de biologische parameters anders liggen.

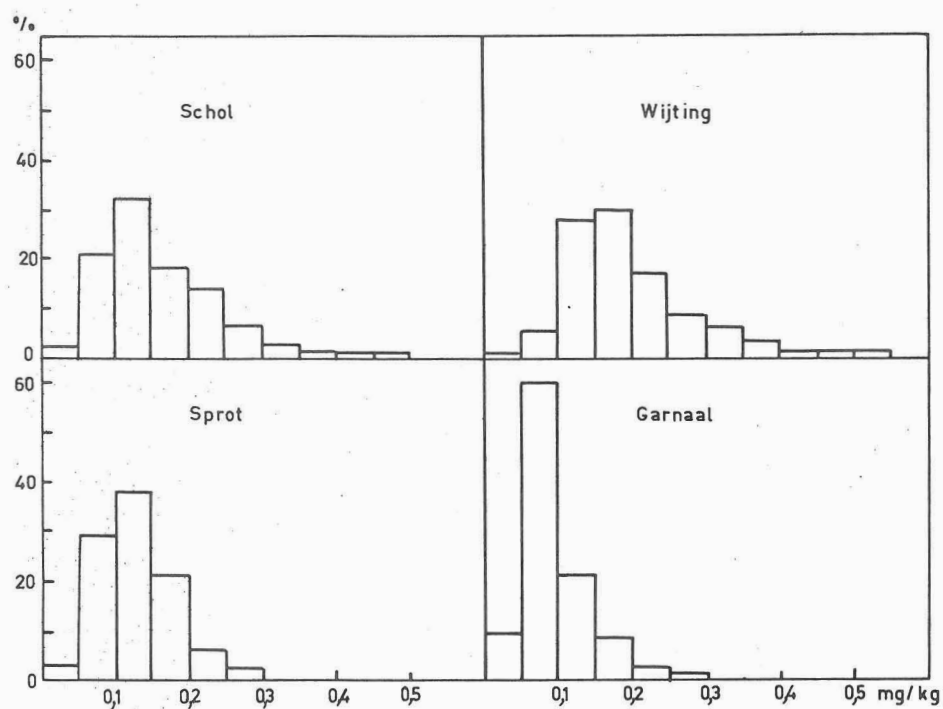
3.1.2. Gemiddelde waarden en frekwentieverdelingen

In tabel 1 zijn de gemiddelden (oorspronkelijke waarnemingen) met standaardafwijkingen en variatiecoëfficiënten opgenomen. Tevens werden de geometrische gemiddelden en de gekorrigeerde gemiddelden volgens Thöni (29) vermeld. Voor de berekening van deze laatste werd eerst een logaritmische transformatie, gevolgd door inverse transformatie (geometrisch gemiddelde), uitgevoerd. Door het invoeren van de correctie wordt niet alleen een meer getrouwe schatting van het gemiddelde verkregen, maar daarenboven is deze schatting meer efficiënt (29). De gemiddelden werden over de totale proefperiode van zeven jaar berekend, daar er geen duidelijke trends in de waarnemingen bleken voor te komen (zie 3.1.4.). De kwikgehalten lagen voor de vier organismen in dezelfde grootte-orde. Ook de variatiecoëfficiënten voor Hg waren vrij gelijk en komen overeen met waarnemingen door andere onderzoekers verricht in de Noordzee, waar voor een aantal belangrijke vissoorten (schol, haring, kabeljauw) de variatiecoëfficiënten meestal beneden de 50 % lagen (12).

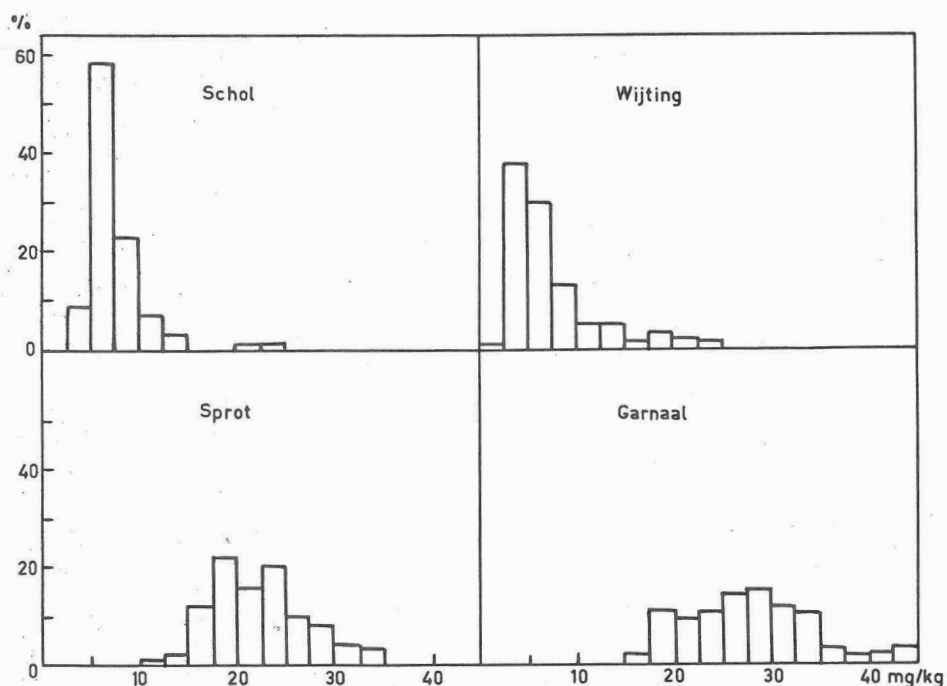
Sprot en garnalen bleken duidelijk hogere concentraties aan Zn en Cu te vertonen dan schol en wijting. Voor sprot kan worden vermeld dat vroeger werd vastgesteld dat pelagische vissen meestal meer zink en koper bevatten dan bodemvissen (12) (27). Het hoger gehalte aan koper in garnalen is hoofdzakelijk te wijten aan het feit dat het bloed op natuurlijke wijze een hoge koperconcentratie bezit door de aanwezigheid van het hemocyanine, een koper-eiwitverbinding.

Voor Zn en Cu bleken de concentraties veel onregelmatiger verspreid te zijn. Figuren 1 tot 3 geven de relatieve

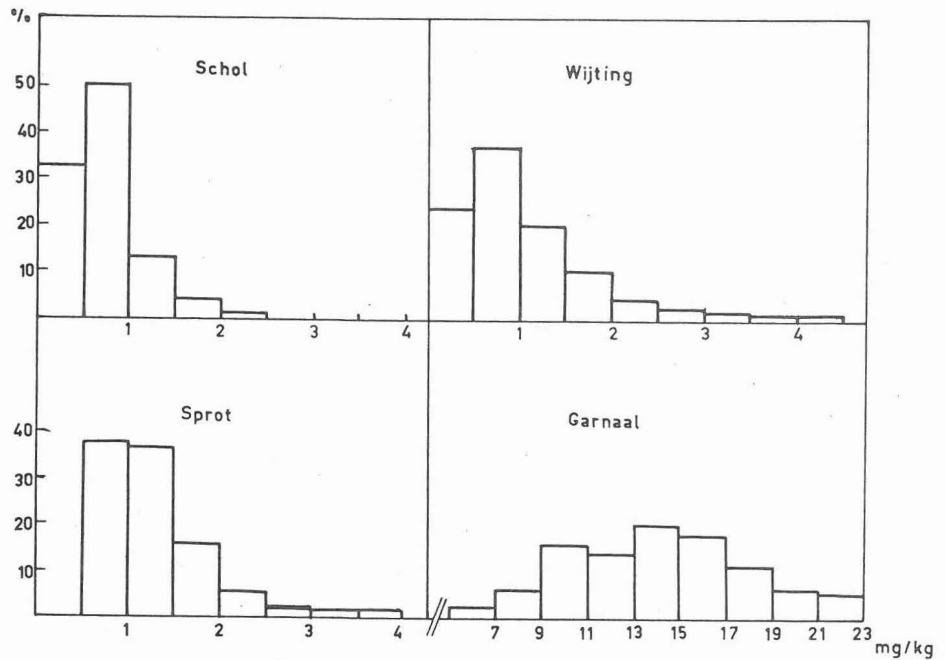
Figuur 1 Frekwentieverdeling van de kwikgehalten



Figuur 2 Frekwentieverdeling van de zinkgehalten



Figuur 3 Frekwentieverdeling van de kopergehalten



Tabel 3 Regressie tussen Hg en Cu en de biologische parameters (a)

Kwik

Parameters	Schol	Wijting
Leeftijd	$y = 0,12 + 0,015x$ $r = 0,194$	$y = 0,13 + 0,032x$ $r = 0,275$
Lengte	N.S.	$y = 9,93 \cdot 10^{-3} + 7,44 \cdot 10^{-3}x$ $r = 0,470$
Gewicht	N.S.	$y = 0,14 + 3,28 \cdot 10^{-4}x$ $r = 0,429$
Konditiefactor	N.S.	$y = 0,46 - 2,8 \cdot 10^{-4}x$ $r = -0,338$
S.L.I.	$y = 0,08 + 2,5 \cdot 10^{-4}x$ $r = 0,341$	N.S.

Koper

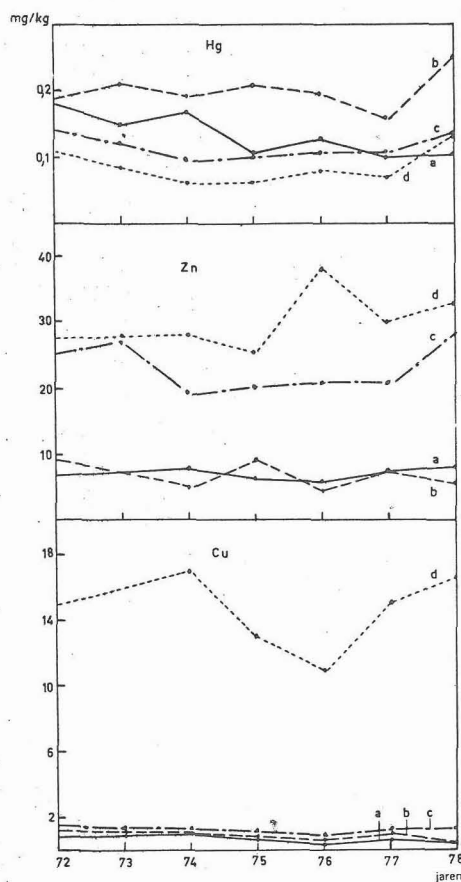
S.L.I.	$y = 0,47 - 5,8 \cdot 10^{-4}x$ $r = -0,340$	$y = 0,56 - 3,2 \cdot 10^{-4}x$ $r = -0,215$
--------	---	---

(a) y = gehalte in mg/kg; x = betrokken parameter; N.S. = niet significant; S.L.I. = somatische leverindex.

Tabel 4 Gehalten aan zware metalen van min. 75 % van de organismen (in mg/kg)

Hg	Zn	Cu
Schol	0,05 - 0,25	5 - 10
Wijting	0,05 - 0,25	2,5 - 10
Sprot	0,05 - 0,20	12,5 - 27,5
Garnaal	0,05 - 0,15	17,5 - 35

Figuur 4 Evolutie van de gehalten aan Hg, Zn en Cu van 1972 tot 1978 (a = schol; b = wijting; c = sprot; d = garnaal)



frekwentieverdeling van de gehalten aan Hg, Zn en Cu. Tabel 4 vermeldt daarenboven de concentratiegrenzen waartussen zich minimum 75 % van de concentraties bevonden.

Voor kwik bleken de gehalten vrij homogeen verdeeld te zijn. Voor Zn werd bij schol en wijting een duidelijke scheve verdeling naar de lage waarden toe genoteerd. Voor Cu was dit eveneens het geval voor schol, wijting en sprot.

3.1.3. Verband tussen de metalen onderling

Er werd onderzocht of er tussen de gehalten aan Hg, Zn en Cu een verband bestond. Hiervoor werd een correlatiematrix opgesteld. Geen enkele van de berekende correlatiecoëfficiënten was significant. Tijdens vroegere proefnemingen werd dit voor haring ook vastgesteld (31).

3.1.4. Evolutie van de gehalten aan Hg, Zn en Cu over de periode 1972-78

Figuur 4 illustreert de evolutie van de gemiddelde gehalten aan Hg, Zn en Cu tijdens de beschouwde periode (gecorrigeerde waarden, zie 3.1.2.).

Voor geen enkel metaal viel een duidelijk evolutiebeeld te noteren. Om deze reden werd verzaakt trendberekeningen uit te voeren.

3.1.5. Gehalten aan cadmium en chroom

Zoals boven werd vermeld, werden de cadmium- en chroomgehalten afzonderlijk be-

Tabel 5 Cadmiumgehalten (mg/kg)

	1974		1975		1976		1977		1978	
	n	Min/max (gem.)	n	Min/max (gem.)	n	Min/max (gem.)	n	Min/max (gem.)	n	Min/max (gem.)
Schol	18 6	< 0,01 0,01-0,08	22 2	< 0,01 0,01	13 8	< 0,01 0,01	2 18	< 0,01 0,01-0,02	3 30	< 0,01 0,01-0,02
Wijting	21 3	< 0,01 0,02	29 2	< 0,01 0,01	11 9	< 0,01 0,01	19	0,01-0,02 (0,018)	33	0,01-0,02 (0,011)
Sprot	3 18	< 0,01 0,01-0,06 (0,021)	13	0,01-0,06 (0,018)	2 15	< 0,01 0,01-0,04 (0,019)	5	0,02-0,03 (0,026)	11	0,02-0,07 (0,036)
Garnaal	25	0,01-0,11 (0,036)	50	0,01-0,09 (0,043)	20	0,02-0,12 (0,059)	7	0,04-0,10 (0,060)	41	0,02-0,11 (0,050)

Tabel 6 Chroomgehalten (mg/kg)

	1976		1977		1978	
	n	Min/max	n	Min/max	n	Min/max
Schol	10	<0,1	20	0,15-0,55	5	<0,1 0,10-0,53
	11	0,13-0,58				
Wijting	4	<0,1	18	0,14-0,31	9	<0,1 0,10-0,22
	16	0,13-0,60				
Sprot	11	<0,1	5	<0,1	11	<0,1
	7	0,12-0,49				
Garnaal	1	<0,1	5	0,12-0,21	4	<0,1 0,10-0,77
	19	0,10-0,56				

Tabel 7 Gehalten aan methykwik (in % van het totaal kwikgehalte) (*)

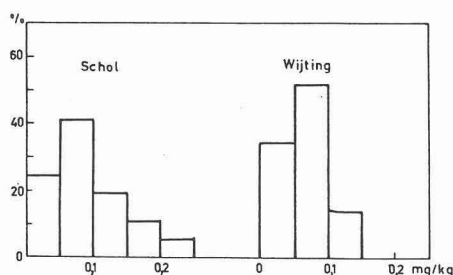
	Gem.	s	v(%)
Schol	87	12,7	14,6
Wijting	88	9,5	10,8
Sprot	62	21,7	35,0
Garnaal	85	31,7	37,3

(*) s = standaardafwijking; v = variatiecoëfficiënt.

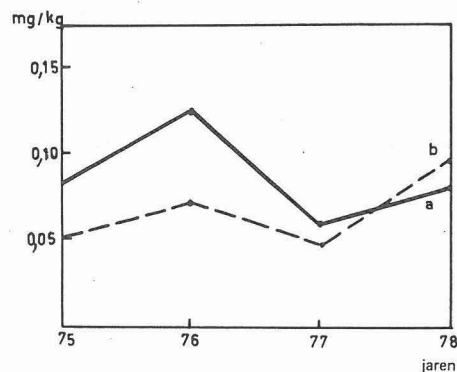
Tabel 8 Kwikgehalten in lever (mg/kg)

	Gem.	s	v(%)
Schol	0,09	0,067	74,4
Wijting	0,07	0,040	57,1

Figuur 5 Frekwentieverdeling van de kwikgehalten in de lever



Figuur 6 Evolutie van de kwikgehalten in de lever van 1975 tot 1978 (a = schol; b = wijting)



handeld wegens het voorkomen van een groot aantal waarnemingen beneden de detectielimiet, nl. respectievelijk 27 % voor cadmium en 29 % voor chroom. Voor cadmium valt evenwel op te merken dat dit praktisch uitsluitend bij schol en wijting het geval was.

Tabellen 5 en 6 geven de minimum- en maximumwaarden van Cd en Cr weer en waar relevant, de gemiddelden.

3.1.6. Gehalten aan methylkwik

De procentuele gehalten aan methylkwik zijn in tabel 7 vermeld. Zij hebben betrekking op telkens 25 monsters, genomen in de periode 1975-76.

Zoals bekend, is vooral organisch kwik en meer in het bijzonder methylkwik, toxisch voor de mens (8). Meestal komt 70-100 % van het totaal kwikgehalte als methylkwik voor (11) (34), hetgeen hier voor schol, wijting en garnalen werd bevestigd. Bij sprat bleek dit evenwel duidelijk lager te zijn.

3.2. Kwik in lever

3.2.1. Gehalten

De gemiddelde kwikgehalten en hun spreiding voor de 80 monsters zijn vermeld in tabel 8. Figuur 5 geeft de relatieve frekwentieverdelingen weer; 75 % van de concentraties waren begrepen tussen 0,02 en 0,15 mg/kg voor schol en 0,02-0,10 mg/kg voor wijting.

ding voor de 80 monsters zijn vermeld in tabel 8. Figuur 5 geeft de relatieve frekwentieverdelingen weer; 75 % van de concentraties waren begrepen tussen 0,02 en 0,15 mg/kg voor schol en 0,02-0,10 mg/kg voor wijting.

3.2.2. Verband met het kwikgehalte in het spierweefsel

Voor beide vissoorten werd een significante rechtlijnige regressie gevonden. De korrelatiecoëfficiënten bedroegen 0,719 voor schol en 0,640 voor wijting. De regressievergelijkingen waren respectievelijk : $y = 0,05 + 0,78 x$ en $y = 0,12 + 1,26 x$, waarbij y = kwikgehalte in spierweefsel en x = kwikgehalte in de lever.

3.2.3. Verband met leeftijd, lengte en gewicht

Er werd nagegaan of er een significante regressie tussen de zware metalen en de biologische parameters van de vissen bestond. Alleen voor de kwikgehalten in de lever en de leeftijd van schol was dit het geval. De korrelatiecoëfficiënt bedroeg 0,478.

3.2.4. Evolutie van de kwikgehalten in de lever over de periode 1975-78

Figuur 6 geeft de evolutie van de gemiddelde kwikkoncentraties over de beschouwde periode van vier jaar. Ook hier bleek er geen duidelijke trend te bestaan.

3.3. Vergelijking met andere gebieden

3.3.1. Kwik

De kwikwaarden van de vier organismen konden vergeleken worden met deze gemeld in andere kustwateren (minder dan 25 mijl van de kust) van de Noordzee en de aanpalende zeegebieden waar de gehalten meestal tussen 0,05 en 0,30 mg/kg lagen (6) (9) (10) (13) (14) (18) (20) (21) (23) (35).

Deze kwikwaarden zijn zowat 4 tot 5 maal hoger dan in de open zee (15). Zij zijn echter beduidend lager dan in vissen gevangen in sterk verontreinigde gebieden. Ackefors (1) meldde waarden tot 3,1 mg/kg in schol van de Oresund. Berge en Palmork vonden gehalten tot 1,88 mg/kg in wijting in verschillende Noorse fjorden (4). Aubert en Donnier (3) rapporteerden waarden tot 0,65 mg/kg in garnaal van de Middellandse Zee.

Het kwikgehalte in de lever was lager dan in het spierweefsel en ook vrij gelijklopend met dit door Duitse en Britse onderzoekers gemeld in schollever, nl. 0,04 - 0,10 mg/kg, voor de Noordzee. Voor de Ierse Zee was dit hoger, nl. gemiddeld 0,26 mg/kg (14) (18) (20).

3.3.2. Zink

De zinkgehalten in schol en wijting (gemiddeld ca. 7 mg/kg) komen overeen met analoge literatuurgegevens (9) (10) (15) (19) (20) (23) (30) (35). Voor de meeste bodemvissen liggen de gehalten beneden de 10 mg/kg (14) (18) (20). In de open zee blijkt het gehalte rond 5-6 mg/kg te liggen (26). Pelagische vissen zoals haring en sprat, blijken een hoger gehalte te vertonen en waarden rond de 20 mg/kg worden gemakkelijk bereikt (19) (35). Ook in de Baltische Zee werd een analoog hoger gehalte vastgesteld (16). In de Oslofjord, waar het zinkgehalte van het water hoog is, werden waarden van 17 tot 50 mg/kg genoteerd (2). Garnalen bevatten eveneens relatief meer zink. Onderzoekingen in de Britse en Nederlandse kustwateren uitgevoerd ga-

ven resultaten van dezelfde grootte-orde, nl. 10 tot 50 mg/kg (13) (14) (18) (35). In het Bristolkanaal werden gehalten van 63-82 mg/kg gedoseerd (25).

3.3.3. Koper

Ook de kopergehalten waren vrij analoog met deze door andere onderzoekers vastgesteld. Voor schol lagen de waarden aan de Britse, Duitse en Nederlandse kusten meestal tussen 0,2 en 1 mg/kg (10) (13) (14) (15) (18) (20) (30) (35). In Britse en Ierse wateren schommelde het kopergehalte van wijting tussen 0,2 en 0,8 mg/kg (9) (13) (19), hetzij iets lager dan de hier gevonden waarden. In dezelfde wateren bedroeg de concentratie in sprat 0,3 à 1,1, eveneens iets lager dan in de Belgische kustwateren.

De in garnalen gevonden gehalten lagen in de lijn van deze gemeld door Nederlandse en Britse onderzoekers, nl. 2 tot 26 mg/kg (9) (13) (14) (35) (38).

3.3.4. Cadmium

Het cadmiumgehalte bleek laag te zijn met daarbij bij schol en wijting een groot aantal waarden beneden de detectielimiet van 0,01 mg (tabel 5). Sprat en garnalen lagen iets hoger. De concentraties komen goed overeen met gegevens uit de literatuur (10) (13) (14) (18) (20) (26) (30).

3.3.5. Chroom

Voor chroom worden meestal gehalten van minder dan 0,6 mg/kg opgegeven, hetgeen overeenkomt met de hier vastgestelde concentraties (9) (12) (26).

3.4. Konsumptie-aspekten

De gehalten aan zware metalen genoteerd in de tijdens deze studie onderzochte representatieve organismen uit de Zuidelijke Noordzee blijken momenteel geen enkele reden tot ongerustheid i.v.m. de volksgezondheid te geven. Alhoewel de gehalten hoger liggen dan deze aangetroffen in vissen uit de open oceaan zijn zij nog aan de zeer veilige kant. Vooral voor de twee meest toxische metalen, Hg en Cd is dit van groot belang.

In dit verband kan worden opgemerkt dat het "Expertenkomitee voor Voedsel-additieven" van de FAO/WHO in 1972 een maximale wekelijkse opname van 0,3 mg kwik, waarvan niet meer dan 0,2 mg als methyalkwik aanwezig mag zijn,

heeft voorgesteld (37). Wanneer rekening wordt gehouden met het gemiddeld netto-verbruik van visserijprodukten dat in België rond 7 kg bedraagt, betekent dit dat voor een gemiddeld kwikgehalte van 0,2 ppm per week slechts ca. 10 % van de getolereerde dosis met de vis wordt opgenomen.

Door hetzelfde comité werd de grens voor cadmium op 0,4 tot 0,5 mg vastgesteld, hetgeen eveneens voor de hier genoteerde concentraties in vis geen problemen stelt (37).

Hetzelfde geldt voor koper en zink die overigens essentiële sporelementen voor de mens zijn. In te hoge concentraties worden zij echter toxisch. Het FAO/WHO comité veronderstelt dat bij een koperopname van minder dan 0,5 mg per kg lichaamsgewicht per dag geen nadelige effecten te verwachten zijn (36). Het UK Food Standards Committee heeft 20 ppm als maximaal toelaatbaar kopergehalte in voedingsmiddelen voorgesteld, tenzij van nature meer aanwezig is. Voor zink bedraagt dit 50 ppm (28).

Er kon worden vastgesteld dat de in schol, wijting, sprat en garnalen van de Belgische kustwateren voorkomende concentraties goed overeenkomen met de in het buitenland voor andere kustgebieden van de Noordzee genoteerde waarden. Daarenboven zijn zij vrij gelijklopend met deze van de meeste andere belangrijke vissoorten, zoals kabeljauw en haring uit deze gebieden (12) (15). Om deze redenen gelden boven aangehaalde beschouwingen ook voor vis en garnalen afkomstig van deze gebieden en a fortiori ook voor de centrale Noordzee waar de gehalten aan zware metalen lager liggen.

Daar evenwel geen duidelijke trend werd vastgesteld, werd geoordeeld veiligheids-halve de studies over de zware metalen in Belgische kustwateren verder te zetten. Dit is sedert 1979 het geval en geschiedt in overeenstemming met de monitoring-programma's van de Internationale Raad voor het Onderzoek van de Zee en de Konventies van Oslo en Parijs.

Bedanking

Dit onderzoek werd gedeeltelijk uitgevoerd met de steun van het Instituut tot Aanmoediging van het Wetenschappelijk Onderzoek in Nijverheid en Landbouw.

Summary

The evolution of the content of heavy metals in plaice, whiting, sprat and brown shrimp from Belgian coastal waters

Mercury, zinc, copper, cadmium and chromium were determined during a seven years period (1972-78) in representative organisms from Belgian coastal waters, i.e. plaice (*Pleuronectes platessa* L.), whiting (*Odontogadus merlangus* L.), sprat (*Sprattus sprattus* L.) and brown shrimp (*Crangon crangon* L.). No heavy metal showed a clear trend. Average values varied for the fish species between 0.12 and 0.15 mg/kg mercury, 7.3 and 23.6 mg/kg zinc, and 0.72 and 1.32 copper. For shrimp, the concentrations were 0.09, 29.6 and 15.5 mg/kg respectively. Cadmium and chromium contents were low and ca 30 % of the results were beneath the detection limits of 0.01 and 0.1 mg/kg respectively.

No significant regression was found between the heavy metals.

The mercury content was also determined in the liver of plaice and whiting. Averages values were 0.09 and 0.07 mg/kg respectively.

The general conclusion is that the concentrations of heavy metals in organisms from Belgian coastal waters are higher than those found in the open sea but cause no reasons for concern.

Bibliografie

- (1) ACKEFORS H. : A survey of the mercury problem in Sweden with special reference to fish. ICES, Fisheries Improvement Committee, Rep. C.M. 1968/E3 (1968).
- (2) ANDERSEN A., DOMMASNES A. and HESTHAGEN I. : Aquaculture, **2**, 17 (1973).
- (3) AUBERT M. et DONNIER B. : Pollution du milieu marin par le mercure et le cadmium en Méditerranée, in : Problèmes posés par la contamination de l'homme et de son milieu par le mercure et le cadmium, Commission des Communautés Européennes, Luxembourg p. 261 (1974).
- (4) BERGE G. and PALMORK K. : Mercury in marine fish - A preliminary report. ICES, Fisheries Improvement Committee, Rep. C.M. 1971/E : 33 (1971).
- (5) BODDEKE R., DE CLERCK R., DAAN M., POSTUMA K., RAUCK G., DE VEEN J. : Young fish and brown shrimp surveys along the continental coast, Annales Biologiques, **30**, 241 (1975); **31**, 218 (1976); **32**, 208 (1977); **33**, 220 (1978), **34**, 268 (1979), **35**, 298 (1980).

- (6) CUMONT G. et GUILLON G. : Ann. Hyg. L. Fr. - Méd. et Nut. **11**, 17 (1975).
- (7) DE CLERCK R., VANDERSTAPPEN R. and VYNCKE W. : Ocean Management **2**, 117 (1974).
- (8) Department of the Environment, Central Unit of Environmental Pollution, Pollution Paper No. 10. Her Majesty's Stationery Office, London (1976).
- (9) Department of the Environment, Central Unit on Environmental Pollution : Monitoring the Marine Environment of the United Kingdom, Pollution Report No. 2, Her Majesty's Stationery Office, London (1977).
- (10) HARMS U. : Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung- und Forschung **157**, 125 (1975).
- (11) HOLDEN A. : Journal of Food Technology, **8**, 1 (1973).
- (12) International Council for the Exploration of the Sea : International Study of the Pollution of the North Sea and its Effects on Living Resources and their Exploitation, Cooperative Research Report No. 39, ICES, Copenhagen (1974).
- (13) International Council for the Exploration of the Sea : The ICES Coordinated Monitoring Programme 1974, Cooperative Research Report No. 58, ICES, Copenhagen (1977).
- (14) International Council for the Exploration of the Sea : The ICES Coordinated Monitoring Programmes 1975 and 1976. Cooperative Research Report No. 72, ICES, Copenhagen (1977).
- (15) International Council for the Exploration of the Sea : A Baseline Study on the Level of Contaminating Substances in Living Resources of the North Atlantic, Cooperative Research Report No. 69, ICES, Copenhagen (1977).
- (16) International Council for the Exploration of the Sea : Studies of the Pollution of the Baltic Sea, Cooperative Research Report No. 63, ICES, Copenhagen (1977).
- (17) International Council for the Exploration of the Sea : Report on Intercalibration Analyses in ICES North Sea and North Atlantic Baseline Studies, Cooperative Research Report No. 80, ICES, Copenhagen (1978).
- (18) International Council for the Exploration of the Sea : The ICES Coordinated Monitoring Programme 1977, Cooperative Research Report No. 98, ICES, Copenhagen (1980).
- (19) International Council for the Exploration of the Sea : Extension to the Baseline Study of Contaminant Levels in Living Resources of the North Atlantic, Cooperative Research Report No. 95, ICES, Copenhagen (1980).
- (20) International Council for the Exploration of the Sea. The ICES Coordinated Monitoring Programme 1978, Cooperative Research Report, ICES, Copenhagen (in druk).
- (21) JACOBS G. : Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und -Forschung **164**, 71 (1977).
- (22) JENNEN A. et DELAFORTRIE G. : Académie des Sciences, Paris, **280**, Série C, 455 (1975).
- (23) Oslo and Paris Conventions-Joint Monitoring Group, Third meeting, Bonn 1978: Anglo-French Monitoring Study of the Channel-Contaminant Levels in Fish and Shellfish, paper JMG III/2/1, Oslo and Paris Commissions, London (1978).
- (24) Oslo and Paris Conventions - Joint Monitoring Group, Fifth Meeting, Edinburgh 1980 : PCBs, Mercury and Cadmium in Fish and Mussels in the Kattegat - Skagerrak Area, Sweden, paper JMG V/INFO 2, Oslo and Paris Commissions, London (1980).
- (25) PEDEN J., CROTHERS J., WATERFALL C. and BEASLEY J. : Marine Pollution Bulletin **4**, 7 (1973).
- (26) PORTMAN J. : Aquaculture **1**, 91 (1972).
- (27) PRESTON A. : Marine Pollution Bulletin **4**, 105 (1973).
- (28) TAYLOR D. : Journal of the Association of Public Analysts, **9**, 76 (1971).
- (29) THONI H. : Journal of the American Statistical Association **64**, 632 (1969).
- (30) TOPPING G. : Aquaculture **1**, 373 (1973).
- (31) VANDERSTAPPEN R., DE CLERCK R., VYNCKE W. en MOERMANS R. : Landbouwtijdschrift **31**, 331 (1978).

- (32) VINK G. : TNO-Nieuws nr. 9, 493 (1972).
- (33) VYNCKE W., VANDERSTAPPEN R., DE CLERCK R., MOERMANS R. en VAN HOEYWEGHEN P. : Landbouwtijdschrift **32**, 939 (1979).
- (34) WESTOO G. : Acta Chimica Scandinavica: **21**, 1970 (1967).
- (35) WHARFE J. and VAN DEN BROEK, W. : Marine Pollution Bulletin **8**, 31 (1977).
- (36) World Health Organisation : Evaluation of Food Additives, WHO Technical Report Series No. 462 (1971).
- (37) World Health Organisation : Evaluation of Certain Food Additives and the Contaminants Mercury, Lead and Cadmium, WHO Technical Report Series, No. 505 (1972).
- (38) WRIGHT D. : Marine Pollution Bulletin **7**, 36 (1976).

