

風險評估研究
第二十四號報告書

化學物危害評估

中學生從食物攝取滴滴涕的情況

香港特別行政區政府
食物環境衛生署
食物安全中心
二零零六年七月

本報告書由香港特別行政區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，不得將本報告書所載全部或部分研究資料翻印，亦不得審訂或摘錄這些資料。若採用本報告書其他部分內容，須作出確認聲明。

通訊處：

香港金鐘道 66 號

金鐘道政府合署 43 樓

食物環境衛生署

食物安全中心

風險評估組

電子郵箱: enquiries@fehd.gov.hk

目錄

	<u>頁數</u>
摘要	2
目的	3
引言	3
研究範圍	8
研究方法	8
食物消費量數據	
抽取樣本方法	
化驗分析	
食物攝入量	
研究結果	9
食物消費量數據	
食物的滴滴涕含量	
從食物攝取滴滴涕的情況	
討論	12
研究的局限	16
結論及建議	17
參考文件	18
附件：六個食物類別的滴滴涕含量分布圖	20

風險評估研究

第二十四號報告書

中學生從食物攝取滴滴涕的情況

摘要

這項研究評估香港中學生從食物攝取滴滴涕（DDT）的情況，以及滴滴涕對健康帶來的風險。

我們利用二零零零年香港中學生食物消費量調查所得的食物消費量數據，以及在本港市面出售食物的樣本的滴滴涕含量資料，估計從食物攝取滴滴涕的情況。滴滴涕的化驗分析工作由食物安全中心食物研究化驗所進行。

攝取量一般和攝取量偏高的中學生，每天從膳食中攝取滴滴涕的分量，按每公斤體重計算，分別是 0.145 微克和 0.291 微克，遠低於聯合國糧食及農業組織 / 世界衛生組織農藥殘留聯合會議（JMPR）暫定的每日可容忍攝入量，即按每公斤體重計算為 10 微克。因此，我們的結論是，不論攝取量屬一般還是偏高的中學生，出現滴滴涕毒性的機會均不大。

研究結果亦顯示，「海產」類食物，特別是魚和蠔，是攝取滴滴涕的主要膳食來源。

滴滴涕無處不在，食物含小量滴滴涕似乎是無可避免。食物業界應遵守優良的務農規範和製造規範，盡量減低食物受滴滴涕污染的機會。市民亦應飲食均衡，以免因偏食幾類食物，尤其是含高動物脂肪的食物，導致過量攝取滴滴涕。

中學生從食物攝取滴滴涕的情況

目的

這項研究的目的，是評估香港中學生從食物攝取滴滴涕(DDT)的情況，以及滴滴涕對他們的健康帶來的風險。

引言

2. 由二十世紀初開始，化學品在農業和工業的應用逐漸普及。化學品的使用日增，令人關注化學污染物對環境和人類健康可能造成的影響。在這些化學污染物中，一組稱為「持久性有機污染物」的物質由於不易分解，可長時間存留在環境，以及在生物體內積累，所以特別令人關注。為了評估這種污染物對人體健康的影響，聯合國環境規劃署¹和世界衛生組織²(世衛)建議監察母乳的持久性有機污染物含量。香港亦曾進行相關的研究。

3. 香港母乳中持久性有機污染物的研究顯示，在一九九九至二零零零年度生育的香港母親，其乳汁樣本的滴滴涕含量，比較其他亞洲和歐洲國家的母乳樣本為高³，而世衛歐洲區域辦事處在二零零二至零三年度統籌的第三次母乳調查中，香港授乳母親的乳汁的滴滴涕含量，更是在參與調查的 26 個國家和地區中最高⁴。因此，有人關注從食物攝取滴滴涕對香港市民的健康或有潛在影響。由於食物被認為是一般人攝取滴滴涕的主要來源，食物環境衛生署(食環署)決定研究香港市民從食物攝取滴滴涕的情況。

滴滴涕的特性

4. 滴滴涕是一種活性範圍很廣泛的有機氯殺蟲劑^{5,6,7}。滴滴涕一詞一般是指對,對'-滴滴涕(*p,p'*-DDT)。商用滴滴涕除害劑或滴滴涕原體¹的主要

¹ 除害劑“原體”只含活性成分，以及在製造過程中產生的其他雜質。商用除害劑是經配製的除害劑，除了包含除害劑“原體”的活性成分外，還包含其他非活性成分，其形式適宜供最終的使用者使用。

成分一般是對,對'-滴滴涕(*p,p'*-DDT)(65至80%),另有小量化合物包括鄰,對'-滴滴涕(*o,p'*-DDT)(15至21%)、對,對'-二氯二苯基二氯乙烷(*p,p'*-DDD)(可達4%)等,以及污染物1-(對-氯苯基)-2,2,2-三氯乙醇(可達1.5%)。滴滴涕的其他形式包括鄰,對'-滴滴涕(*o,p'*-DDD),以及對,對'(*p,p'*)-及鄰,對'(*o,p'*)-二氯二苯基三氯乙烯(DDE),這些都是雜質或是滴滴涕原體的代謝物^{6,7}。在本報告中,「滴滴涕」一詞指滴滴涕(DDT)、滴滴伊(DDE)和滴滴滴(DDD)的所有對,對'(*p,p'*)-及鄰,對'(*o,p'*)異構體混合物。上述的滴滴涕化合物的化學屬性載於表1。

表 1：滴滴涕化合物的化學屬性

化合物	別名	化學式
'-滴滴涕 (<i>p'</i> -DDT)	4,4'-滴滴涕； 1,1,1-三氯-2,2-雙(-氯苯基)乙烷； 二氯二苯基三氯乙烷； 滴滴涕； 1,1'-(2,2,2-三氯亞乙基)雙(4-氯-苯)； α-α-雙(-氯苯基)-β,β,β-三氯乙烷	C ₁₄ H ₉ Cl ₅
'-滴滴伊 (<i>p'</i> -DDE)	4,4'-滴滴伊； 二氯二苯基二氯乙烯； 1,1-二氯-2,2-雙(-氯苯基)乙烯； 1,1'-(2,2-二氯亞乙基)雙(4-氯苯)； 滴滴伊	C ₁₄ H ₈ Cl ₄
'-滴滴滴 (<i>p'</i> -DDD)	4,4'-滴滴滴； 滴滴滴； 二氯二苯基二氯乙烷； 1,1-二氯-2,2-雙(-氯苯基)乙烷； 1,1-雙(4-氯苯基)-2,2-二氯乙烷； 滴滴滴(TDE)； 四氯二苯基乙烷	C ₁₄ H ₁₀ Cl ₄

5. 所有滴滴涕化合物都是無味道和幾乎無氣味的白色結晶體。滴滴涕在水中的氣味閾值為每升 0.35 毫克⁹。

6. 滴滴涕於一八七四年首次合成,及至一九三九年發現其除害特性後才被人使用。滴滴涕曾用作控制森林及農作物的昆蟲,例如棉花裏的紅鈴蟲、落葉類水果的蘋果蠹蛾、科羅拉多馬鈴薯甲蟲、歐洲玉米螟等。

滴滴涕亦曾用來控制家居害蟲，例如蚤、蛾、蝨等；也常用來控制由昆蟲傳播的疾病，例如瘧疾、傷寒、黃熱病及昏睡病^{5,6,7,8,9}。由於滴滴涕藥效顯著、持久力強、急性毒性低和成本廉宜，因此曾被廣泛使用⁷。

7. 另外，滴滴滴及滴滴伊都為滴滴涕的降解物。相對於滴滴涕，對,對'-滴滴滴(*p,p'*-DDD)較少被用作除害劑；鄰,對'-滴滴滴(*o,p'*-DDD)可用來治療腎上腺癌⁷；滴滴伊則未被應用。

8. 滴滴涕可經由其生產、運輸、應用和處置的過程進入環境。另一方面，另一種除害劑原體^a三氯剎蟎醇(dicofol)已證實含有對,對'-滴滴涕(*p,p'*-DDT)和對,對'-滴滴伊(*p,p'*-DDE)兩種污染物。滴滴涕經釋放後可存在於空氣、水和土壤中，亦可在空氣透過大氣光氧化作用、在水面或土壤表面經光解作用或生物降解而產生滴滴伊、滴滴滴及其他代謝物。滴滴涕及其代謝物其後會黏附在土壤表面或水中的粒子，最後成為沉澱物。此外，滴滴涕又可透過重複從土壤和水面揮發和沉積的循環，在大氣中遠距離傳送，由較溫暖的地區移往較寒冷的地區，這個過程稱為「全球蒸餾效應」。這個過程使滴滴涕在全球環境中重新分布，也令一些嚴格限制使用滴滴涕的地方發現滴滴涕代謝物。即使在使用 10 至 15 年後，仍有高達 50% 的滴滴涕殘留在土壤^{6,7,10}。

9. 由於滴滴涕的持久性高，而且具強烈親脂性，因此滴滴涕及其代謝物容易積存在生物的脂肪內，其含量亦沿著食物鏈逐漸增加。因此，高營養級的生物通常較低營養級的生物積存較多滴滴涕^{6,7,10}。

10. 經廣泛應用後，人類發現滴滴涕可持久地積存在環境中，不少國家自七十年代開始已禁止使用滴滴涕。此外，由於滴滴涕能在空氣和水中遠距離傳送，並可能對環境和人類健康帶來不良影響，全球對取締滴滴涕一事十分關注。聯合國環境規劃署理事會於一九九七年把滴滴涕界定為持久性有機污染物，並在二零零一年通過的《斯德哥爾摩公約》限制使用滴滴涕^{6,7}。根據《斯德哥爾摩公約》，除非公約的締約方按照世衛的建議及指引，使用滴滴涕來控制病媒，否則不得生產和使用滴滴涕。公約的締約方如欲在境內使用滴滴涕，亦須通知秘書處¹¹。

滴滴涕的毒性

動力學與新陳代謝

11. 食入滴滴涕後，滴滴涕會經由胃腸道慢慢被身體吸收。食物中的脂肪有助身體吸收小量滴滴涕。攝取的滴滴涕有些會轉為毒性較輕的滴滴

伊，繼而不會再轉化。所有組織都可積存滴滴涕及其主要代謝物滴滴伊，但由於滴滴涕和滴滴伊具強烈親脂性，因此通常積存於脂肪組織。不過，脂肪攝取滴滴涕的速度緩慢。在人體脂肪組織發現的對,對'-滴滴伊 (p,p' -DDE)，大部分是來自先前從食物攝取的滴滴涕。專家亦發現，當攝取速度不變，滴滴涕在脂肪組織中的水平將達到平衡^{6,8,9}。

12. 滴滴涕在人體內的解毒過程是，滴滴涕須先轉為滴滴伊，然後轉化成另一種水溶性物質，隨尿液排出，這是滴滴涕排出體外的主要途徑。滴滴涕整個排出體外過程緩慢，人類每天只能把貯存在體內約 1% 的滴滴涕排出。滴滴涕也可隨膽汁經糞便排出，及隨母乳或胎盤轉運排出^{6,8}。

急性效應

13. 滴滴涕會對神經系統造成急性影響。利用動物進行的實驗研究結果顯示，食入懸浮在水中或混在粉末中的滴滴涕，其半數致死量(LD₅₀)按動物每公斤體重計算，是 300 至 2 500 毫克，而食入油溶液中的滴滴涕，其半數致死量按動物每公斤體重計算，是 100 至 800 毫克。脂肪和油有助動物吸收滴滴涕，因而加強滴滴涕的毒性⁸。

14. 人類攝取滴滴涕後的中毒徵狀，視乎攝取的劑量而定。有報告指出，有些人一次食入的滴滴涕劑量，按每公斤體重計算達 10 毫克便可致病；達 16 毫克或以上便可出現抽搐。又有報告指，成人的死亡劑量大約為 30 克滴滴涕。最早出現的中毒症狀是口部和面部下半部分感覺過敏，然後是這些地方和舌頭感覺異常，接着是暈眩、客觀的平衡障礙、感覺異常、四肢震顫、精神混亂、不適、頭痛、疲勞和延遲嘔吐⁸。

15. 二零零零年，聯合國糧食及農業組織 / 世界衛生組織農藥殘留聯合會議(農藥殘留聯合會議)認為，雖然滴滴涕不再用於農務，但會長時間存留在環境，食物可能含有這種污染物。由於從膳食中攝取的滴滴涕含量，嚴重超出暫定每日可容忍攝入量以致出現急性中毒的機會不大，因此農藥殘留聯合會議沒有定下急性毒性參考劑量¹²。

基因毒性和致癌性

16. 滴滴涕不含基因毒性⁸。世衛的國際癌症研究機構評估了滴滴涕及其相關化合物的可致癌程度，指出有足夠證據證明這些物質會令實驗動物患癌，但暫時未有足夠證據證實會令人類患癌，並把滴滴涕列為第 2B 組 (或可能令人類患癌) 物質¹³。然而，農藥殘留聯合會議於二零零零年根據流行病學數據分析攝取滴滴涕與患癌風險的關係，所得結論是，人類如因工作長時間接觸滴滴涕原體，不能排除患胰臟癌的風險會增加¹²。

對生殖和致畸效應

17. 此外，有證據顯示，在實驗動物中，雄性幼犬在周產期攝取對,對'-滴滴伊(*p,p'*-DDE)後，生殖系統的發育受到影響。美國有毒物質和疾病登錄處（US Agency of Toxic Substances and Disease Registry）認為，滴滴涕複合物會損害多種動物的生殖及 / 或發育。根據觀察所得，滴滴涕相關化合物會激活雌激素受體和抑制雄激素受體，動物的生殖機能可能因而受到干擾。實驗研究發現，對,對'-滴滴伊(*p,p'*-DDE)屬抗雄激素，而鄰,對-滴滴涕(*o,p'*-DDT)屬雌激素。不過，根據目前有限的生殖效應資料，未能證實人類攝取滴滴涕與內分泌失衡、死胎、流產或胎膜過早穿破有關^{7,9,12}。

其他慢性效應

18. 大鼠如長期攝取滴滴涕，已證實會令肝臟受損^{7,9,12}。

安全參考攝入量

19. 二零零零年，農藥殘留聯合會議根據大鼠發育毒性的最大無不良作用劑量(即按每公斤體重計算每天最多可攝取 1 毫克)，以及安全系數 100^{9,12}，把每日可容忍攝入量暫定為按每公斤體重計算是 0.01 毫克。暫定每日可容忍攝入量是指估計人於一生中可攝取多少污染物而不致帶來明顯風險的劑量。攝入量高於暫定每日可容忍攝入量並不表示健康一定會受損。暫定每日可容忍攝入量着重於一生攝取的分量，只要並非長期超出，偶然高於可容忍水平也不會影響健康。

人類的攝取來源

20. 滴滴涕及其代謝物無處不在。一般人主要是從膳食中攝取滴滴涕，超過九成積存在體內的滴滴涕估計也是源自食物。含動物脂肪的食物(肉類、魚類和乳產品)是攝取滴滴涕和相關化合物的主要來源⁹。

21. 另一方面，由於大氣的滴滴涕含量極低，透過呼吸或皮膚接觸所攝取的滴滴涕分量微乎其微。此外，其水溶性很低，飲用食水只會攝取極微量的滴滴涕⁷。

研究範圍

22. 為評估從食物攝取滴滴涕的情況，這項研究包括六個主要食物類別，即(i)穀類及穀類食品；(ii)蔬菜；(iii)水果；(iv)肉類、家禽、蛋類及其製品；(v)海產，以及(vi)乳製品。我們是根據上述各類食物的滴滴涕含量和香港中學生的食物消費量模式，選出相關食物進行研究。

研究方法

食物消費量數據

23. 本報告採用的食物消費量數據，摘錄自食環署在二零零零年進行香港中學生食物消費量調查所得的數據。該項調查以分層三段抽樣法進行，抽樣範圍差不多遍及全港所有中學，當中包括 472 間中學，以及超過 38 萬名學生。參與調查的 967 名學生來自 27 間中學。學校回應率為 77%，學生回應率則為 96%。參與調查的學生，平均體重是 52.0 公斤¹⁴。

抽取樣本方法

24. 我們根據上述六個食物類別從本地市場蒐集食物樣本。所選的食品須與食物消費量調查的食品相配，而且亦是可能會含滴滴涕的食品。我們從不同來源隨機為每種食品蒐集三個樣本進行化驗分析。

化驗分析

25. 化驗分析工作由食物安全中心食物研究化驗所負責。所有食物樣本都是以可供食用的狀態來處理和分析，以便更能準確地評估滴滴涕的攝入量。我們把每種食物的三個樣本混合和拌勻成為混合樣本，然後用環己烷萃取混合樣本，再以凝膠滲透色譜儀淨化，以及用氣相色譜—質譜儀測定六個滴滴涕化合物含量。該六個滴滴涕化合物的檢測限，每個都是每公斤 1 微克(十億分率)。我們所採用的檢測限，與世界各地用以評估從食物攝取滴滴涕含量的檢測限相約，並較澳洲和新西蘭的總膳食研究所採用的檢測限為低。

26. 把六個滴滴涕化合物的含量相加起來，便得出每個混合樣本的滴滴涕含量。如分析值低於檢測限，食物樣本中滴滴涕含量的真正數值可能介乎零與檢測限值之間。當某個食物類別的大部分分析結果都低於檢測限時，如何處理這些分析結果尤其重要。雖然把所有分析值低於檢測限的樣本的滴滴涕含量假設為零並不恰當，但把檢測不到滴滴涕的樣本設定為檢測限值，則會過份高估從食物攝取滴滴涕的含量。在這項研究中，所有低於檢測限的分析結果，都設定為檢測限值的一半。由於食物中的污染物(包括滴滴涕)含量一般都按照對數正態的形式分布，因此，把所有檢測不到滴滴涕的樣本的分析結果設定為檢測限值的一半，屬於保守的做法，尤其是某些食物類別中大部分食品的滴滴涕含量都低於檢測限。

從食物攝取滴滴涕的情況

27. 我們綜合研究食物消費量數據和個別食物的滴滴涕含量，得出每天從個別食物攝取的滴滴涕含量。把從所有食物攝取滴滴涕的含量相加後，便得出每名中學生的總攝入量。每天攝入量的中位數代表攝入量屬一般的中學生，而每天攝入量是在百分位第 95 位的則代表攝入量偏高的中學生。

28. 我們然後把估計的攝入量，與農藥殘留聯合會議暫定的每日可容忍攝入量比較。

研究結果

食物消費量數據

29. 六種食物類別的食物消費量數據載於表 2。

表 2：中學生的食物消費量模式

食物類別	平均消費量 (克／每天)
穀類及穀類製品	478.0
蔬菜	295.3
水果	309.1
肉類、家禽、蛋類及其製品	203.7
海產	122.4
乳製品	143.2

食物的滴滴涕含量

30. 我們共抽取了 294 個食物樣本，並把這些樣本合併為 98 個混合樣本進行分析。分析結果載於表 3。

表 3：六種食物類別的滴滴涕含量

食物類別	混合樣本 數目	檢測不到 滴滴涕樣本 的百分比	含量中位數* (微克／公斤)
穀類及穀類製品	11	100	< 3
蔬菜	12	100	< 3
水果	7	100	< 3
肉類、家禽、蛋類及其製品	33	88	< 3
海產	30	33	13.8
乳製品	5	100	< 3

* 如分析值低於檢測限，六個滴滴涕化合物的分析結果各設定為檢測限值的一半，即每公斤 0.5 微克。

31. 我們發現只有「肉類、家禽、蛋類及其製品」和「海產」兩個食物類別的樣本含有滴滴涕。不同食物類別的滴滴涕含量分布圖載於附件。

從食物攝取滴滴涕的情況

一般中學生

32. 一般中學生每天從食物攝取滴滴涕的分量，按每公斤體重計算，估計是 **0.145 微克**。他們主要是從海產攝取滴滴涕，佔總攝入量的 39%。從不同食物類別攝取滴滴涕的情況載於表 4。

表 4：一般中學生從食物攝取滴滴涕的分量

食物類別	每天從食物攝取滴滴涕的分量 (微克)(按每公斤體重計算) (佔總攝入量的百分比)	
	穀類及穀類食品	0.029
蔬菜	0.018	(12%)
水果	0.019	(13%)
肉類、家禽、蛋類及其製品	0.014	(10%)
海產	0.057	(39%)
乳製品	0.009	(6%)
總數	0.145	(100%)

攝入量偏高的中學生

33. 我們作進一步分析，以評估攝入量偏高的中學生可能面對的風險。我們以中學生攝入量是百分位第 95 位的代表攝入量偏高，每天從食物攝取滴滴涕的分量，按每公斤體重計算，估計是 **0.291 微克** (表 5)。

表 5：農藥殘留聯合會議訂定的暫定每日可容忍攝入量與一般中學生和攝入量偏高的中學生從食物攝取滴滴涕的分量比較

農藥殘留聯合會議暫定每日可容忍攝入量 (微克) (按每公斤體重計算)	每天攝入量(微克)(按每公斤體重計算) (暫定每天可容忍攝入量的百分比)	
	一般中學生	攝入量偏高的中學生
10	0.145 (1.5%)	0.291 (2.9%)

討論

從食物攝取滴滴涕的情況

34. 攝入量一般和攝入量偏高的中學生，每天從食物攝入滴滴涕的分量，按每公斤體重計算，估計分別是 0.145 微克和 0.291 微克，即分別是暫定每日可容忍攝入量的 1.5% 和 2.9%，此分量均遠低於農藥殘留聯合會議暫定的每日可容忍攝入量。

35. 根據上述估計，攝入量一般和攝入量偏高的中學生受滴滴涕毒性影響的機會都不大。

檢測不到滴滴涕數值的影響

36. 在這項研究中，我們把所有低於檢測限的分析值，設定為檢測限值的一半。不過，食物樣本中滴滴涕含量的真值可以是在零與檢測限值之間。為了處理這個不明確的情況，我們為每個食物樣本的滴滴涕含量作出上限估量和下限估量。上限估量是把低於檢測限值的分析值設定為檢測限值；下限估量則把低於檢測限值的分析值設定為零。

37. 我們根據上限和下限估量，計算從食物中攝取滴滴涕的分量。攝入量一般和攝入量偏高的中學生，每天攝入滴滴涕的分量，按每公斤體重計算，分別是介乎 0.053 微克(下限估量)與 0.238 微克(上限估量)之間，以及介乎 0.128 微克(下限估量)與 0.475 微克(上限估量)之間，即分別是暫定每日可容忍攝入量的 0.5% 至 2.4%，以及 1.3% 至 4.8% 之間。

攝取滴滴涕的主要膳食來源

38. 這項研究結果顯示，「海產」類食物是攝取滴滴涕的主要膳食來源，佔總攝入量的 39%；而魚和蠔更是重要的攝取來源。這項結果與內地的總膳食研究所得的結果吻合，即在各類食物中，海產食物(33%)是攝入滴滴涕的主要來源¹⁵。

39. 雖然魚的滴滴涕含量並非最高(含量中位數為每公斤 22.3 微克)，但由於中學生吃魚較多，魚成為從膳食中攝入滴滴涕的最大來源，佔總膳食攝入量 18%。不同品種的魚的滴滴涕含量和其化合物的分布都各有不同。

40. 蠓的滴滴涕含量最高(每公斤 269.5 微克)。從蠓攝取的滴滴涕，佔總膳食攝入量 14%，而蠓是「海產」類食物中攝取滴滴涕的主要來源之一。

41. 雖然這項研究並無發現「穀類及穀類製品」含滴滴涕殘餘，但由於這類食品的食用量相當高，加上本研究採用保守的方法(即把未能檢測的數值定為檢測限值的一半)，因此「穀類及穀類製品」成為攝取滴滴涕的其中一個主要來源。

食物中的滴滴涕化合物分布情況

42. 對,對'-滴滴伊 (p,p' -DDE)是對,對'-滴滴涕 (p,p' -DDT)的主要代謝物，是檢測食物樣本中最常發現的殘餘，因為環境中的滴滴涕大部分降解為較穩定的滴滴伊，而滴滴涕則通常轉化為其他化合物。此結果與近期的海外研究結果一致^{16,17}。另一方面，雖然很多國家(包括內地)已禁止使用滴滴涕，但在部分海產樣本中仍發現有小量對,對'-滴滴涕 (p,p' -DDT)。原因可能是(i)滴滴涕可長時間存留在環境；(ii)滴滴涕可從曾經使用過的地方傳送到其他遙遠的國界；(iii)可在多個國家(包括內地)使用的除害劑三氯刺蟻醇 (dicofol)，已證實含有對,對'-滴滴涕 (p,p' -DDT)和對,對'-滴滴伊 (p,p' -DDE)等污染物(表 6)。

表 6：檢測出含滴滴涕化合物的樣本數目和含量

化合物	檢測出含殘餘的食物類別	混合樣本數目	檢測出含殘餘的樣本數目百分比	含量中位數(微克/公斤)
鄰,對'-滴滴涕 (o,p' -DDD)	肉類、家禽、蛋類及其製品	33	0	<檢測限
	海產	30	7	<檢測限
對,對'-滴滴涕 (p,p' -DDD)	肉類、家禽、蛋類及其製品	33	3	<檢測限
	海產	30	40	<檢測限
鄰,對'-滴滴伊 (o,p' -DDE)	肉類、家禽、蛋類及其製品	33	0	<檢測限
	海產	30	0	<檢測限
對,對'-滴滴伊 (p,p' -DDE)	肉類、家禽、蛋類及其製品	33	12	<檢測限
	海產	30	67	6.5
鄰,對'-滴滴涕 (o,p' -DDT)	肉類、家禽、蛋類及其製品	33	0	<檢測限
	海產	30	10	<檢測限
對,對'-滴滴涕 (p,p' -DDT)	肉類、家禽、蛋類及其製品	33	0	<檢測限
	海產	30	33	<檢測限

食物加工的影響

43. 研究文獻載述，烘焙、煎炸、烤焗、煙燻，以及用微波爐烹煮魚類和肉類製品，都能減低滴滴涕的總含量，而在家中自行製作罐頭茄膏的

過程也可減低蕃茄中的對,對'-滴滴涕(p,p' -DDT)含量。研究亦顯示,對,對'-滴滴涕(p,p' -DDT)會因受熱而分解,但對,對'-滴滴伊(p,p' -DDE)或對,對'-滴滴滴(p,p' -DDD)則不會⁷。在這項研究中,所有食物樣本都是以可供食用的狀態來處理和分析,因此我們已考慮到烹煮對滴滴涕含量的影響。

與外國研究結果比較

44. 一九九零至二零零零年間,世界各地進行從膳食中攝取滴滴涕的研究結果的摘要載列在表 7。

45. 與其他國家例如澳洲¹⁸、加拿大¹⁹、日本²⁰、新西蘭²¹、泰國²²、英國²³和美國²⁴的研究結果比較,香港中學生從食物中攝取滴滴涕的分量相對較高。此正可能解釋其他研究結果,即香港授乳母親的乳汁的滴滴涕含量,比較其他國家的高⁴。不過,攝入量一般和攝入量偏高的中學生,從膳食中攝取滴滴涕的分量,則遠低於農藥殘留聯合會議暫定的每日可容忍攝入量。因此,他們受滴滴涕毒性影響的機會不大。

46. 不過,在直接比較不同的研究數據時,必須小心謹慎,因為這些研究有許多不同的地方:包括進行日期、研究方法、食物類別分類方法、蒐集食物消費量數據的方法、分析滴滴涕的方法、如何處理在檢測限以下的分析結果,以及研究中所包括滴滴涕化合物的數目。

表 7：滴滴涕平均每日攝入量的比較

地方	每人每日從食物攝取到滴滴涕分量的平均數(微克) (每日按每公斤體重計算)
澳洲 ¹⁸	0.0005-0.0006 [*]
加拿大 ¹⁹	0.00244 [†]
中國內地 ¹⁷	0.04 [‡]
香港 [§]	0.145 [*]
日本 ²⁰	0.006 [‡]
新西蘭 ²¹	0.0170-0.0216 [*]
泰國 ²²	0.005 [†]
英國 ²³	0.005 [‡]
美國 ²⁴	0.1 [*]

* 滴滴涕總含量是鄰,對'-滴滴涕(*o,p'*-DDD), 對,對'-滴滴涕(*p,p'*-DDD), 鄰,對'-滴滴伊(*o,p'*-DDE), 對,對'-滴滴伊(*p,p'*-DDE), 對,對'-滴滴涕(*p,p'*-DDT)和鄰,對'-滴滴涕(*o,p'*-DDT)含量的總和。

† 該研究並沒有顯示滴滴涕總含量所包含的滴滴涕化合物的種類和數目。

‡ 滴滴涕總含量是對,對'-滴滴涕(*p,p'*-DDD), 對,對'-滴滴伊(*p,p'*-DDE), 對,對'-滴滴涕(*p,p'*-DDT)和鄰,對'-滴滴涕(*o,p'*-DDT)含量的總和。

§ 香港人攝取滴滴涕的數據是節錄自這項研究。

攝取滴滴涕的其他來源

47. 除食物外，我們也會從空氣和水攝取滴滴涕。環境保護署曾對香港環境空氣中存在的持久性有機污染物進行初步研究，發現在二零零零 / 二零零一年冬季期間，空氣中的滴滴涕及其代謝物的總含量介乎低於檢測限至每立方米含 0.154 納克之間²⁵。另一方面，水務署報告指，在二零零四年四月至二零零五年三月期間，香港食水的滴滴涕含量低於每升 0.5 微克，遠低於世衛於一九九三年所訂的指引，即每升 2 微克²⁶。假設一名體重 60 公斤的成年人每天呼吸 20 立方米空氣和每天喝 2 升水，按每公斤體重計算，他每天從空氣和食水中攝取滴滴涕的分量，估計分別是 0.051 納克和 0.017 微克。這與研究文獻記載的資料吻合，即食物是攝取滴滴涕的主要來源。即使把從食物和食水的攝入量計算，從飲食所攝取的滴滴涕分量仍遠低於暫定每日可容忍攝入量。

監控措施

48. 全面減少攝取滴滴涕的主要措施是環境監控，此涉及世界各國共同努力去制訂規管和其他機制，確保滴滴涕只限用於病媒控制方面；使用合適的替代品、方法和策略取代使用滴滴涕；加強醫護服務，以減低由媒傳疾病的發生率，目標為了減少和最終排除滴滴涕的使用。

49. 國際間於二零零一年，採納關於持久性有機污染物的《斯德哥爾摩公約》，此國際公約旨在限制和最終消除持久性有機污染物(包括滴滴涕)的生產、使用、排放和貯存。由二零零四年起，這項公約適用於中國，包括香港特別行政區。

50. 根據《斯德哥爾摩公約》，除非公約的締約方按照世衛的有關使用滴滴涕的建議及指引使用來控制病媒，否則不得生產和使用滴滴涕。公約的締約方如欲在境內使用滴滴涕，必須向秘書處提供其使用分量和使用條件的資料，並須依循公約所列建議，目標是減少和最終杜絕使用滴滴涕。該締約方大會將與世衛協商，根據現有的科學、技術、環境和經濟資料，定期評估是否需要繼續使用滴滴涕來控制病媒¹¹。

51. 根據香港法例第 133 章《除害劑條例》，當局已於一九八七年十二月三十一日取消滴滴涕的註冊。滴滴涕不再是香港准許使用的除害劑，內地亦已禁用。

52. 在食物安全方面，滴滴涕已納入食物安全中心定期進行的食物監察計劃。食品法典委員會亦已就食品中的滴滴涕含量訂出再殘留限量(EMRL)。我們認為，定期進行總膳食研究，有助監察市民攝取持久性有機污染物(包括滴滴涕)的情況。

研究的局限

53. 蒐集食物消費量資料的方法，或會影響評估從食物攝取滴滴涕的準確程度。食物消費量調查是利用食物頻率問卷，蒐集中學生食物消費量模式的資料。雖然問卷內容十分全面，但始終未能涵蓋每一種食物，而其中有些可能是與攝取滴滴涕的情況有關。此外，我們現時只有中學生食物消費量模式的資料。

54. 我們把每種食物的三個樣本合併為一個混合樣本進行化驗，雖然這項研究已採取了近 300 個樣本，但是若對每種食物抽取更多樣本作化驗，便更能準確評估該種食物的滴滴涕平均含量。不過，我們亦要考慮到所需資源和擬包括的食物種類數目。

結論及建議

55. 攝入量一般和攝入量偏高的中學生，每天從食物中攝取滴滴涕的分量，按每公斤體重計算，分別是 0.145 微克和 0.291 微克，遠低於農藥殘留聯合會議暫定的每日可容忍攝入量。因此，我們的結論是，攝入量一般和攝入量偏高的中學生，受滴滴涕毒性影響的機會都不大。

56. 「海產」類食物，特別是魚和蠔，是攝取滴滴涕的主要來源。

57. 食物被視為是一般人攝取滴滴涕的主要來源。滴滴涕無處不在，食物含小量滴滴涕似乎是無可避免。不過，食物業界應遵守優良的務農和製造規範，盡量減低食物受滴滴涕污染的機會。

58. 有報告指含動物脂肪的食物(例如肉類、魚和乳製品)是攝取滴滴涕和相關化合物的主要來源，而這項研究發現海產是攝取滴滴涕的主要來源。因此，市民應飲食均衡，以免因偏食幾類食物，尤其是含動物脂肪的食物，導致過量攝取滴滴涕。

參考文件

- ¹ United Nation Environment Programme Chemicals. Guidance for a global monitoring programme on persistent organic pollutants (1st edition). Geneva: UNEP; 2004.
- ² World Health Organization. Biomonitoring of human milk for persistent organic pollutants (POPs). [cited 5 Jan 2006] Available from: URL: <http://www.who.int/foodsafety/chem/pops/en/index.html>
- ³ Wong CKC, Leung KM, Poon BHT. and Wong MH. Organochlorine hydrocarbons in human breast milk collected in Hong Kong and Guangzhou. Archives of Environmental Contamination Toxicology 2002; 43: 364-372.
- ⁴ Wong MH, Leung AOW, Chan JKY and Choi MPK. A review on the usage of POP pesticides in China, with emphasis on DDT loadings in human milk. Chemosphere 2005; 60: 740-752.
- ⁵ World Health Organization / Food and Agriculture Organization. Data Sheets on Pesticides No. 21 – DDT. WHO/FAO; December 1976. [cited 6 Jan 2006] Available from: URL: http://www.inchem.org/documents/pds/pds/pest21_e.htm
- ⁶ World Health Organization Regional Office for Europe. Joint WHO/Convention Task Force on the Health Aspects of Air Pollution – health risks of persistent organic pollutants from long-range transboundary air pollution. Geneva: WHO; 2003.
- ⁷ The U.S. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological profile for DDT, DDE and DDD. Atlanta; Department of Health and Human Services; September 2002. [cited 10 Aug 2005] Available from: URL: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp35.html>
- ⁸ International Programme on Chemical Safety. DDT: Poison Information Monograph 127. Geneva: WHO; 1999. [cited 20 Sep 2004] Available from: URL: <http://www.inchem.org/documents/pims/chemical/pim127.htm>
- ⁹ World Health Organization. DDT and its derivatives in drinking-water – background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. Geneva: WHO; 2004.
- ¹⁰ International Programme on Chemical Safety. A review of selected persistent organic pollutants. IPCS; December 1995.
- ¹¹ Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POPs). Convention text. Available from: URL: <http://www.pops.int/default.htm>
- ¹² JMPR. Pesticide residues in food 2000: DDT. Available from: URL: <http://www.inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v00pr03.htm>
- ¹³ International Agency for Research on Cancer. DDT and associated compounds: Vol. 53. Lyon: IARC; 1991. [cited 1 Apr 2002] Available from: URL: <http://www-cie.iarc.fr/htdocs/monographs/vol53/04-ddt.htm>
- ¹⁴ FEHD. Food Consumption Survey 2000. Hong Kong: FEHD; 2001.
- ¹⁵ 趙雲峰、吳永寧、王緒卿等。中國居民膳食中農藥殘留的研究。中華流行病學雜誌，

2003 ; 24(3) : 661-4 ◦

¹⁶ Cressey, PJ and Vannoort, RW. Pesticide content of infant formulae and weaning foods available in New Zealand. *Food Additives and Contaminants* 2003; 20(1): 57-64.

¹⁷ Zhong W, Xu D, Chai Z and Mao X. 2001 survey of organochlorine pesticides in retail milk from Beijing, P. R. China. *Food Additives and Contaminants* 2003; 20(3): 254-258.

¹⁸ Food Standards Australia New Zealand. 20th Australian Total Diet Studies. Canberra: FSANZ; 2003.

¹⁹ Health Canada. Average dietary intakes (ng/kg bw/day) of pesticide residues for Canadians in different age-sex groups from the 1993 to 1996 total diet study. [cited 4 Jul 2005] Available from: URL: http://www.hc-sc.gc.ca/fn-an/surveill/total-diet/intake-apport/pesticide_intake-apport_pesticide_93-96_e.html

²⁰ Maitani, T. Evaluation of exposure to chemical substances through foods – exposure to pesticides, heavy metals, dioxins, acrylamide and food additives in Japan. *Journal of Health Science* 2004; 50(3): 205-209.

²¹ New Zealand Food Safety Authority. 2003/04 New Zealand total diet study – agricultural residues, selected contaminants and nutrients. Wellington: NZFSA; December 2005.

²² Vongbuddhapitak A et al. Dietary exposure of Thais to pesticides during 1989-1996. *Journal of AOAC International* 2002; 85(1): 134-140.

²³ UK Committee on Toxicity of Chemicals in Food, Consumer Products and the Environment. Risk assessment of mixtures of pesticides and similar substances. London: UK FSA; September 2002.

²⁴ Dougherty, CP et al. Dietary exposures to food contaminants across the United States. *Environmental Research Section A* 2000; 84: 170-185.

²⁵ Louie PKK and Sin DW. A preliminary investigation of persistent organic pollutants in ambient air in Hong Kong. *Chemosphere* 2003; 52:1397-1403.

²⁶ Water Supplies Department. Drinking water quality for the period May 2004 - March 2005. Hong Kong: WSD; 2005. [cited 16 Sep 2005] Available from: URL: http://www.wsd.gov.hk/en/html/pdf/wq/drinking_b-e.pdf

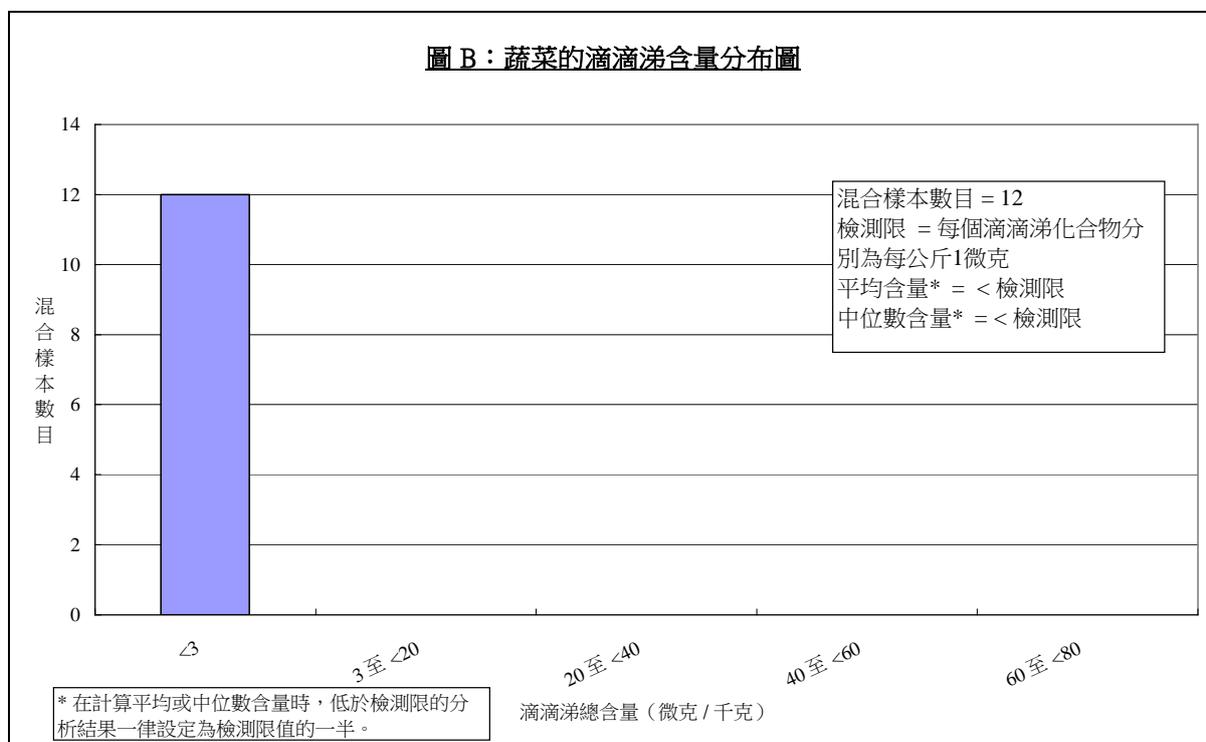
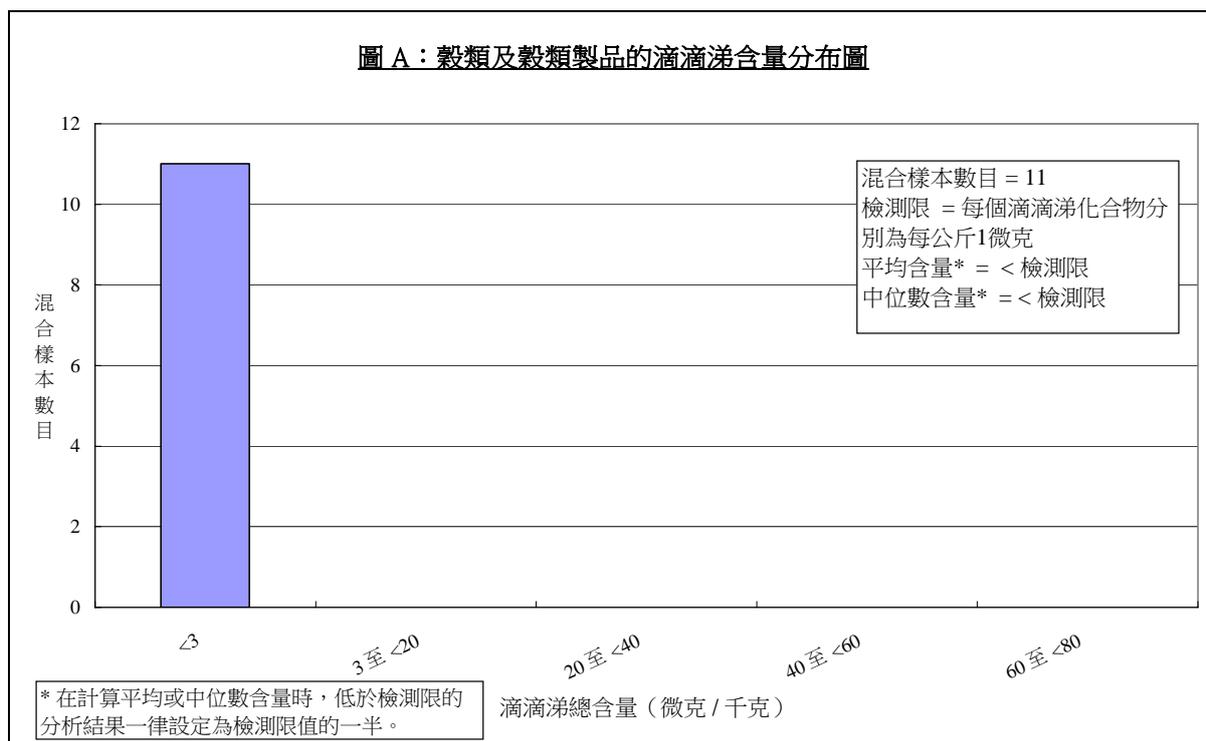


圖 C：水果的滴滴涕含量分布圖

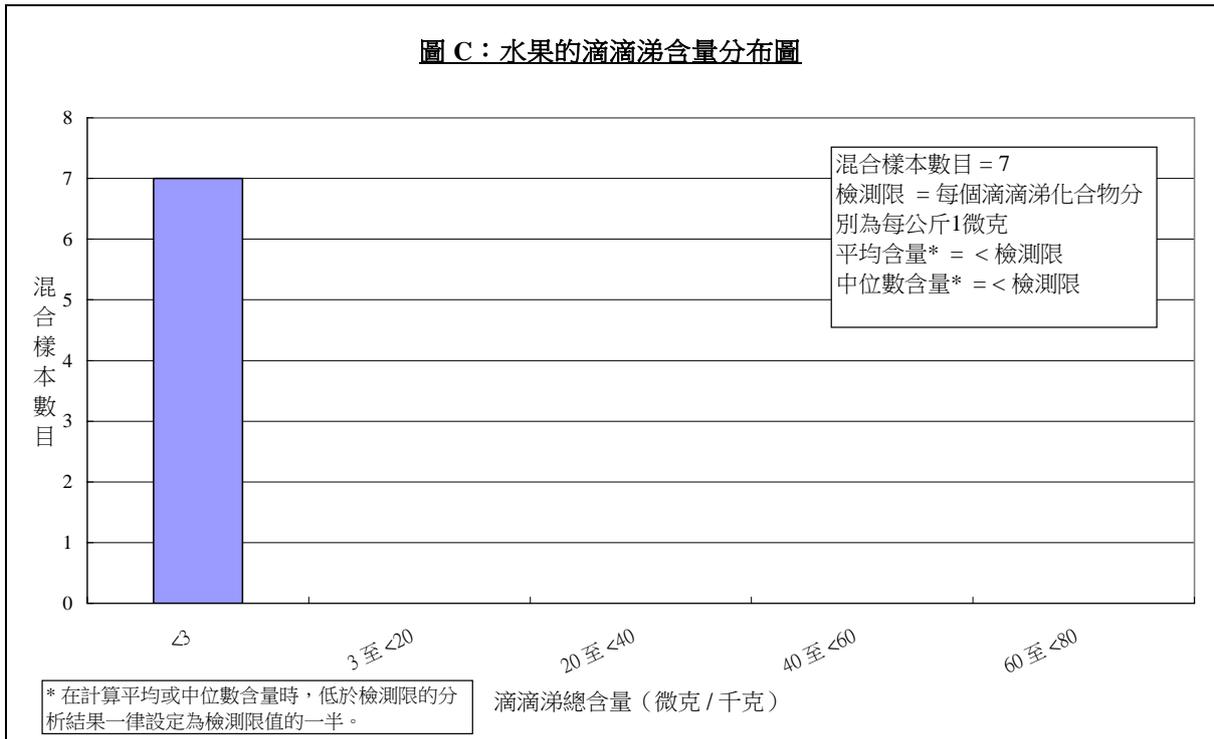
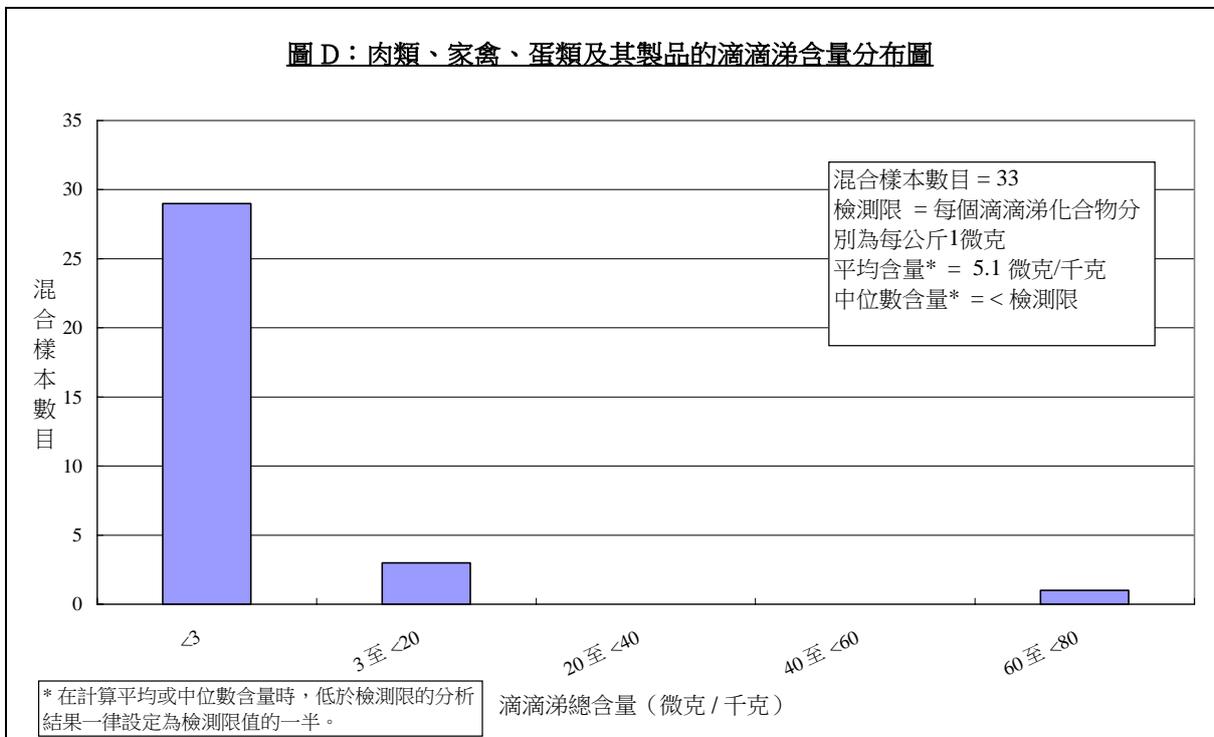
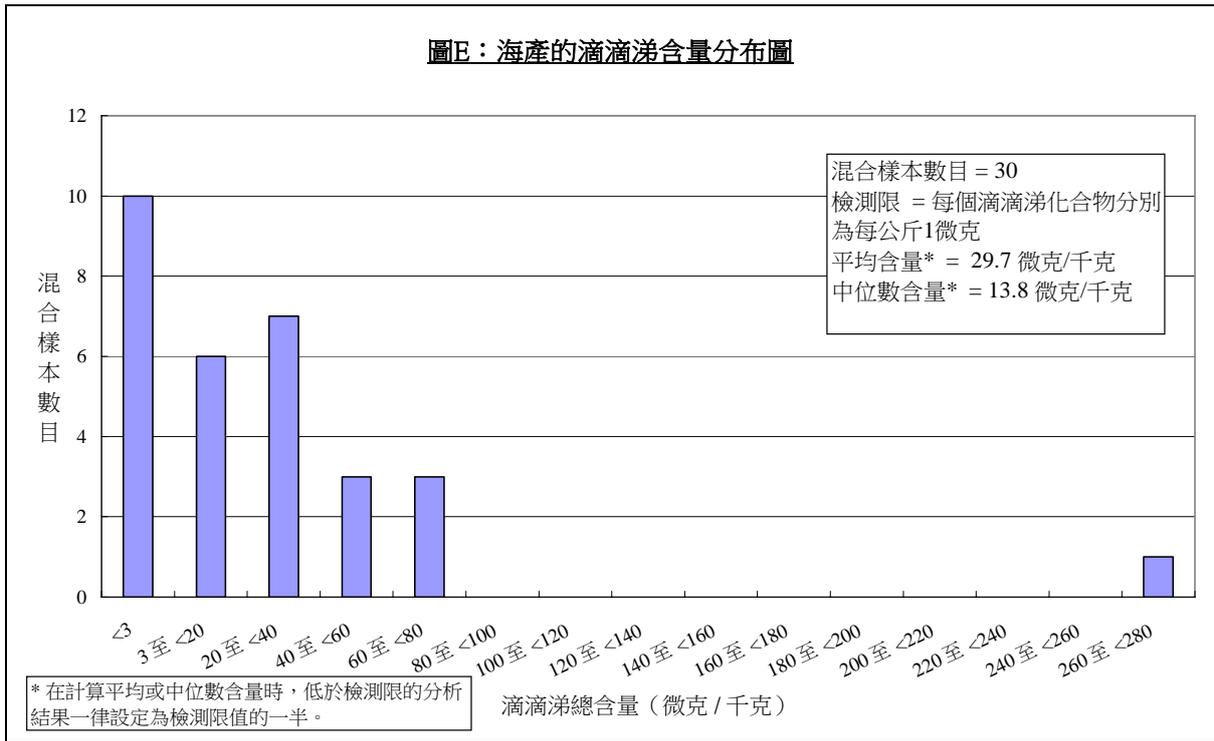


圖 D：肉類、家禽、蛋類及其製品的滴滴涕含量分布圖



圖E：海產的滴滴涕含量分布圖



圖F：乳製品的滴滴涕含量分布圖

