

香港首个总膳食研究第一号报告

香港首个总膳食研究：
二恶英和二恶英样多氯联苯

香港特别行政区政府
食物环境卫生署
食物安全中心
2011年12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、审订或摘录或于其它刊物或研究著作
转载本报告书的全部或部分研究资料。若转载本
报告书其它部分的内容，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

目录

	<u>页数</u>
摘要	1
背景	3
简介香港首个总膳食研究	3
二恶英和二恶英样多氯联苯	3
本港上次研究	7
研究方法及化验分析	8
香港首个总膳食研究采用的研究方法	8
二恶英和二恶英样多氯联苯的化验分析	8
结果及讨论	10
总膳食研究所涵盖食物的二恶英和二恶英样多氯联苯含量	10
从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的情况	12
主要食物来源	14
与本港上次研究结果和其它地方研究结果比较	16
研究的局限	17
结论及建议	18
参考文件	19
附录	22
附录 1: 世界卫生组织在 1998 年和 2005 年订定的二恶英和二恶英样多氯联苯毒性当量因子方案一览表	22
附录 2: 香港首个总膳食研究所涵盖食物的二恶英和二恶英样多氯联苯含量(皮克毒性当量 / 克)	23
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二恶英和二恶英样多氯联苯的分量	26

图目录

图 1:	香港首个总膳食研究按不同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二恶英和二恶英样多氯联苯的分量	13
图 2:	市民从不同食物组别摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的分量占总膳食摄入量的百分比	15

表目录

表 1:	29 种二恶英和二恶英样多氯联苯同系物的检测限(皮克 / 克)和定量限(皮克 / 克)	9
表 2:	香港首个总膳食研究所涵盖食物组别的二恶英和二恶英样多氯联苯含量(皮克毒性当量 / 克)	10
表 3:	香港首个总膳食研究检测到含量最高的四个食物组别中二恶英和二恶英样多氯联苯分别占总含量的比例	11
表 4:	摄入量一般和摄入量高的市民每月从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的分量(皮克毒性当量 / 每公斤体重)与暂定每月可容忍摄入量的比较	12
表 5:	一般市民每月从总膳食研究涵盖的食物组别摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的分量(皮克毒性当量 / 每公斤体重)	14
表 6:	二恶英和二恶英样多氯联苯膳食摄入量的比较	17

摘要

食物安全中心现正进行香港首个总膳食研究，目的是估计整体香港市民和不同人口组别从膳食摄入各种物质(包括污染物和营养素)的分量，从而评估摄入这些物质对健康带来的风险。本报告评估香港市民从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯这类持久性有机污染物的情况。

2. “二恶英”指多氯二苯并对二恶英(PCDD)和多氯二苯并呋喃(PCDF)，“二恶英样多氯联苯”则指毒理性质与二恶英相似的多氯联苯(PCB)。这两种物质虽然来源不同，但毒性和作用机制相近，通常作为同一类物质来评估。二恶英和二恶英样多氯联苯可长时间存留在环境，并在食物链中生物累积。肉类、奶类制品、蛋和鱼等动物源性食物的二恶英和二恶英样多氯联苯含量通常较高。

3. 二恶英和二恶英样多氯联苯备受关注，主要原因是这两种物质会对人体多个系统(包括内分泌和免疫系统)以及发育中的神经系统产生毒性作用，并可能会致癌。这两种物质的其中三种同系物，分别是2,3,7,8-四氯二苯并对二恶英(TCDD)、2,3,4,7,8-五氯二苯并呋喃和多氯联苯126(PCB126)，已确定为人类的致癌物。

4. 基于多氯二苯并对二恶英、多氯二苯并呋喃和多氯联苯的持久性和毒性，《斯德哥尔摩公约》已把这些物质列为持久性有机污染物，并要求缔约各方采取措施，消除或减少在环境中释放持久性有机污染物。

5. 2001年，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把多氯二苯并对二恶英、多氯二苯并呋喃和二恶英样多氯联苯的暂定每月可容忍摄入量定为每公斤体重70皮克毒性当量(TEQ)。毒性当量的数值是根据世界卫生组织所定的毒性当量因子(TEF)计算出来的。世界卫生组织把17种多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃的同系物以及12种二恶英样多氯联苯的同系物的毒性与毒性最强的四氯二苯并对二恶英相比，订出有关物质的毒性当量因子。

结果

6. 这项研究合共检测了142个混合样本，分析二恶英和二恶英样多氯联苯的含量。(2010年6月至11月期间进行两次抽样工作，涵盖71种不同食物。每次抽样每种食物购买3个样本并加以处理，合共抽取了426个样本。)全部142个混合样本均验出含有至少一种二恶英和二恶英样多氯联苯的同系物，当中约三分之二(66%)的二恶英和二恶英样多氯联苯的同系物含量在检测限之上。在所有食物组别中，“鱼类和海产及其制品”

的二恶英和二恶英样多氯联苯含量最高(平均含量为每克 0.440 皮克毒性当量),其次是“蛋及蛋類制品”(平均含量为每克 0.137 皮克毒性当量)、“油脂類”(平均含量为每克 0.094 皮克毒性当量)和“肉类、家禽和野味及其制品”(平均含量为每克 0.091 皮克毒性当量)。二恶英和二恶英样多氯联苯含量最高的三种食物均属于“鱼類和海产及其制品”,分别为桂花鱼(平均含量为每克 1.056 皮克毒性当量)、蚝(平均含量为每克 0.926 皮克毒性当量)和鲳鱼(鱸鱼)(平均含量为每克 0.885 皮克毒性当量)。

7. 摄入量一般的市民每月从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的分量为每公斤体重 21.92 皮克毒性当量,摄入量高的市民则为 59.65 皮克毒性当量,分别占暂定每月可容忍摄入量的 31.3% 和 85.2%。

8. “鱼類和海产及其制品”是市民从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的主要来源,占总摄入量的 61.9%,其次是“肉类、家禽和野味及其制品”和“混合食品”,分别占总摄入量的 20.0% 和 7.0%。“鱼類及其制品”是市民从膳食摄入这两种物质的最主要来源,占总摄入量的 55.6%。研究结果显示,市民从膳食摄入的二恶英和二恶英样多氯联苯,主要来自水产和肉类,这点与其它地方的膳食摄入量研究结果相若。

结论及建议

9. 摄入量一般的市民每月从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的分量为每公斤体重 21.92 皮克毒性当量,摄入量高的市民则为 59.65 皮克毒性当量,两者的摄入量均低于暂定每月可容忍摄入量,因此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。不过,二恶英和二恶英样多氯联苯会致癌,各界应致力减少市民从膳食摄入这两种物质的分量。

10. 我们应采取源头控制措施,预防和减少人体的摄入量。国际社会应致力减少二恶英的排放和对食物造成的污染,这一点对减少人体从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯十分重要。

11. 市民应去掉肉类的脂肪和食用低脂奶类制品,并保持均衡及多元化的饮食,包括进食多种蔬果,避免因偏食某几类食物而摄入过量的二恶英和二恶英样多氯联苯。鱼类含有如奥米加-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。

香港首个总膳食研究： 二恶英和二恶英样多氯联苯

背景

总膳食研究是国际公认最具成本效益的方法，用以估计不同人口组别从膳食摄入食物化学物或营养素的分量，从而评估摄入这些物质对健康带来的风险。总膳食研究为食品安全风险评估和食物供应规管提供科学基础。上世纪六十年代以来，多个国家(例如英国、美国、加拿大、澳洲、新西兰和中国内地)分别进行总膳食研究。

简介香港首个总膳食研究

2. 这是食物安全中心(下称“中心”)首次在香港进行总膳食研究，目的在于估计整体香港市民和不同人口组别从膳食摄入各种物质(包括污染物和营养素)的分量，从而评估摄入这些物质对健康带来的风险。

3. 香港首个总膳食研究是一项复杂的大型计划，涉及的工作包括食物抽样和处理、化验分析，以及膳食摄入量评估。这项研究涵盖香港市民通常食用的大部分食物，化验分析超过 130 种物质，包括污染物和营养素。

二恶英和二恶英样多氯联苯

4. 香港首个总膳食研究检测的其中一组物质是二恶英和二恶英样多氯联苯。本报告集中分析二恶英和二恶英样多氯联苯的含量，并估计香港市民从膳食摄入这两种物质的分量，以及评估摄入这两种物质对健康带来的风险。

5. “二恶英”指多氯二苯并对二恶英(PCDD)和多氯二苯并呋喃(PCDF)，“二恶英样多氯联苯”则指毒理性质与二恶英相似的多氯联苯(PCB)。二恶英和二恶英样多氯联苯是持久性有机污染物(POP)。《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》涵盖这两种物质，并要求缔约各方采取措施，消除或减少在环境中释放持久性有机污染物。¹

化学和物理性质

6. 二恶英是一组多氯平面芳香族化合物，其结构、化学和物理性质十分相似。这组化合物包括 75 种多氯二苯并对二恶英和 135 种多氯二苯并呋喃的同系物，其中 17 种具有毒性的是在两个芳香环上 2、3、7 和 8 位被氯原子取代的同系物，而且其毒性与毒性最强的同系物 2,3,7,8-四氯二苯并对二恶英(TCDD)相近。多氯联苯是联苯直接氯化并取代两个芳香环的 1 至 10 位而合成的氯化芳香族化合物。在 209 种可能产生的同系物中，只有 12 种非邻位取代或单邻位取代多氯联苯同系物的毒理性质与二恶英相似。^{2、3}

7. 二恶英和二恶英样多氯联苯都不溶于水，但溶于脂肪，而且极难进行化学和生物降解，因此长时间存留在环境，并在食物链中生物累积。^{3、4}二恶英和二恶英样多氯联苯虽然来源不同，但毒性和作用机制相近，因此通常作为同一类物质来评估。

二恶英和二恶英样多氯联苯的来源

8. 二恶英在环境中无处不在，可自然形成(例如火山爆发和森林大火释出)，亦是燃烧(例如废物焚化)及各种工业过程(例如制造化学品、以氯漂白纸浆和冶炼金属)产生的副产品。相反，多氯联苯则是人工制造的物质，过往作多种不同工业用途，例如制造电子绝缘体或绝缘液体及专用的液压机液体。自上世纪七十年代开始，大部分国家已禁用多氯联苯，^{2、6}不过，由于大型电器和废物的弃置，仍有多氯联苯释出到环境中。⁵此外，多氯联苯也列于《斯德哥尔摩公约》附件 C，属燃烧和焚化过程中可能无意产生的其中一种持久性有机污染物。⁷

9. 进入食物链的二恶英和二恶英样多氯联苯可来自新的排放(主要透过空气途径)，又可能是在环境中蓄积或储集的二恶英和二恶英样多氯联苯再次移迁。由于二恶英和二恶英样多氯联苯可长时间存留，我们现时摄入的大多是源自过往的排放。⁶一般来说，除非附近地区的焚化炉没有适当的空气污染控制系统，否则空气的二恶英和二恶英样多氯联苯含量十分低。此外，由于这两种物质难溶于水，所以饮用水和地表水的含量亦非常低。不过，如果焚化过程不充分和废物处置地点会在空气中释出二恶英和二恶英样多氯联苯，可污染土壤和水中沉积物，于是这两种物质会在食物链中生物累积和生物浓缩。二恶英会在肉类、家禽或海产的脂肪组织积聚，因此动物的寿命较长，脂肪组织积聚的二恶英可能较多。肉类、奶类制品、蛋和鱼等动物源性食物的二恶英和二恶英样多氯联苯含量通常较高。^{5、8}

毒性

10. 膳食脂肪中的二恶英和二恶英样化合物容易从肠道进入血液。在人体和实验动物的测试中，口服四氯二苯并对二恶英的吸收率为 50% 至 90%。多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃在血液和器官之间的分布情况视乎脂质分配和蛋白结合作用而定。在实验动物中，多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃几乎全部随胆汁排出，只有少量会随尿液排出。粪便亦是人体排出未经代谢的多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃的主要途径。²

11. 在实验动物中，不同二恶英同系物对不同种属的急性毒性差异很大，例如豚鼠的口服半数致死量为每公斤体重 0.6 微克，仓鼠则为 5 000 微克以上。不过，个别二恶英样多氯联苯同系物对哺乳动物的急性毒性，则数据有限。²

12. 在职业环境中或工业意外后，人体短期摄入大量二恶英和二恶英样多氯联苯会患上叫做氯痤疮的持续性皮肤病。⁵ 人体长期摄入这些物质可能会造成多方面的毒性影响，包括损害免疫系统、影响发育、损害发育中的神经系统、影响甲状腺和类固醇激素，以及破坏生殖功能。在人生不同阶段中，胎儿和初生婴儿受影响的风险最高。⁵

13. 至于二恶英和二恶英样多氯联苯的致癌性，在实验动物和职业环境进行的流行病学研究显示，对于多种动物和人类来说，这些物质可诱发多个器官组织的癌症。国际癌症研究机构在 1997 年把四氯二苯并对二恶英列为第 1 组物质(即令人类患癌)，并把其它一些二恶英物质列为第 3 组物质(即在会否令人类患癌方面未能分类)，以及在 1987 年把多氯联苯列为第 2A 组物质(即可能令人类患癌)。此外，国际癌症研究机构在 2009 年将另外两种化合物，即 2,3,4,7,8-五氯二苯并呋喃和多氯联苯 126，列为第 1 组物质。^{5、9、10、11}

14. 这些物质没有基因毒性，其致癌机理与芳香族碳氢化合物受体(AhR)相关。有研究认为这些物质的致癌性具有阈值，因此，根据非致癌性的终点厘定可容忍摄入量亦适用于致癌风险的情况。^{2、5}

毒性当量因子方案

15. 各种二恶英和二恶英样多氯联苯同系物的毒性不一。为了进行二恶英风险评估和规管工作，世界卫生组织(下称“世卫”)在上世纪九十年代初订定了毒性当量因子(TEF)，以毒性最强的四氯二苯并对二恶英为基准，把其毒性当量因子设定为 1，然后个别多氯二苯并对二恶英、多氯二苯并呋喃和多氯联苯的毒性与其相比，订出有关物质的毒性当量因子。1998 年，世卫制订并发布了一套毒性当量因子数值，涵盖 17 种多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃的同系物，以及 12 种二恶英样多氯联苯的同系物。现时大部分海外研究普遍采用这套数值。其后，世卫于 2005 年进行评估，修订了多个毒性当量因子数值，并更新了毒性当量因子方案。世卫在 1998 年和 2005 年订定的毒性当量因子数值一览表载于附录 1。⁴

16. 二恶英和二恶英样多氯联苯的含量是以毒性当量(TEQ)表示，其计算方法是把每种同系物的含量乘以相关的毒性当量因子，得出该种同系物的毒性当量，然后把各种同系物的毒性当量加起来，得出其含量。⁴

安全参考值

17. 2001 年，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，把多氯二苯并对二恶英、多氯二苯并呋喃和二恶英样多氯联苯的暂定每月可容忍摄入量定为每公斤体重 70 皮克(以毒性当量表示)。²

膳食摄入来源

18. 国际研究显示，人体摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的主要途径是进食动物源性食物，约占总摄入量的 80% 至 95%。肉类、奶类制品和鱼是主要膳食来源。至于其它次要的摄入途径，则包括从空气吸入和皮肤接触。^{3、6、8}

19. 母乳是监测人体二恶英和二恶英样多氯联苯摄入量的其中一个重要生物指针，因为母乳中这两种物质的含量可以同时反映生活环境和食物链受污染的程度。过去数十年，世卫以母乳来监测人体内二恶英和二恶英样多氯联苯的水平，结果显示，在 1988 年至 2002 年间欧洲妇女母乳的二恶英含量有普遍下降趋势。¹² 至于本港的情况，香港亦有参与近几轮由世卫统筹的母乳调查，结果显示，2001 年 / 2002 年香港妇女母乳的二恶英和二恶英样多氯联苯平均含量为每克脂质 12.92 皮克毒性当量，

2009年则为每克脂质 9.84 皮克毒性当量，这段期间母乳中这两种物质的含量下降了 24%。^{13、14}

本港上次研究

20. 2002年，食物环境卫生署根据在1999年至2001年进行的食物监察计划收集得到的数据进行研究，评估中学生从膳食摄入二恶英的情况¹⁵。研究发现，在个别同系物的测试结果中，74%低于检测限。88个食物样本的二恶英含量介乎每克0.01至1.32皮克毒性当量(多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃)，当中以一个家禽样本的含量最高。按照1998年世卫所定的多氯二苯并对二恶英和多氯二苯并呋喃毒性当量因子数值计算，摄入量一般的中学生每日从膳食摄入二恶英的分量估计为每公斤体重0.85皮克毒性当量(多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃)，相当于每月每公斤体重25.5皮克毒性当量(多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃)；摄入量高的中学生(即摄入量属第95百分位)则为每公斤体重2.07皮克毒性当量(多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃)，相当于每月每公斤体重62.1皮克毒性当量(多氯二苯并对二恶英/多氯二苯并呋喃)。摄入量一般的中学生从膳食摄入二恶英的估计分量占二恶英和二恶英样多氯联苯暂定每月可容忍摄入量的36%，摄入量高的中学生则占89%。肉类和家禽以及其制品是中学生从膳食摄入二恶英的主要来源(占总摄入量的41%)，其次是海产(30%)和奶类及奶类制品(25%)。

21. 如把二恶英样多氯联苯计算在内，每日的总摄入量便会相应增加。海外研究指出，二恶英样多氯联苯的摄入量与二恶英相若，因此，虽然一般中学生受二恶英毒性严重影响的机会不大，但摄入量高的中学生的二恶英摄入量可能超过暂定每月可容忍摄入量，对健康造成不良影响的风险可能会较高。

22. 上次的研究有一些局限。食物样本未经进一步处理便进行分析。事实上，在食物处理过程中，二恶英和二恶英样多氯联苯的含量可能会改变。上次研究采用了1998年世卫所定的毒性当量因子数值，而且没有检测二恶英样多氯联苯的含量。此外，现时的化验技术较为精密，可降低检测限，以便更准确地评估从膳食摄入二恶英的分量。

23. 鉴于二恶英样多氯联苯占总摄入量的比例相当大，因此应同时检测食物样本的二恶英和二恶英样多氯联苯含量，以便更准确地估计膳食这类物质的总摄入量，从而评估对健康带来的风险。再者，检测所得的数据，可作为日后监察本港市民摄入量趋势的基础。因此，香港首个总膳食研究同时评估香港市民摄入二恶英及二恶英样多氯联苯的分量。

研究方法及化验分析

香港首个总膳食研究采用的研究方法

24. 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”)¹⁶ 所得不同人口组别的食物消费量资料，便可得出市民从膳食摄入这些物质的分量。

25. 这项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 月期间分四次进行，每次抽样每种食物收集三个样本，并按惯常的饮食模式处理。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。

26. 在总膳食研究涵盖的 150 种食物中，选出 71 种可能含二恶英和二恶英样多氯联苯的食物，检测这两种物质的含量。这些食物主要是动物源性食物及其制品以及油脂性食物。该 71 种食物载于附录 2。由于资源所限，只化验了其中两次抽样工作(即 2010 年 6 月至 8 月及 2010 年 9 月至 11 月)取得的样本。

27. 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。

28. 在同系列总膳食研究报告中，有关研究方法的一册载述相关详细资料。¹⁷

二恶英和二恶英样多氯联苯的化验分析

29. 二恶英和二恶英样多氯联苯的化验分析工作由政府化验所负责，分析范围包括附录 1 所载 29 种世卫已定出毒性当量因子数值的同系物。

30. 这项研究以高分辨气相色谱 / 高分辨质谱联用仪(HRGC/HRMS)分析检定食物样本的二恶英和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 15 种 2,3,7,8-位氯取代的多氯二苯并对二恶英 / 多氯二苯并呋喃和 12 种二恶英样多氯联苯同系物的稳定同位素

碳-13 标记类似物，其后以有机溶剂进行萃取，再利用不同的净化柱净化样本萃取物。样本萃取物经净化后，以碳柱把多氯二苯并对二恶英 / 多氯二苯并呋喃和二恶英样多氯联苯分离，然后浓缩至接近干燥状态，再加入 1,2,3,4-四氯二苯并对二恶英和 1,2,3,7,8,9-六氯二苯并对二恶英的碳-13 同位素回收率标样物，进行气相色谱分析，以检测二恶英的含量。在检测二恶英样多氯联苯的含量时，则加入多氯联苯同系物 70、111、138 和 170 的碳-13 同位素回收率标样物。

31. 待测物以高分辨气相色谱仪分离，然后利用高分辨质谱联用仪以分辨率相等于或大于 10 000 的选择离子侦察法(SIR)检测。把待测物的保留时间和两个准确质量电荷比的离子丰量比率与相应的同位素标记标样物的保留时间和两个准确质量电荷比的理论离子丰量比率作比较，进行定性分析。这项研究以内标物技术检测 1,2,3,7,8,9-六氯二苯并对二恶英和八氯二苯并呋喃的含量。至于其它多氯二苯并对二恶英 / 多氯二苯并呋喃和二恶英样多氯联苯同系物的含量，则以同位素稀释技术测定。29 种二恶英和二恶英样多氯联苯同系物的检测限和定量限载于表 1。

表 1：29 种二恶英和二恶英样多氯联苯同系物的检测限(皮克 / 克)和定量限(皮克 / 克)

<u>化合物</u>	<u>检测限</u> (皮克 / 克)	<u>定量限</u> (皮克 / 克)	<u>化合物</u>	<u>检测限</u> (皮克 / 克)	<u>定量限</u> (皮克 / 克)
<u>多氯二苯并对二恶英</u>			<u>非邻位取代多氯联苯</u>		
2,3,7,8-四氯二苯并对二恶英	0.003	0.01	多氯联苯 77	0.001	0.01
1,2,3,7,8-五氯二苯并对二恶英	0.006	0.02	多氯联苯 81	0.001	0.01
1,2,3,4,7,8-六氯二苯并对二恶英	0.005	0.02	多氯联苯 126	0.002	0.02
1,2,3,6,7,8-六氯二苯并对二恶英	0.006	0.02	多氯联苯 169	0.001	0.01
1,2,3,7,8,9-六氯二苯并对二恶英	0.005	0.02			
1,2,3,4,6,7,8-七氯二苯并对二恶英	0.008	0.03	<u>单邻位取代多氯联苯</u>		
八氯二苯并对二恶英	0.009	0.04	多氯联苯 105	0.002	0.02
<u>多氯二苯并呋喃</u>			多氯联苯 114	0.002	0.02
2,3,7,8-四氯二苯并呋喃	0.003	0.01	多氯联苯 118	0.002	0.02
1,2,3,7,8-五氯二苯并呋喃	0.003	0.01	多氯联苯 123	0.002	0.02
2,3,4,7,8-五氯二苯并呋喃	0.004	0.01	多氯联苯 156	0.001	0.01
1,2,3,4,7,8-六氯二苯并呋喃	0.003	0.01	多氯联苯 157	0.001	0.01
1,2,3,6,7,8-六氯二苯并呋喃	0.003	0.01	多氯联苯 167	0.001	0.01
1,2,3,7,8,9-六氯二苯并呋喃	0.004	0.02	多氯联苯 189	0.001	0.01
2,3,4,6,7,8-六氯二苯并呋喃	0.004	0.01			
1,2,3,4,6,7,8-七氯二苯并呋喃	0.004	0.01			
1,2,3,4,7,8,9-七氯二苯并呋喃	0.006	0.02			
八氯二苯并呋喃	0.014	0.05			

结果及讨论

总膳食研究所涵盖食物的二恶英和二恶英样多氯联苯含量

32. 二恶英和二恶英样多氯联苯的化验分析，只检测了总膳食研究的其中两次抽样工作所得合共 142 个混合样本。各个食物组别的检测结果载于表 2，71 种食物的检测结果则载于附录 2。全部 142 个混合样本均验出含有至少一种二恶英和二恶英样多氯联苯的同系物，当中约三分之二 (66%) 的二恶英和二恶英样多氯联苯的同系物含量在检测限之上。至于检测不到的分析结果，则按照世卫就如何评估食物中低含量污染物提出的建议¹⁸ 处理，所有检测不到的结果全部设定为检测限的一半，以计算二恶英和二恶英样多氯联苯含量和估计膳食摄入量。此外，各样本的毒性当量均按照 2005 年世卫所定的毒性当量因子数值计算。

33. 在所有食物组别中，“鱼类和海产及其制品”的二恶英和二恶英样多氯联苯含量最高(平均含量为每克 0.440 皮克毒性当量)，其次是“蛋及蛋类制品”(平均含量为每克 0.137 皮克毒性当量)、“油脂类”(平均含量为每克 0.094 皮克毒性当量)和“肉类、家禽和野味及其制品”(平均含量为每克 0.091 皮克毒性当量)。

表 2： 香港首个总膳食研究所涵盖食物组别的二恶英和二恶英样多氯联苯含量(皮克毒性当量 / 克)

食物组别	混合样本数目	低于检测限的检测结果所占百分比 (%)	平均值(皮克毒性当量 / 克) [范围] #	
谷物及谷物制品	24	45	0.021	[0.007 – 0.085]
肉类、家禽和野味及其制品	24	23	0.091	[0.012 – 0.257]
蛋及蛋类制品	6	16	0.137	[0.020 – 0.302]
鱼类和海产及其制品	38	20	0.440	[0.009 – 1.270]
乳类制品	10	57	0.021	[0.007 – 0.072]
油脂类	4	33	0.094	[0.011 – 0.282]
不含酒精饮品	6	58	0.011	[0.007 – 0.015]
混合食品	22	40	0.018	[0.007 – 0.039]
其它	8	53	0.013	[0.008 – 0.030]
总数	142	34		

注：

由于少于 60% 的分析结果低于检测限，所有低于检测限的结果全部设定为检测限的一半，以便计算含量。

34. “鱼类和海产及其制品”的二恶英和二恶英样多氯联苯平均含量介乎每克 0.012 至 1.056 皮克毒性当量，当中桂花鱼的含量最高(平均含量为每克 1.056 皮克毒性当量)，其次是蚝(平均含量为每克 0.926 皮克毒性当量)和鲳鱼(鲳鱼)(平均含量为每克 0.885 皮克毒性当量)。在全部经检测的 71 种食物中，以这三种食物的含量最高。然而，这项研究的结果未能确定究竟是淡水鱼还是咸水鱼的二恶英和二恶英样多氯联苯含量较高。

35. 这项研究比较含量最高的四个食物组别中，其二恶英和二恶英样多氯联苯分别占总含量的比例，有关的结果载于表 3。在“鱼类和海产及其制品”(58.9%)和“油脂类”(69.3%)两个食物组别，二恶英样多氯联苯所占的比例较高。至于另外两个食物组别，即“蛋及蛋类制品”(71.0%)和“肉类、家禽和野味及其制品”(62.3%)，则二恶英所占比例较高。研究结果显示，尽管食物的二恶英和二恶英样多氯联苯占总含量的比例不一，但市民均会从膳食摄入这两种物质。

表 3： 香港首个总膳食研究检测到含量最高的四个食物组别中二恶英和二恶英样多氯联苯分别占总含量的比例

食物组别	平均值(皮克毒性当量 / 克)#			百分比(%) †	
	总计*	二恶英	二恶英样多氯联苯	二恶英	二恶英样多氯联苯
鱼类和海产及其制品	0.440	0.181	0.259	41.1	58.9
蛋及蛋类制品	0.137	0.097	0.040	71.0	29.0
油脂类	0.094	0.029	0.065	30.7	69.3
肉类、家禽和野味及其制品	0.091	0.057	0.034	62.3	37.7

注：

由于少于 60% 的分析结果低于检测限，所有低于检测限的结果全部设定为检测限的一半，以便计算含量。

* 总计指二恶英和二恶英样多氯联苯两种物质的总和。

† 百分比指二恶英或二恶英样多氯联苯占二恶英和二恶英样多氯联苯总含量的百分比。

从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的情况

36. 摄入量一般的市民每月从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的分量为每公斤体重 21.92 皮克毒性当量，摄入量高的市民则为 59.65 皮克毒性当量(表 4)，分别占暂定每月可容忍摄入量的 31.3% 和 85.2%。此外，3.1% 市民的摄入量估计超过暂定每月可容忍摄入量。

表 4：摄入量一般和摄入量高的市民每月从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的分量(皮克毒性当量 / 公斤体重)与暂定每月可容忍摄入量的比较

暂定每月可容忍摄入量 (皮克毒性当量 / 每公斤体重)	每月的膳食摄入量 (皮克毒性当量 / 每公斤体重)	
	摄入量一般的市民	摄入量高的市民
70	21.92 (暂定每月可容忍 摄入量的 31.3%)	59.65 (暂定每月可容忍 摄入量的 85.2%)

37. 不同性别的摄入量比较结果显示，女性从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的分量(摄入量一般的女性为每月每公斤体重 21.97 皮克毒性当量)明显高于男性(摄入量一般的男性为每月每公斤体重 21.86 皮克毒性当量)(根据 t-检验， p 值小于 0.001)。

38. 就不同年龄及性别人口组别而言，摄入量一般的市民每月的膳食摄入量介乎每公斤体重 17.81 皮克毒性当量(20 至 29 岁男性)至 26.25 皮克毒性当量(60 至 69 岁男性)，摄入量高的市民则介乎每公斤体重 45.91 皮克毒性当量(20 至 29 岁男性)至 73.49 皮克毒性当量(60 至 69 岁男性)(见图 1)。附录 3按年龄及性别列出不同人口组别的膳食摄入量。

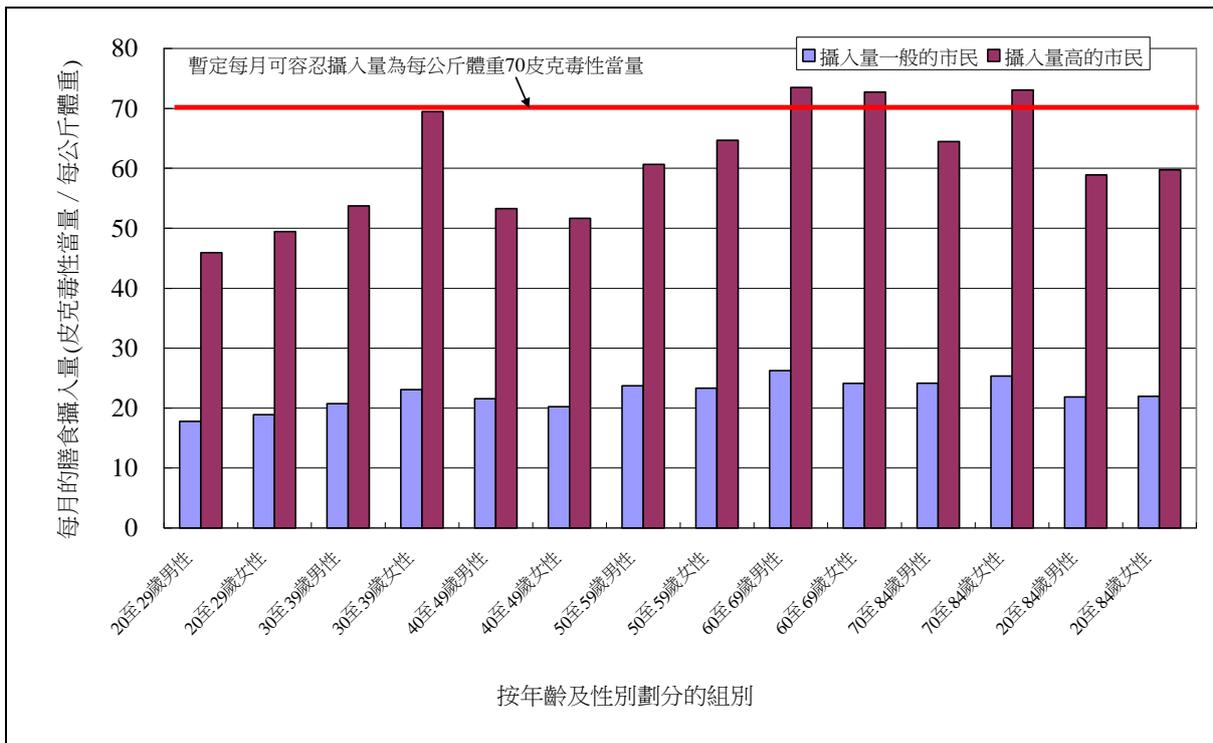


图 1： 香港首个总膳食研究按不同年龄及性别组别列出摄入量一般和摄入量高的市民从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的分量

39. 在各个按年龄及性别划分的人口组别中，摄入量一般的市民的估计膳食摄入量全部低于暂定每月可容忍摄入量(其中最高组别的摄入量为暂定每月可容忍摄入量的 37.5%)。至于摄入量高的市民，则有三个组别，即 60 至 69 岁的男性(每月每公斤体重 73.49 皮克毒性当量)、60 至 69 岁的女性(每月每公斤体重 72.71 皮克毒性当量)和 70 至 84 岁的女性(每月每公斤体重 73.09 皮克毒性当量)，摄入量稍微高于暂定每月可容忍摄入量(分别为暂定每月可容忍摄入量的 105.0%、103.9% 和 104.4%)。此外，年龄介乎 30 至 39 岁正值生育年龄女性的组别，摄入量高的人估计每月膳食摄入量为每公斤体重 69.48 皮克毒性当量，亦接近暂定每月可容忍摄入量(暂定每月可容忍摄入量的 99.3%)。

40. 因此，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。虽然研究发现一些人口组别中摄入量高的市民的摄入量接近或稍微高于暂定每月可容忍摄入量，但暂定每月可容忍摄入量着眼于终生摄入量，只要平均摄入量并非长期超过这个数值，即使摄入量高于暂定每月可容忍摄入量，也不一定表示健康会受损。

主要食物来源

41. 一般市民从总膳食研究涵盖的食物组别摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的分量载于表 5；市民从不同食物组别摄入这两种物质的分量占总膳食摄入量的百分比载于图 2。

表 5：一般市民每月从总膳食研究涵盖的食物组别摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的分量(皮克毒性当量 / 每公斤体重)

总膳食研究涵盖的食物组别	每月的膳食摄入量 (皮克毒性当量 / 每公斤体重) [#]	占总摄入量的 百分比(%)
谷物及谷物制品	1.08	4.9
肉类、家禽和野味及其制品	4.39	20.0
蛋及蛋类制品	0.30	1.4
鱼类和海产及其制品	13.58	61.9
乳类制品	0.28	1.3
油脂类	0.16	0.7
不含酒精饮品	0.58	2.7
混合食品	1.52	7.0
其它	0.03	0.1
总数	21.92 [†]	100.0 [†]

注：

由于少于 60% 的分析结果低于检测限，所有低于检测限的结果全部设定为检测限的一半，以便计算估计膳食摄入量。

† 由于四舍五入关系，各项目数字相加未必等于总数。

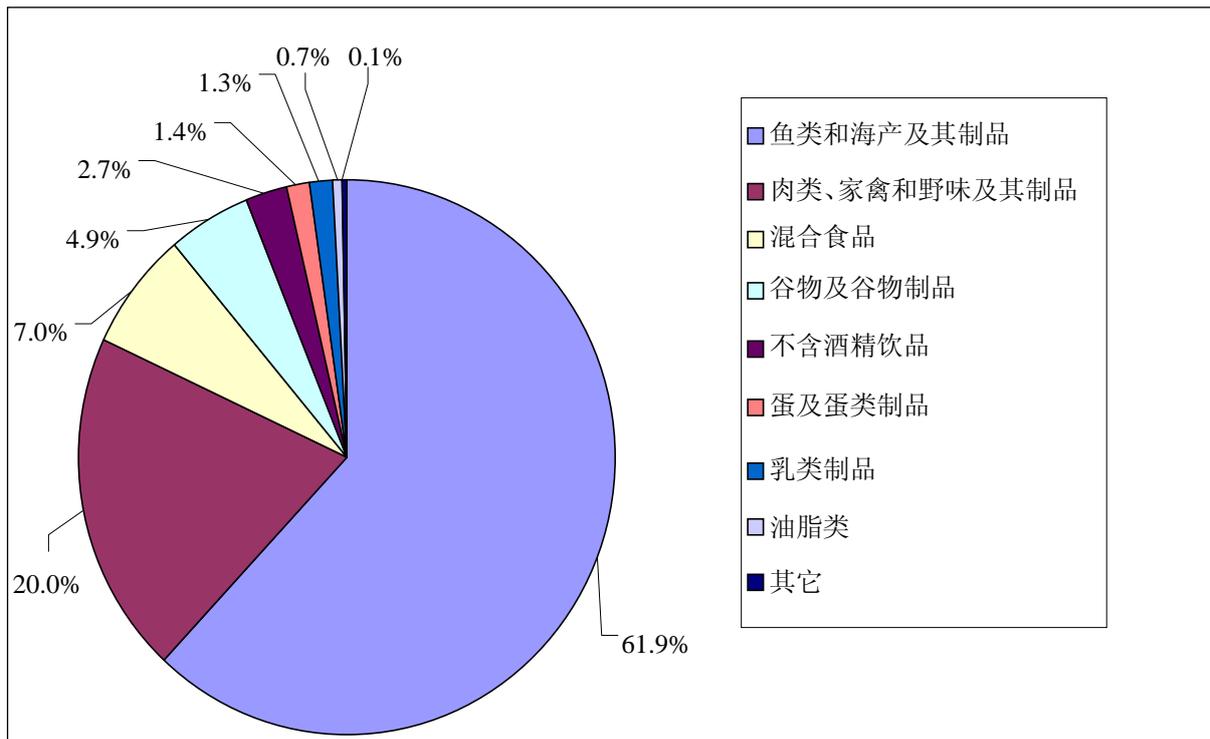


图 2：市民从不同食物组别摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的分量占总膳食摄入量的百分比

42. 研究结果显示，“鱼类和海产及其制品”是市民从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的主要来源，占总摄入量的 61.9%，其次是“肉类、家禽和野味及其制品”和“混合食品”，分别占总摄入量的 20.0% 和 7.0%。市民从膳食摄入的二恶英和二恶英样多氯联苯主要来自水产和肉类，这点与其它地方的膳食摄入量研究结果相若。有报告指出，在西方膳食中，奶类制品是人体摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的主要来源之一，但这项研究显示，市民从奶类制品摄入这两种物质的分量只占总摄入量的 1.3%，原因可能是食用奶类制品的模式不同。

43. 在“鱼类和海产及其制品”这个食物组别中，“鱼类及其制品”是二恶英和二恶英样多氯联苯的最主要来源，占总摄入量的 55.6%，或占“鱼类和海产及其制品”整个食物组别摄入量的 89.8%。从鱼类摄入的二恶英和二恶英样多氯联苯，约有一半(即总摄入量的 25%)来自以下四种鱼：鲩鱼(占总摄入量的 8.1%)、红衫(6.2%)、鲳鱼(鲳鱼) (6.0%)和桂花鱼(4.7%)。研究亦发现，桂花鱼和鲳鱼(鲳鱼)的二恶英和二恶英样多氯联苯含量最高，而两者合计约占总摄入量的 10%。

44. 在“肉类、家禽和野味及其制品”这个食物组别中，鸡肉和牛肉制品分别占总摄入量的 6.9% 和 6.4%，或分别占整个食物组别摄入量的 34.4% 和 32.2%。

与本港上次研究结果和其它地方研究结果比较

45. 由于今次研究采用的检测限较低，所以有较多样本验出含有二恶英和二恶英样多氯联苯同系物。虽然 2002 年本港上次进行研究时采用的检测限较高，预期二恶英含量会较高，但今次研究检出鱼类和海产制品的二恶英含量(含量平均数为每克 0.181 皮克毒性当量(多氯二苯并对二恶英 / 多氯二苯并呋喃))高出上次研究结果(含量中位数为每克 0.099 皮克毒性当量(多氯二苯并对二恶英 / 多氯二苯并呋喃))近一倍，因此，我们可能需要考虑继续监察有关情况。

46. 即使今次研究同时检测二恶英和二恶英样多氯联苯，摄入量一般和摄入量高的市民从膳食摄入这两种物质的估计分量，仍低于 2002 年本港上次单就二恶英进行研究所得的数字(摄入量一般的中学生每月的膳食摄入量估计为每公斤体重 25.5 皮克毒性当量(多氯二苯并对二恶英 / 多氯二苯并呋喃)，摄入量高的中学生则为 62.1 皮克毒性当量(多氯二苯并对二恶英 / 多氯二苯并呋喃))。

47. 香港首个总膳食研究所得本港市民从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的分量与其它地区的比较载于表 6。从比较数字可见，这项研究得出的估计膳食摄入量在其它地区的摄入量之间。

48. 不过，由于各项研究进行的时间不同，采用的研究方法、食物消费量数据收集方法和污染物分析方法各异，在处理低于检测限分析结果方面的做法不一，以及采用的毒性当量因子方案不同，在直接比较数据时，必须小心审慎。

表 6：二恶英和二恶英样多氯联苯膳食摄入量的比较

国家 / 地区	每月的膳食摄入量(皮克毒性当量 / 每公斤体重)	
	摄入量一般的人	摄入量高的人
美国 ¹⁹ (2001 年至 2004 年 总膳食研究)	18.2 ^{a b c}	
澳洲 ²⁰ (2004 年)	15.6(两岁及以上) ^{a d}	40.6(两岁及以上) (第 95 百分位) ^{a d}
香港*	21.92 ^c	59.65 (第 95 百分位) ^c
日本 ²¹ (2009 年)	25.2 ^e	
英国 ²² (2001 年总膳食研究)	27 (成年人) ^{a d}	51 (成年人) (第 97.5 百分位) ^{a d}
中国内地 ²³ (2000 年总膳食研究)	4.5 至 28.8 (成年男性) ^{a d}	
荷兰 ²⁰ (2001 年)	39 ^e	
芬兰 ²⁴ (1991 年至 1999 年)	55.5 (成年人) ^{a d}	
瑞典 ²⁴ (1999 年)	56.1 ^{a d}	

a 1998 年世卫订定的毒性当量因子数值。

b 只计算多氯二苯并对二恶英 / 多氯二苯并呋喃。

c 中位数值 — 假设低于检测限的结果为检测限的一半来计算。

d 上限值 — 假设低于检测限的结果为检测限来计算。

e 下限值 — 假设低于检测限的结果为 0 来计算。

* 今次研究的数据。

研究的局限

49. 碍于化验室资源有限，这项研究分析的样本数目不多，而且只选出可能含有二恶英的食物(主要是动物源性食物及其制品)进行测试，这样可能低估了二恶英的摄入量。至于研究的其它局限，载于有关研究方法的报告内。¹⁷

结论及建议

50. 摄入量一般的市民每月从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的分量为每公斤体重 21.92 皮克毒性当量，摄入量高的市民则为 59.65 皮克毒性当量，分别占暂定每月可容忍摄入量的 31.3% 和 85.2%，因此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。不过，二恶英和二恶英样多氯联苯会致癌，各界应致力减少市民从膳食摄入这两种物质的分量。

51. 动物源性食物，特别是鱼类、肉类和家禽，是市民摄入二恶英和二恶英样多氯联苯的最主要来源。

52. 我们应采取源头控制措施，预防和减少人体的摄入量。国际社会应致力减少二恶英的排放和对食物造成的污染，这一点对减少人体从膳食摄入二恶英和二恶英样多氯联苯十分重要。2006 年，食品法典委员会发出《预防和减少食物和饲料受二恶英和二恶英样多氯联苯污染的实务守则》(Code of Practice for the Prevention and Reduction of Dioxin and Dioxin-like PCB Contamination in Foods and Feeds)，为国家机构、农民，以及饲料和食品制造商提供有关预防措施的指引。⁶

53. 市民应去掉肉类的脂肪和食用低脂奶类制品，并应保持均衡及多元化的饮食，包括进食多种蔬果，避免因偏食某几类食物而摄入过量的二恶英和二恶英样多氯联苯。鱼类含有如奥米加-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。

54. 中心会继续监察食物的二恶英和二恶英样多氯联苯含量，以及市民从膳食摄入这两种物质的情况。

参考文件

- 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
- 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
- 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 环境保护署。《关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约》「香港特别行政区实施计划」。香港：环境保护署；2006年。网址：
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
- 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
- 17 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://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
- 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>

- ²⁰ 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>
- ²¹ 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>
- ²² 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
- ²³ 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
- ²⁴ 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

附录 1

世界卫生组织在 1998 年和 2005 年订定的二恶英和二恶英样多氯联苯毒性当量因子方案一览表

化合物		1998 年订定的 毒性当量因子 数值	2005 年订定的 毒性当量因子 数值
<u>多氯二苯并 对二恶英</u>	2,3,7,8-四氯二苯并对二恶英	1	1
	1,2,3,7,8-五氯二苯并对二恶英	1	1
	1,2,3,4,7,8-六氯二苯并对二恶英	0.1	0.1
	1,2,3,6,7,8-六氯二苯并对二恶英	0.1	0.1
	1,2,3,7,8,9-六氯二苯并对二恶英	0.1	0.1
	1,2,3,4,6,7,8-七氯二苯并对二恶英	0.01	0.01
	八氯二苯并对二恶英	0.0001	0.0003
<u>多氯二苯并 呋喃</u>	2,3,7,8-四氯二苯并呋喃	0.1	0.1
	1,2,3,7,8-五氯二苯并呋喃	0.05	0.03
	2,3,4,7,8-五氯二苯并呋喃	0.5	0.3
	1,2,3,4,7,8-六氯二苯并呋喃	0.1	0.1
	1,2,3,6,7,8-六氯二苯并呋喃	0.1	0.1
	1,2,3,7,8,9-六氯二苯并呋喃	0.1	0.1
	2,3,4,6,7,8-六氯二苯并呋喃	0.1	0.1
	1,2,3,4,6,7,8-七氯二苯并呋喃	0.01	0.01
	1,2,3,4,7,8,9-七氯二苯并呋喃	0.01	0.01
八氯二苯并呋喃	0.0001	0.0003	
<u>非邻位取代 的多氯联苯</u>	多氯联苯 77	0.0001	0.0001
	多氯联苯 81	0.0001	0.0003
	多氯联苯 126	0.1	0.1
	多氯联苯 169	0.01	0.03
<u>单邻位取代 的多氯联苯</u>	多氯联苯 105	0.0001	0.00003
	多氯联苯 114	0.0005	0.00003
	多氯联苯 118	0.0001	0.00003
	多氯联苯 123	0.0001	0.00003
	多氯联苯 156	0.0005	0.00003
	多氯联苯 157	0.0005	0.00003
	多氯联苯 167	0.00001	0.00003
	多氯联苯 189	0.0001	0.00003

经修订的毒性当量因子数值以粗体标示。

附录 2

香港首个总膳食研究所涵盖食物的二恶英和二恶英样多氯联苯含量(皮克毒性当量 / 克)

总膳食研究涵盖的食物	混合样本 数目	低于检测限的 检测结果所占 百分比(%)	平均值(皮克毒性当量 / 克) [范围] (检测不到=检测限的一半)	
谷物及谷物制品:	24	45	0.021	[0.007 – 0.085]
面条(中式或日式)			0.013	[0.007 – 0.018]
面条(西式)			0.021	[0.007 – 0.034]
即食面			0.015	[0.007 – 0.022]
面包(无馅)			0.009	[0.007 – 0.010]
提子包			0.012	[0.011 – 0.014]
菠蘿包			0.015	[0.009 – 0.021]
肠仔 / 火腿 / 午餐肉包			0.022	[0.020 – 0.023]
饼干			0.010	[0.010 – 0.011]
蛋糕 / 西饼			0.023	[0.013 – 0.033]
馅饼			0.026	[0.022 – 0.030]
中式饼点			0.079	[0.072 – 0.085]
油炸面团食品			0.010	[0.008 – 0.012]
肉類、家禽和野味及其制品:	24	23	0.091	[0.012 – 0.257]
牛肉			0.206	[0.155 – 0.257]
羊肉			0.064	[0.047 – 0.080]
猪肉			0.025	[0.019 – 0.030]
火腿			0.024	[0.012 – 0.037]
午餐肉			0.102	[0.048 – 0.157]
叉烧			0.055	[0.039 – 0.072]
烧肉			0.032	[0.024 – 0.040]
猪腩 / 猪肝			0.193	[0.147 – 0.239]
鸡肉			0.087	[0.087 – 0.088]
豉油鸡			0.117	[0.089 – 0.146]
烧鸭 / 烧鹅			0.147	[0.119 – 0.175]
肉肠			0.038	[0.026 – 0.049]

总膳食研究涵盖的食物	混合样本 数目	低于检测限的 检测结果所占 百分比(%)	平均值(皮克毒性当量 / 克) [范围] (检测不到=检测限的一半)	
蛋及蛋類制品:	6	16	0.137	[0.020 – 0.302]
鸡蛋			0.029	[0.020 – 0.037]
皮蛋			0.152	[0.137 – 0.168]
咸蛋			0.230	[0.159 – 0.302]
魚類和海产及其制品:	38	20	0.440	[0.009 – 1.270]
大头鱼			0.690	[0.662 – 0.719]
桂花鱼			1.056	[0.842 – 1.270]
鲩鱼			0.550	[0.462 – 0.638]
红衫			0.390	[0.329 – 0.452]
海斑			0.230	[0.186 – 0.275]
马头			0.352	[0.296 – 0.408]
鲳鱼(鯧鱼)			0.885	[0.789 – 0.982]
龍脷 / 挞沙			0.012	[0.009 – 0.014]
吞拿鱼 / 金枪鱼			0.044	[0.026 – 0.062]
乌头			0.520	[0.451 – 0.589]
三文鱼			0.783	[0.741 – 0.825]
黄花鱼			0.406	[0.372 – 0.440]
绞鲛鱼肉			0.381	[0.297 – 0.466]
鱼蛋 / 鱼片			0.035	[0.021 – 0.049]
虾			0.077	[0.050 – 0.103]
蟹			0.824	[0.585 – 1.063]
蚝			0.926	[0.871 – 0.980]
扇贝 / 带子			0.029	[0.029 – 0.029]
鱿鱼			0.169	[0.122 – 0.216]
乳類制品:	10	57	0.021	[0.007 – 0.072]
全脂奶			0.009	[0.007 – 0.012]
脱脂奶			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]
油脂類:	4	33	0.094	[0.011 – 0.282]
牛油			0.171	[0.059 – 0.282]
植物油			0.017	[0.011 – 0.023]

总膳食研究涵盖的食物	混合样本 数目	低于检测限的 检测结果所占 百分比(%)	平均值(皮克毒性当量 / 克) [范围] (检测不到=检测限的一半)	
不含酒精饮品:	6	58	0.011	[0.007 – 0.015]
奶茶			0.011	[0.009 – 0.012]
咖啡			0.011	[0.007 – 0.015]
麦芽饮品			0.012	[0.009 – 0.015]
混合食品:	22	40	0.018	[0.007 – 0.039]
烧卖			0.024	[0.021 – 0.027]
蒸饺子			0.022	[0.013 – 0.031]
煎饺子			0.020	[0.016 – 0.024]
云吞 / 水饺			0.027	[0.023 – 0.031]
叉烧包			0.014	[0.012 – 0.015]
萝卜糕			0.016	[0.013 – 0.018]
牛肉球			0.024	[0.020 – 0.028]
糉			0.030	[0.021 – 0.039]
肠粉(有馅)			0.009	[0.009 – 0.009]
中式汤水			0.007	[0.007 – 0.007]
汉堡包			0.011	[0.008 – 0.014]
其它:	8	53	0.013	[0.008 – 0.030]
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]
蚝油			0.013	[0.011 – 0.015]

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二恶英和二恶英样多氯联苯的分量

按年龄及性别划分的组别	每月的膳食摄入量 [#] (皮克毒性当量 / 每公斤体重)	
	摄入量一般的市民	摄入量高的市民 [@]
20 至 29 岁男性	17.81	45.91
20 至 29 岁女性	18.92	49.44
30 至 39 岁男性	20.74	53.73
30 至 39 岁女性	23.07	69.48
40 至 49 岁男性	21.56	53.26
40 至 49 岁女性	20.24	51.67
50 至 59 岁男性	23.73	60.68
50 至 59 岁女性	23.35	64.67
60 至 69 岁男性	26.25	73.49
60 至 69 岁女性	24.14	72.71
70 至 84 岁男性	24.15	64.47
70 至 84 岁女性	25.35	73.09
20 至 84 岁男性	21.86	58.91
20 至 84 岁女性	21.97	59.73
20 至 84 岁成年人	21.92	59.65

由于少于 60% 的分析结果低于检测限，所有低于检测限的结果全部设定为检测限的一半，以便计算估计摄入量。

@ 摄入量高的数值指摄入量在第 95 百分位的数值。