

Schatting percentage schone wolhandkrab in de gesloten gebieden

Michiel Kotterman, Martijn van der Lee* en Stijn Bierman,
Rapport C043/12



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

*RIKILT Wageningen UR

Institute for Food Safety

Opdrachtgever:

Ministerie EL&I
Directie AKV
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

Publicatiedatum:

4 juni 2012

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68	P.O. Box 77	P.O. Box 57	P.O. Box 167
1970 AB IJmuiden	4400 AB Yerseke	1780 AB Den Helder	1790 AD Den Burg Texel
Phone: +31 (0)317 480900	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00	Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 26	Fax: +31 (0)317 48 73 59	Fax: +31 (0)223 63 06 87	Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl	E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl	www.imares.wur.nl

© 2011 IMARES Wageningen UR

IMARES is onderdeel van Stichting DLO
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V12.2

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting.....	4
1. Inleiding.....	6
1.1 Probleemstelling.....	6
1.2 Achtergrond.....	6
1.3 Doelstelling.....	6
2. Methoden.....	7
2.1 Vangstgegevens.....	7
2.2 Meten som-TEQ gehalten in individuele wolhandkrabben.....	7
2.3 Som-TEQ analyse.....	9
3. Resultaten.....	10
3.1 Som-TEQ in individuele wolhandkrabben.....	10
3.2 Percentage wolhandkrab onder de gestelde limiet van 8 pg TEQ/gram.....	12
4. Discussie.....	17
5. Conclusies.....	19
6. Kwaliteitsborging.....	20
7. Referenties.....	21
8. Bijlage 1. Verhouding vlees lichaam en poten.....	24
9. Bijlage 2. Achtergrond informatie contaminatie van de wolhandkrab.....	25

Samenvatting

Aanleiding en doel

Het ministerie EL&I heeft, in afstemming met het ministerie van VWS, op grond van metingen van dioxines en dioxine-achtige (dl) PCB's in wolhandkrab en aal in 2011 bepaalde rivieren en waterlopen gesloten voor commerciële vangst van wolhandkrab en aal. In deze gebieden lagen de gemiddelde gehalten in aal hoger dan de Europese voedselveiligheidsnorm van 12 picogram som-TEQ per gram versgewicht. In 2010 zijn naar aanleiding van een Engelse wetenschappelijke publicatie, waarin relatief hoge gehalten aan contaminanten in wolhandkrabben, uit de Theems en uit Nederlandse wateren, werden gerapporteerd, ook een aantal metingen verricht in wolhandkrabben uit de gesloten gebieden door IMARES en RIKILT. De gehalten verschilden sterk per locatie en seizoen, maar de gehalten in het vlees uit het krabbenlichaam (bruin en wit vlees samen) lagen in de zomer ruim en in de herfst iets boven de norm van 8 pg som-TEQ/g vlees. Deze norm is echter alleen van toepassing op het witte vlees uit de aanhangsels van krabben. Omdat bij deze krabben ook het bruine en witte vlees uit het krabbenlichaam wordt gegeten is een risicobeoordeling gemaakt door het Frontoffice Voedselveiligheid RIVM-RIKILT waarbij geconcludeerd werd dat het consumeren van deze krabben niet veilig is.

De dioxine- en dioxineachtige-PCB-gehalten in individuele wolhandkrabben zijn tot op heden in Nederland nog niet uitgebreid in kaart gebracht. Wolhandkrab, gevangen in het gesloten gebied, wordt voornamelijk gevangen tijdens het trekseizoen (het najaar), waardoor een deel (afkomstig uit een schoon gebied) beneden deze norm kan zijn. Door het vangstverbod kan deze schone wolhandkrab eveneens niet worden gevangen. Het ministerie van EL&I wil de gederfde inkomsten, van de vissers die op wolhandkrab visten in het gesloten gebied, compenseren voor de wolhandkrab met een som-TEQ gehalte lager dan 8 pg /g, ervan uitgaande dat deze norm van toepassing zou moeten zijn op het hele eetbare deel van de krab (wit en bruinvlees uit lichaam en poten).

In dit rapport wordt het percentage geschat van de wolhandkrabvangst van beroepsvissers in het gesloten gebied die onder deze waarde van 8 pg/g ligt en dus wel voor consumptie geschikt zou zijn. Het ministerie van EL&I wil daarbij dat voor het gehele gesloten gebied één percentage van wolhandkrab onder de 8 pg som-TEQ/g wordt berekend.

Methode

Om de individuele variatie in som-TEQ gehalten te kunnen bepalen zijn op zes locaties in het gesloten gebied (Hollands Diep, Ketelmeer (200 m ten oosten van Ketelbrug), Noordzeekanaal (Westelijk van Zijkanaal C), Nieuwe Maas (Pernis), Waal bij Tiel en bovenstroomse Rijn (Tussen Tolkamer en Millingen)) wolhandkrabben gevangen in samenwerking met beroepsvissers en het monitoringprogramma van de Waterstaatkundige toestand des Lands (MWTL). De locaties Hollands Diep, Ketelmeer, Noordzeekanaal en Nieuwe Maas zijn gekozen als representatieve benedenstroomse locaties, omdat de wolhandkrab hierlangs trekt op weg naar de paaigebieden. Veel wolhandkrabvisserij is ook bij deze uittreklocaties gevestigd. Op de locatie Hollands Diep is twee keer bemonsterd; één keer in oktober en één keer in november 2011, zodat ook eventuele grote verschillen tussen de datum van bemonstering worden gemeten. De Waal bij Tiel en de bovenstroomse Rijn zijn gekozen als gebieden waarlangs wolhandkrab, afkomstig uit Oostelijke gebieden, naar zee trekt. Uit de vangsten van deze zeven bemonsteringen is vervolgens een selectie gemaakt van krabben die in de steekproef zijn opgenomen. Bij deze selectie is geen onderscheid gemaakt tussen vrouwelijke en mannelijke krab; de vangst is aselekt bemonsterd. De enige selectie die is toegepast is het uitsluiten van kleine, commercieel minder interessante wolhandkrab (minder dan ongeveer 80 gram versgewicht). Deze selectie leidde tot een steekproef van in totaal 107 wolhandkrabben die in deze studie zijn gebruikt om de benodigde schattingen te maken.

Resultaten meting som-TEQ gehalten in individuele wolhandkrab

Wanneer alleen wordt gekeken naar het vlees in het krabbenlijf, wit- en bruinvlees samen, bevatten 10 van de 107 krabben een som-TEQ gehalte lager dan 8 pg per gram versgewicht. Omdat de som-TEQ gehalten in witvlees uit de poten veel lager zijn; het witvlees uit de poten voldeed in alle locaties aan de voedselveiligheidsnorm, is het som-TEQ gehalte van de totale hoeveelheid vlees van de krab lager dan in het vlees uit alleen het lichaam. Wanneer ook het witvlees in de poten wordt meegenomen, bevatten 16 van de 107 krabben een som-TEQ gehalte van minder dan 8 pg per gram versgewicht.

Het vetgehalte in het vlees uit het lichaam van de krabben is gerelateerd aan de gemeten som-TEQ gehalten in al het krabbenvlees; hoe vetrijker de krab hoe hoger de kans op een gehalte hoger dan 8 pg TEQ/g vlees. De spreiding aan som-TEQ gehalten bij gegeven vetgehalte is echter wel groot.

Schatting van het percentage krabben in de commerciële vangsten onder de gestelde limiet

Zoals vermeld hadden 16 van de 107 krabben in de steekproef een geschatte som-TEQ in het krabbenvlees van minder dan 8 pg TEQ/g. Onder de aanname dat de steekproef representatief is voor de commerciële vangsten leidt dit tot een schatting van **15%** onder de gestelde limiet.

Over de representativiteit van de steekproef moet het volgende worden opgemerkt;

- Het betreft hier alleen krabben gevangen in de herfst
- Het is niet zeker dat alle krabben uit bovenstroomse gebieden naar de benedenstroomse visserijlocaties zouden trekken

Door de analyse van wolhandkrabben gevangen in de herfst is de schatting alleen betrouwbaar voor krabben gevangen in deze periode. Krabben uit het monster van de bovenstroomse locatie Rijn Tolkamer, waar geen commerciële wolhandkrab visserij plaatsvindt, met minder dan 1% vetgehalte zijn hoogstwaarschijnlijk nog niet paairijp. De verwachting is daarom dat deze krabben niet zouden gaan migreren naar zee in 2011, en zodoende niet in de vangst van de beroepsvissers zouden zijn terechtgekomen. Tevens is uit persoonlijke communicatie met vissers gebleken dat krabben van minder dan 100 gram versgewicht (onafhankelijk van de vangstlocatie) minder marktwaardig zijn. Deze twee factoren kunnen worden meegenomen in de berekening van het geschatte percentage wolhandkrab onder de norm; krabben met minder dan 1% vetgehalte uit het monster van de locatie Rijn Tolkamer en krabben van minder dan 100 gram versgewicht worden uit de steekproef weggelaten. Er resteren dan 78 wolhandkrabben in de steekproef, waarvan er in totaal 6 krabben een som-TEQ van minder dan 8 pg TEQ/g in het totale krabbenvlees hadden. Dit leidt tot een schatting van het percentage krabben in de commerciële vangsten onder de gestelde limiet van **7,7%**.

De data van de steekproef geven aanwijzingen dat er aanzienlijke verschillen kunnen zijn in het percentage krabben onder de gestelde limiet tussen monsters van krabben van verschillende locaties en vangstdata. Door deze variatie tussen monsters, en het feit dat de steekproef berust op zeven bemonsteringen, had een steekproef die genomen zou zijn op andere locaties en/of data, tot puntschattingen kunnen leiden die mogelijk aanzienlijk afwijken van de hierboven gegeven puntschattingen. Er kunnen uit deze data ook geen conclusies getrokken worden wat betreft vervuiling van de lokaal opgegroeide wolhandkrab of wat betreft vervuiling van de wolhandkrab die ter plaatse gevangen kan worden. Gebruik makende van de informatie over verschillen tussen de monsters in percentages krabben met som-TEQ onder de gestelde limiet, wordt er een 95% betrouwbaarheidsinterval geschat van het percentage krabben onder de limiet in de commerciële vangsten van 0, 9% - 39%.

1. Inleiding

1.1 Probleemstelling

In de voor wolhandkrab- en aalvangst gesloten gebieden is het gemiddelde gehalte van som-TEQ in wolhandkrab (wit en bruinvlees uit het lichaam), gemeten in de monitoring van een aantal mengmonsters uit 2010, hoger dan de voedselveiligheidsnorm van 8 pg/g witvlees (7). Op basis hiervan heeft de Staatsecretaris van EL&I, in afstemming met het ministerie van I&M, de vangst van wolhandkrab in die gebieden verboden. Door de natuurlijke variatie, versterkt door het feit dat wolhandkrab specifiek tijdens de trek wordt bevestigd, zal een percentage van de wolhandkrab mogelijk som-TEQ gehalten beneden de gestelde consumptienorm voor witvlees van 8 pg TEQ/gram versgewicht bevatten. Door het vangstverbod kan dit percentage echter niet worden gevangen. Het ministerie van EL&I wil deze gedeerde inkomsten compenseren. Hiervoor moet worden vastgesteld welk percentage van de commerciële wolhandkrabvangst uit deze voor consumptie geschikte krab bestaat.

1.2 Achtergrond

Voor de som van dioxines en dioxine-achtige PCB's (som-TEQ) in het witte vlees van krabben geldt een EU-norm van 8 pg TEQ/g vlees. Daarnaast is er ook een norm voor alleen dioxines (4 pg TEQ/g versgewicht) maar deze blijkt wat betreft overschrijding van de norm minder relevant voor wolhandkrab en is daarom in dit rapport verder buiten beschouwing gelaten. Om na te gaan hoe de situatie is in de Nederlandse rivieren en meren is in 2010 het gehalte bepaald op een aantal locaties; vlees uit het krabbenlichaam (wit en bruinvlees) is verzameld en van meerdere krabben is een mengmonster gemaakt (7). Hieruit bleek dat de som-TEQ gehalten van deze mengmonsters varieerden van 10 tot 96 pg TEQ/g. Uit voorzorg is daarom een vangstverbod voor wolhandkrab ingesteld op die locaties die ook voor de aalvangst gesloten zijn. In de risicobeoordeling, gemaakt na het instellen van het verbod door het Frontoffice Voedselveiligheid RIVM-RIKILT, is geconcludeerd dat het consumeren van deze krabben niet veilig is (zie link <http://www.vwa.nl/actueel/risicobeoordelingen/bestand/2201325/dioxines-in-wolhandkrab>).

De vangst van wolhandkrab heeft een piekseizoen in de trektijd (september t/m december). Wolhandkrabben trekken dan uit het hele achterland (inclusief Duitsland en België) naar de zee, om in de winter in zout water te paaien (zie ook Bijlage 2). De gevangen wolhandkrab in dat seizoen kan dus afkomstig zijn van zeer verschillende locaties; meer of juist minder vervuild. Er is echter geen informatie over waar de wolhandkrab, die gevangen wordt in de gesloten gebieden tijdens trektijd, vandaan komt. Als het som-TEQ gehalte van een mengmonster van 25 wolhandkrabben wordt bepaald, dan zal een deel van de individuele krabben gehalten lager dan het gemeten gemiddelde bevatten. Om op basis van de analysedata zo goed mogelijk een uitspraak te kunnen doen over het deel van de vangst dat wel aan de norm voldoet, moet de bemonsterde wolhandkrab goed overeenkomen met de commerciële vangst.

1.3 Doelstelling

De doelstelling is om aan de hand van som-TEQ data van individuele krab te schatten welk deel van de potentiële commerciële wolhandkrabvangst in de gesloten gebieden som-TEQ gehalten bevat in het witte en bruine vlees te samen beneden de limiet van 8 pg/g vlees.

2. Methoden

Voor het maken van de schatting van het aandeel van de vangst dat onder de gestelde limiet van som-TEQ van 8 pg/g valt, wordt uitgegaan van locaties en data die representatief zijn voor data en locaties waarop door beroepsvissers zou zijn gevestigd als in 2011 de gesloten gebieden open waren voor visserij op wolhandkrab tijdens het reguliere seizoen.

De informatie over de hoeveelheid gevangen krab, de grootte en gewichten, de vangstlocaties en het vangstseizoen is zeer beperkt. Ook zijn er geen lange termijn datasets aanwezig over contaminatie van wolhandkrab. De factor die de schatting van het percentage schone wolhandkrab nog extra compliceert is het feit dat waarschijnlijk vooral migrerende krab wordt gevangen door beroepsvissers. Van deze migrerende krab is per definitie niet bekend waar hij is opgegroeid.

Er is daarom slechts één dataset goed bruikbaar om de schatting te kunnen maken:

- Een speciaal voor deze studie vergaarde dataset met som-TEQ gehalten, geslacht en grootte van 107 wolhandkrabben verkregen in 2011 afkomstig van meerdere locaties. Deze dataset geeft een goed beeld van de spreiding in som-TEQ gehalten van individuen gevangen binnen één locatie en tussen de locaties. Ook geeft het informatie of en in welke mate som-TEQ gehalten toenemen met toenemende grootte en vetgehalte van de wolhandkrabben.

Naast bovenstaande dataset is ook gebruik gemaakt van kennis uit de wetenschappelijke literatuur. Deze kennis is verzameld en beschreven aan de hand van een aantal vragen in Bijlage 2.

2.1 Vangstgegevens

De data over de vangsten van wolhandkrab zijn zeer beperkt. De beroepsvissers hebben geen verplichting om de vangsten te rapporteren en de vangst kan direct worden verkocht aan de handel. De geregistreerde aanvoer van wolhandkrab bij visafslag Den Oever laat zien dat in de zomer de aanvoer daar zeer beperkt is, de grootste aanvoer is hier in het voorjaar en in het najaar (bron: schriftelijke mededeling Visafslag Den Oever). De kenmerken van deze wolhandkrabben, wat betreft grootte, geslacht en afkomst, zijn onbekend. Ook in het benedenrivierengebied, IJsselmeer en Lauwersmeer wordt tijdens de herfsttrek veel wolhandkrab gevangen (pers. communicatie vissers) (2). De grootte van de krab beïnvloedt de marktwaarde (2), vanaf ongeveer 100 gram heeft de krab een hogere waarde (pers. communicatie vissers).

2.2 Meten som-TEQ gehalten in individuele wolhandkrabben

Om de benodigde schatting te kunnen maken moeten som-TEQ gehalten worden gemeten in een steekproef van wolhandkrabben die onderdeel van de commerciële vangsten hadden kunnen uitmaken (en voor consumptie verkocht hadden kunnen worden). Onderstaande criteria zijn gebruikt om wolhandkrabben te selecteren als onderdeel van de steekproef, zodanig dat de bemonsterde krabben een zo goed als mogelijke weerspiegeling vormen van de krabben in de commerciële vangsten:

A. Datum en locatie van bemonstering

Op verschillende locaties binnen de gesloten gebieden, waarvan het aannemelijk is dat in voorgaande jaren wolhandkrab commercieel werd bevestigd of dat hier wolhandkrab langs trekt tijdens de paaitrek, zijn wolhandkrabben gevangen voor som-TEQ analyse. De wolhandkrabben in deze monsters kunnen op deze locaties zijn opgegroeid of hebben ten tijde van monsternamen deze locatie gepasseerd gedurende de migratie vanuit (een stroomopwaarts gelegen) opgroei gebied naar de zee. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat wolhandkrabben, afkomstig uit opgroei gebieden in zijwateren met relatief lage concentraties aan contaminanten (die niet gesloten zijn voor de wolhandkrabvangst), de gekozen vangstlocaties in de gesloten gebieden passeren gedurende hun migratie. Van drie benedenstroomse bemonsteringslocaties;

Hollands Diep, Nieuwe Maas en Ketelmeer zijn 25 individuele wolhandkrabben per locatie geanalyseerd. Van drie andere locaties; Noordzeekanaal, Rijn en Waal zijn minder wolhandkrabben per locatie gebruikt, zie Tabel 1. Het totaal geanalyseerde wolhandkrabben bedraagt 107 stuks. De locatie Hollands Diep is een representatieve locatie voor het benedenrivierengebied, waar veel wolhandkrab uittrekt en commerciële visserij bestond. Het Ketelmeer is een vergelijkbare locatie. De Nieuwe Maas en het Noordzeekanaal zijn ook potentiële uittrekgebieden voor de wolhandkrab. Wolhandkrabben uit de Waal bij Tiel en uit de Rijn bovenstrooms zijn ook geanalyseerd. Paairijpe krabben op deze locaties trekken stroomafwaarts naar het zoute water, en vormen dus een potentieel deel van de vangst. De monsters van wolhandkrabben zijn genomen gedurende oktober en november 2011. De migratie van de wolhandkrab duurt ongeveer van september tot en met december, de piek van de beroepsvissersvangsten is doorgaans in oktober (pers. communicatie vissers) (2).

B. Grootte-verdeling van de wolhandkrab overeenkomstig met die in de commerciële vangst;

Er is weinig bekend over het effect van geslacht, lengte en gewicht van de wolhandkrab op de som-TEQ gehalten. Omdat wolhandkrab boven de 100 gram commerciële waarde heeft is er gestreefd naar bemonstering van exemplaren van meer dan 100 gram.

Tabel 1. Locaties en data van de wolhandkrabvisserij en het aantal krabben wat geanalyseerd is

	Hollands Diep	Hollands Diep	Ketelmeer	Noordzee kanaal	Rijn Tolkamer	Nieuwe Maas Pernis	Waal Tiel	totaal
Datum	12 okt	9 nov	7 nov	25 nov	23 nov	24 nov	30 nov	
aantal krabben	13	12	25	15	14	25	3	107

De kwaliteit van de schatting van de spreiding aan som-TEQ waarden van wolhandkrabben in de vangsten van beroepsvissers, aan de hand van de gemeten TEQ gehalten in de krabben uit de steekproef, hangt af van de mate waarin de krabben in deze steekproef representatief zijn voor de krabben in de vangsten van beroepsvissers. Deze representativiteit hangt voornamelijk af van de gekozen locaties en data van de bemonstering. Indien de verdeling van krabben uit de verschillende locaties en data afwijkt van de verdeling van krabben in de commerciële vangsten over locaties en data, kan de steekproef een vertekend beeld geven. De verdeling van commerciële vangsten over weken en locaties is echter onbekend, behalve dat waarschijnlijk het grootste deel van de vangsten wordt gemaakt in de vier maanden september tot en met december. Eveneens is het onbekend of de vangstmethode een effect heeft op de samenstelling van de vangst.

Om de individuele variatie in som-TEQ gehalten te kunnen bepalen zijn op zes locaties in het gesloten gebied (Hollands Diep, Ketelmeer (200 m ten oosten van Ketelbrug), Noordzeekanaal (Westelijk van Zijkanaal C), Nieuwe Maas (Pernis), Waal bij Tiel en bovenstroomse Rijn (Tussen Tolkamer en Millingen) wolhandkrabben gevangen in samenwerking met beroepsvissers en het MWTL monitoringprogramma van RWS (alleen locatie Hollands Diep). Op de locatie Hollands Diep is dus twee keer een vangst gemaakt; één in oktober met een kor en één in de maand november met fuiken. Het monster met de kor in oktober in het Hollands Diep geeft een goede aanvulling van de steekproef omdat het vroeger in het seizoen is genomen en hierdoor de variabiliteit in monster-tijdstip combinaties vergroot. Uit de vangsten van deze zeven bemonsteringen is vervolgens een selectie gemaakt van krabben die in de steekproef zijn opgenomen. Bij deze selectie is geen onderscheid gemaakt tussen vrouwelijk en mannelijke krab; de vangst is aselekt bemonsterd. De enige selectie die is toegepast is het uitsluiten van kleine, commercieel minder interessante wolhandkrab. Door de samenstelling van de vangsten is de grens gelegd bij minder dan ongeveer 80 gram versgewicht.

De wolhandkrabben zijn door IMARES verwerkt; lengte (breedte schild), gewicht en geslacht zijn per krab genoteerd. De analysemonsters zijn gemaakt door de totale hoeveelheid vlees (wit en bruin) uit het krabbenlichaam te verzamelen. De voedselveiligheidsnorm is gebaseerd op versgewicht, daarom zijn de wolhandkrabben niet verhit voor het verzamelen van het vlees.

Uit praktische overwegingen is gekozen om niet van elke wolhandkrab al het eetbare product, dus vlees uit het lijf en het witvlees uit alle poten te verzamelen. De concentraties som-TEQ in witvlees zijn naar verwachting wel veel lager dan in bruinvlees. Hierdoor kan de hoeveelheid witvlees uit de poten een relevant verlagend effect hebben op de som-TEQ gehalten in het krabvlees uit de hele krab; wit- en bruinvlees samen. Van 25 krabben is daarom al het witte vlees uit de poten verzameld om een ratio tussen hoeveelheid witvlees uit de poten en vlees uit het krabbenlichaam te verkrijgen. In het project "monitoring wolhandkrab 2011" zijn som-TEQ gehalten bepaald in het witte vlees uit de poten. Met deze data kan de som-TEQ per totaal krabbenvlees worden bepaald.

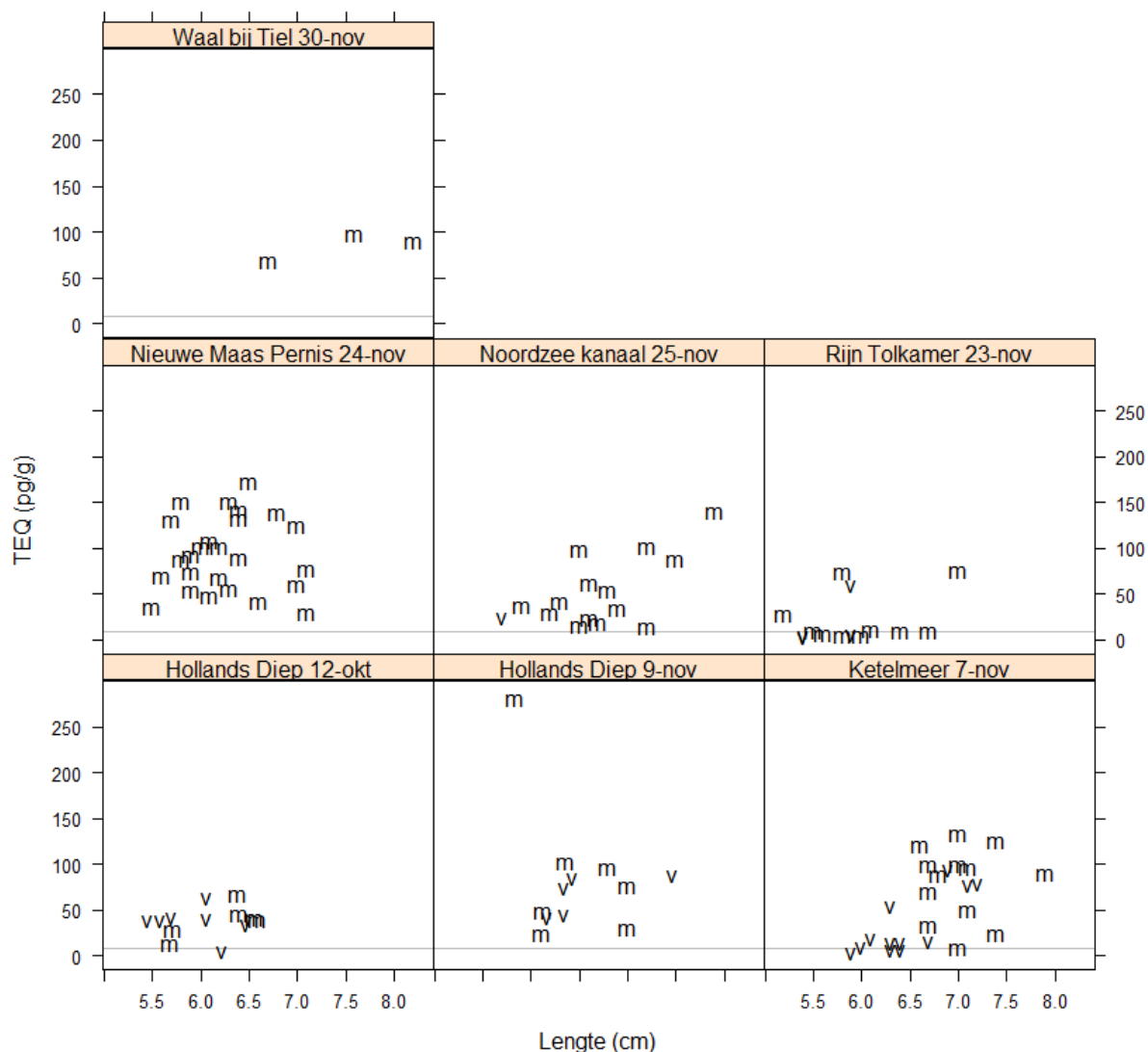
2.3 Som-TEQ analyse

De individuele monsters zijn door het RIKILT onderzocht op dioxines en dioxine-achtige PCB's, conform methode A0565. Het vleesproduct is gehomogeniseerd waarna het vet werd geëxtraheerd en vervolgens gezuiverd met behulp van een FMS Powerprep-systeem. In de uiteindelijke extracten zijn de individuele gehalten aan dioxines en dioxine-achtige PCB's bepaald met HRGC/HRMS en gebruik makend van de TEF-waarden uit 1998 omgerekend naar een som-TEQ gehalte (pg TEQ/g product op basis van versgewicht). De methode is geaccrediteerd volgens ISO 17025, de analyseresultaten voldoen aan de door het RIKILT gestelde kwaliteitscriteria.

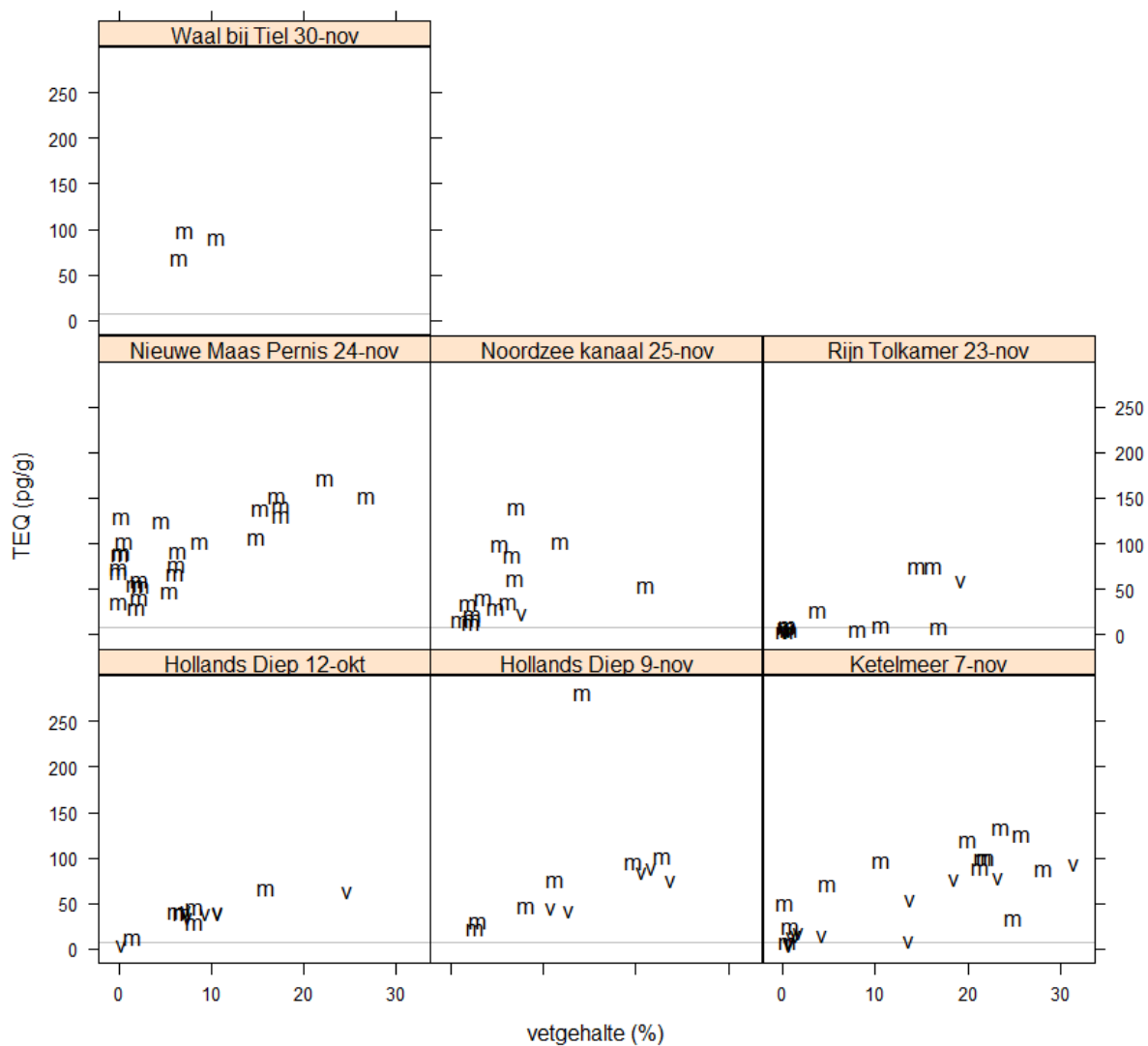
3. Resultaten

3.1 Som-TEQ in individuele wolhandkrabben

Van de in totaal 107 wolhandkrabben is het geslacht, lengte, gewicht, vetgehalte en som-TEQ gehalte bepaald. De relatie tussen lengte (breedte van het pantser) en som-TEQ is weergegeven in Figuur 1 en die tussen som-TEQ en vetgehalte is weergegeven in Figuur 2.



Figuur 1. De relatie tussen gemeten som-TEQ in het vlees uit het lichaam op basis van versgewicht, en de lengte van het schild, van de 107 wolhandkrabben uit de steekproef, uitgesplitst naar bemonstering (combinatie van locatie en datum). In de panels staat een horizontale lijn gegeven op som-TEQ=8 pg/g versgewicht.



Figuur 2. De relatie tussen gemeten som-TEQ in het vlees uit het lichaam, en het vetpercentage (op basis van versgewicht) in dit vlees van de 107 wolhandkrabben uit de steekproef, uitgesplitst naar bemonstering (combinatie van locatie en datum). In de panels staat een horizontale lijn gegeven op som-TEQ=8 pg/g versgewicht.

Uit deze gegevens ontstaat het beeld dat som-TEQ gehalten toenemen met vetgehalten.

De verschillen tussen de locaties waren groot, zowel geslachtverhouding als som-TEQ gehalten zijn zeer variabel. Het bovenstroomse gebied (Rijn Tolkamer) bevatte relatief veel (kleine) exemplaren onder de gestelde limiet (Figuur 1), maar deze krabben waren ook vetarm <1% (Figuur 2).

3.2 Percentage wolhandkrab onder de gestelde limiet van 8 pg TEQ/gram.

3.2.1 Correctie factor voor witvlees uit poten

In dit onderzoek is bij individuele krabben de som-TEQ gemeten in een monster van vlees uit het lichaam (bruinvlees en witvlees uit het lichaam). Daarnaast is in een ander onderzoek uit 2011 (project Monitoring wolhandkrab 2011) de som-TEQ gemeten in een mengmonster van witvlees uit de poten van alle krabben. Deze mengmonsters (25 krabben) zijn op dezelfde data en locaties genomen als het onderhavige onderzoek. De gemeten concentraties in het witvlees uit de poten staan in tabel 2. Het som-TEQ gehalte ligt in alle onderzochte witvlees monsters ruim onder de voedselveiligheidsnorm van 8 pg TEQ/gram versgewicht.

Tabel 2. Som-TEQ gehalten (in pg/g versgewicht) in het witvlees uit de poten van de wolhandkrab

Locatie monster, vangstdatum	Som-TEQ
Hollands Diep, 12-okt 2011	0,73
Hollands Diep, 9-nov 2011	0,73
Ketelmeer, 7-nov 2011	0,77
Noordzee kanaal, 25-nov 2011	1,5
Rijn Tolkamer, 23-nov 2011	0,99
Nieuwe Maas Pernis, 24-nov 2011	2,0
Waal Tiel, 30-nov 2011	0,71

Om vervolgens per krab de gemiddelde som-TEQ te schatten van het vlees uit zowel het lichaam als de poten moet de gewichtsverhouding (versgewicht) van het vlees uit de krabben en het vlees uit de poten worden bepaald. In 25 krabben zijn de gewichten van het witvlees in de poten en het vlees uit lichaam (wit en bruinvlees) gemeten (Bijlage 1). Het aantal grammen vlees uit het lichaam ligt gemiddeld genomen hoger dan het aantal grammen uit de poten. De gemiddelde ratio ("grammen vlees lichaam"/"grammen vlees poten" op basis van versgewicht) voor alle 25 krabben is 2,79, en de mediaan is 2,24. Er is enig bewijs dat deze ratio gemiddeld genomen hoger is voor vrouwtjes (wilcoxon rank sum test, $p=0,01$). Echter, omdat dit op slechts één monster berust is voor de schatting van de ratio van gewichten de mediaan (2,24) genomen. Er is de voorkeur gegeven aan de mediaan omdat deze minder wordt beïnvloed door de hoge waarden ("uitbijters") van meer dan 6 die bij één mannetje en één vrouwtje zijn waargenomen.

Het som-TEQ gehalte in het totaal van vlees uit poten en lichaam is geschat middels de volgende formule:

$$TEQ_i = (2,24 * TEQ_{lichaam_i} + TEQ_{poten_{j(i)}}) / 3,24$$

waarbij TEQ_i de gecorrigeerde som-TEQ is van wolhandkrab i ($i = 1, 2, \dots, 107$), $TEQ_{lichaam_i}$ de gemeten som-TEQ van het vlees uit het lichaam van krab i , en $TEQ_{poten_{j(i)}}$ de gemeten som-TEQ waarde uit het mengmonster van witvlees uit de poten van alle krabben van monster j van krab i . De gemeten waarden $TEQ_{poten_{j(i)}}$ voor de verschillende locaties j staan gegeven in Tabel 2.

Door de lage som-TEQ gehalten in het witte vlees uit de poten zijn de gecorrigeerde som-TEQ gehalten altijd lager dan de gehalten in het vlees van alleen het lichaam. De verdelingen van som-TEQ gehalten van individuele wolhandkrabben uit het vlees in het lichaam (niet-gecorrigeerd), en geschatte gehalten na correctie voor witvlees uit de poten staan gegeven in Figuur 3.

TEQ lichaam

Gecorrigeerde TEQ;
lichaam plus witvlees uit poten

Stam | Blad
x 10 | x 1

0 | 344455557788999
1 | 033455589
2 | 23347899
3 | 024456899
4 | 0000225577
5 | 034449
6 | 0137779
7 | 034456779
8 | 4788899
9 | 024667899
10 | 11117
11 |
12 | 0449
13 | 1279
14 | 2
15 | 11
16 |
17 | 1
18 |
19 |
20 |
21 |
22 |
23 |
24 |
25 |
26 |
27 |
28 | 0

Stam | Blad
x 10 | x 1

0 | 233334445566677799
1 | 00113366779
2 | 01113445577788889
3 | 0113357888
4 | 122467789
5 | 112233458
6 | 111122245677899
7 | 00114
8 | 367
9 | 012669
10 | 55
11 | 9
12 |
13 |
14 |
15 |
16 |
17 |
18 |
19 | 4

Voorbeeld:

0|2 is gelijk aan TEQ = 2

6|6 is gelijk aan TEQ = 66

Figuur 3. De gemeten som-TEQ gehalten van alle 107 individuele wolhandkrabben in de steekproef. Linker diagram: de gemeten som-TEQ in het bruinvlees en witvlees uit het lichaam; 10 (vetgedrukt) van de 107 krabben hebben een gehalte van minder dan 8 pg per gram versgewicht. Rechter diagram: de gecorrigeerde som-TEQ gehalten in al het krabbenvlees (witvlees en bruinvlees uit het lichaam en witvlees uit de poten): 16 (vetgedrukt) van de 107 krabben hebben een som-TEQ van minder dan 8 pg per gram versgewicht. In dit figuur zijn de som-TEQ gehalten afgerond op gehele getallen.

In Tabel 3 staan per bemonstering de aantallen wolhandkrabben, en percentages onder de gestelde limiet som-TEQ=8 pg/g versgewicht.

Tabel 3. Wolhandkrabben; aantallen en percentages wolhandkrabben onder en boven de som-TEQ limiet van 8 pg/g versgewicht, gebaseerd op de gecorrigeerde som-TEQ in het krabbenvlees.

	Hollands Diep 12-okt	Hollands Diep 9-nov	Ketelmeer 7-nov	Noordzee- kanaal 25-nov	Rijn Tolkamer 23-nov	Nieuwe Maas Pernis 24-nov	Waal Tiel 30-nov	totaal
aantal krabben som-TEQ>8	12	12	20	15	4	25	3	91
aantal krabben som-TEQ<8	1	0	5	0	10	0	0	16
totaal aantal krabben	13	12	25	15	14	25	3	107
% krabben som-TEQ < 8	7,7	0	20,0	0	71,4	0	0	15,0

In Tabel 3 staan alle geanalyseerde wolhandkrabben vermeld, ook die exemplaren met een gering gewicht (tussen de 80 en 100 gram). Krabben met lichaamsgewichten van meer dan 100 gram hebben een goede marktwaarde (pers. communicatie vissers). Om die reden worden de krabben met lichaamsgewichten van minder dan 100 gram bij vervolg schattingen niet meegenomen.

Wolhandkrabben met minder dan 1% vet zijn geen paarijpe krabben (zie Bijlage 2) en trekken dus niet uit naar het zoute water. Deze vetarme krabben uit de bovenstroomse Rijn maken dan ook normaal gesproken geen deel uit van de vangsten in het benedenrivierengebied. Deze krabben zijn daarom bij de volgende schattingen weggelaten.

Door selectie op basis van deze twee criteria vallen in totaal 29 krabben af, waarvan 28 op basis van het feit dat de krab minder dan 100 gram weegt, en één krab uit Rijn Tolkamer die wél meer weegt dan 100 gram, maar minder dan 1% vet bevat. De verdeling van geschatte gecorrigeerde som-TEQ waarden van de resterende 78 krabben is gegeven in Figuur 4, in Tabel 4 zijn de 78 wolhandkrabben per locatie weergegeven.

Gecorrigeerde TEQ;
lichaam plus witvlees uit poten

Stam | Blad
x 10 | x 1

0 | 3556679
1 | 00113667
2 | 11134457888
3 | 11337888
4 | 1246779
5 | 2233458
6 | 111122245677899
7 | 0014
8 | 367
9 | 12669
10 | 55
11 | 9

Voorbeeld:

0|2 is gelijk aan TEQ = 2

6|6 is gelijk aan TEQ = 66

Figuur 4. De geschatte som-TEQ gehalten (in al het krabbenvlees) van de 78 individuele wolhandkrabben die in de steekproef overblijven na omissie van krabben met minder dan 100 gram versgewicht en krabben met minder dan 1% vetgehalte uit het monster Rijn bij Tolkamer. In totaal zes (vetgedrukt) uit de 78 krabben hebben een som-TEQ van minder dan 8 pg per gram versgewicht. In dit figuur zijn de som-TEQ gehalten afgerond op gehele getallen.

Tabel 4. Wolhandkrabben na selectieprocedure; aantallen en percentages wolhandkrabben onder en boven de som-TEQ limiet van 8 pg/g, gebaseerd op de gecorrigeerde som-TEQ in het krabbenvlees. Wolhandkrabben minder dan 100 gram en wolhandkrabben uit locatie Rijn Tolkamer met minder dan 1% vetgehalte zijn uitgesloten.

	Hollands Diep 12-okt	Hollands Diep 9-nov	Ketelmeer 7-nov	Noordzee kanaal 25-nov	Rijn Tolkamer 23-nov	Nieuwe Maas Pernis 24-nov	Waal Tiel 30-nov	totaal
aantal krabben TEQ>8	6	10	18	14	1	20	3	72
aantal krabben TEQ<8	1	0	3	0	2	0	0	6
totaal aantal krabben	7	10	21	14	3	20	3	78
% krabben TEQ < 8	14	0	14	0	67	0	0	7,7

3.2.2 Geschat percentage wolhandkrab onder de gestelde limiet som-TEQ

Naast de schattingen zoals in Tabel 3 en Tabel 4 zijn gemaakt, zijn in dit rapport nog twee schattingen gemaakt van het percentage krabben met een som-TEQ gehalte die lager is dan de gestelde limiet. Bij schatting 3 zijn krabben uit het bovenstroomse gebied (Waal en Rijn) niet meegenomen. Schatting 4 is gelijk aan schatting 3, maar zijn ook de krabben kleiner dan 100 gram weggelaten uit de berekening. De berekende percentages zijn samengevat in tabel 5.

Tabel 5. Schattingen van het percentage schone wolhandkrab op basis van gecorrigeerde som-TEQ in het gehele krabbenvlees

In berekeningen meegenomen	aantal boven limiet	aantal onder limiet	% onder limiet
Schatting 1; alle krabben	91	16	15
Schatting 2; alle krabben, zonder <100 g & Rijn <1% vet	72	6	7,7
Schatting 3; alle krabben, zonder Waal/Rijn Tolkamer	84	6	6,7
Schatting 4; alle krabben, zonder <100 g & zonder Waal/Rijn	68	4	5,6

Bij **Schatting 1** is aangenomen dat alle 107 krabben in de steekproef direct representatief zijn voor de krabben in de commerciële vangsten (zie ook tabel 3).

Schatting 2 is als schatting 1, maar zonder krabben <100 gram en Rijn Tolkamer <1% vet (zie ook tabel 4).

Schatting 3 is als schatting 1, maar zonder krabben uit de locaties Rijn Tolkamer en Waal Tiel.

Schatting 4 is als schatting 1, maar zonder krabben uit de locaties Rijn Tolkamer en Waal Tiel en zonder krabben met minder dan 100 gram versgewicht.

De verschillende schattingen zijn uitgevoerd, omdat onduidelijk is welk deel van de krabben in de commerciële vangsten voorkomen. De uitkomsten van de vier schattingen variëren van 5,6 tot 15% van de potentiële vangst met een som-TEQ gehalte concentratie onder de gestelde limiet van 8 pg TEQ/gram.

3.2.3 Geschatte betrouwbaarheidsinterval

De hierboven gegeven puntschattingen zijn gebaseerd op een steekproef van krabben. In afwezigheid van gegevens over de samenstelling van de vangsten van beroepsvissers, voornamelijk de grootte-samenstelling van vangsten en de verdeling van tonnages vangsten over de tijd en locaties, is het te optimistisch om als modelaannname te veronderstellen dat deze steekproef-krabben rechtstreeks en onafhankelijk uit de vangsten van beroepsvissers zijn getrokken naar rato van hun voorkomen (voornamelijk grootteklasse en vangstlocatie en tijdstip) in de vangsten. Deze modelaannname zou kunnen leiden tot een mogelijke onderschatting van de grootte van de betrouwbaarheidsintervallen van de puntschattingen. In plaats daarvan is het meer realistisch om te werken met de modelaannname dat de gekozen locaties en data representatief zijn voor de locaties en data waarop de beroepsvissers hun vangsten maakten (voordat de gebieden gesloten werden). Er zijn aanwijzingen uit de data van de steekproef dat er aanzienlijke verschillen kunnen zijn in het percentage krabben onder de gestelde limiet tussen monsters van krabben van verschillende locaties en data. Door deze variatie tussen monsters en het feit dat de steekproef berust op zeven bemonsteringen (waarbij ook nog twee monsters met slechts een klein aantal krabben boven de 100 gram; Waal bij Tiel en Rijn Tolkamer), is de onzekerheid van de puntschattingen relatief groot. In andere woorden; gegeven de variatie tussen monsters en het kleine aantal monsters, had een steekproef die genomen zou zijn op andere locaties en/of data tot puntschattingen kunnen leiden die mogelijk aanzienlijk afwijken van de hierboven gegeven puntschattingen.

Met medeneming van de variatie tussen monsters van verschillende data en locaties in het percentage krabben onder de limiet, kan een schatting van een betrouwbaarheidsinterval worden gemaakt middels onderstaand model:

$$k_i \sim \text{Bin}(p_i, N_i)$$
$$\text{logit}(p_i) = a + \beta_i$$

In dit model is k_i het aantal krabben onder de gestelde limiet in monster i ($i=1,2,\dots,7$), N_i het totale aantal krabben in monster i , p_i de kans dat een krab onder de limiet valt in monster i , a een parameter voor de geschatte gemiddelde kans (over alle monsters) dat een krab onder de limiet valt, en β_i een afwijking (Engels: 'random effect') per monster van deze gemiddelde kans. De functie $\text{logit}(p_i)$ staat voor de logistische transformatie: $e^{(a + \beta_i)} / (1 + e^{(a + \beta_i)})$.

Gebruik makende van alle zeven locaties (in bovenstaand model wordt in aanmerking genomen dat het aantal krabben per locatie (en daarmee de hoeveelheid informatie) verschilt) en van alle krabben boven de 100 gram en met méér dan 1% vetgehalte (locatie Rijn Tolkamer) wordt er een gemiddelde kans geschat van 7.7% met een schatting van een 95% betrouwbaarheidsinterval van 0.9% - 39%. Deze schatting weerspiegelt de relatief grote onzekerheid met betrekking tot de grotere groep aan locaties en data waarop de vangsten van beroepsvissers kunnen zijn gemaakt.

Samenvattend, puntschattingen van het percentage krabben in de vangsten van beroepsvissers onder de limiet vallen tussen de 5.6% (alleen krabben uit benedenstroomse locaties met meer dan 100 gram versgewicht in de steekproef) en 15.0% (alle 107 krabben in de steekproef). Het geschatte 95% betrouwbaarheidsinterval van deze puntschattingen is voor beide schattingen relatief groot; 0.9% - 39%.

4. Discussie

De berekening van het percentage wolhandkrab met som-TEQ gehalten in het gehele eetbare deel (lijf en poten) onder de gestelde limiet van 8 pg/g berust op de dataset van individuele wolhandkrabben. Voor een goede schatting van het percentage schone wolhandkrab moeten de krabben in deze dataset representatief zijn voor de krabben in de commerciële vangsten. De dataset bestaat daarom uit verschillende monsters van verschillende locaties en data; alle in het gesloten gebied op plaatsen waar wolhandkrab langs kan trekken tijdens de paaitrek. Omdat niet bekend is in welke periodes en op welke locaties hoeveel wolhandkrab wordt gevangen, is het simuleren van de commerciële vangst niet mogelijk. Dit wordt weerspiegeld in de relatief grote spreiding van het betrouwbaarheidsinterval van de schattingen. De keuze voor verschillende locaties en data van bemonsteren geeft wel een goed beeld van de mogelijke vangst in de periode oktober en november 2011. In de beperkte bemonstering van 2010 bleek dat de wolhandkrab, eind zomer (begin trektijd) gevangen in de Merwede, een hoger som-TEQ gehalte bevatte (96 pg/g wit- en bruinvlees uit het lichaam) dan de wolhandkrab gevangen in november in dit gebied (16 pg/g). Het lagere gehalte in november wordt mogelijk verklaard door vangst van migrerende krab, afkomstig uit schonere gebieden. Ook de huidige dataset is verzameld terwijl het trekseizoen al gevorderd was, wat de mogelijkheid openlaat dat de gevangen krab zowel van dichtbij (lokale krab) als van veraf afkomstig is. Uit de aangeleverde bemonsterde krabben is een steekproef genomen om de gewenste aantallen te bereiken. Deze steekproef is aselectief wat betreft geslacht. Alleen hele kleine krabben, met een verwachte lage marktwaarde, zijn niet geselecteerd voor analyse.

De in dit rapport berekende schatting percentage schone wolhandkrab berust volledig op de monsters genomen in het herfst-trekseizoen. De aanvoer van wolhandkrab, gevangen in de lente, kan aanzienlijk zijn volgens de gegevens van de afslag Den Oever. Er is echter geen informatie over de herkomst van deze krab en ook niet over de vervuilingsgraad van deze krabben.

De gemeten gehalten som-TEQ in witvlees uit de poten van de wolhandkrab zijn veel lager dan in het vlees uit het lichaam (wit en bruinvlees samen). Dit is een algemeen verschijnsel; bruinvlees van crustaceën bevat meer organische contaminanten dan het witte vlees. Dit wordt voor een groot deel verklaard door het veel hogere vetgehalte in het bruine vlees, zie ook Bijlage 2. Omdat wolhandkrab in zijn geheel wordt geconsumeerd is in dit rapport gerekend met de som-TEQ gehalten in de totale hoeveelheid vlees van de wolhandkrab; wit en bruinvlees uit poten en lichaam van de wolhandkrab.

De geconstateerde grote individuele variatie in som-TEQ gehalte kan worden verklaard door het feit dat trekkende krab is bemonsterd, mogelijk afkomstig van zeer verschillende locaties. Omdat de omgevingscondities van de krab sterk de opgenomen hoeveelheid contaminanten bepalen, zullen krabben van verschillende locaties ook verschillende gehalten som-TEQ kunnen bevatten.

Er is weinig correlatie tussen grootte van de krab en het gehalte aan som-TEQ, er is wel een correlatie met het vetgehalte van de krab waargenomen. Een hoog vetgehalte is een aanwijzing dat het een volwassen, paarijpe krab is. Voor het paaien hoopt een wolhandkrab namelijk veel vet op in de hepatopancreas dat wordt gebruikt voor de ontwikkeling van de gonaden (voortplantingsorganen), zie hiervoor Bijlage 2.

Ondanks de correlatie tussen de hoeveelheid som-TEQ in de wolhandkrab en het vetgehalte, zijn er ook individuele wolhandkrabben die, mét een hoog vetpercentage, een laag som-TEQ gehalte bevatten. Dit maakt het aannemelijk dat wolhandkrab aan de voedselveiligheidsnormen kan voldoen, als deze opgroeit in een schoon gebied. Deze vette wolhandkrabben met een laag som-TEQ gehalte zijn vooral geconstateerd in de bovenstroomse Rijn (tussen Millingen en Tolkamer). Omdat deze vette krab waarschijnlijk migreerde richting zee is onbekend waar deze is opgegroeid. Andersom zijn er ook

krabben geanalyseerd met een erg laag vetpercentage maar met wel een hoog som-TEQ gehalte (Nieuwe Waterweg bij Pernis). Dit suggereert dat deze op een zeer vervuilde locatie zijn opgegroeid en, omdat dit waarschijnlijk niet-migrerende krab betreft, dat de verontreiniging lokaal was. Omdat deze monsters alleen een indicatie geven van het vervuilingsniveau per locatie op het tijdstip van monsternamen, kunnen er geen conclusies getrokken worden wat betreft vervuiling van de lokaal opgegroeide wolhandkrab of wat betreft vervuiling van de wolhandkrab die ter plaatse gevangen kan worden.

Uit de literatuur blijkt dat wolhandkrab, evenals veel andere crustaceeën, voor de reproductie grote hoeveelheden vet in hepatopaneas (en gonaden) opslaat (20 tot 30% op versgewicht basis). Vooral de hepatopaneas is een reserve-opslagplaats dat wordt gebruikt voor en tijdens de paai, zie hiervoor Bijlage 2. Er is geen informatie gevonden over een minimum vetpercentage waarbij de wolhandkrab paairijp is. Gezien de beschreven vetpercentages in gonaden en hepatopaneas en de gemeten vetpercentages in de individuele wolhandkrabben, kan worden aangenomen dat de wolhandkrabben uit deze studie met vetpercentages onder de 1 % niet paairijp zijn. Dit betekent dat die krabben met lage vetpercentages, gevangen in gebieden waar geen commerciële vangst plaatsvindt (Bovenstroomse riviergebieden), niet naar de zee trekken en dus normaal gesproken niet in de commerciële vangst komen.

5. Conclusies

De schatting van het percentage schone wolhandkrab, op basis van de 107 geanalyseerde wolhandkrabben uit zes locaties en verschillende data, bedraagt 15 %. De onzekerheid van deze schatting is groot, omdat veel informatie, die aangeeft in welke mate deze steekproef van krabben overeenkomt met de commerciële vangst die in 2011 plaats had kunnen vinden, ontbreekt. Het geschatte 95% betrouwbaarheidsinterval bedraagt 0,9% - 39%. Deze schatting kan worden aangepast aan een aantal randvoorwaarden. Zo zal de wolhandkrab, gevangen in de bovenstroomse Rijn waar weinig commerciële wolhandkrabvisserij plaatsvindt, alleen deel van de vangst uitmaken als deze paairijp is en naar zee trekt. Zoals hierboven beschreven is het vetpercentage hiervoor van belang; magere krab, met vetgehalten van minder dan 1% vet, is niet paairijp en migreert niet naar zee.

De grootte van een wolhandkrab bepaalt voor een deel de marktwaarde. Paairijpe krab (met hoog vetgehalte) wordt als delicatessen beschouwd en de in dit rapport gepresenteerde data laten zien dat er een redelijke relatie is tussen vetgehalte en grootte, dus hoe groter de krab hoe groter de kans dat het een paairijp exemplaar is met een hoge culinaire waarde.

Door kleine krab van minder dan 100 gram en magere wolhandkrab uit bovenstroomse gebieden (Rijn Tolkamer) uit te sluiten van de steekproef neemt het percentage geschatte schone wolhandkrab af tot 7,7 %. Het geschatte betrouwbaarheidsinterval blijft echter 0,9-39%.

6. Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 57846-2009-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2012. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

RIKILT gebruikt in haar onderzoek een groot aantal geaccrediteerde methoden. RIKILT is geaccrediteerd op basis van ISO 17025 en ILAC G13. De betreffende testen zijn te vinden op www.rva.nl onder nummer L014 en R013. De analyse op dioxines en PCB's is een van deze geaccrediteerde testen. Ook het RIKILT hecht grote waarde aan de kwaliteit van de uitgevoerde werkzaamheden en streeft naar continue verbetering van het kwaliteitssysteem. Deze accreditatie is geldig tot 1 november 2013 en is voor het eerst verleend op 18 augustus 1989; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

7. Referenties

1. Kotterman, M. J. J., van der Lee, M.K. (2011) Gehaltes aan dioxines en dioxine-achtige PCBs (totaal-TEQ) in paling en wolhandkrab uit Nederlands zoetwater, *IMARES rapport C011/11*.
2. Soes, D. M., van Horssen, P.W., Bouma, S., Collombon, M.T. (2007) Chinese wolhandkrab; Een literatuurstudie naar ecologie en effecten *Rijkswaterstaat Rapport nr.: 07-234*.
3. Kotterman M.J.J.; Hoek-van Nieuwenhuizen, M. J. (2007) Alternatief voor Biologische Monitoring microverontreiniging in rode aal., *Wageningen IMARES Rapport C090/07*.
4. Moermond, C. T. A., Roozen, F., Zwolsman, J. J. G., and Koelmans, A. A. (2004) Uptake of sediment-bound bioavailable polychlorobiphenyls by benthivorous carp (*Cyprinus carpio*), *Environmental Science & Technology* 38, 4503-4509.
5. Kotterman, M. J. J. (2009) Invloed vermageren aal op de concentratie PCB's, literatuur studie met een praktische inslag, *IMARES Rapport C080/09*.
6. Jin, G., Xie, P., and Li, Z. J. (2003) Food habits of two-year-old Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) stocked in Lake Bao'an, China, *Journal of Freshwater Ecology* 18, 369-375.
7. Czerniejewski, P., aw, Rybczyk, A., and Wawrzyniak, W. (2010) Diet of the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* H. Milne Edwards, 1853, and potential effects of the crab on the aquatic community in the River Odra/Oder estuary (N.-W. Poland), *Crustaceana* 83, 195-205.
8. van der Lee, M. K., van Leeuwen, S. P. J., Kotterman, M.J.J., en Hoogenboom, L. A. P. (2012) Contaminanten in schubvis. Onderzoek naar dioxines, PCB's en zware metalen in schubvis, *RIKILT rapport*.
9. Sakurai, T., Kim, J. G., Suzuki, N., Matsuo, T., Li, D. Q., Yao, Y. A., Masunaga, S., and Nakanishi, J. (2000) Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in sediment, soil, fish, shellfish and crab samples from Tokyo Bay area, Japan, *Chemosphere* 40, 627-640.
10. Niimi, A. J. (1996) Evaluation of PCBs and PCDDFs retention by aquatic organisms, *Science of The Total Environment* 192, 123-150.
11. Fletcher, C. L., and McKay, W. A. (1993) Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and dibenzofurans (PCDFs) in the aquatic environment — A literature review, *Chemosphere* 26, 1041-1069.
12. Wan, Y., Hu, J., Yang, M., An, L., An, W., Jin, X., Hattori, T., and Itoh, M. (2005) Characterization of Trophic Transfer for Polychlorinated Dibenzo-p-dioxins, Dibenzofurans, Non- and Mono-ortho Polychlorinated Biphenyls in the Marine Food Web of Bohai Bay, North China, *Environmental Science & Technology* 39, 2417-2425.
13. Clark, P. F., Mortimer, D. N., Law, R. J., Aaverns, J. M., Cohen, B. A., Wood, D., Rose, M. D., Fernandes, A. R., and Rainbow, P. S. (2009) Dioxin and PCB Contamination in Chinese Mitten Crabs: Human Consumption as a Control Mechanism for an Invasive Species, *Environmental Science & Technology* 43, 1624-1629.
14. Cheng, Y., Wu, X., Yang, X., and Hines, A. H. (2008) Current Trends in Hatchery Techniques and Stock Enhancement for Chinese Mitten Crab, *Eriocheir japonica sinensis*, *Reviews in Fisheries Science* 16, 377-384.

15. Wen, X., Chen, L., Ai, C., Zhou, Z., and Jiang, H. (2001) Variation in lipid composition of Chinese mitten-handed crab, *Eriocheir sinensis* during ovarian maturation, *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology* 130, 95-104.
16. Wu, X., Cheng, Y., Sui, L., Yang, X., Nan, T., and Wang, J. (2007) Biochemical composition of pond-reared and lake-stocked Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* (H. Milne-Edwards) broodstock, *Aquaculture Research* 38, 1459-1467.
17. Wu, X., Cheng, Y., Sui, L., Zeng, C., Southgate, P. C., and Yang, X. (2007) Effect of dietary supplementation of phospholipids and highly unsaturated fatty acids on reproductive performance and offspring quality of Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* (H. Milne-Edwards), female broodstock, *Aquaculture* 273, 602-613.
18. van der Lee, M. K., W. A. Traag, M. Hoek-van Nieuwenhuizen, M. J. J. Kotterman, L. A. P. Hoogenboom. (2009) Onderzoek naar verontreinigingen in rode aal uit Nederlandse binnenwateren - Monitoringprogramma ten behoeve van Nederlandse sportvisserij 2004-2008, *RIKILT/IMARES rapport 2009.011*.
19. Karouna-Renier, N. K., Snyder, R. A., Allison, J. G., Wagner, M. G., and Ranga Rao, K. (2007) Accumulation of organic and inorganic contaminants in shellfish collected in estuarine waters near Pensacola, Florida: Contamination profiles and risks to human consumers, *Environmental Pollution* 145, 474-488.
20. Eickhoff, C. V., He, S.-X., Gobas, F. A. P. C., and Law, F. C. P. (2003) Determination of polycyclic aromatic hydrocarbons in dungeness crabs (*Cancer magister*) near an aluminum smelter in Kitimat Arm, British Columbia, Canada, *Environmental Toxicology and Chemistry* 22, 50-58.
21. Lu, J. R., Miyata, H., Huang, C. W., Tsai, H. T., Sheng, V. Z., Nakao, T., Mase, Y., Aozasa, O., and Ohta, S. (1995) Contamination levels of pcds, pcds and non-ortho chlorine substituted coplanar pcbs in milkfish and crab from culture pond and coastal area near open-air incineration sites for metal reclamation in Wan-Li, Taiwan, republic-of-china, *Chemosphere* 31, 2959-2970.
22. Berge, J. A., and Brevik, E. M. (1996) Uptake of metals and persistent organochlorines in crabs (*Cancer pagurus*) and flounder (*Platichthys flesus*) from contaminated sediments: Mesocosm and field experiments, *Marine Pollution Bulletin* 33, 46-55.
23. Ong Che, R. G., and Cheung, S. G. (1998) Heavy metals in *Metapenaeus ensis*, *Eriocheir sinensis* and sediment from the Mai Po marshes, Hong Kong, *Science of The Total Environment* 214, 87-97.
24. Knutzen, J., Bjerkgeng, B., Naes, K., and Schlabach, M. (2003) Polychlorinated dibenzofurans/dibenzo-p-dioxins (PCDF/PCDDs) and other dioxin-like substances in marine organisms from the Grenland fjords, S. Norway, 1975-2001: present contamination levels, trends and species specific accumulation of PCDF/PCDD congeners, *Chemosphere* 52, 745-760.
25. Brochu, C., Moore, S., and Pelletier, E. (1995) Polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans in sediments and bitoa of the Saguenay Fjord and the St Lawrence Estuary, *Marine Pollution Bulletin* 30, 515-523.
26. Reichmuth, J. M., Weis, P., and Weis, J. S. (2010) Bioaccumulation and depuration of metals in blue crabs (*Callinectes sapidus* Rathbun) from a contaminated and clean estuary, *Environmental Pollution* 158, 361-368.

Verantwoording

Rapport nummer : C043/12

Project nummer : 4305109801

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Martin van de Graaf
onderzoeker

Handtekening:



Datum: 4 juni 2012

Akkoord: J.H.M. Schobben
Hoofd afdeling Vis

Handtekening:



Datum: 4 juni 2012

8. Bijlage 1. Verhouding vlees lichaam en poten

Gewichten van het vlees uit het lichaam en de poten van 25 individuele krabben (monster uit het Ketelmeer). De mediaan van de ratio "gewicht vlees uit lichaam" gedeeld door "gewicht vlees uit poten" van deze 25 krabben is gebruikt als schatting voor de omrekeningsfactor van de gemeten som-TEQ in het vlees uit het lichaam (per krab; waarden gegeven in tabel) naar de som-TEQ van al het vlees van de krab (zowel uit het lichaam als de poten) met behulp van de gemeten som-TEQ in mengmonsters uit het vlees van de poten. In de tabel staan ook de lengten, versgewichten en geslachten (M=man, V=vrouw) gegeven.

Lengte (cm)	Gewicht (gram)	Geslacht	Som-TEQ vlees uit lichaam (pg/g)	Gewicht vlees uit poten (gram)	Gewicht vlees uit lichaam (gram)
5.9	87.4	V	3.77	2.25	14.4
6.9	132.6	V	93.56	7.35	18.3
6	91.1	V	9.26	6.1	13.6
7.4	185.5	M	124.43	12.6	26.1
7.1	189.9	M	96.02	15.4	24.5
6.3	116.7	V	54.05	14.9	13.7
6.7	142.9	M	70.15	11.8	15.2
7.4	186.25	M	23.55	17.1	22.9
6.8	165.95	M	87.72	15.5	20.8
6.3	103.5	V	13.52	5.8	15.8
7	168.76	M	132.09	9.72	23.4
6.3	107.3	V	6.63	4.9	12.8
6.7	112.5	V	15.45	4.3	20.9
6.4	108.9	V	14.71	4.4	17.7
6.7	156.1	M	98.91	12.6	21.5
7.9	239.3	M	89.32	22.2	32.8
6.7	153.4	M	32.43	7.3	20
7	152.3	M	8.26	9.5	16.3
6.6	142.5	M	119.67	11.7	17.1
6.1	96.3	V	18.61	5.4	11.9
6.4	181	V	6.99	4.1	19.5
7.1	173.7	V	76.97	6.7	33.6
7	139.2	M	99.45	4.2	28.6
7.2	145.3	V	79.03	10.4	37.4
7.1	95.6	M	49.97	13.4	28.9

9. Bijlage 2. Achtergrond informatie contaminatie van de wolhandkrab

Welke factoren leiden tot een hoge ophoping van contaminanten

Inleiding en doel

De kennis over de accumulatie van PCB's en dioxines in de wolhandkrab is gering. Op basis van de beschikbare data lijkt de wolhandkrab in Nederlandse binnenwateren een ander accumulatiegedrag te vertonen dan andere organismen zoals de aal. Concentraties van som-TEQ in mengmonsters zijn hoger in de wolhandkrab dan in aal gevangen op dezelfde locaties. Dit is opvallend, want gewoonlijk bevatten langlevende, carnivore organismen met hoge vetpercentages en/of organismen hoog in de voedselketen hoge concentraties PCB's en dioxines. De aal voldoet aan deze eigenschappen, de wolhandkrab daarentegen echter niet. De wolhandkrab is geslachtrijp in enkele jaren, bevat sterk wisselende vetgehalten (van laag tot hoog), is voornamelijk herbivoor en staat laag in de voedselketen. Dit document belicht de beschikbare informatie over wolhandkrab in relatie tot vervuiling met contaminanten, aan de hand van een aantal specifieke vragen.

Kan, en in welke mate, uit het leefpatroon van de wolhandkrab een verklaring gevonden worden voor de hoge TEQ-waarden in wolhandkrab?

De levenscyclus van de wolhandkrab is goed bekend en staat uitgebreid beschreven in het RWS rapport Chinese wolhandkrab (2). In het kort kan deze als volgt worden omschreven. Wolhandkrab paait in zout water (estuaria) gedurende de winter, de eieren komen uit op zee en de kleine krabben trekken in de zomer de rivieren en andere waterlopen in. In een aantal jaren (3 tot 5) volgroeit de wolhandkrab tot een paairijp exemplaar, waarna in de herfst de trek naar zee plaatsvindt. De krabben sterven over het algemeen na het paaien, maar er is echter ook kans dat een deel overleeft en in de lente weer de rivieren optrekt. Wolhandkrab is voor sommige beroepsvissers een (ongewilde) bijvangst in fuiken en staand want. De aanvoergegevens van de Visafslag Den Oever laten een grote aanvoer zien in de herfst (rond oktober) maar ook in de lente (mei-juni). In de zomer wordt de wolhandkrab relatief weinig gevangen, dit suggereert dat de wolhandkrab dan weinig migreert. Het is onbekend of de aanvoer in de lente bestaat uit herintrekkende volwassen krab vanuit zee of dat deze wordt gevangen als gevolg van een voorjaarstrek(2).

Wolhandkrabben maken holen in de rivieroever, waarschijnlijk als bescherming tijdens het vervellen. Hierdoor kan de krab in principe in groter contact komen met verontreinigde bodem en poriewater dan een organisme dat zich op de bodem ophoudt. Significante opname van dioxine-achtige-PCB's en dioxines via de waterfase is echter onwaarschijnlijk, gezien de chemische eigenschappen van deze stoffen (3-5). De meeste van deze stoffen zijn zo lipofiel (lossen niet in water op) dat de opname door de krab via voedsel het meest waarschijnlijk is.

Literatuurdata over het dieet van wolhandkrab laten zien dat wolhandkrab een omnivoor is, maar dat zijn dieet voor een groot deel plantaardig is (6). Zoals bij veel omnivoren wordt dierlijk voedsel geprefereerd boven plantaardig en is het de beschikbaarheid van voedsel wat bepaalt wat er gegeten wordt. Het dierlijk voedsel bestaat uit allerlei kleine bodemdieren als muggenlarven, tubifex en mosseltjes. Vis wordt waarschijnlijk voornamelijk als aas gegeten. In een Poolse studie is uitgebreid onderzocht wat de wolhandkrab eet in de rivier de Odra. Tot 60 % van de maaginhoud bestond uit detritus (dood organisch materiaal), waterplanten (10.7%) en kleine organismen, voornamelijk copepoden en chironomiden (10.4%). De rest van de maaginhoud bestond uit algen (5%) en inorganisch materiaal (zand). Vis werd soms ook gegeten, zoals bleek uit de vondst van een vis-gehoorsteentje (7). Waarschijnlijk vangt de wolhandkrab geen levende vis en beperkt de consumptie zich tot aas óf tot vis gevangen in fuiken of netten (pers. communicatie vissers) (2).

Door de consumptie van bodemdieren en dood organisch materiaal zal ingestie van aanhangend bodemmateriaal relevant zijn. De bodem is doorgaans de bron van PCB's en dioxines, daar deze stoffen

niet in water oplossen maar wel aan organisch materiaal adsorberen. De opname van bodemmateriaal is echter niet uniek voor wolhandkrab, ook andere aquatische organismen als bv brasem en karper eten bodemorganismen en krijgen veel bodemmateriaal binnen. Een studie naar het opname gedrag van organische contaminanten liet zien dat de opname van relevante PCB's uit slib door karpers laag is. De bijdrage aan de PCB concentratie in de karper is gering, maximaal 20% (4), dit is laag vergeleken met opname via het voedsel (50 tot 80%). De PCB en vooral dioxine-gehalten in karper zijn ook lager dan in de wolhandkrab worden gemeten. In recente monitoring (2011) zijn ook blankvoorns en brasems geanalyseerd uit verontreinigde locaties. Vooral brasem is een bodemvis, die tijdens het foerageren veel bodemmateriaal kan binnenkrijgen. De gehalten som-TEQ in brasem uit Volkerak, Hollands Diep en Nieuwe Maas bij Pernis bedragen echter slechts 4,7, 4,1 en 7.6 pg/g (8). De opname van bodemmateriaal alléén is daarom waarschijnlijk niet de verklaring van de hoge dioxine en PCB gehalten in de wolhandkrab. Er is geconstateerd dat het contaminatiepatroon in krabben in het algemeen meer lijkt op dat van de bodem dan in bv vissen (9). Dit suggereert dat krabben meer organische contaminanten uit het dode organisch/bodem materiaal opnemen gedurende de vertering dan vissen en minder opnemen via de voedselketen. Het is op zich niet verwonderlijk dat een organisme dat voornamelijk herbivoor is, een effectievere spijsvertering heeft wat betreft afbraak van organische stof dan bv de brasem. Hiermee worden wellicht ook meer organische contaminanten, gebonden aan organische stof, op dusdanige wijze vrijgemaakt dat opname in het maag-darmstelsel van de wolhandkrab optreedt.

In wolhandkrab worden niet alleen erg hoge concentraties PCB's en dioxines aangetroffen, de procentuele bijdrage van dioxines aan de som-TEQ is ook relatief hoog. Dit duidt op een goede opname van dioxines door de wolhandkrab. Van dioxines is bekend dat deze minder goed bioaccumuleren dan PCB's; de biomagnificatie (concentratieverhoging van lager organisme (prooi) naar hoger organisme (predator)) is vaak lager dan 1 voor dioxines, en hoger dan 1 voor PCB's (10-12). Als gevolg hiervan is de bijdrage van dioxines aan de som-TEQ relatief hoog bij dieren laag in de voedselketen, en relatief laag bij dieren hoger in de voedselketen. In aal is de bijdrage van dioxines aan de som-TEQ in het rivierengebied ongeveer 10-20% (5), in wolhandkrab is dit tot 40% (1, 13). De hoge bijdrage in wolhandkrab wijst op een "directe" opname van dioxines door de wolhandkrab, overeenkomstig met zijn plaats laag in de voedselketen. De hoge gehalten organische contaminanten in wolhandkrab in absolute zin worden dus niet veroorzaakt door een hogere trofische positie dan verwacht (bovenaan de voedselketen).

Hoge gehalten lipofiele organische contaminanten worden doorgaans aangetroffen in organismen met een hoger vetgehalte. Dit wordt veroorzaakt door het feit dat deze vetrijke organismen vaak hoger in de voedselketen staan (aal, zalm), grotere prooien eten en voor de productie van het vet veel prooi moeten eten. De contaminanten uit deze prooi worden efficiënt opgenomen en in het vet opgeslagen. Het vetgehalte in de wolhandkrab kan hoog zijn, maar ook lage waarden worden aangetroffen. Dit is aangetoond in de hierboven beschreven data set van individuele wolhandkrab, maar ook in eerder Nederlands onderzoek (7) en onderzoek van Clark et al in de Thames (13). In paarijpe krab, die energie moet hebben voor zowel de trek, de paai en in het geval van vrouwtjes, de productie van vet-rijke eieren moet de vetvoorraad aanzienlijk zijn. Hoewel er in de literatuur veel aandacht wordt besteed aan de vetzuurpatronen als ook hoeveelheid en type fosfolipiden in de krab als ook in het voer (aquacultuur) (14-17), zijn er geen studies die vetgehalten van de hele krab correleren aan geslachtsrijpheid. Er is wel beschreven dat de paarijpeheidsstadia in krab toenemen met de hoeveelheid vet in de hepatopancreas (tegen de 30%), en dat deze de energie levert aan de gonaden (15). De grootte van die organen t.o.v. de rest van het krabbenvlees is niet bekend, maar vetgehalten boven de 1% (op natgewicht van de hele krab) zijn waarschijnlijk wel vereist om succesvol aan de paai te kunnen deelnemen. Dit betekent dat krabben met een lager vetpercentage waarschijnlijk niet aan de paai deelnemen. Omdat de wolhandkrab juist tijdens de trek wordt gevangen zal de vet-arme, plaatselijke krab minder snel worden gevangen in netten.

Uit de hierboven beschreven studie met 107 individuele krabben blijkt ook duidelijk dat wolhandkrab niet verontreinigd hoeft te zijn. Ook vette-paarijpe krab kan lage som-TEQ concentraties bevatten, wat een sterke aanwijzing is dat in schone gebieden wolhandkrab gemakkelijk aan de voedselveiligheidsnormen kan voldoen.

Mogelijke verklaringen voor de hoge gehalten contaminanten in wolhandkrab zijn

- 1 Intensief contact met, en opname van bodembestanddelen die sterk zijn verontreinigd
- 2 Hoge opname efficiëntie van contaminanten in het maag-darm kanaal

Welke concentraties zijn in het buitenland gemeten in de wolhandkrab?

Er is heel weinig informatie over contaminatieprofielen van wolhandkrab. In een uitgebreide studie van Clark en anderen (13) zijn wolhandkrabben uit de Thames geanalyseerd, met ter vergelijking wolhandkrab uit het Hollands Diep en de Lek bij Vianen. In de Thames bedroegen de som-TEQ gehalten, gemeten tussen Augustus en November 2007, 21.5 – 43.5 ng/kg vers gewicht in bruinvlees. Bruinvlees bestaat uit het spijsverteringskanaal (Hepatopancreas) en de voortplantingsorganen (gonaden), beiden zijn relatief vetrijk en worden als delicatessen beschouwd.

De gemeten som-TEQ gehalten in bruinvlees van krabben uit het Nederlandse rivierengebied waren hoger; Vianen oktober 2007 80.3 ng/kg en Hollands Diep oktober 2007 143 ng/kg op versgewicht bruin vlees. Zowel in wolhandkrabben uit de Thames als uit Nederlandse wateren waren de relatieve concentraties van dioxines hoog in het bruine vlees, ongeveer 30% van de som-TEQ was afkomstig van dioxines.

De som-TEQ gehalten in het bruine vlees zijn hoger dan in het witte vlees. Dit wordt voornamelijk, maar niet alleen, bepaald door het vetgehalte; op vetgewicht uitgedrukt zijn de concentraties meer vergelijkbaar. In bepaalde monsters witvlees van wolhandkrab zijn de som-TEQ gehalten op vetbasis hoger dan die uit het bruine vlees. De bijdrage van dioxines aan de som-TEQ is hoog en lijkt iets hoger in witvlees (30-70%) dan in bruinvlees (25-60%). Het is bekend dat dioxines een hogere affiniteit hebben voor eiwitten dan PCB's, de poten bevatten erg weinig vet en voornamelijk eiwitten. Dit kan een verklaring zijn voor de relatief hoge dioxine gehalten in de poten.

Er zijn geen andere studies gevonden waarin som-TEQ gehalten in wolhandkrab worden beschreven.

Wat is verder bekend van accumulatie van contaminanten in de wolhandkrab?

In het eerder gerefereerde artikel van Clark et al (13) zijn ook metalen en benzo[a]pyreen in het bruine en witte vlees in de wolhandkrabben uit de Thames gemeten. Van de metalen lood, cadmium en kwik werden alleen voor lood overschrijdingen in het bruine vlees geconstateerd; 5 van de 25 monsters bevatten meer dan 0.5 mg lood per kg. Lood en cadmium concentraties zijn in het algemeen hoger in het bruine vlees, kwik daarentegen was vaak het hoogst in het witte vlees van de wolhandkrab. Omdat kwik als methylkwik kan worden ingebouwd in eiwitten (witvlees) is deze verhoogde concentratie in het witte vlees niet verwonderlijk.

Benzo[a]pyreen overschreed in 5 van de 25 onderzochte hepatopancreas monsters de Europese norm van 5 µg/kg witvlees, het hoogste gemeten gehalte bedroeg 21 µg/kg.

In deze studie zijn ook gebromeerde vlamvertragers gemeten. De som van 16 polybroom difenylethers (PBDEs) is hoger in de monsters uit de Thames. De gehalten varieerden van 124 tot 388 µg/kg in de Thames tot 95 en 38 µg/kg bruin vlees in het Hollands Diep en Lek bij Vianen respectievelijk. Deze PBDE gehalten zijn aanzienlijk, maar de waarden in de wolhandkrab zijn vergelijkbaar met die van aal uit het benedenrivierengebied (18). Opvallend is dat, hoewel de som-TEQ gehalten in Nederlandse wolhandkrab 2 tot 7 keer hoger waren dan in de wolhandkrab uit de Thames, de som van 16 PBDE 1.5 tot 10 keer hoger was in de Thames.

Hoe verhoudt de accumulatie van contaminanten in wolhandkrab zich met die in andere schaaldieren, weekdieren en vissen?

In krabvlees worden vaak hogere contaminant gehalten gemeten dan in vis. Hierbij moet worden opgemerkt dat vaak de hepatopaneas (spijsverteringskanaal) van krab wordt gemeten, en bij vis de filet (spier vlees). De consumptie van de hepatopaneas kan daarom leiden tot een hoge dosis contaminanten (19). Omdat organen doorgaans meer vet en meer anorganische contaminanten bevatten dan spier vlees, is deze vergelijking tussen krabben vlees en vis vlees niet correct. Als in vis de ingewanden worden geanalyseerd zijn de concentraties van organische en anorganische contaminanten ook hoger dan in het spier vlees van de vis. Op vetbasis (de matrix waarin de organische contaminanten zich bij voorkeur ophopen) is de vergelijking van organische contaminanten tussen organen en spier vlees daarom vaak beter. Als het witte spier vlees van de krab wordt geanalyseerd, worden vaak erg lage gehalten van organische contaminanten (waaronder PCB's en dioxines) gemeten. Dit komt goed overeen met de zeer lage vetgehalten in het witte vlees van krabben (rond de 1%).

Krab (*Cancer magister*), gevangen nabij een aluminium smelter, bevatte verhoogde PAK concentraties, waarbij de concentratie in de hepatopaneas hoger was dan in het witte spier vlees. De ratio's tussen hepatopaneas en wit vlees varieerden van 2 tot 35 voor verschillende PAKs. De vetgehalten van het spier vlees en hepatopaneas waren niet vermeld. Tot 0.4 ug/kg benzo[a]pyreen werd in de hepatopaneas gemeten (20), een stuk lager dan de concentraties waargenomen in de wolhandkrab. In een Chinese studie waarbij de hepatopaneas van zoetwater krab vergeleken wordt met milk fish filet (*Chanos chanos*) uit eenzelfde viskweekvijver, wordt een veel hogere som-TEQ aangetroffen in de krab (525 versus 153 pg/g). Bij de krab wordt ongeveer 25% van de som-TEQ veroorzaakt door dioxines en furanen PCDD en PCDF, bij vis is dat slechts 3%. In dit artikel wordt geen informatie verstrekt over het vetgehalte (21). Overigens worden in krabben uit vervuilde waterlopen in hetzelfde gebied (vervuild door het afbranden van oude elektronica in de openlucht om metalen terug te winnen) som-TEQ gehalten gemeten die nog een factor 10 hoger zijn.

Noordzeekrabben (*Cancer pagurus*) hoopten snel som-TEQ op in mesocosms studies (aquaria met een laag verontreinigd sediment). De krabben werden niet gevoerd, de som-TEQ in de hepatopaneas liep op van 12 naar 75 pg/g in 85 dagen. Dit ondersteunt het vermoeden dat krabben organische contaminanten uit slib relatief goed opnemen. Er staat niet vermeld of de krabben na blootstelling aan het sediment eerst nog verwaterd zijn; aanwezigheid van vervuild slib in de hepatopaneas is mogelijk. Echter, de geconstateerde grote verhoging van de concentratie kan niet door ingestie van sediment alleen veroorzaakt worden. De snelle verhoging van het TEQ-gehalte werd overigens niet in het witte vlees waargenomen (22). Uit de voorlopige resultaten van het Nederlandse monitoring programma 2011 (data IMARES en RIKILT) blijkt dat wit vlees van Noordzeekrab (vangstlocatie Nederlandse Noordzee) lage som-TEQ gehalten bevat, 0.8 pg/g vlees (vetgehalte 0.3%), terwijl het vlees uit het lichaam (bestaande uit wit en bruin vlees) 15.2 pg/g vlees (vetgehalte 7.7%) bevat. Deze krabben waren kort verwaterd. In Nederland wordt alleen het witte vlees van deze krab gegeten, in Frankrijk wordt de hele krab geconsumeerd (informatie verkregen van vissers). Bij deze krabbensoort is de hoeveelheid wit vlees uit de poten gemiddeld hoger dan de hoeveelheid totaal-vlees uit het lichaam. Gemiddeld bevat de totale hoeveelheid vlees van de Noordzeekrab dus minder dan 8 pg/g vlees. De bijdrage van dioxines aan de som-TEQ was ook in deze krabsoort hoog; 50% in zowel poten als bruin vlees.

In een studie naar ophoping van metalen in de garnaal *Metapenaeus ensis* en de wolhandkrab in zoutwater moerassen bij Hong Kong (23) bleek de ophoping van metalen op basis van het totale organisme hoger te zijn in de wolhandkrab. Echter, de gehele krab was geanalyseerd, inclusief pantser, wat de relevantie wat betreft voedselveiligheid gering maakt

In een vergelijk van kabeljauwlever, aal, mosselen en Noordzeekrab (*Cancer pagurus*, mannetjes) (24) bleek de hepatopaneas van de Noordzeekrab hoge concentraties som-TEQ (724 pg/g) te bevatten, vergelijkbaar met kabeljauwlever (982 pg/g). De kabeljauwlever was ruim twee keer zo vet als de hepatopaneas. De ophoping van PCB's in de hepatopaneas was echter lager dan in kabeljauwlever. Dit is te verklaren door de hoge trofische positie van de kabeljauw; dit is een toppredator waarin grote

biomagnificatie van PCB's optreedt. Het witte vlees van de krab bevatte veel lagere concentraties som-TEQ, grotendeels verklaarbaar door de eveneens veel lagere vetconcentraties.

In de St Lawrence Estuary zijn garnaal (*Pandalus borealis*) en krab (*Chionoecetes opilio*) vergeleken met Groenlandse heilbot en schol (25). Mengmonsters van de hele organismen (groottes niet vermeld) zijn geanalyseerd, de TEQ (alleen dioxines en furanen) van krab was even hoog of hoger dan die van heilbot; 1.69-2.99 pg/g krab, 1.35 tot 1.98 pg/g heilbot, 0.28 tot 0.4 pg/g schol). De vetgehalten van de krab zijn gerapporteerd van 1.7 tot 8.6%, de heilbot zou tot wel 46.6% vet bevatten.

In een studie van Karouna en anderen (19) is het verschil gemeten tussen bruin vlees en wit vlees van de blauwe krab (*Callinectes sapidus*). Ook hier was alleen de concentratie kwik hoger in de het witte spiervlees dan in de hepatopancreas, terwijl de concentraties metalen en in het bijzonder de organische contaminanten hoger waren in de vetrijke hepatopancreas (factor 6 tot 100).

De gehalten van (organische) contaminanten in de eetbare delen van vis en schaaldieren zijn dus, naast soort en vangstplaats, ook sterk afhankelijk van de definitie van de eetbare delen.

De contaminatie van wolhandkrab is niet extreem verhoogd ten opzichte van andere schaaldieren. De locatie waar het organisme opgroeit bepaalt in grote mate de contaminatie. Hoge concentraties contaminanten worden voornamelijk geanalyseerd in bruinvlees

Wat is de ratio tussen wit en bruin vlees in de wolhandkrab; wat betreft hoeveelheid vlees en wat betreft de gehalten van contaminanten. In welke mate wordt deze ratio ook geconsumeerd?

De ratio tussen wit en bruinvlees is door Clark et al (13) beschreven. Een krab van 100 gram bevatte 8 gram bruin vlees en 11 gram wit vlees, 19% vlees in totaal. In de hierboven beschreven Nederlandse studie werd uit wolhandkrabben gemiddeld 21.7 % van het hele krabgewicht (gemiddeld krabgewicht 143 gram) vlees (wit en bruin uit lijf en poten) verzameld, met een grote variatie per krab. De vleespercentages uit de studie van Clark komen dus goed overeen met de vleespercentages bepaald in bovenstaande Nederlandse studie. In de Nederlandse studie is geen onderscheid gemaakt tussen wit en bruinvlees uit het lichaam.

De verschillen in som-TEQ gehalten tussen wit en bruin vlees zijn aanzienlijk op versgewicht, dit kan oplopen tot een factor 50. Dit grote verschil wordt grotendeels verklaard door de veel hogere vetgehalten in het bruine vlees. Op vetgewicht zijn de verschillen tussen wit en bruin vlees kleiner. Gezien deze grote verschillen in som-TEQ gehalte tussen wit vlees en bruin vlees (gonaden en hepatopancreas) zal de consumptie van het bruine vlees het grootste deel van de TEQ-dosis bepalen. Bij consumptie van alleen het witte vlees is de dosis van contaminanten laag.

Ook wat anorganische contaminanten, zoals zware metalen, betreft zijn doorgaans de gehalten in het bruine vlees hoger dan in het witte vlees. De enige uitzondering hierop vormt kwik (26). Dit metaal wordt omgezet tot methylkwik in het milieu en deze verbinding bindt sterk aan eiwitten. Omdat witvlees veel eiwit en weinig vet bevat is de concentratie kwik in witvlees doorgaans hoger.

De mate van consumptie van schaaldieren, en bruin vlees in het bijzonder, is schaaldiersoort en cultuur afhankelijk. Van de Noordzeekrab wordt in Nederland alleen het witte vlees van de poten gegeten, terwijl in Frankrijk ook het bruine vlees wordt gegeten. Voor wolhandkrab lijkt te gelden dat deze voornamelijk in een Aziatische keuken wordt gegeten en dat doorgaans al het vlees, wit en bruin, van de krab wordt geconsumeerd. De informatie over bereidingswijze en consumptie die op het internet is te vinden, duidt op de consumptie van alle eetbare delen van de wolhandkrab. Bron: Twee verwijzingen naar Nederlandstalige recepten (<http://www.combinatievanberoepsvissers.nl/vissers-en-vissen/recepten-met-wolhandkrab.html>) en <http://player.omroep.nl/?afID=7757275>)

De hoeveelheid wolhandkrab die per keer wordt geconsumeerd is ook sterk persoonsafhankelijk, in de studie van Clark (13) wordt uitgegaan van een portie van 2 krabben per persoon per maaltijd.

Gehalten in gonaden versus rest bruin vlees

Er is weinig tot niets bekend over de verhouding van contaminanten in gonaden t.o.v. het andere bruine vlees. Chinese studies beschrijven uitgebreid vetgehalten in hepatopancreas versus gonaden (14-16), maar relatieve gewichten noch contaminatiepatronen worden beschreven. Er valt daarom ook geen onderverdeling te maken voor de hoeveelheid som-TEQ per onderdeel.

De hepatopancreas vormt de energieopslag van de wolhandkrab; de vetgehalten zijn hoog en in de periode voor de paai neemt het vetgehalte in de hepatopancreas sterk af, terwijl het vetgehalte in de gonaden toeneemt (15). Het valt te verwachten dat gedurende dit proces van rijping van de gonaden met vetten uit de hepatopancreas een groot deel van de som-TEQ uit de hepatopancreas ook in de gonaden wordt opgehoopt. De relatieve verhouding van som-TEQ in de gonaden ten opzichte van de andere types bruinvlees is daarom onderhevig aan schommelingen, naarmate de wolhandkrab paairijper wordt zal het aandeel van vooral organische contaminanten (vet oplosbaar) eerst in de hepatopancreas stijgen. Gedurende de trek en rijping van de gonaden neemt het aandeel contaminanten in de gonaden toe en in de hepatopancreas af.

Daarnaast is het mogelijk dat het spijsverteringsstelsel vervuild voedsel (organisch materiaal) kan bevatten. Bij de consumptie van de hepatopancreas worden dan mogelijk meer contaminanten opgenomen. De grootte van deze bijdrage aan de totale hoeveelheid contaminanten in de wolhandkrab is niet bekend.

Conclusies

Uit de beschikbare data kan niet eenvoudig worden afgeleid waarom wolhandkrab zeer hoge som-TEQ gehalten kan bevatten. De wolhandkrab voldoet niet aan de standaard criteria die hoge ophoping van gechloroerde organische verbindingen zoals PCB's verklaren; lange levensduur, hoog in de voedselketen en carnivoor.

Uit de levenswijze van wolhandkrab valt alleen waar te nemen dat het contact met, en de opname van, verontreinigde bodemdeeltjes tamelijk groot is. Omdat de krab een omnivoor is met een voornamelijk herbivoor dieet, is het aannemelijk dat het spijsverteringstelsel goed aangepast is aan de afbraak van organische stof. De maaginhoud van krab toont ook aan dat de krab niet alleen levende planten eet, maar ook dood organisch materiaal. Bij een verregaande vertering van dit materiaal, waar ook organische contaminanten aan gebonden kunnen zijn, wordt de opname van de contaminanten door de krab misschien bevorderd. De observatie dat het contaminantenprofiel van een krab meer op dat van het sediment lijkt dan bij een vis ondersteunt dit vermoeden.

Het relatieve hoge aandeel van dioxines en furanen in de som-TEQ is niet ongewoon. Het is bekend dat PCB's beter bioaccumuleren (door de voedselketen goed worden overgedragen van prooi op predator) dan dioxines. Daarom bevatten dieren die zich hoger in de voedselketen bevinden relatief hogere PCB gehalten. De wolhandkrab zit laag in de voedselketen en de relatief hoge dioxinegehalten zijn daarmee te verklaren.

Als voorbereiding van de paai(trek) nemen de vetgehalten in de krab sterk toe. Dit kan alleen worden bereikt door een hoge consumptie van voedsel en omzetting van de opgenomen bestanddelen tot vet. Ook gedurende deze vetopbouw is de opname van dioxines en PCB's efficiënt, de concentratie som-TEQ in het krabbenvlees neemt verder toe.

De consumptie van zowel het bruine vlees (gonaden en hepatopancreas) en witvlees van de krabben, en de verdeling van de organische contaminanten over het krabbenvlees, leiden ertoe dat het grootste deel van de contaminanten in de wolhandkrab door de consument gegeten worden. Het onderscheid tussen organen en gonaden binnen het "bruine vlees"; wat betreft hoeveelheid en concentratie som-TEQ is niet bekend, de concentratie metalen is waarschijnlijk lager in de gonaden dan in de organen. De consumptie van alleen de gonaden leidt daarom in theorie tot een lagere dosis contaminanten, de afname is waarschijnlijk het grootst voor de metalen.

In vergelijking met andere crustaceeën, in het bijzonder krabben, komt het patroon van de verontreiniging overeen. De hepatopancreas is zwaarder vervuild dan het witte vlees voor bijna alle contaminanten, organische en anorganische, met uitzondering van de vervuiling door kwik. Dit wordt voor de organische contaminanten verklaard door het hogere vetgehalte van de hepatopancreas. Metalen hopen meer op in organen, dit is een algemeen biologisch verschijnsel. Kwik heeft als enige metaal een hogere affiniteit voor eiwitten, en deze concentratie is hoger in het witte vlees wat bestaat uit spierweefsel.

Wat betreft de gehalten aan contaminanten zijn de wolhandkrabben doorgaans zwaar vervuild in vergelijking met zoutwaterorganismen. Dit is een bekend verschijnsel wat ook bij andere aquatische organismen als vissen wordt waargenomen, binnenwateren zijn doorgaans meer vervuild dan zeeën. Dat de wolhandkrab niet uniek is in de ophoping van hoge som-TEQ gehalten blijkt uit de Chinese studie, die beschrijft dat een andere zoetwaterkrab enorm hoge som-TEQ gehalten kan ophopen.

Samenvattend; de geconstateerde hoge gehalten organische contaminanten in de Nederlandse wolhandkrab zijn waarschijnlijk te verklaren door een drietal factoren:

- 1 de analyse van het bruine vlees
- 2 de efficiënte opname van organische contaminanten uit het milieu
- 3 de vervuilde omgeving waarin het organisme leeft