

Bewertung von Dioxinfunden in Geflügelfleisch

Stellungnahme Nr. 025/2010 des BfR vom 02. Juni 2010

Dem Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) liegen Daten zu Dioxinfunden in Geflügelfleisch vor. Die Proben stammen von Geflügelbetrieben, an die belastetes Maisfutter geliefert wurde. In insgesamt sieben der elf Proben überstieg der Gehalt an Dioxinen den für Geflügelfleisch zulässigen Höchstwert, in den höchstbelasteten Proben bis um das dreifache. Das BfR hat auf Basis dieser Daten eine Risikobewertung zum Verzehr des belasteten Fleisches vorgenommen.

Dioxine und Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind Umweltkontaminanten, die vom Menschen hauptsächlich über tierische Lebensmittel aufgenommen werden. Da sich Dioxine und PCB im Fettgewebe von Menschen einlagern und sich dort anreichern, sollte die tägliche Aufnahmemenge möglichst gering gehalten werden.

Bei gelegentlichem Verzehr des hier betrachteten Geflügelfleisches sind keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten. Eine begrenzte Überschreitung der tolerablen wöchentlichen Aufnahmemenge (TWI) wird vom BfR im speziellen Fall der Aufnahme von Dioxinen und PCB dann als gesundheitlich hinnehmbar angesehen, wenn die Aufnahmemengen über einen längeren Zeitraum gemittelt (z.B. ein Jahr) nicht zu einer Überschreitung des TWI führen.

Geflügelfleisch, welches die gesetzlichen Höchstwerte überschreitet, ist aus lebensmittelrechtlicher Sicht nicht verkehrsfähig und darf nicht in den Handel gelangen. Aus Gründen des vorsorgenden Verbraucherschutzes ist jede zusätzliche Belastung mit Dioxinen und PCB soweit wie möglich zu minimieren.

1 Gegenstand der Bewertung

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat jüngste Dioxin-Funde in Geflügelfleisch gesundheitlich bewertet. Die Proben stammen von im Rahmen des aktuellen Dioxin-Geschehens beprobten Geflügelbetrieben, an die belastetes Futter geliefert wurde.

2 Ergebnis

Der in der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 festgelegte Höchstgehalt für Dioxine in Fleisch und Fleischerzeugnisse von Geflügel von 2 pg WHO-PCDD/F-TEQ/g Fett wurde von 7 der vorliegenden 11 Proben überschritten. Der Höchstgehalt für die Summe von Dioxinen und dl-PCB von 4 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/g Fett wurde von 5 der 11 Proben überschritten. Ware, die diese Höchstgehalte überschreitet, ist aus lebensmittelrechtlicher Sicht nicht verkehrsfähig.

Die Befunde von bis zu 6,2 pg WHO-PCDD/F-TEQ/g Fett überschreiten den festgelegten Höchstgehalt von Dioxinen für Geflügelfleisch um den Faktor 3. Die einmalige Aufnahme von 294 g dieses Geflügelfleisches würde zu einer Aufnahme von ca. 7 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg Körpergewicht (KG) führen. Aus der vom Scientific Committee on Food (SCF) abgeleiteten tolerablen wöchentlichen Aufnahme ergibt sich für einen Tag eine tolerierbare Aufnahmemenge von 2 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG. Dieser Wert würde allein durch den Verzehr von Dioxinen (PCDD/F) in Geflügelfleisch um den Faktor 3,5 überschritten.

Bei gelegentlichem Verzehr des hier betrachteten Geflügelfleisches sind keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten. Eine begrenzte Überschreitung der tolerablen wöchentlichen Aufnahme wird vom BfR im speziellen Fall der Aufnahme von Dioxinen und PCB dann als gesundheitlich hinnehmbar angesehen, wenn die Aufnahmemenge über einen längeren Zeitraum gemittelt (z.B. ein Jahr) nicht zu einer Überschreitung des TWI führt.

Aus Gründen des vorsorgenden Verbraucherschutzes sollte die Belastung mit Dioxinen und PCB so weit wie möglich minimiert werden. Insofern sind unnötige und vermeidbare zusätzliche Belastungen, insbesondere durch nicht zulässige Höchstmengenüberschreitungen, generell nicht zu tolerieren.

3 Begründung

3.1 Agens

Dioxine

Der Begriff „Dioxine“ bezieht sich auf zwei Klassen unterschiedlich chlorierter Verbindungen, die aus 75 polychlorierten Dibenzo-p-dioxinen (PCDD) und 135 polychlorierten Dibenzofuranen (PCDF) bestehen. Dioxine (PCDD/F) haben ähnliche chemische, physikalische und toxische Eigenschaften und sind lipophile Verbindungen, die sich im Fettgewebe von Tieren und Menschen anreichern. Als besonders toxisch und gleichzeitig persistent gelten 17 Kongenere, die in 2,3,7,8-Stellung chloriert sind. Das Kongener mit der höchsten Toxizität ist das 2,3,7,8-TCDD, das so genannte Seveso-Dioxin. In Relation zu diesem Kongener werden den anderen 2,3,7,8-substituierten Dioxinen Toxizitätsäquivalentfaktoren (TEF) zugeordnet. Die Konzentrationen der einzelnen Kongenere werden mit den von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) festgelegten TEF multipliziert und anschließend addiert. Daraus ergibt sich als Summe die Dioxin-Toxizitätsäquivalentkonzentration (WHO-PCDD/F-TEQ).

Dioxine sind unerwünschte Nebenprodukte, die hauptsächlich bei bestimmten industriellen Prozessen sowie bei Verbrennungsprozessen (z.B. Verbrennung von Haus- und Sondermüll) zwangsläufig entstehen und freigesetzt werden können. Sie wurden und werden also nicht zweckbestimmt produziert (ausgenommen für wissenschaftliche Zwecke).

Dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle

Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind eine Gruppe von 209 Kongeneren chlorierter Substanzen, die sich durch unterschiedliche Anzahl und Stellung der Chloratome am Biphenyl unterscheiden. 130 dieser Kongenere kommen in produzierten Gemischen vor. Im Gegensatz zu Dioxinen sind PCB für verschiedene Anwendungen zweckbestimmt hergestellt worden, in der Hauptsache als nicht brennende und den Strom nicht leitende zähe Flüssigkeiten in Transformatoren und in der Hydraulik (Bergbau). Wie Dioxine sind PCB lipophil, teilweise persistent und reichern sich im Fettgewebe von Mensch und Tier an.

Einige PCB zeigen einen den Dioxinen ähnlichen Molekülaufbau und vergleichbare biologische Wirkungen. Sie werden deshalb dioxinähnliche PCB (dl-PCB) genannt. Den dl-PCB werden wie den Dioxinen TEF zugeordnet, die diese PCB-Kongenere gemäß ihrer Toxizität im Vergleich zum 2,3,7,8-TCDD einstufen. Wie bei den PCDD/F können die dl-PCB so als Toxizitätsäquivalentkonzentration (WHO-PCB-TEQ) zusammengefasst werden. Die dl-PCB machen allerdings nur einen kleinen Mengenanteil an den PCB aus, es überwiegen die so genannten nicht-dioxinähnlichen PCB (ndl-PCB).

Die Summe von WHO-PCDD/F-TEQ und WHO-PCB-TEQ wird als Gesamt-Dioxinäquivalent (WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) bezeichnet. In der von der Europäischen Kommission am 19.

Dezember 2006 erlassenen Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 sind im Anhang, Abschnitt 5, sowohl Höchstgehalte für WHO-PCDD/F-TEQ als auch für WHO-PCDD/F-PCB-TEQ aufgeführt.

3.2 Gefährdungspotenzial

Akute Wirkungen von hohen Dioxin- und dl-PCB-Dosen sind beim Menschen nur nach arbeitsplatz- oder unfallbedingter Aufnahme beschrieben. Am häufigsten treten lang anhaltende entzündliche Hautveränderungen auf, die als „Chlorakne“ bezeichnet werden. Veränderungen der klinisch-chemischen Parameter (vor allem ein Anstieg der Konzentrationen an Triglyceriden, Cholesterin und Transaminasen im Blut) weisen auch auf Leberschädigungen bzw. auf Veränderungen im Fettstoffwechsel hin.

Als chronische Wirkungen von Dioxinen und PCB wurden bei Tierversuchen Störungen der Reproduktionsfunktionen, des Immunsystems, des Nervensystems und des Hormonhaushalts beschrieben. Als empfindlichste Zielorgane gegenüber den Dioxin- und PCB-Expositionen wurden dabei die Leber und die Schilddrüse identifiziert. Verschiedene Dioxine und PCB gelten als Tumorpromotoren. In jüngster Zeit werden insbesondere Ergebnisse aus epidemiologischen Studien zur als reversibel eingeschätzten Beeinträchtigung der neuropsychologischen Entwicklung von Kindern durch pränatale (über Plazenta) und postnatale (über Muttermilch) PCB-Exposition kontrovers diskutiert.

Von der WHO wurde für die tolerierbare tägliche Aufnahme (TDI) ein Bereich von 1 bis 4 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG und Tag festgelegt (WHO 2000). Dabei wird die obere Grenze (der TDI von 4 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG) als provisorische Basis der maximal tolerierbaren Aufnahme verstanden. Der untere Wert dokumentiert das Ziel der WHO, die Aufnahme von WHO-PCDD/F-PCB-TEQ beim Menschen auf unter 1 pg/kg KG zu reduzieren. Als Grundlage für den TDI-Bereich hat die WHO Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL) herangezogen, die von verschiedenen Autoren für unterschiedliche Spezies und für verschiedene Endpunkte beschrieben sind.

Vom Scientific Committee on Food (SCF) in der Europäischen Union (EU) wurde 2001 die tolerable wöchentliche Aufnahme (tolerable weekly intake, TWI) von 14 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /kg KG festgelegt. Als Grundlage für die Ableitung des TWI hat das SCF den LOAEL für die verminderte Spermienproduktion und das veränderte Sexualverhalten von männlichen Wistar-Ratten herangezogen, die von Faqi et al. (1998) beschrieben wurden.

3.3. Exposition

3.3.1. Dioxin- und PCB-Gehalte der Geflügelfleisch-Proben

Tabelle 1: Befunde an Dioxinen und dl-PCB

Tierart	WHO-PCDD/F-TEQ pg/g Fett	WHO-PCB-TEQ pg/g Fett	WHO-PCDD/F-PCB-TEQ pg/g Fett
Pute	0,81		
Pute	5,45		
Pute	0,37		
Pute	0,86		
Pute	2,45	0,33	2,78
Pute	3,31	0,70	4,01
Pute	0,61	0,29	0,90
Huhn	6,24		
Huhn	5,06		
Huhn	4,80		
Huhn	3,73		
HW ¹⁾	2		4

¹⁾ Höchstwert für Fleisch und Fleischerzeugnisse von Geflügel nach Verordnung (EG) Nr. 1881/2006

Tabelle 1 fasst die dem BfR vorliegenden Untersuchungsergebnisse der Landesuntersuchungsämter zusammen.

Die Konzentrationen für Dioxine liegen nach diesen Untersuchungen zwischen 0,37 und 6,24 pg WHO-PCDD/F-TEQ/g Fett. Für die Summe aus Dioxinen und dl-PCB wurden, allerdings nur für 3 Proben, 0,9 – 4 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/g Fett ermittelt. Der in der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 festgelegte Höchstgehalt für Fleisch und Fleischerzeugnisse von Geflügel von 2 pg WHO-PCDD/F-TEQ/g Fett wurde somit von 7 der vorliegenden 11 Proben überschritten (ohne Berücksichtigung der Messunsicherheiten). Der Höchstgehalt für die Summe von Dioxinen und dl-PCB von 4 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/g Fett wurde von 5 der 11 Proben überschritten, bei 4 von ihnen allein durch den Gehalt an Dioxinen. Bei einer weiteren Probe ist ebenfalls von einer Überschreitung auszugehen (ohne Berücksichtigung der Messunsicherheiten).

Auffällig an den zwei Proben mit erhöhtem Dioxingehalt und Angaben zu dl-PCB ist der geringe Beitrag der dl-PCB von ca. 12-17 % an den WHO-PCDD/F-PCB-TEQ (Eurofins 1, 2; Tabelle 1). Dies ist ungewöhnlich für die europäische Hintergrundbelastung von Geflügelfleisch mit Dioxinen und PCB. Gemäß dem kürzlich erschienenen Scientific Report der Europäische Food Safety Authority (EFSA 2010) liegt der Anteil der dl-PCB an den WHO-PCDD/F-PCB-TEQ bei Geflügelfleisch im Mittel bei ca. 38 %.

Dies deutet darauf hin, dass die betrachteten erhöhten Befunde an Dioxinen nicht auf eine Kontamination aus der Hintergrundbelastung zurückzuführen sind. Ein vergleichbares Bild ergab sich bereits für jüngste Befunde zu mit Dioxinen belasteten Eiern (BfR 2010).

3.3.2 Verzehr von Geflügelfleisch

Für die Schätzung der Aufnahme von Dioxinen und PCB durch Geflügelfleisch wurde eine Auswertung basierend auf den Daten aus der Nationalen Verzehrsstudie II (NVS II; Max Rubner-Institut (MRI) 2008) vorgenommen. Die Auswertungen für die chronische Exposition beruhen auf Daten der „Dietary History“- Interviews, mit denen der übliche Verzehr der letzten vier Wochen (ausgehend vom Befragungszeitpunkt) erfasst wurde. Die Auswertungen für den maximalen Verzehr (Kurzzeitexposition) beruhen auf den Daten der beiden unabhängigen 24h-Recalls der NVS II.

Die Verzehrsdatenauswertungen für die chronische Exposition wurden im Rahmen des vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) finanzierten Projektes „LExUKon“ (Lebensmittelbedingte Aufnahme von Umweltkontaminanten) am BfR durchgeführt.

Kurzzeitexposition:

Nach den Daten der NVS II betrug das 95. Perzentil der Verzehrer für den akuten (max.) Verzehr von Hühnerfleisch 294 g pro Tag und für Putenfleisch 273 g pro Tag.

Bei den Auswertungen der Verzehrsdaten wurde Fleisch, welches in Gerichten als Komponente vorkam, in den Auswertungen mit berücksichtigt. Dagegen wurden zusammengesetzte Lebensmittel, wie Wurstwaren, nicht in die Einzelbestandteile aufgeschlüsselt. Somit sind verzehrte Mengen an Fleisch aus diesen Lebensmitteln nicht mit einbezogen.

Langzeitexposition:

Nach den Daten der NVS II betrug das 95. Perzentil aller Befragten für die Langzeitaufnahme 0,074 g Geflügelfett/kg KG und Tag aus dem Verzehr von Geflügelfleisch.

Im Gegensatz zu den Auswertungen des MRI wurden für die Berechnung der Verzehrsmengen Rezepte/Gerichte und nahezu alle zusammengesetzten Lebensmittel in ihre unverarbeiteten Einzelbestandteile aufgeschlüsselt und gegebenenfalls Verarbeitungsfaktoren berücksichtigt. Somit sind alle relevanten Verzehrsmengen eingeflossen. Die Rezepte sind größtenteils mit Standardrezepturen hinterlegt und berücksichtigen somit keine Variation in der Zubereitung/Herstellung und den daraus folgenden Verzehrsmengen.

Aufgrund verschiedener methodischer Ansätze zur Datenaufbereitung (Aufschlüsselung, wie oben beschrieben) kann es Unterschiede zu den publizierten Verzehrsmengen in den Ergebnisberichten des MRI (MRI 2008) geben.

3.3.3 Expositionsabschätzung durch den Verzehr von Geflügelfleisch

Kurzzeitexposition:

Zur Berechnung eines Worst-Case-Szenarios wird hier die höchstbelastete Probe mit 6,24 pg WHO-PCDD/F-TEQ/g Fett (Tabelle 1) und das in größerer Menge verzehrte Hühnerfleisch (294 g/Tag) zugrunde gelegt. Der maximale Fettgehalt von Hühnerfleisch (gegart) beträgt laut Bundeslebensmittelschlüssel 19 % (BLSII.4, unveröffentlichte Daten¹). Legt man diese Werte zugrunde, so nimmt ein Mensch bei einem Verzehr von 294 g Hühnerfleisch ca.

¹ <http://www.bls.nvs2.de/>

56 g Hühnerfett auf. Somit würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil des max. Verzehrs an einem Tag) 349 pg WHO-PCDD/F-TEQ/Person und Tag aufnehmen. Legt man das Durchschnittsgewicht einer Person auf 60 kg fest, so entspricht dies einer Aufnahme von ca. 6 pg WHO-PCDD/F-TEQ /kg KG und Tag, die sich bei Berücksichtigung der dl-PCB (Anteil 12-17 %, s.o.) auf ca. 7 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /kg KG und Tag erhöht.

Langzeitexposition:

Für die Berechnung wurde auch hier die höchstbelastete Probe mit 6,24 pg WHO-PCDD/F-TEQ/g Fett zugrunde gelegt, sowie eine Aufnahmemenge von 0,074 g Geflügelfett/kg KG und Tag. Somit würde ein Vielverzehrer (95. Perzentil der Gesamtbevölkerung) ca. 0,46 pg WHO-PCDD/F-TEQ /kg KG aufnehmen, die sich bei Berücksichtigung der dl-PCB auf ca. 0,54 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /kg KG und Tag erhöhen dürften.

3.4 Gesundheitliche Bewertung

Die tägliche Aufnahme von Dioxinen und PCB (als WHO-PCDD/F-PCB-TEQ) über Lebensmittel in Deutschland betrug nach Analysenergebnissen aus den Jahren 2000 bis 2003 im Mittel ca. 2 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG und Tag (Bund/Länder-Arbeitsgruppe DIOXINE 2003). Aufgrund der sich seitdem fortsetzenden Belastungsminderung kann derzeit von einer täglichen oralen Aufnahme von ca. 1 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG und Tag ausgegangen werden, was einer wöchentlichen Aufnahme von 7 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG entspricht.

Als Grundlage einer gesundheitlichen Bewertung wird die vom SCF festgelegte wöchentliche tolerierbare Aufnahmemenge (TWI: 14 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /kg KG und Woche) für PCDD/F und dl-PCB herangezogen, entsprechend einer Aufnahme von 2 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG und Tag. Damit ist diese vergleichbar mit dem von der WHO festgelegten Bereich für die täglich tolerable Aufnahmemenge (TDI) von 1-4 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG und Tag.

Die errechnete Kurzzeitexposition durch den Verzehr von belastetem Geflügelfleisch von ca. 7 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG und Tag liegt über dem vom TWI des SCF abgeleiteten Wert von 2 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG und Tag, sowie über der obersten Grenze des von der WHO festgelegten Bereiches. Die Aufnahme von Dioxinen und dl-PCB aus diesem Geflügelfleisch führt zur Überschreitung der sonst üblichen Aufnahmemenge von ca. 1 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG und Tag über alle Lebensmittel ungefähr um den Faktor 7.

Die errechnete Langzeitexposition von Dioxinen über Geflügelfleisch liegt unter der unteren Grenze des von der WHO festgelegten Bereiches des TDI für Dioxine und PCB, sofern nur die Aufnahmemenge durch Geflügelfleisch betrachtet wird. Geflügelfleisch trägt zur täglichen Aufnahmemenge an Dioxinen und dl-PCB durch die Nahrung normalerweise nur einen Anteil von ca. 3 % bei (Mathar und Solbach 2005). Legt man dies zugrunde, werden bei einer täglichen Gesamt-Aufnahme von ca. 1 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG und Tag normalerweise mit Geflügelfleisch nur ca. 0,03 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG und Tag aufgenommen. Dies macht deutlich, dass es durch das hier betrachtete belastete Geflügelfleisch mit einer Aufnahme von ca. 0,54 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg KG zu einer erhöhten Exposition der Verbraucher mit Dioxinen und PCB kommt.

4 Fazit

Ware, welche die gesetzlichen Höchstgehalte überschreitet – wie in 7 der 11 dem BfR mitgeteilten Proben – ist aus lebensmittelrechtlicher Sicht in Deutschland nicht verkehrsfähig.

Bei gelegentlichem Verzehr des hier betrachteten Geflügelfleisches sind keine gesundheitlichen Beeinträchtigungen zu erwarten. Eine begrenzte Überschreitung der tolerablen wöchentlichen Aufnahme wird vom BfR im speziellen Fall der Aufnahme von Dioxinen und PCB dann als gesundheitlich hinnehmbar angesehen, wenn die Aufnahmemengen über einen längeren Zeitraum gemittelt (z.B. ein Jahr) nicht zu einer Überschreitung des TWI führen.

Aus Gründen des vorsorgenden Verbraucherschutzes sollte die Belastung mit Dioxinen und PCB so weit wie möglich minimiert werden. Insofern sind unnötige und vermeidbare zusätzliche Belastungen, insbesondere durch nicht zulässige Höchstmengenüberschreitungen generell nicht zu tolerieren.

5 Referenzen

BfR (2010) Bewertung von Dioxingehalten in Eiern auf Grund einer Warnung im EU Schnellwarnsystem;

(http://www.bfr.bund.de/cm/208/bewertung_von_dioxingehalten_in_eiern_auf_grund_einer_warnung_im_eu_schnellwarnsystem.pdf)

Bund/Länder-Arbeitsgruppe DIOXINE (2003) Ergebnisprotokoll der 15. Sitzung vom 25.06.2003.

European Food Safety Authority (2010) Results of the monitoring of dioxin levels in food and feed; EFSA Journal 2010; 8(3):1385 S. 21; doi:10.2903/j.efsa.2010.1385.

Faqi, A.S.; Dalsenter, P.R.; Merker, H.J.; Chahoud, I. (1998) Reproductive toxicity and tissue concentrations of low doses of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin in male offspring rats exposed throughout pregnancy and lactation; Toxicol Appl Pharmacol 150(2): 383-392.

Max Rubner-Institut (MRI) 2008, Nationale Verzehrsstudie II (NVS II), Ergebnisbericht 1, 2.

Mathar, W. und Solbach, C. (2005) Lebensmittelsicherheit – Gesundheitlicher Verbraucherschutz vor Dioxinen und PCB; Umwelt Nr. 5 / 2005 (Sonderteil); Hrsg.: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; ISSN 0343-1460.

Scientific Committee on Food (2001) Opinion of the SCF on the risk assessment of dioxins and dioxin-like PCBs in Food. Adopted on 30. Mai 2001. Europäische Kommission, Brüssel. (http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out90_en.pdf).

Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln; ABI. L 364 vom 20.12.2006, S. 5.

World Health Organization [WHO] (2000) WHO European Centre for Environment and Health, Executive summary, 1998, Assessment of the health risk of dioxins: re-evaluation of the Tolerable Daily Intake (TDI); Food Additive Contaminants 17, 223-240.