
Dioxines en PCB's in eieren van particuliere kippenhouders

Dit onderzoek is uitgevoerd door RIKILT Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van de Wettelijke Onderzoekstaken (WOT Voedselveiligheid, thema Contaminanten, projectnummer WOT-02-001-015).

RIKILT Wageningen UR
Wageningen, november 2014

RIKILT-rapport 2014.012

2014. *Dioxines en PCB's in eieren van particuliere kippenhouders* . Wageningen, RIKILT Wageningen UR (University & Research centre), RIKILT-rapport 2014.012. 26 blz.; 5 fig.; 2 tab.; 14 ref.

Projectnummer: 1227192501

BAS-code: WOT-02-001-015

Projecttitel: Monitoring dioxines, dioxineachtige PCB's, indicator PCB's en vlamvertragers in primaire agrarische producten

© 2014 RIKILT Wageningen UR

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

- a. *dit door RIKILT Wageningen UR uitgebrachte rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;*
- b. *dit door RIKILT Wageningen UR uitgebrachte rapport, c.q. de naam van het rapport of RIKILT Wageningen UR, 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 RIKILT Wageningen UR te gebruiken in andere zin dan als auteur van dit rapport.*

Postbus 230, 6700 AE Wageningen, T 0317 48 02 56, E info.rikilt@wur.nl,
www.wageningenUR.nl/rikilt. RIKILT is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

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

RIKILT-rapport 2014.012

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Dioxines en PCB's in de voedselketen	9
	1.2 EU-beleid t.a.v. dioxines en PCB's	9
	1.3 Dioxines en PCB's in eieren	10
2	Materiaal en methodes	12
	2.1 Verzamelen van de monsters	12
	2.2 Opwerking van de eieren	12
	2.3 Bepaling van dioxines en PCB's in eieren met GC/HRMS	12
	2.4 Bepaling van dioxines en PCB's in eieren met DR CALUX	13
3	Resultaten	14
	3.1 Bezoek aan particuliere kippenhouders	14
	3.2 Gehaltes aan dioxines en PCB's, bepaald met GC/HRMS	14
	3.3 Regionale verschillen tussen gehaltes in eieren	17
	3.4 Relatie legfrequentie en TEQ-gehaltes	17
	3.5 Gehaltes aan dioxines en PCB's, bepaald met DR CALUX	17
	3.6 Congeneerpatronen van dioxines en PCB's	18
4	Risicobeoordeling consumptie eigen eieren	21
5	Conclusies	23
6	Aanbevelingen voor kippenhouders	24
	Literatuur	25

Woord vooraf

Dit onderzoek is gericht op eieren van particuliere kippenhouders. Deze eieren worden niet in de handel gebracht. In een aantal gevallen werden relatief hoge gehalten aan dioxines en dioxineachtige PCB's gemeten. De EU streeft ernaar de inname van dioxines en dioxineachtige PCB's te beperken en heeft om die reden strenge maar haalbare handelsnormen afgeleid voor eieren en vele andere levensmiddelen. Overschrijding van die normen voor eieren betekent niet direct een risico voor consumenten, omdat daarbij ook andere factoren zoals het aantal geconsumeerde eieren en beschikbaarheid gedurende het jaar een rol spelen. Het streven zou wel moeten zijn om de gehalten te verlagen. Dit rapport geeft een eerste beeld van gehalten in eieren van particuliere kippenhouders en doet een aantal aanbevelingen om de inname van dioxines en dioxineachtige PCB's door leghennen te reduceren.

Samenvatting

Eieren van hennen met vrije uitloop kunnen verhoogde gehalten aan dioxines en PCB's bevatten, meestal veroorzaakt door inname van besmette grond. De meeste commerciële bedrijven hebben inmiddels maatregelen genomen om die gehalten te reduceren en worden daarop regelmatig gecontroleerd. Recente metingen rond Harlingen laten zien dat de problematiek nog wel kan spelen voor eieren van particuliere kippenhouders die hun eieren niet verhandelen maar voor eigen consumptie gebruiken. Om een beter beeld te krijgen van de reikwijdte van de problematiek werden verdeeld over Nederland ruim 60 adressen geselecteerd uit een lijst van deelnemers die zich hadden aangemeld na een oproep van de GGD's. Eieren werden met de referentiemethode (GC-HRMS) onderzocht op aanwezigheid van dioxines, dioxineachtige en niet-dioxineachtige PCB's.

Het onderzoek laat gemiddelde gehalten zien van 3,6 en 6,1 pg TEQ/g vet voor respectievelijk dioxines en de som van dioxines en dioxineachtige PCB's (mediaan van 2,8 en 4,8), en 19 ng/g vet voor de som van de niet-dioxineachtige PCB's (mediaan van 13). Het hoogst gemeten gehalte voor dioxines bedroeg 9,6 pg TEQ/g vet, voor de som-TEQ 18,9 pg TEQ/g vet en voor de ndl-PCB's 80 ng/g vet. In veel eieren liggen de gehalten ruim boven de normen die gelden voor eieren in de verkoop, zijnde 2,5 en 5 pg TEQ/g vet voor dioxines en de som van dioxines en dioxineachtige PCB's, en 40 ng/g vet voor de niet-dioxineachtige PCB's. Daarentegen werden op enkele plaatsen ook zeer lage gehalten gemeten.

Er was geen sprake van een duidelijk verschil tussen regio's. Bij adressen met relatief hoge gehalten kon hiervoor geen directe oorzaak worden aangewezen. Ook de congenerpatronen wezen niet op duidelijke bronnen en vertoonden in de meeste monsters een beeld dat eerder werd aangetroffen bij commerciële bedrijven. Op basis van eerder onderzoek bij bedrijven, is het waarschijnlijk dat inname van grond de belangrijkste oorzaak is van de besmetting van eieren. Dit kan zelfs bij relatief lage gehalten in de grond.

Regelmatige consumptie van eigen eieren leidt bij de huidige achtergrondblootstelling niet direct tot een overschrijding van de gezondheidskundige grenswaarde (Tolerable Weekly Intake, TWI). Omdat in sommige gevallen de TWI wel benaderd wordt is het verstandig om de gehalten te verlagen door gerichte maatregelen. Het rapport doet hiervoor een aantal suggesties.

1 Inleiding

Dioxines en PCB's kunnen als contaminanten voorkomen in dierlijke producten, doordat zij slecht afbreekbaar zijn en accumuleren in vet. Dioxines kunnen gevormd worden bij verschillende processen zoals de verbranding van bepaalde plastics maar ook de productie van bepaalde gechlloreerde stoffen. Bekende voorbeelden zijn Agent Orange, pentachloorfenol (PCP) en mengsels van polychloorbifenylen (PCB's). Ook komen ze voor in bepaalde type klei, zoals kaoliniet, waarin ze waarschijnlijk onder hoge druk en temperatuur gevormd zijn. PCB's zijn in het verleden op grote schaal geproduceerd voor allerlei doeleinden. Bepaalde PCB's bezitten zelf ook dioxineachtige eigenschappen en worden daarom dioxineachtige PCB's (dioxin-like of dl-PCB's) genoemd. Via het voer maar ook via opname van grond kunnen landbouwhuisdieren dioxines en PCB's opnemen en ophopen in eetbare producten als vlees, maar ook uitscheiden via vetrijke producten als melk en eieren.

1.1 Dioxines en PCB's in de voedselketen

In eerste instantie zijn dioxines in Nederland eind jaren tachtig ontdekt in melk van koeien die graasden in de omgeving van vuilverbrandingsinstallaties (Olie *et al.* 1977, Liem *et al.* 1991). Die installaties zijn sterk verbeterd dan wel afgebroken, resulterend in een sterke daling van de emissies en dus de gehalten in zuivelproducten. Toch hebben zich in de loop der jaren nog verschillende incidenten met dioxinen in verontreinigd veevoer voorgedaan. Eind jaren negentig bleek citruspulp afkomstig uit Brazilië besmet door inmenging van verontreinigde kalk. Dit resulteerde in een tijdelijke stijging van melkgehalten doordat dit product werd verwerkt in veevoer voor runderen. In 1999 was er een veel groter incident in België door inmenging van ruim 200 liter PCB-olie in voer voor kippen en varkens. Dit resulteerde in de EU in een reeks van maatregelen waaronder normstelling voor levensmiddelen en voer.

Door de zogenaamde Scientific Committee on Food (SCF, 2001) werd in 2001 een blootstellingsnorm afgeleid van 14 pg TEQ/kg lichaamsgewicht per week (Tolerable Weekly Intake, TWI). Deze op basis van toxische effecten in dierstudies gebaseerde norm moet voorkomen dat langdurige inname leidt tot schadelijke gehalten in het lichaam. Innameschattingen toonden aan dat in die periode een substantieel deel van de bevolking deze TWI overschreed, een extra reden om maatregelen te nemen om de gehalten in levensmiddelen te reduceren. Deze maatregelen betroffen het instellen van maximumgehalten voor deze dioxines en het opvoeren van controles op deze stoffen door zowel overheid als producenten.

Bij PCB's gaat het om 209 congenen waarvan er 12 dioxineachtige eigenschappen hebben. Qua gehalten vormen die slechts een klein gedeelte van het totaal aan persistente PCB's, maar qua toxiciteit lijken ze het belangrijkste. Desalniettemin zijn andere PCB's al veel langer gereguleerd waarbij oorspronkelijk bij de analyse naar zeven zogenaamde indicator-PCB's werd gekeken. Daarbij waren er veelal op landelijk niveau normen die in grote mate konden verschillen tussen de lidstaten in de EU. Om die reden heeft de EU in 2012 normen afgeleid voor deze zogenaamde niet-dioxineachtige (non-dioxin-like of ndl-) PCB's, waarbij naar de som van 6 van de 7 indicator-PCB's wordt gekeken. PCB's zijn op grote schaal geproduceerd en verwerkt in talrijke producten zoals transformatorolie maar ook in bepaalde isolatiekits en coatings. De productie ervan is al enige decennia verboden maar ze kunnen nog steeds aanwezig zijn in oude bouwmaterialen en het milieu (Hoogenboom en Traag, 2013).

1.2 EU-beleid t.a.v. dioxines en PCB's

Bij dioxines gaat het om 7 gechlloreerde dibenzo-p-dioxines en 10 gechlloreerde dibenzofuranen met minimaal 4 chlooratomen die in elk geval de posities 2, 3, 7 en 8 in het molecuul bezetten. TCDD ofwel 2,3,7,8-tetrachloordibenzo-p-dioxine is de meest toxische dioxine. Dioxines hebben bij een

bepaalde dosering effecten op het immuunsysteem, de hersenontwikkeling en de voortplanting en bij hogere doseringen kunnen ze ook kanker veroorzaken. De relevante dioxines worden slecht afgebroken en kunnen daardoor accumuleren in het lichaamsvet, waar ze via het bloed een voortdurende bron vormen voor andere weefsels. De eerder genoemde TWI is afgeleid op basis van schadelijke effecten op mannelijke nakomelingen van ratten die tijdens de zwangerschap werden blootgesteld. Daarbij is rekening gehouden met verschillen in de kinetiek van dioxines bij rat en mens. De TWI zou ervoor moeten zorgen dat gehalten in vrouwen tijdens de zwangerschap geen risico vormen voor de zich ontwikkelende embryo. Op basis van meer recente studies bij mensen die zijn blootgesteld aan TCDD tijdens een milieu-incident in Seveso, Italië, in 1976 heeft de Amerikaanse Environmental Protection Agency (US-EPA) een norm afgeleid van 0,7 pg/kg lichaamsgewicht per dag, die daarmee zo'n factor 3 lager ligt dan de TWI. Dit betekent niet automatisch dat de TWI onvoldoende bescherming biedt, en Nederland heeft de Europese Commissie recent gevraagd om hiernaar te kijken. EFSA heeft in 2005 ook gekeken naar een mogelijke blootstellingsnorm voor de ndl-PCB's. Zij heeft echter geoordeeld dat de beschreven effecten grotendeels kunnen worden toegeschreven aan gelijktijdige blootstelling aan dl-PCB's en dioxines. Om die reden is geen aparte norm afgeleid.

Niet alle dioxines en dl-PCB's zijn even toxisch, al wordt ervan uitgegaan dat ze wel dezelfde effecten hebben. Om die reden zijn er zogenaamde Toxische equivalentiefactoren (TEF's) afgeleid die een maat zijn voor de toxische potentie van een bepaalde dioxine of dl-PCB t.o.v. TCDD. De gemeten gehalten van elke congener worden vermenigvuldigd met de specifieke TEF-waarde en uiteindelijk worden de zo verkregen gewogen gehalten opgeteld tot een TEQ-gehalte. TEF-waardes worden met enige regelmaat opnieuw bekeken en indien nodig aangepast, op basis van nieuwe studies. Een aanpassing van de TEF's resulteert echter niet direct in het opnemen van de nieuwe waardes in de productnormen, omdat dit van invloed kan zijn op het streven om de gehalten in levensmiddelen en voeders verder te reduceren.

Zoals eerder gemeld heeft de EU normen afgeleid voor levensmiddelen en diervoeders. Daarbij is ze uitgegaan van gehalten die in de praktijk voorkomen en is de norm zodanig gekozen dat alleen de meest besmette producten die norm zouden overschrijden en uit de handel genomen moeten worden. Door verder onderzoek zou de oorzaak van die besmetting achterhaald moeten worden en de bronnen verwijderd. Uiteindelijk zou dit moeten resulteren in een steeds verdere verlaging van de gehalten in levensmiddelen en daarmee de blootstelling van consumenten. Om het proces te versnellen heeft de EU ook zogenaamde actiegrenzen vastgesteld op ongeveer 2/3 van het maximumgehalte. Wanneer deze actiegrenzen overschreden worden, maar niet de maximumgehalten, kunnen producten wel verkocht en geconsumeerd worden maar moet nader onderzoek plaatsvinden naar de oorzaak. Het moet benadrukt worden dat normen alleen van toepassing zijn op producten die in de handel worden gebracht en dus niet op eieren die alleen voor eigen gebruik zijn.

Omdat begin 2000 slechts beperkte data voorhanden waren m.b.t. dl-PCB's, heeft de EU in eerste instantie (2001) alleen normen vastgesteld voor dioxines. Eind 2006 zijn de dl-PCB's daaraan toegevoegd, maar zijn de normen voor dioxines behouden. Om die reden zijn er maximumgehalten voor dioxines en voor de som van dioxines en dl-PCB's. Wel is ervoor gekozen om actiegrenzen vast te stellen voor zowel dioxines en voor dl-PCB's, maar niet voor de som. Begin 2012 zijn de EU-normen aangepast, met name om over te schakelen op het gebruik van de nieuwe TEF-waardes die in 2005 zijn vastgesteld.

Op dit moment bedragen de maximumlimieten voor eieren 2,5 pg TEQ/g vet voor dioxines, 5 pg TEQ/g vet voor de som van dioxines en dl-PCB's en 40 ng/g vet voor de som van de ndl-PCB's. De actiegrenzen voor zowel dioxines als dl-PCB's bedragen 1,75 pg TEQ/g vet; voor ndl-PCB's is geen actiegrens vastgesteld.

1.3 Dioxines en PCB's in eieren

Na het vaststellen van normen voor dioxines is in 2001 in Nederland begonnen met monitoringsprogramma's voor zowel diervoeders als dierlijke producten. Monsters van vlees, melk en eieren werden verkregen uit het zogenaamde Nationaal Plan Residuen. Dit resulteerde al vrij snel tot

de ontdekking dat eieren van vrije uitloopkippen besmet kunnen zijn met dioxines, waarbij niet het voer maar licht besmette grond de bron bleek (Traag *et al.* 2002). Eerder was dit ook al waargenomen door onderzoekers in Zwitserland (Schuler *et al.* 1997) en de VS (Harnly *et al.* 2000). Deze ontdekking resulteerde in diverse vervolgacties. Zo verrichtte WUR-ASG samen met RIKILT onderzoek naar de oorzaken en maatregelen om de gehalten te verlagen (Kijlstra *et al.* 2007). Ook werden overdrachtsstudies gedaan om de relatie tussen inname en gehalten in eieren beter in kaart te brengen, mede via overdrachtsmodellen (Hoogenboom *et al.* 2006, van Eijkeren *et al.* 2006). Binnen de sector werden maatregelen genomen zoals regelmatige controles op de gehalten. Dit laatste resulteerde in de ontdekking van een aantal bedrijven met verhoogde gehalten en de opsporing van een aantal bronnen van dioxines en PCB's. Die bronnen liepen uiteen van oude stookplaatsen tot hergebruik van bouwpuin in de uitloop, maar ook het afspoelen van PCB's van golfplaten daken gecoat met PCB-houdende materialen. Opvallend is dat in al deze gevallen de bron in feite binnen het bedrijf zelf lag, al zijn er vanuit de literatuur ook voorbeelden waarbij bedrijven in de omgeving de bron vormden voor de verontreiniging.

In België werd eveneens gericht onderzoek gedaan naar besmetting van eieren, waarbij vooral werd gekeken naar eieren van particulieren (Overmeire *et al.* 2006, 2009). Ook daar werden verhoogde gehalten waargenomen. Het onderzoek werd verricht met de zogenaamde CALUX-assay en slechts voor een deel van de eieren met de bevestigingsmethode GC-HRMS. Daardoor werd slechts in beperkte mate inzicht verkregen in de dioxine- en dl-PCB-patternen.

In Nederland richtte het onderzoek zich op producenten van commerciële eieren. Dit veranderde toen in 2013 onderzoek werd verricht door de Stichting Toxicowatch in de omgeving van Harlingen naar het voorkomen van dioxinen in eieren van particulieren. Ook hier werd het onderzoek uitgevoerd met de CALUX-bioassay en werd alleen het hoogst besmette monster nader onderzocht met GC-HRMS. Hierin werd een gehalte van 10 pg TEQ/g vet aangetroffen. De GGD in Friesland werd door Toxicowatch geattendeerd op deze problematiek en de relatief hoge bijdrage die consumptie van eigen eieren zou kunnen hebben aan de blootstelling aan dioxines en dl-PCB's. Op hun beurt werden ook de ministeries van VWS en EZ door de GGD's benaderd. In opdracht van de NVWA heeft het RIVM-RIKILT Front Office Voedselveiligheid in 2013 het risico beoordeeld van de consumptie van eieren met dit gehalte (RIVM-RIKILT Front Office Voedselveiligheid, 2013). Samen met RIVM onderzocht RIKILT eind 2013 de eieren van een aantal adressen in de omgeving van Harlingen en werden totaal-TEQ gehalten gemeten van 2,1 tot 9,1 (gemiddeld 5,2) pg TEQ/g vet.

Op basis van het eerdere onderzoek bij bedrijven en bij particulieren in België, gingen RIKILT en RIVM ervan uit dat de besmetting in Harlingen niet werd veroorzaakt door de daar aanwezige vuilverbrandingsinstallatie en zich dus niet zou beperken tot die omgeving. Daarom werd een landelijk onderzoek gestart om een beeld te krijgen van gehalten aan dioxines en PCB's in eieren van particulieren. Adressen werden op basis van vrijwilligheid verzameld door de GGD's en hieruit werd middels een aantal criteria door RIVM en RIKILT een selectie gemaakt van zo'n 60 adressen, verdeeld over heel Nederland. Criteria betroffen het aantal leghennen en de beschikbaarheid van eieren, maar niet de mogelijke aanwezigheid van bepaalde bronnen in de nabije omgeving. Wel was er grotere interesse vanuit bepaalde gebieden als Friesland en Rijnmond, waardoor uiteindelijk meer monsters zijn verzameld uit die gebieden dan uit andere gebieden in Nederland. Echter, ook in de regio Gelderland/Utrecht was er ruime interesse om deel te nemen. Dit rapport beschrijft de resultaten van dit onderzoek en een eerste evaluatie van de waargenomen gehalten en mogelijke bronnen.

2 Materiaal en methodes

2.1 Verzamelen van de monsters

Deelnemers werden verzameld via een oproep van de GGD's in lokale kranten. Dit resulteerde in 253 deelnemers met een duidelijke oververtegenwoordiging uit de provincie Friesland (118). Daarnaast waren er ook veel adressen uit de regio Rijnmond en uit het midden van het land, Utrecht/Gelderland. Uit andere delen was het aantal aanmeldingen klein. Op basis hiervan werd ervoor gekozen om de 60 potentiële deelnemers te selecteren uit 4 gebieden, namelijk Friesland, Rijnmond, Gelderland/Utrecht en de rest, zijnde Zuid, Oost en Noordwest. Een aantal deelnemers werd uitgesloten omdat zij te weinig dan wel teveel kippen hadden. Vervolgens werden uit de resterende adressen per gebied aselect 15 adressen getrokken en daarnaast nog een beperkt aantal reserves. Deze werden verdeeld over de 4 personen die de eieren zouden ophalen. De deelnemers werden op basis van de adresgegevens benaderd en er werd een afspraak gemaakt. Vooraf kregen alle aanmeldingen een brief van de GGD's, waarin zij te horen kregen of ze wel of niet konden deelnemen. Een paar geselecteerde deelnemers bleken niet bereikbaar en werden vervangen door andere adressen. De eieren werden hoofdzakelijk opgehaald in juni en juli, de periode waarin de meeste hennen goed aan de leg zijn. Tijdens het bezoek werd op een aantal adressen ook de situatie bekeken, mede aan de hand van een vragenlijst, en er werden foto's gemaakt. Vervolgens werden de eieren afgeleverd bij het RIKILT. Eieren werden opgeslagen bij 4°C tot de opwerking voor de analyses.

2.2 Opwerking van de eieren

Tijdens het verzamelen werd duidelijk dat er grote verschillen zijn in de rassen van de aanwezige leghennen en daarmee ook de grootte van de eieren. Daarom werden de eieren gewogen en werd het vetgehalte van de eieren bepaald zodat later ook de absolute hoeveelheid dioxines en PCB's per ei ingeschat kon worden. Dit vereiste een lichte aanpassing van de standaard protocollen. Per deelnemer werden alle eieren geopend, het eiwit van het eigeel gesplitst en gewogen waarna het eigeel werd gemengd. Vervolgens werd een deelmonster van het gemengde eigeel genomen dat werd gevriesdroogd. Het verkregen materiaal werd vervolgens gedurende drie cycli van 5 minuten geëxtraheerd met hexaan/acetone (50/50 v/v) bij 1500 psi middels accelerated solvent extraction (ASE, Dionex). Het verkregen vet werd gewogen en vervolgens werd een deel hiervan gebruikt voor de analyse met GC/HRMS en een deel voor de analyse met de CALUX-assay. Het deelmonster is bereid van 20 ontvangen eieren, of minder indien minder eieren geleverd waren. In enkele gevallen waren er eieren van verschillende rassen geleverd. In twee van die gevallen zijn die eieren afzonderlijk (per ras) geanalyseerd.

2.3 Bepaling van dioxines en PCB's in eieren met GC/HRMS

Aan circa 2 gram vet werd koolstof 13 gelabelde interne standaarden toegevoegd t.b.v. de kwantificering en een chloor 37 interne standaard t.b.v. de controle van de zuiveringsprocedure. Het vet werd vervolgens opgelost in 25 ml hexaan. Deze oplossing werd gezuiverd middels een automatische clean-up met een Power-Prep systeem. Dit systeem was uitgerust met een zure silica kolom, een gemengde kolom bestaande uit zure, neutrale en basische silica, een aluminium oxide kolom en een koolstofkolom. Na de zuivering werden twee fracties verkregen; A een fractie met de mono-ortho dl-PCB's en niet-dioxineachtige PCB's en B, een fractie bevattende de dioxines en de non-ortho dl-PCB's. Aan beide fracties werd een interne standaard toegevoegd voor controle van de instrumentele analyse en vervolgens werden ze ingedampt tot 0.5 ml.

Van fractie A werd 2 µl geïnjecteerd middels een splitless injectie op een Waters Autospec GC-HRMS en van fractie B 100 µl middels een solvent vent injectie. De componenten werden daarna gescheiden middels een temperatuurgradiënt op een J&W DB5-MS 60 m x 0.25 mm x 0.25 µm GC-kolom waarna deze werden geïoniseerd middels electron impact, gescheiden op basis van kinetische energie en gedetecteerd m.b.v. een photomultiplier in de HRMS.

De concentraties zijn berekend t.o.v. een kalibratie curve op basis van relatieve respons factoren, waarbij gecorrigeerd werd voor de terugvinding van de koolstof 13 gelabelde interne standaarden. Borging van de kwaliteit gebeurde aan de hand van procedureblanco's en een intern controlemonster met een bekende hoeveelheid dioxines en PCB's.

2.4 Bepaling van dioxines en PCB's in eieren met DR CALUX

In principe werd 2 gram vet in bewerking genomen waaraan 5 ml geconcentreerd zwavelzuur werd toegevoegd. Na incubatie overnacht bij 40°C werden de monsters twee keer geëxtraheerd met hexaan/diethylether 97/3 (v/v). Het extract werd ingedampt tot een klein volume en opgezuiverd m.b.v. een zure silica kolom (10 gram), geëluëerd met 40 ml hexaan/diethylether (97/3). Het eluaat werd ingedampt tot een klein volume m.b.v. een Speedvac en na toevoeging van 20 µl dimethylsulfoxide (DMSO) verder ingedampt. Het resterende DMSO-extract werd ingevroren tot de uitvoering van de bioassay. In elke serie werden een serie botervetmonsters meegenomen met gehalten variërend van 0,5 tot 20 pg TEQ/g vet. De monsters bevatten zowel dioxines als dl-PCB's om zo goed mogelijk te kunnen corrigeren voor de schijnbare recovery die naast de echte terugvinding van de analyten ook wordt bepaald door verschillen tussen de officiële TEF's en de relatieve potenties van de diverse congenere in de assay. De gehalten in de monsters werden ingeschat op basis van een ijklijn van de referentiemonsters in die testserie. In een beperkt aantal gevallen werd minder vet in bewerking genomen en werd ook minder materiaal van de referentiemonsters meegenomen. In de door RIKILT gehanteerde methode worden dioxines en dl-PCB's niet gescheiden en wordt normaliter een beslisgrens van 1,75 pg TEQ/g vet gehanteerd om monsters negatief of verdacht te verklaren.

3 Resultaten

3.1 Bezoek aan particuliere kippenhouders

Vanuit de 253 aanmeldingen werden uiteindelijk 62 deelnemers geselecteerd. Dit gebeurde op basis van een aantal criteria, zoals een beperkt aantal per regio, alsmede een minimaal en maximaal aantal hennen/eieren. Uit de resterende adressen werden de deelnemers aselekt verkregen. Vervolgens werden de deelnemers gecontacteerd om de eieren op te halen. Dit verliep relatief eenvoudig, met name door de grote betrokkenheid van de deelnemers. Bij de meesten ging het duidelijk om een hobby en werden de eieren door het eigen gezin dan wel familie opgegeten. Tabel 1 toont een aantal karakteristieken zoals het aantal hennen, het aantal eieren per week, alsmede het eigewicht (zonder schaal), vetpercentage en absolute hoeveelheid vet per ei. Informatie over aantal hennen en eieren per week is gebaseerd op informatie van 58 van de 62 adressen.

Het gemiddelde aantal hennen bedroeg 10 (range 5-22, mediaan 8), het gemiddelde aantal eieren per week 37, variërend van 4 tot 130 (mediaan 35). Per kip komt dat neer op gemiddeld 3,8 eieren per week (range 0,5-7). Veel deelnemers gaven aan dat er daarbij wel sprake is van een legseizoen en dat er in de winter geen of veel minder eieren gelegd worden. Er werd over het algemeen ook niet gewerkt met lampen om hennen aan de leg te houden. Op 22 adressen werd ook informatie verkregen m.b.t. het aantal geconsumeerde eigen eieren. In het seizoen bedroeg dit gemiddeld 5 per persoon per week (range 1 tot 10, mediaan 5).

De gewichten van de eieren waren gemiddeld 43 gram (exclusief schaal) maar varieerde van 26 tot 58 gram. Het vetpercentage was gemiddeld 12% (range 6-18). De gemiddelde hoeveelheid vet per ei kwam neer op 5,0 gram met een range van 2,0 tot 7,2 (mediaan 5,0). Deze absolute hoeveelheid vet per ei is van belang voor de uiteindelijke inname van dioxines en PCB's, omdat gehalten worden uitgedrukt op vetbasis.

De aard en omvang van de uitloop varieerde sterk, soms was er sprake van een mooi grasveld maar in de meeste gevallen scharrelden de kippen op kale grond, al dan niet met wat struiken en bomen. Ook was in een aantal gevallen de uitloop beperkt tot een soort van ren. Opvallend was verder de grote diversiteit aan rassen en de variatie in de omvang van de eieren. Ook de wijze en plek van voeren varieerde per adres. In veel gevallen werd het voer uitgestrooid in de uitloop.

3.2 Gehaltes aan dioxines en PCB's, bepaald met GC/HRMS

Tabel 2 toont een overzicht van de gemeten gehalten aan dioxines en PCB's in de eieren, verdeeld over de diverse gebieden. De gemeten gehalten variëren sterk met in een aantal gevallen zeer lage gehalten maar ook met een groot aantal gehalten hoger dan de EU-norm van 5 pg TEQ/g vet voor de som van dioxines en dl-PCB's. Het hoogste gehalte, 18,9 pg TEQ/g vet, werd gemeten bij een adres waar de hennen gebruik maakten van een oud bedrijventerrein. Het op één na hoogste gehalte van 16,9 pg TEQ/g vet betrof juist een adres midden in de bossen. Ook werden in een aantal gevallen relatief hoge gehalten aan ndl-PCB's gemeten, met als hoogste gehalte 80 ng/g vet, zo'n 2 maal de huidige EU-norm. In meer dan de helft van de monsters (36 stuks) lagen de gehalten van de gemeten stoffen boven één of meer normen die gelden voor de handel (zie tabel 2).

Tabel 2 toont ook de absolute hoeveelheden dioxines en dl-PCB's in de diverse eieren, zoals berekend op basis van het gehalte en de absolute hoeveelheid vet in de eieren. Deze absolute hoeveelheid varieerde van 2 tot 93 pg TEQ per ei, met een gemiddelde van 30 en een mediaan van 25 pg TEQ.

Tabel 1

Aantal leghennen, eieren per week, eigewicht, vetpercentage en absolute vetgehalte per ei

RIKILTnr	Code	Aantal hennen	Eieren per week	Eieren per kip per week	Gewicht per ei	Vet (%)	vet per ei (g)
341000	NW1	15	70	4.7	39	15	5.7
341001	NW2	5	30	6.0	50	11	5.6
341989	NW3	9	38	4.2	39	13	5.1
341990	RM1	8	38	4.8	46	14	6.2
341991	RM2	10	50	5.0	46	13	5.9
341992	RM3	10	30	3.0	30	7	2.0
341993	RM4	7	20	2.9	37	14	5.3
341994	RM5	20	130	6.5	55	11	6.0
345087	RM6	5	14	2.8	36	13	4.5
345088	RM7	9	12	1.3	44	11	5.1
345089	RM8	5	28	5.6	33	14	4.7
341995	RM9	6	35	5.8	34	13	4.5
341996	RM10	5	8	1.6	42	11	4.7
341997	RM11	19	50	2.6	44	11	5.0
341998	RM12	5	20	4.0	49	12	6.1
341999	RM13	10	45	4.5	50	9	4.6
342608	M6	14	35	2.5	33	13	4.3
342609	M7	9	10	1.1	40	13	5.2
342607	M5	8	50	6.3	54	11	6.1
342604	M2	5	18	3.6	55	13	7.2
342610	M8				53	13	6.6
342613	M11				41	12	4.7
342612	M10	15	70	4.7	48	11	5.1
342611	M9	7	35	5.0	49	13	6.2
339733	M1	5	14	2.8	37	13	4.9
342605	M3	8			52	11	6.0
342606	M4	7	23	3.3	41	12	4.9
342614	M12	10	50	5.0	27	13	3.4
339728	Z1	8	25	3.1	31	14	4.3
339731	Z5	6	20	3.3	48	11	5.2
339729	Z2	19	50	2.6	41	12	4.9
339730	Z3	8	13	1.6	31	12	3.6
340690	Z3				57	12	7.1
340697	OM4	10	20	2.0	37	13	4.7
340695	OM2	6	42	7.0	48	9	4.2
340696	OM3	6	19	3.2	51	11	5.6
339732	OM1	10	35	3.5	51	12	5.9
340700	OM8	11	38	3.5	28	18	5.1
340698	OM5	5	35	7.0	55	10	5.7
340699	OM6	13	20	1.5	36	12	4.4
343135	OM7	8	4	0.5	26	12	3.2
340701	NO2	5	23	4.6	36	6	2.3
340702	NO3				47	10	4.9
340703	NO4	10	42	4.2	58	11	6.3
340704	NO5	6	25	4.2	51	11	5.5
340715	NO1	18	45	2.5	38	12	4.5
340706	NO7	18	60	3.3	43	10	4.3
340705	NO6	5	14	2.8	51	10	5.1
341009	FR15	16	65	4.1	46	11	5.2
341002	FR8	20	120	6.0	56	10	5.4
341005	FR11	5	10	2.0	36	12	4.4
341003	FR9	6	13	2.2	43	13	5.5
341004	FR10	6	22	3.7	30	8	2.4
341006	FR12	10	25	2.5	34	13	4.4
341008	FR14	7	45	6.4	55	11	6.1
341007	FR13	22	105	4.8	43	11	4.8
340713	FR6	12	48	4.0	41	12	4.9
340712	FR5	18	45	2.5	48	12	5.7
340714	FR7	9	50	5.6	36	13	4.6
340707	FR1	6	20	3.3	32	13	4.3
340708	FR2	7	35	5.0	38	12	4.7
340709	FR3	9	25	2.8	40	12	4.9
340710	FR4	15	50	3.3	33	13	4.3
340712	FR4				58	11	6.5
Gemiddeld		10	37	3.8	43	12	5.0
Mediaan		8	35	3.5	42	12	5.0
Minimum		5	4	0.5	26	6	2.0
Maximum		22	130	7.0	58	18	7.2

Codering: NW, noordwest; RM, Rijnmond; M, midden; Z: zuid; OM, oost-midden, NO: noordoost; FR, Friesland

Tabel 2

Gehaltes aan dioxines, dl-PCB's, de som van beiden en ndl-PCB's in eieren.

RIKILTnr	Code	Dioxines	dl-PCBs	som	ndl-PCBs	CALUX	TEQ/ei
		pg TEQ/g	pg TEQ/g	pg TEQ/g	ng/g	pg BEQ/g	(pg)
341000	NW1	3.2	7.5	10.7	74.4	17.9	61
341001	NW2	2.4	0.7	3.0	3.2	4.9	17
341989	NW3	2.6	1.4	4.0	9.0	3.8	20
341990	RM1	2.8	2.0	4.8	26.5	5.1	30
341991	RM2	4.8	2.7	7.5	24.8	6.9	44
341992	RM3	5.1	5.2	10.3	52.3	10.5	21
341993	RM4	2.8	1.2	4.1	9.8	5.7	21
341994	RM5	0.3	0.1	0.4	0.8	0.9	2
345087	RM6	9.6	4.6	14.2	54.5	21.8	64
345088	RM7	1.8	1.2	3.0	7.9	6.4	15
345089	RM8	2.3	3.9	6.2	21.0	11.3	29
341995	RM9	1.4	1.0	2.4	4.9	11.1	11
341996	RM10	4.5	2.3	6.7	18.0	5.3	31
341997	RM11	1.2	0.9	2.1	5.9	2.7	11
341998	RM12	4.3	4.6	8.9	33.9	6.8	54
341999	RM13	3.3	1.9	5.2	18.8	4.8	24
342608	M6	0.6	0.7	1.4	6.6	1.6	6
342609	M7	2.0	2.1	4.1	79.7	4.8	21
342607	M5	1.3	1.0	2.3	8.0	3.0	14
342604	M2	6.8	3.6	10.3	20.7	8.4	75
342610	M8	7.0	3.3	10.3	16.7	13.1	68
342613	M11	7.4	4.0	11.4	36.7	8.5	54
342612	M10	3.4	1.6	5.0	10.2	4.1	25
342611	M9	2.4	1.8	4.2	8.8	5.8	26
339733	M1	9.5	7.0	16.4	23.5	14.8	81
342605	M3	6.7	1.2	7.9	8.6	10.8	47
342606	M4	1.7	1.3	2.9	6.6	3.7	14
342614	M12	2.5	1.8	4.3	16.3	4.1	14
339728	Z1	2.2	1.5	3.7	9.1	5.3	16
339731	Z5	6.1	4.4	10.5	18.4	13.8	54
339729	Z2	5.3	3.3	8.7	16.8	7.7	42
339730	Z3	2.7	2.0	4.7	16.7	6.0	17
340690	Z3	2.6	1.6	4.1	6.2	5.9	29
340697	OM4	4.3	5.0	9.4	34.4	11.5	44
340695	OM2	1.6	0.9	2.5	8.2	3.6	10
340696	OM3	3.5	1.9	5.3	10.6	8.9	30
339732	OM1	2.5	1.9	4.4	12.3	6.7	26
340700	OM8	2.3	2.4	4.7	26.2	7.2	24
340698	OM5	2.0	2.4	4.4	23.7	5.5	25
340699	OM6	6.1	4.6	10.7	41.2	13.6	47
343135	OM7	9.0	5.8	14.8	27.1	11.0	48
340701	NO2	3.1	1.2	4.3	6.6	6.9	10
340702	NO3	1.9	1.8	3.6	14.1	7.1	18
340703	NO4	6.6	2.8	9.4	59.8	14.7	59
340704	NO5	3.2	1.2	4.4	7.4	6.9	24
340715	NO1	5.8	5.3	11.1	28.5	9.1	50
340706	NO7	2.8	2.3	5.1	13.2	6.7	22
340705	NO6	3.6	1.7	5.3	8.6	7.0	27
341009	FR15	4.1	2.9	7.0	26.5	9.2	36
341002	FR8	0.2	0.1	0.4	0.9	0.9	2
341005	FR11	2.6	2.5	5.1	10.0	6.4	22
341003	FR9	4.5	2.9	7.4	20.6	8.6	41
341004	FR10	6.4	4.3	10.8	38.1	9.4	26
341006	FR12	1.1	2.3	3.3	10.0	4.3	15
341008	FR14	1.1	0.4	1.5	1.9	2.7	9
341007	FR13	2.1	1.2	3.3	5.4	5.3	16
340713	FR6	3.8	2.2	6.1	12.9	6.2	30
340712	FR5	2.0	0.5	2.6	3.0	2.7	15
340714	FR7	2.0	0.9	2.9	5.1	3.1	13
340707	FR1	4.3	3.0	7.4	20.6	13.0	32
340708	FR2	2.4	0.8	3.2	4.0	3.6	15
340709	FR3	9.6	9.4	18.9	61.9	20.2	93
340710	FR4	0.7	0.5	1.2	4.1	1.2	5
340712	FR4	1.7	0.9	2.7	8.3	3.7	18
Gemiddeld		3.6	2.5	6.1	19.2	7.4	30
Mediaan		2.8	2.0	4.8	13.0	6.6	25
Minimum		0.2	0.1	0.4	0.8	0.9	2
Maximum		9.6	9.4	18.9	79.7	21.8	93

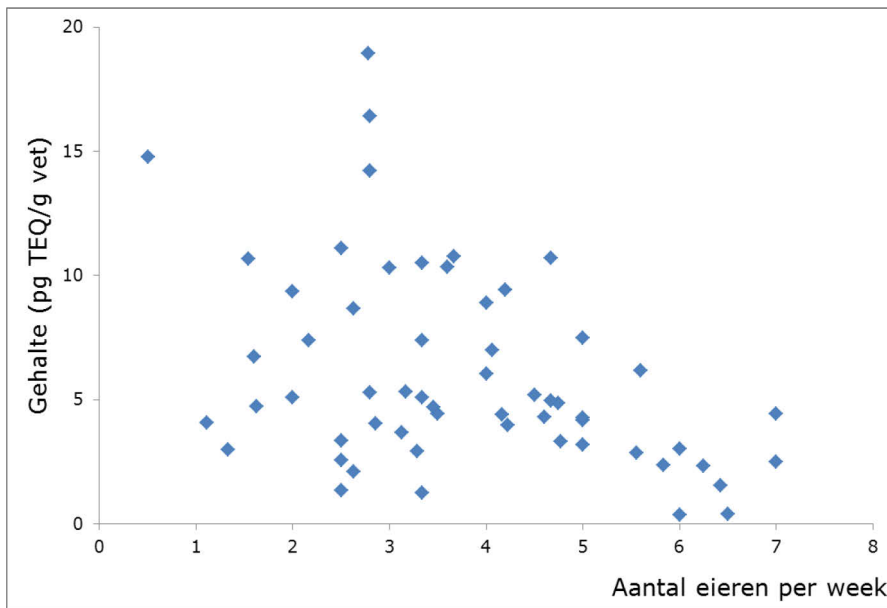
Rood gemaakte gehaltes zijn hoger dan de EU normen, die echter niet van toepassing zijn op eieren die niet verhandeld worden. Er is hierbij geen rekening gehouden met de meetonzekerheid (10% voor dioxines/dl-PCB's, 15% voor ndl-PCB's).

3.3 Regionale verschillen tussen gehalten in eieren

Er is geen duidelijk beeld m.b.t. mogelijke verschillen tussen de diverse regio's. Gemiddelde totaal-TEQ-gehaltenes (dioxines en dl-PCB's) bedragen 6,3 pg TEQ/g vet in zuid (n=5), 7,0 in midden-oost (n=8), 6,7 in midden Nederland (n=12), 6,2 in oost-noordoost (n=7), 5,2 in Friesland (n=15), 5,9 in noordwest (n=3), en 5,8 in de Rijnmond (n=13). Ook het aantal adressen met gehalten voor de som aan dioxines plus dl-PCB boven de 5 pg TEQ/g vet was vergelijkbaar tussen de genoemde regio's, zijnde 50% in zuid, 50% in midden-oost, 42% in midden Nederland, 57% in oost-noordoost, 47% in Friesland, 33% in noordwest, en 54% in de Rijnmond.

3.4 Relatie legfrequentie en TEQ-gehaltenes

Er wordt vaak gesuggereerd dat hoge gehalten in eieren deels worden veroorzaakt door een lage legfrequentie van de hennen. Leghennen kunnen de ingenomen dioxines en dl-PCB's voor een belangrijk deel uitscheiden naar de eieren. Dat betekent dat bij hennen die veel eieren leggen de gehalten in die eieren relatief laag zouden zijn t.o.v. hennen die slechts incidenteel een ei leggen. Figuur 1 toont de relatie tussen de TEQ-gehaltenes (dioxines en dl-PCB's) en de legfrequentie. Hieruit blijkt hooguit een lichte neerwaartse trend (correlatiecoëfficiënt van 0,168). De relatie verslechtert nog wanneer wordt uitgegaan van de absolute hoeveelheid dioxines en dl-PCB's per ei (R^2 : 0,094). Andere factoren zoals de beschikbaarheid en de gehalten van de bron spelen een veel belangrijke rol, waardoor het verband tussen legfrequentie en TEQ-gehalte niet duidelijk is.

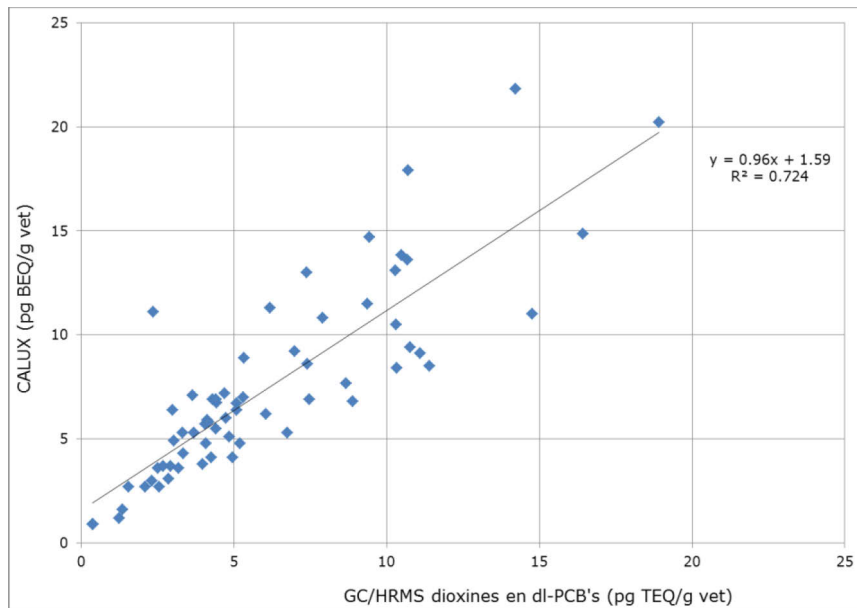


Figuur 1 Vergelijking tussen legfrequentie (aantal eieren per hen per week) en de som-TEQ gehalten (vetbasis) van dioxines en dl-PCB's.

3.5 Gehalten aan dioxines en PCB's, bepaald met DR CALUX

Tabel 2 toont ook de gehalten geschat op basis van de DR CALUX assay. Figuur 2 toont de relatie tussen deze geschatte gehalten (in bioequivalents of BEQ) en de som aan dioxines en dl-PCB's zoals bepaald met GC/HRMS. Hieruit blijkt dat er een goede correlatie is tussen de twee waarden, een conclusie die eerder ook getrokken werd op basis van de beperkte survey rond Harlingen. In een paar

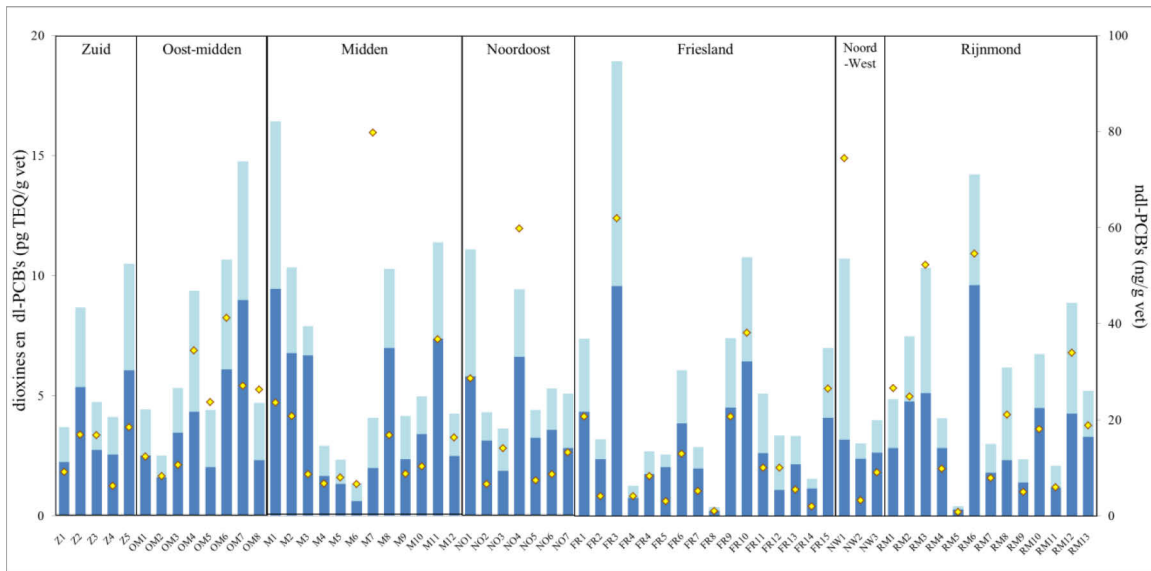
gevallen zijn er wel duidelijke verschillen en is het interessant om de oorzaak hiervan na te gaan. In algemeenheid kan de bioassay goed ingezet worden om een eerste indruk te krijgen van de gehalten en kan daarmee de kosten besparen indien particulieren hun eieren willen laten testen.



Figuur 2 Vergelijking tussen het met CALUX geschatte BEQ-gehalte en de som-TEQ van dioxines en dl-PCB's bepaald met GC/HRMS.

3.6 Congeneerpatronen van dioxines en PCB's

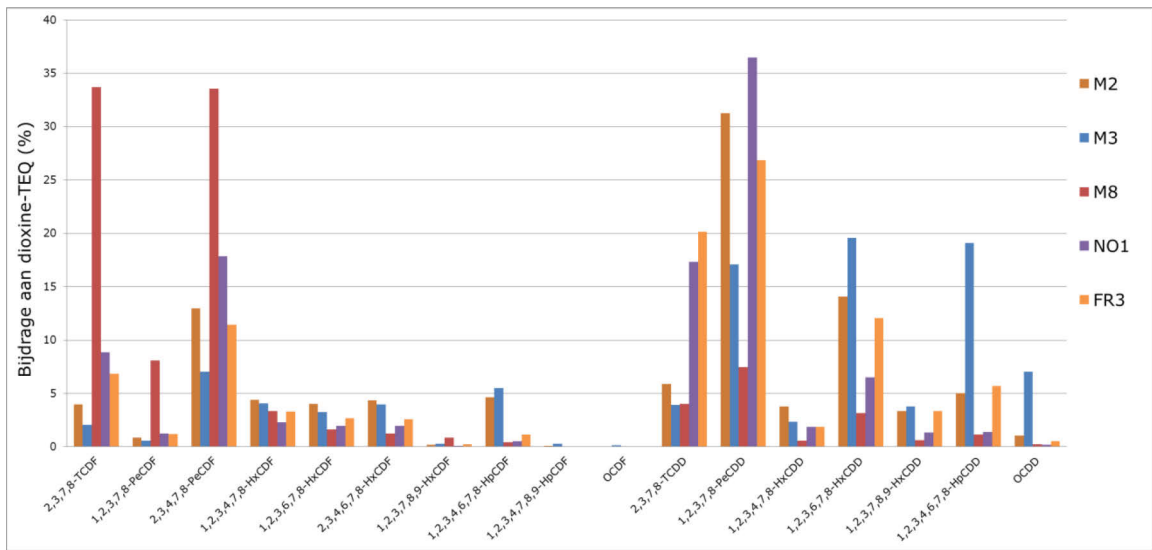
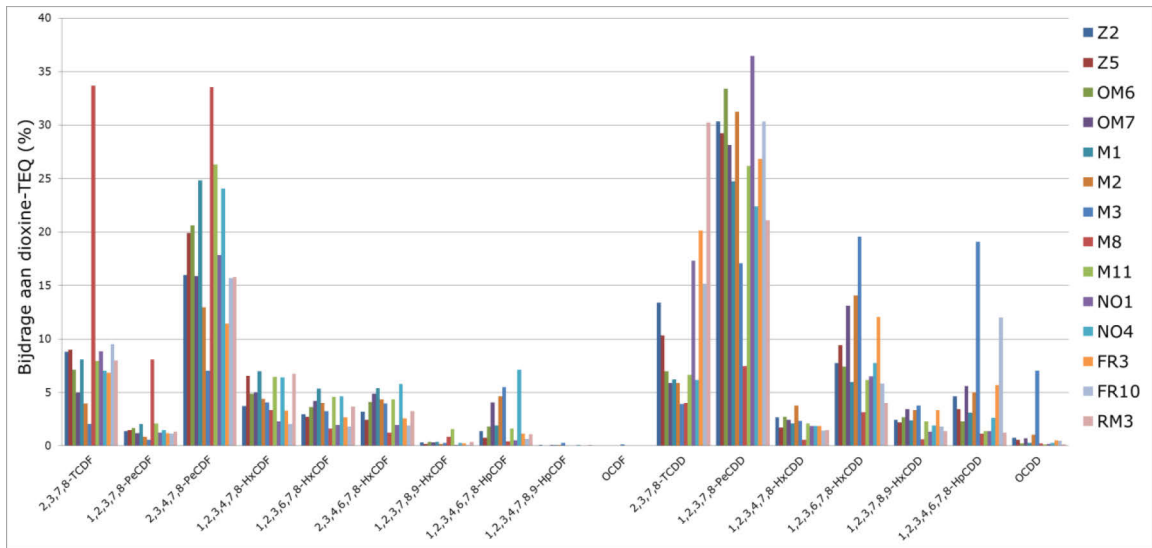
Congeneerpatronen kunnen behulpzaam zijn met het identificeren van de mogelijke bron van de dioxines en/of PCB's. In eerste instantie kan daarbij gekeken worden naar de relatieve bijdrage van dioxines en dl-PCB's aan het TEQ-gehalte. Figuur 3 toont de gemeten gehalten inclusief die bijdrage van dioxines (donkerblauw) en dl-PCB's (lichtblauw). Ook zijn de ndl-PCB's weergegeven (gele stip). Het is duidelijk dat er bij de meeste monsters een bijdrage is van zowel de dioxines als de dl-PCB's. Er lijken geen adressen te zijn waar sprake is van een typisch PCB-probleem zoals eerder waargenomen bij een aantal bedrijven.



Figuur 3 Grafische weergave van de gemeten gehalten op de diverse locaties, verdeeld over dioxines (donker) en dl-PCB's (licht). De gehalten aan ndl-PCB's zijn eveneens weergegeven (gele stip).

Figuur 4 toont de congenerpatronen voor de 14 monsters met dioxine-TEQ-gehalten hoger dan 5 (bovenste figuur). In de meeste monsters komt het patroon redelijk overeen met een gemiddeld depositiepatroon, waarschijnlijk veroorzaakt door verbranding van materialen zoals veel voorkomend was tot circa 20-30 jaar geleden. Hierin zijn 2,3,4,7,8-PeCDF (18%) en PeCDD (29%) qua dioxine-TEQ-bijdrage veruit het belangrijkste met daarnaast bijdragen van TCDD (12%) en TCDF (8%), maar ook bepaalde hexa-congeneren zoals 1,2,3,6,7,8-HxCDD (7%) en 1,2,3,4,7,8-HxCDF (4%) (getallen tussen haakjes zijn de mediane waarden over alle monsters).

De onderste Figuur toont een aantal patronen die hiervan af lijken te wijken, zoals dat van monster M8 waarin de furanen 83% bijdragen aan het dioxine-TEQ-gehalte, met belangrijke bijdragen van TCDF en 2,3,4,7,8-PeCDF (beiden 34%). Zo'n hoge bijdrage van de furanen wijst normaliter op een PCB-besmetting maar dat blijkt niet uit de PCB-gehalten. Monster M3 laat juist een relatief lage bijdrage van de furanen (en PCB's) zien (27%), met belangrijke bijdragen van 1,2,3,6,7,8-HxCDD (20%) en HpCDD (19%), mogelijk wijzend op besmetting met pentachloorfenol (PCP). Ook het OCDD-gehalte in dit monster was veel hoger dan gemiddeld (1564 versus 98 pg/g vet) en lijkt dit te bevestigen. De monsters NO1 en FR3 laten een relatief hoge bijdrage zien van TCDD (resp. 17 en 20%). De mogelijke bron is hier niet duidelijk. Op basis van de huidige gegevens is het moeilijk om een verband te leggen met eventuele contaminatie door omliggende bedrijven.



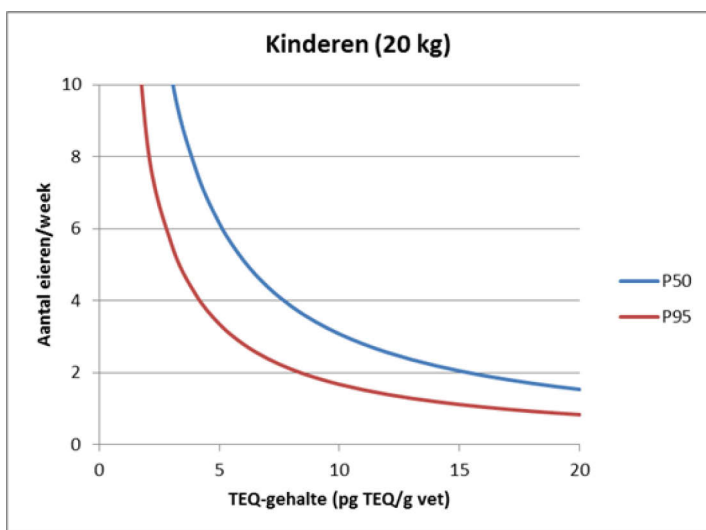
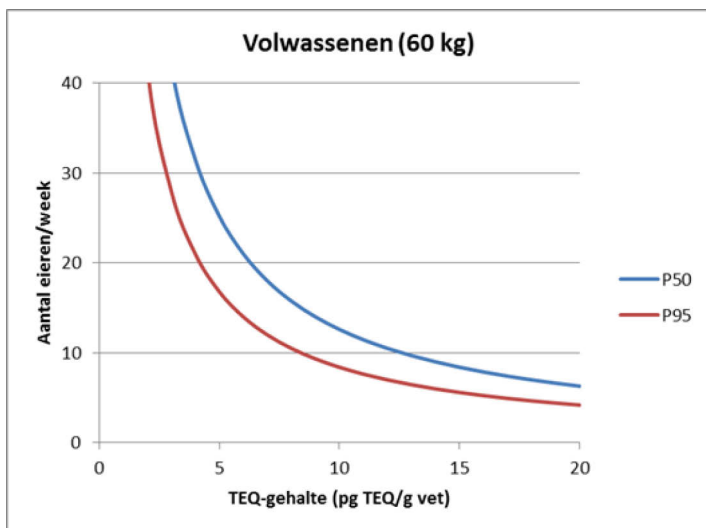
Figuur 4 Congeneerprofielen voor dioxines op basis van de relatieve bijdrage aan het dioxine-TEQ-gehalte. Een aantal wat afwijkende profielen zijn separaat weergegeven in de onderste figuur.

4 Risicobeoordeling consumptie eigen eieren

Zoals al aangegeven zijn de huidige EU-normen een instrument om de gehalten in producten te verlagen en daarmee de blootstelling van consumenten. Ze zijn gebaseerd op de achtergrondgehalten in producten en in het geval van eieren dus vooral op eieren van hennen die binnen worden gehouden, dus zonder vrije uitloop. Deze eieren vormen namelijk veruit het grootste aandeel van de eieren die in de handel terechtkomen. Eieren van hennen van commerciële bedrijven met vrije uitloop zitten traditioneel wat hoger maar er is voor gekozen om hier geen aparte norm voor af te leiden. Gehaltes boven de huidige EU-normen voor eieren betekenen niet automatisch dat er sprake is van een risico op schadelijke effecten. Dit laatste wordt door de consumptiehoeveelheid van deze eieren en de totale inname aan dioxines en dl-PCB's uit de voeding bepaald.

In opdracht van de NVWA heeft het RIVM-RIKILT Front Office Voedselveiligheid een beoordeling opgesteld voor de consumptie van de particuliere eieren met de gemeten gehalten (RIVM-RIKILT, 2014). De belangrijkste uitkomsten van deze beoordeling worden hieronder weergegeven. Bij de beoordeling van de inname via eieren t.o.v. de Tolerable Weekly Intake (TWI) van 14 pg TEQ/kg lg is het van belang om te kijken naar de blootstelling vanuit andere producten. Met enige regelmaat wordt deze blootstelling berekend op basis van consumptiepatronen van consumenten en de gehalten zoals die zijn gemeten in de diverse levensmiddelen. Daar zit al enkele decennia een dalende trend in. In 2014 heeft het RIVM deze blootstelling opnieuw berekend en is daarbij voor consumenten van 7 tot 69 jaar uitgekomen op een mediane waarde (P50, d.w.z. de waarde waarbij 50% van de Nederlanders een blootstelling onder deze waarde heeft, en 50% erboven) van 0,5 pg TEQ/kg lg/dag en een zogenaamde P95 waarde van 1,0 pg TEQ/kg lg/dag, een maat voor mensen met een relatief hoge inname. De huidige blootstelling voor jonge kinderen (2-6 jaar) bedraagt 0,9 pg TEQ/kg lg/dag (P50) en 1,5 pg TEQ/kg lg/dag (P95, d.w.z. de waarde waarbij 95% van de Nederlanders een lagere blootstelling heeft en 5% erboven) (Boon *et al.*, 2014). Wanneer deze gegevens worden omgerekend op weekbasis blijkt dat consumenten van 7 tot 69 jaar ruim onder de TWI zitten en kinderen van 1-6 jaar met een relatief hoge inname de TWI benaderen. Eieren dragen in deze inschattingen weinig bij aan de blootstelling, waarbij is uitgegaan van een gemiddeld gehalte voor dioxines en dl-PCB's van 0,6 pg TEQ/g vet. Producten die bij een gemiddelde inname voor volwassenen het meest bijdragen zijn melk en melkproducten (34%), vis en schelpdieren (24%), plantaardige oliën en vetten (18%) en rundvlees (14%) (Boon *et al.*, 2014). Bij mensen met een hogere blootstelling zal de relatieve bijdrage van de diverse producten iets anders liggen. Rekening houdend met de berekende achtergrondblootstelling, is berekend wat het aantal eieren is, met een bepaald gehalte aan dioxinen en dioxine-achtige PCB's, dat per week gegeten kan worden zonder dat de blootstelling de TWI van 14 pg TEQ/kg lg per week overschrijdt. Figuur 5 laat dit zien voor volwassenen en kinderen met een mediane (P50) en een hoge (P95) achtergrondblootstelling.

De berekeningen zijn als volgt uitgevoerd. Voor volwassenen met een hoge achtergrondblootstelling (P95) bedraagt de achtergrondblootstelling (zonder ei) 1,0 pg TEQ/kg lg per dag, ofwel 7 pg TEQ/kg lg per week. Bij een additionele blootstelling van $14 - 7 = 7$ pg TEQ/kg lg per week zou de TWI dan volledig opgevuld worden. Dit komt voor een persoon van 60 kg overeen met $60 \cdot 7 = 420$ pg TEQ/week. Eén ei van 50 gram bevat 5 gram vet. Bij het hoogst gemeten TEQ-gehalte van 18,9 pg TEQ/g vet komt dit overeen met 94,5 pg TEQ/ei. Een volwassene van 60 kg met een hoge achtergrondblootstelling kan dus per week $420 / 94,5 = 4,4$ van deze eieren eten voordat de TWI volledig opgevuld wordt. Voor eieren met 6,1 pg TEQ/g vet (gemiddelde gehalte; 30,5 pg TEQ/ei) zijn dit 13,8 eieren per week. Voor kinderen met een hoge achtergrondblootstelling (P95) bedraagt de achtergrondblootstelling (zonder ei) 1,4 pg TEQ/kg lg per dag, ofwel 9,8 pg TEQ/kg lg per week. Bij een additionele blootstelling van $14 - 9,8 = 4,2$ pg TEQ/kg lg per week zou dan de TWI overschreden worden. Dit komt voor een kind van 20 kg overeen met $20 \cdot 4,2 = 84$ pg TEQ/week. Een kind van 20 kg met een hoge (P95) achtergrondblootstelling vult de TWI op bij consumptie van 2,8 eieren met 6,1 pg TEQ/g vet (30,5 pg TEQ/ei) of 0,9 eieren met 18,9 pg TEQ/g vet (94,5 pg TEQ/ei) per week.



Figuur 5 Aantal eieren (gewicht: 50 gram) dat maximaal per week geconsumeerd kan worden door een volwassene van 60 kg of een kind van 20 kg bij een bepaalde dioxinebesmetting van het ei (x-as: TEQ-gehalte) waarbij de blootstelling onder de TWI blijft. Dit wordt getoond voor consumenten met een gemiddelde (P50) en een relatief hoge (P95) achtergrondblootstelling.

Op basis van deze berekeningen blijkt dat zelfs bij hoge gehalten dioxinen en dioxine-achtige PCB's in eieren, consumptie van een aantal eieren per week voor volwassenen niet direct leidt tot een overschrijding van de TWI, ook als er al sprake is van een relatief hoge achtergrondblootstelling. Kinderen met een hoge achtergrondbelasting kunnen de TWI overschrijden bij consumptie van 1 (hoogst gemeten gehalte) of 2 (gemiddeld gemeten gehalte) eieren per week. Omdat de TWI gericht is op het voorkomen van te hoge lichaamsgehalten (body burdens) op de langere termijn zijn de risico's voor gezondheid bij een incidentele, beperkte overschrijding van de TWI verwaarloosbaar. Echter, wanneer de overschrijding van de TWI een structureel karakter krijgt, zijn risico's voor de gezondheid niet uit te sluiten.

Ook bij volwassenen kan de inname van dioxinen en dioxine-achtige PCB's via eieren met relatief hoge gehalten substantieel bijdragen aan de totale blootstelling. Voor een persoon van 60 kg komt consumptie van één ei met 6,1 pg TEQ/g eivet (gemiddelde) overeen met een additionele blootstelling van 0,5 pg TEQ/kg lg. Dit is gelijk aan de mediane dagelijkse achtergrondblootstelling berekend door Boon *et al.* (2014). Dagelijkse consumptie van een ei met een dergelijk gehalte leidt dus tot verdubbeling van de mediane blootstelling, en één ei per week tot een verhoging met 14%. Bij consumptie van eieren met een hoger gehalte is de bijdrage nog groter. De EU streeft ernaar de inname van dioxines en dioxineachtige PCB's te beperken. Maatregelen om de gehalten in eieren van particuliere kippenhouders te verlagen, kunnen tot een aanzienlijke verlaging leiden van de blootstelling van mensen die hun eigen eieren eten.

5 Conclusies

Uit dit onderzoek blijkt dat eieren van particuliere kippenhouders in het algemeen hogere gehalten aan dioxines en PCB's bevatten dan eieren die in de winkel worden verkocht. In die zin is het een bevestiging van wat in 2013 bij Harlingen is gevonden. Ook is het in lijn met eerder onderzoek in België.

Er zijn geen aanwijzingen gevonden voor regionale verschillen en ook de congenerpatronen zijn te specifiek om een uitspraak te kunnen doen over mogelijke lokale bronnen. Bij eerder onderzoek op legghenbedrijven in Nederland bleek die bron overigens altijd binnen het bedrijf zelf te liggen.

Bij de huidige achtergrondblootstelling en aangetroffen gehalten, is er niet direct sprake van een risico voor de gezondheid. Echter, eieren van particuliere kippenhouders kunnen in bepaalde gevallen in belangrijke mate bijdragen aan de blootstelling met dioxines en PCB's. De EU streeft ernaar de inname van dioxines en dioxineachtige PCB's te beperken. Maatregelen om de gehalten in eieren van particuliere kippenhouders te verlagen leiden tot een aanzienlijke verlaging van de blootstelling van mensen die hun eigen eieren eten.

In hoofdstuk 6 zijn daarom aanbevelingen opgenomen om het dioxine- en PCB-gehalte in eieren te verlagen. Deze aanbevelingen zijn in lijn met de maatregelen die eerder bij bedrijven met vrije uitloop kippen zijn genomen. Daar hebben ze geresulteerd in een sterke daling van de gehalten.

6 Aanbevelingen voor kippenhouders

Het is aannemelijk dat inname van grond de belangrijkste oorzaak is voor de verhoogde gehalten en dat een reductie van die gehalten alleen kan worden bereikt door een aantal maatregelen die inname van grond beperken. Uit eerder onderzoek blijkt dat zelfs relatief lage grondgehalten aan dioxines en PCB's al kunnen leiden tot verhoogde gehalten in eieren. Het gaat dus niet om sterk vervuilde grond die op een speciale manier moet worden verwijderd.

- In een aantal gevallen zou de grond in de ren en rond het hok vervangen kunnen worden door schone grond of zand. Het aanbrengen van tegels kan ook een oplossing zijn. Het regelmatig verschonen van het hok kan eveneens bijdragen aan een verminderde inname van verontreinigde grond.
- Daarnaast verdient het aanbeveling om de kippen te voeren vanuit een bak en het voer dus niet uit te strooien in de uitloop. Dat geldt ook voor het bijvoeren met groentes. Voldoende voer kan eveneens bijdragen tot verminderde inname van wormen met aanhangende grond.
- Dioxines kunnen afkomstig zijn van (oude) stookplaatsen of het uitstrooien van as. Het wordt aanbevolen om eventuele (oude) stookplaatsen te verwijderen uit de uitloop.
- PCB's kunnen mede afkomstig zijn van oude verf, isolatiekit of coating van daken. Het aanbrengen van dakgoten en vervangen van oude verflagen in het hok kan bijdragen aan een verminderde inname van deze stoffen.

Literatuur

- Boon P.E., te Biesebeek J.D., de Wit-Bos L. en van Donkersgoed G. (2014) Dietary exposure to dioxins in the Netherlands. RIVM Letter report 090185003/2014.
- Eijkere van, J.C.H., Zeilmaker, M.J., Kan, C.A., Traag, W.A., and Hoogenboom, L.A.P. 2006. %A PB-PK based model for the carry-over of dioxins and PCBs from feed and soil to eggs.% *Food Additives and Contaminants* 23: 509-517.
- Hoogenboom, L.A.P., Kan, C.A., Zeilmaker, M.J., Eijkere van, J.C.H., and Traag, W.A. 2006. %Carry-over of dioxins and PCBs from feed and soil to eggs at low contamination levels.% *Food Additives and Contaminants* 23: 518-527.
- Hoogenboom, L.A.P., and Traag, W.A. 2013. %Grond gerelateerde voedselincidenten met dioxines en PCB's.% Wageningen: RIKILT - Institute of Food Safety, (Rapport / RIKILT, Institute of Food Safety 2013.012) - 33 p.
- Kijlstra, A., Traag, W.A., and Hoogenboom, L.A.P. 2007. %Effect of flock size on dioxin levels in eggs from chickens kept outside.% *Poultry Science* 86: 2042-2048.
- Liem, A.K.D., Hoogerbrugge, R., Kootstra, P.R., van der Velde, E.G. and de Jong, A.P.J.M. 1991. %Occurrence of dioxins in cow's milk in the vicinity of municipal waste incinerators and a metal reclamation plant in the Netherlands.% *Chemosphere*, 23: 1975-1984.
- Olie, K., Vermeulen, P.L., and Hutzinger, O. 1977. %Chlorodibenzo-p-dioxins and chlorodibenzofurans are trace components of fly ash and flue gas of some municipal incinerators in the Netherlands.% *Chemosphere*, 8: 455-459.
- Overmeire, I. van , Pussemier, L., Hanot, V., De Temmerman, L., Hoenig, M., and Goeyens, L. 2006. %Chemical contamination of free-range eggs from Belgium.% *Food Addit Contam* 23:1109-22.
- Overmeire, I. van, Pussemier, L., Waegeneers, N., Hanot, V., Windal, I., Boxus, L., Covaci, A., Eppe, G., Scippo, M.L., Sioen, I., Bilau, M., Gellynck, X., De Steur, H., Tangni, E.K., and Goeyens, L. 2009. %Assessment of the chemical contamination in home-produced eggs in Belgium: General overview of the CONTEGG study%, *Science of the Total Environment* 407: 4403-4410.
- RIVM-RIKILT (2013), Risicobeoordeling inzake aanwezigheid van dioxinen in eieren van leghennen met vrije uitloop (locatie: Harlingen) Front Office Voedselveiligheid RIVM RIKILT
- RIVM-RIKILT (2014), Beoordeling inzake aanwezigheid van dioxinen en dioxine-achtige PCB's in eieren van particulieren. Front Office Voedsel- en Productveiligheid RIVM RIKILT
- SCF. 2001. Opinion of the Scientific Committee on Food on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in food. Scientific Committee on Food report CS/CNTM/DIOXIN/20 final. http://europa.eu.int/comm/food/fs/sc/scf/out90_en.pdf.
- Schuler, F., Schmid, P., and Schlatter C. 1997. %The transfer of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans from soil into eggs of foraging chicken.% *Chemosphere*, 34: 711-718.
- Traag, W.A., Portier, L., Bovee, T.F.H., Weg, G. van der, Onstenk, C., Elghouch, N., Coors, R., Kraats, C. van de, and Hoogenboom, L.A.P. 2002 %Residues of dioxins and coplanar PCBs in eggs of free range chickens.% *Organohalogen Comp.* 57: 245-248.

RIKILT Wageningen UR
Postbus 230
6700 AE Wageningen
T 0317 48 02 56
www.wageningenUR.nl/rikilt

RIKILT-rapport 2014.012



RIKILT Wageningen UR is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen University & Research centre. RIKILT doet onafhankelijk onderzoek naar de veiligheid en betrouwbaarheid van voedsel. Het instituut is gespecialiseerd in de detectie, identificatie, functionaliteit en (mogelijk schadelijke) effectiviteit van stoffen in voedingsmiddelen en diervoeders.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR 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.
