

风险评估研究

第 71 号报告书

化学物危害评估

食物中的甲氧滴滴涕

香港特别行政区政府
食物环境卫生署
食物安全中心
2023 年 10 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

目录

	<u>页数</u>
摘要	2
目的	4
背景	4
含甲氧滴滴涕的食物	5
毒性	6
健康参考值	8
规管	8
研究范围	10
研究方法及化验分析	10
研究方法	11
化验分析	11
分析值低于检测限的处理方法	11
结果及讨论	11
甲氧滴滴涕含量	11
从膳食摄入甲氧滴滴涕的分量	12
主要膳食来源	12
研究的不确定因素和局限	12
结论及建议	12
参考资料	13
附录	17
本研究收集所得的食物样本检测到的甲氧滴滴涕 平均含量（微克 / 公斤）	17

食物中的甲氧滴滴涕

摘要

甲氧滴滴涕是一种有机氯除害剂，主要用于农作物和禽畜，作为杀虫剂以防止虫害。这种物质可长时间在环境中存留，极具远距离环境迁移的潜力。甲氧滴滴涕具在鱼类体内积聚的潜力；然而这种物质在人体内则可透过脱甲基化作用迅速代谢成为酚类代谢物，然后被排出体外，因此甲氧滴滴涕不会在人体内积聚。

2. 甲氧滴滴涕不具基因毒性，也不会导致实验动物致癌。在实验哺乳类动物中，从膳食摄入甲氧滴滴涕导致急性中毒的机会不大，其慢性毒性主要影响神经、内分泌和生殖系统。

3. 联合国粮食及农业组织 / 世界卫生组织农药残留联席会议于 1965 年和 1977 年评估食物中甲氧滴滴涕的毒性，并订定甲氧滴滴涕的每日可摄入量为每公斤体重 0 至 100 微克。

4. 这项研究旨在(i)检测本地所售食物的甲氧滴滴涕含量；(ii)估算本港成年人从膳食摄入甲氧滴滴涕的分量；以及(iii)评估相关的健康风险。

研究方法

5. 这项研究在本地零售市场共采集 300 个不同食物样本(涵盖 100 种食品)，主要根据有关食物在本地受欢迎的程度、文献所载该等食物的甲氧滴滴涕含量，以及本地市场的供应情况等选取样本。这些样本分作 14 个食物组别，即“谷物和谷物制品”、“蔬菜”、“水果”、“坚果和种子类食品”、“肉类和内脏”、“蛋和蛋类制品”、“奶和奶类制品”、“鱼类”、“鱼类制品”、“甲壳类和软体类动物”、“油脂”、“饮品”、“香草和香料”，以及“蜂蜜”。

结果

6. 所有样本均没有验出甲氧滴滴涕，在这项研究的化学测试中，甲氧滴滴涕的检测限为每公斤 0.1 微克。

7. 所有样本的甲氧滴滴涕平均含量下限和上限分别为每公斤 0 微克和每公斤 0.1 微克。

8. 本地成年人从膳食摄入甲氧滴滴涕的分量，以摄入量一般的成年人来说，估计摄入量下限和上限分别为每日每公斤体重 0 微克和每日每公

斤体重 0.002283 微克，而摄入量高(第 90 百分位)的成年人，估计摄入量下限和上限则分别为每日每公斤体重 0 微克和每日每公斤体重 0.003608 微克。上述膳食摄入量均远低于每日每公斤体重 100 微克，显示对于摄入量一般和摄入量高的成年人来说，在一般食用情况下因摄入甲氧滴滴涕而对健康造成不良影响的机会不大。

9. 由于所有样本的测试结果均低于检测限，因此未能反映从个别食物组别摄入的甲氧滴滴涕占整体摄入量的实际比重。

结论及建议

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。从本港成年人甲氧滴滴涕的推算膳食摄入量显示，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，食物中的除害剂残余，包括甲氧滴滴涕残余受《食物内除害剂残余规例》(第 132CM 章)规管。就《规例》附表 1 没有指明的最高残余限量／最高再残余限量的除害剂残余而言，《规例》规定，除获豁免除害剂外，只有在食用有关食物不会危害或损害健康的情况下，才可进口或售卖。食物安全中心会根据风险评估确定食用有关食物会否危害或损害健康。食物安全中心一直密切留意国际间的最新规管发展，并会因应需要适时检讨规管标准。

12. 根据这项研究的结果，就目前甲氧滴滴涕的膳食摄入量而言，市民无须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，包括进食各类蔬果。

风险评估研究

食物中的甲氧滴滴涕

目的

这项研究旨在(i)检测本地所售食物的甲氧滴滴涕含量；(ii)估算本港成年人从膳食摄入甲氧滴滴涕的分量；以及(iii)评估相关的健康风险。

背景

2. 甲氧滴滴涕是一种有机氯除害剂，用以替代其结构类似物滴滴涕(图 1)¹。甲氧滴滴涕和滴滴涕的作用机制都是钠离子通道调节，但甲氧滴滴涕在环境中的残留期较滴滴涕短，对人类的毒性也较滴滴涕低。此外，甲氧滴滴涕不会像滴滴涕般在哺乳类动物体内积聚^{2、3}。

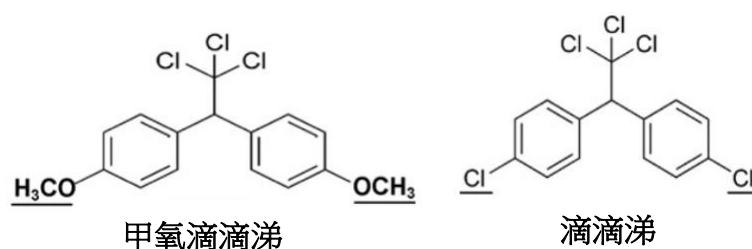


图 1. 甲氧滴滴涕和滴滴涕的一般结构：滴滴涕划上底线的氯原子在甲氧滴滴涕换成甲氧基的基团。

3. 甲氧滴滴涕主要用作杀虫剂，以防止常见于杂粮作物、蔬菜、水果、储存谷物、禽畜和家居宠物的多种害虫包括家蝇、蚊子、蟑螂、恙螨以及各类节肢动物。这种物质通常会被溶解于石油基液体中，并以喷雾剂使用。甲氧滴滴涕并非天然存在于环境中，这种物质被释出到环境中主要是因为其于农作物和禽畜用作除害剂的使用^{1、4}。

4. 虽然甲氧滴滴涕在环境中的残留期较滴滴涕短，但其在泥土及沉积物的残余仍然值得关注。此外，甲氧滴滴涕极具远距离环境迁移的潜力。甲氧滴滴涕不仅在城市、郊区，以及于农业活动中使用甲氧滴滴涕除害剂的地区等环境中被检测到，在远离任何释放源头的南北极地区亦被发现。另外，甲氧滴滴涕会令水生生物中毒及具在鱼类体内积聚的潜力。在实验动物中，甲氧滴滴涕及其代谢物还可干扰内分泌及影响其生殖能力¹。

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^{1、5}。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⁶。

含甲氧滴滴涕的食物

6. 一般人可通过进食受污染的食物或饮用受污染的食水摄入甲氧滴滴涕^{1、7}。

7. 甲氧滴滴涕曾于多种食物包括奶类制品、谷物和谷物制品、蔬菜以及水果被验出。根据欧洲食品安全局于 2018 年的研究，甲氧滴滴涕于一个马脂肪样本和四个咖啡豆样本(从巴西、埃塞俄比亚、秘鲁和乌干达进口)被测定，其含量介乎每公斤 10 微克至 50 微克(定量限为每公斤 10 微克)，研究所得的结论是短期从膳食中摄入甲氧滴滴涕理应不会影响进食者的健康^{1、8}。

8. 2014 年 9 月，有研究人员研究加纳库马西市农场三种不同蔬菜，即生菜、洋葱和椰菜的有机氯除害剂残余含量。这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。有关的测定含量高于欧盟就这些蔬菜订定的每公斤 10 微克的最高残余限量。不过，欧盟规定的甲氧滴滴涕最高残余限量并非基于特定风险，而是欧盟法律所规定的预设分析测定下限。从这些蔬菜的甲氧滴滴涕测定含量所推算的每日摄入量并没有超过美国国家环保局订定的每日每公斤 5 微克的每日可摄入量。因此，有关含量没有对市民构成已知的风险⁹。

9. 在另一项研究中，研究人员在 2017 年 11 月至 2018 年 1 月于尼日利亚西南部采集的苋菜和凹槽南瓜作甲氧滴滴涕测试。结果发现，苋菜的甲氧滴滴涕平均含量为每公斤干重 4590 ± 2774 微克，而凹槽南瓜的甲氧滴滴涕平均含量则为每公斤干重 6223 ± 2489 微克。根据影响生殖和发育的参考剂量(每日每公斤 5 微克)，有关研究估计这些蔬菜对进食者有潜在风险。研究报告指出蔬菜被验出有机氯除害剂残余也许因农民以被污染的河水灌溉。报告亦指出污染可能是来自种植蔬菜的土壤，也可能是由其他地方施用于农作物的有机氯除害剂的远距离环境迁移所致¹⁰。

10. 根据持久性有机污染物审查委员会于 2021 年的报告，甲氧滴滴涕曾在地表水、地下水和食水被验出。虽然甲氧滴滴涕已被淘汰多年，但欧洲和加拿大的地表水以及法国的地下水仍验出含有甲氧滴滴涕。北极的

一个湖泊、范围覆盖北太平洋至北冰洋区域的表层海水，以及斯洛伐克的食水亦验出含有甲氧滴滴涕。对于进食大量产自受甲氧滴滴涕污染水域的鱼类和海鲜的人，其甲氧滴滴涕的摄入量可能会较高¹。

毒性

11. 有关甲氧滴滴涕对健康的影响的研究主要是以技术级别的甲氧滴滴涕进行，技术级别的甲氧滴滴涕一般含有约八成至九成的甲氧滴滴涕，其余部分则由五十多种相关的化合物组成⁴。

毒物代谢动力学

12. 在实验哺乳类动物中，甲氧滴滴涕在摄入后会被吸收并分布于身体各组织，通常以脂肪内的含量最高。甲氧滴滴涕会迅速经肝脏代谢，其母体化合物或代谢物都不会积聚在脂肪或其他组织内。甲氧滴滴涕主要透过脱甲基化作用代谢成为酚类代谢物，而脱氯反应和脱氯化氢反应则较少发生。大部分摄入剂量会随粪便排出，因此甲氧滴滴涕不会在体内积聚。甲氧滴滴涕在人类的毒物代谢动力学，预期与其从哺乳类实验动物观察到的毒物代谢动力学相似^{1、4}。

13. 从膳食摄入甲氧滴滴涕引致急性中毒的机会偏低。大鼠的口服半数致死剂量超过每公斤体重 3 000 000 微克^{11、12}。在实验哺乳类动物中，从膳食摄入甲氧滴滴涕对肝脏造成的影响轻微。摄入大量甲氧滴滴涕的急性中毒征状，包括中枢神经系统受抑压、逐渐变得虚弱和腹泻¹³。

慢性毒性

14. 甲氧滴滴涕不具基因毒性，也不会导致实验动物致癌。哺乳类实验动物长期从膳食摄入甲氧滴滴涕，肝脏、肾脏、体重和神经系统会受到影响¹³。有关研究结果显示，甲氧滴滴涕可能影响神经系统、干扰内分泌和损害生殖系统^{1、7、14}。

神经系统

15. 动物研究显示，摄入较高分量的甲氧滴滴涕可对神经系统造成影响，例如情绪忐忑不安、精神紧张、唾液增加、运动能力下降、颤抖、抽搐和死亡。导致大鼠运动能力下降的最低不良作用剂量据报为每日每公斤体重 2 500 000 微克，而引起颤抖的则为每日每公斤体重 3 000 000 微克⁴。至于肝功能受损的人，摄入较低分量的甲氧滴滴涕亦可能导致神经系统受损。即使没有经过新陈代谢过程，甲氧滴滴涕本身也是一种神经毒

素¹。

内分泌系统和生殖系统

16. 甲氧滴滴涕可在体内代谢为两种脱甲基化合物(2,2-双-(对羟苯基)-1,1,1-三氯乙烷(HPTE)和 2,2-双-(对羟苯基)-1,1,1-二氯乙烷(HPDE))和两种 O 环甲基化化合物。这些代谢物可与雌激素和雄激素受体结合。因此,甲氧滴滴涕可能损害生殖功能^{1、5、15}。

17. 根据有关甲氧滴滴涕如何影响处于青春期的雌性恒河猴的研究,甲氧滴滴涕可提高血清雌激素活性,导致第二性征提前出现、皮肤发红和肿胀、乳头发育迟缓,而经过八个月的恢复期后,卵巢囊肿 / 肿块的发病率有所上升¹⁶。

18. 从服用甲氧滴滴涕的兔子,可观察到胎孩过度损失(流产);从透过管饲法摄入甲氧滴滴涕的大鼠,则可观察到其后代的骨骼受到影响。另外,动物长期摄入甲氧滴滴涕,会使胎儿中毒的情况增加,亦会影响后代的生殖系统发育,令其生育率下降¹³。动物和体外研究资料均显示,甲氧滴滴涕可能会对人类生殖系统的发育、组织和功能产生不利影响。观察所得的生殖效应亦显示雌激素或雄激素的正常作用受到干扰¹。

流行病学研究

19. 流行病学研究显示,摄入甲氧滴滴涕与白血病和乳癌发病率可能有关联。不过,由于有关研究涉及多种除害剂和多项风险因素,故无法据此就这些关系得出明确结论¹。

20. 一项有关巴西成年人的流行病学研究发现,摄入有机氯除害剂对男性和女性的影响不同。摄入较高浓度的甲氧滴滴涕与女性总 T3 水平上升有显著关联。从男性血清中检出的甲氧滴滴涕数量与抗甲状腺素氧化酶水平大于 10 活力单位 / 毫升的机率显著上升之间存在有统计意义的关联,而抗甲状腺素氧化酶水平可能是衡量甲状腺损伤或炎症的有效指标^{1、17}。

健康参考值

21. 联合国粮食及农业组织 / 世界卫生组织农药残留联席会议(联席会议)于 1965 年和 1977 年评估食物中甲氧滴滴涕的毒性^{11、12}。
22. 联席会议订定甲氧滴滴涕的每日可摄入量为每公斤体重 0 至 100 微克^{11、12}。

规管

食品法典委员会

23. 食品法典委员会没有就食物中的甲氧滴滴涕订定最高残余限量 / 最高再残余限量。

欧盟

24. 在欧盟，甲氧滴滴涕于 2002 年不被批准作为植物保护产品的活性物质。含有甲氧滴滴涕的植物保护产品自 2003 年已被撤销授权。
25. 根据欧盟委员会规例第 149/2008 号，欧盟规定的最高残余限量约有 370 项，包括规定新鲜水果、蔬菜、坚果和真菌的甲氧滴滴涕最高残余限量为每公斤 10 微克，以及规定茶、蛇麻子和香料的甲氧滴滴涕最高残余限量为每公斤 100 微克。值得注意的是，欧盟规定的甲氧滴滴涕最高残余限量是基于预设最低分析测定下限，而非基于特定风险^{1、18}。

美国

26. 根据 2004 年有关甲氧滴滴涕重新注册资格的决议，美国国家环保局裁定甲氧滴滴涕不可重新注册。甲氧滴滴涕的注册技术资料已于 2003 年全部删去，所有容许量亦已撤销^{1、5}。
27. 美国过去曾就农产品中的甲氧滴滴涕制定 79 项容许量，为每公斤 1 000 微克至 100 000 微克³，但由于所有含甲氧滴滴涕除害剂的注册已被暂停或取消，也没有充分数据显示这类除害剂安全，因此甲氧滴滴涕的残留容许量于 2002 年全部撤销。美国国家环保局亦已决定无需评估甲氧滴滴涕产品的风险，因为甲氧滴滴涕不设容许量和所有其余产品均已暂停使用^{5、19}。

澳洲

28. 在澳洲，唯一的甲氧滴滴涕产品注册已于 1987 年终止。《2019 年农业及兽医用化学物守则(最高残余限量标准)文件》载有于 2023 年 1 月 20 日修订并生效的有关法例文本，根据该文件，初级饲料的甲氧滴滴涕最高再残余限量为每公斤 1 000 微克，而最高再残余限量适用于来自环境(包括以往的农业用途)的除害剂残余，但不包括直接或间接用于食物、农产品或动物饲料的化学品^{1、20}。

内地

29. 自 1990 年代，甲氧滴滴涕在内地已被停止注册成为除害剂。根据《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》(GB 2763-2021)，约有 30 项甲氧滴滴涕在各类食物包括新鲜水果、蔬菜和坚果的最高残余限量，为每公斤 10 微克^{1、21}。

其他国家

30. 挪威和加拿大在 2000 年代已不再为甲氧滴滴涕的使用注册，而白俄罗斯和埃及亦已于 1990 年代禁止把甲氧滴滴涕用作杀虫剂。摩纳哥、卡塔尔、韩国、巴勒斯坦国、泰国和哥斯达黎加现时亦没有使用甲氧滴滴涕。此外，甲氧滴滴涕已在土耳其、几内亚、印尼、毛里塔尼亚、阿曼、沙特阿拉伯和加纳禁止使用。在墨西哥，甲氧滴滴涕于 1991 年 8 月起列为受限制除害剂，只有在经训练的获授权人员监督下才可使用。¹

31. 在 2022 年 1 月，持久性有机污染物审查委员会决定向缔约方大会提出建议，表示该委员会考虑把甲氧滴滴涕列入《斯德哥尔摩公约》附件 A 而不会给予特别豁免。该公约是国际条约，旨在保护人类健康和环境，以免受到持久性有机污染物的危害。这些化学品长期持续存于环境中，并广泛分布各处，可在人类和野生生物脂肪组织中积聚，损害人类健康或环境。一旦甲氧滴滴涕被列入该公约后，缔约各方必须采取措施，取缔甲氧滴滴涕的生产和使用²²。

本港的情况

32. 在香港，除害剂的处理事宜须受《除害剂条例》(第 133 章)规管。根据该条例，只有在本港注册的除害剂，方可在境内按照除害剂牌照的规定分销和使用。个别产品如含有已注册的活性成分，并符合详载于《除害剂注册纪录册》的活性成分指明最高浓度及核准剂型，则无须注册。

33. 《除害剂注册纪录册》分为两部分，第 I 部载列即用型家用除害剂，第 II 部则载列其他所有除害剂。现时，甲氧滴滴涕在《除害剂注册纪录册》第 I 部中被列为活性成分。其允许的供应和零售配方和最大浓度分别为气雾剂和 3% 重量体积比²³。

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²⁴。

35. 根据《規例》，甲氧滴滴涕没有被列在附表 1 中，亦没有被列为获豁免除害剂。因此，食安中心会根据本港市民的进食模式和可用的安全参考值，对食物样本检出的甲氧滴滴涕水平进行风险评估，以保障本港市民的健康²⁴。

研究范围

36. 这项研究主要根据食物在本港成年人当中的受欢迎程度、文献所载该等食物的甲氧滴滴涕含量，以及取样期间本地市场的供应情况，抽取食物样本进行分析，从而估算本港成年人从膳食摄入甲氧滴滴涕的分量。这些样本分作 14 个食物组别，即“谷物和谷物制品”、“蔬菜”、“水果”、“坚果和种子类食品”、“肉类和内脏”、“蛋和蛋类制品”、“奶和奶类制品”、“鱼类”、“鱼类制品”、“甲壳类和软体类动物”、“油脂”、“饮品”、“香草和香料”，以及“蜂蜜”。

研究方法及化验分析

研究方法

37. 这次研究的样本于 2022 年 7 月至 12 月收集作化验分析，收集地点包括街市、网上购物平台、实体超级市场、杂货店等不同零售点，有关食品载列于附录。这项研究只分析样本的可食用部分。食物样本均处理至食用状态，然后才进行化学分析。我们把化验分析的结果，以及 2018 至 2020 年第二次全港性食物消费量调查所得的食物消费量资料，综合计算出本港成年人经膳食摄入甲氧滴滴涕的分量²⁵。

38. 我们利用食安中心自行研发，名为摄入量评估系统的网络电脑系统，评估经膳食摄入甲氧滴滴涕的分量。这项研究分别以经膳食摄入甲氧

滴滴涕的分量的平均值和第 90 百分位的数值，作为摄入量一般和摄入量高的市民的数值。

化验分析

39. 食安中心的食物研究化验所负责化验工作，分析样本的甲氧滴滴涕含量。

40. 食安中心利用气相色谱串联质谱法，分析食物样本的甲氧滴滴涕含量。化验人员首先称取一定重量的样本，然后定量添加稳定同位素标记的甲氧滴滴涕。样本接着加入水、乙腈和甲酸的混合物，以垂直振荡方式萃取，然后在有机乙腈层中加入缓冲盐混合物进行盐析。有机萃取物再以分散固相萃取方式净化。净化后的样本溶液经浓缩后加入异辛烷便可以利用仪器进行分析。甲氧滴滴涕的检测限为每公斤 0.1 微克。

分析值低于检测限的处理方法

41. 这项研究采用下限值和上限值的方式处理分析结果。就含量下限而言，低于检测限的结果全部设定为零；至于含量上限，低于检测限的结果全部设定为检测限值。这种以下限值和上限值处理分析结果的方式，是考虑到分析结果若低于检测限时，真正数值实际上可处于零至检测限之间。下限假设食物样本不含有关化学物，而上限则假设食物样本所含化学物的分量为检测限值。采用下限值和上限值方式处理分析结果，可把两种极端情况互相比较。这项研究亦计算了食物中甲氧滴滴涕含量的中间值，方法是把低于检测限的结果设定为检测限的一半²⁶。

结果及讨论

甲氧滴滴涕含量

42. 经分析后发现，全部 300 个样本均没有验出甲氧滴滴涕。在这项研究的化学测试中，甲氧滴滴涕的检测限为每公斤 0.1 微克。

43. 全部样本的甲氧滴滴涕平均含量下限为每公斤 0 微克，中间值为每公斤 0.05 微克，而上限则为每公斤 0.1 微克。各类食物样本的甲氧滴滴涕平均含量载于附录。

44. 各食物组别中甲氧滴滴涕平均含量的计算方法，是把同一组别内所有食物样本的甲氧滴滴涕总含量除以该组别的样本数目。假设所有样本含有最高分量的甲氧滴滴涕，即每公斤 0.1 微克，各个组别的甲氧滴滴涕平均含量为每公斤 0.1 微克。

从膳食摄入甲氧滴滴涕的分量

45. 本地成年人从膳食摄入甲氧滴滴涕的分量，以摄入量一般的成年人来说，估计摄入量下限和上限分别为每日每公斤体重 0 微克和每日每公斤体重 0.002283 微克，而摄入量高(第 90 百分位)的成年人，估计摄入量下限和上限则分别为每日每公斤体重 0 微克和每日每公斤体重 0.003608 微克。上述膳食摄入量远低于联席会议订定的每日可摄入量每公斤体重 100 微克，显示对于摄入量一般和摄入量高的成年人来说，在一般食用情况下因摄入甲氧滴滴涕而对健康造成不良影响的机会不大。

主要膳食来源

46. 由于所有样本的测试结果均低于检测限，因此未能反映从个别食物组别摄入的甲氧滴滴涕占整体摄入量的实际比重。

研究的不确定因素和局限

47. 虽然检测分析的样本愈多，对摄入量的估算会愈精确，但碍于资源有限，化验工作必须有所取舍。因此，这项研究只选取一些较常食用和据报较有可能含甲氧滴滴涕的食物作为样本。此外，研究结果只能概略反映本地某些食物在某一时间的甲氧滴滴涕含量。

结论及建议

48. 在这项研究中，全部 300 个样本没有验出甲氧滴滴涕，检测限为每公斤 0.1 微克。计算所得本港成年人的甲氧滴滴涕估计膳食摄入量显示，目前香港成年人从膳食摄入甲氧滴滴涕的分量，不会引起健康问题。

49. 在香港，食物中的除害剂残余，包括甲氧滴滴涕残余受《食物内除害剂残余规例》(第 132CM 章)规管。就《规例》附表 1 没有指明的最高残余限量／最高再残余限量的除害剂残余而言，《规例》规定，除获豁免除害剂外，只有在食用有关食物不会危害或损害健康的情况下，才可进口或售卖。食安中心会根据风险评估确定食用有关食物会否危害或损害健康。食安中心一直密切留意国际间的最新规管发展，并会因应需要适时检讨规管标准。

50. 根据这项研究的结果，就甲氧滴滴涕的膳食摄入量而言，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，包括进食各类蔬果，以免因偏吃某几类食品而过量摄入任何污染物。

参考资料

¹ 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>

² 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>

³ 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>

⁴ 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>

⁵ 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

⁶ 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>

⁷ 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

- ⁸ 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>
- ⁹ 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>
- ¹⁰ 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>
- ¹¹ 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>
- ¹² 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>
- ¹³ U.S. Environmental Protection Agency. Methoxychlor. 72-43-5. 2000. <https://www.epa.gov/sites/default/files/2016-09/documents/methoxychlor.pdf>
- ¹⁴ 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>
- ¹⁵ 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>

- ¹⁶ 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>
- ¹⁷ 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.
- ¹⁸ 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=
- ¹⁹ 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>
- ²⁰ Agricultural and Veterinary Chemicals Code (MRL Standard) Instrument 2019.
<https://www.legislation.gov.au/Details/F2021C00087>
- ²¹ 中华人民共和国国家卫生健康委员会、农业农村部及国家市场监督管理总局。《食品安全国家标准 食品中农药最大残留限量》(GB 2763-2021)。2021年3月；178-9。
<http://www.chinapesticide.org.cn/oldfile/181729272s82.pdf>
- ²² 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>
- ²³ 香港特别行政区政府渔农自然护理署。除害剂。《除害剂的监管及有关资讯》。
https://www.afcd.gov.hk/tc_chi/quarantine/qua_pesticide/qua_pes_pes/qua_pes_pes_prc.html

²⁴ 香港特别行政区政府食物环境卫生署。食物规例 / 指引。《食物内除害剂残余规例》。

https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/whatsnew/whatsnew_fstr/whatsnew_fstr_21_Pesticide.html

²⁵ 香港特别行政区政府食物环境卫生署食物安全中心。《第二次全港性食物消费量调查报告书》。2021年6月。

https://www.cfs.gov.hk/tc_chi/programme/programme_firm/files/2nd_FCS_Report_29_Jun_2021.pdf

²⁶ 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

从食物样本检测到的甲氧滴滴涕平均含量(微克 / 公斤)

食物	样本数目	甲氧滴滴涕平均含量 (微克 / 公斤)		
		下限	中间值	上限
食物组别 1: 谷物和谷物制品	27	0	0.05	0.1
(1) 白饭	3	0	0.05	0.1
(2) 即食面	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) 乌冬	3	0	0.05	0.1
(6) 麦皮	3	0	0.05	0.1
(7) 麦包	3	0	0.05	0.1
(8) 白面包	3	0	0.05	0.1
(9) 梳打饼	3	0	0.05	0.1
食物组别 2: 蔬菜	66	0	0.05	0.1
(1) 红萝卜 / 甘笋	3	0	0.05	0.1
(2) 马铃薯	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) 西兰花	3	0	0.05	0.1
(9) 椰菜	3	0	0.05	0.1
(10) 节瓜	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) 灯笼椒	3	0	0.05	0.1
(15) 蕃茄	3	0	0.05	0.1
(16) 洋葱	3	0	0.05	0.1
(17) 青豆角	3	0	0.05	0.1
(18) 红豆	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(干)	3	0	0.05	0.1

食物	样本数目	甲氧滴滴涕平均含量 (微克 / 每公斤)		
		下限	中间值	上限
食物组别 3: 水果	42	0	0.05	0.1
(1) 苹果	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) 火龙果	3	0	0.05	0.1
(10) 奇异果	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) 菠萝	3	0	0.05	0.1
(14) 西瓜	3	0	0.05	0.1
食物组别 4: 坚果和种子类食品	15	0	0.05	0.1
(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) 椰浆	3	0	0.05	0.1
食物组别 5: 肉类和内脏	24	0	0.05	0.1
(1) 牛肉	3	0	0.05	0.1
(2) 猪肉	3	0	0.05	0.1
(3) 羊肉	3	0	0.05	0.1
(4) 猪大肠	3	0	0.05	0.1
(5) 猪腩/猪肝	3	0	0.05	0.1
(6) 猪肚	3	0	0.05	0.1
(7) 鸡肉	3	0	0.05	0.1
(8) 鸭肉	3	0	0.05	0.1
食物组别 6: 蛋和蛋类制品	9	0	0.05	0.1
(1) 鸡蛋	3	0	0.05	0.1
(2) 皮蛋	3	0	0.05	0.1
(3) 咸鸭蛋	3	0	0.05	0.1
食物组别 7: 奶和奶类制品	15	0	0.05	0.1
(1) 脱脂奶	3	0	0.05	0.1
(2) 全脂奶	3	0	0.05	0.1
(3) 搅用忌廉	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	样本数目	甲氧滴滴涕平均含量 (微克 / 每公斤)		
		下限	中间值	上限
食物组别 8: 鱼类	30	0	0.05	0.1
(1) 大头鱼	3	0	0.05	0.1
(2) 桂花鱼	3	0	0.05	0.1
(3) 鲳鱼	3	0	0.05	0.1
(4) 鲑鱼	3	0	0.05	0.1
(5) 鲮鱼	3	0	0.05	0.1
(6) 红衫鱼	3	0	0.05	0.1
(7) 仓鱼	3	0	0.05	0.1
(8) 黄花鱼	3	0	0.05	0.1
(9) 三文鱼	3	0	0.05	0.1
(10) 马友鱼	3	0	0.05	0.1
食物组别 9: 鱼类制品	12	0	0.05	0.1
(1) 罐头鲮鱼	3	0	0.05	0.1
(2) 罐头吞拿鱼	3	0	0.05	0.1
(3) 鱼蛋 / 鱼片	3	0	0.05	0.1
(4) 鱼肉烧卖	3	0	0.05	0.1
食物组别 10: 甲壳类和软体类 动物	18	0	0.05	0.1
(1) 虾	3	0	0.05	0.1
(2) 蟹	3	0	0.05	0.1
(3) 鲍鱼	3	0	0.05	0.1
(4) 蚬	3	0	0.05	0.1
(5) 扇贝 / 带子	3	0	0.05	0.1
(6) 鱿鱼	3	0	0.05	0.1
食物组别 11: 油脂	18	0	0.05	0.1
(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) 橄榄油	3	0	0.05	0.1
(6) 花生油	3	0	0.05	0.1
食物组别 12: 饮品	9	0	0.05	0.1
(1) 咖啡	3	0	0.05	0.1
(2) 樽装茶	3	0	0.05	0.1
(3) 樽装水	3	0	0.05	0.1
食物组别 13: 香草和香料	12	0	0.05	0.1
(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) 姜	3	0	0.05	0.1

食物	样本数目	甲氧滴滴涕平均含量 (微克 / 每公斤)		
		下限	中间值	上限
食物组别 14: 蜂蜜	3	0	0.05	0.1
(1) 蜂蜜	3	0	0.05	0.1

* 所有样本中的甲氧滴滴涕平均含量均低于检测限。就含量下限而言，有关结果全部设定为零；至于含量上限，有关结果全部设定为检测限值。我们亦计算食物中甲氧滴滴涕含量的中间值，方法是把低于检测限的结果设定为检测限的一半。