

風險評估研究

第 71 號報告書

化學物危害評估

食物中的甲氧滴滴涕

香港特別行政區政府  
食物環境衛生署  
食物安全中心  
2023 年 10 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>
摘要	2
目的	4
背景	4
含甲氧滴滴涕的食物	5
毒性	6
健康參考值	8
規管	8
研究範圍	10
研究方法及化驗分析	10
研究方法	10
化驗分析	11
分析值低於檢測限的處理方法	11
結果及討論	11
甲氧滴滴涕含量	11
從膳食攝入甲氧滴滴涕的分量	12
主要膳食來源	12
研究的不確定因素和局限	12
結論及建議	12
參考資料	13
附錄	17
本研究收集所得的食物樣本檢測到的甲氧滴滴涕 平均含量（微克 / 公斤）	17

# 食物中的甲氧滴滴涕

## 摘要

甲氧滴滴涕是一種有機氯除害劑，主要用於農作物和禽畜，作為殺蟲劑以防止蟲害。這種物質可長時間在環境中存留，極具遠距離環境遷移的潛力。甲氧滴滴涕具在魚類體內積聚的潛力；然而這種物質在人體內則可透過脫甲基化作用迅速代謝成為酚類代謝物，然後被排出體外，因此甲氧滴滴涕不會在人體內積聚。

2. 甲氧滴滴涕不具基因毒性，也不會導致實驗動物致癌。在實驗哺乳類動物中，從膳食攝入甲氧滴滴涕導致急性中毒的機會不大，其慢性毒性主要影響神經、內分泌和生殖系統。

3. 聯合國糧食及農業組織 / 世界衛生組織農藥殘留聯席會議於 1965 年和 1977 年評估食物中甲氧滴滴涕的毒性，並訂定甲氧滴滴涕的每日可攝入量為每公斤體重 0 至 100 微克。

4. 這項研究旨在(i)檢測本地所售食物的甲氧滴滴涕含量；(ii)估算本港成年人從膳食攝入甲氧滴滴涕的分量；以及(iii)評估相關的健康風險。

## 研究方法

5. 這項研究在本地零售市場共採集 300 個不同食物樣本(涵蓋 100 種食品)，主要根據有關食物在本地受歡迎的程度、文獻所載該等食物的甲氧滴滴涕含量，以及本地市場的供應情況等選取樣本。這些樣本分作 14 個食物組別，即“穀物和穀物製品”、“蔬菜”、“水果”、“堅果和種子類食品”、“肉類和內臟”、“蛋和蛋類製品”、“奶和奶類製品”、“魚類”、“魚類製品”、“甲殼類和軟體類動物”、“油脂”、“飲品”、“香草和香料”，以及“蜂蜜”。

## 結果

6. 所有樣本均沒有驗出甲氧滴滴涕，在這項研究的化學測試中，甲氧滴滴涕的檢測限為每公斤 0.1 微克。

7. 所有樣本的甲氧滴滴涕平均含量下限和上限分別為每公斤 0 微克和每公斤 0.1 微克。

8. 本地成年人從膳食攝入甲氧滴滴涕的分量，以攝入量一般的成年人來說，估計攝入量下限和上限分別為每日每公斤體重 0 微克和每日每公

斤體重 0.002283 微克，而攝入量高(第 90 百分位)的成年人，估計攝入量下限和上限則分別為每日每公斤體重 0 微克和每日每公斤體重 0.003608 微克。上述膳食攝入量均遠低於每日每公斤體重 100 微克，顯示對於攝入量一般和攝入量高的成年人來說，在一般食用情況下因攝入甲氧滴滴涕而對健康造成不良影響的機會不大。

9. 由於所有樣本的測試結果均低於檢測限，因此未能反映從個別食物組別攝入的甲氧滴滴涕佔整體攝入量的實際比重。

## 結論及建議

10. 在這項研究中，所有樣本都沒有驗出甲氧滴滴涕，其檢測限為每公斤 0.1 微克。從本港成年人甲氧滴滴涕的推算膳食攝入量顯示，目前香港成年人從膳食攝入甲氧滴滴涕的分量，不會引起健康問題。

11. 在香港，食物中的除害劑殘餘，包括甲氧滴滴涕殘餘受《食物內除害劑殘餘規例》(第 132CM 章)規管。就《規例》附表 1 沒有指明的最高殘餘限量／最高再殘餘限量的除害劑殘餘而言，《規例》規定，除獲豁免除害劑外，只有在食用有關食物不會危害或損害健康的情況下，才可進口或售賣。食物安全中心會根據風險評估確定食用有關食物會否危害或損害健康。食物安全中心一直密切留意國際間的最新規管發展，並會因應需要適時檢討規管標準。

12. 根據這項研究的結果，就目前甲氧滴滴涕的膳食攝入量而言，市民無須改變基本的健康飲食習慣。市民應保持均衡和多元化的飲食，包括進食各類蔬果。

## 風險評估研究

### 食物中的甲氧滴滴涕

#### 目的

這項研究旨在(i)檢測本地所售食物的甲氧滴滴涕含量；(ii)估算本港成年人從膳食攝入甲氧滴滴涕的分量；以及(iii)評估相關的健康風險。

#### 背景

2. 甲氧滴滴涕是一種有機氯除害劑，用以替代其結構類似物滴滴涕(圖 1)<sup>1</sup>。甲氧滴滴涕和滴滴涕的作用機制都是鈉離子通道調節，但甲氧滴滴涕在環境中的殘留期較滴滴涕短，對人類的毒性也較滴滴涕低。此外，甲氧滴滴涕不會像滴滴涕般在哺乳類動物體內積聚<sup>2、3</sup>。

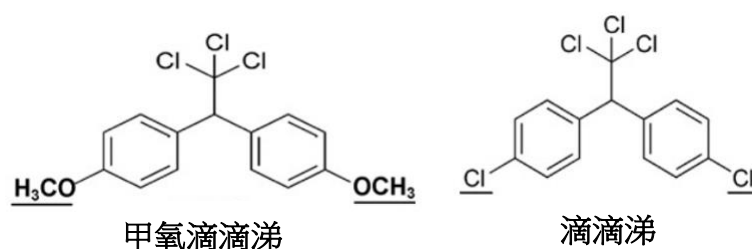


圖 1. 甲氧滴滴涕和滴滴涕的一般結構。滴滴涕劃上底線的氯原子在甲氧滴滴涕換成甲氧基的基團。

3. 甲氧滴滴涕主要用作殺蟲劑，以防止常見於雜糧作物、蔬菜、水果、儲存穀物、禽畜和家居寵物的多種害蟲包括家蠅、蚊子、蟑螂、恙蟎以及各類節肢動物。這種物質通常會被溶解於石油基液體中，並以噴霧劑使用。甲氧滴滴涕並非天然存在於環境中，這種物質被釋出到環境中主要是因為其於農作物和禽畜用作除害劑的使用<sup>1、4</sup>。

4. 雖然甲氧滴滴涕在環境中的殘留期較滴滴涕短，但其在泥土及沉積物的殘餘仍然值得關注。此外，甲氧滴滴涕極具遠距離環境遷移的潛力。甲氧滴滴涕不僅在城市、郊區，以及於農業活動中使用甲氧滴滴涕除害劑的地區等環境中被檢測到，在遠離任何釋放源頭的南北極地區亦被發現。另外，甲氧滴滴涕會令水生生物中毒及具在魚類體內積聚的潛力。在實驗動物中，甲氧滴滴涕及其代謝物還可干擾內分泌及影響其生殖能力<sup>1</sup>。

5. 由於甲氧滴滴涕對人類健康和環境的影響引起關注，甲氧滴滴涕於

2000 年代在不少地方包括美國和歐盟成員國已被停止作除害劑使用<sup>1、5</sup>。在 2021 年，聯合國環境規劃署轄下《關於持久性有機污染物的斯德哥爾摩公約》的持久性有機污染物審查委員會表示，由於甲氧滴滴涕可遠距離環境遷移，甲氧滴滴涕有機會對人類健康和環境造成重大不利影響，因此需要對其採取全球行動<sup>6</sup>。

## 含甲氧滴滴涕的食物

6. 一般人可通過進食受污染的食物或飲用受污染的食水攝入甲氧滴滴涕<sup>1、7</sup>。

7. 甲氧滴滴涕曾於多種食物包括奶類製品、穀物和穀物製品、蔬菜以及水果被驗出。根據歐洲食品安全局於 2018 年的研究，甲氧滴滴涕於一個馬脂肪樣本和四個咖啡豆樣本(從巴西、埃塞俄比亞、秘魯和烏干達進口)被測定，其含量介乎每公斤 10 微克至 50 微克(定量限為每公斤 10 微克)，研究所得的結論是短期從膳食中攝入甲氧滴滴涕理應不會影響進食者的健康<sup>1、8</sup>。

8. 2014 年 9 月，有研究人員研究加納庫馬西市農場三種不同蔬菜，即生菜、洋蔥和椰菜的有機氯除害劑殘餘含量。這些蔬菜的甲氧滴滴涕平均含量介乎每公斤 9 微克至 184 微克。有關的測定含量高於歐盟就這些蔬菜訂定的每公斤 10 微克的最高殘餘限量。不過，歐盟規定的甲氧滴滴涕最高殘餘限量並非基於特定風險，而是歐盟法律所規定的預設分析測定下限。從這些蔬菜的甲氧滴滴涕測定含量所推算的每日攝入量並沒有超過美國國家環保局訂定的每日每公斤 5 微克的每日可攝入量。因此，有關含量沒有對市民構成已知的風險<sup>9</sup>。

9. 在另一項研究中，研究人員在 2017 年 11 月至 2018 年 1 月於尼日利亞西南部採集的莧菜和凹槽南瓜作甲氧滴滴涕測試。結果發現，莧菜的甲氧滴滴涕平均含量為每公斤乾重  $4590 \pm 2774$  微克，而凹槽南瓜的甲氧滴滴涕平均含量則為每公斤乾重  $6223 \pm 2489$  微克。根據影響生殖和發育的參考劑量(每日每公斤 5 微克)，有關研究估計這些蔬菜對進食者有潛在風險。研究報告指出蔬菜被驗出有機氯除害劑殘餘也許因農民以被污染的河水灌溉。報告亦指出污染可能是來自種植蔬菜的土壤，也可能是由其他地方施用於農作物的有機氯除害劑的遠距離環境遷移所致<sup>10</sup>。

10. 根據持久性有機污染物審查委員會於 2021 年的報告，甲氧滴滴涕曾在地表水、地下水和食水被驗出。雖然甲氧滴滴涕已被淘汰多年，但歐洲和加拿大的地表水以及法國的地下水仍驗出含有甲氧滴滴涕。北極的



一個湖泊、範圍覆蓋北太平洋至北冰洋區域的表層海水，以及斯洛伐克的食水亦驗出含有甲氧滴滴涕。對於進食大量產自受甲氧滴滴涕污染水域的魚類和海鮮的人，其甲氧滴滴涕的攝入量可能會較高<sup>1</sup>。

## 毒性

11. 有關甲氧滴滴涕對健康的影響的研究主要是以技術級別的甲氧滴滴涕進行，技術級別的甲氧滴滴涕一般含有約八成至九成的甲氧滴滴涕，其餘部分則由五十多種相關的化合物組成<sup>4</sup>。

### 毒物代謝動力學

12. 在實驗哺乳類動物中，甲氧滴滴涕在攝入後會被吸收並分布於身體各組織，通常以脂肪內的含量最高。甲氧滴滴涕會迅速經肝臟代謝，其母體化合物或代謝物都不會積聚在脂肪或其他組織內。甲氧滴滴涕主要透過脫甲基化作用代謝成為酚類代謝物，而脫氯反應和脫氯化氫反應則較少發生。大部分攝入劑量會隨糞便排出，因此甲氧滴滴涕不會在體內積聚。甲氧滴滴涕在人類的毒物代謝動力學，預期與其從哺乳類實驗動物觀察到的毒物代謝動力學相似<sup>1、4</sup>。

### 急性毒性

13. 從膳食攝入甲氧滴滴涕引致急性中毒的機會偏低。大鼠的口服半數致死劑量超過每公斤體重 3 000 000 微克<sup>11、12</sup>。在實驗哺乳類動物中，從膳食攝入甲氧滴滴涕對肝臟造成的影響輕微。攝入大量甲氧滴滴涕的急性中毒徵狀，包括中樞神經系統受抑壓、逐漸變得虛弱和腹瀉<sup>13</sup>。

### 慢性毒性

14. 甲氧滴滴涕不具基因毒性，也不會導致實驗動物致癌。哺乳類實驗動物長期從膳食攝入甲氧滴滴涕，肝臟、腎臟、體重和神經系統會受到影響<sup>13</sup>。有關研究結果顯示，甲氧滴滴涕可能影響神經系統、干擾內分泌和損害生殖系統<sup>1、7、14</sup>。

### 神經系統

15. 動物研究顯示，攝入較高分量的甲氧滴滴涕可對神經系統造成影響，例如情緒忐忑不安、精神緊張、唾液增加、運動能力下降、顫抖、抽搐和死亡。導致大鼠運動能力下降的最低不良作用劑量據報為每日每公斤體重 2 500 000 微克，而引起顫抖的則為每日每公斤體重 3 000 000 微

克<sup>4</sup>。至於肝功能受損的人，攝入較低分量的甲氧滴滴涕亦可能導致神經系統受損。即使沒有經過新陳代謝過程，甲氧滴滴涕本身也是一種神經毒素<sup>1</sup>。

### 內分泌系統和生殖系統

16. 甲氧滴滴涕可在體內代謝為兩種脫甲基化合物(2,2-雙-(對羥苯基)-1,1,1-三氯乙烷(HPTE)和 2,2-雙-(對羥苯基)-1,1,1-二氯乙烷(HPDE))和兩種 O 環甲基化合物。這些代謝物可與雌激素和雄激素受體結合。因此，甲氧滴滴涕可能損害生殖功能<sup>1、5、15</sup>。

17. 根據有關甲氧滴滴涕如何影響處於青春期的雌性恆河猴的研究，甲氧滴滴涕可提高血清雌激素活性，導致第二性徵提前出現、皮膚發紅和腫脹、乳頭發育遲緩，而經過八個月的恢復期後，卵巢囊腫 / 腫塊的發病率有所上升<sup>16</sup>。

18. 從服用甲氧滴滴涕的兔子，可觀察到胎孩過度損失(流產)；從透過管飼法攝入甲氧滴滴涕的大鼠，則可觀察到其後代的骨骼受到影響。另外，動物長期攝入甲氧滴滴涕，會使胎兒中毒的情況增加，亦會影響後代的生殖系統發育，令其生育率下降<sup>13</sup>。動物和體外研究資料均顯示，甲氧滴滴涕可能會對人類生殖系統的發育、組織和功能產生不利影響。觀察所得的生殖效應亦顯示雌激素或雄激素的正常作用受到干擾<sup>1</sup>。

### 流行病學研究

19. 流行病學研究顯示，攝入甲氧滴滴涕與白血病和乳癌發病率可能有關聯。不過，由於有關研究涉及多種除害劑和多項風險因素，故無法據此就這些關係得出明確結論<sup>1</sup>。

20. 一項有關巴西成年人的流行病學研究發現，攝入有機氯除害劑對男性和女性的影響不同。攝入較高濃度的甲氧滴滴涕與女性總 T3 水平上升有顯著關聯。從男性血清中檢出的甲氧滴滴涕數量與抗甲狀腺素氧化酶水平大於 10 活力單位 / 毫升的機率顯著上升之間存在有統計意義的關聯，而抗甲狀腺素氧化酶水平可能是衡量甲狀腺損傷或炎症的有效指標<sup>1、17</sup>。

## 健康參考值

21. 聯合國糧食及農業組織 / 世界衛生組織農藥殘留聯席會議(聯席會議)於 1965 年和 1977 年評估食物中甲氧滴滴涕的毒性<sup>11、12</sup>。
22. 聯席會議訂定甲氧滴滴涕的每日可攝入量為每公斤體重 0 至 100 微克<sup>11、12</sup>。

## 規管

### 食品法典委員會

23. 食品法典委員會沒有就食物中的甲氧滴滴涕訂定最高殘餘限量 / 最高再殘餘限量。

### 歐盟

24. 在歐盟，甲氧滴滴涕於 2002 年不被批准作為植物保護產品的活性物質。含有甲氧滴滴涕的植物保護產品自 2003 年已被撤銷授權。
25. 根據歐盟委員會規例第 149/2008 號，歐盟規定的最高殘餘限量約有 370 項，包括規定新鮮水果、蔬菜、堅果和真菌的甲氧滴滴涕最高殘餘限量為每公斤 10 微克，以及規定茶、蛇麻子和香料的甲氧滴滴涕最高殘餘限量為每公斤 100 微克。值得注意的是，歐盟規定的甲氧滴滴涕最高殘餘限量是基於預設最低分析測定下限，而非基於特定風險<sup>1、18</sup>。

### 美國

26. 根據 2004 年有關甲氧滴滴涕重新註冊資格的決議，美國國家環保局裁定甲氧滴滴涕不可重新註冊。甲氧滴滴涕的註冊技術資料已於 2003 年全部刪去，所有容許量亦已撤銷<sup>1、5</sup>。
27. 美國過去曾就農產品中的甲氧滴滴涕制定 79 項容許量，為每公斤 1 000 微克至 100 000 微克<sup>3</sup>，但由於所有含甲氧滴滴涕除害劑的註冊已被暫停或取消，也沒有充分數據顯示這類除害劑安全，因此甲氧滴滴涕的殘留容許量於 2002 年全部撤銷。美國國家環保局亦已決定無需評估甲氧滴滴涕產品的風險，因為甲氧滴滴涕不設容許量和所有其餘產品均已暫停使用<sup>5、19</sup>。

## 澳洲

28. 在澳洲，唯一的甲氧滴滴涕產品註冊已於 1987 年終止。《2019 年農業及獸醫用化學物守則(最高殘餘限量標準)文件》載有於 2023 年 1 月 20 日修訂並生效的有關法例文本，根據該文件，初級飼料的甲氧滴滴涕最高再殘餘限量為每公斤 1 000 微克，而最高再殘餘限量適用於來自環境(包括以往的農業用途)的除害劑殘餘，但不包括直接或間接用於食物、農產品或動物飼料的化學品<sup>1、20</sup>。

## 內地

29. 自 1990 年代，甲氧滴滴涕在內地已被停止註冊成為除害劑。根據《食品安全國家標準 食品中農藥最大殘留限量》(GB 2763-2021)，約有 30 項甲氧滴滴涕在各類食物包括新鮮水果、蔬菜和堅果的最高殘餘限量，為每公斤 10 微克<sup>1、21</sup>。

## 其他國家

30. 挪威和加拿大在 2000 年代已不再為甲氧滴滴涕的使用註冊，而白俄羅斯和埃及亦已於 1990 年代禁止把甲氧滴滴涕用作殺蟲劑。摩納哥、卡塔爾、韓國、巴勒斯坦國、泰國和哥斯達黎加現時亦沒有使用甲氧滴滴涕。此外，甲氧滴滴涕已在土耳其、幾內亞、印尼、毛里塔尼亞、阿曼、沙特阿拉伯和加納禁止使用。在墨西哥，甲氧滴滴涕於 1991 年 8 月起列為受限制除害劑，只有在經訓練的獲授權人員監督下才可使用。<sup>1</sup>。

31. 在 2022 年 1 月，持久性有機污染物審查委員會決定向締約方大會提出建議，表示該委員會考慮把甲氧滴滴涕列入《斯德哥爾摩公約》附件 A 而不會給予特別豁免。該公約是國際條約，旨在保護人類健康和環境，以免受到持久性有機污染物的危害。這些化學品長期持續存於環境中，並廣泛分布各處，可在人類和野生生物脂肪組織中積聚，損害人類健康或環境。一旦甲氧滴滴涕被列入該公約後，締約各方必須採取措施，取締甲氧滴滴涕的生產和使用<sup>22</sup>。

## 本港的情況

32. 在香港，除害劑的處理事宜須受《除害劑條例》(第 133 章)規管。根據該條例，只有在本港註冊的除害劑，方可在境內按照除害劑牌照的規定分銷和使用。個別產品如含有已註冊的活性成分，並符合詳載於《除害劑註冊紀錄冊》的活性成分指明最高濃度及核准劑型，則無須註冊。

33. 《除害劑註冊紀錄冊》分為兩部分，第 I 部載列即用型家用除害劑，第 II 部則載列其他所有除害劑。現時，甲氧滴滴涕在《除害劑註冊紀錄冊》第 I 部中被列為活性成分。其允許的供應和零售配方和最大濃度分別為氣霧劑和 3% 重量體積比<sup>23</sup>。

34. 《食物內除害劑殘餘規例》(第 132CM 章)(《規例》)在 2014 年 8 月 1 日生效。《規例》旨在加強規管食物內的除害劑殘餘，以保障公眾健康。《規例》的附表 1 列明某些除害劑－食物組合的最高殘餘限量 / 最高再殘餘限量(即指明食品中允許的指明除害劑殘餘的最高濃度)。食物中的除害劑殘餘水平不得超過附表 1 訂明的最高殘餘限量 / 最高再殘餘限量。至於附表 1 沒有訂明最高殘餘限量 / 最高再殘餘限量的除害劑殘餘，《規例》訂明，除獲豁免除害劑外，食物必須在食物安全中心(食安中心)按風險評估確定食用後不會危害或損害健康，方可進口或售賣<sup>24</sup>。

35. 根據《規例》，甲氧滴滴涕沒有被列在附表 1 中，亦沒有被列為獲豁免除害劑。因此，食安中心會根據本港市民的進食模式和可用的安全參考值，對食物樣本檢出的甲氧滴滴涕水平進行風險評估，以保障本港市民的健康<sup>24</sup>。

## 研究範圍

36. 這項研究主要根據食物在本港成年人當中的受歡迎程度、文獻所載該等食物的甲氧滴滴涕含量，以及取樣期間本地市場的供應情況，抽取食物樣本進行分析，從而估算本港成年人從膳食攝入甲氧滴滴涕的分量。這些樣本分作 14 個食物組別，即“穀物和穀物製品”、“蔬菜”、“水果”、“堅果和種子類食品”、“肉類和內臟”、“蛋和蛋類製品”、“奶和奶類製品”、“魚類”、“魚類製品”、“甲殼類和軟體類動物”、“油脂”、“飲品”、“香草和香料”，以及“蜂蜜”。

## 研究方法及化驗分析

### 研究方法

37. 這次研究的樣本於 2022 年 7 月至 12 月收集作化驗分析，收集地點包括街市、網上購物平台、實體超級市場、雜貨店等不同零售點，有關食品載列於**附錄**。這項研究只分析樣本的可食用部分。食物樣本均處理至食用狀態，然後才進行化學分析。我們把化驗分析的結果，以及 2018 至 2020 年第二次全港性食物消費量調查所得的食物消費量資料，綜合計算出本港成年人經膳食攝入甲氧滴滴涕的分量<sup>25</sup>。

38. 我們利用食安中心自行研發，名為攝入量評估系統的網絡電腦系統，評估經膳食攝入甲氧滴滴涕的分量。這項研究分別以經膳食攝入甲氧

滴滴涕的分量的平均值和第 90 百分位的數值，作為攝入量一般和攝入量高的市民的數值。

## 化驗分析

39. 食安中心的食物研究化驗所負責化驗工作，分析樣本的甲氧滴滴涕含量。

40. 食安中心利用氣相色譜串聯質譜法，分析食物樣本的甲氧滴滴涕含量。化驗人員首先秤取一定重量的樣本，然後定量添加穩定同位素標記的甲氧滴滴涕。樣本接著加入水、乙腈和甲酸的混合物，以垂直振盪方式萃取，然後在有機乙腈層中加入緩衝鹽混合物進行鹽析。有機萃取物再以分散固相萃取方式淨化。淨化後的樣本溶液經濃縮後加入異辛烷便可以利用儀器進行分析。甲氧滴滴涕的檢測限為每公斤 0.1 微克。

## 分析值低於檢測限的處理方法

41. 這項研究採用下限值和上限值的方式處理分析結果。就含量下限而言，低於檢測限的結果全部設定為零；至於含量上限，低於檢測限的結果全部設定為檢測限值。這種以下限值和上限值處理分析結果的方式，是考慮到分析結果若低於檢測限時，真正數值實際上可處於零至檢測限之間。下限假設食物樣本不含有關化學物，而上限則假設食物樣本所含化學物的分量為檢測限值。採用下限值和上限值方式處理分析結果，可把兩種極端情況互相比較。這項研究亦計算了食物中甲氧滴滴涕含量的中間值，方法是把低於檢測限的結果設定為檢測限的一半<sup>26</sup>。

## 結果及討論 甲氧滴滴涕含量

42. 經分析後發現，全部 300 個樣本均沒有驗出甲氧滴滴涕。在這項研究的化學測試中，甲氧滴滴涕的檢測限為每公斤 0.1 微克。

43. 全部樣本的甲氧滴滴涕平均含量下限為每公斤 0 微克，中間值為每公斤 0.05 微克，而上限則為每公斤 0.1 微克。各類食物樣本的甲氧滴滴涕平均含量載於**附錄**。

44. 各食物組別中甲氧滴滴涕平均含量的計算方法，是把同一組別內所有食物樣本的甲氧滴滴涕總含量除以該組別的樣本數目。假設所有樣本含有最高分量的甲氧滴滴涕，即每公斤 0.1 微克，各個組別的甲氧滴滴涕平均含量為每公斤 0.1 微克。

## 從膳食攝入甲氧滴滴涕的分量

45. 本地成年人從膳食攝入甲氧滴滴涕的分量，以攝入量一般的成年人來說，估計攝入量下限和上限分別為每日每公斤體重 0 微克和每日每公斤體重 0.002283 微克，而攝入量高(第 90 百分位)的成年人，估計攝入量下限和上限則分別為每日每公斤體重 0 微克和每日每公斤體重 0.003608 微克。上述膳食攝入量遠低於聯席會議訂定的每日可攝入量每公斤體重 100 微克，顯示對於攝入量一般和攝入量高的成年人來說，在一般食用情況下因攝入甲氧滴滴涕而對健康造成不良影響的機會不大。

## 主要膳食來源

46. 由於所有樣本的測試結果均低於檢測限，因此未能反映從個別食物組別攝入的甲氧滴滴涕佔整體攝入量的實際比重。

## 研究的不確定因素和局限

47. 雖然檢測分析的樣本愈多，對攝入量的估算會愈精確，但礙於資源有限，化驗工作必須有所取捨。因此，這項研究只選取一些較常食用和據報較有可能含甲氧滴滴涕的食物作為樣本。此外，研究結果只能概略反映本地某些食物在某一時間的甲氧滴滴涕含量。

## 結論及建議

48. 在這項研究中，全部 300 個樣本沒有驗出甲氧滴滴涕，檢測限為每公斤 0.1 微克。計算所得本港成年人的甲氧滴滴涕估計膳食攝入量顯示，目前香港成年人從膳食攝入甲氧滴滴涕的分量，不會引起健康問題。

49. 在香港，食物中的除害劑殘餘，包括甲氧滴滴涕殘餘受《食物內除害劑殘餘規例》(第 132CM 章)規管。就《規例》附表 1 沒有指明的最高殘餘限量／最高再殘餘限量的除害劑殘餘而言，《規例》規定，除獲豁免除害劑外，只有在食用有關食物不會危害或損害健康的情況下，才可進口或售賣。食安中心會根據風險評估確定食用有關食物會否危害或損害健康。食安中心一直密切留意國際間的最新規管發展，並會因應需要適時檢討規管標準。

50. 根據這項研究的結果，就甲氧滴滴涕的膳食攝入量而言，並無充分理據建議市民改變基本的健康飲食習慣。市民應保持均衡和多元化的飲食，包括進食各類蔬果，以免因偏吃某幾類食品而過量攝入任何污染物。

## 參考資料

---

<sup>1</sup> United Nations. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Report of the Persistent Organic Pollutants Review Committee on the work of its sixteenth meeting: Risk profile for methoxychlor. UNEP/POPS/POPRC.16/9/Add.1. 2021.

<http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC16/Overview/tabid/8472/Default.aspx>

<sup>2</sup> Insecticide Resistance Action Committee. The IRAC Mode of Action Classification Online. (引用日期：2023年3月30日)

<https://irac-online.org/mode-of-action/classification-online>

<sup>3</sup> Blum JL, Nyagode BA, James MO, Denslow ND. Effects of the pesticide methoxychlor on gene expression in the liver and testes of the male largemouth bass (*Micropterus salmoides*). *Aquat Toxicol.* 2008 Mar; 86(4):459-69.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3004021/pdf/nihms243579.pdf>

<sup>4</sup> U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service. Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR). Toxicological Profile for Methoxychlor. 2002.

<https://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp47.pdf>

<sup>5</sup> U.S. Environmental Protection Agency (EPA). Methoxychlor Reregistration Eligibility Decision (RED). EPA 738-R-04-010. 2004.

[https://archive.epa.gov/pesticides/reregistration/web/html/methoxychlor\\_red.html](https://archive.epa.gov/pesticides/reregistration/web/html/methoxychlor_red.html)

<sup>6</sup> United Nations Environmental Programme. Stockholm Convention. Invitation for information and comments following the decisions taken by the Persistent Organic Pollutants Review Committee at its sixteenth meeting (POPRC-16). 2021.

<http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC16/POPRC16Followup/tabid/8748/Default.aspx>

<sup>7</sup> World Health Organization. Methoxychlor in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality. WHO/SDE/WSH/03.04/105. 2004.

[https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/methoxychlor.pdf?sfvrsn=10e4ad65\\_4](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/methoxychlor.pdf?sfvrsn=10e4ad65_4)



- <sup>8</sup> European Food Safety Authority (EFSA), Medina-Pastor P, Triacchini G. The 2018 European Union report on pesticide residues in food. *EFSA Journal*. 2020 Feb;18(4):6057. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2020.6057>
- <sup>9</sup> Bolor VK, Boadi NO, Borquaye LS and Afful S. Human risk assessment of organochlorine pesticide residues in vegetables from Kumasi, Ghana. *Hindawi, Journal of Chemistry*, 2018 May. Article ID 3269065. <https://downloads.hindawi.com/journals/jchem/2018/3269065.pdf>
- <sup>10</sup> Adeleye AO, Sosan MB, Oyekunle JAO. Occurrence and Human Health Risk of Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT) and Hexachlorocyclohexane (HCH) Pesticide Residues in Commonly Consumed Vegetables in Southwestern Nigeria. *J. Health Pollut.* 2019 Sept;9(23):190909. <https://meridian.allenpress.com/jhp/article/9/23/190909/445463/Occurrence-and-Human-Health-Risk-of>
- <sup>11</sup> Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization. Evaluation of the toxicity of pesticide residues in Food. Methoxychlor. 1965. <https://inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v065pr31.htm>
- <sup>12</sup> Food and Agriculture Organization of the United Nations, World Health Organization. Pesticide residues in Food. Methoxychlor. 1977. <https://inchem.org/documents/jmpr/jmpmono/v077pr37.htm>
- <sup>13</sup> U.S. Environmental Protection Agency. Methoxychlor. 72-43-5. 2000. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-09/documents/methoxychlor.pdf>
- <sup>14</sup> World Health Organisation, International Agency for research on cancer (IARC). IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risks to humans. Overall Evaluations of Carcinogenicity: An Updating of IARC Monographs volumes 1 to 42. Supplement No. 7. 1987. <https://publications.iarc.fr/Book-And-Report-Series/Iarc-Monographs-Supplements/Overall-Evaluations-Of-Carcinogenicity-An-Updating-Of-IARC-Monographs-Volumes-1%E2%80%9342-1987>
- <sup>15</sup> Chen G. Methoxychlor. Reference Module in Biomedical Sciences. *Encyclopedia of Toxicology* (Third edition), 2014 Apr; Pages 254-5. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123864543001627?via%3Dihub>

- <sup>16</sup> Golub MS, Hogrefe CE, Germann SL, Lasley BL, Natarajan K and Tarantal AF. Effects of Exogenous Estrogenic Agents on Pubertal Growth and Reproductive System Maturation in Female Rhesus Monkeys. *Toxicol Sci.* 2003 July;74(1): 103-13.  
<https://www.semanticscholar.org/paper/Effects-of-exogenous-estrogenic-agents-on-pubertal-Golub-Hogrefe/a7deb64482d2e79d90b7ab3f7aae94750045e986>
- <sup>17</sup> Freire C, Koifman RJ, Sarcinelli PN, Simoes Rosa AC, Clapauch R, Koifman S. Long-term exposure to organochlorine pesticides and thyroid status in adults in a heavily contaminated area in Brazil. *Environ Res.* 2013 Nov;127:7-15.
- <sup>18</sup> European Commission. EU Pesticides Database – MRLs. Methoxychlor.  
[https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/mrls/details?lg\\_code=EN&pest\\_res\\_id\\_list=158&product\\_id\\_list=](https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/start/screen/mrls/details?lg_code=EN&pest_res_id_list=158&product_id_list=)
- <sup>19</sup> U.S. Environmental Protection Agency. 40 CFR Part 180 Methoxychlor; Tolerance Revocations. *Federal Register:* July 17, 2002; 67(137): 46906-9.  
<https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2002-07-17/pdf/FR-2002-07-17.pdf>
- <sup>20</sup> Agricultural and Veterinary Chemicals Code (MRL Standard) Instrument 2019.  
<https://www.legislation.gov.au/Details/F2021C00087>
- <sup>21</sup> 中華人民共和國國家衛生健康委員會、農業農村部及國家市場監督管理總局。《食品安全國家標準 食品中農藥最大殘留限量》(GB 2763-2021)。2021年3月；178-9。  
<http://www.chinapesticide.org.cn/oldfile/181729272s82.pdf>
- <sup>22</sup> United Nations. Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants. Decision: Methoxychlor. POPRC-17/1. Feb 2022.  
<http://chm.pops.int/TheConvention/POPsReviewCommittee/Meetings/POPRC17/Overview/tabid/8900/Default.aspx>
- <sup>23</sup> 香港特別行政區政府漁農自然護理署。除害劑。《除害劑的監管及有關資訊》。  
[https://www.afcd.gov.hk/tc\\_chi/quarantine/qua\\_pesticide/qua\\_pes\\_pes/qua\\_pes\\_pes\\_prc.html](https://www.afcd.gov.hk/tc_chi/quarantine/qua_pesticide/qua_pes_pes/qua_pes_pes_prc.html)

<sup>24</sup> 香港特別行政區政府食物環境衛生署。食物規例 / 指引。《食物內除害劑殘餘規例》。

[https://www.cfs.gov.hk/tc\\_chi/whatsnew/whatsnew\\_fstr/whatsnew\\_fstr\\_21\\_Pesticide.html](https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/whatsnew/whatsnew_fstr/whatsnew_fstr_21_Pesticide.html)

<sup>25</sup> 香港特別行政區政府食物環境衛生署食物安全中心。《第二次全港性食物消費量調查報告書》。2021年6月。

[https://www.cfs.gov.hk/tc\\_chi/programme/programme\\_firm/files/2nd\\_FCS\\_Report\\_29\\_Jun\\_2021.pdf](https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_firm/files/2nd_FCS_Report_29_Jun_2021.pdf)

<sup>26</sup> World Health Organization (WHO). Environmental Health Criteria 240. Principles and Methods for the Risk Assessment of Chemicals in Food. Chapter 6: Dietary Exposure Assessment for Chemicals in Food. 6.5.4 Handling results below the LOD or LOQ.

[https://incchem.org/documents/ehc/ehc/ehc240\\_chapter6.pdf](https://incchem.org/documents/ehc/ehc/ehc240_chapter6.pdf)

## 從食物樣本檢測到的甲氧滴滴涕平均含量(微克 / 公斤)

食物	樣本數目	甲氧滴滴涕平均含量 (微克 / 公斤)		
		下限	中間值	上限
<b>食物組別 1: 穀物和穀物製品</b>	<b>27</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
(1) 白飯	3	0	0.05	0.1
(2) 即食麵	3	0	0.05	0.1
(3) 通心粉	3	0	0.05	0.1
(4) 意大利粉	3	0	0.05	0.1
(5) 烏冬	3	0	0.05	0.1
(6) 麥皮	3	0	0.05	0.1
(7) 麥包	3	0	0.05	0.1
(8) 白麩包	3	0	0.05	0.1
(9) 梳打餅	3	0	0.05	0.1
<b>食物組別 2: 蔬菜</b>	<b>66</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
(1) 紅蘿蔔 / 甘筍	3	0	0.05	0.1
(2) 馬鈴薯	3	0	0.05	0.1
(3) 菜心	3	0	0.05	0.1
(4) 唐生菜	3	0	0.05	0.1
(5) 西生菜	3	0	0.05	0.1
(6) 小白菜	3	0	0.05	0.1
(7) 西芹	3	0	0.05	0.1
(8) 西蘭花	3	0	0.05	0.1
(9) 椰菜	3	0	0.05	0.1
(10) 節瓜	3	0	0.05	0.1
(11) 南瓜	3	0	0.05	0.1
(12) 粟米粒	3	0	0.05	0.1
(13) 辣椒	3	0	0.05	0.1
(14) 燈籠椒	3	0	0.05	0.1
(15) 蕃茄	3	0	0.05	0.1
(16) 洋蔥	3	0	0.05	0.1
(17) 青豆角	3	0	0.05	0.1
(18) 紅豆	3	0	0.05	0.1
(19) 眉豆	3	0	0.05	0.1
(20) 豆腐	3	0	0.05	0.1
(21) 蘑菇	3	0	0.05	0.1
(22) 冬菇(乾)	3	0	0.05	0.1

食物	樣本數目	甲氧滴滴涕平均含量 (微克 / 每公斤)		
		下限	中間值	上限
<b>食物組別 3: 水果</b>	<b>42</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
(1) 蘋果	3	0	0.05	0.1
(2) 梨	3	0	0.05	0.1
(3) 番石榴	3	0	0.05	0.1
(4) 哈密瓜	3	0	0.05	0.1
(5) 柑橘	3	0	0.05	0.1
(6) 橙	3	0	0.05	0.1
(7) 葡萄	3	0	0.05	0.1
(8) 香蕉	3	0	0.05	0.1
(9) 火龍果	3	0	0.05	0.1
(10) 奇異果	3	0	0.05	0.1
(11) 芒果	3	0	0.05	0.1
(12) 木瓜	3	0	0.05	0.1
(13) 菠蘿	3	0	0.05	0.1
(14) 西瓜	3	0	0.05	0.1
<b>食物組別 4: 堅果和種子類食品</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
(1) 杏仁	3	0	0.05	0.1
(2) 腰果	3	0	0.05	0.1
(3) 核桃	3	0	0.05	0.1
(4) 花生	3	0	0.05	0.1
(5) 椰漿	3	0	0.05	0.1
<b>食物組別 5: 肉類和內臟</b>	<b>24</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
(1) 牛肉	3	0	0.05	0.1
(2) 豬肉	3	0	0.05	0.1
(3) 羊肉	3	0	0.05	0.1
(4) 豬大腸	3	0	0.05	0.1
(5) 豬腩/豬肝	3	0	0.05	0.1
(6) 豬肚	3	0	0.05	0.1
(7) 雞肉	3	0	0.05	0.1
(8) 鴨肉	3	0	0.05	0.1
<b>食物組別 6: 蛋和蛋類製品</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
(1) 雞蛋	3	0	0.05	0.1
(2) 皮蛋	3	0	0.05	0.1
(3) 鹹鴨蛋	3	0	0.05	0.1
<b>食物組別 7: 奶和奶類製品</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
(1) 脫脂奶	3	0	0.05	0.1
(2) 全脂奶	3	0	0.05	0.1
(3) 攪用忌廉	3	0	0.05	0.1
(4) 芝士	3	0	0.05	0.1
(5) 乳酪	3	0	0.05	0.1

食物	樣本數目	甲氧滴滴涕平均含量 (微克 / 每公斤)		
		下限	中間值	上限
<b>食物組別 8: 魚類</b>	<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
(1) 大頭魚	3	0	0.05	0.1
(2) 桂花魚	3	0	0.05	0.1
(3) 鰺魚	3	0	0.05	0.1
(4) 鮫魚	3	0	0.05	0.1
(5) 鯪魚	3	0	0.05	0.1
(6) 紅衫魚	3	0	0.05	0.1
(7) 倉魚	3	0	0.05	0.1
(8) 黃花魚	3	0	0.05	0.1
(9) 三文魚	3	0	0.05	0.1
(10) 馬友魚	3	0	0.05	0.1
<b>食物組別 9: 魚類製品</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
(1) 罐頭鯪魚	3	0	0.05	0.1
(2) 罐頭吞拿魚	3	0	0.05	0.1
(3) 魚蛋 / 魚片	3	0	0.05	0.1
(4) 魚肉燒賣	3	0	0.05	0.1
<b>食物組別 10: 甲殼類和軟體類 動物</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
(1) 蝦	3	0	0.05	0.1
(2) 蟹	3	0	0.05	0.1
(3) 鮑魚	3	0	0.05	0.1
(4) 蜆	3	0	0.05	0.1
(5) 扇貝 / 帶子	3	0	0.05	0.1
(6) 魷魚	3	0	0.05	0.1
<b>食物組別 11: 油脂</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
(1) 牛油	3	0	0.05	0.1
(2) 芥花籽油	3	0	0.05	0.1
(3) 粟米油	3	0	0.05	0.1
(4) 植物牛油	3	0	0.05	0.1
(5) 橄欖油	3	0	0.05	0.1
(6) 花生油	3	0	0.05	0.1
<b>食物組別 12: 飲品</b>	<b>9</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
(1) 咖啡	3	0	0.05	0.1
(2) 樽裝茶	3	0	0.05	0.1
(3) 樽裝水	3	0	0.05	0.1
<b>食物組別 13: 香草和香料</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
(1) 芫茜	3	0	0.05	0.1
(2) 香茅	3	0	0.05	0.1
(3) 咖喱粉	3	0	0.05	0.1
(4) 薑	3	0	0.05	0.1

食物	樣本數目	甲氧滴滴涕平均含量 (微克 / 每公斤)		
		下限	中間值	上限
<b>食物組別 14: 蜂蜜</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0.05</b>	<b>0.1</b>
(1) 蜂蜜	3	0	0.05	0.1

\* 所有樣本中的甲氧滴滴涕平均含量均低於檢測限。就含量下限而言，有關結果全部設定為零；至於含量上限，有關結果全部設定為檢測限值。我們亦計算食物中甲氧滴滴涕含量的中間值，方法是把低於檢測限的結果設定為檢測限的一半。