

风险评估研究

第 53 号报告书

化学物危害评估

# 香港成年人从食物摄取 非二恶英样多氯联苯的情况

香港特别行政区政府

食物环境卫生署

食物安全中心

2015 年 6 月

本报告书由香港特别行政区政府食物环境卫生署  
食物安全中心发表。未经食物安全中心书面许可，  
不得翻印、审订或摘录或于其他刊物或研究著作  
转载本报告书的全部或部分研究资料。若转载本  
报告书其他部分的内容，须注明出处。

通讯处：

香港金钟道 66 号

金钟道政府合署 43 楼

食物环境卫生署

食物安全中心

风险评估组

电子邮箱：[enquiries@fehd.gov.hk](mailto:enquiries@fehd.gov.hk)

# 目录

	<u>页数</u>
<b>摘要</b>	1
<b>目的</b>	3
<b>背景</b>	3
多氯联苯的物理和化学性质	5
非二恶英样多氯联苯的来源	6
膳食摄入来源	7
毒性	7
健康参考值	9
规管情况	10
<b>研究方法及化验分析</b>	10
研究方法	10
非二恶英样多氯联苯的化验分析	11
分析值低于检测限的处理方法	12
<b>结果及讨论</b>	12
食物中 6 种指示性非二恶英样多氯联苯的总和	12
指示性多氯联苯同系物的分布情况	14
从膳食摄入 6 种指示性非二恶英样多氯联苯的总和的情况	15
主要膳食来源	17
与其他地方的研究结果比较	19
研究的局限	20
<b>结论及建议</b>	20
<b>参考文件</b>	21
<b>附录</b>	26
附录 1: 各个食物组别及各种食物中 6 种指示性多氯联苯的总和(微克 / 公斤)	26
附录 2: 食物样本检测到的指示性多氯联苯同系物含量(微克 / 公斤)及脂肪含量一览表	29

附录 3:	按年龄及性别组别列出摄入量一般和摄入量高的市民从膳食摄入 6 种指示性非二恶英样多氯联苯的总和(即 $\Sigma_6\text{PCB}$ ; PCB-28、PCB-52、PCB-101、PCB-138、PCB-153 及 PCB-180 的总和)(下限和上限)	31
-------	--	----

## 摘要

这次风险评估研究挑选了一些本港市面有售的食物，并检测这些食物内 6 种指示性非二恶英样多氯联苯的总和，以估算本港成年人从膳食摄入非二恶英样多氯联苯的分量。

2. 多氯联苯(PCBs)包含 209 种同系物，这些同系物的基本结构十分相似，但氯原子的数量和氯化形式则各有不同。多氯联苯不会自然产生，而是 40 多年来因商业化大量生产，及广泛用于多个工业和商业范畴上而留存在环境中。由于多氯联苯可长时间留存在环境中，而且对人类健康造成不良影响，自上世纪七十年代开始，多国已禁止生产和使用多氯联苯。

3. 多氯联苯可按毒理性质划分为两组。第一组多氯联苯包含 12 种同系物，称为二恶英样多氯联苯，其毒理性质与二恶英相近。另一组多氯联苯并无类似二恶英的毒理特性，称为非二恶英样多氯联苯。在食物基质中所检测到的多氯联苯同系物，主要是非二恶英样多氯联苯，因此，人类从膳食摄入的多氯联苯有很大部分是非二恶英样多氯联苯。非二恶英样多氯联苯备受关注，主要原因是这种物质会对内分泌系统、免疫系统，以及发育中的神经系统等身体多个系统产生毒性作用，并可能会致癌。

4. 欧洲食物安全局食物链污染物科学小组于 2005 年作出结论，认为 6 种非二恶英样多氯联苯的总和(即 PCB-28、PCB-52、PCB-101、PCB-138、PCB-153 及 PCB-180 的总和，以  $\Sigma_6$  PCBs 表示)已占食物中全部非二恶英样多氯联苯总量约 50%，因此适宜用以代表所有非二恶英样多氯联苯。根据欧洲法规，这 6 种指示性非二恶英样多氯联苯的总和已用作监察欧洲地区受非二恶英样多氯联苯污染的情况。

5. 目前尚未就非二恶英样多氯联苯制订国际性的健康参考值，原因是有关个别非二恶英样多氯联苯的毒理数据所得不多，而且工业混合物当中所含的二恶英样多氯联苯，亦会令人在诠释非二恶英样多氯联苯的毒理学和流行病学研究结果时出现偏差。不过，欧洲有些国家已为  $\Sigma_6$  PCBs 制订每日每公斤体重 10 纳克的“参考值”。这项研究亦采纳了上述的参考值，用以评估非二恶英样多氯联苯对本港成年人构成的健康风险。

## 结果

6. 这项研究合共检测了 284 个混合样本，以分析 6 种指示性非二恶英样多氯联苯的含量。经分析的 284 个混合样本中，59 个混合样本(21%) 验出含有至少一种指示性多氯联苯同系物，而这 59 个混合样本中，大部分(即 50 个样本)属于“鱼类和海产及其制品”食物组别。此外，在这个食物组别检出的  $\Sigma_6$  PCBs 亦最高(平均含量为每公斤 0.89 微克(下限)至 0.93 微克(上限))。

7. 有关本港成年人从膳食摄入非二恶英样多氯联苯的情况，就摄入量一般的市民而言， $\Sigma_6$  PCBs 的估计膳食摄入量下限和上限，分别是每日每公斤体重 0.68 纳克和 1.38 纳克(即分别是健康参考值的 6.8%和 13.8%)。至于摄入量高的市民，有关总和的估计膳食摄入量下限和上限则分别是每日每公斤体重 3.08 纳克和 3.84 纳克(即分别是健康参考值的 30.8%和 38.4%)。

8. 在这次研究中，“鱼类和海产及其制品”是市民从膳食摄入非二恶英样多氯联苯的主要来源，占总摄入量的 84.3%，其中 4 种鱼类占总摄入量约 50%，包括鲑鱼(熟鲑鱼及鲑鱼刺身：19.9%)、桂花鱼(14.7%)、鲷鱼(鲷鱼)(8.5%)和黄花鱼(7.5%)。

## 结论及建议

9. 就摄入量一般和摄入量高的本港市民而言，他们从膳食摄入  $\Sigma_6$  PCBs 均低于健康参考值，因此，本港市民的健康受到非二恶英样多氯联苯不良影响的机会不大。

10. 我们应采取源头控制措施，预防和减少人体摄入有关物质。国际社会应致力消除多氯联苯，并防止多氯联苯对食物造成污染，这一点对减少人体从膳食摄入多氯联苯十分重要。

11. 根据这项研究结果，纯粹以成年人从膳食摄入 6 种指示性非二恶英样多氯联苯的总和而言，并无充分理据建议市民改变基本的健康饮食习惯。市民应保持均衡和多元化的饮食，包括进食多种蔬果，避免因偏食某几类食物而摄入任何过量的污染物。鱼类含有奥米加-3 脂肪酸、优质蛋白质等多种人体所需的营养素，市民宜适量进食多种鱼类。

## 风险评估研究一

### 香港成年人从食物摄取非二恶英样多氯联苯的情况

---

#### 目的

这次研究的目的是，是从所选取的食物中检测 6 种指示性非二恶英样多氯联苯的总和，以估算本港成年人从膳食摄入非二恶英样多氯联苯的分量，从而评估这些物质对健康带来的风险。

#### 背景

2. “多氯联苯”(PCBs)是一组具有共同联苯分子结构的同族化合物，由两个相连的苯环组成(图 1)，而环上的氢原子会有部分以至全部由氯(Cl)原子取代。多氯联苯的化学程序为  $C_{12}H_{10-n}Cl_n$ ，其中  $n$  的取值范围介乎 1 和 10 之间。以 2,2',3,4,4',5'-六氯联苯(多氯联苯同系物编号 138，简称 PCB-138)为例，其左方苯环的 2 位、3 位和 4 位，以及右方苯环的 2' 位、4' 位和 5' 位，都分别附有一个氯原子(图 2)。理论上，多氯联苯可按两个苯环上氯原子的数目和位置，组合出多达 209 种同系物；然而，目前在商业或工业产品中可鉴别得出的多氯联苯同系物，只有约 130 种<sup>1</sup>。

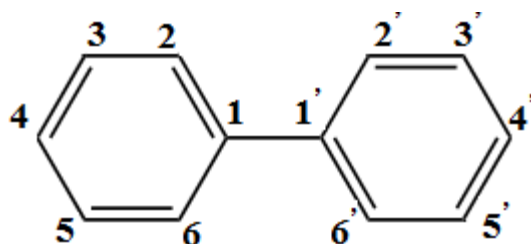


图 1 联苯分子结构

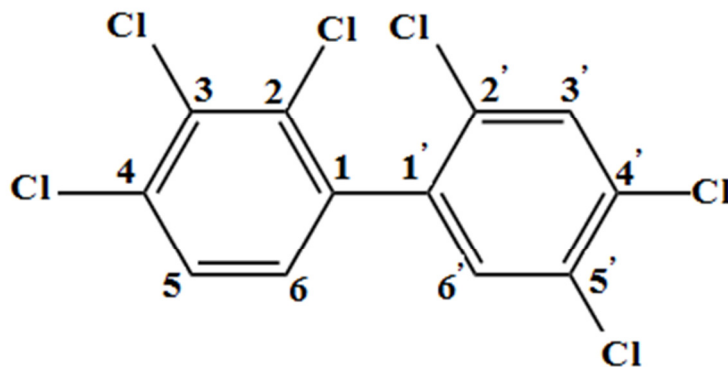


图 2 2,2',3,4,4',5'-六氯联苯(PCB-138)

3. 多氯联苯不会自然产生<sup>1</sup>，而是 40 多年来人类通过把联苯直接氯化而大量制造的商业产物。制造商可按不同的生产工序制成各类复杂的多氯联苯工业混合物<sup>1</sup>。这些工业混合物由不同的制造商生产，并按不同品牌命名(例如 Aroclor、Clophen、Pyralene、Fenclor、Delor 等)，当中各种多氯联苯同系物的数目和成分亦大有分别<sup>2</sup>，而即使是性质类似的混合物，不同生产批次的同系物组合也有显著差异<sup>1</sup>。自 1929 年起，多氯联苯已广泛应用于多种工商业用途，例如用作液压和传热系统、变压器和电容器内的冷却和绝缘液体、油漆中的增塑剂、色素和染料<sup>3</sup>。

4. 由于多氯联苯可长时间留存在环境中，而且对人类健康造成不良影响，自上世纪七十年代开始，多国已禁止生产和使用<sup>1</sup>。然而，根据粗略估计，在 1929 至 1977 年间，全球生产的多氯联苯多达 120 万公吨，其中超过 635 000 吨产自北美地区。前西德生产的多氯联苯数量亦甚为庞大，大概介乎 20 万吨至 30 万吨之间。此外，法国、意大利和西班牙等多个欧洲国家亦有生产多氯联苯<sup>4</sup>。按照《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》规定，缔约各方均须采取措施，以取缔或减少释放到环境中的持久性有机污染物，其中包括多氯联苯<sup>5</sup>。目前人类摄入的多氯联苯，主要来自过去释放到环境中不断循环的多氯联苯<sup>6</sup>。

5. 多氯联苯可按毒理性质划分为两组。第一组多氯联苯包含 12 种同系物，其毒理性质与二恶英相近，因此称为二恶英样多氯联苯(DL-PCBs)<sup>6</sup>。二恶英样多氯联苯可与芳香族碳氢化合物受体(AhR)结合(情况与二恶英类似)，对人体健康造成毒害，包括损害免疫和生殖系统、致癌、对中枢神经系统发育带来负面影响等<sup>1、2</sup>。另一组多氯联苯并无类似二恶英的毒理特性，称为非二恶英样多氯联苯(NDL-PCBs)。非二恶英样多氯联苯不会与芳香族碳氢化合物受体结合，但会与数种其他受体产生相互作用，



偶尔摄入大量非二恶英样多氯联苯，或长期摄入这种物质并在体内积聚，会对神经系统、甲状腺和内分泌系统产生影响<sup>1、2</sup>。在食物基质中所检测到的多氯联苯同系物，主要是非二恶英样多氯联苯，故人类从膳食摄入的多氯联苯有很大部分是非二恶英样多氯联苯<sup>7、8</sup>。非二恶英样多氯联苯的毒性通常较二恶英样多氯联苯同系物为低<sup>9</sup>。

6. 食物安全中心(中心)曾进行香港首个总膳食研究，其中包括估算二恶英和二恶英样多氯联苯的膳食摄入量。根据研究结果，就摄入量一般和摄入量高的市民而言，他们从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的分量，均低于联合国粮农组织/世界卫生组织联合食品添加剂专家委员会于2001年订定的暂定每月可容忍摄入量，而这亦表示一般市民的健康受到二恶英和二恶英样多氯联苯严重不良影响的机会不大。至于本港市民从膳食摄入非二恶英样多氯联苯的情况，尚缺相关数据。

7. 目前，有关食物中非二恶英样多氯联苯总量的资料不多。不过，就监察或执法行动而言，倘若每一次行动均分析食物所含的全部多氯联苯同系物，既不切实可行，亦须耗费大量财政资源。根据目前所知，商业混合物中的部分多氯联苯同系物(例如 PCB-138、PCB-153 和 PCB-180)特别持久<sup>7</sup>，在食物和环境中常有发现。至于商业混合物中的 PCB-52 和 PCB-101，它们在一些受污染的食物中的含量也相当显著，同时亦被用作最近发生多氯联苯污染事件的指标<sup>7</sup>。因此，不少研究均以这几种同系物为多氯联苯的追踪性指标。

8. 欧洲食物安全局食物链污染物科学小组于2005年作出结论，认为6种非二恶英样多氯联苯的总和(即 PCB-28、PCB-52、PCB-101、PCB-138、PCB-153 及 PCB-180 的总和，以  $\Sigma_6\text{PCB}$  表示，所谓“指示性多氯联苯”)，已占食物中全部非二恶英样多氯联苯总量约 50%，因此适宜用以代表所有非二恶英样多氯联苯<sup>2</sup>。根据欧洲法规，这6种指示性非二恶英样多氯联苯已用作监察欧洲联盟(欧盟)区内受非二恶英样多氯联苯污染的情况<sup>10、11、12</sup>。此外，欧盟委员会已颁布食物中  $\Sigma_6\text{PCBs}$  的含量上限<sup>13、14、15</sup>。这次的风险评估研究，是从所选取的食物中分析6种指示性非二恶英样多氯联苯(即 PCB-28、PCB-52、PCB-101、PCB-138、PCB-153 及 PCB-180)的含量，以估算本港成年人从膳食摄入非二恶英样多氯联苯的分量。

### 多氯联苯的物理和化学性质

9. 商业生产的多氯联苯混合物无臭无味，为透明至呈浅黄色的油状液体或固体<sup>1、2</sup>。多氯联苯是极为稳定的化学物，既耐酸耐碱，又不易燃

烧和导热，而且对电的绝缘性能良好，介电常数亦高。由于多氯联苯具有上述多种特质，因此用途广泛，包括用作变压器和电容器内的绝缘液体、传热液体、润滑剂等<sup>1、2</sup>。

10. 多氯联苯不易溶于水，通常氯原子的数量愈高，愈难在水中溶解。相反，所有多氯联苯同系物均可溶于脂肪，其氯原子数量愈高，愈容易在脂肪中溶解<sup>1、2</sup>。有些多氯联苯具挥发性，但氯原子数量较高的同系物相对于数量较低者挥发较慢。非二恶英样多氯联苯因可溶于脂肪，而且亦可长时间留存在环境中，故此往往在食物链中积聚起来，并储存在脂肪组织内<sup>1、2</sup>。

### 非二恶英样多氯联苯的来源

11. 自上世纪七十年代起，大部分国家已禁用多氯联苯。不过，以不当的方法弃置多氯联苯废物、弃置含有多氯联苯的消费品于非专门用作处理有害废物的堆填区，又或以不当的方式管理用于处置多氯联苯的废物场地，均会令多氯联苯释放到环境中。此外，都市和工业废物焚化炉在燃烧废物时，也会释出多氯联苯到环境中。多氯联苯一旦释放到环境中，便会藉着大气传送到全球各处，并在生态系统内循环<sup>1、2、6</sup>。

12. 由于多氯联苯难溶于水，所以饮用水和地表水的多氯联苯含量非常低。不过，从废物处置场地和废物焚化时因不完全燃烧而释放到空气中的多氯联苯，会污染土壤和水中沉积物，加上其降解过程非常缓慢<sup>1、2、3</sup>，以致沿食物链在生物体内积聚，并造成生物放大效应。非二恶英样多氯联苯会在海产、肉类和家禽的脂肪组织积聚，因此动物寿命愈长，其脂肪组织内积聚的非二恶英样多氯联苯亦会愈多。

13. 海外研究显示，各种食物之中，向来是以鱼类受多氯联苯的污染程度最高，其次是乳类制品、肉类和蛋类<sup>16、17、18、19</sup>，而受多氯联苯污染程度最低的则是植物源性食物<sup>10</sup>。欧洲国家录得若干种鱼类(例如欧洲鳗鲡)体内的多氯联苯含量偏高，原因是该等鱼属于脂肪含量较高的肉食性底栖鱼类。然而，观乎各研究结果，有关鱼类的 $\Sigma_6\text{PCBs}$ ，由每公斤 1.55 微克至每公斤超过 1 427 微克<sup>16、17</sup>，数据差幅颇大，相信很可能与研究地区的污染程度有关。欧洲食物安全局于 2012 年发表的若干食物类别和食物所含 $\Sigma_6\text{PCBs}$ <sup>16</sup>概列于表 1。

**表 1 欧洲食物安全局发表食物内\* $\Sigma_6$ PCBs 的污染水平(微克 / 公斤)(上限)<sup>16</sup>**

	平均值	第 50 百分位的 数值	第 95 百分位的 数值
肌肉鱼类(鳎鱼除外)(鲜重)	14.82	3.79	58.62
- 养殖鲑鱼和鳟鱼	4.72	2.70	15.18
- 其他养殖鱼	8.27	6.85	21.27
- 海产	1.84	0.62	7.57
鸡蛋及蛋类制品(脂重)	12.27	3.07	58.80
生乳及乳类制品(脂重)	9.00	8.93	15.93
牛类动物的肉(脂重)	11.00	6.52	31.20
牛油(脂重)	3.09	2.22	7.50

\* 1995 至 2010 年间收集的样本。

## 膳食摄入来源

14. 一般人主要从食物摄入多氯联苯<sup>6</sup>。欧洲食物安全局估计，一般人摄入的非二恶英样多氯联苯当中，有超过 90% 来自食物<sup>2</sup>。根据美国毒物与疾病登记署 2000 年的报告，鱼类、肉类和乳类制品均为人类从膳食摄入多氯联苯的主要来源<sup>1</sup>。

15. 至于较近期的研究，欧洲食物安全局在 1995 至 2010 年间，从 26 个欧洲国家合共收集了 19 181 个食物样本，以分析非二恶英样多氯联苯的含量。结果发现，青少年、成年人、长者和最年老长者组别从膳食摄入的非二恶英样多氯联苯，主要来自鱼类及海产制品或肉类及肉类制品两个食物类别，其次为奶类及乳类制品和动植物油脂<sup>16</sup>。在比利时和法国进行的研究亦有类似的结果<sup>18、19</sup>。不过，多个研究同时显示，人类多年来从膳食摄入非二恶英样多氯联苯的分量，普遍呈现减少的趋势<sup>1、16、19、20</sup>。

## 毒性

16. 虽然自然环境中充斥非二恶英样多氯联苯，但目前仍欠缺个别非二恶英样多氯联苯的毒性资料。大部分现有非二恶英样多氯联苯的毒性数据，主要基于过往多项采用工业混合物进行分析的研究结果，但问题是这些工业混合物中同时含有非二恶英样多氯联苯和二恶英样多氯联苯，要将这二类多氯联苯所造成的特有影响区分是不可能的<sup>2、8</sup>。

## 动力学和代谢作用

17. 多氯联苯容易由胃肠道吸收，再经被动扩散进入体内<sup>2</sup>。在动物实验中，氯原子数量较低的同系物的吸收率(超过 90%)，高于氯原子数量较高的同系物的吸收率(约 75%)<sup>2、10</sup>。多氯联苯一旦被人体吸收，便会首先送到肝脏和肌肉组织。

18. 多氯联苯主要在肝脏进行代谢<sup>6</sup>，当中有数种非二恶英样多氯联苯同系物经代谢后会转化为羟基化代谢物(hydroxylated metabolites)及 / 或甲磺酰代谢物(methylsulfonyl metabolites)。氯原子数量高的同系物的代谢速度一般较氯原子数量低的同系物慢<sup>2</sup>，因此其留在体内的时间亦较长。此外，氯原子数量高的同系物因较易溶于脂肪，通常亦较集中地积存于脂肪组织<sup>6</sup>。

19. 至于人体消除多氯联苯的途径，主要是将极性的羟基化代谢物随尿液和粪便排出体外。另外，亦有相当多未经代谢的多氯联苯及其甲磺酰代谢物随母乳排走<sup>2</sup>。

## 内分泌作用

20. 近期的研究清楚显示，非二恶英样多氯联苯具有影响内分泌系统的特性，其中包括影响甲状腺、类固醇和类视黄醇(retinoid)<sup>21</sup>。就大鼠而言，经在测试中喂服 PCB-180(属非二恶英样多氯联苯)后，若剂量增加，其甲状腺激素循环水平会随之减少<sup>8</sup>。非二恶英样多氯联苯和羟基化代谢物可与激素受体结合，并通过抑制甲状腺激素与转甲状腺素蛋白(transthyretin)结合，影响大鼠的甲状腺激素水平<sup>2、8、21</sup>。转甲状腺素蛋白是一种运输蛋白，在大鼠体内载送甲状腺激素，它对人类胎儿脑部发育，亦起着重要作用，因为这种物质负责把甲状腺激素经胎盘和血脑屏障输送给胎儿<sup>8</sup>。

21. 研究发现非二恶英样多氯联苯和氯原子数量较低的非二恶英样多氯联苯羟基化代谢物，同时具有雌激素作用和抗雌激素作用<sup>2、10</sup>。使用单一同系物测试的动物体内研究结果显示，非二恶英样多氯联苯会产生雌激素作用，例如使子宫重量增加，以及令雌激素和黄体酮受体出现变化<sup>2</sup>。PCB-180 会使实验动物的雄性后代体内睪丸素减少，同时又会令促黄体激素和促卵泡成熟激素水平上升<sup>8、21</sup>。除出现这些变化外，摄入大量 PCB-180 亦会导致前列腺重量减少和附睪精子数量下降，可见这种

同系物可能会损害睪丸，而此亦符合动物体外研究的结果，当中显示所有经测试的多氯联苯均具有抗雄激素作用<sup>21</sup>。

### 神经行为效应

22. 动物在发育期间摄入非二恶英样多氯联苯，亦会诱发长期行为改变<sup>21</sup>。有报告指，PCB-180可改变雌性大鼠对陌生环境的情绪反应<sup>8</sup>。亦有动物体内和体外研究显示，非二恶英样多氯联苯会干扰神经传导物质的运送和信号传递途径<sup>21</sup>。神经细胞的分化、生长和功能运作均有赖神经传导物质的运送和信息传递途径。

### 致癌性和基因毒性

23. 国际癌症研究机构在1987年把多氯联苯纳入可能令人类患癌组别(第2A组物质)。到了2013年，国际癌症研究机构再次评估多氯联苯的致癌性，由于有充分证据证明这种物质会令人类和实验动物患癌，因此将之归类为令人类患癌的组别(第1组物质)，但评估并无区分二恶英样或非二恶英样多氯联苯同系物<sup>22</sup>。此外，二恶英样多氯联苯也被归类为第1组物质，因为大量证据显示二恶英样多氯联苯是通过芳香族碳氢化合物受体(AhR)的介导作用致癌，与2,3,7,8-四氯二苯并对二恶英(2,3,7,8-tetrachlorodibenzopara-dioxin)的致癌过程相同，同时亦有充分证据显示二恶英样多氯联苯令实验动物患癌<sup>22</sup>。值得注意的是，国际癌症研究机构在评估多氯联苯致癌的可能性时，并没有将二恶英样多氯联苯及非二恶英样多氯联苯分开作独立评估。

24. 美国疾病控制及预防中心认为，多氯联苯不会直接毒害基因<sup>23</sup>。欧洲食物安全局亦认为，多氯联苯工业混合物不会引致基因或染色体突变，因为有关多氯联苯在动物体外和体内的基因毒性研究结果均呈阴性<sup>2</sup>。

### **健康参考值**

25. 尽管非二恶英样多氯联苯不会引致基因突变，其危害特征描述适宜以阈值方法分析，但目前这种物质尚未订有国际性的健康参考值，原因是有关个别非二恶英样多氯联苯的毒理数据所得不多，而且工业混合物当中所含的二恶英样多氯联苯，亦会令人在诠释非二恶英样多氯联苯的毒理学和流行病学研究结果时出现偏差<sup>2、8</sup>。不过，欧洲有些国家已为指示性非二恶英样多氯联苯制订“参考值”，让风险管理当局可利用有关

参考值作为健康指标，以免民众摄入指示性非二恶英样多氯联苯后产生不良影响。美国毒物与疾病登记署基于多氯联苯对猴子免疫系统产生的作用，在 2000 年建议把所有多氯联苯的长期口摄参考剂量，订为每日每公斤体重 20 纳克<sup>1</sup>。国际化学品安全项目<sup>24</sup>、荷兰公共健康及环境国家研究所<sup>25</sup>和法国食品安全局<sup>7、17</sup>亦同样采纳这个每日参考剂量。此外，由于  $\Sigma_6\text{PCBs}$  已占食物中全部非二恶英样多氯联苯总量几乎 50%，因此法国食品安全局便采用每日每公斤体重 10 纳克作为  $\Sigma_6\text{PCBs}$  的摄入量“参考值”<sup>26</sup>。挪威食品安全科学委员会于 2008 年评估挪威人的非二恶英样多氯联苯膳食摄入量时，亦以每日每公斤体重 10 纳克为  $\Sigma_6\text{PCBs}$  的摄入量参考值<sup>27</sup>。

## 规管情况

26. 关于食物中非二恶英样多氯联苯的最高容许含量，现时并无国际标准。不过，欧洲委员会(委员会)已订定食物中非二恶英样多氯联苯的最高含量(即  $\Sigma_6\text{PCBs}$  的最高含量)。委员会规例(欧洲共同体)第 1881 / 2006 号就若干特定食品订定了  $\Sigma_6\text{PCBs}$  的最高含量，其后该规例再经委员会规例(欧洲联盟)第 1259 / 2011 号修订，并订明最新的准则<sup>13、14、15</sup>。

27. 美国食品及药物管理局亦有就部分食物中的多氯联苯总量订定暂定可容忍量<sup>28</sup>。至于中国，其国家标准 GB 2762-2012 订明水生动物及其制品的多氯联苯限量(以 7 种多氯联苯的总和计算，分别是 PCB-28、PCB-52、PCB-101、PCB-118、PCB-138、PCB-153 及 PCB-180)<sup>29</sup>。

28. 香港并没有对食物中的非二恶英样多氯联苯作特定规管，但有规定所有在香港出售的食物必须适宜供人食用。

## 研究方法及化验分析

### 研究方法

29. 为估算本港成年人从膳食摄入非二恶英样多氯联苯的分量，这项研究选取一些在香港首个总膳食研究所收集的食物样本，以分析当中 6 种指示性非二恶英样多氯联苯(即 PCB-28、PCB-52、PCB-101、PCB-138、PCB-153 及 PCB-180)的含量。

30. 香港首个总膳食研究涉及的工作，包括在全港不同地区购买市民经常食用的食物样本，把食物样本处理至可食用状态并合并成为混合样本，然后把食物样本均质化，并分析样本内多种物质的含量。这些物质的化验分析结果结合香港市民食物消费量调查(下称“食物消费量调查”)<sup>30</sup>所得不同人口组别的食物消费量数据，从而计算本港成年人从膳食摄入这些物质的分量。

31. 香港首个总膳食研究根据食物消费量调查所得的食物消费量数据，选出 150 种食物进行分析。抽样工作在 2010 年 3 月至 2011 年 2 月期间分 4 次进行。每次抽样每种食物收集 3 个样本，并按惯常的饮食模式处理。因此，整项研究合共收集了 1 800 个样本，合并成为 600 个混合样本进行化验分析。

32. 中心利用由内部研发名为摄入量评估系统的网络计算机系统，评估膳食摄入量，当中涉及食物对应处理(food mapping)和数据加权的工作。研究以膳食摄入量的平均值和第 95 百分位的数值分别作为摄入量一般和摄入量高的市民的数值。

33. 研究方法的详细资料在《香港首个总膳食研究：研究方法》<sup>31</sup>中阐述。

34. 这项研究在总膳食研究涵盖的 150 种食物中，选取预计会含有非二恶英样多氯联苯的 71 种，当中主要属动物源性及油脂性食物，用以分析其非二恶英样多氯联苯的含量。由于多氯联苯是稳定的化学物质，而且能长时间留存，因此采用总膳食研究在 2010 年及 2011 年收集的食物，不会影响在这些样本中检测到的非二恶英样多氯联苯的含量。换言之，我们这次就总膳食研究在 4 次抽样工作所取得的其中 71 种食物，合共检测了 284 个混合样本，而该 71 种食物载于附录 1。

### **非二恶英样多氯联苯的化验分析**

35. 非二恶英样多氯联苯的化验分析工作，由中心的食物研究化验所负责。这次研究合共检测了 284 个混合样本，以分析 6 种非二恶英样多氯联苯同系物的含量，当中包括 PCB-28、PCB-52、PCB-101、PCB-138、PCB-153 及 PCB-180(表 2)。

36. 这项研究利用配备质量选择检测器的气相色谱仪，以检定食物样本的非二恶英样多氯联苯含量。化验人员首先称取一定重量的样本，然

后定量添加 6 种同系物的稳定同位素内标，以加压液体萃取方式进行萃取，再利用硫酸和装有多种填料的管柱净化样本萃取物。样本萃取物经净化后，样本溶液会浓缩至接近干燥状态，再加入 PCB-188 的  $^{13}\text{C}_{12}$  回收率内标进行气相质谱分析，以检测非二恶英样多氯联苯的含量。6 种非二恶英样多氯联苯同系物的检测限和定量限分别为每公斤 0.01 微克和 0.05 微克。

**表 2 经分析的非二恶英样多氯联苯同系物**

同系物编号	氯取代模式
PCB-28	2,4,4'-三氯联苯
PCB-52	2,2',5,5'-四氯联苯
PCB-101	2,2',4,5,5'-五氯联苯
PCB-138	2,2',3,4,4',5'-六氯联苯
PCB-153	2,2',4,4',5,5'-六氯联苯
PCB-180	2,2',3,4,4',5,5'-七氯联苯

### 分析值低于检测限的处理方法

37. 这项研究的食物样本分析结果以食物鲜重(每公斤鲜重若干微克或每克鲜重若干纳克)显示，从而估算膳食摄入量。此外，研究采用下限值和上限值方式处理有关数据(即每个混合样本的指示性多氯联苯含量和指示性多氯联苯估计膳食摄入量)，就含量下限而言，低于检测限的结果全部换作零；至于含量上限，低于检测限的结果全部换作检测限值<sup>32</sup>。采用下限和上限值方式处理数据，是基于分析结果若低于检测限时，其真正数值实际上可处于零至检测限值之间，下限假设食物样本不含有关化学物，故低于检测限的分析结果设定为零。上限则假设食物样本所含化学物的分量为检测限值，故低于检测限的分析结果设定为相应的检测限值。采用下限和上限值方式处理数据，可把两种极端的情况互相比较。

## 结果及讨论

### 食物中 6 种指示性非二恶英样多氯联苯的总和

38. 这项研究就 2010 年 3 月至 2011 年 2 月间进行的 4 次抽样工作，检测了当中的 284 个混合样本，以分析 6 种指示性非二恶英样多氯联苯。



各个食物组别所含  $\Sigma_6\text{PCBs}$  载于表 3, 而 71 种食物的检测结果则载于附录 1。经分析的 284 个混合样本中, 有 59 个混合样本(21%) 验出含至少 1 种指示性多氯联苯同系物, 而该 59 个混合样本中的大部分(即 50 个样本), 均属于“鱼类和海产及其制品”食物组别。至于其他验出含有指示性非二恶英样多氯联苯的食物, 还包括牛肉、牛油、雪糕和朱古力 / 巧克力。

39. 就不同食物组别含  $\Sigma_6\text{PCBs}$  而言, 以“鱼类和海产及其制品”的含量最高, 其次是“油脂类”和“肉类、家禽和野味及其制品”, 当中“鱼类和海产及其制品”的平均含量介乎每公斤 0.89 微克至 0.93 微克(下限至上限), “油脂类”的平均含量介乎每公斤 0.17 微克至 0.22 微克(下限至上限), 而“肉类、家禽和野味及其制品”的平均含量则介乎每公斤 0.01 微克至 0.07 微克(下限至上限)(表 3)。

**表 3 各个食物组别中  $\Sigma_6\text{PCBs}$  的估计含量(平均含量(微克 / 公斤)以下限和上限表示)**

食物组别	混合样本 数目	低于检测 限的样本 所占百分 比(%)*	平均含量(微克 / 公斤鲜重)[范围]	
			下限 <sup>#</sup>	上限 <sup>#</sup>
谷物及谷物制品	48		所有样本均低于检测限	
肉类、家禽和野味及其制品	48	94	0.01 [0.00 – 0.19]	0.07 [0.06 – 0.23]
蛋及蛋类制品	12		所有样本均低于检测限	
鱼类和海产及其制品	76	34	0.89 [0.00 – 7.4]	0.93 [0.06 – 7.4]
乳类制品	20	95	0.01 [0.00 – 0.11]	0.06 [0.06 – 0.15]
油脂类	8	50	0.17 [0.00 – 0.46]	0.22 [0.06 – 0.50]
不含酒精饮品	12		所有样本均低于检测限	
混合食品	44		所有样本均低于检测限	
其他 <sup>@</sup>	16	94	0.00 [0.00 – 0.10]	0.07 [0.06 – 0.14]
总数	284	79		

\* 数值经四舍五入化为整数。

<sup>#</sup> 少于每公斤 0.1 微克的数值取至一位有效数字, 而不少于每公斤 0.1 微克的数值则取至两位有效数字。

<sup>@</sup> 其他包括炸薯、薯片、朱古力 / 巧克力和蚝油。

40. 在“鱼类和海产及其制品”食物组别中, 就其  $\Sigma_6\text{PCBs}$  的含量而言, 下限介乎每公斤 0.00 微克至 7.4 微克, 上限则介乎每公斤 0.06 微克至 7.4 微克(表 3)。与欧洲食物安全局发表“肌肉鱼类”食物组别  $\Sigma_6\text{PCBs}$  的含量(表 1)比较, 这项研究检出相关污染物的含量较低<sup>16、17</sup>。

41. 有关各种食物的  $\Sigma_6$ PCBs, 以鲑鱼的含量最高(上限介乎每公斤 4.4 微克至 6.3 微克, 平均每公斤 5.7 微克), 其下依次是蚝(上限介乎每公斤 2.6 微克至 4.5 微克, 平均每公斤 3.4 微克)、桂花鱼(上限介乎每公斤 0.67 微克至 7.4 微克, 平均每公斤 3.1 微克)、黄花鱼(上限介乎每公斤 1.3 微克至 2.2 微克, 平均每公斤 1.7 微克), 以及鲳鱼(鲳鱼)(上限介乎每公斤 0.90 微克至 1.6 微克, 平均每公斤 1.2 微克)。事实上, 在这次研究中, 上述 5 种食物所检出的  $\Sigma_6$ PCBs, 亦为各种食物中最高(附录 1)。由于多氯联苯(特别是氯原子数量偏高的同系物)易溶于脂肪, 而且已知会在脂肪质丰富的组织积聚, 因此鲑鱼、黄花鱼和鲳鱼(鲳鱼)等脂肪含量相对偏高的鱼类(脂肪比率由 7.4% 至 20%), 体内所含的  $\Sigma_6$ PCBs 亦较高(附录 2)。

42. 在“油脂类”食物组别中, 只有牛油一项检出含有指示性多氯联苯(上限介乎每公斤 0.22 微克至 0.50 微克, 平均每公斤 0.38 微克)。至于“肉类、家禽及其制品”食物组别, 亦只有牛肉一项检出含有指示性多氯联苯(上限介乎每公斤 0.06 微克至 0.23 微克, 平均每公斤 0.16 微克)。整体而言, 在这次研究中, 牛油和牛肉检出  $\Sigma_6$ PCBs 的水平, 均较其他研究所发表的结果为低(表 1)<sup>16、19</sup>。

### 指示性多氯联苯同系物的分布情况

43. 关于指示性多氯联苯同系物的分布情况, 这项研究最常检出的是 PCB-138 和 PCB-153, 两者的检测率均为 21%(即同样在 284 个混合样本中占 59 个); 位列第二和第三的是 PCB-101 与 PCB-180, 检测率分别是 17% 和 11%; 检测率最低的是 PCB-28 和 PCB-52, 两者均少于 6%。上述结果大致上与其他同类研究的发现相符<sup>2、10、18、33</sup>。然而, 这次研究亦发现, 各有关同系物在不同食物组别所占的比重不尽相同。各个混合样本的多氯联苯同系物分布情况详载于附录 2。

44. 检测结果显示, 6 种指示性同系物全部均在“鱼类和海产及其制品”食物组别中有所发现。然而, 在“肉类、家禽和野味及其制品”、“乳类制品”和“脂肪类”3 个食物组别中, 我们只检出 PCB-153 和 PCB-138。“鱼类和海产及其制品”食物组别所含同系物的分布情况载于图 3。根据该图所示, 在“鱼类和海产及其制品”食物组别中, PCB-153 的平均含量最高。

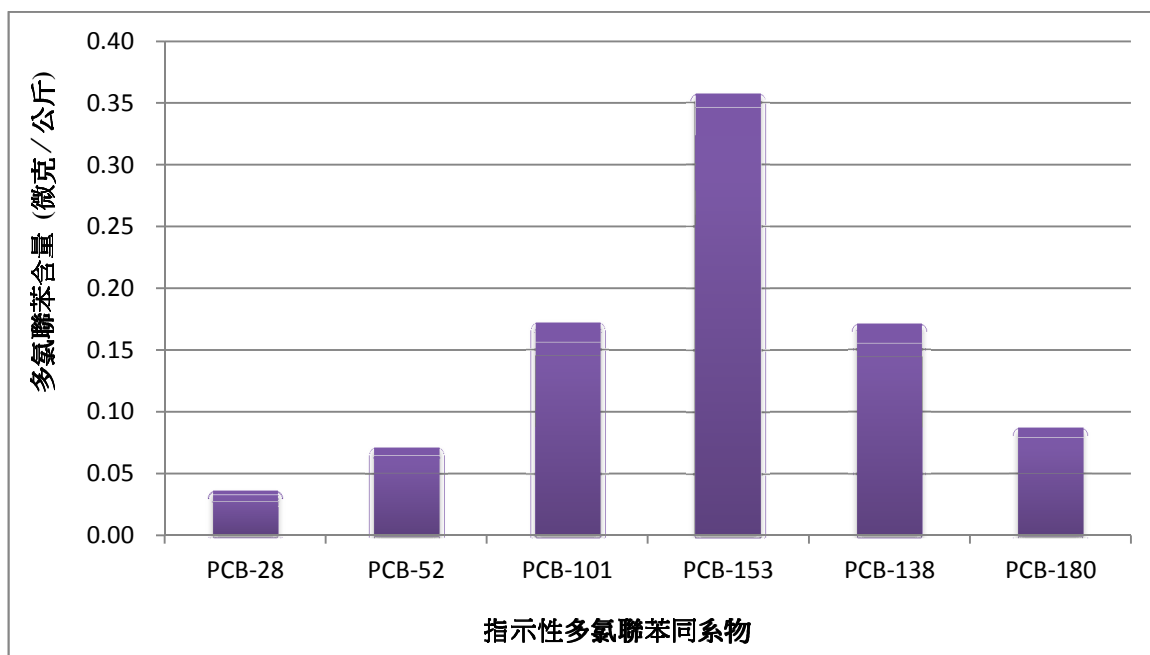


图 3 “鱼类和海产及其制品”食物组别所含多氯联苯同系物的分布情况 (按平均含量(上限)(微克 / 公斤鲜重)计算)

#### 从膳食摄入 6 种指示性非二恶英样多氯联苯的总和的情况

45. 摄入量一般和摄入量高的本港市民估计从膳食摄入  $\Sigma_6\text{PCBs}$  的分量(分别以下限和上限计算)及估计膳食摄入量占健康参考值的百分比载于表 4。

46. 按成年人从膳食摄入  $\Sigma_6\text{PCBs}$  的下限和上限估算,就摄入量一般的市民而言,其估计膳食摄入量介乎每日每公斤体重 0.68 纳克至 1.38 纳克(即健康参考值的 6.8%至 13.8%)。至于摄入量高的市民,其估计膳食摄入量则介乎每日每公斤体重 3.08 纳克至 3.84 纳克(即健康参考值的 30.8%至 38.4%)。

47. 研究进一步按年龄及性别分析不同人口组别的膳食摄入量,结果载于图 4、图 5 及附录 3。在所有年龄及性别人口组别中,以 30 至 39 岁女性的膳食摄入量最高,摄入量一般者为每日每公斤体重 0.79 纳克至 1.54 纳克(下限至上限),摄入量高者为每日每公斤体重 3.35 纳克至 4.56 纳克(下限至上限)。

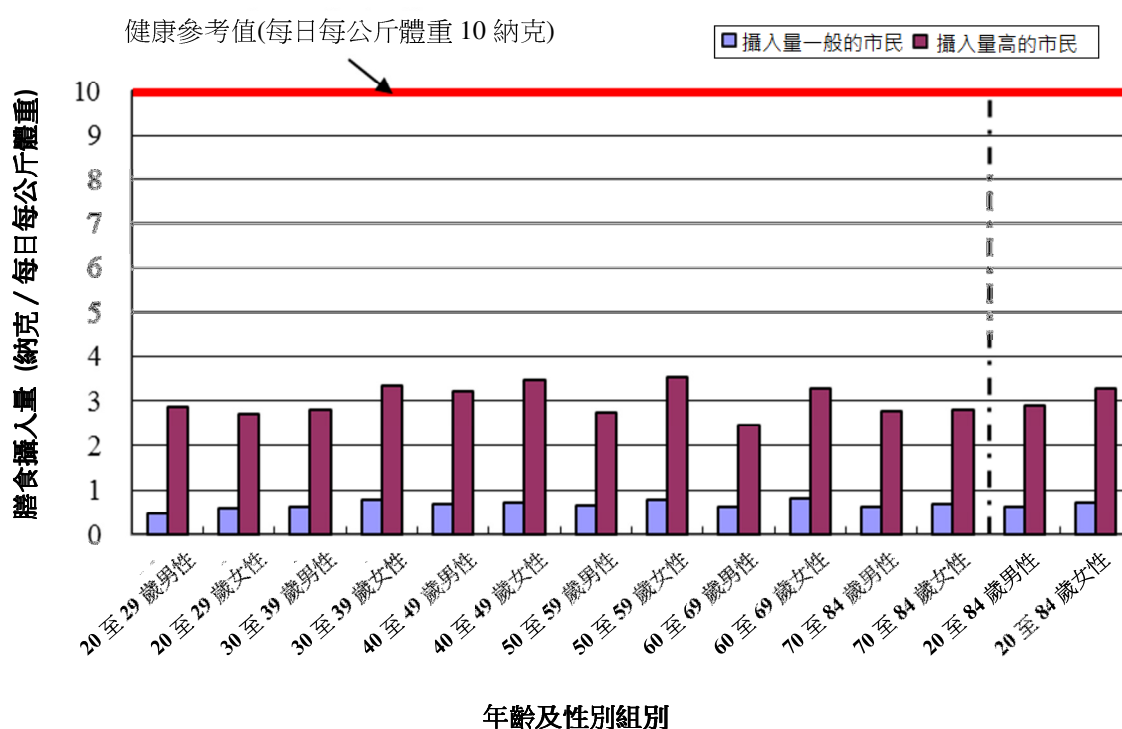
**表 4  $\Sigma_6$ PCBs 的摄入量健康参考值与摄入量一般和摄入量高市民的膳食摄入量比较**

健康参考值 (纳克 / 每日每公斤 体重)	膳食摄入量(纳克 / 每日每公斤体重) (占健康参考值的百分比)*			
	下限		上限	
	摄入量一般的 的市民	摄入量高的 市民 <sup>#</sup>	摄入量一般的 的市民	摄入量高的 市民 <sup>#</sup>
10	0.68 (6.8%)	3.08 (30.8%)	1.38 (13.8%)	3.84 (38.4%)

\* 膳食摄入量调整至小数点后两个位，而占健康参考值的百分比则调整至小数点后一个位。

<sup>#</sup> 摄入量高的数值指摄入量在第 95 百分位的数值。

48. 总括而言，在各个年龄及性别人口组别中，就摄入量一般和摄入量高的市民而言，其  $\Sigma_6$ PCBs 的估计摄入量，均低于健康参考值(低于 46%)。因此，他们的健康受到非二恶英样多氯联苯不良影响的机会不大。



**图 4 按各个年龄及性别组别列出摄入量一般和摄入量高的市民从膳食摄入  $\Sigma_6$ PCBs 的分量(下限)**

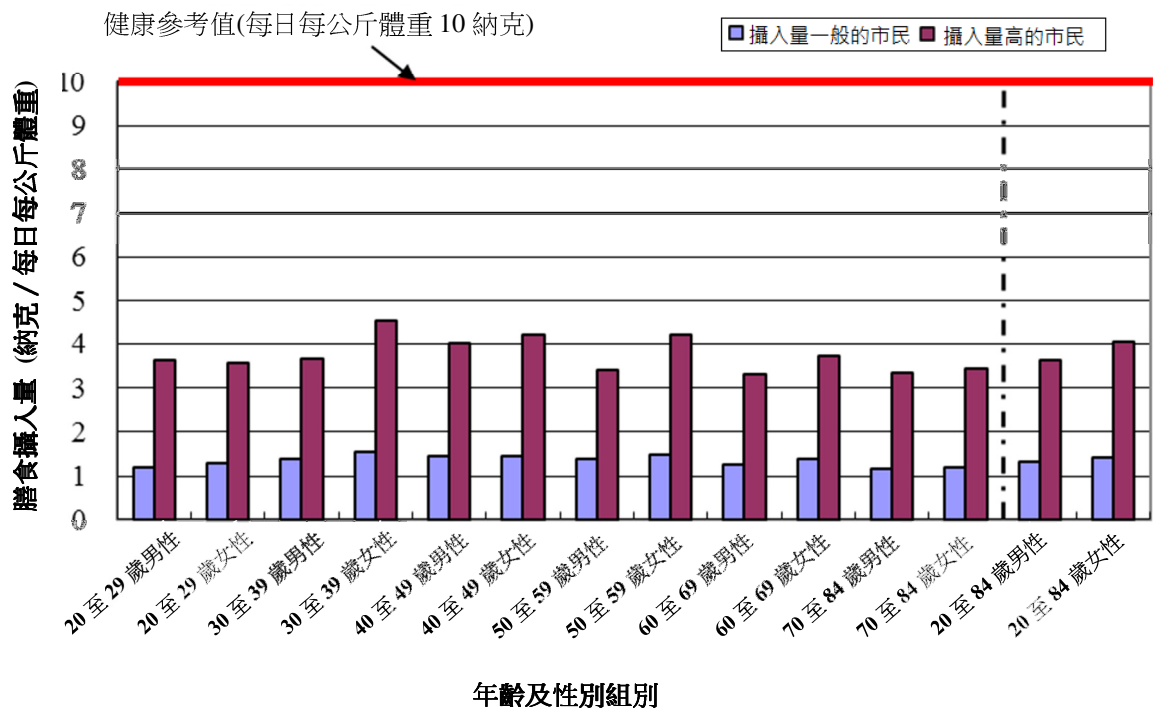
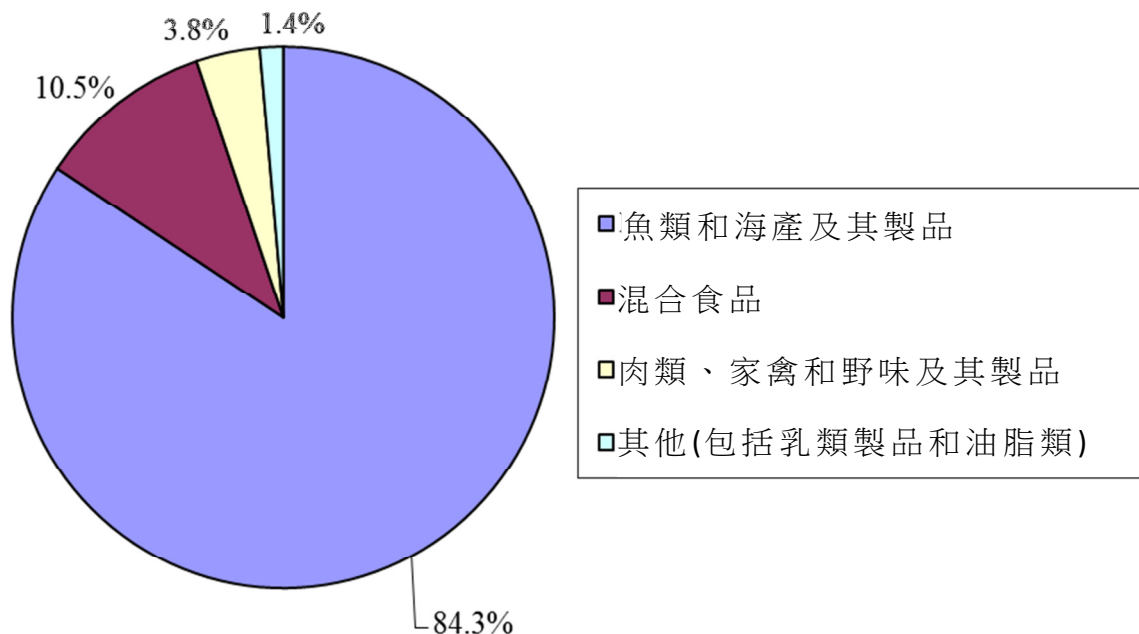


图 5 按各个年龄及性别组别列出摄入量一般和摄入量高的市民从膳食摄入  $\Sigma_6$ PCBs 的分量(上限)

### 主要膳食来源

49. 一般市民从各个食物组别摄入  $\Sigma_6$ PCBs 占整体平均摄入量(下限)的百分比载于图 6。欧洲食物安全局在其科学文献提出, 若用于探讨某种污染物(在这次研究即为  $\Sigma_6$ PCBs)的膳食来源, 以及反映从各个食物组别摄入污染物的分量实际上占整体摄入量的比重时, 以下限方式表达较为恰当, 因为即使当中一些食物组别有大量样本数目的污染物含量低于检测限时, 也不会夸大了这些组别摄入污染物的分量占整体摄入量的比重<sup>34</sup>。



**图 6 本港成年人从各个食物组别摄入非二恶英样多氯联苯的分量占整体平均摄入量(下限)的百分比**

50. 研究结果显示，“鱼类和海产及其制品”是市民摄入  $\Sigma_6\text{PCBs}$  的主要来源，占总摄入量高达 84.3%（即摄入量下限为每日每公斤体重 0.57 纳克）。本港成年人从“鱼类和海产及其制品”摄入非二恶英样多氯联苯的分量相对偏高，可能是因为这种污染物在其他食物组别所检测到的含量相对偏低。事实上，其他膳食摄入量研究报告亦指出，来自“鱼类和海产制品”的非二恶英样多氯联苯占整体摄入量的主要部分<sup>2、17、18、19、33、35、36</sup>。欧洲成年人从鱼类组别摄入  $\Sigma_6\text{PCBs}$  平均为每日每公斤体重 0.78 纳克至 5.72 纳克(上限)\*，而本港市民的平均摄入量则为每日每公斤体重 0.61 纳克(上限)<sup>16</sup>。

51. 至于“混合食品”食物组别，尽管所有样本均检测不到非二恶英样多氯联苯，但仍占总摄入量的 10.5%，为本港市民摄入非二恶英样多氯联苯的第二大来源。这是因为“混合食品”包括鱼刺身、点心、汉堡包等食物，其配料含有鱼、虾及 / 或牛肉，我们通过把有关配料与经分析的样本对应处理，设定各有关“混合食品”的非二恶英样多氯联苯含量。举例来说，鲑鱼刺身的非二恶英样多氯联苯含量，是根据鲑鱼中有关物质的分析结果设定。

\* 數值是根據有關研究的原始數據，按成年人從膳食攝入  $\Sigma_6\text{PCBs}$ ，以及魚類組別佔成年人平均攝入量的百分比計算得來。

52. 来自“肉类、家禽和野味及其制品”、“油脂类”、“乳类制品”3个食物组别的非二恶英样多氯联苯摄入量，合计占总摄入量不到6%。

53. 在所有膳食之中，4种鱼类已占非二恶英样多氯联苯的总摄入量约50%，包括鲑鱼(熟鲑鱼及鲑鱼刺身：19.9%)、桂花鱼(14.7%)、鲳鱼(鲷鱼)(8.5%)和黄花鱼(7.5%)。

### 与其他地方的研究结果比较

54. 从膳食摄入非二恶英样多氯联苯的分量，世界各地均曾进行研究评估，尤以欧洲国家为然。2012年，欧洲食品安全局就监察食物和饲料内二恶英和多氯联苯含量的情况发表最新报告<sup>16</sup>。表5采用该报告的数据，概括列出若干欧洲国家成年人的 $\Sigma_6$ PCBs的摄入量，并与本港成年人的摄入量作出比较。

55. 我们的研究显示，无论是摄入量一般还是摄入量高的本港市民，其估计摄入量均低于其他国家就当地人所得的分析结果。不过，应该注意的是，由于各有关研究所采用的研究方法不一，在选取食物种类、抽取样本策略、收集食物消费量数据方式、分析方法，以及处理低于检测限的分析结果(下限值、中间值和上限值)等方面，均有相当大的差异，在直接比较数据时，必须小心审慎。

**表5 不同地方(包括香港)成年人从膳食摄入 $\Sigma_6$ PCBs的分量**

地方	膳食摄入量(纳克 / 每日每公斤体重)(下限-上限)	
	摄入量一般的人	摄入量高的人
香港*	0.68 – 1.38	3.08 – 3.84
荷兰 <sup>#</sup>	3.8 – 4.5	8.1 – 9.5
英国 <sup>#</sup>	4.1 – 5.3	9.8 – 11.7
德国 <sup>#</sup>	4.3 – 5.3	14.4 – 15.9
比利时 <sup>#</sup>	4.6 – 5.4	14.7 – 15.3
丹麦 <sup>#</sup>	5.4 – 6.3	10.8 – 11.8
瑞典 <sup>#</sup>	5.7 – 6.0	12.8 – 13.1
法国 <sup>#</sup>	6.7 – 8.0	14.3 – 15.9

\* 本研究所得的数据(涵盖20至84岁成年人的摄入量)

<sup>#</sup> 2008至2010年所收集的数据(涵盖18至65岁成年人的摄入量)<sup>16</sup>

## 研究的局限

56. 碍于化验室资源有限，这项研究分析的样本数目不多，我们只选取总膳食研究所涵盖并很大可能会含有非二恶英样多氯联苯的食物(主要是动物源性食物及其制品)进行分析。举例来说，研究并不涵盖全部脂肪含量偏高的鱼类及植物源性制品，而根据文献记载，从植物源性制品摄入的非二恶英样多氯联苯分量占总摄入量约 4% 至 5%<sup>16</sup>，因此本港成年人的真正摄入量可能会被低估。至于研究的其他局限，请参阅《香港首个总膳食研究：研究方法》报告<sup>31</sup>。

## 结论及建议

57. 就摄入量一般的本港市民而言， $\Sigma_6\text{PCBs}$  的膳食摄入量为每日每公斤体重 0.68 纳克至 1.38 纳克(健康参考值的 6.8% 至 13.8%)。摄入量高的市民方面，其相关的膳食摄入量则为每日每公斤体重 3.08 纳克至 3.84 纳克(健康参考值的 30.8% 至 38.4%)。因此，本港市民的健康受到非二恶英样多氯联苯不良影响的机会不大。

58. 在这次研究中，污染物含量最高的食物组别为“鱼类和海产及其制品”，而检出  $\Sigma_6\text{PCBs}$  最高的 5 种食物，分别为鲑鱼、蚝、桂花鱼、黄花鱼和鲳鱼(鱈鱼)。由于“鱼类和海产及其制品”是本港市民从膳食摄入非二恶英样多氯联苯的主要来源，各界应致力监察全球鱼类和海产的非二恶英样多氯联苯污染物含量，并在有需要时采取适当行动。

59. 我们应采取源头控制措施，预防和减少人体摄入有关物质。国际社会应致力消除多氯联苯，并防止多氯联苯对食物造成污染，这一点对减少人体从膳食摄入多氯联苯十分重要。

60. 根据这项研究结果，纯粹以成年人从膳食摄入  $\Sigma_6\text{PCBs}$  而言，并无充分理据建议市民改变基本的健康饮食习惯。市民应保持均衡和多元化的饮食，包括进食多种蔬果，避免因偏食某几类食物而摄入任何过量的污染物。鱼类含有奥米加-3 脂肪酸、优质蛋白质等多种人体所需的营养素，市民宜适量进食多种鱼类。



## 参考文件

- 1 Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological profile for polychlorinated biphenyls (PCBs). USA: US Department of Health and Human Services; 2000. [cited on 23 December 2014] Available from URL: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp17.pdf>
- 2 European Food Safety Authority (EFSA). Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the Commission related to the presence of non-dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCB) in feed and food. The EFSA Journal 2005; 284: 1-137. [cited on 18 December 2014] Available from URL: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/284.pdf>
- 3 United States Environmental Protection Agency (USEPA). Basic Information: Polychlorinated Biphenyl (PCB). [internet] [cited on 23 December 2014] Available from URL: <http://www.epa.gov/wastes/hazard/tsd/pcbs/about.htm>
- 4 Holoubek I. Polychlorinated Biphenyls (PCBs) - World-Wide Contaminated Sites. TOCOEN report 2000; No. 173. [cited on 23 December 2014] Available from URL: <http://www.recetox.muni.cz/res/file/reporty/tocoen-report-173-id438.pdf>
- 5 联合国环境规划署。《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》。日内瓦,《斯德哥尔摩公约》秘书处。[网上数据][引用日期:2014年12月18日]网址:  
<http://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP-CONVTEXT-2009.Ch.pdf>
- 6 ATSDR. ATSDR Case Studies in Environmental Medicine Polychlorinated Biphenyls (PCBs) Toxicity. USA: US Department of Health and Human Services; 2014. [cited on 23 December 2014] Available from URL: <http://www.atsdr.cdc.gov/csem/pcb/docs/pcb.pdf>
- 7 French Food Safety Agency (Afssa). Opinion of the French Food Safety Agency (Afssa) on the establishment of relevant maximum levels for non dioxin-like polychlorobiphenyls (NDL-PCB) in some foodstuffs. Afssa – Request No. 2006-SA-0305. France: Afssa; 2007. [cited on 23 December 2014] Available from URL: <https://www.anses.fr/en/system/files/RCCP2006sa0305EN.pdf>

- 8 Viluksela M, Heikkinen P, van der Ven LTM, Rendel F, Roos R, Esteban J, et al. Toxicological Profile of Ultrapure 2,2',3,4,4',5,5' -Heptachlorbiphenyl (PCB 180) in Adult Rats. PLoS ONE 2014; 9(8): e104639. doi:10.1371/journal.pone.0104639. [cited on 23 December 2014] Available from URL: <http://www.plosone.org/article/info%3Adoi%2F10.1371%2Fjournal.pone.0104639>
- 9 Tofighi R, Ibrahim WNW, Rebellato P, Andersson PL, Uhle'n P and Ceccatelli S. Non-Dioxin-like Polychlorinated Biphenyls Interfere with Neuronal Differentiation of Embryonic Neural Stem Cells. Toxicological Sciences 2011; 124(1): 192–201. [cited on 23 December 2014] Available from URL: <http://toxsci.oxfordjournals.org/content/124/1/192.full.pdf>
- 10 The Federal Agency for the Safety of the Food Chain (FASFC). Annex 1 to advice 01-2013 of the Scientific Committee of the FASFC on risks of carcinogenic and/or genotoxic compounds in food: Environmental contaminants. Fiche 1.8. NDL PCB (dossier Sci Com 2011/04) Belgium: FASFC; 2013. [cited on 23 December 2014] Available from URL: [http://www.afsca.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/\\_documents/ADVIES\\_AVIS01-2013\\_DossierSciCom2011-04\\_Annex1\\_Fiche1.8\\_NDLPCB\\_000.pdf](http://www.afsca.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/_documents/ADVIES_AVIS01-2013_DossierSciCom2011-04_Annex1_Fiche1.8_NDLPCB_000.pdf)
- 11 The European Commission. Commission Recommendation of 16 November 2006 on the monitoring of background levels of dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in foodstuffs. Official Journal of the European Union 2006; L322: 24-31. [cited on 23 December 2014] Available from URL: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006H0794&from=EN>
- 12 The European Commission. Commission Regulation (EU) No 252/2012 of 21 March 2012 laying down methods of sampling and analysis for the official control of levels of dioxins, dioxin like PCBs and non-dioxin-like PCBs in certain foodstuffs and repealing Regulation (EC) No 1883/2006. 84/1 – 84/22. Official Journal of the European Union 2012; L84: 1-22. [cited on 23 December 2014] Available from URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:084:0001:0022:EN:PDF>

- 13 The European Commission. Commission Regulation (EU) No. 1259/2011 of 2 December 2011 amending regulation (EC) No. 1881/2006 as regards maximum levels for dioxins, dioxin-like PCBs and non dioxin-like PCBs in foodstuffs. Official Journal of the European Union 2011; L320:18 – 23. [cited on 23 December 2014] Available from URL:  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:320:0018:0023:EN:PDF>
- 14 The European Commission. Commission Regulation (EU) No 277/2012 of 28 March 2012 amending Annexes I and II to Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council as regards maximum levels and action thresholds for dioxins and polychlorinated biphenyls. Official Journal of the European Union 2012; L 91:1-7. [cited on 23 December 2014] Available from URL:  
<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:091:0001:0007:EN:PDF>
- 15 The European Commission. Commission Regulation (EU) No 1067/2013 of 30 October 2013 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels of the contaminants dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in liver of terrestrial animals. Official Journal of the European Union 2013; L 289:56-57. [cited on 23 December 2014] Available from URL:  
<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32013R1067&from=EN>
- 16 EFSA. Update of the monitoring of levels of dioxins and PCBs in food and feed. EFSA Journal 2012; 10(7):2832. [cited on 23 December 2014] Available from URL:  
[http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific\\_output/files/main\\_documents/2832.pdf](http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/2832.pdf)
- 17 Arnich N, Tard A, Leblanc JC, Bizec BL, Narbonne JF, Maximilien R. Dietary intake of non-dioxin-like PCBs (NDL-PCBs) in France, impact of maximum levels in some foodstuffs. Regulatory Toxicology and Pharmacology 2009; 54(3):287-293.
- 18 Cimenci O, Vandevijvere S, Gosciny S, Van Den Bergh MA, Hanot V, Vinx C, et al. Dietary exposure of the Belgian adult population to non-dioxin-like PCBs. Food and Chemical Toxicology 2013; 59:670-679.
- 19 French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety. Second French Total Diet Study (TDS 2) Report 1 Inorganic contaminants, minerals, persistent organic pollutants, mycotoxins and phytoestrogens. ANSES Opinion. June 2011. [cited on 23 December 2014] Available from URL:  
<http://www.tds-exposure.eu/sites/default/files/WP1/RapportEAT2EN1.pdf>

- 20 Baars AJ, Bakker MI, Baumann RA, Boon PE, Freijer JI, Hoogenboom LA, et al. Dioxins, dioxin-like PCBs and non-dioxin-like PCBs in foodstuffs: occurrence and dietary intake in The Netherlands. *Toxicology Letters* 2004;151(1):51-61.
- 21 Community Research and Development Information Service (CORDIS). Final Report Summary - ATHON (Assessing the Toxicity and Hazard of Non-dioxin-like PCBs present in food). 2010. [cited on 23 December 2014] Available from URL: [http://cordis.europa.eu/result/rcn/47342\\_en.html](http://cordis.europa.eu/result/rcn/47342_en.html)
- 22 International Agency for Research on Cancer (IARC). Polychlorinated biphenyls and polybrominated biphenyls. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, Volume 107, 2013.
- 23 Centers for Disease Control and Prevention. Biomonitoring Summary: Non-Dioxin-Like Polychlorinated Biphenyls. National Biomonitoring Program (NBP) 2013. [cited on 23 December 2014] Available from URL: [http://www.cdc.gov/biomonitoring/NDL-PCBs\\_BiomonitoringSummary.html](http://www.cdc.gov/biomonitoring/NDL-PCBs_BiomonitoringSummary.html)
- 24 International Programme on Chemical Safety/World Health Organization (IPCS/WHO). Polychlorinated biphenyls: human health aspects. Concise International Chemical Assessment Document 55. Geneva: WHO; 2003. [cited on 23 December 2014] Available from URL: <http://www.inchem.org/documents/cicads/cicads/cicad55.htm>
- 25 Baars AJ, Theelen RMC, Janssen PJ, Hesse JM, van Apeldoorn ME, Meijerink MC, et al. Re-evaluation of human toxicological maximum permissible risk levels. National Institute of Public Health and the Environment of the Netherlands (RIVM) 2001; RIVM report 711701025. [cited on 23 December 2014] Available from URL: [http://www-esd.worldbank.org/popstoolkit/POPsToolkit/RIVM\\_NL/BIBLIOTHEEK/RA\\_PPORTEN/711701025.PDF](http://www-esd.worldbank.org/popstoolkit/POPsToolkit/RIVM_NL/BIBLIOTHEEK/RA_PPORTEN/711701025.PDF)
- 26 Afssa. Opinion of the French Food Safety Agency on interpreting the health impact of PCB concentration levels in the French population. Afssa – Request no. 2008-SA-0053. France: Afssa; 2010. [cited on 23 December 2014] Available from URL: <https://www.anses.fr/en/system/files/RCCP2008sa0053EN.pdf>
- 27 Norwegian Scientific Committee for Food Safety. Opinion of the Panel on Contaminants of the Norwegian Scientific Committee for Food Safety. Risk assessment of non dioxin-like PCBs in Norwegian food. 2008. [cited on 23 December 2014] Available from URL: <http://www.vkm.no/dav/c29e178d9c.pdf>

- 28 FDA. Temporary tolerances for polychlorinated biphenyls (PCB's). Code of Federal Regulations. 21 CFR 509.30. U.S.: FDA; 2014. [cited on 23 January 2015] Available from URL:  
<http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=509.30>
- 29 中华人民共和国卫生部。食品安全国家标准 GB 2762-2012:《食品中污染物限量》。[引用日期: 2015 年 1 月 23 日] 网址:  
<http://www.nhfp.gov.cn/ewebeditor/uploadfile/2013/01/20130128114248937.pdf>
- 30 食物环境卫生署。《2005 至 2007 年香港市民食物消费量调查最后报告》(只备有英文本)。香港: 食物环境卫生署; 2010 年。网址:  
[http://www.cfs.gov.hk/tc\\_chi/programme/programme\\_firm/files/FCS\\_final\\_report.pdf](http://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_firm/files/FCS_final_report.pdf)
- 31 食物环境卫生署。《香港首个总膳食研究: 研究方法》。香港: 食物环境卫生署; 2011 年。网址:  
[http://cfs.fehd.hksarg/tc\\_chi/programme/programme\\_firm/files/1st\\_HKTDS\\_Report\\_c.pdf](http://cfs.fehd.hksarg/tc_chi/programme/programme_firm/files/1st_HKTDS_Report_c.pdf)
- 32 World Health Organization (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.
- 33 Loutfy N, Fuerhacker M, Lesueur C, Gartner M, Ahmed MT and Mentler A. Pesticide and non-dioxin-like polychlorinated biphenyls (NDL-PCBs) residues in foodstuffs from Ismailia city, Egypt. Food Additives and Contaminants: Part B 2008; 1(1):32-40.
- 34 EFSA. Scientific Opinion on Lead in Food. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). EFSA Journal 2010; 8(4):1570. Available from URL:  
[http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific\\_output/files/main\\_documents/1570.pdf](http://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/scientific_output/files/main_documents/1570.pdf)
- 35 National Food Institute, Technical University of Denmark, Division of Food Chemistry. Chemical contaminants 2004-2011. 1<sup>st</sup> ed. Denmark: National Food Institute; 2013. [cited on 23 December 2014] Available from URL:  
[http://www.food.dtu.dk/~media/Institutter/Foedevareinstituttet/Publikationer/Pub-2013/Rapport\\_om\\_Chemical\\_Contaminants.ashx](http://www.food.dtu.dk/~media/Institutter/Foedevareinstituttet/Publikationer/Pub-2013/Rapport_om_Chemical_Contaminants.ashx)
- 36 Bakker MI, Baars AJ, Baumann RA, Boon PE and Hoogerbrugge R. Indicator PCBs in foodstuffs: occurrence and dietary intake in The Netherlands at the end of the 20th century. RIVM report 639102025/2003. 2003. Available from URL:  
[http://rivm.openrepository.com/rivm/bitstream/10029/9046/1/639102025.pdf?origin=publication\\_detail](http://rivm.openrepository.com/rivm/bitstream/10029/9046/1/639102025.pdf?origin=publication_detail)

## 各个食物组别及各种食物中 6 种指示性多氯联苯的总和(微克 / 公斤)

食物	混合样本 数目	低于检测限 的混合样本 所占百分比 (%)	$\Sigma_6$ PCBs 的 平均含量(微克 / 公斤)[范围]			
			下限		上限	
<b>谷物及谷物制品:</b>	<b>48</b>	<b>100</b>	<b>0.00</b>	<b>-</b>	<b>0.06</b>	<b>-</b>
面条(中式或日式)			0.00	-	0.06	-
面条(西式)			0.00	-	0.06	-
方便面			0.00	-	0.06	-
面包(无馅)			0.00	-	0.06	-
葡萄干面包			0.00	-	0.06	-
菠蘿包			0.00	-	0.06	-
肠仔 / 火腿 / 午餐肉包			0.00	-	0.06	-
饼干			0.00	-	0.06	-
蛋糕 / 西饼			0.00	-	0.06	-
馅饼			0.00	-	0.06	-
中式饼点			0.00	-	0.06	-
油炸面团食品			0.00	-	0.06	-
<b>肉類、家禽和野味及其制品:</b>	<b>48</b>	<b>94</b>	<b>0.01</b>	<b>[0.00 - 0.19]</b>	<b>0.07</b>	<b>[0.06 - 0.23]</b>
牛肉			0.12	[0.00 - 0.19]	0.16	[0.06 - 0.23]
羊肉			0.00	-	0.06	-
猪肉			0.00	-	0.06	-
火腿			0.00	-	0.06	-
午餐肉			0.00	-	0.06	-
叉烧			0.00	-	0.06	-
烧肉			0.00	-	0.06	-
猪鬃 / 猪肝			0.00	-	0.06	-
鸡肉			0.00	-	0.06	-
豉油鸡			0.00	-	0.06	-
烧鸭 / 烧鹅			0.00	-	0.06	-
肉肠			0.00	-	0.06	-

食物	混合样本 数目	低于检测限 的混合样本 所占百分比 (%)	$\Sigma_6$ PCBs 的 平均含量(微克 / 公斤)[范围]			
			下限		上限	
<b>蛋及蛋類制品:</b>	<b>12</b>	<b>100</b>	<b>0.00</b>	<b>-</b>	<b>0.06</b>	<b>-</b>
鸡蛋			0.00	-	0.06	-
皮蛋			0.00	-	0.06	-
咸蛋			0.00	-	0.06	-
<b>魚類和海产及其制品:</b>	<b>76</b>	<b>34</b>	<b>0.89</b>	<b>[0.00 - 7.4]</b>	<b>0.93</b>	<b>[0.06 - 7.4]</b>
大头鱼			0.20	[0.10 - 0.41]	0.23	[0.13 - 0.44]
桂花鱼			3.1	[0.67 - 7.4]	3.1	[0.67 - 7.4]
鲩鱼			0.00	-	0.06	-
红衫			0.32	[0.28 - 0.35]	0.34	[0.30 - 0.37]
海斑			0.53	[0.39 - 0.73]	0.55	[0.41 - 0.75]
马头			0.27	[0.22 - 0.29]	0.29	[0.24 - 0.31]
鲳鱼(鱈鱼)			1.2	[0.88 - 1.5]	1.2	[0.90 - 1.6]
龍脷 / 挞沙			0.00	-	0.06	-
吞拿鱼 / 金枪鱼			0.03	[0.00 - 0.13]	0.08	[0.06 - 0.15]
乌头			0.20	[0.17 - 0.23]	0.23	[0.20 - 0.26]
鲑鱼			5.7	[4.4 - 6.3]	5.7	[4.4 - 6.3]
黄花鱼			1.7	[1.3 - 2.2]	1.7	[1.3 - 2.2]
绞鲛鱼肉			0.12	[0.10 - 0.13]	0.15	[0.13 - 0.16]
鱼蛋 / 鱼片			0.00	-	0.06	-
虾			0.02	[0.00 - 0.09]	0.08	[0.06 - 0.12]
蟹			0.35	[0.10 - 0.90]	0.39	[0.14 - 0.93]
蚝			3.4	[2.6 - 4.5]	3.4	[2.6 - 4.5]
扇贝 / 带子			0.00	-	0.06	-
鱿鱼			0.00	-	0.06	-
<b>乳類制品:</b>	<b>20</b>	<b>95</b>	<b>0.01</b>	<b>[0.00 - 0.11]</b>	<b>0.06</b>	<b>[0.06 - 0.15]</b>
全脂奶			0.00	-	0.06	-
脱脂奶			0.00	-	0.06	-
芝士			0.00	-	0.06	-
乳酪			0.00	-	0.06	-
雪糕			0.03	[0.00 - 0.11]	0.08	[0.06 - 0.15]

食物	混合样本 数目	低于检测限 的混合样本 所占百分比 (%)	$\Sigma_6$ PCBs 的 平均含量(微克 / 公斤)[范围]			
			下限		上限	
<b>油脂類：</b>	<b>8</b>	<b>50</b>	<b>0.17</b>	<b>[0.00 – 0.46]</b>	<b>0.22</b>	<b>[0.06 – 0.50]</b>
牛油			0.34	[0.18 – 0.46]	0.38	[0.22 – 0.50]
植物油			0.00	–	0.06	–
<b>不含酒精飲品：</b>	<b>12</b>	<b>100</b>	<b>0.00</b>	<b>–</b>	<b>0.06</b>	<b>–</b>
奶茶			0.00	–	0.06	–
咖啡			0.00	–	0.06	–
麦芽饮品			0.00	–	0.06	–
<b>混合食品：</b>	<b>44</b>	<b>100</b>	<b>0.00</b>	<b>–</b>	<b>0.06</b>	<b>–</b>
烧卖			0.00	–	0.06	–
蒸饺子			0.00	–	0.06	–
煎饺子			0.00	–	0.06	–
云吞 / 水饺			0.00	–	0.06	–
叉烧包			0.00	–	0.06	–
萝卜糕			0.00	–	0.06	–
牛肉球			0.00	–	0.06	–
糉			0.00	–	0.06	–
肠粉(有馅)			0.00	–	0.06	–
中式汤水			0.00	–	0.06	–
汉堡包			0.00	–	0.06	–
<b>其他：</b>	<b>16</b>	<b>94</b>	<b>0.00</b>	<b>[0.00 – 0.10]</b>	<b>0.07</b>	<b>[0.06 – 0.14]</b>
炸薯			0.00	–	0.06	–
薯片			0.00	–	0.06	–
朱古力 / 巧克力			0.03	[0.00 – 0.10]	0.08	[0.06 – 0.14]
蚝油			0.00	–	0.06	–



食物样本检测到的指示性多氯联苯同系物含量(微克/公斤)及脂肪含量一览表

混合样本	PCB-28 (微克/公斤)	PCB-52 (微克/公斤)	PCB-101 (微克/公斤)	PCB-138 (微克/公斤)	PCB-153 (微克/公斤)	PCB-180 (微克/公斤)	脂肪含量 (%)
<b>肉類、家禽和野味及其制品</b>							
牛肉	检测不到	检测不到	检测不到	0.06	0.13	检测不到	9.9
牛肉	检测不到	检测不到	检测不到	0.02	0.07	检测不到	6.4
牛肉	检测不到	检测不到	检测不到	0.06	0.13	检测不到	8.4
<b>鱼类和海产及其制品</b>							
大头鱼	检测不到	检测不到	0.13	0.12	0.16	检测不到	5.0
大头鱼	检测不到	检测不到	0.04	0.03	0.06	检测不到	2.7
大头鱼	检测不到	检测不到	0.03	0.03	0.04	检测不到	5.8
大头鱼	检测不到	检测不到	0.05	0.05	0.07	检测不到	3.7
桂花鱼	0.43	0.36	0.45	0.48	1.1	0.61	5.4
桂花鱼	0.12	0.09	0.15	0.15	0.16	0.09	2.9
桂花鱼	0.11	0.09	0.12	0.12	0.15	0.08	3.3
桂花鱼	0.87	0.85	1.5	1.5	1.8	0.84	4.4
红衫	检测不到	检测不到	0.04	0.09	0.15	0.07	3.4
红衫	检测不到	检测不到	0.03	0.07	0.12	0.06	4.1
红衫	检测不到	检测不到	0.04	0.08	0.13	0.06	5.5
红衫	检测不到	检测不到	0.04	0.08	0.16	0.06	5.5
海斑	检测不到	检测不到	0.07	0.14	0.26	0.11	3.1
海斑	检测不到	检测不到	0.05	0.09	0.18	0.07	3.0
海斑	检测不到	检测不到	0.05	0.10	0.19	0.08	3.7
海斑	检测不到	检测不到	0.11	0.19	0.28	0.15	4.2
马头	检测不到	检测不到	0.03	0.05	0.11	0.03	2.9
马头	检测不到	检测不到	0.03	0.07	0.14	0.04	2.5
马头	检测不到	检测不到	0.04	0.08	0.13	0.04	5.1
马头	检测不到	检测不到	0.03	0.07	0.14	0.04	3.1
鲳鱼(鲳鱼)	检测不到	检测不到	0.24	0.26	0.54	0.17	7.4
鲳鱼(鲳鱼)	检测不到	检测不到	0.20	0.23	0.47	0.15	11
鲳鱼(鲳鱼)	检测不到	检测不到	0.30	0.31	0.75	0.18	13
鲳鱼(鲳鱼)	检测不到	检测不到	0.18	0.20	0.41	0.09	14
吞拿鱼/金枪鱼	检测不到	检测不到	0.01	0.04	0.06	0.02	0.6
乌头	检测不到	检测不到	0.07	0.07	0.09	检测不到	9.8
乌头	检测不到	检测不到	0.07	0.06	0.08	检测不到	12
乌头	检测不到	检测不到	0.06	0.04	0.07	检测不到	7.5

混合样本	PCB-28 (微克 / 公斤)	PCB-52 (微克 / 公斤)	PCB-101 (微克 / 公斤)	PCB-138 (微克 / 公斤)	PCB-153 (微克 / 公斤)	PCB-180 (微克 / 公斤)	脂肪含量 (%)
乌头	检测不到	检测不到	0.05	0.05	0.07	检测不到	8.7
鲑鱼	0.20	0.47	1.3	1.2	2.4	0.69	20
鲑鱼	0.20	0.58	1.2	1.1	2.3	0.73	16
鲑鱼	0.19	0.59	1.1	1.1	2.3	0.70	16
鲑鱼	0.14	0.36	1.0	0.87	1.5	0.52	16
黄花鱼	0.11	0.13	0.23	0.28	0.48	0.15	15
黄花鱼	0.13	0.19	0.32	0.51	0.81	0.27	15
黄花鱼	0.15	0.16	0.33	0.36	0.50	0.19	16
黄花鱼	0.11	0.12	0.25	0.28	0.41	0.14	13
绞鲛鱼肉	检测不到	检测不到	0.04	0.03	0.05	检测不到	4.0
绞鲛鱼肉	检测不到	检测不到	0.04	0.04	0.05	检测不到	1.9
绞鲛鱼肉	检测不到	检测不到	0.04	0.04	0.05	检测不到	4.5
绞鲛鱼肉	检测不到	检测不到	0.03	0.03	0.04	检测不到	3.8
虾	检测不到	检测不到	0.01	0.03	0.05	检测不到	2.0
蟹	检测不到	检测不到	检测不到	0.22	0.53	0.15	2.1
蟹	检测不到	检测不到	检测不到	0.04	0.06	检测不到	1.6
蟹	检测不到	检测不到	0.04	0.08	0.17	检测不到	3.9
蟹	检测不到	检测不到	检测不到	0.03	0.08	检测不到	3.0
蚝	检测不到	0.44	1.1	0.61	2.3	检测不到	4.1
蚝	检测不到	0.39	0.76	0.46	1.8	检测不到	3.7
蚝	检测不到	0.23	0.43	0.32	1.6	检测不到	5.5
蚝	检测不到	0.36	0.62	0.43	1.7	检测不到	3.6
<b>乳類制品</b>							
雪糕	检测不到	检测不到	检测不到	0.04	0.07	检测不到	12
<b>油脂類</b>							
牛油	检测不到	检测不到	检测不到	0.18	0.28	检测不到	81
牛油	检测不到	检测不到	检测不到	0.08	0.10	检测不到	81
牛油	检测不到	检测不到	检测不到	0.20	0.25	检测不到	81
牛油	检测不到	检测不到	检测不到	0.13	0.15	检测不到	81
<b>其他</b>							
朱古力 / 巧克力	检测不到	检测不到	检测不到	0.04	0.06	检测不到	31
检测到同系物的 样本数目 (%)	12 (4%)	16 (6%)	47 (17%)	59 (21%)	59 (21%)	30 (11%)	

这项研究合共检测了 284 个混合样本，以分析 6 种指示性非二恶英样多氯联苯的含量。

按年龄及性别组别列出摄入量一般和摄入量高的市民从膳食摄入 6 种指示性非二恶英样多氯联苯的总和(即  $\Sigma_6\text{PCB}$ ; PCB-28、PCB-52、PCB-101、PCB-138、PCB-153 及 PCB-180 的总和)(下限和上限)

按年龄及性别 划分的组别	膳食摄入量(纳克 / 每日每公斤体重) (占健康参考值的百分比)	
	摄入量一般的市民	摄入量高的市民*
20 至 29 岁男性	0.48 (4.8%) – 1.19 (11.9%)	2.88 (28.8%) – 3.63 (36.3%)
20 至 29 岁女性	0.59 (5.9%) – 1.30 (13.0%)	2.73 (27.3%) – 3.56 (35.6%)
30 至 39 岁男性	0.63 (6.3%) – 1.38 (13.8%)	2.81 (28.1%) – 3.65 (36.5%)
30 至 39 岁女性	0.79 (7.9%) – 1.54 (15.4%)	3.35 (33.5%) – 4.56 (45.6%)
40 至 49 岁男性	0.69 (6.9%) – 1.44 (14.4%)	3.22 (32.2%) – 4.00 (40.0%)
40 至 49 岁女性	0.71 (7.1%) – 1.45 (14.5%)	3.46 (34.6%) – 4.21 (42.1%)
50 至 59 岁男性	0.66 (6.6%) – 1.40 (14.0%)	2.74 (27.4%) – 3.40 (34.0%)
50 至 59 岁女性	0.80 (8.0%) – 1.47 (14.7%)	3.53 (35.3%) – 4.19 (41.9%)
60 至 69 岁男性	0.63 (6.3%) – 1.24 (12.4%)	2.46 (24.6%) – 3.32 (33.2%)
60 至 69 岁女性	0.82 (8.2%) – 1.37 (13.7%)	3.28 (32.8%) – 3.74 (37.4%)
70 至 84 岁男性	0.62 (6.2%) – 1.15 (11.5%)	2.79 (27.9%) – 3.35 (33.5%)
70 至 84 岁女性	0.68 (6.8%) – 1.21 (12.1%)	2.79 (27.9%) – 3.43 (34.3%)
20 至 84 岁男性	0.62 (6.2%) – 1.33 (13.3%)	2.89 (28.9%) – 3.62 (36.2%)
20 至 84 岁女性	0.73 (7.3%) – 1.42 (14.2%)	3.28 (32.8%) – 4.04 (40.4%)
20 至 84 岁成年人	0.68 (6.8%) – 1.38 (13.8%)	3.08 (30.8%) – 3.84 (38.4%)

\* 摄入量高的数值指摄入量在第 95 百分位的数值。