



重點摘錄

磷酸酯阻燃劑

Phosphate Ester Flame Retardants

- 磷酸酯阻燃劑是一種人造的化學物質。
- 磷酸酯被用來添加在工業或消費品中來降低可燃性，它被用來加入再增塑劑、液壓機液體、溶劑、萃取劑、防泡劑和電子塗料中。
- 部分磷酸酯會累積在乾燥和潮濕地表面上，有些則會被水分解。
- 它們難溶於水且會強烈的吸附住土壤。
- 它們會在水中或陸上的環境中被生物分解。
- 會因為以下方式暴露到：喝下因受到磷酸酯阻燃劑污染的水，這些污染可能來自塑膠或工業廢水的洩漏。皮膚接觸到被液壓油污染的土壤或被工業廢水澆灌過的農作物。
- 目前對人類健康影響僅有有限的資料。
- 攝取磷酸酯阻燃劑的實驗鼠發現有一些對健康造成的影響，包括由磷酸三(2-氯乙基)酯引起的腦部及腎臟的病變及生育率降低。
- 有觀察到實驗動物暴露在TCEP增加罹患腎臟癌危險，暴露在TnBP增加罹患膀胱及肝臟癌危險，暴露在TDCP增加罹患肝臟、腎臟、睪丸及腎上腺癌危險。
- DHHS及U.S. EPA並未將磷酸酯歸類為潛在致癌物，IARC認定TCEP並不歸類在人類致癌物中。
- 避免食用含有高磷酸酯的食物，以降低在家中暴露的機會。
- 磷酸酯阻燃劑可在血液及尿液中測得。
- OSHA規定工作場所內的空氣中TPP不可超過 3 mg/m^3 ，而TnBP則在工作場所中不可超過 5 mg/m^3 。
- 台灣勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準規定，工作場所中八小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA) 磷酸三丁酯為 0.2 ppm ， 2 mg/m^3 ，磷酸三苯酯為 3 mg/m^3 。



磷酸酯阻燃劑

Phosphate Ester Flame Retardants

本文重點：【磷酸酯阻燃劑（phosphate ester flame retardants），CAS #126-71-6、126-73-8、78-51-3、115-86-6、13674-84-5、13674-87-8、115-96-8】，大部分人受到暴露的方式主要經由吃入含有磷酸酯阻燃劑的食物，但目前對於人類的影響只有有限的資料。在動物實驗中，長期暴露在一些阻燃劑下會造成不同器官的腫瘤。

一、什麼是磷酸酯阻燃劑（Phosphate Ester Flame Retardants）？

磷酸酯阻燃劑是一種人造的化學物質，在常溫下多為液態，但也有一些呈固體狀，它是一群有相同特質但不同組成的化學物質總稱。

磷酸酯被用來添加在工業或消費品中來降低可燃性，它被用來加入再增塑劑、液壓機液體、溶劑、萃取劑、防泡劑和電子塗料中。

二、磷酸酯阻燃劑進入環境中如何變化？

- 環境中的磷酸酯阻燃劑會改變其化學組成。
- 部分磷酸酯會累積在乾燥和潮濕地表面上，有些則會被水分解。
- 它們難溶於水且會強烈的吸附住土壤。
- 它們被視為一種新興的污染物。
- 它們會在水中或陸上的環境中被生物分解。

三、我在什麼情況下會暴露於磷酸酯阻燃劑？

- 大多數食物皆含有微量的磷酸酯，您可能會藉由吃入含有這些化學物質的食物而受到暴露。
- 喝下因受到磷酸酯阻燃劑污染的水，這些污染可能來自塑膠或工業廢水的洩漏。
- 吸入室內中來自塑膠、黏著劑、發泡物或電子產品中含有磷酸酯阻燃劑的空氣。
- 呼吸到被污染的空气，污染源主要来自液壓油。
- 皮膚接觸到被液壓油污染的土壤或被工業廢水澆灌過的農作物。



四、磷酸酯阻燃劑對我的健康有什麼影響？

目前對人類健康影響僅有有限的資料。因職業而長期暴露到磷酸三(1,3-二氯丙基)酯(tris(1,3-dichloro-2-propyl)phosphate, TDCP)及磷酸三苯酯(triphenyl phosphate, TPP)這兩種阻燃劑，並沒有對健康造成負面的影響。使用含有TPP的產品可能與過敏反應有關。

攝取磷酸酯阻燃劑的實驗鼠發現有一些對健康造成的影響，包括由磷酸三(2-氯乙基)酯(tris(2-chloroethyl)phosphate, TCEP)引起的腦部及腎臟的病變及生育率降低、由磷酸三丁酯(tributyl phosphate, TnBP)造成的膀胱病變、三丁磷酸鹽(tributoxyethyl phosphate, TBEP)造成的肝臟病變、受TDCP影響的腎臟及肝臟病變，以及由磷酸三甲苯酯(tricresyl phosphate, TCP)引起的腎上腺和卵巢病變。

五、磷酸酯阻燃劑致癌的可能性有多高？

目前並沒有足夠的資訊來提供斷定磷酸酯阻燃劑是否會造成人類癌症。

有觀察到實驗動物暴露在TCEP增加罹患腎臟癌危險，暴露在TnBP增加罹患膀胱及肝臟癌危險，暴露在TDCP增加罹患肝臟、腎臟、睪丸及腎上腺癌危險。

美國衛生與人群服務部(The Department of Health and Human Services, DHHS)及美國環境保護署(U.S. EPA)並未將磷酸酯歸類為潛在致癌物，國際癌症研究中心(The International Agency for Research on Cancer, IARC)認定TCEP並不歸類在人類致癌物中。

六、磷酸酯阻燃劑對孩童的健康有什麼影響？

並沒有研究來檢驗磷酸酯阻燃劑對兒童的毒性。在動物研究中，持續暴露於阻燃劑下會造成活產的機會下降及初生子代的體重減少。

七、在家中如何減少暴露於磷酸酯阻燃劑的風險？

- 避免食用含有高磷酸酯的食物。
- 避免在室內的環境中安裝或使用目前已知包含磷酸酯阻燃劑的物質，降低來自空氣中的暴露。



八、目前有任何的醫療檢驗讓我知道我已經暴露於磷酸酯阻燃劑嗎？

磷酸酯阻燃劑可在血液及尿液中測得。沒有針對美國一般民眾測量磷酸酯阻燃劑的抽樣血液調查。

九、國內外法規

美國職業安全及健康管理局（Occupational Safety and Health Administration, OSHA）立法規定工作場所內的空氣中 TPP 不可超過 3 mg/m^3 ，而 TnBP 則在每日 8 小時每周 40 小時的工作中不可超過 5 mg/m^3 。美國環境保護署（U.S. EPA）允許 TnBP、TBEP、TPP 用於非食品農藥產品。

台灣勞工作業環境空氣中有害物容許濃度標準規定，工作場所中八小時日時量平均容許濃度(PEL-TWA) 磷酸三丁酯為 0.2 ppm ， 2 mg/m^3 ，磷酸三苯酯為 3 mg/m^3 。

原文出處：ATSDR（Agency for Toxic Substances and Disease Registry）

原文連結：

<https://wwwn.cdc.gov/TSP/ToxFAQs/ToxFAQsDetails.aspx?faqid=1164&toxid=239>

翻譯者：林俊呈（國立臺灣師範大學）

校稿：黃詠愷老師

審稿：姚凡壹研究助理

重點摘錄：張惠華教授