

風險評估研究

第65號報告書

化學物危害評估

食物中的六溴環十二烷

香港特別行政區政府

食物環境衛生署

食物安全中心

2021年11月

本報告書由香港特別行政區政府食物環境衛生署食物安全中心發表。未經食物安全中心書面許可，不得翻印、審訂或摘錄或於其他刊物或研究著作轉載本報告書的全部或部分研究資料。若轉載本報告書其他部分的內容，須註明出處。

通訊處：

香港金鐘道66號

金鐘道政府合署43樓

食物環境衛生署

食物安全中心

風險評估組

電子郵箱：enquiries@fehd.gov.hk

目錄

	<u>頁數</u>
摘要	2
目的	5
背景	5
含六溴環十二烷的食物	5
毒性	6
健康參考值	7
規管	8
研究範圍	8
研究方法及化驗分析	8
研究方法	8
化驗分析	9
分析值低於檢測限的處理方法	9
結果及討論	9
六溴環十二烷含量	9
從膳食攝入六溴環十二烷的分量	11
主要膳食來源	12
與其他地方研究結果比較	13
研究的不確定因素和局限	14
結論及建議	14
參考資料	15
附錄	19

附錄 I	本港成年人從各食物組別攝入六溴環十二烷的平均分量佔整體膳食攝入量的百分比	19
附錄 II	本研究收集所得的食物樣本檢測到的六溴環十二烷平均含量(微克 / 公斤)	20

食物中的六溴環十二烷

摘要

六溴環十二烷是添加型阻燃劑，主要用於紡織品，以及發泡聚苯乙烯和擠塑聚苯乙烯，作為建築和包裝物料。這種物質可長時間在環境中存留，極具在生物體內積聚的潛力，形成生物放大作用(即沿食物鏈傳遞，含量逐級增加)。

2. 攝入六溴環十二烷引致急性中毒的機會不大。在實驗動物中，六溴環十二烷的慢性毒性主要影響肝臟、甲狀腺激素體內平衡，以及生殖、神經和免疫系統。六溴環十二烷不具基因毒性，亦不會導致實驗動物患癌。

3. 聯合國糧食及農業組織 / 世界衛生組織聯合食物添加劑專家委員會並未就食物中的六溴環十二烷進行安全評估。歐洲食物安全局則採用暴露限值的方法，以評估從膳食攝入六溴環十二烷的風險。歐洲食物安全局訂定長期每日每公斤體重攝入 2.35 微克的六溴環十二烷，用作計算暴露限值。如暴露限值高於 24，則表示不會影響健康。

4. 這項研究旨在(i)檢測本地所售食物的六溴環十二烷含量；(ii)估算本港成年人從膳食攝入六溴環十二烷的分量；以及(iii)評估相關的健康風險。

研究方法

5. 這次研究在本地零售市場共採集 300 個不同食物樣本(涵蓋 100 種食品)，主要根據有關食物在本地受歡迎的程度、文獻所載該等食物的六溴環十二烷含量，以及本地市場的供應情況等選取樣本。這些樣本分作 15 個食物組別，即“海魚”、“淡水魚”、“魚類製品”、“甲殼類動物”、“軟體類動物”、“肉類和內臟”、“油脂”、“飲品”、“穀物和穀物製品”、“奶和奶類製品”、“蛋和蛋類製品”、“蔬菜和豆類”、“水果”、“堅果和種子類食品”，以及“香草和香料”。

結果

6. 在全部 15 個食物組別之中，有 13 個驗出六溴環十二烷，分別為“海魚”(51 個樣本中佔 38 個)、“淡水魚”(21 個樣本中佔 19 個)、“魚類製品”(9 個樣本中佔 5 個)、“油脂”(21 個樣本中佔 16 個)、“軟體類動物”(21 個樣本中佔 12 個)、“奶和奶類製品”(24 個樣本中佔 8 個)、

“肉類和內臟”(30 個樣本中佔 8 個)、“蛋和蛋類製品”(9 個樣本中佔 7 個)、“堅果和種子類食品”(12 個樣本中佔 6 個)、“穀物和穀物製品”(27 個樣本中佔 4 個)、“甲殼類動物”(9 個樣本中佔 2 個)、“蔬菜和豆類”(24 個樣本中佔 2 個)，以及“香草和香料”(9 個樣本中佔 1 個)。至於“飲品”和“水果”這兩個組別，則所有樣本均沒有驗出六溴環十二烷。簡而言之，在 300 個樣本中，有 128 個樣本(約 43%)檢測出六溴環十二烷，含量介乎每公斤 0.01 微克至每公斤 1.2 微克之間。

7. 不同食物組別的六溴環十二烷含量，以“海魚”及“蛋和蛋類製品”的平均含量最高，其次是“軟體類動物”及“淡水魚”。“海魚”、“蛋和蛋類製品”、“軟體類動物”及“淡水魚”的六溴環十二烷平均含量下限，分別為每公斤 0.16 微克、每公斤 0.16 微克、每公斤 0.13 微克和每公斤 0.11 微克。

8. 本地成年人經膳食攝入六溴環十二烷的分量，以攝入量一般的成年人來說，估計攝入量下限和上限分別為每日每公斤體重 0.00016 微克和每日每公斤體重 0.00091 微克，而攝入量高(第 90 百分位)的成年人，估計攝入量下限和上限則分別為每日每公斤體重 0.00041 微克和每日每公斤體重 0.0015 微克。攝入量一般和攝入量高的成年人相應的暴露限值，分別介乎 15 000 至 2 600(下限和上限)之間和 5 700 至 1 600 (下限和上限)之間，遠高於 24，顯示影響健康的機會不大。

9. 六溴環十二烷的主要攝入源為“海魚”(30.7%)，其次是“淡水魚”(21.2%)、“肉類和內臟”(20.1%)、“軟體類動物”(11.2%)及“奶和奶類製品”(7.7%)。經由其他食物組別攝入六溴環十二烷的分量，只佔總攝入量不足 10%。

結論及建議

10. 這項研究在不同食物樣本中驗出六溴環十二烷，約佔採集樣本總數的 43%。

11. 比對這項研究與其他地方相關研究的結果，本港市民的六溴環十二烷膳食攝入量屬低水平。根據計算所得的暴露限值，我們可得出結論，目前香港成年人從膳食攝入六溴環十二烷的分量，不會引起健康問題。

12. 根據這項研究的結果，就六溴環十二烷的膳食攝入量而言，市民無須改變基本的健康飲食習慣。市民應保持均衡和多元化的飲食，包括進食各類蔬果。

風險評估研究

食物中的六溴環十二烷

目的

這項研究旨在(i)檢測本地所售食物的六溴環十二烷含量；(ii)估算本港成年人從膳食攝入六溴環十二烷的分量；以及(iii)評估相關的健康風險。

背景

2. 六溴環十二烷是添加型阻燃劑，主要用於紡織品，以及發泡聚苯乙烯和擠塑聚苯乙烯，作為建築和包裝物料。六溴環十二烷的分子結構是一個由 12 個碳原子組成的環，環上有六個溴原子。所有六溴環十二烷立體異構體的化學程式相同，但其 12 碳環四周的溴原子排列方式則各異(圖 1)¹。

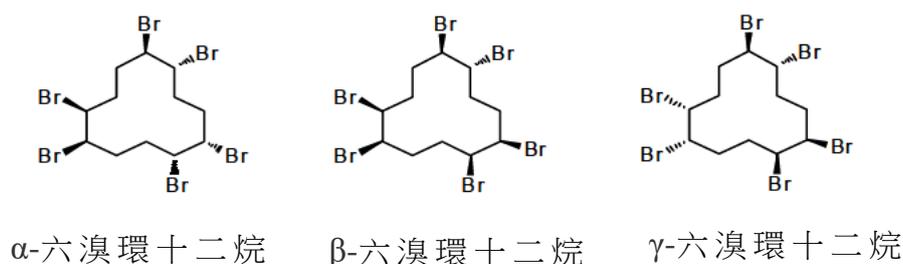


圖 1.六溴環十二烷三個主要立體異構體的一般結構： α -六溴環十二烷、 β -六溴環十二烷及 γ -六溴環十二烷

3. 六溴環十二烷可長時間在環境中存留，且極易在生物體內積聚，形成生物放大作用(即含量沿食物鏈傳遞，並逐級遞增)^{2、3}。因此，國際間(例如聯合國環境規劃署)和各國的食物安全當局都關注環境中的六溴環十二烷最終可能會進入食物鏈^{4、5}。

含六溴環十二烷的食物

4. 根據歐洲食物安全局的研究，海鮮、肉類、內臟、奶類製品、蛋、油脂、穀物、水果和蔬菜等多種食物均曾驗出六溴環十二烷^{1、4}。此外，各食物組別中沒有驗出六溴環十二烷(按總含量而言)的比例，則介乎 33%至 100%之間¹。

5. 雖然含動物油脂的食物(例如肉類、魚和蛋)較易受六溴環十二烷污染，但亦有研究指出，植物類食物(例如蔬菜、水果和堅果)的六溴環十二

烷含量，可與肉類和魚的含量相若^{4、6}。植物類食物含有六溴環十二烷的原因，可能是由於食物在配製過程中受塵埃污染，或植物直接從空氣中吸收六溴環十二烷，或在耕作中使用了含六溴環十二烷的污水淤泥作肥料^{4、7、29}。

6. 沒有數據顯示食品加工過程對六溴環十二烷含量有什麼影響。一般而言，六溴環十二烷是一種化學穩定的親脂性物質。加工食品中六溴環十二烷的含量減少，可能主要是由於脂肪流失，而並非六溴環十二烷降解所致¹。

毒性

7. 大部分毒理學研究都使用商業用的六溴環十二烷製品進行。值得注意的是，商用的製品中六溴環十二烷的各種異構體所佔的比例，與食物中六溴環十二烷的異構體比例有很大差別^{1、8}。

毒物代謝動力學

8. 六溴環十二烷在攝入後，會被廣泛吸收並迅速分布於身體各組織⁹。六溴環十二烷通常集中積存於脂肪組織、肌肉和肝臟^{1、9}，主要代謝途徑似乎是脫溴作用和羥基化作用。給小鼠餵食 γ -六溴環十二烷後，會出現異構化作用， γ -異構體會轉化成 α -和 β -異構體。但小鼠攝入 α -六溴環十二烷後，異構化作用卻沒有出現。六溴環十二烷在人體的排出半衰期估計為 64 天(介乎 23 至 219 天)¹。

急性毒性

9. 攝入六溴環十二烷引致急性中毒的機會非常低，而半數致死劑量則尚待確定。大鼠的口服致死劑量為按每公斤體重計多於 20 克，小鼠則為按每公斤體重計超出 40 克^{1、10}。

慢性毒性

10. 在實驗動物中，六溴環十二烷的毒性主要影響肝臟、甲狀腺，以及生殖、神經和免疫系統。動物測試顯示，六溴環十二烷對人類生殖或發育可能造成毒性影響¹¹。六溴環十二烷不具基因毒性，亦不會導致實驗動物患癌¹。

生殖系統

11. 有研究發現，六溴環十二烷會導致大鼠的生育指數下降、卵巢原始卵泡的數量減少，以及睪丸重量減輕¹²。歐洲食物安全局的結論是，六溴環十二烷不會導致大鼠產生畸胎或令胎兒中毒¹。

甲狀腺激素體內平衡

12. 有動物研究顯示，六溴環十二烷會影響甲狀腺激素系統，最敏感的影響是雌性大鼠甲狀腺的重量相對增加。此外，研究亦顯示雌性大鼠的總甲狀腺素水平出現變化、腦下垂體製造促甲狀腺素出現轉變，以及腦下垂體的重量有所增加^{1、13}。

肝臟

13. 有動物研究顯示，六溴環十二烷會誘發大鼠的肝臟重量¹³、基因表達和肝臟功能改變^{14、15}。此外，六溴環十二烷也會令肝臟的藥物代謝酶（主要為 CYP2 和 CYP3）產生變化，雌性大鼠的情況尤甚^{1、16}。

免疫系統

14. 有研究發現，六溴環十二烷會降低大鼠血液中的脾細胞數量¹³、淋巴細胞成分和總白血球數量¹⁷。此外，胸腺和膈淋巴結的重量亦有增加，但不會同時引致組織病變^{1、17}。

神經系統

15. 六溴環十二烷可影響神經發育，與此特別有關聯的是給產後的小鼠單次餵服六溴環十二烷，會導致其動作和學習能力出現轉變¹⁸。反復多次攝入六溴環十二烷的最相關影響似乎有與性別有關，雄性大鼠聽力會產生變化，而氟哌啶醇引致僵直昏厥的反應出現變化的情況，則在雌性大鼠中最為明顯^{1、19}。

健康參考值

16. 歐洲食物安全局於 2021 年對六溴環十二烷進行評估²⁰，認為現有六溴環十二烷對人體影響的數據不足以用作風險評估，因此決定使用實驗動物的研究數據，作分析風險的特徵。歐洲食物安全局認為，影響小鼠神經發育導致行為改變是風險特徵最關鍵的影響，並確定小鼠最低不良作用劑量為每公斤體重 0.9 毫克，相當於人體長期從膳食攝入每日每公斤體重 2.35 微克，以此評估攝入六溴環十二烷的風險²⁰。

17. 由於六溴環十二烷的毒理資料有限(如在大部分研究中所使用的六溴環十二烷混合物，當中有關立體異構體成分的資料欠奉)，因此用這些毒理資料訂定健康參考值並不恰當^{1、20、21}。歐洲食物安全局故此決定用暴露限值以評估對健康可能構成的影響。如暴露限值高於 24，表示不會影響健康²⁰。

規管

18. 食品法典委員會未有就食物中六溴環十二烷的含量訂立任何食物安全標準，香港也沒有特定附屬法例規管食物中的六溴環十二烷。

19. 六溴環十二烷在 2013 年被列入《關於持久性有機污染物的斯德哥爾摩公約》(《公約》)的附件 A²²。《公約》是國際條約，旨在保護人類健康和環境，以免受到持久性有機污染物的危害。這些化學品長期持續存於環境中，並廣泛分布各處，可在人類和野生生物脂肪組織中累積，損害人類健康或環境。締約各方必須採取措施，取締六溴環十二烷的生產和使用。由 2016 年起，中國已禁止生產、使用和出口六溴環十二烷，用於建築物料聚苯乙烯作阻燃劑則除外，但此例外情況亦於 2021 年起取消²³。在香港，政府把六溴環十二烷納入《有毒化學品管制條例》(第 595 章)(《條例》)。根據《條例》，製造、進出口和使用六溴環十二烷受許可證制度監管²⁴。

研究範圍

20. 研究主要根據食物在本港成年人當中的受歡迎程度、文獻所載該等食物的六溴環十二烷含量，以及取樣期間本地市場的供應情況，選取一些食物樣本進行分析，從而估算本港成年人從膳食攝入六溴環十二烷的分量。這些樣本分為 15 個食物組別，即“海魚”、“淡水魚”、“魚類製品”、“甲殼類動物”、“軟體類動物”、“肉類和內臟”、“油脂”、“飲品”、“穀物和穀物製品”、“奶和奶類製品”、“蛋和蛋類製品”、“蔬菜和豆類”、“水果”、“堅果和種子類食品”，以及“香草和香料”。

研究方法及化驗分析

研究方法

21. 這次研究的樣本於 2020 年 7 月至 8 月收集作化驗分析，收集地點包括超級市場、雜貨店等不同零售點(包括街市)，有關食品載列於**附錄 II**。研究只分析樣本的可食用部分，除麪粉外，其餘食物樣本均處理至食用狀態，然後才進行化學分析。我們把化驗分析的結果，以及 2005 至 2007 年

香港市民食物消費量調查所得不同人口組別的食物消費量資料，綜合計算出本港成年人經膳食攝入六溴環十二烷的分量。

22. 我們利用食物安全中心(食安中心)自行研發，名為攝入量評估系統的網絡電腦系統，評估經膳食攝入六溴環十二烷的分量。這項研究分別以經膳食攝入六溴環十二烷的分量的平均值和第 90 百分位的數值，作為攝入量一般和攝入量高的市民的數值。至於暴露限值，則是把參考劑量(即每天每公斤體重 2.35 微克)除以經膳食攝入六溴環十二烷的估計分量而得出。

化驗分析

23. 食安中心的食物研究化驗所負責化驗工作，分析每個樣本的六溴環十二烷含量。

24. 食安中心利用超高效液相色譜質譜聯用儀，分析食物樣本的六溴環十二烷含量。化驗人員首先秤取一定重量的樣本，然後定量添加六溴環十二烷的穩定同位素標記類似物。樣本加入二氯甲烷與正己烷的混合物(比例為 1:1)，經超聲波和迴轉式振盪方式萃取，然後注入硅膠固相萃取柱或酸性硅膠固相萃取柱(適用於脂肪含量高的樣本)進行淨化。淨化後的樣本溶液經濃縮後，再以儀器進行分析。六溴環十二烷各立體異構體的檢測限為每公斤 0.01 微克。

分析值低於檢測限的處理方法

25. 這次研究採用下限值和上限值的方式處理分析結果。就含量下限而言，低於檢測限的結果全部換作零；至於含量上限，低於檢測限的結果全部換作檢測限值²⁵。這種以下限值和上限值處理數據的方式，是考慮到分析結果若低於檢測限時，真正數值實際上可處於零至檢測限值之間。下限假設食物樣本不含有關化學物，而上限則假設食物樣本所含化學物的分量為檢測限值。採用下限值和上限值方式處理數據，可把兩種極端情況互相比較。

結果及討論

六溴環十二烷含量

26. 經分析後發現，300 個樣本中有 128 個(約 43%)檢測出六溴環十二烷，其餘 172 個(約 57%)則不含六溴環十二烷。

27. 驗出六溴環十二烷的 128 個樣本涵蓋多個食物組別(即全部 15 個食物組別中佔 13 個), 分別為“海魚”(51 個樣本中佔 38 個)、“淡水魚”(21 個樣本中佔 19 個)、“魚類製品”(9 個樣本中佔 5 個)、“油脂”(21 個樣本中佔 16 個)、“軟體類動物”(21 個樣本中佔 12 個)、“奶和奶類製品”(24 個樣本中佔 8 個)、“肉類和內臟”(30 個樣本中佔 8 個)、“蛋和蛋類製品”(9 個樣本中佔 7 個)、“堅果和種子類食品”(12 個樣本中佔 6 個)、“穀物和穀物製品”(27 個樣本中佔 4 個)、“甲殼類動物”(9 個樣本中佔 2 個)、“蔬菜和豆類”(24 個樣本中佔 2 個), 以及“香草和香料”(9 個樣本中佔 1 個)。這些樣本的六溴環十二烷含量介乎每公斤 0.01 微克至 1.2 微克之間。至於“飲品”和“水果”這兩個組別, 則沒有樣本驗出六溴環十二烷。各類食物樣本的六溴環十二烷平均含量載於**附錄 II**。

28. 不同食物組別的六溴環十二烷含量, 以“海魚”及“蛋和蛋類製品”為最高, 其次是“軟體類動物”及“淡水魚”。以每公斤“海魚”、“蛋和蛋類製品”、“軟體類動物”及“淡水魚”計算, 六溴環十二烷的平均含量下限分別為 0.16 微克、0.16 微克、0.13 微克及 0.11 微克。各食物組別的六溴環十二烷含量摘錄於表 1, 全部 300 個食品樣本的分析結果則載於**附錄 II**。

表 1：各食物組別的六溴環十二烷平均含量(微克 / 公斤)

食物組別	樣本數目	低於檢測限的樣本所佔百分比(%)	六溴環十二烷平均含量(微克 / 公斤)[範圍] *					
			下限	中間值		上限		
海魚	51	25	0.16	[0-1.20]	0.17	[0.02-1.2]	0.18	[0.03-1.2]
淡水魚	21	10	0.11	[0-0.35]	0.12	[0.020-0.35]	0.13	[0.030-0.35]
魚類製品	9	44	0.011	[0-0.030]	0.026	[0.020-0.040]	0.036	[0.030-0.050]
甲殼類動物	9	78	0.0044	[0-0.030]	0.021	[0.020-0.030]	0.031	[0.030-0.040]
軟體類動物	21	43	0.13	[0-0.74]	0.14	[0.020-0.74]	0.15	[0.030-0.74]
肉類和內臟	30	73	0.044	[0-0.93]	0.061	[0.020-0.94]	0.071	[0.030-0.95]
油脂	21	24	0.056	[0-0.26]	0.067	[0.020-0.26]	0.075	[0.030-0.26]
飲品	12		所有樣本均低於檢測限					
穀物和穀物製品	27	85	0.0019	[0-0.020]	0.020	[0.020-0.030]	0.030	[0.030-0.040]
奶和奶類製品	24	67	0.0075	[0-0.040]	0.024	[0.020-0.050]	0.034	[0.030-0.060]
蛋和蛋類製品	9	22	0.16	[0-0.89]	0.18	[0.020-0.90]	0.19	[0.030-0.91]
蔬菜和豆類	24	92	0.0013	[0-0.020]	0.020	[0.020-0.030]	0.030	[0.030-0.040]
水果	21		所有樣本均低於檢測限					

堅果和種子類食品	12	50	0.011	[0-0.030]	0.026	[0.020-0.040]	0.036	[0.030-0.050]
香草和香料	9	89	0.0022	[0-0.020]	0.021	[0.020-0.030]	0.031	[0.030-0.040]

* 取至兩位有效數字。為方便比較，我們同時計算了食物中六溴環十二烷含量的中間值，方法是把低於檢測限的結果設定為檢測限的一半。

從膳食攝入六溴環十二烷的分量

29. 表 2 載列本港成年人從這項研究涵蓋的食品攝入六溴環十二烷的估計分量，以及相應的暴露限值。本港成年人從膳食攝入六溴環十二烷的分量，對於攝入量一般的成年人，估計攝入量下限和上限分別為每日每公斤體重 0.00016 微克和每日每公斤體重 0.00091 微克；至於攝入量高 (第 90 百分位) 的成年人，估計攝入量下限和上限則分別為每日每公斤體重 0.00041 微克和每日每公斤體重 0.0015 微克。攝入量一般和攝入量高的成年人相應的暴露限值，分別介乎 15 000 至 2 600(下限至上限)之間和 5 700 至 1 600(下限至上限)之間，遠高於 24，顯示不會影響健康。

表2：本港市民從膳食攝入六溴環十二烷的分量及相應的暴露限值

	攝入量一般的消費者	攝入量高的消費者
膳食攝入量(微克 / 每日 每公斤體重) (下限至上限)	0.00016 – 0.00091	0.00041 – 0.0015
暴露限值(下限至上限)	15000 – 2600	5700 – 1600

30. 我們進一步按年齡及性別，分析各個人口組別經膳食攝入六溴環十二烷的分量，結果載於表 3。不論是攝入量一般或攝入量高的消費者，其暴露限值均遠高於 24，顯示六溴環十二烷對各個年齡及性別組別市民的健康不會構成影響。

表3：按年齡及性別組別列出本港市民從膳食攝入六溴環十二烷的分量

年齡及性別組別	膳食攝入量 (微克 / 每日每公斤體重)	
	攝入量一般的消費者 (下限至上限)	攝入量高的消費者 (下限至上限)
20至29歲男性	0.00012 – 0.00084	0.00034 – 0.0014
20至29歲女性	0.00014 – 0.00083	0.00035 – 0.0014
30至39歲男性	0.00014 – 0.00088	0.00035 – 0.0014

30至39歲女性	0.00017 – 0.00090	0.00040 – 0.0014
40至49歲男性	0.00016 – 0.00095	0.00037 – 0.0015
40至49歲女性	0.00018 – 0.00090	0.00043 – 0.0014
50至59歲男性	0.00019 – 0.00099	0.00043 – 0.0015
50至59歲女性	0.00019 – 0.00089	0.00042 – 0.0014
60至69歲男性	0.00021 – 0.0010	0.00052 – 0.0016
60至69歲女性	0.00019 – 0.00089	0.00054 – 0.0015
70至84歲男性	0.00020 – 0.00096	0.00053 – 0.0015
70至84歲女性	0.00019 – 0.00084	0.00043 – 0.0014

31. 食安中心最近完成了第二次全港性食物消費量調查。鑑於(i)本地各種食品驗出的六溴環十二烷含量十分低，加上(ii)這項研究計算出的暴露限值(1 600 – 15 000)較門檻為 24 的暴露限值高出多倍(顯示食物中的六溴環十二烷不會對本港市民的健康有影響)，所以即使利用第二套食物消費量數據再估算攝取量，亦不會影響這項研究的結果和結論，因此並無需要利用第二套食物消費量數據再進行估算。

主要膳食來源

32. 攝入量一般的本港成年人從不同食物組別攝入六溴環十二烷佔整體膳食攝入量估計下限的百分比，載於表 4 和附錄 I 的圖表。從個別食物組別攝入六溴環十二烷佔整體攝入量的實際比重，宜以下限方式表達，原因是下限不受某些食物組別有多個樣本低於檢測限的影響。

表 4：本港市民從不同食物組別攝入六溴環十二烷的平均分量及佔膳食攝入量的百分比

食物組別	膳食攝入量 (微克 / 每日每公斤體重)	佔膳食攝入量的 百分比*
海魚	0.000052	30.7%
淡水魚	0.000036	21.2%
肉類和內臟	0.000034	20.1%
軟體類動物	0.000019	11.2%
奶和奶類製品	0.000013	7.7%
油脂	0.0000045	2.6%
蛋和蛋類製品	0.0000044	2.6%
蔬菜和豆類	0.0000037	2.2%
穀物和穀物製品	0.0000021	1.2%

堅果和種子類食品	0.00000063	0.4%
甲殼類動物	0.00000026	0.2%
魚類製品	0.000000073	0.04%
香草和香料	0.000000025	0.01%
飲品	不適用	不適用
水果	不適用	不適用
總數	0.00017	100%

*由於四捨五入，數值相加未必等於總和。

33. 這項研究的結果顯示，“海魚”是本港市民攝入六溴環十二烷的主要膳食來源，佔總攝入量的 30.7%(即攝入量下限每日每公斤體重 0.000052 微克)；其次是“淡水魚”，佔總攝入量的 21.2%(即攝入量下限每日每公斤體重 0.000036 微克)。“海魚”、“淡水魚”和“軟體類動物”的攝入量合計佔總攝入量超過 70%，這個結果與其他地方的研究結果相若，同樣顯示水產製品是六溴環十二烷的主要膳食來源^{20、29、30、31}。儘管“肉類和內臟”的六溴環十二烷平均含量相對低，但仍佔總攝入量約 20.1%，這可能是本港成年人食用較多“肉類和內臟”所致。

與其他地方研究結果比較

34. 內地²⁶、愛爾蘭²⁷、美國²⁸、韓國²⁹、西班牙³⁰、日本³¹、荷蘭³²、比利時³³、英國³⁴、法國³⁵和歐盟^{1、20}等地方都有研究從膳食攝入六溴環十二烷的報告。整體而言，上述地方的研究計算所得的暴露限值均大於 24。比較這項研究與上述地方的研究結果，本港市民從膳食攝入六溴環十二烷的分量處於範圍的低端。

表 5：國際間六溴環十二烷膳食攝入量和暴露限值的比較

地方	膳食攝入量(微克 / 每日每公斤體重)	暴露限值
英國 ³⁴	0.0059	400
日本 ³¹	0.006	400
西班牙 ³⁰	0.00258	900
荷蘭 ³²	0.0015 (中間值) - 0.0029 (上限)	1600 - 800
內地 ²⁶	0.00151	1700
比利時 ³³	0.00099	2400
韓國 ²⁹	0.00082	2900
愛爾蘭 ²⁷	0.00043 (下限) - 0.00092 (上限)	5500 - 2600
美國 ²⁸	0.00027	8700
法國 ³⁵	0.000165	14000

香港	0.00016 (下限) – 0.00091 (上限)	15000 – 2600
歐盟 (歐洲食物安全局) ^{1, 20}	0.00009 (下限) – 0.00099 (上限) (2011 年) 0.00007 (下限) – 0.00152 (上限) (2021 年)	26000 – 2400 34000 – 1500

研究的不確定因素和局限

35. 雖然檢測分析的樣本愈多，對攝入量的估算會愈精確，但礙於資源有限，化驗工作必須有所取捨。因此，這次研究只選取一些較常食用和據報較大機會含六溴環十二烷的食物作為樣本。此外，研究的結果只能概略反映本地某些食物在某一時間的六溴環十二烷含量。

結論及建議

36. 這次研究收集的樣本，有約 43% (300 個樣本中佔 128 個) 驗出含六溴環十二烷。“海魚”是本港成年人從膳食攝入六溴環十二烷的主要來源。

37. 把這項研究與其他地方相關的研究結果比較，本港市民的六溴環十二烷膳食攝入量屬低。根據計算所得的暴露限值，我們可得出的結論是，目前香港成年人從膳食攝入六溴環十二烷的分量，不會引起健康問題。

38. 根據這項研究的結果，就六溴環十二烷的膳食攝入量而言，並無充分理據建議市民改變基本的健康飲食習慣。市民宜保持均衡和多元化的飲食，包括進食各類蔬果，以免因偏吃某幾類食物而過量攝入任何污染物。

參考資料

- ¹ European Food Safety Authority. Scientific Opinion on Hexabromocyclododecanes (HBCDDs) in Food. 2011.
- ² Rotterdam Convention on the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade. Draft decision guidance document for hexabromocyclododecane. UNEP/FAO/RC/CRC.14/4. 2018.
<http://www.pic.int/Portals/5/download.aspx?d=UNEP-FAO-RC-CRC.14-4.Ch.pdf>
- ³ Rotterdam Convention on the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade. Hexabromocyclododecane: supporting documentation provided by Norway. UNEP/FAO/RC/CRC.13/INF/18. 2017.
<http://www.pic.int/Portals/5/download.aspx?d=UNEP-FAO-RC-CRC.13-INF-18.En.pdf>
- ⁴ United Nations. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its sixth meeting. Risk profile on hexabromocyclododecane. 2010.
- ⁵ European Chemicals Agency. Member state committee support document for identification of hexabromocyclododecane and all major diastereoisomers identified as a substance of very high concern. 2008.
- ⁶ Driffield M, Harmer N, Bradley E, Fernandes AR, Rose M, Mortimer D, Dicks P. Determination of brominated flame retardants in food by LC-MS/MS: diastereoisomer-specific hexabromocyclododecane and tetrabromobisphenol A. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 2008 Jul;25(7):895-903.
- ⁷ Schecter A, Szabo DT, Miller J, Gent TL, Malik-Bass N, Petersen M, Paepke O, Colacino JA, Hynan LS, Harris TR, Malla S, Birnbaum LS. Hexabromocyclododecane (HBCD) stereoisomers in U.S. food from Dallas, Texas. Environ Health Perspect. 2012 Sep;120(9):1260-4.
- ⁸ Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment. United Kingdom. Statement on the potential risks from hexabromocyclododecanes (HBCDDs) in the infant diet. 2012.
- ⁹ U.S. Environmental Protection Agency. Hexabromocyclododecane (HBCD) Action Plan. 2010.
https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/rin2070-az10_hbcd_action_plan_final_2010-08-09.pdf
- ¹⁰ The European Chemicals Agency. Risk Assessment – Hexabromocyclododecane. 2008.

¹¹ WHO. International Chemical Safety Cards (ICSCs) 1413. Hexabromocyclododecane (Mixture of isomers). 2019.

<http://www.inchem.org/documents/icsc/icsc/eics1413.htm>

¹² Ema M, Fujii S, Hirata-Koizumi M, Matsumoto M. Two-generation reproductive toxicity study of the flame retardant hexabromocyclododecane in rats. *Reprod Toxicol*. 2008 Apr;25(3):335-51.

¹³ van der Ven LT, Verhoef A, van de Kuil T, Slob W, Leonards PE, Visser TJ, Hamers T, Herlin M, Håkansson H, Olausson H, Piersma AH, Vos JG. A 28-day oral dose toxicity study enhanced to detect endocrine effects of hexabromocyclododecane in Wistar rats. *Toxicol Sci*. 2006 Dec;94(2):281-92.

¹⁴ Cantón RF, Peijnenburg AA, Hoogenboom RL, Piersma AH, van der Ven LT, van den Berg M, Heneweer M. Subacute effects of hexabromocyclododecane (HBCD) on hepatic gene expression profiles in rats. *Toxicol Appl Pharmacol*. 2008 Sep 1;231(2):267-72

¹⁵ Farmahin R, Gannon AM, Gagné R, Rowan-Carroll A, Kuo B, Williams A, Curran I, Yauk CL. Hepatic transcriptional dose-response analysis of male and female Fischer rats exposed to hexabromocyclododecane. *Food Chem Toxicol*. 2019 Nov;133:110262.

<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0278691518309050?token=CA28F6E0A07ED8849B54C67499E24E3B83EA6E9FC01E84B80BC536D7FA23F816A9923CD4C73829C97FA7CFD4E9CA7BD5>

¹⁶ Germer S, Piersma AH, van der Ven L, Kamyschnikow A, Fery Y, Schmitz HJ, Schrenk D. Subacute effects of the brominated flame retardants hexabromocyclododecane and tetrabromobisphenol A on hepatic cytochrome P450 levels in rats. *Toxicology*. 2006 Feb 1;218(2-3):229-36.

¹⁷ van der Ven LT, van de Kuil T, Leonards PE, Slob W, Lilienthal H, Litens S, Herlin M, Håkansson H, Cantón RF, van den Berg M, Visser TJ, van Loveren H, Vos JG, Piersma AH. Endocrine effects of hexabromocyclododecane (HBCD) in a one-generation reproduction study in Wistar rats. *Toxicol Lett*. 2009 Feb 25;185(1):51-62.

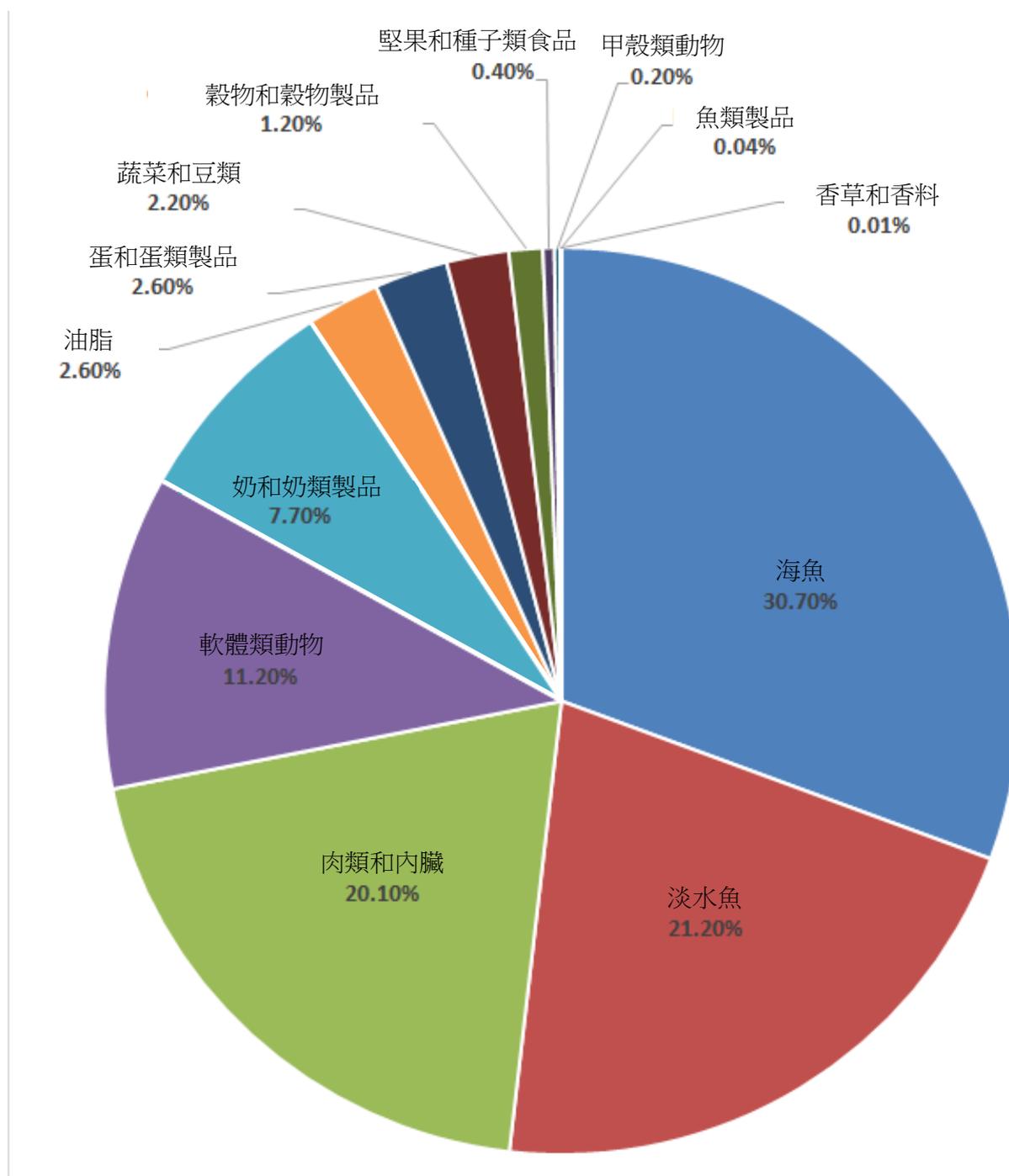
¹⁸ Eriksson P, Fischer C, Wallin M, Jakobsson E and Fredriksson A, 2006. Impaired behaviour, learning and memory, in adult mice neonatally exposed to hexabromocyclododecane (HBCDD). *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 21, 317-322.

¹⁹ Lilienthal H, van der Ven L, Hack A, Roth-Härer A, Piersma A and Vos J, 2009. Neurobehavioral effects in relation to endocrine alterations caused by exposure to brominated flame retardants in rats – comparison to polychlorinated biphenyls. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 15, 76-86.

- ²⁰ European Food Safety Authority. Update of the risk assessment of Hexabromocyclododecanes (HBCDDs) in food. 2021.
- ²¹ Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment. United Kingdom. COT Statement on brominated flame retardants in fish from the Skerne-Tees rivers system. 2004.
- ²² United Nations Environment Programme. Stockholm Convention. The new POPs under the Stockholm Convention.
<http://chm.pops.int/TheConvention/ThePOPs/TheNewPOPs/tabid/2511/Default.aspx>
- ²³ 中華人民共和國生態環境部。關於《〈關於持久性有機污染物的斯德哥爾摩公約〉新增列六溴環十二烷修正案》生效的公告。2016。
http://www.mee.gov.cn/gkml/hbb/bgg/201612/t20161228_378327.htm。
- ²⁴ 香港特別行政區環境保護署。六溴環十二烷納入《有毒化學品管制條例》管制。
https://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/international_conventions/pops/new_hazardous_chemicals.html
- ²⁵ World Health Organization (WHO). Environmental Health Criteria 240. Principles and Methods for the Risk Assessment of Chemicals in Food. Chapter 6: Dietary Exposure Assessment for Chemicals in Food. 6.5.4 Handling results below the LOD or LOQ.
https://www.who.int/docs/default-source/food-safety/publications/chapter6-dietary-exposure.pdf?sfvrsn=26d37b15_6
- ²⁶ Shi Z, Zhang L, Zhao Y, Sun Z, Zhou X, Li J, Wu Y. Dietary exposure assessment of Chinese population to tetrabromobisphenol-A, hexabromocyclododecane and decabrominated diphenyl ether: Results of the 5th Chinese Total Diet Study. Environ Pollut. 2017 Oct;229:539-547.
- ²⁷ Food Safety Authority of Ireland. Investigation into levels of chlorinated and brominated organic pollutants in carcass fat, offal, eggs and milk produced in Ireland. 2010.
- ²⁸ Schecter A, Haffner D, Colacino J, Patel K, Pöpke O, Opel M, Birnbaum L. Polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) and hexabromocyclododecane (HBCD) in composite U.S. food samples. Environ Health Perspect. 2010 Mar;118(3):357-62.
- ²⁹ Barghi M, Shin ES, Son MH, Choi SD, Pyo H, Chang YS. Hexabromocyclododecane (HBCD) in the Korean food basket and estimation of dietary exposure. Environ Pollut. 2016 Jun;213:268-277.
- ³⁰ Eljarrat E, Gorga M, Gasser M, Díaz-Ferrero J, Barceló D. Dietary exposure assessment of Spanish citizens to hexabromocyclododecane through the diet. J Agric Food Chem. 2014 Mar 26;62(12):2462-8.

- ³¹ Kakimoto K, Akutsu K, Konishi Y, Toriba A, Hayakawa K. Hexabromocyclododecane Levels in Foodstuff and Human Breast Milk in Osaka, Japan. *Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry - Environmental Pollution and Ecotoxicology*. pp. 253–259.
- ³² de Winter-Sorkina R, Bakker MI, van Donkersgoed G, van Klaveren JD. Dietary intake of brominated flame retardants by the Dutch population. RIVM report 310305001/2003.
- ³³ Gosciny S, Vandevijvere S, Maleki M, Van Overmeire I, Windal I, Hanot V, Blaude MN, Vleminckx C, Van Loco J. Dietary intake of hexabromocyclododecane diastereoisomers (α -, β -, and γ -HBCD) in the Belgian adult population. *Chemosphere*. 2011 Jun;84(3):279-88.
- ³⁴ Fernandes A, Smith F, Petch R, Panton S, Carr M, Rose M. Investigation of the Occurrence of Brominated Contaminants in Selected Foods. Food and Environment Research Agency (FERA). FD 08/07. 2009.
- ³⁵ French Agency for Food, Environmental & Occupational Health & Safety. Second French Total Diet Study (TDS 2) Report 1. Inorganic contaminants, minerals, persistent organic pollutants, mycotoxins and phytoestrogens. ANSES Opinion. 2011.

本港成年人從各食物組別攝入六溴環十二烷的平均分量
佔整體膳食攝入量的百分比



從個別食物組別攝入六溴環十二烷佔整體攝入量的實際比重，此處採用下限方式表達，原因是下限不受某些食物組別有多個樣本低於檢測限的影響。

附錄 II

從食物樣本檢測到的六溴環十二烷平均含量(微克 / 公斤)

食物	樣本數目	低於檢測限的樣本所佔百分比(%)	六溴環十二烷平均含量(微克 / 公斤)[範圍]					
			下限	中間值	上限	中間值	上限	中間值
海魚	51	25	0.16	[0-1.2]	0.17	[0.020-1.2]	0.18	[0.030-1.2]
青斑	3				所有樣本均低於檢測限			
紅衫	3	0	0.023	[0.020-0.030]	0.033	[0.030-0.040]	0.043	[0.040-0.050]
馬頭	3	0	0.020	[0.010-0.030]	0.030	[0.020-0.040]	0.040	[0.030-0.050]
左口	3	33	0.14	[0-0.34]	0.16	[0.020-0.35]	0.17	[0.030-0.36]
鱸魚	3	0	0.12	[0.050-0.19]	0.13	[0.060-0.20]	0.14	[0.070-0.21]
黃花魚	3	0	0.42	[0.33-0.50]	0.43	[0.34-0.51]	0.44	[0.35-0.52]
多春魚	3	0	0.090	[0.040-0.13]	0.10	[0.050-0.14]	0.11	[0.060-0.15]
烏頭	3	66	0.29	[0-0.88]	0.31	[0.020-0.88]	0.31	[0.030-0.88]
大眼雞 / 木棉	3	66	0.0067	[0-0.020]	0.023	[0.020-0.030]	0.033	[0.030-0.040]
黃腳鱸	3	0	0.34	[0.21-0.45]	0.35	[0.22-0.46]	0.36	[0.23-0.47]
多寶魚	3	0	0.17	[0.060-0.36]	0.18	[0.070-0.37]	0.19	[0.080-0.38]
罐頭沙甸魚	3	0	0.040	[0.020-0.070]	0.050	[0.030-0.080]	0.060	[0.040-0.090]
鯖魚	3	33	0.13	[0-0.25]	0.14	[0.020-0.26]	0.15	[0.030-0.27]
鱈魚	3	33	0.40	[0-1.2]	0.41	[0.020-1.2]	0.42	[0.030-1.2]
三文魚	3	0	0.083	[0.040-0.15]	0.087	[0.050-0.15]	0.097	[0.060-0.16]
鰻魚	3	0	0.48	[0.13-0.82]	0.49	[0.13-0.83]	0.50	[0.14-0.83]
罐頭吞拿魚	3				所有樣本均低於檢測限			

淡水魚	21	10	0.11	[0-0.35]	0.12	[0.020-0.35]	0.13	[0.030-0.35]
鯪魚	3	0	0.21	[0.19-0.23]	0.21	[0.19-0.23]	0.21	[0.19-0.23]
桂花魚	3	0	0.19	[0.050-0.28]	0.20	[0.060-0.29]	0.21	[0.070-0.30]
大頭魚	3	0	0.16	[0.040-0.35]	0.17	[0.050-0.35]	0.18	[0.060-0.35]
鰺魚	3	0	0.097	[0.050-0.15]	0.10	[0.060-0.15]	0.11	[0.070-0.16]
金山鰺	3	0	0.053	[0.030-0.10]	0.063	[0.040-0.11]	0.073	[0.050-0.12]
鯪魚	3	0	0.063	[0.040-0.10]	0.070	[0.050-0.10]	0.080	[0.060-0.11]
鯰魚	3	66	0.0033	[0-0.010]	0.020	[0.020-0.020]	0.030	[0.030-0.030]
魚類製品	9	44	0.011	[0-0.030]	0.026	[0.020-0.040]	0.036	[0.030-0.050]
魚蛋 / 魚片	3	33	0.010	[0-0.020]	0.023	[0.020-0.030]	0.033	[0.030-0.040]
蟹柳	3				所有樣本均低於檢測限			
炸魚皮	3	0	0.023	[0.020-0.030]	0.033	[0.030-0.040]	0.043	[0.040-0.050]
甲殼類動物	9	78	0.0044	[0-0.030]	0.021	[0.020-0.030]	0.031	[0.030-0.040]
蟹	3	66	0.010	[0-0.030]	0.023	[0.020-0.030]	0.033	[0.030-0.040]
蝦	3				所有樣本均低於檢測限			
龍蝦	3	66	0.0033	[0-0.010]	0.020	[0.020-0.020]	0.030	[0.030-0.030]
軟體類動物	21	43	0.13	[0-0.74]	0.14	[0.020-0.74]	0.15	[0.030-0.74]
扇貝 / 帶子	3	33	0.030	[0-0.050]	0.043	[0.020-0.060]	0.053	[0.030-0.070]
鮑魚	3	66	0.013	[0-0.040]	0.030	[0.020-0.050]	0.040	[0.030-0.060]
蠔	3	0	0.59	[0.30-0.74]	0.59	[0.30-0.74]	0.59	[0.31-0.74]
蜆	3	33	0.24	[0-0.55]	0.25	[0.020-0.55]	0.25	[0.030-0.55]
青口	3	33	0.040	[0-0.10]	0.053	[0.020-0.11]	0.063	[0.030-0.12]
海參	3				所有樣本均低於檢測限			
魷魚	3	33	0.013	[0-0.030]	0.023	[0.020-0.030]	0.033	[0.030-0.040]
肉類和內臟	30	73	0.044	[0-0.93]	0.061	[0.020-0.94]	0.071	[0.030-0.95]
牛肉	3	66	0.0033	[0-0.010]	0.020	[0.020-0.020]	0.030	[0.030-0.030]
豬肉	3	66	0.0033	[0-0.010]	0.020	[0.020-0.020]	0.030	[0.030-0.030]

羊肉	3				所有樣本均低於檢測限			
雞肉	3	66	0.0033	[0-0.010]	0.020	[0.020-0.020]	0.030	[0.030-0.030]
鴨肉	3	33	0.38	[0-0.93]	0.39	[0.020-0.94]	0.40	[0.030-0.95]
鵪鶉肉	3	0	0.050	[0.040-0.070]	0.060	[0.050-0.080]	0.070	[0.060-0.090]
豬鬃	3				所有樣本均低於檢測限			
豬胃	3				所有樣本均低於檢測限			
豬大腸	3				所有樣本均低於檢測限			
牛胃	3				所有樣本均低於檢測限			
油脂	21	24	0.056	[0-0.26]	0.067	[0.020-0.26]	0.075	[0.030-0.26]
牛油	3	0	0.023	[0.020-0.030]	0.033	[0.030-0.040]	0.043	[0.040-0.050]
豬油	3	0	0.14	[0.050-0.26]	0.15	[0.060-0.26]	0.15	[0.070-0.26]
人造牛油	3	33	0.020	[0-0.040]	0.033	[0.020-0.050]	0.043	[0.030-0.060]
花生油	3	0	0.073	[0.040-0.14]	0.083	[0.050-0.15]	0.090	[0.060-0.15]
芥花籽油	3	66	0.0067	[0-0.020]	0.023	[0.020-0.030]	0.033	[0.030-0.040]
橄欖油	3	66	0.0067	[0-0.020]	0.023	[0.020-0.030]	0.033	[0.030-0.040]
粟米油	3	0	0.12	[0.040-0.24]	0.12	[0.050-0.24]	0.13	[0.060-0.24]
飲品	12				所有樣本均低於檢測限			
樽裝礦泉水	3				所有樣本均低於檢測限			
咖啡	3				所有樣本均低於檢測限			
樽裝茶	3				所有樣本均低於檢測限			
豆漿	3				所有樣本均低於檢測限			
穀物和穀物製品	27	85	0.0019	[0-0.020]	0.020	[0.020-0.030]	0.030	[0.030-0.040]
白米	3				所有樣本均低於檢測限			
白麩包	3	66	0.0033	[0-0.010]	0.020	[0.020-0.020]	0.030	[0.030-0.030]
即食麩	3				所有樣本均低於檢測限			
意大利粉	3	66	0.0033	[0-0.010]	0.020	[0.020-0.020]	0.030	[0.030-0.030]
通心粉	3				所有樣本均低於檢測限			

麪粉	3				所有樣本均低於檢測限			
麥皮 / 燕麥片	3				所有樣本均低於檢測限			
早餐穀類食品	3				所有樣本均低於檢測限			
梳打餅	3	33	0.010	[0-0.020]	0.023	[0.020-0.030]	0.033	[0.030-0.040]
奶和奶類製品	24	67	0.0075	[0-0.040]	0.024	[0.020-0.050]	0.034	[0.030-0.060]
全脂奶	3	33	0.020	[0-0.040]	0.033	[0.020-0.050]	0.043	[0.030-0.060]
脫脂奶	3				所有樣本均低於檢測限			
朱古力奶	3				所有樣本均低於檢測限			
蒙莎莉芝士	3	33	0.0067	[0-0.010]	0.020	[0.020-0.020]	0.030	[0.030-0.030]
攪用忌廉	3	33	0.013	[0-0.030]	0.027	[0.020-0.040]	0.037	[0.030-0.050]
雪糕	3				所有樣本均低於檢測限			
原味酸乳酪	3	66	0.010	[0-0.030]	0.027	[0.020-0.040]	0.037	[0.030-0.050]
酸乳酪飲品	3	66	0.010	[0-0.030]	0.027	[0.020-0.040]	0.037	[0.030-0.050]
蛋和蛋類製品	9	22	0.16	[0-0.89]	0.18	[0.020-0.90]	0.19	[0.030-0.91]
雞蛋	3	66	0.0033	[0-0.010]	0.020	[0.020-0.020]	0.030	[0.030-0.030]
皮蛋	3	0	0.40	[0.12-0.89]	0.41	[0.13-0.90]	0.42	[0.14-0.91]
鹹蛋	3	0	0.090	[0.050-0.16]	0.10	[0.060-0.17]	0.11	[0.070-0.18]
蔬菜和豆類	24	92	0.0013	[0-0.020]	0.020	[0.020-0.030]	0.030	[0.030-0.040]
菜心	3				所有樣本均低於檢測限			
蘿蔔	3				所有樣本均低於檢測限			
西生菜	3				所有樣本均低於檢測限			
番茄	3				所有樣本均低於檢測限			
馬鈴薯	3				所有樣本均低於檢測限			
青豆	3				所有樣本均低於檢測限			
冬菇	3	33	0.010	[0-0.020]	0.023	[0.020-0.030]	0.033	[0.030-0.040]
豆腐	3				所有樣本均低於檢測限			

水果	21				所有樣本均低於檢測限			
橙	3				所有樣本均低於檢測限			
蘋果	3				所有樣本均低於檢測限			
香蕉	3				所有樣本均低於檢測限			
梨	3				所有樣本均低於檢測限			
西瓜	3				所有樣本均低於檢測限			
菠蘿	3				所有樣本均低於檢測限			
葡萄 / 提子	3				所有樣本均低於檢測限			
堅果和種子類食品	12	50	0.011	[0-0.030]	0.026	[0.020-0.040]	0.036	[0.030-0.050]
花生	3	33	0.013	[0-0.020]	0.027	[0.020-0.030]	0.037	[0.030-0.040]
栗子	3				所有樣本均低於檢測限			
蓮子	3	33	0.013	[0-0.030]	0.027	[0.020-0.040]	0.037	[0.030-0.050]
椰漿	3	33	0.017	[0-0.030]	0.030	[0.020-0.040]	0.040	[0.030-0.050]
香草和香料	9	89	0.0022	[0-0.020]	0.021	[0.020-0.030]	0.031	[0.030-0.040]
白胡椒	3	66	0.0067	[0-0.020]	0.023	[0.020-0.030]	0.033	[0.030-0.040]
芫荽	3				所有樣本均低於檢測限			
香茅	3				所有樣本均低於檢測限			

* 取至兩位有效數字。為方便比較，我們亦計算食物中六溴環十二烷含量的中間值，方法是把低於檢測限的結果設為檢測限的一半。