

香港首個總膳食研究第一號報告

香港首個總膳食研究：  
二噁英和二噁英樣多氯聯苯

香港特別行政區政府  
食物環境衛生署  
食物安全中心  
2011年12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](mailto:enquiries@fehd.gov.hk)

# 目錄

	<u>頁數</u>
<b>摘要</b>	1
<b>背景</b>	3
簡介香港首個總膳食研究	3
二噁英和二噁英樣多氯聯苯	3
本港上次研究	7
<b>研究方法及化驗分析</b>	8
香港首個總膳食研究採用的研究方法	8
二噁英和二噁英樣多氯聯苯的化驗分析	8
<b>結果及討論</b>	10
總膳食研究所涵蓋食物的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量	10
從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的情況	12
主要食物來源	14
與本港上次研究結果和其他地方研究結果比較	16
研究的局限	17
<b>結論及建議</b>	18
<b>參考文件</b>	19
<b>附錄</b>	22
附錄 1： 世界衛生組織在 1998 年和 2005 年訂定的二噁英和二噁英樣多氯聯苯毒性當量因子方案一覽表	22
附錄 2： 香港首個總膳食研究所涵蓋食物的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量(皮克毒性當量 / 克)	23
附錄 3： 按年齡及性別組別列出攝入量一般和攝入量高的市民從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量	26

## 圖目錄

圖 1：	香港首個總膳食研究按不同年齡及性別組別列出攝入量一般和攝入量高的市民從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量	13
圖 2：	市民從不同食物組別攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量佔總膳食攝入量的百分比	15

## 表目錄

表 1：	29 種二噁英和二噁英樣多氯聯苯同系物的檢測限(皮克 / 克)和定量限(皮克 / 克)	9
表 2：	香港首個總膳食研究所涵蓋食物組別的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量(皮克毒性當量 / 克)	10
表 3：	香港首個總膳食研究檢測到含量最高的四個食物組別中二噁英和二噁英樣多氯聯苯分別佔總含量的比例	11
表 4：	攝入量一般和攝入量高的市民每月從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量(皮克毒性當量 / 每公斤體重)與暫定每月可容忍攝入量的比較	12
表 5：	一般市民每月從總膳食研究涵蓋的食物組別攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量(皮克毒性當量 / 每公斤體重)	14
表 6：	二噁英和二噁英樣多氯聯苯膳食攝入量的比較	17

## 摘要

食物安全中心現正進行香港首個總膳食研究，目的是估計整體香港市民和不同人口組別從膳食攝入各種物質(包括污染物和營養素)的分量，從而評估攝入這些物質對健康帶來的風險。本報告評估香港市民從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯這類持久性有機污染物的情況。

2. “二噁英”指多氯二苯並對二噁英(PCDD)和多氯二苯並呋喃(PCDF)， “二噁英樣多氯聯苯”則指毒理性質與二噁英相似的多氯聯苯(PCB)。這兩種物質雖然來源不同，但毒性和作用機制相近，通常作為同一類物質來評估。二噁英和二噁英樣多氯聯苯可長時間存留在環境，並在食物鏈中生物累積。肉類、奶類製品、蛋和魚等動物源性食物的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量通常較高。

3. 二噁英和二噁英樣多氯聯苯備受關注，主要原因是這兩種物質會對人體多個系統(包括內分泌和免疫系統)以及發育中的神經系統產生毒性作用，並可能會致癌。這兩種物質的其中三種同系物，分別是2,3,7,8-四氯二苯並對二噁英(TCDD)、2,3,4,7,8-五氯二苯並呋喃和多氯聯苯126(PCB126)，已確定為人類的致癌物。

4. 基於多氯二苯並對二噁英、多氯二苯並呋喃和多氯聯苯的持久性和毒性，《斯德哥爾摩公約》已把這些物質列為持久性有機污染物，並要求締約各方採取措施，消除或減少在環境中釋放持久性有機污染物。

5. 2001年，聯合國糧食及農業組織/世界衛生組織聯合食品添加劑專家委員會把多氯二苯並對二噁英、多氯二苯並呋喃和二噁英樣多氯聯苯的暫定每月可容忍攝入量定為每公斤體重70皮克毒性當量(TEQ)。毒性當量的數值是根據世界衛生組織所定的毒性當量因子(TEF)計算出來的。世界衛生組織把17種多氯二苯並對二噁英和多氯二苯並呋喃的同系物以及12種二噁英樣多氯聯苯的同系物的毒性與毒性最強的四氯二苯並對二噁英相比，訂出有關物質的毒性當量因子。

## 結果

6. 這項研究合共檢測了142個混合樣本，分析二噁英和二噁英樣多氯聯苯的含量。(2010年6月至11月期間進行兩次抽樣工作，涵蓋71種不同食物。每次抽樣每種食物購買3個樣本並加以處理，合共抽取了426個樣本。)全部142個混合樣本均驗出含有至少一種二噁英和二噁英樣多氯聯苯的同系物，當中約三分之二(66%)的二噁英和二噁英樣多氯聯苯的同系物含量在檢測限之上。在所有食物組別中，“魚類和海產及其製品”

的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量最高(平均含量為每克 0.440 皮克毒性當量),其次是“蛋及蛋類製品”(平均含量為每克 0.137 皮克毒性當量)、“油脂類”(平均含量為每克 0.094 皮克毒性當量)和“肉類、家禽和野味及其製品”(平均含量為每克 0.091 皮克毒性當量)。二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量最高的三種食物均屬於“魚類和海產及其製品”,分別為桂花魚(平均含量為每克 1.056 皮克毒性當量)、蠔(平均含量為每克 0.926 皮克毒性當量)和鯧魚(鱸魚)(平均含量為每克 0.885 皮克毒性當量)。

7. 攝入量一般的市民每月從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量為每公斤體重 21.92 皮克毒性當量,攝入量高的市民則為 59.65 皮克毒性當量,分別佔暫定每月可容忍攝入量的 31.3% 和 85.2%。

8. “魚類和海產及其製品”是市民從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的主要來源,佔總攝入量的 61.9%,其次是“肉類、家禽和野味及其製品”和“混合食品”,分別佔總攝入量的 20.0% 和 7.0%。“魚類及其製品”是市民從膳食攝入這兩種物質的最主要來源,佔總攝入量的 55.6%。研究結果顯示,市民從膳食攝入的二噁英和二噁英樣多氯聯苯,主要來自水產和肉類,這點與其他地方的膳食攝入量研究結果相若。

## 結論及建議

9. 攝入量一般的市民每月從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量為每公斤體重 21.92 皮克毒性當量,攝入量高的市民則為 59.65 皮克毒性當量,兩者的攝入量均低於暫定每月可容忍攝入量,因此一般市民的健康受到二噁英和二噁英樣多氯聯苯嚴重不良影響的機會不大。不過,二噁英和二噁英樣多氯聯苯會致癌,各界應致力減少市民從膳食攝入這兩種物質的分量。

10. 我們應採取源頭控制措施,預防和減少人體的攝入量。國際社會應致力減少二噁英的排放和對食物造成的污染,這一點對減少人體從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯十分重要。

11. 市民應去掉肉類的脂肪和食用低脂奶類製品,並應保持均衡及多元化的飲食,包括進食多種蔬果,避免因偏食某幾類食物而攝入過量的二噁英和二噁英樣多氯聯苯。魚類含有如奧米加-3 脂肪酸、優質蛋白質等多種人體所需的營養素,市民宜適量進食多種魚類。

## 香港首個總膳食研究： 二噁英和二噁英樣多氯聯苯

---

### 背景

總膳食研究是國際公認最具成本效益的方法，用以估計不同人口組別從膳食攝入食物化學物或營養素的分量，從而評估攝入這些物質對健康帶來的風險。總膳食研究為食物安全風險評估和食物供應規管提供科學基礎。上世紀六十年代以來，多個國家(例如英國、美國、加拿大、澳洲、新西蘭和中國內地)分別進行總膳食研究。

### 簡介香港首個總膳食研究

2. 這是食物安全中心(下稱“中心”)首次在香港進行總膳食研究，目的在於估計整體香港市民和不同人口組別從膳食攝入各種物質(包括污染物和營養素)的分量，從而評估攝入這些物質對健康帶來的風險。

3. 香港首個總膳食研究是一項複雜的大型計劃，涉及的工作包括食物抽樣和處理、化驗分析，以及膳食攝入量評估。這項研究涵蓋香港市民通常食用的大部分食物，化驗分析超過 130 種物質，包括污染物和營養素。

### 二噁英和二噁英樣多氯聯苯

4. 香港首個總膳食研究檢測的其中一組物質是二噁英和二噁英樣多氯聯苯。本報告集中分析二噁英和二噁英樣多氯聯苯的含量，並估計香港市民從膳食攝入這兩種物質的分量，以及評估攝入這兩種物質對健康帶來的風險。

5. “二噁英”指多氯二苯並對二噁英(PCDD)和多氯二苯並呋喃(PCDF)， “二噁英樣多氯聯苯”則指毒理性質與二噁英相似的多氯聯苯(PCB)。二噁英和二噁英樣多氯聯苯是持久性有機污染物(POP)。《關於持久性有機污染物的斯德哥爾摩公約》涵蓋這兩種物質，並要求締約各方採取措施，消除或減少在環境中釋放持久性有機污染物。<sup>1</sup>

## 化學和物理性質

6. 二噁英是一組多氯平面芳香族化合物，其結構、化學和物理性質十分相似。這組化合物包括 75 種多氯二苯並對二噁英和 135 種多氯二苯並呔喃的同系物，其中 17 種具有毒性的是在兩個芳香環上 2、3、7 和 8 位被氯原子取代的同系物，而且其毒性與毒性最強的同系物 2,3,7,8-四氯二苯並對二噁英(TCDD)相近。多氯聯苯是聯苯直接氯化並取代兩個芳香環的 1 至 10 位而合成的氯化芳香族化合物。在 209 種可能產生的同系物中，只有 12 種非鄰位取代或單鄰位取代多氯聯苯同系物的毒理性質與二噁英相似。<sup>2、3</sup>

7. 二噁英和二噁英樣多氯聯苯都不溶於水，但溶於脂肪，而且極難進行化學和生物降解，因此長時間存留在環境，並在食物鏈中生物累積。<sup>3、4</sup>二噁英和二噁英樣多氯聯苯雖然來源不同，但毒性和作用機制相近，因此通常作為同一類物質來評估。

## 二噁英和二噁英樣多氯聯苯的來源

8. 二噁英在環境中無處不在，可自然形成(例如火山爆發和森林大火釋出)，亦是燃燒(例如廢物焚化)及各種工業過程(例如製造化學品、以氯漂白紙漿和冶煉金屬)產生的副產品。相反，多氯聯苯則是人工製造的物質，過往作多種不同工業用途，例如製造電子絕緣體或絕緣液體及專用的液壓機液體。自上世紀七十年代開始，大部分國家已禁用多氯聯苯，<sup>2、6</sup>不過，由於大型電器和廢物的棄置，仍有多氯聯苯釋出到環境中。<sup>5</sup>此外，多氯聯苯也列於《斯德哥爾摩公約》附件C，屬燃燒和焚化過程中可能無意產生的其中一種持久性有機污染物。<sup>7</sup>

9. 進入食物鏈的二噁英和二噁英樣多氯聯苯可來自新的排放(主要透過空氣途徑)，又可能是在環境中蓄積或儲集的二噁英和二噁英樣多氯聯苯再次移遷。由於二噁英和二噁英樣多氯聯苯可長時間存留，我們現時攝入的大多是源自過往的排放。<sup>6</sup>一般來說，除非附近地區的焚化爐沒有適當的空氣污染控制系統，否則空氣的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量十分低。此外，由於這兩種物質難溶於水，所以飲用水和地表水的含量亦非常低。不過，如果焚化過程不充分和廢物處置地地點會在空氣中釋出二噁英和二噁英樣多氯聯苯，可污染土壤和水中沉積物，於是這兩種物質會在食物鏈中生物累積和生物濃縮。二噁英會在肉類、家禽或海產的脂肪組織積聚，因此動物的壽命較長，脂肪組織積聚的二噁英可能較多。肉類、奶類製品、蛋和魚等動物源性食物的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量通常較高。<sup>5、8</sup>



## 毒性

10. 膳食脂肪中的二噁英和二噁英樣化合物容易從腸道進入血液。在人體和實驗動物的測試中，口服四氯二苯並對二噁英的吸收率為 50% 至 90%。多氯二苯並對二噁英和多氯二苯並呋喃在血液和器官之間的分布情況視乎脂質分配和蛋白結合作用而定。在實驗動物中，多氯二苯並對二噁英和多氯二苯並呋喃幾乎全部隨膽汁排出，只有少量會隨尿液排出。糞便亦是人體排出未經代謝的多氯二苯並對二噁英和多氯二苯並呋喃的主要途徑。<sup>2</sup>

11. 在實驗動物中，不同二噁英同系物對不同種屬的急性毒性差異很大，例如豚鼠的口服半數致死量為每公斤體重 0.6 微克，倉鼠則為 5 000 微克以上。不過，個別二噁英樣多氯聯苯同系物對哺乳動物的急性毒性，則數據有限。<sup>2</sup>

12. 在職業環境中或工業意外後，人體短期攝入大量二噁英和二噁英樣多氯聯苯會患上叫做氯痤瘡的持續性皮膚病。<sup>5</sup>人體長期攝入這些物質可能會造成多方面的毒性影響，包括損害免疫系統、影響發育、損害發育中的神經系統、影響甲狀腺和類固醇激素，以及破壞生殖功能。在人生不同階段中，胎兒和初生嬰兒受影響的風險最高。<sup>5</sup>

13. 至於二噁英和二噁英樣多氯聯苯的致癌性，在實驗動物和職業環境進行的流行病學研究顯示，對於多種動物和人類來說，這些物質可誘發多個器官組織的癌症。國際癌症研究機構在 1997 年把四氯二苯並對二噁英列為第 1 組物質(即令人類患癌)，並把其他一些二噁英物質列為第 3 組物質(即在會否令人類患癌方面未能分類)，以及在 1987 年把多氯聯苯列為第 2A 組物質(即可能令人類患癌)。此外，國際癌症研究機構在 2009 年將另外兩種化合物，即 2,3,4,7,8-五氯二苯並呋喃和多氯聯苯 126，列為第 1 組物質。<sup>5、9、10、11</sup>

14. 這些物質沒有基因毒性，其致癌機理與芳香族碳氫化合物受體(AhR)相關。有研究認為這些物質的致癌性具有閾值，因此，根據非致癌性的終點釐定可容忍攝入量亦適用於致癌風險的情況。<sup>2、5</sup>

## 毒性當量因子方案

15. 各種二噁英和二噁英樣多氯聯苯同系物的毒性不一。為了進行二噁英風險評估和規管工作，世界衛生組織(下稱“世衛”)在上世紀九十年代初訂定了毒性當量因子(TEF)，以毒性最強的四氯二苯並對二噁英為基準，把其毒性當量因子設定為 1，然後個別多氯二苯並對二噁英、多氯二苯並呋喃和多氯聯苯的毒性與其相比，訂出有關物質的毒性當量因子。1998 年，世衛制訂並發布了一套毒性當量因子數值，涵蓋 17 種多氯二苯並對二噁英和多氯二苯並呋喃的同系物，以及 12 種二噁英樣多氯聯苯的同系物。現時大部分海外研究普遍採用這套數值。其後，世衛於 2005 年進行評估，修訂了多個毒性當量因子數值，並更新了毒性當量因子方案。世衛在 1998 年和 2005 年訂定的毒性當量因子數值一覽表載於附錄 1。<sup>4</sup>

16. 二噁英和二噁英樣多氯聯苯的含量是以毒性當量(TEQ)表示，其計算方法是把每種同系物的含量乘以相關的毒性當量因子，得出該種同系物的毒性當量，然後把各種同系物的毒性當量加起來，得出其含量。<sup>4</sup>

## 安全參考值

17. 2001 年，聯合國糧食及農業組織 / 世界衛生組織聯合食品添加劑專家委員會，把多氯二苯並對二噁英、多氯二苯並呋喃和二噁英樣多氯聯苯的暫定每月可容忍攝入量定為每公斤體重 70 皮克(以毒性當量表示)。<sup>2</sup>

## 膳食攝入來源

18. 國際研究顯示，人體攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的主要途徑是進食動物源性食物，約佔總攝入量的 80% 至 95%。肉類、奶類製品和魚是主要膳食來源。至於其他次要的攝入途徑，則包括從空氣吸入和皮膚接觸。<sup>3、6、8</sup>

19. 母乳是監測人體二噁英和二噁英樣多氯聯苯攝入量的其中一個重要生物指標，因為母乳中這兩種物質的含量可以同時反映生活環境和食物鏈受污染的程度。過去數十年，世衛以母乳來監測人體內二噁英和二噁英樣多氯聯苯的水平，結果顯示，在 1988 年至 2002 年間歐洲婦女母乳的二噁英含量有普遍下降趨勢。<sup>12</sup>至於本港的情況，香港亦有參與近幾輪由世衛統籌的母乳調查，結果顯示，2001 年 / 2002 年香港婦女母乳的二噁英和二噁英樣多氯聯苯平均含量為每克脂質 12.92 皮克毒性當量，2009

年則為每克脂質 9.84 皮克毒性當量，這段期間母乳中這兩種物質的含量下降了 24%。<sup>13、14</sup>

## 本港上次研究

20. 2002 年，食物環境衛生署根據在 1999 年至 2001 年進行的食物監察計劃收集得到的數據進行研究，評估中學生從膳食攝入二噁英的情況<sup>15</sup>。研究發現，在個別同系物的測試結果中，74% 低於檢測限。88 個食物樣本的二噁英含量介乎每克 0.01 至 1.32 皮克毒性當量(多氯二苯並對二噁英 / 多氯二苯並呋喃)，當中以一個家禽樣本的含量最高。按照 1998 年世衛所定的多氯二苯並對二噁英和多氯二苯並呋喃毒性當量因子數值計算，攝入量一般的中學生每日從膳食攝入二噁英的分量估計為每公斤體重 0.85 皮克毒性當量(多氯二苯並對二噁英 / 多氯二苯並呋喃)，相當於每月每公斤體重 25.5 皮克毒性當量(多氯二苯並對二噁英 / 多氯二苯並呋喃)；攝入量高的中學生(即攝入量屬第 95 百分位)則為每公斤體重 2.07 皮克毒性當量(多氯二苯並對二噁英 / 多氯二苯並呋喃)，相當於每月每公斤體重 62.1 皮克毒性當量(多氯二苯並對二噁英 / 多氯二苯並呋喃)。攝入量一般的中學生從膳食攝入二噁英的估計分量佔二噁英和二噁英樣多氯聯苯暫定每月可容忍攝入量的 36%，攝入量高的中學生則佔 89%。肉類和家禽以及其製品是中學生從膳食攝入二噁英的主要來源(佔總攝入量的 41%)，其次是海產(30%)和奶類及奶類製品(25%)。

21. 如把二噁英樣多氯聯苯計算在內，每日的總攝入量便會相應增加。海外研究指出，二噁英樣多氯聯苯的攝入量與二噁英相若，因此，雖然一般中學生受二噁英毒性嚴重影響的機會不大，但攝入量高的中學生的二噁英攝入量可能超過暫定每月可容忍攝入量，對健康造成不良影響的風險可能會較高。

22. 上次的研究有一些局限。食物樣本未經進一步處理便進行分析。事實上，在食物處理過程中，二噁英和二噁英樣多氯聯苯的含量可能會改變。上次研究採用了 1998 年世衛所定的毒性當量因子數值，而且沒有檢測二噁英樣多氯聯苯的含量。此外，現時的化驗技術較為精密，可降低檢測限，以便更準確地評估從膳食攝入二噁英的分量。

23. 鑑於二噁英樣多氯聯苯佔總攝入量的比例相當大，因此應同時檢測食物樣本的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量，以便更準確地估計膳食這類物質的總攝入量，從而評估對健康帶來的風險。再者，檢測所得的數據，可作為日後監察本港市民攝入量趨勢的基礎。因此，香港首個總膳食研究同時評估香港市民攝入二噁英及二噁英樣多氯聯苯的分量。

## 研究方法及化驗分析

### 香港首個總膳食研究採用的研究方法

24. 香港首個總膳食研究涉及的工作包括在全港不同地區購買市民經常食用的食物樣本，把食物樣本處理至可食用狀態並合併成為混合樣本，然後把食物樣本均質化，並分析樣本內多種物質的含量。這些物質的化驗分析結果結合香港市民食物消費量調查(下稱“食物消費量調查”)<sup>16</sup>所得不同人口組別的食物消費量資料，便可得出市民從膳食攝入這些物質的分量。

25. 這項研究根據食物消費量調查所得的食物消費量數據，選出 150 種食物進行分析。抽樣工作在 2010 年 3 月至 2011 年 2 月期間分四次進行，每次抽樣每種食物收集三個樣本，並按慣常的飲食模式處理。整項研究合共收集了 1 800 個樣本，合併成為 600 個混合樣本進行化驗分析。

26. 在總膳食研究涵蓋的 150 種食物中，選出 71 種可能含二噁英和二噁英樣多氯聯苯的食物，檢測這兩種物質的含量。這些食物主要是動物源性食物及其製品以及油脂性食物。該 71 種食物載於附錄 2。由於資源所限，只化驗了其中兩次抽樣工作(即 2010 年 6 月至 8 月及 2010 年 9 月至 11 月)取得的樣本。

27. 中心利用由內部研發名為攝入量評估系統的網絡電腦系統，評估膳食攝入量，當中涉及食物對應處理(food mapping)和數據加權的工作。研究以膳食攝入量的平均值和第 95 百分位的數值分別作為攝入量一般和攝入量高的市民的數值。

28. 在同系列總膳食研究報告中，有關研究方法的一冊載述相關詳細資料。<sup>17</sup>

### 二噁英和二噁英樣多氯聯苯的化驗分析

29. 二噁英和二噁英樣多氯聯苯的化驗分析工作由政府化驗所負責，分析範圍包括附錄 1所載 29 種世衛已定出毒性當量因子數值的同系物。

30. 這項研究以高分辨氣相色譜 / 高分辨質譜聯用儀(HRGC/HRMS)分析檢定食物樣本的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量。化驗人員首先秤取一定重量的樣本，然後定量添加 15 種 2,3,7,8-位氯取代的多氯二苯並對二噁英 / 多氯二苯並呋喃和 12 種二噁英樣多氯聯苯同系物的穩定同位素

碳-13 標記類似物，其後以有機溶劑進行萃取，再利用不同的淨化柱淨化樣本萃取物。樣本萃取物經淨化後，以碳柱把多氯二苯並對二噁英 / 多氯二苯並呋喃和二噁英樣多氯聯苯分離，然後濃縮至接近乾燥狀態，再加入 1,2,3,4-四氯二苯並對二噁英和 1,2,3,7,8,9-六氯二苯並對二噁英的碳-13 同位素回收率標樣物，進行氣相色譜分析，以檢測二噁英的含量。在檢測二噁英樣多氯聯苯的含量時，則加入多氯聯苯同系物 70、111、138 和 170 的碳-13 同位素回收率標樣物。

31. 待測物以高分辨氣相色譜儀分離，然後利用高分辨質譜聯用儀以分辨率相等於或大於 10 000 的選擇離子偵察法(SIR)檢測。把待測物的保留時間和兩個準確質量電荷比的離子豐量比率與相應的同位素標記標樣物的保留時間和兩個準確質量電荷比的理論離子豐量比率作比較，進行定性分析。這項研究以內標物技術檢測 1,2,3,7,8,9-六氯二苯並對二噁英和八氯二苯並呋喃的含量。至於其他多氯二苯並對二噁英 / 多氯二苯並呋喃和二噁英樣多氯聯苯同系物的含量，則以同位素稀釋技術測定。29 種二噁英和二噁英樣多氯聯苯同系物的檢測限和定量限載於表 1。

表 1：29 種二噁英和二噁英樣多氯聯苯同系物的檢測限(皮克 / 克)和定量限(皮克 / 克)

化合物	檢測限 (皮克 / 克)	定量限 (皮克 / 克)	化合物	檢測限 (皮克 / 克)	定量限 (皮克 / 克)
<u>多氯二苯並對二噁英</u>			<u>非鄰位取代多氯聯苯</u>		
2,3,7,8-四氯二苯並對二噁英	0.003	0.01	多氯聯苯 77	0.001	0.01
1,2,3,7,8-五氯二苯並對二噁英	0.006	0.02	多氯聯苯 81	0.001	0.01
1,2,3,4,7,8-六氯二苯並對二噁英	0.005	0.02	多氯聯苯 126	0.002	0.02
1,2,3,6,7,8-六氯二苯並對二噁英	0.006	0.02	多氯聯苯 169	0.001	0.01
1,2,3,7,8,9-六氯二苯並對二噁英	0.005	0.02			
1,2,3,4,6,7,8-七氯二苯並對二噁英	0.008	0.03	<u>單鄰位取代多氯聯苯</u>		
八氯二苯並對二噁英	0.009	0.04	多氯聯苯 105	0.002	0.02
<u>多氯二苯並呋喃</u>			多氯聯苯 114	0.002	0.02
2,3,7,8-四氯二苯並呋喃	0.003	0.01	多氯聯苯 118	0.002	0.02
1,2,3,7,8-五氯二苯並呋喃	0.003	0.01	多氯聯苯 123	0.002	0.02
2,3,4,7,8-五氯二苯並呋喃	0.004	0.01	多氯聯苯 156	0.001	0.01
1,2,3,4,7,8-六氯二苯並呋喃	0.003	0.01	多氯聯苯 157	0.001	0.01
1,2,3,6,7,8-六氯二苯並呋喃	0.003	0.01	多氯聯苯 167	0.001	0.01
1,2,3,7,8,9-六氯二苯並呋喃	0.004	0.02	多氯聯苯 189	0.001	0.01
2,3,4,6,7,8-六氯二苯並呋喃	0.004	0.01			
1,2,3,4,6,7,8-七氯二苯並呋喃	0.004	0.01			
1,2,3,4,7,8,9-七氯二苯並呋喃	0.006	0.02			
八氯二苯並呋喃	0.014	0.05			

## 結果及討論

### 總膳食研究所涵蓋食物的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量

32. 二噁英和二噁英樣多氯聯苯的化驗分析，只檢測了總膳食研究的其中兩次抽樣工作所得合共 142 個混合樣本。各個食物組別的檢測結果載於表 2，71 種食物的檢測結果則載於附錄 2。全部 142 個混合樣本均驗出含有至少一種二噁英和二噁英樣多氯聯苯的同系物，當中約三分之二 (66%) 的二噁英和二噁英樣多氯聯苯的同系物含量在檢測限之上。至於檢測不到的分析結果，則按照世衛就如何評估食物中低含量污染物提出的建議<sup>18</sup>處理，所有檢測不到的結果全部設定為檢測限的一半，以計算二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量和估計膳食攝入量。此外，各樣本的毒性當量均按照 2005 年世衛所定的毒性當量因子數值計算。

33. 在所有食物組別中，“魚類和海產及其製品”的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量最高(平均含量為每克 0.440 皮克毒性當量)，其次是“蛋及蛋類製品”(平均含量為每克 0.137 皮克毒性當量)、“油脂類”(平均含量為每克 0.094 皮克毒性當量)和“肉類、家禽和野味及其製品”(平均含量為每克 0.091 皮克毒性當量)。

表 2：香港首個總膳食研究所涵蓋食物組別的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量(皮克毒性當量 / 克)

食物組別	混合樣本 數目	低於檢測限 的檢測結果 所佔百分比 (%)	平均值(皮克毒性當量 / 克) [範圍] #
穀物及穀物製品	24	45	0.021 [0.007 – 0.085]
肉類、家禽和野味及其製品	24	23	0.091 [0.012 – 0.257]
蛋及蛋類製品	6	16	0.137 [0.020 – 0.302]
魚類和海產及其製品	38	20	0.440 [0.009 – 1.270]
乳類製品	10	57	0.021 [0.007 – 0.072]
油脂類	4	33	0.094 [0.011 – 0.282]
不含酒精飲品	6	58	0.011 [0.007 – 0.015]
混合食品	22	40	0.018 [0.007 – 0.039]
其他	8	53	0.013 [0.008 – 0.030]
總數	142	34	

註：

# 由於少於 60% 的分析結果低於檢測限，所有低於檢測限的結果全部設定為檢測限的一半，以便計算含量。

34. “魚類和海產及其製品”的二噁英和二噁英樣多氯聯苯平均含量介乎每克 0.012 至 1.056 皮克毒性當量，當中桂花魚的含量最高(平均含量為每克 1.056 皮克毒性當量)，其次是蠔(平均含量為每克 0.926 皮克毒性當量)和鯧魚(鱸魚)(平均含量為每克 0.885 皮克毒性當量)。在全部經檢測的 71 種食物中，以這三種食物的含量最高。然而，這項研究的結果未能確定究竟是淡水魚還是鹹水魚的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量較高。

35. 這項研究比較含量最高的四個食物組別中，其二噁英和二噁英樣多氯聯苯分別佔總含量的比例，有關的結果載於表 3。在“魚類和海產及其製品”(58.9%)和“油脂類”(69.3%)兩個食物組別，二噁英樣多氯聯苯所佔的比例較高。至於另外兩個食物組別，即“蛋及蛋類製品”(71.0%)和“肉類、家禽和野味及其製品”(62.3%)，則二噁英所佔比例較高。研究結果顯示，儘管食物的二噁英和二噁英樣多氯聯苯佔總含量的比例不一，但市民均會從膳食攝入這兩種物質。

**表 3：香港首個總膳食研究檢測到含量最高的四個食物組別中二噁英和二噁英樣多氯聯苯分別佔總含量的比例**

食物組別	平均值(皮克毒性當量 / 克)#			百分比(%) †	
	總計*	二噁英	二噁英樣多氯聯苯	二噁英	二噁英樣多氯聯苯
魚類和海產及其製品	0.440	0.181	0.259	41.1	58.9
蛋及蛋類製品	0.137	0.097	0.040	71.0	29.0
油脂類	0.094	0.029	0.065	30.7	69.3
肉類、家禽和野味及其製品	0.091	0.057	0.034	62.3	37.7

註：

# 由於少於 60% 的分析結果低於檢測限，所有低於檢測限的結果全部設定為檢測限的一半，以便計算含量。

\* 總計指二噁英和二噁英樣多氯聯苯兩種物質的總和。

† 百分比指二噁英或二噁英樣多氯聯苯佔二噁英和二噁英樣多氯聯苯總含量的百分比。

## 從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的情況

36. 攝入量一般的市民每月從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量為每公斤體重 21.92 皮克毒性當量，攝入量高的市民則為 59.65 皮克毒性當量(表 4)，分別佔暫定每月可容忍攝入量的 31.3% 和 85.2%。此外，3.1% 市民的攝入量估計超過暫定每月可容忍攝入量。

**表 4：攝入量一般和攝入量高的市民每月從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量(皮克毒性當量 / 公斤體重)與暫定每月可容忍攝入量的比較**

暫定每月可容忍攝入量 (皮克毒性當量 / 每公斤體重)	每月的膳食攝入量 (皮克毒性當量 / 每公斤體重)	
	攝入量一般的市民	攝入量高的市民
70	21.92 (暫定每月可容忍 攝入量的 31.3%)	59.65 (暫定每月可容忍 攝入量的 85.2%)

37. 不同性別的攝入量比較結果顯示，女性從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量(攝入量一般的女性為每月每公斤體重 21.97 皮克毒性當量)明顯高於男性(攝入量一般的男性為每月每公斤體重 21.86 皮克毒性當量)(根據 t-檢驗， $p$  值小於 0.001)。

38. 就不同年齡及性別人口組別而言，攝入量一般的市民每月的膳食攝入量介乎每公斤體重 17.81 皮克毒性當量(20 至 29 歲男性)至 26.25 皮克毒性當量(60 至 69 歲男性)，攝入量高的市民則介乎每公斤體重 45.91 皮克毒性當量(20 至 29 歲男性)至 73.49 皮克毒性當量(60 至 69 歲男性)(見圖 1)。附錄 3 按年齡及性別列出不同人口組別的膳食攝入量。



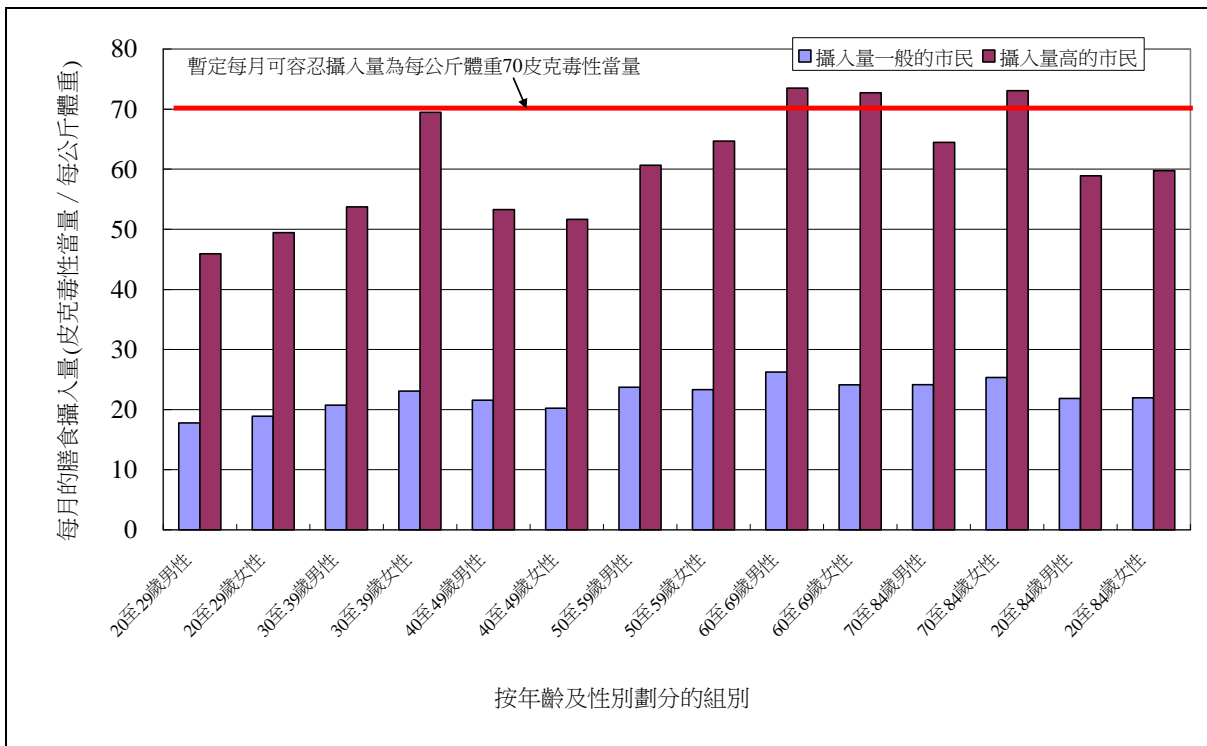


圖 1：香港首個總膳食研究按不同年齡及性別組別列出攝入量一般和攝入量高的市民從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量

39. 在各個按年齡及性別劃分的人口組別中，攝入量一般的市民的估計膳食攝入量全部低於暫定每月可容忍攝入量(其中最高組別的攝入量為暫定每月可容忍攝入量的 37.5%)。至於攝入量高的市民，則有三個組別，即 60 至 69 歲的男性(每月每公斤體重 73.49 皮克毒性當量)、60 至 69 歲的女性(每月每公斤體重 72.71 皮克毒性當量)和 70 至 84 歲的女性(每月每公斤體重 73.09 皮克毒性當量)，攝入量稍微高於暫定每月可容忍攝入量(分別為暫定每月可容忍攝入量的 105.0%、103.9% 和 104.4%)。此外，年齡介乎 30 至 39 歲正值生育年齡女性的組別，攝入量高的人估計每月膳食攝入量為每公斤體重 69.48 皮克毒性當量，亦接近暫定每月可容忍攝入量(暫定每月可容忍攝入量的 99.3%)。

40. 因此，一般市民的健康受到二噁英和二噁英樣多氯聯苯嚴重不良影響的機會不大。雖然研究發現一些人口組別中攝入量高的市民的攝入量接近或稍微高於暫定每月可容忍攝入量，但暫定每月可容忍攝入量着眼於終生攝入量，只要平均攝入量並非長期超過這個數值，即使攝入量高於暫定每月可容忍攝入量，也不一定表示健康會受損。

## 主要食物來源

41. 一般市民從總膳食研究涵蓋的食物組別攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量載於表 5；市民從不同食物組別攝入這兩種物質的分量佔總膳食攝入量的百分比載於圖 2。

**表 5：一般市民每月從總膳食研究涵蓋的食物組別攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量(皮克毒性當量 / 每公斤體重)**

總膳食研究涵蓋的食物組別	每月的膳食攝入量 (皮克毒性當量 / 每公斤體重) #	佔總攝入量的 百分比(%)
穀物及穀物製品	1.08	4.9
肉類、家禽和野味及其製品	4.39	20.0
蛋及蛋類製品	0.30	1.4
魚類和海產及其製品	13.58	61.9
乳類製品	0.28	1.3
油脂類	0.16	0.7
不含酒精飲品	0.58	2.7
混合食品	1.52	7.0
其他	0.03	0.1
總數	21.92 †	100.0 †

註：

# 由於少於 60% 的分析結果低於檢測限，所有低於檢測限的結果全部設定為檢測限的一半，以便計算估計膳食攝入量。

† 由於四捨五入關係，各項目數字相加未必等於總數。

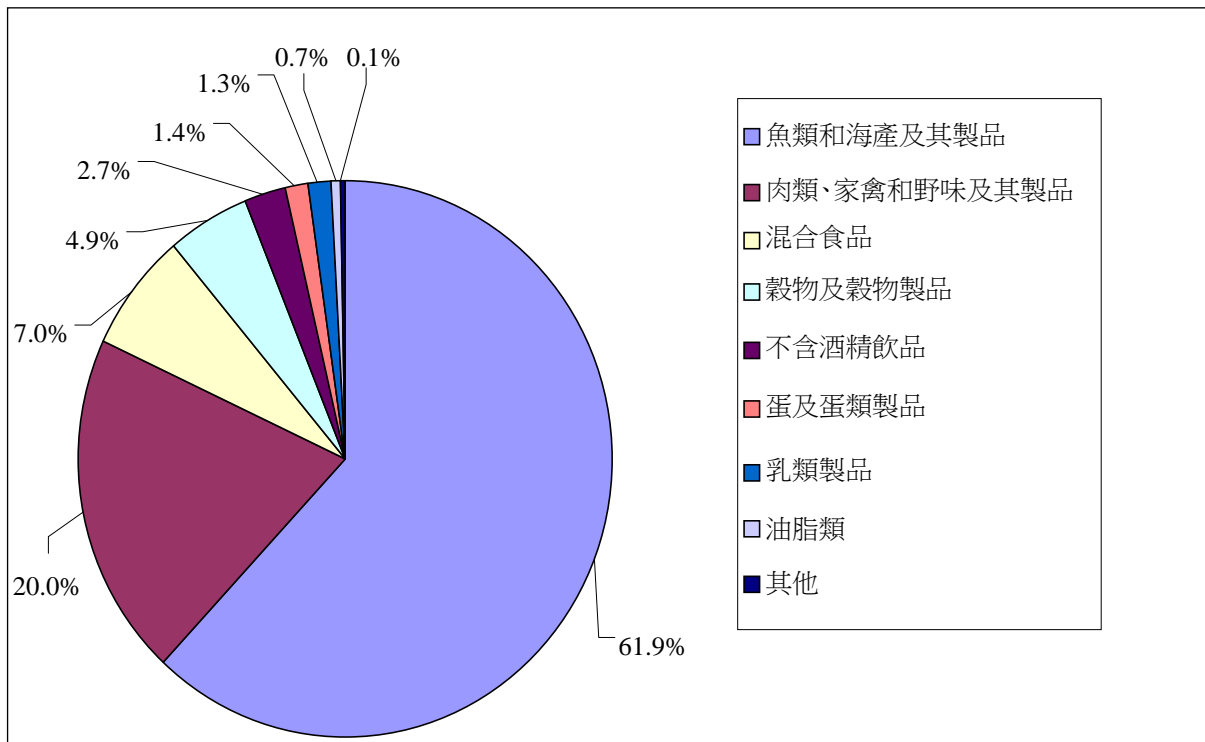


圖 2：市民從不同食物組別攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量佔總膳食攝入量的百分比

42. 研究結果顯示，“魚類和海產及其製品”是市民從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的主要來源，佔總攝入量的 61.9%，其次是“肉類、家禽和野味及其製品”和“混合食品”，分別佔總攝入量的 20.0% 和 7.0%。市民從膳食攝入的二噁英和二噁英樣多氯聯苯主要來自水產和肉類，這點與其他地方的膳食攝入量研究結果相若。有報告指出，在西方膳食中，奶類製品是人體攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的主要來源之一，但這項研究顯示，市民從奶類製品攝入這兩種物質的分量只佔總攝入量的 1.3%，原因可能是食用奶類製品的模式不同。

43. 在“魚類和海產及其製品”這個食物組別中，“魚類及其製品”是二噁英和二噁英樣多氯聯苯的最主要來源，佔總攝入量的 55.6%，或佔“魚類和海產及其製品”整個食物組別攝入量的 89.8%。從魚類攝入的二噁英和二噁英樣多氯聯苯，約有一半(即總攝入量的 25%)來自以下四種魚：鮫魚(佔總攝入量的 8.1%)、紅衫(6.2%)、鯧魚(鮪魚) (6.0%)和桂花魚(4.7%)。研究亦發現，桂花魚和鯧魚(鮪魚)的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量最高，而兩者合計約佔總攝入量的 10%。

44. 在“肉類、家禽和野味及其製品”這個食物組別中，雞肉和牛肉製品分別佔總攝入量的 6.9% 和 6.4%，或分別佔整個食物組別攝入量的 34.4% 和 32.2%。

## 與本港上次研究結果和其他地方研究結果比較

45. 由於今次研究採用的檢測限較低，所以有較多樣本驗出含有二噁英和二噁英樣多氯聯苯同系物。雖然 2002 年本港上次進行研究時採用的檢測限較高，預期二噁英含量會較高，但今次研究檢出魚類和海產製品的二噁英含量(含量平均數為每克 0.181 皮克毒性當量(多氯二苯並對二噁英 / 多氯二苯並呔喃))高出上次研究結果(含量中位數為每克 0.099 皮克毒性當量(多氯二苯並對二噁英 / 多氯二苯並呔喃))近一倍，因此，我們可能需要考慮繼續監察有關情況。

46. 即使今次研究同時檢測二噁英和二噁英樣多氯聯苯，攝入量一般和攝入量高的市民從膳食攝入這兩種物質的估計分量，仍低於 2002 年本港上次單就二噁英進行研究所得的數字(攝入量一般的中學生每月的膳食攝入量估計為每公斤體重 25.5 皮克毒性當量(多氯二苯並對二噁英 / 多氯二苯並呔喃)，攝入量高的中學生則為 62.1 皮克毒性當量(多氯二苯並對二噁英 / 多氯二苯並呔喃))。

47. 香港首個總膳食研究所得本港市民從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量與其他地區的比較載於表 6。從比較數字可見，這項研究得出的估計膳食攝入量在其他地區的攝入量之間。

48. 不過，由於各項研究進行的時間不同，採用的研究方法、食物消費量數據收集方法和污染物分析方法各異，在處理低於檢測限分析結果方面的做法不一，以及採用的毒性當量因子方案不同，在直接比較數據時，必須小心審慎。

表 6：二噁英和二噁英樣多氯聯苯膳食攝入量的比較

國家 / 地區	每月的膳食攝入量(皮克毒性當量 / 每公斤體重)	
	攝入量一般的人	攝入量高的人
美國 <sup>19</sup> (2001 年至 2004 年 總膳食研究)	18.2 <sup>a b c</sup>	
澳洲 <sup>20</sup> (2004 年)	15.6(兩歲及以上) <sup>a d</sup>	40.6(兩歲及以上) (第 95 百分位) <sup>a d</sup>
香港*	21.92 <sup>c</sup>	59.65 (第 95 百分位) <sup>c</sup>
日本 <sup>21</sup> (2009 年)	25.2 <sup>e</sup>	
英國 <sup>22</sup> (2001 年總膳食研究)	27 (成年人) <sup>a d</sup>	51 (成年人) (第 97.5 百分位) <sup>a d</sup>
中國內地 <sup>23</sup> (2000 年總膳食研究)	4.5 至 28.8 (成年男性) <sup>a d</sup>	
荷蘭 <sup>20</sup> (2001 年)	39 <sup>e</sup>	
芬蘭 <sup>24</sup> (1991 年至 1999 年)	55.5 (成年人) <sup>a d</sup>	
瑞典 <sup>24</sup> (1999 年)	56.1 <sup>a d</sup>	

a 1998 年世衛訂定的毒性當量因子數值。

b 只計算多氯二苯並對二噁英 / 多氯二苯並呔喃。

c 中位數值 — 假設低於檢測限的結果為檢測限的一半來計算。

d 上限值 — 假設低於檢測限的結果為檢測限來計算。

e 下限值 — 假設低於檢測限的結果為 0 來計算。

\* 今次研究的數據。

## 研究的局限

49. 礙於化驗室資源有限，這項研究分析的樣本數目不多，而且只選出可能含有二噁英的食物(主要是動物源性食物及其製品)進行測試，這樣可能低估了二噁英的攝入量。至於研究的其他局限，載於有關研究方法的報告內。<sup>17</sup>

## 結論及建議

50. 攝入量一般的市民每月從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量為每公斤體重 21.92 皮克毒性當量，攝入量高的市民則為 59.65 皮克毒性當量，分別佔暫定每月可容忍攝入量的 31.3% 和 85.2%，因此一般市民的健康受到二噁英和二噁英樣多氯聯苯嚴重不良影響的機會不大。不過，二噁英和二噁英樣多氯聯苯會致癌，各界應致力減少市民從膳食攝入這兩種物質的分量。

51. 動物源性食物，特別是魚類、肉類和家禽，是市民攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的最主要來源。

52. 我們應採取源頭控制措施，預防和減少人體的攝入量。國際社會應致力減少二噁英的排放和對食物造成的污染，這一點對減少人體從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯十分重要。2006 年，食品法典委員會發出《預防和減少食物和飼料受二噁英和二噁英樣多氯聯苯污染的實務守則》(Code of Practice for the Prevention and Reduction of Dioxin and Dioxin-like PCB Contamination in Foods and Feeds)，為國家機構、農民，以及飼料和食品製造商提供有關預防措施的指引。<sup>6</sup>

53. 市民應去掉肉類的脂肪和食用低脂奶類製品，並應保持均衡及多元化的飲食，包括進食多種蔬果，避免因偏食某幾類食物而攝入過量的二噁英和二噁英樣多氯聯苯。魚類含有如奧米加-3 脂肪酸、優質蛋白質等多種人體所需的營養素，市民宜適量進食多種魚類。

54. 中心會繼續監察食物的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量，以及市民從膳食攝入這兩種物質的情況。

## 參考文件

- 1 United Nations Environment Programme. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs). Geneva, Secretariat of the Stockholm Convention. [cited at 18 July 2011] Available from URL: <http://chm.pops.int/>
- 2 World Health Organization (WHO). Safety Evaluation on Certain Food Additives and Contaminants: Polychlorinated dibenzodioxins, polychlorinated dibenzofurans, and coplanar polychlorinated biphenyls; WHO Food Additives Series: 48. Geneva: WHO; 2002. Available from URL: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v48je20.htm>
- 3 European Food Safety Authority (EFSA). Results of the monitoring of dioxin levels in food and feed. EFSA Journal 2010; 8(3): 1385. Available from URL: <http://www.efsa.europa.eu/fr/efsajournal/doc/1385.pdf>
- 4 Van den Berg M, Birnbaum LS, Denison M, De Vito M, Farland W, Feeley M, et al. The 2005 World Health Organization Reevaluation of Human and Mammalian Toxic Equivalency Factors for Dioxins and Dioxin-like Compounds. Toxicological Sciences 2006; 93(2): 223-41
- 5 WHO. Exposure to dioxins and dioxin-like substances: A major public health concern. WHO 2010. Available from URL: <http://www.who.int/entity/ipcs/features/dioxins.pdf>
- 6 FAO/WHO. Codex Code of Practice for the Prevention and Reduction of Dioxin and Dioxin-like PCB Contamination in Foods and Feeds (CAC/RCP 62-2006). Available from URL: [http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10693/CXP\\_062e.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10693/CXP_062e.pdf)
- 7 United Nations Environment Programme. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs): About the Convention. [cited at 30 Nov 2011] Available from URL: <http://chm.pops.int/Convention/tabid/54/Default.aspx>
- 8 European Commission (EC). Fact Sheet on Dioxin in Feed and Food. Brussels, July 2001. Available from URL: [http://ec.europa.eu/dgs/health\\_consumer/library/press/press170\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/library/press/press170_en.pdf)
- 9 International Agency for Research on Cancer (IARC). Summaries & Evaluations: Polychlorinated biphenyls (Group 2A). IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Supplement 7, 1987, p. 322. Available from URL: <http://www.inchem.org/documents/iarc/suppl7/polychlorinatedbiphenyls.html>

- 10 IARC. Summaries & evaluations: Polychlorinated dibenzo-para-dioxins. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 69, 1997, p.33. Available from URL: <http://www.inchem.org/documents/iarc/vol69/dioxin.html>
- 11 WHO IARC Monograph Working Group. Special Report: Policy – A review of human carcinogens – Part F: Chemical agents and related occupations. The Lancet Oncology 2009; 10(12): 1143-4
- 12 WHO. Biomonitoring of Human Milk. [cited at 7 Nov 2011] Available from URL: <http://www.who.int/foodsafety/chem/POPtechnicalnote.pdf>
- 13 環境保護署。《關於持久性有機污染物的斯德哥爾摩公約》「香港特別行政區實施計劃」。香港：環境保護署；2006年。網址：  
[http://www.epd.gov.hk/epd/tc\\_chi/international\\_conventions/pops/files/HKSARIP\\_Ch.pdf](http://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/international_conventions/pops/files/HKSARIP_Ch.pdf)
- 14 Department of Health (DH). Research Study Persistent Organic Pollutants in Human Milk. Hong Kong: DH [unpublished provisional data]
- 15 Food and Environmental Hygiene Department (FEHD). Dietary Exposure to Dioxins of Secondary School Students. Hong Kong: FEHD; 2002. Available from URL: [http://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme\\_rafs/files/DietaryExposureFull.pdf](http://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_rafs/files/DietaryExposureFull.pdf)
- 16 FEHD. Hong Kong Population-Based Food Consumption Survey 2005-2007 Final Report. Hong Kong: FEHD; 2010. Available from URL: [http://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme\\_firm/files/FCS\\_final\\_report.pdf](http://www.cfs.gov.hk/english/programme/programme_firm/files/FCS_final_report.pdf)
- 17 食物環境衛生署。《香港首個總膳食研究：研究方法》。香港：食物環境衛生署；2011年。網址：  
[http://www.cfs.gov.hk/tc\\_chi/programme/programme\\_firm/files/1st\\_HKTDS\\_Report\\_c.pdf](http://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_firm/files/1st_HKTDS_Report_c.pdf)
- 18 WHO. GEMS/Food-EURO Second Workshop on Reliable Evaluation of Low-level Contamination of Food – Report of a Workshop in the Frame of GEMS/Food-EURO. WHO; May 1995. Available from URL: [http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/en/lowlevel\\_may1995.pdf](http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/en/lowlevel_may1995.pdf)
- 19 U.S. Food and Drug Administration (FDA). PCDD/PCDF Exposure Estimates from TDS Samples Collected in 2001 – 2004. [cited 11 July 2011] Available from URL: <http://www.fda.gov/Food/FoodSafety/FoodContaminantsAdulteration/ChemicalContaminants/DioxinsPCBs/ucm077498.htm>



- <sup>20</sup> Food Standards Australia New Zealand (FSANZ). Dioxins in Food Dietary Exposure Assessment and Risk Characterisation. Technical Report Series No. 27. Australia: FSANZ; May 2004. Available from URL:  
<http://www.foodstandards.gov.au/srcfiles/FINAL%20DEA-RC%20Report%20Dioxin%2024May04final.pdf>
- <sup>21</sup> Ministry of Health, Labour and Welfare (MHLW). The Findings of Survey on Daily Dietary Exposure to Dioxin in 2009. [Article in Japanese] Oct 2010, MHLW: Japan. [cited 21 Nov 2011] Available from URL:  
<http://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/dioxin/sessyu09/index.html>
- <sup>22</sup> Food Standard Agency (FSA) of the UK. Dioxins and Dioxin-like PCBs in the UK Diet: 2001 Total Diet Study Samples. Food Survey Information Sheets 38/03; July 2003. Available from URL:  
[http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/fsis38\\_2003.pdf](http://www.food.gov.uk/multimedia/pdfs/fsis38_2003.pdf)
- <sup>23</sup> Li J, Wu Y, Zhang L and Zhao Yun. Dietary Intake of Polychlorinated Dioxins, Furans and Dioxin-like Polychlorinated Biphenyls from Foods of Animal Origin in China. Food Additives and Contaminants 2007; 24(2): 186 – 93
- <sup>24</sup> EC. Reports on Tasks for Scientific Cooperation: Assessment of Dietary Intake of Dioxins and Related PCBs by the population of EU Member States. Belgium: EC; June 2000. Available from URL:  
[http://ec.europa.eu/dgs/health\\_consumer/library/pub/pub08\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/dgs/health_consumer/library/pub/pub08_en.pdf)

## 附錄 1

世界衛生組織在 1998 年和 2005 年訂定的二噁英和二噁英樣多氯聯苯毒性當量因子方案一覽表

化合物	1998 年訂定的 毒性當量因子 數值	2005 年訂定的 毒性當量因子 數值	
<u>多氯二苯並 對二噁英</u>	2,3,7,8-四氯二苯並對二噁英	1	1
	1,2,3,7,8-五氯二苯並對二噁英	1	1
	1,2,3,4,7,8-六氯二苯並對二噁英	0.1	0.1
	1,2,3,6,7,8-六氯二苯並對二噁英	0.1	0.1
	1,2,3,7,8,9-六氯二苯並對二噁英	0.1	0.1
	1,2,3,4,6,7,8-七氯二苯並對二噁英	0.01	0.01
	八氯二苯並對二噁英	0.0001	<b>0.0003</b>
<u>多氯二苯並 呋喃</u>	2,3,7,8-四氯二苯並呋喃	0.1	0.1
	1,2,3,7,8-五氯二苯並呋喃	0.05	<b>0.03</b>
	2,3,4,7,8-五氯二苯並呋喃	0.5	<b>0.3</b>
	1,2,3,4,7,8-六氯二苯並呋喃	0.1	0.1
	1,2,3,6,7,8-六氯二苯並呋喃	0.1	0.1
	1,2,3,7,8,9-六氯二苯並呋喃	0.1	0.1
	2,3,4,6,7,8-六氯二苯並呋喃	0.1	0.1
	1,2,3,4,6,7,8-七氯二苯並呋喃	0.01	0.01
	1,2,3,4,7,8,9-七氯二苯並呋喃	0.01	0.01
八氯二苯並呋喃	0.0001	<b>0.0003</b>	
<u>非鄰位取代 的多氯聯苯</u>	多氯聯苯 77	0.0001	0.0001
	多氯聯苯 81	0.0001	<b>0.0003</b>
	多氯聯苯 126	0.1	0.1
	多氯聯苯 169	0.01	<b>0.03</b>
<u>單鄰位取代 的多氯聯苯</u>	多氯聯苯 105	0.0001	<b>0.00003</b>
	多氯聯苯 114	0.0005	<b>0.00003</b>
	多氯聯苯 118	0.0001	<b>0.00003</b>
	多氯聯苯 123	0.0001	<b>0.00003</b>
	多氯聯苯 156	0.0005	<b>0.00003</b>
	多氯聯苯 157	0.0005	<b>0.00003</b>
	多氯聯苯 167	0.00001	<b>0.00003</b>
	多氯聯苯 189	0.0001	<b>0.00003</b>

經修訂的毒性當量因子數值以粗體標示。

## 附錄 2

## 香港首個總膳食研究所涵蓋食物的二噁英和二噁英樣多氯聯苯含量(皮克毒性當量 / 克)

總膳食研究涵蓋的食物	混合樣本 數目	低於檢測限的 檢測結果所佔 百分比(%)	平均值(皮克毒性當量 / 克) [範圍] (檢測不到=檢測限的一半)	
<b>穀物及穀物製品：</b>	<b>24</b>	<b>45</b>	<b>0.021</b>	<b>[0.007 – 0.085]</b>
麵條(中式或日式)			0.013	[0.007 – 0.018]
麵條(西式)			0.021	[0.007 – 0.034]
即食麵			0.015	[0.007 – 0.022]
麵包(無餡)			0.009	[0.007 – 0.010]
提子包			0.012	[0.011 – 0.014]
菠蘿包			0.015	[0.009 – 0.021]
腸仔 / 火腿 / 午餐肉包			0.022	[0.020 – 0.023]
餅乾			0.010	[0.010 – 0.011]
蛋糕 / 西餅			0.023	[0.013 – 0.033]
餡餅			0.026	[0.022 – 0.030]
中式餅點			0.079	[0.072 – 0.085]
油炸麵團食品			0.010	[0.008 – 0.012]
<b>肉類、家禽和野味及其製品：</b>	<b>24</b>	<b>23</b>	<b>0.091</b>	<b>[0.012 – 0.257]</b>
牛肉			0.206	[0.155 – 0.257]
羊肉			0.064	[0.047 – 0.080]
豬肉			0.025	[0.019 – 0.030]
火腿			0.024	[0.012 – 0.037]
午餐肉			0.102	[0.048 – 0.157]
叉燒			0.055	[0.039 – 0.072]
燒肉			0.032	[0.024 – 0.040]
豬鬃 / 豬肝			0.193	[0.147 – 0.239]
雞肉			0.087	[0.087 – 0.088]
豉油雞			0.117	[0.089 – 0.146]
燒鴨 / 燒鵝			0.147	[0.119 – 0.175]
肉腸			0.038	[0.026 – 0.049]

總膳食研究涵蓋的食物	混合樣本 數目	低於檢測限的 檢測結果所佔 百分比(%)	平均值(皮克毒性當量 / 克) [範圍] (檢測不到=檢測限的一半)	
<b>蛋及蛋類製品：</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>0.137</b>	<b>[0.020 – 0.302]</b>
雞蛋			0.029	[0.020 – 0.037]
皮蛋			0.152	[0.137 – 0.168]
鹹蛋			0.230	[0.159 – 0.302]
<b>魚類和海產及其製品：</b>	<b>38</b>	<b>20</b>	<b>0.440</b>	<b>[0.009 – 1.270]</b>
大頭魚			0.690	[0.662 – 0.719]
桂花魚			1.056	[0.842 – 1.270]
鯪魚			0.550	[0.462 – 0.638]
紅衫			0.390	[0.329 – 0.452]
海斑			0.230	[0.186 – 0.275]
馬頭			0.352	[0.296 – 0.408]
鯧魚(鱸魚)			0.885	[0.789 – 0.982]
龍脷 / 撻沙			0.012	[0.009 – 0.014]
吞拿魚 / 金槍魚			0.044	[0.026 – 0.062]
烏頭			0.520	[0.451 – 0.589]
三文魚			0.783	[0.741 – 0.825]
黃花魚			0.406	[0.372 – 0.440]
絞鯪魚肉			0.381	[0.297 – 0.466]
魚蛋 / 魚片			0.035	[0.021 – 0.049]
蝦			0.077	[0.050 – 0.103]
蟹			0.824	[0.585 – 1.063]
蠔			0.926	[0.871 – 0.980]
扇貝 / 帶子			0.029	[0.029 – 0.029]
魷魚			0.169	[0.122 – 0.216]
<b>乳類製品：</b>	<b>10</b>	<b>57</b>	<b>0.021</b>	<b>[0.007 – 0.072]</b>
全脂奶			0.009	[0.007 – 0.012]
脫脂奶			0.007	[0.007 – 0.008]
芝士			0.049	[0.026 – 0.072]
乳酪			0.008	[0.008 – 0.008]
雪糕			0.031	[0.010 – 0.051]
<b>油脂類：</b>	<b>4</b>	<b>33</b>	<b>0.094</b>	<b>[0.011 – 0.282]</b>
牛油			0.171	[0.059 – 0.282]
植物油			0.017	[0.011 – 0.023]

總膳食研究涵蓋的食物	混合樣本 數目	低於檢測限的 檢測結果所佔 百分比(%)	平均值(皮克毒性當量 / 克) [範圍] (檢測不到=檢測限的一半)	
<b>不含酒精飲品：</b>	<b>6</b>	<b>58</b>	<b>0.011</b>	<b>[0.007 – 0.015]</b>
奶茶			0.011	[0.009 – 0.012]
咖啡			0.011	[0.007 – 0.015]
麥芽飲品			0.012	[0.009 – 0.015]
<b>混合食品：</b>	<b>22</b>	<b>40</b>	<b>0.018</b>	<b>[0.007 – 0.039]</b>
燒賣			0.024	[0.021 – 0.027]
蒸餃子			0.022	[0.013 – 0.031]
煎餃子			0.020	[0.016 – 0.024]
雲吞 / 水餃			0.027	[0.023 – 0.031]
叉燒包			0.014	[0.012 – 0.015]
蘿蔔糕			0.016	[0.013 – 0.018]
牛肉球			0.024	[0.020 – 0.028]
糉			0.030	[0.021 – 0.039]
腸粉(有餡)			0.009	[0.009 – 0.009]
中式湯水			0.007	[0.007 – 0.007]
漢堡包			0.011	[0.008 – 0.014]
<b>其他：</b>	<b>8</b>	<b>53</b>	<b>0.013</b>	<b>[0.008 – 0.030]</b>
炸薯			0.008	[0.008 – 0.008]
薯片			0.012	[0.011 – 0.013]
巧克力			0.021	[0.012 – 0.030]
蠔油			0.013	[0.011 – 0.015]

## 附錄 3

按年齡及性別組別列出攝入量一般和攝入量高的市民從膳食攝入二噁英和二噁英樣多氯聯苯的分量

按年齡及性別劃分的組別	每月的膳食攝入量 <sup>#</sup> (皮克毒性當量 / 每公斤體重)	
	攝入量一般的市民	攝入量高的市民 <sup>@</sup>
20 至 29 歲男性	17.81	45.91
20 至 29 歲女性	18.92	49.44
30 至 39 歲男性	20.74	53.73
30 至 39 歲女性	23.07	69.48
40 至 49 歲男性	21.56	53.26
40 至 49 歲女性	20.24	51.67
50 至 59 歲男性	23.73	60.68
50 至 59 歲女性	23.35	64.67
60 至 69 歲男性	26.25	<b>73.49</b>
60 至 69 歲女性	24.14	<b>72.71</b>
70 至 84 歲男性	24.15	64.47
70 至 84 歲女性	25.35	<b>73.09</b>
20 至 84 歲男性	21.86	58.91
20 至 84 歲女性	21.97	59.73
20 至 84 歲成年人	21.92	59.65

# 由於少於 60% 的分析結果低於檢測限，所有低於檢測限的結果全部設定為檢測限的一半，以便計算估計攝入量。

@ 攝入量高的數值指攝入量在第 95 百分位的數值。