

15307

~~15307~~
15307

De evolutie van het kwikgehalte in tong (*Solea solea* L.) uit de Noordzee en de Ierse Zee



Vlaams Instituut voor de Zee
Flanders Marine Institute

W. Vyncke

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

R. Vanderstappen

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

R. De Clerck

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

R. Moermans

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

**P. Van
Hoeyweghen**

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

Het kwikgehalte van tong uit de Noordzee en de Ierse Zee werd gedurende vijf jaar (1973-1977) gevolgd. Buiten de eerste twee jaren was er tussen beide gebieden geen significant verschil waar te nemen. Er was evenmin een duidelijke trend in het verloop van de kwikkoncentraties in de tijd vast te stellen. De gemiddelde jaarlijkse gehalten schommelen tussen 0,19 en 0,31 mg/kg (Noordzee) en 0,21 en 0,41 mg/kg (Ierse Zee).

1. Inleiding

Tong (*Solea solea* L.) is wat betreft de totale aanvoerwaarde de belangrijkste Belgische vissoort. Zowat 70 % van de aanvoer komt hierbij van twee gebieden, nl. de Noordzee (50 %) en de Ierse Zee (20 %). In het kader van de onderzoeken over de eventuele contaminatie van visserijprodukten door zware metalen werd bijzondere aandacht aan het kwikgehalte van tong in deze twee gebieden besteed. Het onderzoek werd gestart in 1973 en had betrekking op 125 monsters van ieder gebied. Toen bleek dat een bepaald aantal vissen relatief hoge kwikgehalten vertoonden, werd besloten de monitoring verder te zetten maar op een gereduceerd aantal monsters nl. 50.

Het doel van onderhavige studie die een periode van vijf jaar beslaat (1973-1977), was : (a) na te gaan welk verband er

tussen de biologische parameters (leeftijd, lengte, gewicht) en het kwikgehalte bestaat, (b) een inzicht te verkrijgen in de spreiding van de kwikgehalten per gebied, (c) te onderzoeken of er significante verschillen tussen deze gebieden zijn, (d) na te gaan wat de evolutie van de kwikgehalten in de tijd is.

2. Experimentele methodiek

2.1. Monsters

Van ieder gebied werden 125 (1973) of 50 (1974-77) tongen bemonsterd. De monsters waren afkomstig van ca. 850 vissen die per gebied in de vismijnen van Oostende en Zeebrugge uit de zeven commerciële categorieën werden genomen. Deze specimens waren bestemd voor de populatiestudies verricht in het kader van de Internationale Raad voor het Onderzoek van de Zee (11). Bij de monsterneming werd zoveel mogelijk de werkelijke samenstelling van de vangst benaderd en werd tevens ca. 50 % van ieder geslacht genomen. Figuur 1 geeft de gebieden weer waaruit de monsters afkomstig waren.

2.2. Kwikbepalingen

De kwikbepalingen werden uitgevoerd met een Coleman MAS-50 kwikanalysator volgens de vroeger beschreven techniek (7).

3. Resultaten

3.1. Gemiddelde waarden en frekwentieverdelingen

Enkelvoudige variantie-analysen wezen uit dat er geen significant verschil tussen de wijfjes en mannetjes was. De monsters van beide geslachten werden dan verder beschouwd als afkomstig uit éénzelfde universum.

Figuur 2 geeft de relatieve frekwentieverdeling van de kwikgehalten voor het eerste (1973) en het laatste jaar (1977). De tussenliggende jaren vertoonden een vrij

Fig. 1 Gebieden van de Noordzee en de Ierse Zee waar de tongmonsters werden gevestigd



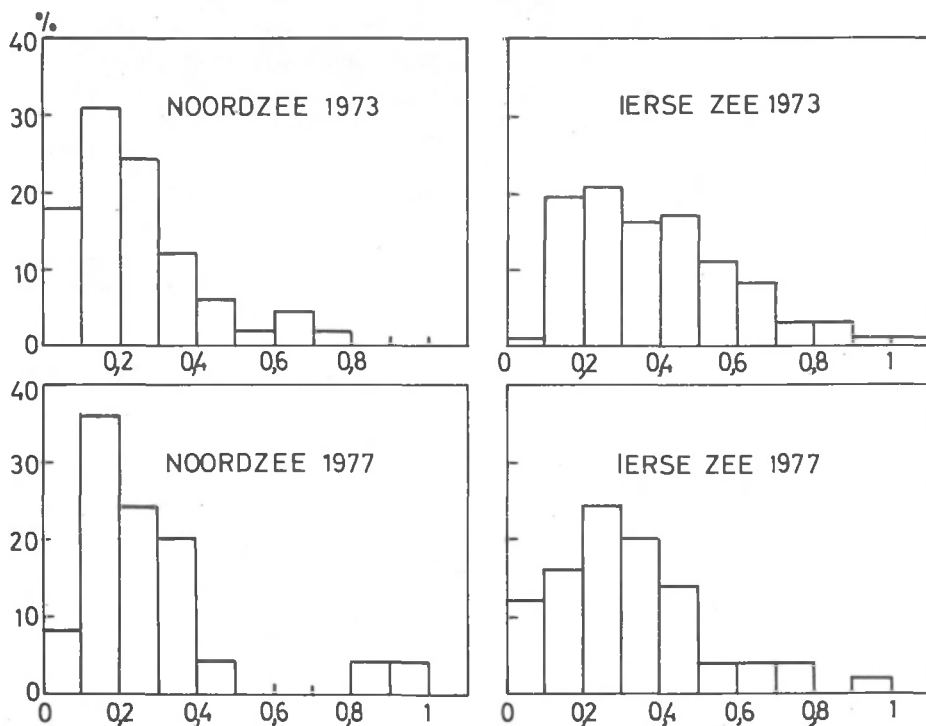
analoog beeld en werden niet weergegeven. Uit figuur 2 volgt dat de twee gebieden een verschillend frekwentiepatroon vertoonden. In de Ierse Zee kwamen procentueel meer hoge waarden voor. In tabel 1 zijn de gemiddelden (oorspronkelijke waarnemingen) met standaardafwijkingen en variatiecoëfficiënten opgenomen. Tevens werden de geometrische gemiddelden en de gekorrigeerde gemiddelden volgens Thöni (18) 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 (18).

3.2. Verband tussen de kwikgehalten en de biologische parameters

Tussen de kwikgehalten en de onderscheiden biologische parameters (leeftijd, lengte, gewicht) werd getracht een relatie op

te stellen voor de twee gebieden afzonderlijk en voor het totaal van de waarnemingen. Hiervoor werd gebruik gemaakt van de methode van de kleinste kwadraden. Als relatievormen werden weerhouden: (1) $Y = A + bX$; (2) $\ln Y = A + bX$; (3) $\ln Y = a + b \ln X$ en (4) $Y = aX^b$, waar Y het kwikgehalte en X de betrokken biologische parameter is. Bij (2) en (3) werd het kwikgehalte uitgedrukt als (Hg x 1000), bij (4) als $\ln (\text{Hg} \times 1000)$. Tabel 2 geeft een overzicht van de resultaten. Naast de vergelijking wordt de determinatiecoëfficiënt gegeven, als maatstaf voor de "geschiktheid" van aanpassing. Uit deze tabel blijkt dat de parameters "gewicht" en "lengte" weinig van de totale variabiliteit in het kwikgehalte en tong verklaren. Voor de Ierse Zee wordt door geen enkele van de berekende regressies meer dan 5 % van de totale variabiliteit verklaard. Voor de Noordzee wordt voor de lengte en voor aanpassing van een machtskurve 12,96 % van de variabiliteit verklaard. Voor de twee gebie-

Fig. 2 Relatieve frekwentieverdeling van de kwikgehalten voor 1973 en 1977



Tabel 1 Gemiddelde kwikgehalten (mg/kg) in tong (*)

Jaar	Gebied	Gemiddelde	s	v(%)	Geometrisch gemiddelde	Gekorrigeerd gemiddelde
1973	Noordzee	0,23	0,164	71,3	0,19	0,23
	Ierse Zee	0,39	0,202	51,8	0,34	0,41
1974	Noordzee	0,21	0,184	87,6	0,16	0,19
	Ierse Zee	0,32	0,202	53,2	0,34	0,41
1975	Noordzee	0,22	0,157	71,4	0,17	0,22
	Ierse Zee	0,21	0,184	87,6	0,16	0,21
1976	Noordzee	0,32	0,253	79,1	0,25	0,31
	Ierse Zee	0,36	0,252	70,0	0,30	0,37
1977	Noordzee	0,29	0,209	72,1	0,24	0,29
	Ierse Zee	0,31	0,199	64,2	0,25	0,31

(*) s = standaardafwijking, v = variatiecoëfficiënt

den samen wordt hooguit 6,55 % van de totale variabiliteit verklaard door de lengte en 5,45 % door het gewicht.

Voor de parameter "leeftijd" varieert de determinatiecoëfficiënt tussen 0,1696 en 0,2806 voor de Noordzee, tussen 0,2024 en 0,2400 voor de Ierse Zee. Voor de twee gebieden gezamenlijk genomen, worden de hoogste determinatiecoëfficiënten gegeven door de regressie-vormen (3) en (4) met respectievelijke waarden 0,2790 en 0,2760. Vorm (4) wordt ter illustratie in figuur 3 weergegeven. Alhoewel de parameter "leeftijd" een significante bijdrage levert tot de verklaring van de totale variabiliteit, werd bij de verdere statistische analyse geen rekening meer gehouden met deze parameter. Hiertoe werd besloten omdat de hoeveelheid verklaarde variabiliteit nog geen 30 % bereikt, zodat het invoeren van een leeftijdskorrektie weinig invloed kan uitoefenen op de besluiten.

3.3. Invloed van de visgrond op het kwikgehalte

Om na te gaan of er tussen de twee ge-

bieden een significant verschil in kwikgehalte was, werd per jaar een variantie-analyse uitgevoerd. Vooraf werd echter de homogeniteit van de varianties met behulp van de Hartley-toets (8) onderzocht. Dit liet toe de hypothese van homogeniteit van de varianties te verwerpen. Door logaritmeren van de oorspronkelijke waarnemingen bleek de homogeniteitshypothese wel weerhouden te kunnen worden, zodat een gemeenschappelijke variantie voor de twee gebieden kon worden berekend.

De toetsingsresultaten van de variantie-analysen wezen met een waarschijnlijkheid van 99 % uit dat alleen voor de jaren 1973 en 1974 een significant verschil tussen de kwikkoncentraties van de Noordzee en de Ierse Zee kon worden getoond. In deze jaren lagen de waarden van de Ierse Zee beduidend hoger. Dit was evenwel de volgende jaren niet meer het geval.

3.4. Evolutie van het kwikgehalte over de periode 1973-77

Figuren 4 en 5 geven de evolutie weer

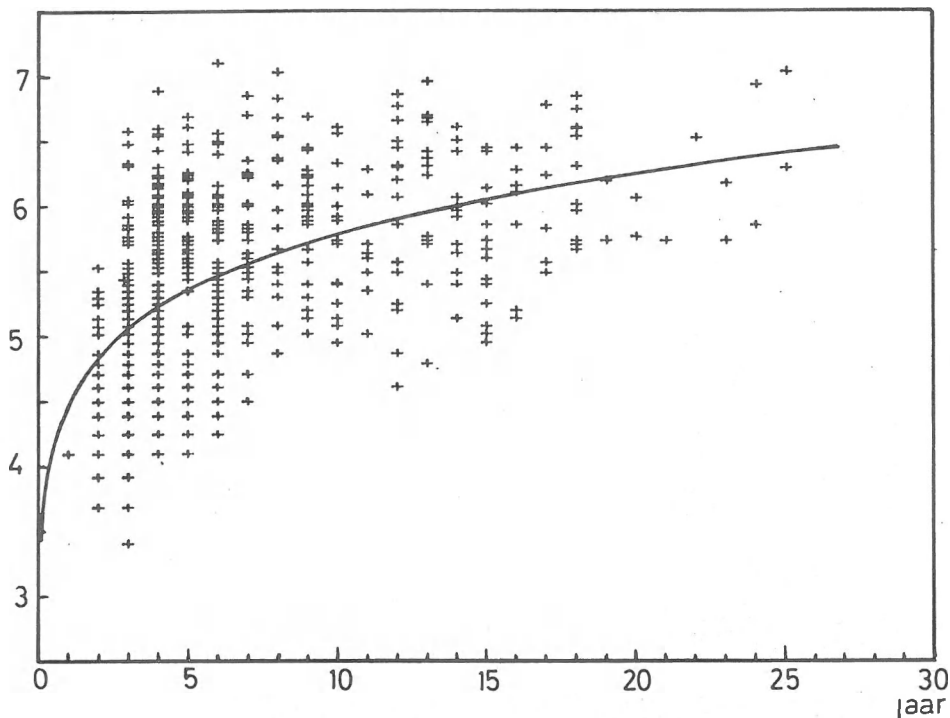
Tabel 2 Relaties tussen de biologische parameters en het kwikgehalte in tong

Parameter		Regressie-vorm (*)		
		Noordzee	Ierse Zee	Globaal
Leeftijd	(1)	$Y = 0,1420 + 0,0170 X$ $R^2 = 0,1696$	$Y = 0,1904 + 0,0210 X$ $R^2 = 0,2306$	$Y = 0,1604 + 0,0200 X$ $R^2 = 0,2110$
	(2)	$Y = 4,8399 + 0,0696 X$ $R^2 = 0,2141$	$Y = 5,1872 + 0,0621 X$ $R^2 = 0,20243$	$Y = 4,9880 + 0,0692 X$ $R^2 = 0,2176$
	(3)	$Y = 4,3856 + 0,5550 X$ $R^2 = 0,2755$	$Y = 4,5864 + 0,5817 X$ $R^2 = 0,2398$	$Y = 4,4316 + 0,6006 X$ $R^2 = 0,2790$
	(4)	$Y = 4,4017 X^{0,1076}$ $R^2 = 0,2806$	$Y = 4,6285 X^{0,1050}$ $R^2 = 0,2263$	$Y = 4,4620 X^{0,1129}$ $R^2 = 0,2760$
Lengte	(1)	$Y = 0,0743 + 0,0101 X$ $R^2 = 0,0769$	$Y = 0,0670 + 0,0088 X$ $R^2 = 0,0410$	$Y = 0,0104 + 0,0090 X$ $R^2 = 0,0484$
	(2)	$Y = 3,8030 + 0,0462 X$ $R^2 = 0,1207$	$Y = 4,8026 + 0,0267 X$ $R^2 = 0,0378$	$Y = 4,3423 + 0,0352 X$ $R^2 = 0,0636$
	(3)	$Y = 0,0449 + 1,5170 X$ $R^2 = 0,1243$	$Y = 2,7943 + 0,8285 X$ $R^2 = 0,03524$	$Y = 1,5433 + 1,1370 X$ $R^2 = 0,0637$
	(4)	$Y = 1,8755 X^{0,2974}$ $R^2 = 0,1296$	$Y = 3,3378 X^{0,1506}$ $R^2 = 0,0336$	$Y = 2,5556 X^{0,2179}$ $R^2 = 0,0655$
Gewicht	(1)	$Y = 0,1826 + 0,00021 X$ $R^2 = 0,0365$	$Y = 0,2685 + 0,0002 X$ $R^2 = 0,0388$	$Y = 0,2247 + 0,0002 X$ $R^2 = 0,0361$
	(2)	$Y = 4,9528 + 0,0010 X$ $R^2 = 0,0666$	$Y = 5,4095 + 0,0007 X$ $R^2 = 0,03678$	$Y = 5,1778 + 0,0009 X$ $R^2 = 0,0481$
	(3)	$Y = 3,0869 + 0,3893 X$ $R^2 = 0,0834$	$Y = 4,3113 + 0,2360 X$ $R^2 = 0,0329$	$Y = 3,6844 + 0,3150 X$ $R^2 = 0,0526$
	(4)	$Y = 3,3952 X^{0,0678}$ $R^2 = 0,0281$	$Y = 4,3865 X^{0,0433}$ $R^2 = 0,0321$	$Y = 3,8482 X^{0,0605}$ $R^2 = 0,0545$

(*) Zie tekst par. 3.2.

Fig. 3 Relatie tussen kwikgehalten en leeftijd

$\ln(\text{Hg} \times 1000)$



van de kwikwaarden over de beschouwde periode 1973-1977. De waarnemingen werden per bemonsteringmaand gegroepeerd. Tevens werd de evolutie van het monstergemiddelde weergegeven. Zowel voor de Noordzee als voor de Ierse Zee viel geen duidelijk evolutiebeeld te noteren. Om deze reden werd verzaakt een trendberekening uit te voeren.

4. Discussie en besluiten

Het kwikgehalte in tong afkomstig van de twee beschouwde kustgebieden is hoger dan algemeen bij andere vissoorten werd genoteerd (10) (12). Ook voor de Belgische kust wezen vroegere onderzoekingen uit dat het kwikgehalte in schol (*Pleuronectes platessa*), wijting (*Merlangius merlangus*), kabeljauw (*Gadus morhua*) en sprat (*Clupea sprattus*) beneden de 0,2 mg/kg lag (7). Ook haring (*Clupea harengus*) van de Zuidelijke Noordzee vertoonde slechts een gemiddeld gehalte van

0,04 mg/kg (19).

De reden voor deze hogere gehalten is niet duidelijk. Wel kan worden opgemerkt dat de gemiddelde leeftijd van tong groter is dan van de meeste andere grote commerciële soorten en dat er een positief verband tussen de leeftijd en het kwikgehalte bestaat. Dit verband is echter niet van dien aard om het verschil te verklaren.

De hoge standaardafwijkingen (en variatiecoëfficiënten) dienen hier benadrukt te worden. In de Noordzee liggen de variatiecoëfficiënten voor een aantal belangrijke vissoorten (schol, haring, kabeljauw) meestal beneden de 50 % (10).

Wat de invloed van de visgrond betreft kon alleen voor 1973 en 1974 een significant verschil tussen de Ierse Zee en de Noordzee worden genoteerd, waarbij de Ierse Zee hogere gemiddelde kwikgehalten vertoonde. In de latere jaren bleek dit evenwel niet meer het geval te zijn.

Fig. 4 Evolutie van de kwikgehalten (Noordzee).

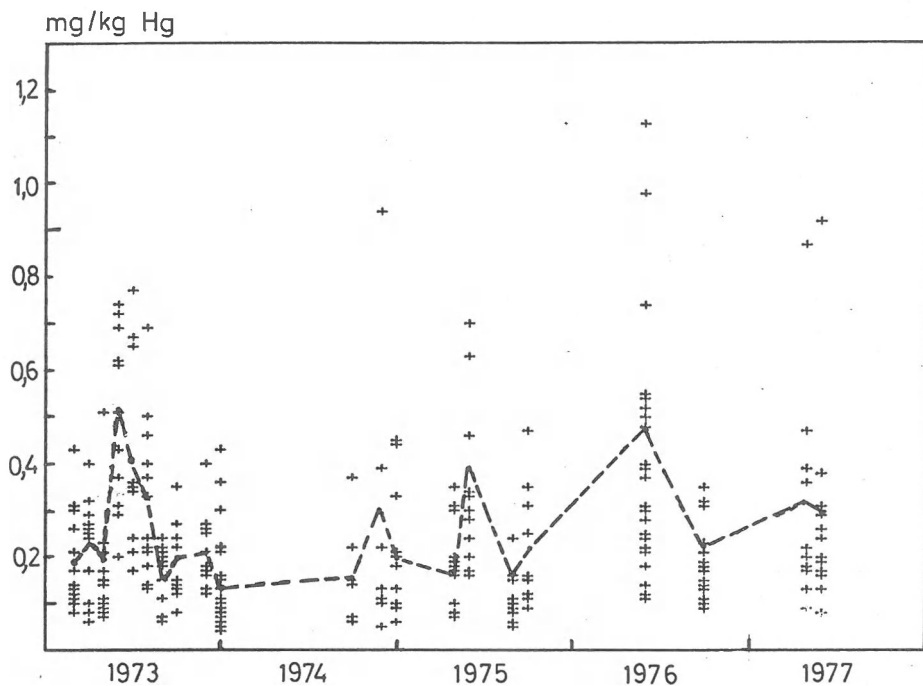
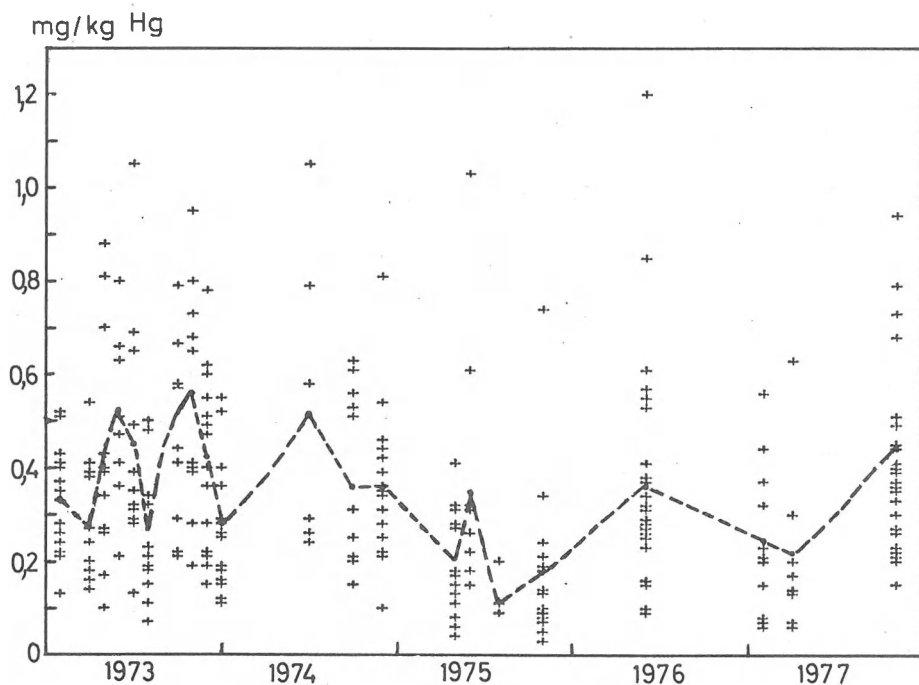


Fig. 5 Evolutie van de kwikgehalten (Ierse Zee)



Anderzijds leek de verdeling van deze gehalten toch verschillend te blijven. In de Ierse Zee kwam een groter percentage hoge kwikgehalten voor.

Naast de frekwentiediagramma's (figuur 2) illustreert tabel 3 dit verschillend patroon. Het percent waarnemingen dat respectievelijk de 0,5 mg/kg en 1 mg/kg (minimum- en maximum toelaatbare grenzen in diverse landen) overschreed, was voor tong uit de Ierse Zee duidelijk hoger.

Britse onderzoeken (15) hebben uitgezeten dat het kwikgehalte in de Ierse Zee duidelijk hoger was dan in meer zee-wards gelegen visgronden. Een gemiddelde van 0,45 mg/kg met een spreiding van 0,03 tot 1,5 mg/kg (n = 276) werd hierbij gevonden.

Het voorkomen van vrij hoge kwikgehalten in tongen afkomstig van de Oostelijke Ierse Zee (baai van Liverpool) staat ongetwijfeld in verband met het hoger gehalte aan kwik en andere zware metalen in het zeewater en in de sedimenten van deze relatief gesloten wateren waar de lozingen van industriële afvalwateren belangrijk zijn. Verschillende auteurs hebben deze hogere gehalten gemeld (1) (3) (9), maar wijzen erop dat deze hogere concentraties gelokaliseerd blijven in estuaria zoals bv. de baai van Liverpool en in een relatief nauw gebied langsheen de kust. In open zee, zelfs in de Ierse Zee, blijken de concentraties aan zware metalen in de meeste vissoorten niet wezenlijk van deze van de Atlantische Oceaan te verschillen (17).

In Zuid-Ierse wateren bleek het gemid-

delde slechts 0,06 mg/kg te bedragen (13). Voor de Atlantische kusten werden eveneens lage gemiddelden genoteerd, nl. 0,12 mg (Frankrijk) (6) en 0,09 mg/kg (Portugal) (13).

De in onderhavige studie in de ZW-Noordzee gevonden gemiddelden (0,21-0,32 mg/kg) komen overeen met de gemiddelde waarde voor tong gevangen in de monding van de Theems, nl. 0,24 mg/kg (15) en in de Zuidelijke Noordzee (Britse wateren) : 0,27 mg/kg (12).

In meer Noordelijke gebieden van de Noordzee komen evenwel duidelijk lagere gemiddelde waarden voor, nl. 0,02 tot 0,19 mg/kg (12) (13), hetgeen nogmaals wijst op de invloed van verontreinigde kustwateren.

Ook in de Middellandse Zee werden in bepaalde kustwateren duidelijk hogere kwikgehalten in tong (en andere vissen) genoteerd. Gemiddelde waarden van 0,78 tot 0,86 mg/kg in bepaalde gebieden van de Adriatische Zee waar de industriële verontreiniging groot is, t.o.v. 0,14 à 0,40 mg/kg in niet-verontreinigde gebieden werden gemeld (4) (5) (16). In dit verband kan erop gewezen worden dat de accumulatie van kwik toeneemt bij stijgende concentraties aan organische stoffen in het water en de sedimenten daar de mobiliteit en de oplosbaarheid van het kwik hierdoor sterk worden verhoogd (2) (14). Niet alleen industriële afvalprodukten, maar ook huishoudelijke afvalwateren zijn aldus verantwoordelijk voor verhoogde kwikopnamen. Dit is ongetwijfeld het geval voor de baai van Liverpool en de kustwateren van de

Tabel 3 Percent kwikgehalten die 0,5 of 1 mg/kg overschreden in tong uit de Noordzee en de Ierse Zee

Jaar	Noordzee		Ierse Zee	
	0,5 mg	1 mg/kg	0,5 mg	1 mg/kg
1973	8	0	26	1
1974	4	0	26	2
1975	6	0	6	2
1976	18	4	24	4
1977	8	0	14	0
Gemiddelde	8,8	0,8	19,2	1,8

ZW-Noordzee die bij dichtbevolkte streken liggen. Zeer uitgesneden kusten bevorderen daarenboven de akkumulatie van organische sedimenten, daar de waterbewegingen kleiner zijn (2).

Tenslotte kan worden benadrukt dat het verloop van de kwikgehalten over de periode van vijf jaar (figuren 4 en 5) tot een zekere status quo laat besluiten. De jaargemiddelden (tabel 1) leiden trouwens tot analoge besluiten.

Erkentelijkheid

Dit onderzoek werd gedeeltelijk uitgevoerd met de steun van het Instituut voor Aanmoediging van het Wetenschappelijk Onderzoek in Nijverheid en Landbouw in het kader van de programma's van de Commissie voor Toegepast Wetenschappelijk Onderzoek in de Zeevisserij.

Summary

Evolution of the mercury content in sole (Solea solea L.) from the North Sea and the Irish Sea.

The mercury content of sole from the North Sea and the Irish Sea was followed during a five years' period (1973-1977). With the exception for the first two years, no significant difference was found between the two areas, nor was there a clear trend in the evolution of the mercury concentrations in time. The average mercury content varied between 0.19 and 0.31 mg/kg (North Sea) and 0.21 and 0.41 mg/kg (Irish Sea).

Bibliografie

- (1) ABDULLAH M., ROYLE L. en MORRIS A. : Nature **235**, 158 (1972).
- (2) AUBERT M. en 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).
- (3) BELLAMY D. : New Scientist **54**, 76 (1972).
- (4) CIUSA W. en GIACCIO M. : Bolletino dei Laboratori chimici provinciali **23**, 137 (1972).
- (5) CIUSA W., GIACCIO M., DI DONATO F. en LUCIANETTI L. : Quaderni di Merceologia **12**, 33 (1973).
- (6) CUMONT G., GILLES G., BERNARD F., BRIAND M., STEPHAN G., ROMONDA G. en GUILLON G. : Ann/Hyg. L. Fr - Méd. et Nut. **11**, 17 (1975).
- (7) DE CLERCK R., VANDERSTAPPEN R. en VYNCKE W. : Ocean Management **2**, 117 (1974).
- (8) HARTLEY H. : Biometrika, **37**, 308 (1950).
- (9) IDOE : Baseline studies of Polluants in the Marine Environment and Research Recommendations : The IDOE Baseline Conference, New York, Mei 1972.
- (10) 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, Charlottenlund (Denemarken) (1974).
- (11) International Council for the Exploration of the Sea : Report of the North Sea Flatfish Working Group 1973, 1974, 1975, 1976, 1977, ICES, Charlottenlund (Denemarken).
- (12) International Council for the Exploration of the Sea : The ICES Coordinated Monitoring Programme 1974, Cooperative Research Report no. 58 (1977); The ICES Coordinated Monitoring Programmes 1975 and 1976, Cooperative Research Report No. 72, ICES, Charlottenlund (Denemarken) (1977).
- (13) 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, Charlottenlund (Denemarken) (1977).
- (14) KLEIN D. : Mercury in the Environment, Office of Research and Monitoring, U.S. Environmental Protection Agency, Washington (1973).
- (15) Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Working Party on the Monitoring of Foodstuffs for Heavy Metals. Third Report - Survey of Mercury in Food : A Supplementary Report, Her Majesty's Stationery Office, London (1973).
- (16) PENNACHIONI A. en MARCHETTI R. : Mercury contamination in some Italian waters, organisms and sediments, in : Problems of the Contamination of Man and his Environment by Mercury and Cadmium, Commission of the European Communities, Luxembourg, p. 655 (1974).
- (17) PRESTON A. : Nature **242**, 95 (1973).

(18) THONI H. : Journal of the American Statistical Association **64**, 632 (1969).

(19) VANDERSTAPPEN R., DE CLERCK R., VYNCKE W. en MOERMANS R. : Landbouwtijdschrift **31**, 331 (1978).

B2131