

起雲劑與塑化劑

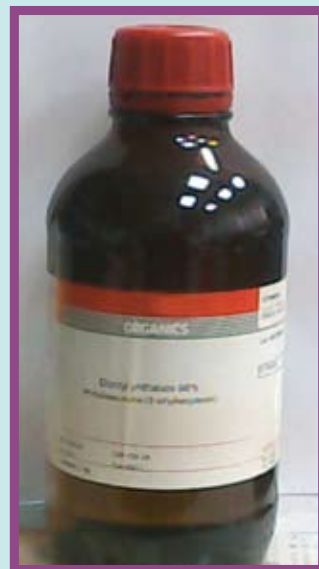
■ 陳澄河

2011年3月，衛生署食品藥物管理局楊姓技正負責檢驗台南市衛生局送檢的一件號稱可減肥的益生菌粉末，經由精密分析儀器檢驗後，她發現異樣訊號。經抽絲剝繭一再檢驗比對，竟發現這益生菌粉末含有高達600 ppm的塑化劑（plasticizer）—鄰苯二甲酸二（2-乙基己基）酯〔di-(2-ethylhexyl) phthalate〕，簡稱DEHP，並循線追查出是由昱伸香料有限公司供應的起雲劑（cloudy agent）所造成的。

相關單位為慎重起見，反覆檢驗分析，並分送不同檢驗中心檢測，確認昱伸香料公司供應的起雲劑含有塑化劑DEHP後，衛生署於5月23日緊急發布新聞，並於24日深夜通報世界衛生組織。



● 衛生署食品藥物管理局楊姓技正就是在這間實驗室檢驗某家生技公司所生產的減肥益生菌粉末時，發現含不正常高劑量的塑化劑—DEHP，進而追查出國內首件塑化劑汙染食品事件。（圖片來源：衛生署FDA）



● 一般化學原料行所販賣的小包裝鄰苯二甲酸二（2-乙基己基）酯（DEHP）。

起雲劑因含塑化劑而污染食品的風暴擴大，引起國人恐慌，影響甚巨，衛生署於5月27日緊急公告五大類可能受污染的產品，分別是運動飲料類、果汁飲料類、茶飲料類、果凍及果醬類與膠錠狀類。衛生署要求這五類產品的所有生產廠商，必須於3日內主動清查食品是否含起雲劑，並檢附不含塑化劑的證明，才能在市面上販售。

5月28日新北市衛生局又發現位於土城區的賓漢香料公司所生產的起雲劑含有另外一種塑化劑，鄰苯二甲酸二異壬酯（diisononyl phthalate），簡稱DINP。風「起雲」湧的食品安全疑慮，席捲全台灣。

DEHP與DINP都是無色的透明液體，它們的主要用途是做為聚氯乙烯（polyvinyl chloride，簡稱PVC）的塑化劑，使PVC材料軟化。為什麼在起雲劑中添加塑化劑會引起如此軒然大波，並造成國人對食品安全的高度疑慮，甚至國際社會的重視呢？大陸媒



● 鄰苯二甲酸二異壬酯（DINP）。

體甚至把這事件比喻為「三聚氰胺事件」的翻版！。

起雲劑有什麼功用

起雲劑是一種合法的食品添加物，通常由阿拉伯膠、乳化劑、植物油及多種食品添加物混合製成，一般成品呈現乳白色。國內有許多家製作起雲劑的廠商，依照濃度與成分的不同，可分成一般起雲劑、三倍起雲劑、五倍起雲劑與高糖度起雲劑。

起雲劑屬於乳化香精的一種，主要用途是讓原本透明的飲料形成霧狀，是國內飲料廠商經常使用在運動飲料與果凍中的食

品添加劑。例如添加起雲劑的市售運動飲料，是霧狀不透明的，而一般的飲用水是無色透明的。

除了運動飲料與果凍外，起雲劑也廣泛應用於果汁、糖漿、優酪乳、益生菌粉、檸檬粉末與膠錠狀的食品中。市售的鋁箔裝西瓜牛奶汁不會分層，就是因為



● 右邊是市售運動飲料，左邊是一般的飲用水。



● (左) 市售鋁箔裝西瓜牛奶汁及 (右) 冰果室現打的西瓜汁。



● 市售含有塑化劑的塑膠地磚
(圖片來源：日創社)

添加了起雲劑，起了乳化穩定的作用，相反地，一般冰果室現打的西瓜汁，因為沒添加起雲劑，會有明顯的分層現象。

合法的起雲劑中不會使用塑化劑，不法廠商為了節省成本，延長食品的有效期限，達到最佳的乳化穩定效果，以塑化劑取代起雲劑中的植物油（塑化劑的成本約為植物油的五分之一），製造出黑心起雲劑。

塑化劑有什麼功用

塑化劑也稱為可塑劑，是一種可以增加塑膠材料柔軟性的添加劑，也可以促進混凝土、牆版泥灰、水泥與石膏等材料的流動性與加工性質，目前絕大部分的塑化劑應用於塑

膠材料的軟化。

塑化劑或可塑劑這個名詞對一般民眾而言，在2011年5月23日以前可能很陌生，但其實它無所不在。例如大賣場與生鮮超市中，包裝在生鮮食品外面的塑膠保鮮膜會如此柔軟，就是在PVC中添加高含量塑化劑而造成的神奇功能。

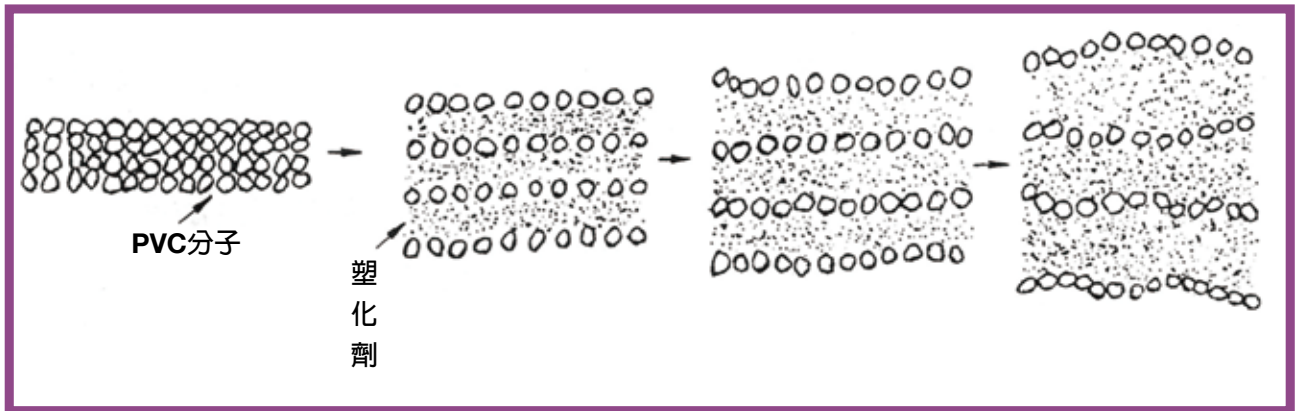
使用塑化劑最多的塑膠材料是聚氯乙烯（PVC），在日常生活中，添加塑化劑的PVC產品



● 大賣場所販賣的生鮮食品，都以柔軟透明的保鮮膜包覆在外。(圖片來源：日創社)

非常普遍，廣泛應用在建築材料（例如PVC塑膠地磚）、食品包裝、玩具、文具、容器與醫療器材等之中。

通常依據PVC產品所需要的柔軟度，會添加不同含量的塑化劑。一般而言，要生產半硬質PVC產品，必須在100公克的PVC材料中加入10~30公克的塑化劑。如果要生產軟質PVC產品，則必須在100公克的PVC材料中添加30~100公克的塑化劑，有時甚至比100公克更高。以PVC保鮮膜為例，在100公克的PVC材料中加入的塑化劑約70~100公克。PVC材料可以只添加一種塑化劑，有時依產品的特性要求，會添加兩種以上的塑化劑。



● 塑化劑滲入PVC分子間的情形

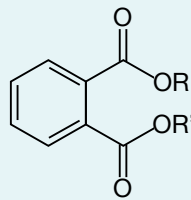
在未添加任何塑化劑之前，PVC呈現硬質狀態，PVC分子緊密靠在一起。因為塑化劑與PVC分子相容性極佳，隨著塑化劑的添加量逐漸增加，滲入PVC分子間的量就越多，PVC分子間的距離也越大，就可以製備出越柔軟的產品。目前PVC產品中使用最

多的塑化劑是鄰苯二甲酸酯類（phthalate esters），超過90%的鄰苯二甲酸酯類塑化劑使用在PVC材料上。

昱伸香料公司的起雲劑含有DEHP，賓漢香料公司的起雲劑含有DINP，這兩種塑化劑都是鄰苯二甲酸酯類的塑化劑。

什麼是鄰苯二甲酸酯類塑化劑

鄰苯二甲酸酯類是鄰苯二甲酸（phthalate acid）與不同醇類經由酯化反應所生成的衍生物，是透明的無色液體，部分鄰苯二甲酸酯類有些許芳香氣味。鄰苯二甲酸酯類在水中溶解度很小，



中文名	英文名	簡稱	R 及 R'	毒性化學物質分類	
				原先分類	建議分類
鄰苯二甲酸二甲酯	dimethyl phthalate	DMP	都是CH ₃	第4類	第1類
鄰苯二甲酸二乙酯	diethyl phthalate	DEP	都是C ₂ H ₅		第1類
鄰苯二甲酸二丁酯	dibutyl phthalate	DBP	都是(CH ₂) ₃ CH ₃	第4類	第1、2類
鄰苯二甲酸二異壬酯	diisononyl phthalate	DINP	都是(CH ₂) ₆ CH(CH ₃) ₂		第1類
鄰苯二甲酸二正辛酯	di-n-octyl phthalate	DNOP	都是(CH ₂) ₇ CH ₃	第1類	第1類
鄰苯二甲酸二異癸酯	diisodecyl phthalate	DIDP	都是(CH ₂) ₇ CH(CH ₃) ₂		第1類
鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	di-(2-ethylhexyl)phthalate 或 bis-(2-ethylhexyl)phthalate	DEHP或 BEHP或DOP	都是CH ₂ CH(C ₂ H ₅)(CH ₂) ₃ CH ₃	第4類	第1、2類
鄰苯二甲酸苯基丁酯	benzylbutyl phthalate	BBP	R=CH ₂ C ₆ H ₅ , R'=(CH ₂) ₃ CH ₃		第1、2類

● 常見8種鄰苯二甲酸酯類產品的化學結構式（圖片來源：凌漢辰）

但易溶於多數有機溶劑中，具有黏度中等、穩定性高、揮發性低、容易取得、成本低廉等特性，是目前使用量最大的塑化劑。

常見的鄰苯二甲酸酯類產品有8種：鄰苯二甲酸二甲酯（dimethyl phthalate, 簡稱DMP）、鄰苯二甲酸二乙酯（diethyl phthalate, 簡稱DEP）、鄰苯二甲酸二丁酯（dibutyl phthalate, 簡稱DBP）、鄰苯二甲酸二異壬酯（diisononyl phthalate, 簡稱DINP）、鄰苯二甲酸二正辛酯（di-n-octyl phthalate, 簡稱DNOP）、鄰苯二甲酸二異癸酯（diisodecyl phthalate, 簡稱DIDP）、鄰苯二甲酸二（2-

乙基己基）酯[di-(2-ethylhexyl) phthalate 或bis-(2-ethylhexyl) phthalate, 簡稱DEHP或BEHP或DOP]、鄰苯二甲酸苯基丁酯（benzylbutyl phthalate, 簡稱BBP）。

這8種鄰苯二甲酸酯類有定香劑（fixing agent）功能的是DBP、DEHP、DMP及DEP，常用在化妝品與保養品中。DEHP、DINP、BBP、DIDP、DBP、DNOP等6種，則常當成塑化劑來軟化塑膠材料，其中DINP及DIDP能取代毒性較強的DEHP。

歐盟把這些塑化劑都列為環境荷爾蒙，環保署已把DEHP、DBP及DMP列管為第四類毒性化學物質，DNOP則列

管為第一類毒性化學物質，限制它的使用。DINP與DIDP的毒性較低，歐盟准許用於塑膠容器上，但禁止使用在兒童玩具中。環保署尚未把DINP與DIDP列為毒性化學物質，但不可添加在食品中！由此可知，並非所有的鄰苯二甲酸酯類塑化劑都有相同的毒理特性。

由於這次毒起雲劑事件，引起國內外民眾對台灣食品安全的高度質疑，因此環保署緊急於6月1日下午召開「毒性化學物質學者專家諮詢會議」，會議結論建議把DBP、DEHP從第4類改納為第1、2類毒性化學物質；DMP從第4類改納為第1類毒性化學物質管理，並新增BBP為第1、2類毒性化學物質，

毒性化學物質分類管理架構一覽表（98年2月16日更新）

毒化物類別	第一類 (難分解物質)	第二類 (慢性物質)	第三類 (急性物質)	第四類 (疑似毒化物)
特性	在環境中不易分解或因生物蓄積、生物濃縮、生物轉化等作用以致汙染環境或危害人體健康者。	有致腫瘤、生育能力受損、畸胎、遺傳因子突變或其他慢性疾病等作用者。	化學物質經暴露，將立即危害人體健康或生物生命者。	非前三類而有汙染環境或危害人體健康之虞者。
運作權的獲得	許可證（運作量達大量運作基準的製造、輸入、販賣行為） 登記文件（使用、貯存、廢棄行為） 核可文件（運作量低於大量運作基準的製造、輸入、販賣、使用、貯存、廢棄運作行為）			不需取得許可證、登記文件、核可文件等證照，但須於運作前向當地主管機關申報毒理相關資料（包括物質安全資料表及防災基本資料表）。

DINP、DIDP及DEP為第1類毒性化學物質。環保署表示，諮詢會議後將儘速辦理預告、公聽研商、公告等行政作業程序。

環保署強調，DEHP、DBP及BBP目前在歐盟列為生殖毒性物質，其餘鄰苯二甲酸酯類雖生殖毒性沒有那麼強，但這類物質在環境中有不易分解及累積的特性，仍會危害環境及國人健康。環保署盼透過更嚴謹的制度，小心維護民眾飲食與生活環境的安全。

塑化劑會出現在哪些產品裡

目前在國內外市場上常用的可塑劑仍以鄰苯二甲酸酯類最多，因此如果濫用PVC，廉價的鄰苯二甲酸酯類塑化劑也會充斥在生活環境中。例如塑膠地板、壁紙、管線、電纜、電線、3C產品塑膠外殼、保鮮膜、汽車座椅、椅套、衣服、人工皮革、兒童玩具與用品、醫療用器材（手套、點滴袋、血袋）等，都是鄰苯二甲酸酯類塑化劑可能出現的地方。

美加地區已禁止鄰苯二甲酸酯類塑化劑使用在與口腔直接接觸的玩具中，歐盟也禁止在3歲以下幼兒的玩具中添加鄰苯二甲酸酯類塑化劑，顯見它們的安全性受到歐美國家衛生單位高度的關注。

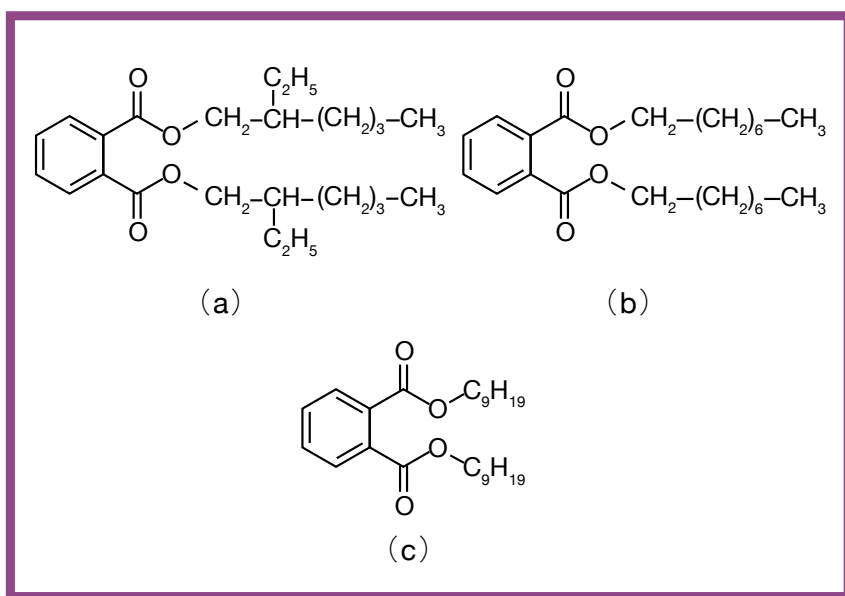
鄰苯二甲酸酯類除了可以做為塑化劑讓堅硬的塑膠材料軟化外，也可當成非塑化劑使用，例如添加在化妝品中像：指甲油、香水、口紅、洗髮精、髮膠、護膚乳液、頭髮噴霧劑等中的定香劑。

此外，鄰苯二甲酸酯類也可以當成溶劑或分散劑，添加在膠黏劑、塗料、油墨、驅蟲劑、妊娠霜、保養品等產品中，因此鄰苯二甲酸酯類是人類生活中常接觸到的化學物質。但為了使用安全起見，各式各樣的產品都應適度規範鄰苯二甲酸酯類的含量，以免使用者過度暴露在鄰苯二甲酸酯類環境中，威脅身體健康。

DEHP與DINP

DEHP是造成這次食品安全風暴的主角，DEHP是di(2-ethylhexyl) phthalate的縮寫，中文名稱是鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯或鄰苯二甲酸二辛酯，也可以用BEHP或DOP表示，DEHP的商品名稱有Platinol DOP、Octoil、Silicol 150、Bisoflex 81及Eviplast 80。

DEHP是最重要的鄰苯二甲酸酯類，也是使用最廣、產量最大的塑化劑，它可以有效地軟化PVC材料，是目前軟質PVC產品使用量最大的塑化劑。但它是一種環境荷爾蒙，環保署把DEHP列管為第四類毒性化學物質，不



● (a) DEHP、(b) DNOP與 (c) DINP的化學結構式。

可以添加在食品中。

筆者在這裡強調DEHP與DNOP是不一樣的鄰苯二甲酸酯類產品，雖然兩者的分子量一樣，但是化學結構式不同。DEHP的結構式是2-乙基己基〔2-ethylhexyl, $-\text{CH}_2\text{CH}(\text{C}_2\text{H}_5)(\text{CH}_2)_3\text{CH}_3$ 〕鍵結於酯基的氧原子上；而DNOP的結構式是正辛基〔n-octyl, $-(\text{CH}_2)_7\text{CH}_3$ 〕鍵結於酯基的氧原子上。

衛生署把鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯簡稱DEHP，而把鄰苯二甲酸二正辛酯簡稱為DNOP，也簡稱為DOP，這與部分國內外業界及學術界的用法有差異。因此讀者在閱讀塑化劑的相關新聞報導時，須留意塑化劑的真正化學結構式，以免被誤導。DNOP毒性大於DEHP，環保署把DNOP列管為第一類毒性化學物質。

DINP是diisononyl phthalate的縮寫，中文名稱是鄰苯二甲酸二異壬酯。DINP不是純物質，是一種混合物，主要是含有9個碳的異構體。DINP與DEHP一樣，是無色透明液體，是塑膠產品的合法塑化劑，但是不可做為任何食品的添加物。DINP對動物的急毒性比DEHP低，目前並未被環保署列為毒性物質。歐盟把DINP列為環境荷爾蒙，但美國及日本並未把DINP列為環境荷爾蒙。

「環境荷爾蒙」又稱為「內分泌干擾素」(endocrine disrupter substance，簡稱EDS)，根據美國環保署報告中所下的定義，「環境荷爾蒙」是指「干擾負責維持生物體內恆定、生殖、發育或行為的內生荷爾蒙的外來物質，影響荷爾蒙的合成、分泌、傳輸、結合、作用及排除」。這些物質會由空氣、水、土壤、食物等途徑進入體內，對生物體產生類似荷爾蒙的作用，干擾本身內分泌系統，進而影響生物個體的生長、發育、恆定的維持，以及生殖等作用，甚至危及後代的健康。

DEHP如何影響人類的健康

國家衛生研究院院長伍焜玉指出，DEHP對人體健康的主要影響範圍是內分泌、生殖器官與肝、腎功能。根據國外文獻以及風險評估指出，如果長期每天喝1瓶350cc DEHP濃度是12ppm的運動飲料，可能會造成生殖器功能異常的風險增加3到4倍；因為兒童體重較輕，同樣的一瓶飲料在兒童體內的濃度就會比成人高出許多，因此幼兒的風險更高達10倍。

研究也顯示，DEHP會造成胎兒「去雄性化」的現象，也會增加女性罹患子宮肌腺症的風險。在動物試驗中，食用

DEHP的猴子，在24~48小時內絕大部分的DEHP會隨尿液或糞便排出體外。人體有自然代謝功能，非大量食用的民眾，只要停止食用含DEHP的食品，其實風險並不高。

從動物實驗中發現，懷孕中的老鼠暴露在高濃度DEHP中，會影響胎兒的發育。因此，在懷孕期間暴露或接觸高濃度的DEHP時，新生兒就可能有低體重的情形，以及骨骼和神經系統方面的問題，但這些影響還不是很確定，有待進一步臨床驗證。

DEHP是否會導致人類癌症，仍有待查證。然而，從老鼠長期吃入高劑量DEHP的實驗中發現，會使老鼠發生肝癌。雖然人類和其他的靈長類動物若暴露在DEHP環境中，對於肝臟的傷害比老鼠的敏感性低，然而，為了安全上的考量，許多機構仍把DEHP分類為潛在致癌物。美國衛生人力部已經決定把DEHP列為致癌物質，國際癌症研究署也已經決定把DEHP列為可能的人類致癌物(possible carcinogen)，而美國環境保護署也決定把DEHP列入很可能的人類致癌物(probable carcinogen)。

DINP如何影響人類的健康

DINP對動物的急毒性比

DEHP低，目前並未被環保署列為毒性物質。歐盟把DINP列為環境荷爾蒙，美國及日本則未把DINP列為環境荷爾蒙。

與DEHP相比，DINP幾乎不會影響實驗動物的生殖或發育。經研究發現，DINP無遺傳毒性，在大鼠和小鼠長期飼養的研究中，發現DINP對肝臟和其他器官具有毒性，會增加肝細胞腺瘤的發生率，但這些影響只發生在齧齒目動物身上，並不適用於人類。DINP若經由飲食進入人體，會被迅速代謝，72小時內有85%由糞便中排出，其中主要是在前24小時排出，其餘部分則由尿液排出。

目前DINP不是環保署所列管的毒性物質，歐盟及國際癌症研究中心（The International Agency for Research on Cancer，簡稱IARC）並未把DINP列為人類致癌因子，也未做任何分類。

塑化劑未來的發展趨勢

使用低毒性，甚至無毒性的塑化劑 以軟質PVC產品為例，應儘量避免使用DEHP、DINP、BBP、DIDP、DBP與DNOP等6種鄰苯二甲酸酯類塑化劑。目前已有不少廠商以檸檬酸酯類（citrates）塑化劑或環氧大豆油（epoxidized soyabean oil，簡稱ESO）代替鄰苯二甲酸酯類塑化劑，應用於食品包裝、醫藥儀器包

裝、化妝品、日用品、文具用品、玩具等產品上。至於定香劑，也應以其他環境友善的化學品取代。

開發無毒性、塑化效能高、環境友善的塑化劑 雖然檸檬酸酯類號稱是無毒無味、綠色環保的塑化劑，但是它們的塑化能力仍較鄰苯二甲酸酯類塑化劑差。如何開發無毒性、塑化效能高、環境友善的塑化劑是當務之急，也是充滿商機的研究方向。

降低鄰苯二甲酸酯類塑化劑的使用量 目前鄰苯二甲酸酯類塑化劑絕大部分是應用於軟質PVC產品上，若能以其他塑膠材料取代軟質PVC產品，是降低鄰苯二甲酸酯類塑化劑使用量最直接的方法。例如以聚乙烯（polyethylene，簡稱PE）保鮮膜取代PVC保鮮膜，以熱可塑性聚氨酯（thermoplastic polyurethane，簡稱TPU）或聚丙烯（polypropylene，簡稱PP）取代部分軟質PVC產品，已是目前的趨勢。

建立完善的塑膠產品回收機制或降低塑膠的使用率 提高回收利用利用率，或降低對塑膠產品的使用率，也可有效降低塑化劑的使用量。

從這次「起雲劑」添加DEHP與DINP塑化劑的事件來看，除了造成國人與國際社會對食品安全的恐慌與疑慮外，也再

次慎重提醒我們，「任何化學物質，只要用對地方，便可造福人類；反之，若貪圖近利，用錯地方，則會造成日常生活上的夢魘。」希望政府相關單位能針對這次事件，建立更完善的食品衛生安全規範，讓民眾能吃得安心。

此外，套句電視廣告詞—「天然ㄟ尚好！」，少吃加工食品，多吃天然食品，才是避免誤食不明化學物質的最佳方式。

陳澄河

南台科技大學化工與材料系

深度閱讀資料

陳劉旺、丁金超（2008），高分子加工，高立圖書公司，台北。

<http://en.wikipedia.org/wiki/Phthalate>
<http://www.epa.gov.tw/ch/aioshow.aspx?busin=324&path=10762&guid=f4cac07c-edc8-4953-ae35-47e0180bdccb&lang=zh-tw>

<http://www.fda.gov.tw/files/news/0528%20DINP%E5%95%8F%E8%88%87%E7%AD%94.pdf>

<http://flora2.epa.gov.tw/toxicweb/comic/index1.html>

<http://www.epa.gov.tw/ch/aioshow.aspx?busin=324&path=1890&guid=31160a23-6142-4162-87ac-5b77c0f60f2e&lang=zh-tw>