



Contaminanten in Chinese wolhandkrab

Resultaten van 2019

L.L. Leenders, A. Gerssen, A.W.J.M. Nijrolde, L.A.P. Hoogenboom, M.J.J. Kotterman, S.P.J. van Leeuwen

Contaminanten in Chinese wolhandkrab

Resultaten van 2019

L.L. Leenders¹, A. Gerssen¹, A.W.J.M. Nijrolde¹, L.A.P. Hoogenboom¹, M.J.J. Kotterman², S.P.J. van Leeuwen¹

1 Wageningen Food Safety Research (WFSR)

2 Wageningen Marine Research (WMR)

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Food Safety Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoeksthema 'WOT voedselveiligheid, chemische contaminanten' (WOT-02-001-014).

Wageningen, mei 2020

WFSR-rapport 2020.011

L.L. Leenders, A. Gerssen, A.W.J.M. Nijrolde, L.A.P. Hoogenboom, M.J.J. Kotterman, S.P.J. van Leeuwen, 2020. *Contaminanten in Chinese wolhandkrab; Resultaten van 2019*. Wageningen, Wageningen Food Safety Research, WFSR-rapport 2020.011. 26 blz.; 4 fig.; 3 tab.; 16 ref.

Projectnummer: 122.720.74.01

BAS-code: WOT-02-001-014

Projecttitel: Monitoring contaminanten in Nederlandse vis en visserijproducten

Projectleider: S.P.J. van Leeuwen

Dit rapport is gratis te downloaden op <https://doi.org/10.18174/521397> of op <http://www.wur.nl/food-safety-research> (onder WFSR publicaties).

© 2020 Wageningen Food Safety Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Wageningen Research. Hierna te noemen WFSR.

Het is de opdrachtgever toegestaan dit rapport integraal openbaar te maken en ter inzage te geven aan derden. Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het WFSR is het niet toegestaan:

- a. *dit door WFSR uitgebrachte rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;*
- b. *dit door WFSR uitgebrachte rapport, c.q. de naam van het rapport of WFSR, geheel of gedeeltelijk te doen gebruiken ten behoeve van het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin;*
- c. *de naam van WFSR te gebruiken in andere zin dan als auteur van dit rapport.*

Postbus 230, 6700 AE Wageningen, T 0317 48 02 56, E info.wfsr@wur.nl, www.wur.nl/food-safety-research. WFSR is onderdeel van Wageningen University & Research.

WFSR aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

WFSR-rapport 2020.011

Verzendlijst:

- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV): G. Mahabir L. Gorissen
- Ministerie voor Volksgezondheid, Welzijn en Sport (VWS): A.I. Vilorio Alebesque
- Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit (NVWA): G.A. Lam; J.M. de Stoppelaar
- PO IJsselmeer/Vissersbond: D.J. Berends
- Sportvisserij Nederland: J. Quak
- RWS Waterdienst: C. Schmidt; I. van der Stap
- Wageningen Marine Research: M.J.J. Kotterman
- Wageningen Food Safety Research: A. Gerssen; A.W.J.M. Nijrolde; L.A.P. Hoogenboom; L.L. Leenders; S.P.J. van Leeuwen
- Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM): A. Bulder; J. van Klaveren
- NetVISwerk: A. Heinen

Inhoud

	Samenvatting	5
1	Inleiding	7
2	Materiaal en methoden	10
	2.1 Monstername en voorbereiding	10
	2.2 Analyse van dioxines en PCB's	10
	2.2.1 Vetextractie	10
	2.2.2 Opzuivering met de DexTech	10
	2.2.3 Bepaling van dioxines en (dl-)PCB's	11
	2.3 Analyse van PFAS's	11
	2.3.1 Extractie	11
	2.3.2 Opzuivering	11
	2.3.3 Kwantificering van PFAS's	11
	2.4 Analyse van zware metalen	12
	2.4.1 Ontsluiting van zware metalen uit matrix	12
	2.4.2 Analyse van cadmium, lood en arseen	12
	2.4.3 Analyse van kwik	12
	2.5 Kwaliteitszorg	12
3	Resultaten en discussie	13
	3.1 Dioxines en PCB's	13
	3.2 Trends voor dioxines en PCB's	13
	3.3 PFAS's	15
	3.4 Zware metalen	16
4	Conclusies	17
5	Aanbevelingen	18
	Literatuur	19
	Bijlage 1 Biologische gegevens	20
	Bijlage 2 Resultaten dioxines en PCB's op vetbasis	21
	Bijlage 3 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in wolhandkrab	24
	Bijlage 4 Resultaten PFAS's in wolhandkrab 2019	25

Samenvatting

In 2019 zijn monsters Chinese wolhandkrab (*Eriocheir sinensis*) onderzocht van de locaties Hollands Diep, Nieuwe Maas bij Pernis en Volkerak (Volkeraksluizen en Krammersluizen). Op deze locaties (de zogenaamd gesloten gebieden) is commerciële wolhandkrabvangst verboden. Van de locatie Den Oever, liggend in het gebied dat niet gesloten is voor wolhandkrabvangst, kon geen monster verzameld worden omdat onvoldoende krab gevangen werd, en daarom is uitgeweken naar het Kornwerderzand.

De contaminantgehalten in wolhandkrab van deze locaties wordt gemonitord en vergeleken met voorgaande jaren. Naast de dioxine- en polychloorbifenyyl (PCB)-gehalten zijn de gehalten aan zware metalen en per- en polyfluoralkylstoffen (PFAS's) onderzocht. Binnen deze studie is alleen bruin vlees uit het lichaam van de wolhandkrab onderzocht. Vlees uit poten en scharen is in deze studie niet onderzocht omdat daarvan bekend is dat dioxine- en PCB-gehalten niet boven de maximum limiet (ML) uitstijgen (mede omdat dit vlees weinig vet bevat). Voor vlees uit het lichaam gelden geen ML's. In de wolhandkrab die in 2019 is onderzocht varieerden de gehalten van 8.6-31.8 pg TEQ/g product voor de dioxines, 10.5-3-29.7 pg TEQ/g product voor de dl-PCB's, 19.1-59.1 pg TEQ/g product voor de totaal-TEQ en 162-945 ng/g product voor het totaal aan ndl-PCB's. De bijdrage van de dioxines aan de totaal-TEQ varieerde van 44-65%. De wolhandkrab gevangen op de locaties Hollands-Diep en Maas (Pernis) zijn het sterkst gecontamineerd, en de gehalten ontlopen elkaar niet veel. De krab van locatie Kornwerderzand was het minst gecontamineerd. De trendgrafieken van de dioxine-TEQ, PCB-TEQ en totaal-TEQ gehalten voor de locaties Hollands-Diep en Volkerak (Volkeraksluizen en Krammersluizen) zijn stabiel binnen een bandbreedte van 20% (op basis van 4 jaren), terwijl de krab van Maas (Pernis) meer variatie laten zien. De aanwezigheid van meerdere PFAS's is aangetoond, namelijk PFNA, PFUnDA, PFDoDA en PFOS. De PFOS gehalten waren het hoogst (6.1-20 ng/g). Wolhandkrab van het Kornwerderzand bevatte de hoogste PFAS's gehalten. Wat betreft de zware metalen in wolhandkrab varieerden de gehalten als volgt: 0.044-0.22 mg/kg voor cadmium; <0.05 mg/kg voor lood; 0.018-0.035 mg/kg voor kwik en 0.9-1.4 mg/kg voor totaal arseen. Er zijn geen ML's van toepassing op de onderzochte monsters omdat ook hier geldt dat er alleen ML's zijn voor de appendages (en die zijn niet onderzocht). Omdat het in 2019 niet gelukt is om wolhandkrab van diverse locaties uit het IJsselmeer te bemonsteren, wordt voorgesteld om de mogelijkheden te bekijken om dit alsnog in 2020 te realiseren.

1 Inleiding

Chinese wolhandkrab (*Eriocheir sinensis*, hierna aangeduid als 'wolhandkrab') wordt in Nederland commercieel bevestigd. De vangst van wolhandkrab heeft een piekseizoen in de trektijd van dit organisme (september t/m december) (Bakker en Zaalmink 2012; Kotterman et al. 2012): de wolhandkrab trekt dan uit het hele achterland, inclusief de stroomgebieden van de rivieren Maas en Rijn, naar de zee om in de winter in zout water te paaien. De wolhandkrab die tijdens deze trek gevangen wordt kan dus afkomstig zijn van zeer verschillende herkomst locaties.

Wolhandkrab is onder andere gecontamineerd met dioxines, polychloorbifenylen (PCB's) en zware metalen. Dit werd duidelijk uit eerdere studies uit het Verenigd Koninkrijk en recentere studies uit Nederland (Clark et al. 2009; Van der Lee et al. 2012; Kotterman et al. 2012; Van Leeuwen et al. 2013; Van Hattum et al. 2013; Kotterman et al. 2015; Hoogeboom et al. 2015). De contaminatie van het vlees uit de scharen en poten is beperkt en dat vlees voldoet in alle gevallen aan de maximum limieten (ML's), ook in geval van wolhandkrab uit sterk vervuilde wateren. Dit komt onder andere door het lage vetgehalte in het vlees uit de poten en scharen. Het vlees uit het lijf bevat veel vet, met name de hepatopaneas. De lipofiele contaminanten hopen dan ook voornamelijk op in het vlees uit het lijf. Eerdere onderzoeken waren vooral gericht op dioxines en PCB's. Naast surveys naar gehalten in wolhandkrab van diverse locaties is ook onderzocht of gehalten gedurende het seizoen sterk variëren en of de grootte van de wolhandkrab invloed heeft (Kotterman et al. 2015).

Het stroomgebied van de grote rivieren is momenteel gesloten voor vangst van aal en wolhandkrab. Voor wolhandkrab is het voornemen om jaarlijks een aantal trendlocaties te bemonsteren. Dit betreft het Hollands-Diep, Maas bij Pernis en het IJsselmeer bij Den Oever. Aanvullend worden andere locaties bemonsterd. Deze monsters worden onder andere op dioxines en PCB's onderzocht. Zo kan de overheid de ontwikkeling van de gehalten op de diverse locaties monitoren. In de periode dat de wolhandkrab trekt om te paaien – in het najaar – kan hij goed gevangen worden en (mits toegestaan) aangeboden wordt op de markt. Er is gekozen om als trendlocaties de belangrijkste uittrekgebieden te selecteren (Figuur 1). Daarmee wordt ook het achterliggende stroomgebied afgedekt. In dit rapport wordt de monitoring van de locaties gemarkeerd in Figuur 1 beschreven. Een uitgebreide achtergrondbeschrijving van wolhandkrab, de contaminatie van wolhandkrab en de consumptie van wolhandkrab is te vinden in eerdere rapporten over dit onderwerp (Van der Lee et al. 2012; Van Leeuwen et al. 2013; Kotterman et al. 2015; Bakker en Zaalmink 2012).



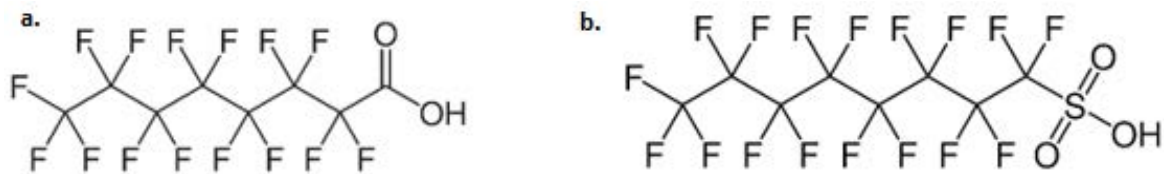
Figuur 1 Overzicht van trendlocaties voor monitoring van wolhandkrab. De blauw gemarkeerde wateren betreffen gebieden die sinds 2011 gesloten zijn voor vangst van aal en wolhandkrab. Sindsdien zijn enkele aanvullende locaties gesloten voor vangst¹.

¹ <http://wetten.overheid.nl/BWBR0024539/2015-09-22#Opschrift>. Bijlage 15 en 16

In 2019 heeft het BuRO van de NVWA een risicobeoordeling uitgevoerd met betrekking tot de consumptie van wolhandkrab (BuRO, 2019). Hierin zijn een aantal risicoscenario's ten aanzien van blootstelling aan dioxines en dl-PCB's beoordeeld. Wanneer de oude referentiewaarde van maximaal 14 pg per kg lichaamsgewicht per week gehanteerd wordt, dan is er enige ruimte voor consumptie van wolhandkrab, uitgaande van een al aanwezige achtergrondblootstelling. Echter, wanneer de nieuwe door de Europese Autoriteit voor Voedselveiligheid (EFSA) in 2018 afgeleide referentiewaarde gehanteerd wordt van 2 pg per kg lichaamsgewicht per week, dan is er geen ruimte voor consumptie van wolhandkrab, omdat de achtergrondblootstelling al hoger is dan de referentiewaarde. In dat geval zijn gezondheidseffecten als gevolg van consumptie van krab (evenals andere gecontamineerde voedingsmiddelen) niet uit te sluiten. Er zijn nationaal en internationaal momenteel geen maximum limieten (ML's) voor contaminanten in het vlees uit het lijf (bruine vlees).

In dit rapport worden de resultaten van wolhandkrab, gevangen in 2019, beschreven. De monsters van 2019 zijn onderzocht op dioxines, PCB's en zware metalen, alsmede op de aanwezigheid van per- en polyfluoroalkylverbindingen (PFAS's).

PFAS's betreffen een groep van stoffen van (volledig) gefluoreerde verbindingen. Er zijn honderden verbindingen bekend, met uiteenlopende chemische structuren (ketenlengte, functionele groepen etc.) (Buck et al. 2011). De twee bekendste PFAS's zijn perfluorooctaan-8-ol (PFOA) en perfluorooctaan-8-sulfonaat (PFOS), beiden weergegeven in Figuur 2.



Figuur 2 Chemische structuur van a. PFOA en b. PFOS.

Enkele andere PFAS's zijn weergegeven in Tabel 1, deze hebben een vergelijkbare functionele groep maar een verschillende koolstofketenlengte. PFAS's zijn uitermate stabiel: ze zijn bestand tegen hoge temperaturen en chemisch nagenoeg inert. PFAS's zijn water-, vet-, en vuilafstotend en oppervlakte-spanning-verlagend. Hierdoor zijn deze stoffen breed toegepast, ze zijn gebruikt bij oppervlakte-behandelingen van bijvoorbeeld tapijten, textiel en leer, maar ook als surfactant in blusschuim en in de mijnbouw en olie-industrie. PFOS is een Persistent Organic Pollutant (POP), vanwege zijn persistente, bio accumulatieve en toxische eigenschappen. PFOA is toxisch en persistent, maar is niet aangemerkt als POP vanwege beperkte bio accumulatie. PFOS en PFOA hopen niet op in vetten, zoals dioxines en PCB's, maar binden aan eiwitten in het bloed en de lever. PFAS's komen in ons voedsel voor (Noorlander et al. 2011). EFSA heeft in 2018 een nieuwe risicobeoordeling ('opinion') opgesteld waarin de risico's van PFOA en PFOS via inname uit voeding zijn beoordeeld. Daaruit zijn inname-referentiewaarden opgesteld van respectievelijk 13 en 6 ng/kg lichaamsgewicht per week. Dit is fors lager dan de in 2008 door EFSA gepubliceerde waarden (150 en 1500 ng/kg lichaamsgewicht per dag). Recent heeft EFSA een concept-opinie opgesteld voor de som van PFOA, PFNA, PFHxS en PFOS (EFSA, 2020). De inname-referentiewaarden hiervoor is 8 ng/kg lichaamsgewicht per week. Uit de concept-opinie blijkt dat, afhankelijk van het gekozen scenario, een deel van de bevolking een te hoge blootstelling heeft. Dit varieert van alleen zuigelingen en jonge kinderen, tot de gehele bevolking. Omdat het een concept-opinie betreft kan deze opinie mogelijk nog aangepast worden. Voor PFAS's zijn geen maximum limieten (ML's) vastgesteld in het kader van de EC 1881/2006. Het is echter niet uitgesloten dat dit op termijn gebeurt op basis van de recente EFSA-opinie.

Tabel 1 *Overzicht van enkele bekende PFAS's.*

Afkorting	Component
Zuren:	
PFBA	Perfluorobutaanzuur
PFPA	Perfluoropentaanzuur
PFHxA	Perfluorohexaanzuur
PFHpA	Perfluoroheptaanzuur
PFOA	Perfluorooctaanzuur
PFNA	Perfluorononaanzuur
PFDA	Perfluorodecaanzuur
PFUnDA	Perfluoroundecaanzuur
PFDoDA	Perfluorododecaanzuur
PFTTrDA	Perfluorotridecaanzuur
PFTeDA	Perfluorotetradecaanzuur
Sulfonaten:	
PFBS	Perfluorobutaansulfonaat
PFHxS	Perfluorohexaansulfonaat
PFHpS	Perfluoroheptaansulfonaat
PFOS	Perfluorooctaansulfonaat
PFDS	perfluorodecaansulfonaat

2 Materiaal en methoden

2.1 Monstername en voorbereiding

Voor dit onderzoek is gekozen voor vangstlocaties binnen de voor de wolhandkrabvangst gesloten gebieden (zie Figuur 1). In 2019 is bemonsterd bij de vangstlocaties Hollands-Diep, Maas (Pernis), Volkerak (Volkeraksluizen en Krammersluizen) en het IJsselmeer bij de uitwaterende sluizen van Kornwerderzand. Die laatste locatie werd gekozen in plaats van de locatie Den Oever, omdat op laatstgenoemde locatie geen wolhandkrab gevangen kon worden, net als in 2018. Voor de vangst werd gebruik gemaakt van beroepsvissers. In de gesloten gebieden vissen zij onder de vergunning van WMR, waarbij de locatie, vistuig en visserijdagen strak zijn geregeld. WMR is daarbij fysiek bij elke leging van de fuiken aanwezig. In geval van Pernis vist de visser onder eigen vergunning met staand wand op schubvis, maar de bijvangst van wolhandkrab wordt verzameld onder de vergunning van WMR. De locaties waar de krab wordt verzameld, gedurende welke periode en voor hoe lang is daarom ook strak gereguleerd. De wolhandkrab van Kornwerderzand is uit 'open' gebied, wordt dus niet onder vergunning van WMR verzameld en wordt uit de commerciële vangst gehaald.

De vangstgegevens, inclusief biologische gegevens van de vangst zijn weergegeven in Bijlage 1. Als ondergrens werd een gewicht van 80 gram gehanteerd. Gemiddeld genomen was de krab van de verschillende locaties van vergelijkbare grootte, behalve bij Hollands-Diep waar de gemiddelde grootte lager is.

Naast bovenstaande locaties was monstername in het IJsselmeer gepland op 4 additionele locaties, om daarmee een beter beeld te krijgen van de variatie van (gehalten in) wolhandkrab in het IJsselmeer. Er zijn diverse manieren bekeken om deze monstername te realiseren, maar deze stuiten allen op bezwaren, met name omdat de herkomst van de krab niet gegarandeerd kon worden. Daarom wordt aanbevolen om in overleg met het ministerie van LNV een nieuwe monsternamestrategie te bedenken voor het IJsselmeer voor 2020.

2.2 Analyse van dioxines en PCB's

2.2.1 Vetextractie

De door WMR aangeleverde mengmonsters werden gehomogeniseerd met behulp van ultraturrax. Uit het gemalen mengmonster werd het vet geëxtraheerd en het percentage vet bepaald. Hiervoor werd 10 gram gemalen wolhandkrab overgebracht in een 500 ml fles waar 15 ml verzadigde natriumchloride oplossing, 100 ml iso-propanol en 120 ml cyclohexaan aan toegevoegd werd. Na ultraturrax en het toevoegen van 130 ml water werden de monsters gecentrifugeerd. Het extract werd gefiltreerd over een trechter met natriumsulfaat en opgevangen in een vooraf gewogen kolf. De extractie werd tweemaal herhaald met 120 ml cyclohexaan. De cyclohexaanfase werden na centrifugeren gefiltreerd bij de voorgaande cyclohexaanfase in de vooraf gewogen kolf. Het oplosmiddel (hexaan) werd met een rotorvapor verdampt, waarna het geëxtraheerde vet gedurende 1 nacht bij 60°C werd gedroogd. Na drogen werd het geëxtraheerde vet gewogen en het vetpercentage (extraheerbaar vet) in wolhandkrab kwantitatief bepaald.

2.2.2 Opzuivering met de DexTech

Aan het gemalen en gehomogeniseerde monster (voordat de vetextractie plaatsvond) wordt een bekende hoeveelheid van een mix van ¹³C-isotoopgelabelde interne standaarden toegevoegd. Na de vetextractie en het bepalen van het vetpercentage wordt het vet opgelost in 15 ml hexaan. Vervolgens wordt het monster gezuiverd door gebruik te maken van het DexTech systeem. Dit is een

geautomatiseerd instrument dat gebruik maakt van vier opzuiveringskolommen. Ten eerste gaat het vet door een zure-silicakolom, waar het vet geoxideerd en verwijderd wordt. Vervolgens wordt het eluaat over een gecombineerde silicakolom geleid, waar eventuele restanten vet verwijderd worden en het eluaat wordt geneutraliseerd. De derde kolom is een alumina-oxidekolom, die wordt gebruikt om de interfererende componenten uit het eluaat te verwijderen. De laatste kolom die gebruikt wordt, is een koolkolom. Het eluaat dat door de koolkolom elueert, bevat de mono-ortho gesubstitueerde en ndl-PCB's (fractie 'A'). De koolkolom wordt vervolgens in een 'reversed' mode gespoeld om de dioxines en non-ortho gesubstitueerde PCB's in een tweede fractie op te vangen (fractie 'B'). Aan beide fracties worden recoverystandaarden toegevoegd. Voor de analyse van mono-ortho gesubstitueerde en ndl-PCB's wordt fractie 'A' geconcentreerd tot een eindvolume van 5 ml. Fractie 'B' (dioxines en non-ortho gesubstitueerde PCB's) wordt uiteindelijk geconcentreerd tot een eindvolume van 0.5 ml.

2.2.3 Bepaling van dioxines en (dl-)PCB's

Een aliquot van fractie 'A' en 'B' wordt achtereenvolgens met gaschromatografie-hoge resolutie massaspectrometrie (GC/HRMS) geanalyseerd. De GC (Agilent H6890+) is voorzien van een 60 meter capillaire kolom (DB-5-MS, ID=0.25 mm). Voor de detectie wordt een 'Waters – Autospec Ultima' HRMS gebruikt. De apparatuur wordt zodanig afgesteld dat de resolutie minimaal 10,000 eenheden is. Van zowel de natieve als de ¹³C-gelabelde congenen worden twee ionen gemeten en gekwantificeerd.

2.3 Analyse van PFAS's

2.3.1 Extractie

Van het gemalen monster wolhandkrab wordt 1 gram afgewogen in een kunststof buis van 50 ml waaraan een mix van ¹³C-isotoopgelabelde interne standaarden wordt toegevoegd. Na toevoeging van 2 ml 200 mM natriumhydroxide voor alkalische digestie worden de componenten geëxtraheerd met 10 ml methanol. Na extractie wordt er 100 µl mierenzuur toegevoegd. Na centrifugeren wordt het supernatant overgeschonken in een schone kunststof buis en wordt daaraan 25 ml Milli-Q water toegevoegd.

2.3.2 Opzuivering

Het extract wordt opgezuiverd met solid-phase extractie (SPE). De SPE cartridges (Strata-X-AW, Phenomenex) worden geconditioneerd met 8 ml methanol en 8 ml 0.04 M zoutzuur in Milli-Q water. Na toevoeging van het extract wordt de SPE kolom achtereenvolgens gewassen met 5 ml natriumacetaat buffer pH 4 en 3 ml 0.04 M zoutzuur in methanol. De PFAS's worden van de cartridge geëluëerd met 5 ml 2% ammoniumhydroxide in acetonitril. Na droogdampen van het eluaat onder een stikstofstroom wordt het residu opgelost in acetonitril. Na toevoeging van de mobiele fase van de vloeistofchromatograaf (LC) (2 mM ammoniumacetaat in Milli-Q water) en een injectiestandaardenmix (¹³C₈-PFOA en ¹³C₈-PFOS) wordt de oplossing overgebracht in een LC vial.

2.3.3 Kwantificering van PFAS's

De monsteroplossingen worden met LC-tandem massaspectrometrie (LC-MS/MS) geanalyseerd. De LC (Shimadzu) is voorzien van een reversed-phase kolom (Waters Acquity UPLC BEH C₁₈, 50 mm x 2.1 mm i.d., 1.7 µm deeltjes). De componenten worden gescheiden met een gradiënt van 2mM ammoniumacetaat in Milli-Q water en acetonitril. Eventuele PFAS's vanuit het LC systeem worden vertraagd over een isolator kolom (Waters Symmetry C₁₈, 50 mm x 2.1 mm i.d., 5µm deeltjes) zodat ze niet tegelijk met de PFAS's vanuit de monsteroplossingen worden gedetecteerd. Voor detectie wordt een 'Sciex QTRAP5500' MS/MS gebruikt, waarbij zowel de natieve als ¹³C-gelabelde verbindingen met behulp van specifieke massaovergangen worden gedetecteerd.

2.4 Analyse van zware metalen

2.4.1 Ontsluiting van zware metalen uit matrix

Voor zware metalen analyses van cadmium, lood, arseen en kwik worden de monsters wolhandkrab bij kamertemperatuur gehomogeniseerd. Vervolgens wordt 1.5 gram monster ontsloten door het met 10 ml salpeterzuur (70%) in een afgesloten destructievaatje te verhitten in een magnetronoven. Na ontsluiting worden de monsters overgebracht in een maatkolf van 50 ml en aangevuld met Milli-Q water.

2.4.2 Analyse van cadmium, lood en arseen

Bij cadmium-, lood- en arseenmetingen wordt gebruik gemaakt van een grafietoven- (GF) atomaire absorptie spectrometer (AAS). De atomaire absorptie van cadmium wordt gemeten bij een golflengte van 228.8 nm, lood bij 283.3 nm en arseen bij 193.7 nm. De gehalten worden bepaald tegen een kalibratiecurve van standaardoplossingen met bekende concentraties.

2.4.3 Analyse van kwik

De kwikbepalingen worden uitgevoerd met behulp van koudedamp – atomaire fluorescentie spectrometrie met amalgaam bij een golflengte van 253.7 nm (Mercur). Het aanwezige kwik in de ontsloten monsters wordt gereduceerd met tin(II)chloride tot metallisch kwik, vrij gemaakt van de oplossing, in dampvorm door een gascuve geleid en met behulp van fluorescentie spectrometrie met amalgaam bij een golflengte van 253.7 nm gemeten en gekwantificeerd.

2.5 Kwaliteitszorg

WMR IJmuiden beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer 187378-2015-AQ-NLD-RvA). De methodes van WFSR voor de analyse van dioxines en (n)dl-PCB's, alsmede de methode voor zware metalen zijn geaccrediteerd (Raad van Accreditatie (RvA), L014) volgens ISO 17025. De methode voor PFAS's is in 2019 volledig gevalideerd en aangeboden aan de RvA voor accreditatie. De methodes worden geborgd door analyse van gecertificeerde referentiematerialen, deelname aan diverse ringonderzoeken en de analyse (in elke batch monsters) van blanco's, gebruik van interne standaarden en recovery experimenten. Daarnaast is WFSR het nationaal referentie laboratorium voor analyse van dioxines en PCB's, PFAS's en zware metalen in voeding en diervoeders.

3 Resultaten en discussie

3.1 Dioxines en PCB's

De resultaten van de analyses staan vermeld in Tabel 2. Zie Bijlage 2 voor de resultaten op vetbasis en Bijlage 3 voor de uitgebreide analysegegevens. Het onderzoek is beperkt tot monsters vlees uit het lijf. Vlees uit poten en scharen is niet onderzocht omdat uit eerder onderzoek bleek dat dit voldoet aan de geldende maximumlimieten voor totaal-TEQ en totaal-ndI-PCB's.

Tabel 2 Gehalten van dioxines en PCB's in wolhandkrab (vlees uit het lijf) bemonsterd in 2019. Resultaten zijn uitgedrukt op productbasis. Alle locaties betreffen gesloten gebied, behalve Kornwerderzand.

WFSR nr.	WMR nr. 2019/	Vangstlocatie	Vet (%)	PCDD/F-TEQ (ub)* (pg/g)	dI-PCB-TEQ (ub)* (pg/g)	Totaal TEQ (pg/g)	Totaal ndI-PCB's (ub) (ng/g)
200574070	2532	Hollands Diep	18.5	20.9	26.2	47.1	945
200574071	2633	Volkerak, Krammersluizen	17.6	25.5	14.9	40.4	399
200574072	2734	Volkerak, Volkeraksluizen	20.1	31.8	16.8	48.6	506
200574073	2835	Maas, Pernis	12.0	29.4	29.7	59.1	869
200575184	3001	IJsselmeer, Kornwerderzand	18.5	8.60	10.5	19.1	162

*WHO2005

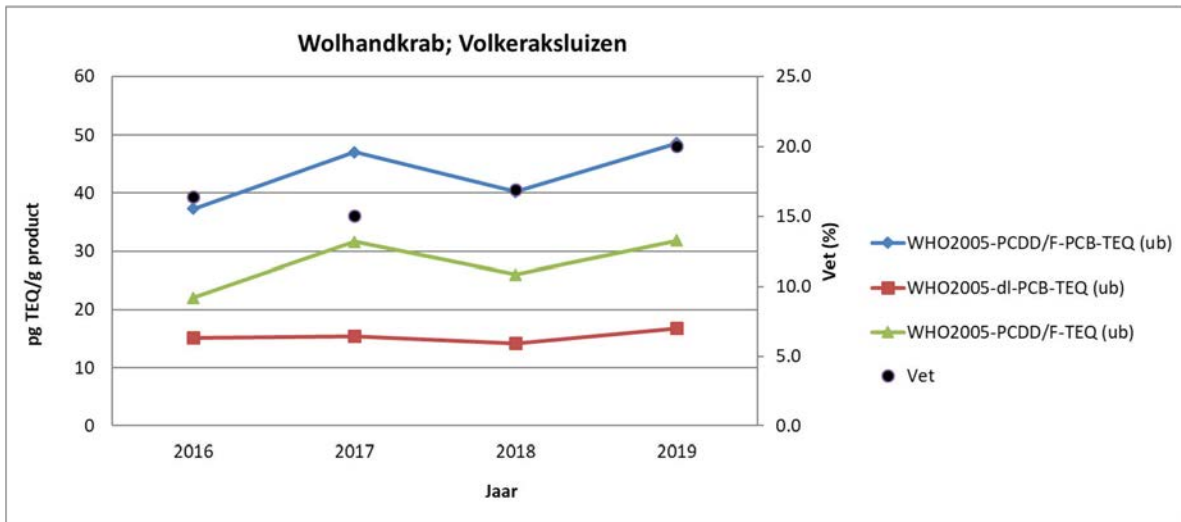
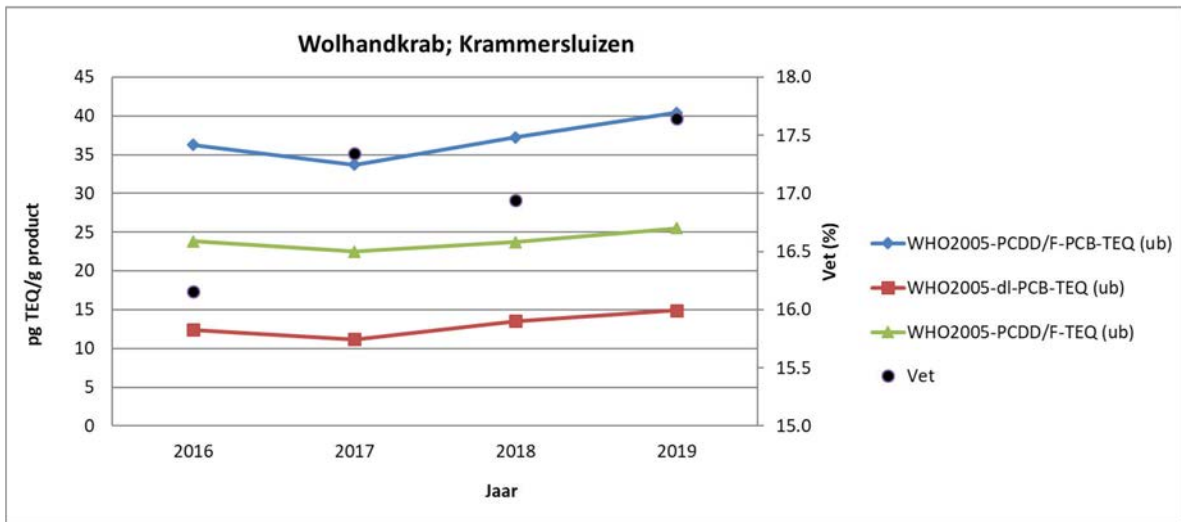
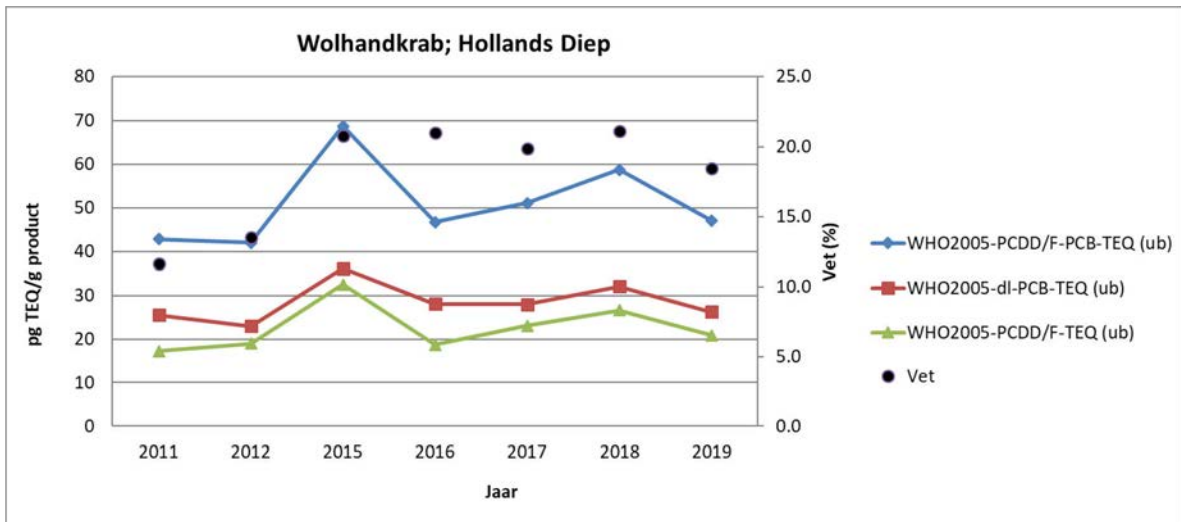
De meest vervuilde wolhandkrab was afkomstig van de Maas (Pernis) en het Hollands Diep. De gehalten liggen in dezelfde lijn als voorgaande jaren (Van Leeuwen et al., 2013, 2016, 2017, 2018; Van der Lee et al., 2012). De gehalten in wolhandkrab variëren van jaar tot jaar, onder andere doordat de wolhandkrab gevangen wordt op het moment dat hij migreert. De wolhandkrab kan daardoor afkomstig zijn van een andere locatie dan de vangstlocatie.

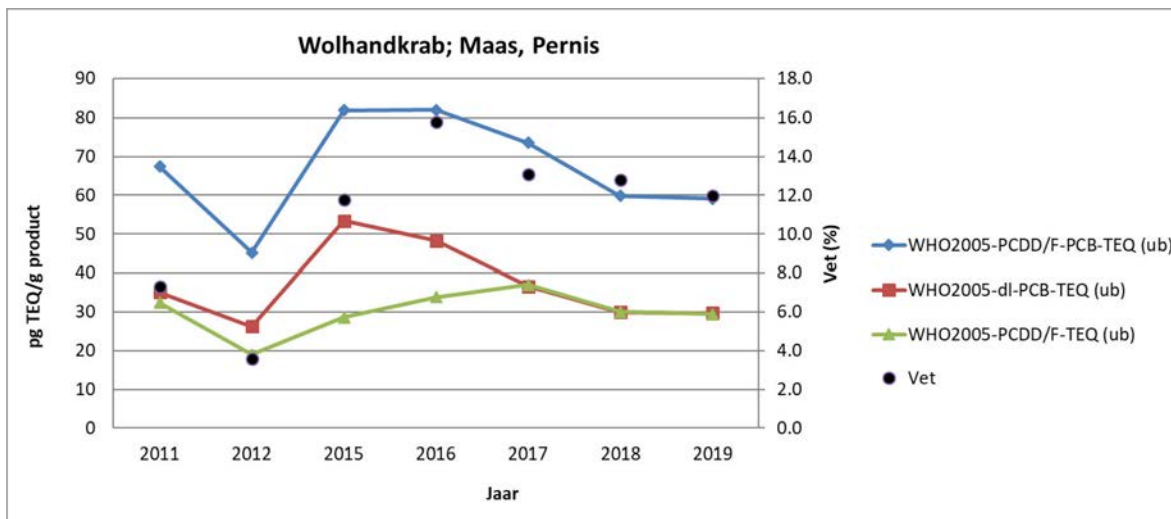
In 2019 is wolhandkrab bemonsterd op twee locaties bij het Volkerak: in het westen van het Volkerak bij de Krammersluizen, en bij de Volkeraksluizen. Voor de Volkeraksluizen zijn zowel de dioxine-TEQ als de dI-PCB-TEQ wat hoger dan de Krammersluizen, wat uiteraard leidt tot een hoger totaal-TEQ gehalte. De gehalten bij het uittrekgebied in het IJsselmeer (Kornwerderzand) zijn het laagst. Bij Den Oever kon geen wolhandkrab gevangen worden, net als in 2018, terwijl de daaraan voorafgaande jaren nog wel het geval was.

3.2 Trends voor dioxines en PCB's

In dit rapport zijn, net als in 2018, figuren gemaakt van de trends van vetgehalte, en gehalten van dioxines en PCB's. Daarmee is het mogelijk om de gehalten door de tijd heen te volgen en te evalueren. Het is bij de evaluatie van trends belangrijk om te realiseren dat wolhandkrab gevangen wordt op het moment van de trektijd; de wolhandkrab kan dus van diverse locaties stroomopwaarts komen. Dit in tegenstelling tot de rode aal, waarvan bekend is dat die, op het moment van vangst voor het monitoringsprogramma, een lokale oorsprong heeft. Het gevolg hiervan is dat er mogelijk meer variatie in de gehalten zit in de opeenvolgende jaren.

In Figuur 3 zijn de trends voor de in 2019 bemonsterde locaties weergegeven.



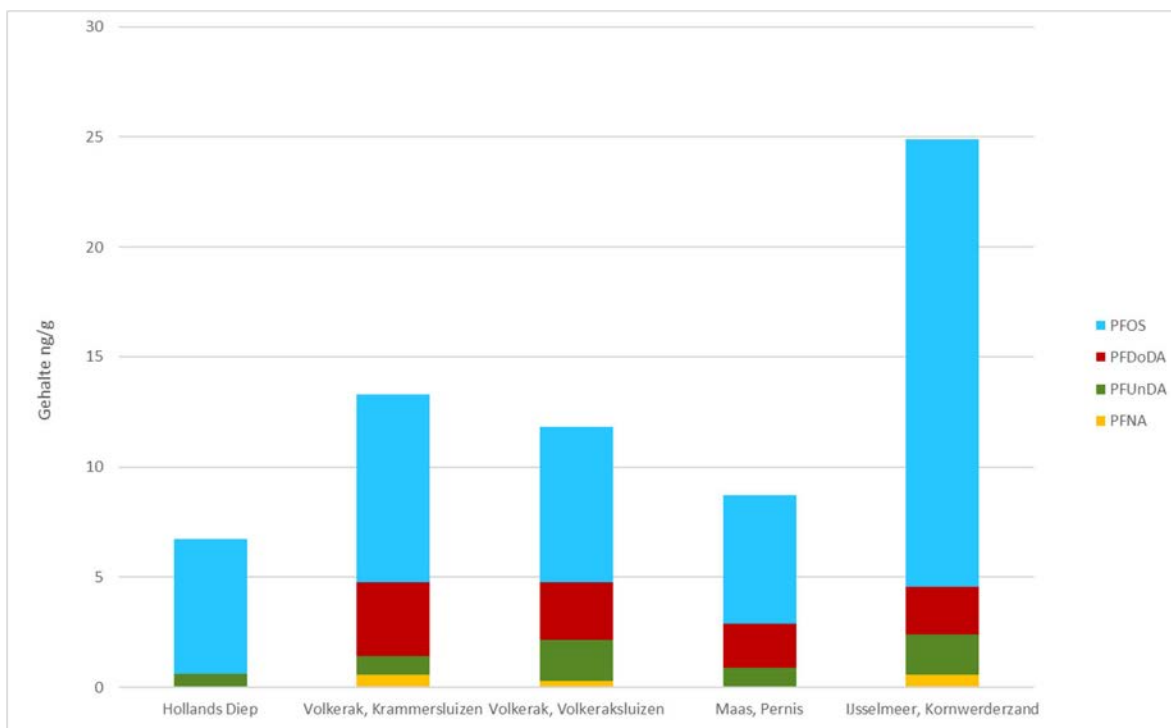


Figuur 3 Trends van gehalten dioxines, PCB's en vet in wolhandkrab vlees uit het lijf. De jaartallen zijn niet altijd aansluitend; soms omdat dat jaar niet bemonsterd is op die locatie, of omdat geen goed monster verkregen werd.

De trendgrafieken laten een variatie zien binnen een bandbreedte van circa 20% over de laatste jaren. Dat geldt voor zowel de gehalten van dioxine-TEQ, dl-PCB-TEQ, totaal-TEQ, maar ook voor het vetgehalte en de bijdrage van dioxines of PCB's aan de totaal-TEQ. Voor de locatie Maas (Pernis) is de variatie van gehalten groter. De trends zijn op de meeste locaties vrij stabiel. De gehalten in het Volkerak zijn lager dan het naastgelegen Hollands Diep, mogelijk omdat door de aanwezigheid van de Volkeraksluizen er weinig uittrek is vanuit het Hollands Diep. Verder valt op dat op de locatie Hollands Diep de bijdrage van de PCB's aan het totaal-TEQ hoger is dan de dioxines, terwijl op de locaties in het Volkerak, de dioxine-TEQ het totaal domineert. Dit suggereert dat de populatie wolhandkrab in het Volkerak in bepaalde mate geïsoleerd is van die uit het Hollands Diep. Verder valt op dat bij de locatie Maas (Pernis) de bijdrage van de dioxine-TEQ en dl-PCB-TEQ aan de totaal-TEQ (bijna) gelijk is, en dat al gedurende 3 jaar op rij. Ook dit suggereert dat de wolhandkrab locatie specifiek is, en dat er mogelijk weinig inmenging is van krab afkomstig van andere locaties met een ander contaminatieprofiel. In Bijlage 2 zijn de trendgrafieken op vetbasis weergegeven. Op vetbasis verlopen de gehalten van de trendgrafieken ongeveer als volgt: Maas (Pernis) > Hollands Diep ≈ Volkeraksluizen > Krammersluizen.

3.3 PFAS's

De volledige PFAS's resultaten staan in Bijlage 4. Diverse PFAS's zijn aangetoond in de wolhandkrab monsters van 2019: PFNA, PFUnDA, PFDoDA en PFOS. De kwantificeringslimiet voor PFDA was verhoogd vanwege een interferentie die kwantificering op lager niveau (vergelijkbaar met PFNA en PFUnDA) in deze monsters verhinderde. De PFOS gehalten zijn met 6-20 ng/g op alle locaties het hoogst (Figuur 4). De bijdrage van PFOS aan het totaal varieert van 60 tot 90%. Dat PFOS vaak domineert blijkt ook uit eerder studies over wolhandkrab (Brust et al., 2018 en 2019) en studies naar andere vis, schaal en schelpdieren (Zafeiraki et al., 2019). Van de vijf onderzochte locaties bevat wolhandkrab gevangen in het IJsselmeer bij Kornwerderzand de hoogste gehalten, net zoals in 2018, en in 2017 bij de locatie Den Oever. Dit kan betekenen dat het water in het IJsselmeer sterker vervuild is met PFAS's dan op de andere locaties, maar dat is niet nader onderzocht. Alle locaties van het Volkerak bevatten hogere gehalten dan Maas (Pernis) en Hollands-Diep, net als in 2018 en 2017. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat er zich een lokale vervuilingbron van PFAS's bevindt in het Volkerak. Een andere verklaring kan zijn dat, vanwege een geringe verversingsgraad in het Volkerak (en ook het IJsselmeer), dit nog historische diffuse vervuiling is die betrekkelijk langzaam afgevoerd wordt.



Figuur 4 PFAS's gehalten in wolhandkrab bemonsterd in 2019.

3.4 Zware metalen

De gehalten zware metalen in het vlees uit het lijf van de wolhandkrab die in 2019 is verzameld, zijn weergegeven in Tabel 3. De arseengehalten vertoonden weinig variatie (As 0.9 – 1.4 mg/kg), evenals kwik (Hg 0.018 – 0.035 mg/kg). De variatie in cadmium is groter (zie Tabel 3). De locatie Kornwerderzand wijkt af van de andere locaties met een veel lager cadmiumgehalte en een iets verhoogd kwikgehalte, terwijl de gehalten arseen en lood min of meer in lijn met de andere locaties zijn. Voor zware metalen in witvlees van wolhandkrab gelden ML's (EG/1881/2006), maar niet voor het vlees uit het lijf. De gehalten van metalen in wolhandkrab uit de Krammersluizen en Volkeraksluizen zijn zeer vergelijkbaar.

Tabel 3 Resultaten zware metalen in wolhandkrab monsters vlees uit het lijf. Resultaten zijn uitgedrukt op productbasis.

WFSR nr.	WMR nr. 2019/	Vangstlocatie	Cadmium (mg/kg)	Lood (mg/kg)	Arseen (mg/kg)	Kwik (mg/kg)
200574070	2532	Hollands Diep	0.22	<0.05	1.4	0.018
200574071	2633	Volkerak, Krammersluizen	0.20	<0.05	1.3	0.027
200574072	2734	Volkerak, Volkeraksluizen	0.21	<0.05	1.3	0.024
200574073	2835	Maas, Pernis	0.16	<0.05	1.0	0.021
200575184	3001	IJsselmeer, Kornwerderzand	0.044	<0.05	0.9	0.035

4 Conclusies

In 2019 is de wolhandkrab afkomstig van verschillende locaties onderzocht op gehalten aan dioxines en PCB's, PFAS's en zware metalen. De onderzochte monsters betroffen steeds het vlees uit het lijf (ook aangeduid als het bruine vlees). Uit dit onderzoek blijkt het volgende:

- De gehalten varieerden van 8.6-31.8 pg TEQ/g voor de dioxines, 10.5-3-29.7 pg TEQ/g voor de dl-PCB's, 19.1-59.1 pg TEQ/g voor de totaal-TEQ en 162-945 ng/g voor het totaal aan ndl-PCB's;
- De wolhandkrab afkomstig van locaties Hollands-Diep en Maas (Pernis) is het sterkst gecontamineerd, en de wolhandkrab van locatie IJsselmeer (Kornwerderzand) is het minst gecontamineerd;
- De dioxine en PCB-trends in de wolhandkrab zijn redelijk stabiel over de laatste 4 jaren, behalve voor de Maas (Pernis) waar gehalten iets sterker variëren;
- Er zijn vier verschillende PFAS's aangetoond, gehalten variëren van circa 7 tot 25 ng/g product voor de som van deze PFAS's. PFOS domineert het profiel met een bijdrage aan de som van 60-90%;
- PFAS's gehalten in wolhandkrab van locatie Kornwerderzand waren het hoogst en op locatie Hollands Diep het laagst, hetgeen vergelijkbaar is met voorgaande jaren;
- De gehalten van de metalen arseen, cadmium, lood en kwik variëren als volgt: 0.044-0.22 mg/kg voor cadmium; <0.05 mg/kg voor lood; 0.018-0.035 mg/kg voor kwik en 0.9-1.4 mg/kg voor totaal arseen. De locatie Kornwerderzand wijkt af van de andere locaties voor wat betreft het kwik- en cadmiumgehalte.

5 Aanbevelingen

- Het is in 2019 niet gelukt om meerdere monsters wolhandkrab uit het IJsselmeer te nemen. Daarom wordt aanbevolen om in 2020 de monsternamestrategie aan te passen zodat monsternamen in de (nabije) toekomst wel gerealiseerd kan worden en er een gedetailleerder beeld ontstaat van de contaminatie van wolhandkrab op verschillende locaties in het IJsselmeer.
- Er is weinig bekend over de spreiding van PFAS's in individuele wolhandkrab. Daarom wordt aanbevolen om PFAS's in individuele krabben te gaan meten. Tevens wordt aanbevolen om PFAS's in het vlees van de scharen en poten te meten. Het is nu onbekend in welke mate deze contaminanten daarin voorkomen.

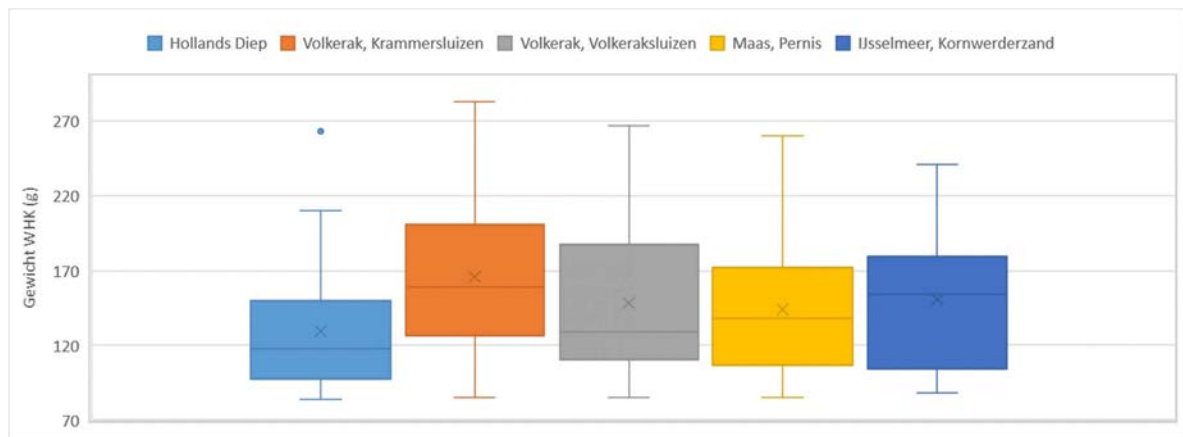
Literatuur

- Bakker, T., and W. Zaalmink. 2012. De Wolhandkrab: een Hollandse exoot. Een marktverkenning. Landbouw Economisch Instituut (LEI).
- Buck, R. C., J. Franklin, U. Berger, J. M. Conder, I. T. Cousins, P. de Voogt, A. A. Jensen, et al. 2011. Perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances in the environment: terminology, classification, and origins. *Integr Environ Assess Manag* 7 (4): 513-41. <http://dx.doi.org/10.1002/ieam.258>.
- BuRO. 2019 Advies over de risico's van consumptie van vlees van het lijf (bruinvlees) van de Chinese wolhandkrab (*Eriocheir sinensis*) voor de Nederlandse consument, Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit, Bureau voor Risicobeoordeling, Utrecht, Documentnummer TRCVNWA/2019/3583.
- Brust, G.M.H., L.A.P. Hoogenboom, M.J.J. Kotterman, S.P.J. van Leeuwen. 2019 Contaminanten in Chinese wolhandkrab; Resultaten van 2018. Wageningen, Wageningen Food Safety Research, WFSR-rapport 2019.004.
- Brust, G.M.H., L.A.P. Hoogenboom, M.J.J. Kotterman, S.P.J. van Leeuwen. 2018 Contaminanten in Chinese wolhandkrab: Resultaten van 2016 en 2017. Wageningen, RIKILT Wageningen University & Research, RIKILT-rapport 2018.004.
- Clark, P. F., D. N. Mortimer, R. J. Law, J. M. Avers, B. A. Cohen, D. Wood, M. D. Rose, A. R. Fernandes, and P. S. Rainbow. 2009. Dioxin and PCB Contamination in Chinese Mitten Crabs: Human Consumption as a Control Mechanism for an Invasive Species. *Environmental Science & Technology* 43 (5): 1624-1629. <http://dx.doi.org/10.1021/es802935a>.
- Hoogenboom, R. L. A. P., M. J. J. Kotterman, M. Hoek-van Nieuwenhuizen, M. K. van der Lee, W. C. Mennes, S. M. F. Jeurissen, and S. P. J. van Leeuwen. 2015. Dioxins, PCBs and heavy metals in Chinese mitten crabs from Dutch rivers and lakes. *Chemosphere* 123: 1-8. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.10.055>.
- Kotterman, M. J. J., P. de Vries, S. P. J. van Leeuwen, and L. A. P. Hoogenboom. 2015. Dioxines en PCB's in Chinese wolhandkrab; invloed van grootte en variatie door het seizoen. IMARES-rapport C057/15.
- Kotterman, M. J. J., M. K. van der Lee, and S. Bierman. 2012. Schatting percentage schone wolhandkrab in de gesloten gebieden. IJmuiden: IMARES. IMARES-rapport C043/12.
- Noorlander, C. W., S. P.J. van Leeuwen, J. D. Te Biesebeek, M. J. Mengelers, and M. J. Zeilmaker. 2011. Levels of perfluorinated compounds in food and dietary intake of PFOS and PFOA in the Netherlands. *J Agric Food Chem* 59 (13): 7496-505. <http://dx.doi.org/10.1021/jf104943p>.
- Teunen, L., C. Belpaire, F. Dardenne, R. Blust, and L. Bervoets. 2018. Veldstudie naar de monitoring van biota in het kader van de rapportage van de chemische toestand voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2016. Antwerpen: Universiteit Antwerpen (UA) in samenwerking met het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij (VMM).
- Van der Lee, M. K., S. P. J. van Leeuwen, M. J. J. Kotterman, and L. A. P. Hoogenboom. 2012. Contaminanten in Chinese wolhandkrab: onderzoek naar dioxines, PCB's en zware metalen in Chinese wolhandkrab. RIKILT Wageningen UR. RIKILT-rapport 2012-010.
- Van Hattum, B., P. Nijssen, and J. F. Focant. 2013. Dioxines en PCB's in Chinese wolhandkrab uit het Benedenrivierengebied. Instituut voor Milieuvraagstukken (IVM). Rapport R-13/06.
- Van Leeuwen, S. P. J., L. A. P. Hoogenboom, and M. J. J. Kotterman. 2016. Contaminanten in Chinese Wolhandkrab: resultaten van 2015. Wageningen: RIKILT Wageningen UR. RIKILT-rapport 2016-012.
- Van Leeuwen, S. P. J., M. J. J. Kotterman, M. K. van der Lee, and L. A. P. Hoogenboom. 2013. Dioxines en PCB's in Chinese wolhandkrab. Wageningen: RIKILT Wageningen UR. RIKILT-rapport 2013.005.
- Zafeiraki, E., Gebbink, W.A., Hoogenboom, L.A.P., Kotterman, M. K., Kwadijk, C., Dassenakis, E., van Leeuwen, S.P.J. (2019) Occurrence of perfluoroalkyl substances (PFASs) in a large number of wild and farmed aquatic animals collected in the Netherlands, *Chemosphere*, 232, 415-423.

Bijlage 1 Biologische gegevens

Tabel B1 Biologische gegevens van wolhandkrab monsters in 2019.

Locatie	Datum monstername	Aantal man	Aantal vrouw	Gewicht (g)		
				Gemiddelde	Min	Max
Hollands Diep	01-11-2019	14	11	130	84	263
Volkerak, Krammersluizen	07-11-2019	17	8	166	85	283
Volkerak, Volkeraksluizen	07-11-2019	18	7	149	85	267
Maas, Pernis	13-11-2019	25	0	144	85	260
IJsselmeer, Kornwerderzand	17-12-2019	23	2	151	88	241



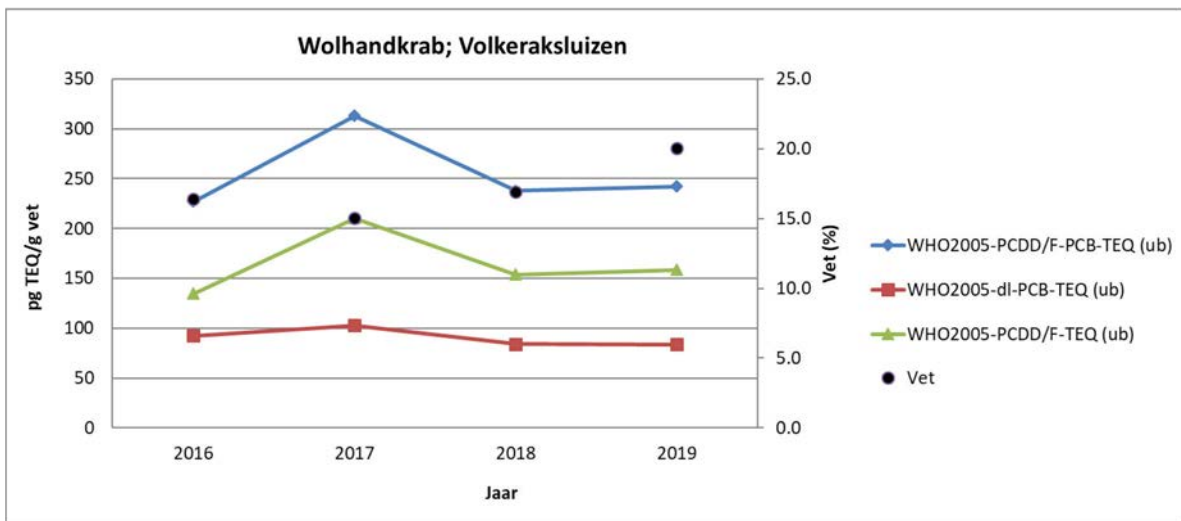
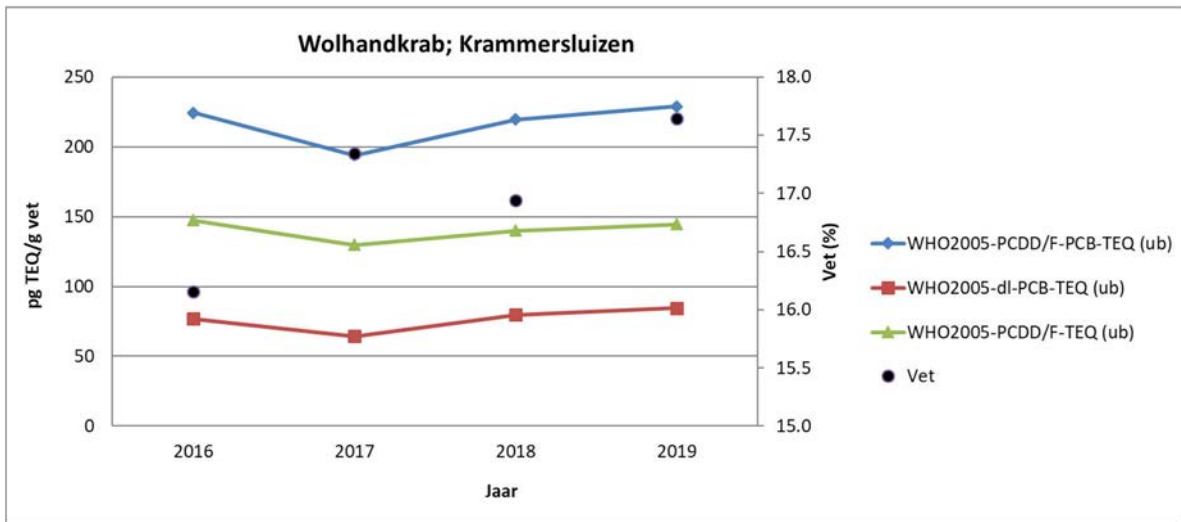
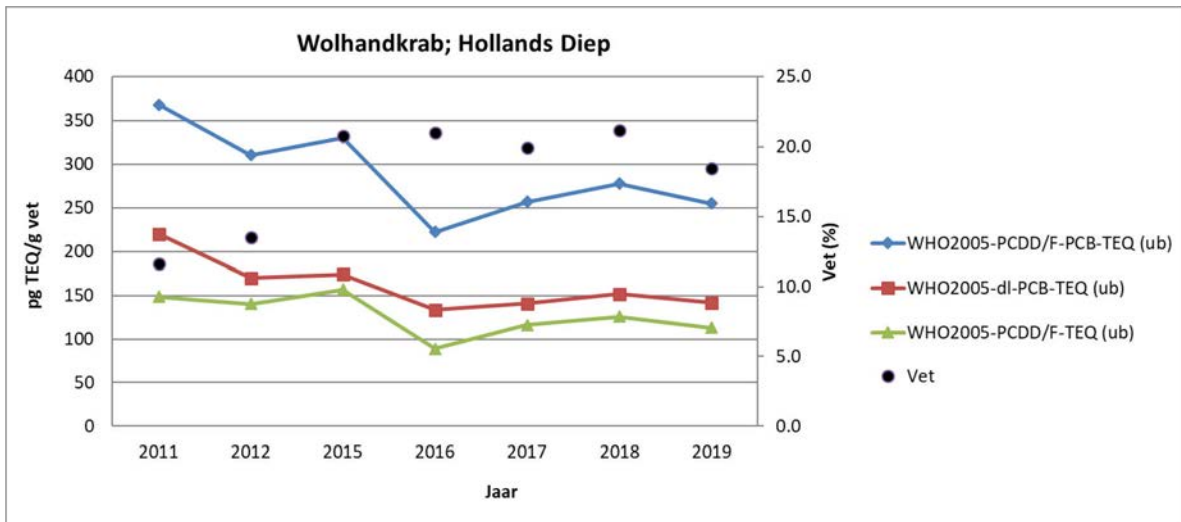
Figuur B1 Verdeling totaalgewichten wolhandkrab bemonsterd in 2019.

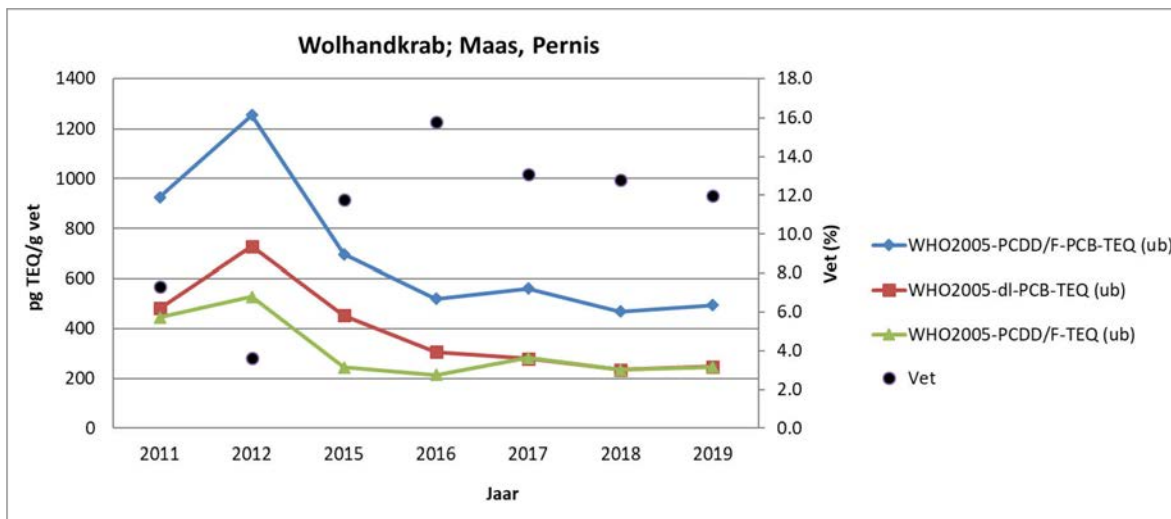
Bijlage 2 Resultaten dioxines en PCB's op vetbasis

Table B2 Gehalten van dioxines en PCB's in wolhandkrab (vlees uit het lijf) bemonsterd in 2019. Resultaten zijn uitgedrukt op vetbasis.

WFSR nr.	WMR nr. 2019/	Vangstlocatie	Vet (%)	PCDD/F-TEQ (ub)* (pg/g)	dl-PCB-TEQ (ub)* (pg/g)	Totaal TEQ (pg/g)	Totaal ndl- PCB's (ub) (ng/g)
200574070	2532	Hollands Diep	18.5	113	142	255	5116
200574071	2633	Volkerak, Krammersluizen	17.6	145	84.4	229	2261
200574072	2734	Volkerak, Volkeraksluizen	20.1	159	83.8	242	2523
200574073	2835	Maas, Pernis	12.0	246	248	494	7258
200575184	3001	IJsselmeer, Kornwerderzand	18.5	46.6	56.8	103	877

*WHO2005





Figuur B2 Trends van gehalten dioxines, PCB's en vet in wolhandkrab vlees uit het lijf op vetbasis. De jaartallen zijn niet altijd aansluitend; soms omdat dat jaar niet bemonsterd is op die locatie, of omdat geen goed monster verkregen werd.

Bijlage 3 Analyseresultaten voor vet, dioxines en PCB's in wolhandkrab

Tabel B3 *Individuele gehalten van de verschillende dioxines en PCB's in wolhandkrab (vlees uit het lijf) bemonsterd in 2019. Resultaten zijn uitgedrukt op productbasis.*

WFSR nr	200574070	200574071	200574072	200574073	200575184
WMR nr	2019/2532	2019/2633	2019/2734	2019/2835	2019/3001
Product	Wolhandkrab	Wolhandkrab	Wolhandkrab	Wolhandkrab	Wolhandkrab
Herkomst	Hollands Diep	Krammersluizen	Volkeraksluizen	Maas, Pernis	Kornwerderzand
Vetgehalte (%)	18.5	17.6	20.1	12.0	18.5
Dioxines (A0565)	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
2,3,7,8-TCDF	43.8	35.0	41.2	51.0	12.8
1,2,3,7,8-PeCDF	10.0	7.74	9.91	15.0	3.46
2,3,4,7,8-PeCDF	16.4	22.9	26.9	20.0	7.40
1,2,3,4,7,8-HxCDF	17.8	10.8	15.8	26.2	4.92
1,2,3,6,7,8-HxCDF	6.97	5.94	8.68	9.82	2.68
2,3,4,6,7,8-HxCDF	4.02	4.68	6.38	4.90	1.91
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.386	0.298	0.374	0.348	<0.079
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	21.6	19.8	31.2	32.4	9.86
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	1.10	0.53	1.23	0.779	0.154
OCDF	12.4	4.08	12.5	8.10	1.94
2,3,7,8-TCDD	6.32	10.6	13.6	11.4	2.68
1,2,3,7,8-PeCDD	1.20	1.37	1.61	1.48	0.976
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.921	0.940	1.16	0.924	0.579
1,2,3,6,7,8-HxCDD	3.73	2.67	3.36	2.84	1.38
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.999	0.944	1.23	0.990	0.632
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	9.12	4.04	5.41	6.33	3.05
OCDD	11.4	2.16	4.31	6.92	2.92
WHO2005-PCDD/F-TEQ (lb) *	20.9	25.5	31.8	29.4	8.59
WHO2005-PCDD/F-TEQ (ub) **	20.9	25.5	31.8	29.4	8.60
dl-PCB's	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g	pg/g
PCB 081	57.8	31.0	32.9	65.6	17.1
PCB 077	2130	1140	1340	2470	454
PCB 126	210	122	137	237	89.4
PCB 169	23.3	16.6	18.6	27.8	15.3
PCB 123	1200	389	687	1220	<427
PCB 118	96000	46600	55800	112000	24000
PCB 114	1040	308	342	1120	220
PCB 105	18400	7680	8720	20400	4340
PCB 167	9620	4300	5340	9610	2160
PCB 156	13200	6720	8100	14100	3760
PCB 157	2200	1280	1540	2560	624
PCB 189	1760	1070	1320	1500	484
WHO2005-dl-PCB-TEQ (lb) *	26.2	14.9	16.8	29.7	10.5
WHO2005-dl-PCB-TEQ (ub) **	26.2	14.9	16.8	29.7	10.5
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (lb) *	47.1	40.4	48.6	59.1	19.1
WHO2005-PCDD/F-PCB-TEQ (ub) **	47.1	40.4	48.6	59.1	19.1
ndl-PCB's	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g	ng/g
PCB 028	17.1	8.44	12.6	24.9	3.84
PCB 052	57.6	20.6	31.6	60.2	4.56
PCB 101	176	60.4	79.2	173	20.4
PCB 153	378	171	214	350	73.6
PCB 138	172	75.8	91.2	162	36.4
PCB 180	144	62.5	77.2	99.2	23.0
Totaal ndl-PCB's (lb) *	945	399	506	869	162
Totaal ndl-PCB's (ub) **	945	399	506	869	162

*lb met lower bound detectiegrenzen

**ub met upperbound detectiegrenzen

Bijlage 4 Resultaten PFAS's in wolhandkrab 2019

Tabel B4 *Individuele gehalten van de verschillende PFAS's in wolhandkrab (vlees uit het lijf) bemonsterd in 2019. Gehalten zijn in ng/g product.*

WFSR nr.	WMR nr. 2019/	Locatie	PFBA	PFPA	PFHxA	PFHpA	PFOA	PFNA	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFTTrDA	PFTeDA	PFHxS	PFHpS	PFOS	PFDS
200574070	2532	Hollands Diep	<15	<5.0	<2.0	<0.10	<0.50	<0.20	<5.0	0.63	<2.0	<2.0	<5.0	<0.20	<0.10	6.1	<0.50
200574071	2633	Volkerak, Krammersluizen	<15	<5.0	<2.0	<0.10	<0.50	0.56	<5.0	0.85	3.3	<2.0	<5.0	<0.20	<0.10	8.6	<0.50
200574072	2734	Volkerak, Volkeraksluizen	<15	<5.0	<2.0	<0.10	<0.50	0.27	<5.0	1.9	2.6	<2.0	<5.0	<0.20	<0.10	7.1	<0.50
200574073	2835	Maas, Pernis	<15	<5.0	<2.0	<0.10	<0.50	<0.20	<5.0	0.86	2.0	<2.0	<5.0	<0.20	<0.10	5.8	<0.50
100575184	3001	IJsselmeer, Kornwerderzand	<15	<5.0	<2.0	<0.10	<0.50	0.57	<5.0	1.8	2.2	<2.0	<5.0	<0.20	<0.10	20	<0.50

Wageningen Food Safety Research
Postbus 230
6700 AE Wageningen
T 0317 48 02 56
www.wur.nl/food-safety-research

WFSR-rapport 2020.011

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



Wageningen Food Safety Research
Postbus 230
6700 AE Wageningen
T 0317 48 02 56
www.wur.nl/food-safety-research

WFSR-rapport 2020.011

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 12.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

