

投稿類別：生物類

篇名：

戴奧辛與芬普尼汙染雞蛋事件的探討與對生物及環境的影響

作者：

蔡奇凝。臺北市立第一女子高級中學。高二樂班

陳慶瑜。臺北市立第一女子高級中學。高二真班

指導老師：

孫譽真 老師

壹、前言

一、研究動機

民國 106 年 4 月，國內首次驗出彰化縣駿億、鴻彰、財源等三處蛋雞場之雞蛋「戴奧辛」含量超標。同年 8 月初，比利時又爆發雞蛋受到農藥「芬普尼」污染，風暴由歐洲延燒至南韓，而後我國防檢局亦在抽驗過後發現彰化文政、國賀、連成三家牧場芬普尼殘留量超標。由於近年來食安風波不斷，引發了我們深入探討毒雞蛋事件原委的動機，希望藉此了解戴奧辛與芬普尼這兩種物質對生物的影響，以及它們殘留在雞蛋的原因。

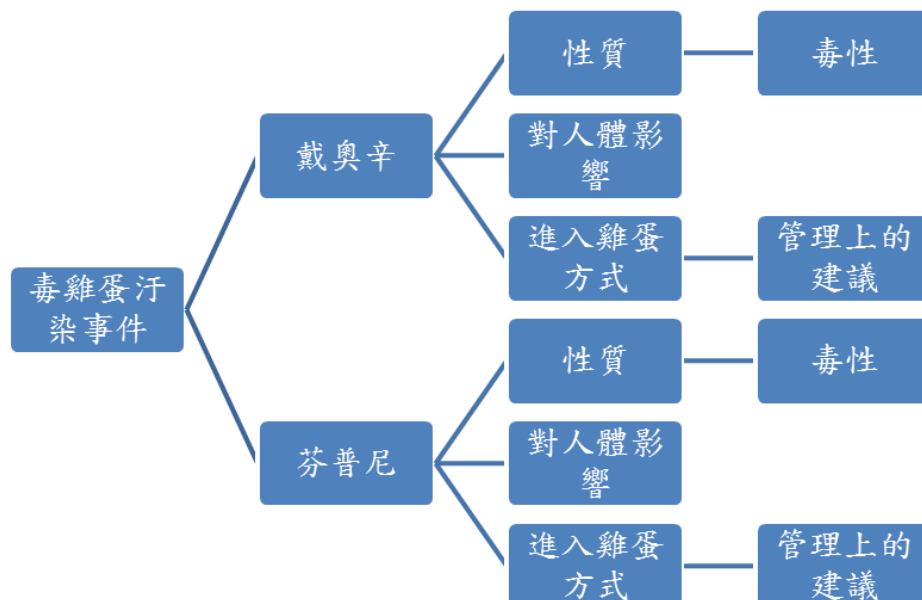
二、研究目的

探討毒雞蛋事件的兩種污染物—戴奧辛和芬普尼—對生物與環境的影響，希望藉此提高國人對食品安全上的認知，並做為政府日後管制畜牧業農藥噴灑的參考。

三、研究方法

透過文獻分析法，查詢各大媒體報導和新聞，以及研讀相關書籍、國內外文獻資料。統整分析後，詳細翻譯及記錄研究內容。

四、研究架構



圖一：研究架構
(圖一資料來源：研究者繪製)

貳、正文

一、毒雞蛋事件概要

(一) 戴奧辛雞蛋

民國 106 年 4 月，國內首次驗出雞蛋「戴奧辛」含量超標。抽驗苗栗頭份的蛋行，從其中一件蛋品，檢出戴奧辛含量 5.2 皮克，超標 2 倍多。進一步追溯發現，這些檢驗結果超標的雞蛋來自彰化芳苑的駿億、鴻彰與財源 3 處養雞場。

(二) 芬普尼雞蛋

民國 106 年 8 月初，比利時爆發雞蛋受到農藥「芬普尼」污染，風暴由歐洲延燒至南韓，而後我國防檢局亦在抽驗過後發現彰化文政、國賀、連成三家牧場芬普尼殘留量超標，蛋品中分別驗出 5ppb、22ppb、153ppb 的農藥芬普尼。

二、戴奧辛

(一) 性質介紹

戴奧辛(Polychlorinated dibenzo-p-dioxins 多氯二聯苯戴奧辛，簡稱 PCDDs) 與呋喃(Polychlorinated dibenzofurans 多氯聯苯呋喃，簡稱 PCDFs) 為約兩百一十種不同且平面狀的三環芳香族化合物的總稱，包括了戴奧辛類(PCDDs)、呋喃類(PCDFs)和多氯聯苯(PCBs)。

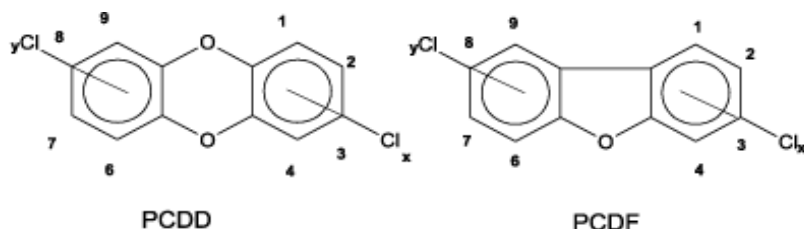


Figure 1. General molecular structure of polychlorinated dibenzo-p-dioxin (PCDD) and dibenzofurans (PCDF)

圖二：PCDD/Fs 結構圖

(圖二資料來源：Scientific Electronic Library Online)

戴奧辛的共同物理化學性質為穩定性高，在酸、鹼、熱（小於攝氏八百度）中也是，只有低氯數的 PCDD/Fs 暴露到紫外線或異辛烷會被光解。此外，戴奧辛的脂溶性高，不易溶於水且在低蒸汽壓下不易揮發。自然生態中不易分解代謝戴奧辛，因此具有生物累積性。

(二) 毒性

美國環保署(US EPA)於 1994 年的報告指出 PCDD/Fs 對人體有害，沒有安全的暴露值。

類型	動物	劑量
口服半數致死劑量	狗	100~200 g/kg
	朝鮮鼠	1157~5051 g/kg
	白兔	115.0 或 10.0 g/kg
	天竺鼠	0.6 g/kg
	雌猴	<70.0 g/kg
	雄小白鼠	114.0 g/kg
	雄大白鼠	22.0 g/kg
	雌大白鼠	45.0 g/kg
皮膚吸收半數致死劑量	白兔	275.0 g/kg

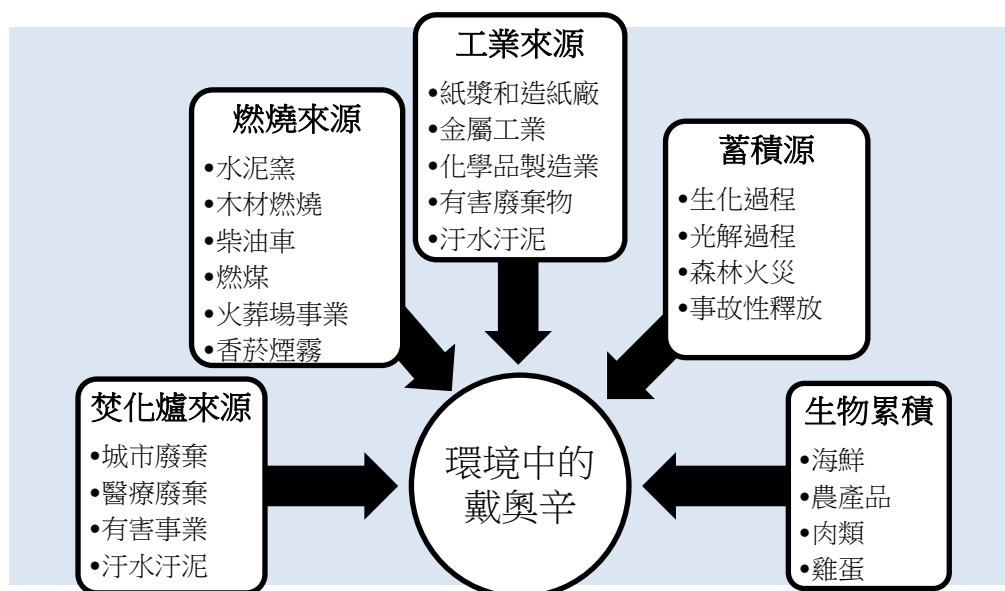
圖三：戴奧辛半數致死量表格

(圖三資料來源：環保署/ 研究者繪製表格)

在 PCDD/Fs 族中，毒性因氯原子鍵結數目和位置而有所差異。被國際癌症研究局(簡稱 IARC)歸類為第一類的「已知人類致癌物」的 2,3,7,8-四氯雙苯環戴奧辛(2,3,7,8-TCDD)毒性最強。其他異構物中，凡是氯原子取代 2,3,7,8 位置的其他元素，其毒性均相對較高。

(三) 汙染物來源

1. 汙染物來源



圖四：環境戴奧辛的來源

(圖四資料來源：修改自劉亦庭(2016)。臺灣大氣及煙道排氣中系懸浮粒戴奧辛與其他化學元素之組成特徵來源解析及健康風險探討。國立陽明大學。碩士論文。)

戴奧辛的半衰期長，而多氯數的戴奧辛又不易被化學分解或是物理分解，因此容易隨著環境佈流，可長距離移動，被植物葉片吸附而傳入土壤，亦或是透過乾溼沉降至土

壤或水體，進入生物體內。

（四）進入人體內的方式

以「生物累積」為最大宗。從空氣經呼吸作用進入植物，再經攝食進入動物，最後由攝食進入人體。另一生態食物鏈是從水底的淤泥中進入魚蝦蟹等動物，人類再經過攝食獲得戴奧辛。戴奧辛除了可經由食物鏈，也可由呼吸道及皮膚吸收進入人體。

（五）推測殘留在雞蛋中的可能原因

同理推測，雞蛋受到戴奧辛汙染的兩大可能原因有二：

1. 環境

如果養雞場附近設有焚化爐或工業區，所排放的戴奧辛便可能隨著空氣流動散佈到養雞場，被植物吸附後透過土壤，或直接經由呼吸道進入雞隻體內。另外，非放養的養雞場中，若雞舍使用的沙土來源受到戴奧辛的汙染，也可能導致戴奧辛殘留在雞蛋中。

2. 食物

雞隻的攝食需要鋅、銅等礦物質，如果製造過程中這些礦物質的來源混入了工業原料以降低成本，便有可能使飼料含有戴奧辛。此外，若飼料本身的來源遭受汙染，也可能使雞蛋中的戴奧辛含量超標，甚至禽肉也有殘留。若是放養雞隻活動範圍內的土壤遭受汙染，雞隻攝食的同時也會讓戴奧辛進入生態食物鏈中。

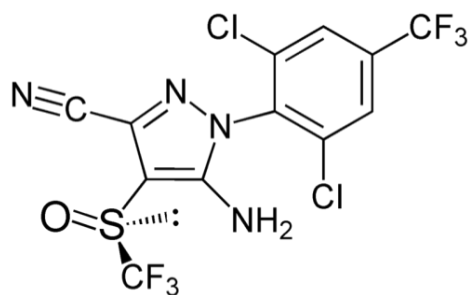
（六）對人類健康的影響

2,3,7,8-TCDD 被 WHO 認定為「致癌物第一類」。除了會增加肺癌、軟組織肉瘤等人類特定癌症的風險外，也會導致「氯痤瘡」此一皮膚病變。肝臟在戴奧辛持續的暴露下，會被激發肝臟酵素，「這些酵素可能直接或間接與環境中毒物引起的生殖傷害、成長的延緩、免疫系統變化及癌症生成有關。」（廖珮瑜，2016）戴奧辛還可由母體透過胎盤傳給胎兒，導致小孩有生殖方面的缺陷或性生殖器官發育遲緩的情況。

三、芬普尼

（一）性質介紹

芬普尼化學式為 $C_{12}H_4Cl_2F_6N_4OS$ ，是一種苯基吡唑類殺蟲劑，為非競爭性抑制子殺蟲劑，用於農業上、寵物驅蟲、殺蟑等等。以阻斷由伽馬氨基丁酸調解氨化物管道來干擾中樞神經系統活動來達成殺蟲的目的。



圖五：芬普尼結構圖

（圖五資料來源：維基百科）

芬普尼的蒸氣壓低，不易揮發。土壤對芬普尼的吸收力高，不易向下滲透到深土層甚至地下水層。微生物分解作用以及光降解作用皆可分解芬普尼，其中以微生物分解為表土與較深土層最主要的分解方式。

（二） 毒性

1. 芬普尼

WHO 將芬普尼的農藥毒性歸類為「第二類有毒物質」，而美國環境保護署將芬普尼歸類為「可能致癌物質」。根據危險說明〈GHS〉所做的研究，芬普尼在美國 156 間公司出產的商品上，常出現的毒性標語如下：

GHS 分類代碼以及所表示的情況	標示頻繁程度
H301 吞嚥中毒	100%
H311 皮膚接觸中毒	100%
H330 吸入致命	32.69%
H331 吸入中毒	67.31%
H372 長期或重複接觸會對器官造成傷害	100%
H400 對水生生物毒性極大	100%
H410 對水生生物毒性極大並具有長期持續影響	100%

圖六：芬普尼毒性標示表格

（圖六資料來源：研究者整理）

類型	動物	劑量
急性口服半數致死劑量	大鼠	97 mg/kg
	小鼠	95 mg/kg
	白兔	354 mg/kg
急性注射半數致死劑量	兔	354 mg/kg
急性接觸半數致死劑量	大鼠	> 2000 mg/kg
急性吸入性半數致死劑量	小鼠	0.682 mg/l air (四小時)

圖七：芬普尼半數致死量表格

(圖七資料來源：教育部防治外來入侵種及植物病蟲害電子報 97-01／研究者繪製)

芬普尼藉由干擾 γ 胺基丁酸受體(GABA)而阻斷生長激素訊息傳導，且喜與昆蟲的 GABA 受體結合，所以芬普尼對昆蟲的危害大於哺乳類。

2. 芬普尼代謝物

根據國家環境毒物研究中心的報告顯示，芬普尼代謝物的毒性大於芬普尼。

(1) 還原作用代謝物：

為硫醚(Sulfide)，在好氧或厭氧含水的環境之中皆是最主要的代謝產物。

(2) 水解作用代謝物：

為氨基化合物，是厭氧含水的環境之下次要的代謝產物。

(3) 氧化作用代謝物：

為磺(Sulfone)，可經由硫醚(Sulfide)氧化成「亞磺」後再進一步氧化而測得。為厭氧含水的環境之下次要的代謝產物。對鳥類危害大，易透過生物累積進入到高級消費者的體內。磺「對魚類的毒性則是芬普尼的 6.3 倍。」(教育部防治外來入侵種及植物病蟲害，2008)

(4) 光降解作用代謝物：

為去硫化合物，與昆蟲 GABA 上的受體有高親和力。對於芬普尼來說，除非在極鹼性之中，否則光解作用比水解作用容易。

(三) 進入人體內的途徑

1. 食物鏈

如果牲畜食用的青草飼料中有芬普尼殘留，其所吃下的農藥將會累積在脂肪和乳汁當中。而就雞隻方面討論，有研究指出農藥除了噴灑在農作物上後，被雞食用進入體內外，也可能隨著逕流匯入大海，被海中的浮游生物攝取後隨著食物鏈進入魚體內，經過一連串的生物放大作用，魚又被製成雞飼料進入雞體內。以上原因進而透過間接影響食物鏈間接影響人類。

2. 水源

芬普尼在作為農藥噴灑的過程中，可能因為上游投藥造成飲用水的汙染，而進入人體當中。

3. 非飲食暴露

在台灣，芬普尼「除用於農民生產的農用藥劑外，還包括許多常見的螞蟥、白蟻、甲蟲、蟑螂、扁蝨等環境衛生用藥或是防治寵物跳蚤的動物用藥。」（林孟汝，2017）使用高壓產品驅除蟬蟲和貓、狗身上的跳蚤，或在治療後 56 天內接觸寵物，皆有可能使人體暴露在芬普尼的影響下。

（四） 汙染物來源及推測殘留在雞蛋中的可能原因

根據農藥管理法第 18 條：「中央主管機關得對已核准登記之農藥進行安全評估，有危害人體健康或汙染環境者，應依其必要性公告限制其使用方法、範圍，或公告為禁用農藥及廢止該農藥許可證。」（農藥管理法，2015）防檢局已於民國 105 年禁用農藥芬普尼，因此農委會研判芬普尼最可能殘留在雞蛋中的原因為蛋雞農不當使用芬普尼驅除環境、雞隻體外的寄生蟲所致。「有國內禽畜養殖學者指出，由於雞舍進行消毒處理時，很難將雞隻全數移走，『依國內外相關研究推測，有可能是環境基礎值提高後，進而間接累積在動物體內。』」（孔德廉、賴郁薇，2017）且芬普尼為脂溶性物質，以芬普尼代謝物的形式儲存在雞隻的脂肪中，所以有可能出現在其所產下的雞蛋中。另一種可能為農作物未依禁止規定噴灑農藥芬普尼，被雞隻食用，進而殘留於雞蛋中。由此我們產生以下問題：

- （1） 即便用在雞隻身上的芬普尼屬於動物用性質，但這些雞隻是為提供人類食用雞蛋而飼養，與貓狗等寵物實有不同，所以仍不應被使用，是否有雞農因為芬普尼的價格較合法除蟲劑便宜，而使用的可能？
- （2） 在為雞舍進行消毒時，芬普尼是作為環境消毒劑被不小心噴到了雞身上，還是雞農為求方便直接噴在了雞身上？

（五） 人體吸收芬普尼的方式與對健康的影響

芬普尼未被確認為致癌物質，對生殖能力以及新生兒也無已知明確的傷害數據。從經過統計的美國診所數據以及過去案例，可發現人類在食用芬普尼後常見的反應為噁心、嘔吐、頭痛、腹痛、頭暈、煩躁不安、強直一陣攣性發作等等。這些臨床症狀一般而言皆是可逆的，而且會時間的推演而消逝。

1. 根據澳洲政府衛生署所針對芬普尼對哺乳類的影響的研究顯示，人體吸收芬普尼的方式可分類為：

(1) 體外皮膚滲透

皮膚吸收率與施用的芬普尼並不成正比關係，且大鼠的表皮吸收率比人類的表皮吸收率高。

(2) 口服吸收

「芬普尼會於脂肪及腎上腺積聚。其次為肝臟、胰臟、甲狀腺、卵巢；最低為肌肉、大腦、心、冠狀血管。」〈國家環境毒物研究中心，2017〉以下為代謝與排除（廓清率）。

類型		時間
水解作用	22°C (pH 7.1)	1,390 天
	22°C (pH 9.1)	1,100 天
	32°C (pH 7.1)	15.6 天
	32°C (pH 9.1)	11.3 天
光降解作用	水中	4.1 小時
	土中	34 天
含氧水性環境		14.5 天
田野中消散		102-160 天
含氧土壤		630-693 天
厭氧土壤		123 天

圖八：芬普尼半衰期量表格

（圖八資料來源：國家環境毒物研究中心／研究者繪製表格）

大鼠經過口服吸收芬普尼後，芬普尼廓清率為 256.42 ml/h/kg，僅有大鼠肝血流量的 8%。約 80%和約 60%的給藥劑量分別在低劑量和高劑量在給藥後的 72 小時仍保留在組織中，尤其易積於脂肪組織。芬普尼在小鼠、大鼠、狗、兔、山羊、母雞和魚的代謝結果皆相近，芬普尼最主要的排泄途徑是經由糞便。膽汁抑是十分重要的排泄途徑。

2. 對健康的影響

以下實驗數據來自國家環境毒物研究中心。

(1) 短期暴露影響

為期六週和四週的實驗皆出現以下狀況：服用大於 300ppm 芬普尼的大鼠食慾

不振、體重下降，肝臟與甲狀腺（尤其雌大鼠）重量增加。在實驗第二週便有大鼠死亡。而服用 20 mg/kg bw/d 劑量的芬普尼的狗，雖然無死亡的情形發生，但可觀察到以下狀況：頭暈目眩、面部抽搐、連續吞嚥、前肢姿勢異常或抽搐。

（2） 長期影響

與短期毒性相同，對小鼠和大鼠的體重、肝臟與甲狀腺的重量有影響。實驗指出，無明確證據可以連結長期暴露在芬普尼會有致癌性。

（3） 生殖毒性

服用 30ppm 芬普尼的親代所產下的子代，出現的情況有：抽搐、生育能力降低、體重增加、發育遲緩等現象。

（4） 基因毒性

實驗發現芬普尼對哺乳類無基因毒性，所以推論其對人類是無基因毒性的。

四、人工管理

（一） 戴奧辛

事件發生後，可能生產問題蛋已全數下架和管控，而市售雞蛋也都有生產條碼和履歷供消費者參考。目前台灣的檢測標準為雞蛋、鴨蛋及其製品中的戴奧辛含量不得超過 2.5 皮克／克脂肪、戴奧辛與戴奧辛類多氯聯苯含量總和不得超過 5.0 皮克／克脂肪。

（二） 芬普尼

芬普尼實為環境用藥，理論上不得使用於食用禽畜及禽畜舍消毒工作。然而防檢局並未明確列出「核准除蟲動物用藥」，在蛋雞農誤將芬普尼除蟲劑用於雞隻除蟲的事件之外，養雞業界使用未經核准的動物用藥於禽畜舍也是常有的事。因此，防檢局訂出各項藥品的殘留標準，目前暫以機器偵測值 5ppb 作為殘留標準，一旦驗出超標就會立即啟動流向追查、執行下架，並配合例行性的動物用藥抽驗，作為管制的最後門檻。

五、管理建議

（一） 戴奧辛

針對雞隻從周圍環境攝入戴奧辛的防制，現行體制已有規範如上點。但我們認為目

前防制最大的漏洞在於雞隻飼料中礦物質的取得來源，因此我們建議政府對於飼料成分加強抽檢與管制。

（二） 芬普尼

雖然法律已明訂禁用農藥芬普尼，但農民仍有為節省成本違法使用的疑慮，政府應正視並加強政策與取締實際上施用情況。除了雞舍清潔過程中移動雞隻上的困難之外，事實上即使是動物用芬普尼，也不應比照貓、狗對雞隻進行噴灑。但政府對這點並未注意，所以宜有相關配套管制，如：鼓勵使用合乎標準的除蟲劑等。

參、結論

為了壓低成本，飼料上的偷工減料、工廠對環境的汙染、農藥的濫用、不當的環境消毒方式，都會造成雞蛋中汙染物的殘留。戴奧辛議題較早被國內廣泛討論，所以政府有較完善的管制規定，但是芬普尼或者其他大眾陌生的化學物質，民眾對其無防備，國內政府也無在檢驗時列入必須檢驗的項目，因此這些化學物質汙染事件再次出現的機率便較高。期盼未來政府在制定檢驗標準時，可參考國外標準來更新檢驗項目，並制定明確的使用規範，使農民有所參考，進而保障臺灣民眾的食品安全。

肆、引註資料

1. 廖珮瑜(2016)。汙染廠址水域環境中生物體內汞及戴奧辛生物累積與環境風險之研究。國立臺灣大學生物環境系統工程學研究所。
2. 劉亦庭(2016)。臺灣大氣及煙道排氣中細懸浮微粒戴奧辛與其他化學元素之組成特徵來源解析及健康風險探討。國立陽明大學環境與職業衛生研究所。
3. 國家環境毒物研究中心 (2017)。2017 年 9 月 04 日，取自 <https://goo.gl/pj3mRo>
4. Pete Connelly (2008)。火蟻藥劑(二)-芬普尼概述。教育部防治外來入侵種及植物病蟲害電子報，01(2)，1-4。取自 <https://goo.gl/uCrH85>
5. Australian Pesticides and Veterinary Medicines Authority Australia. (2007). Review of The Mammalian Toxicology and Metabolism/toxicokinetics of Fipronil. Recited website: <https://goo.gl/ydEQ3s>
6. Leadership(2017)。雞蛋·戴奧辛·食品安全。2018 年 2 月 10 日，取自 <https://goo.gl/22eD5K>
7. SGS 電子整合週報。由芬普尼事件延伸動物用藥/環境用藥/農藥進入食物鏈的探討。SGS 電子整合週報，169，3，2018 年 2 月 10 日，取自 <https://goo.gl/1sGufg>
8. 林孟汝 (2017)。芬普尼小百科。2018 年 2 月 10 日，取自 <https://goo.gl/SbxXCM>
9. 孔德廉、賴郁薇。農藥芬普尼為何殘留在雞蛋裡？環境用藥拿來噴雞舍？。2018 年 2 月 10 日，取自 <https://goo.gl/gMMuYg>