# 從雞蛋殘留芬普尼事件談
# 農藥殘留劑量與暴露危害風險關係

廖俊麟[1] 蔡韙任[1]

## 一、前言

芬普尼殘留雞蛋事件在2017年從荷蘭及比利時等歐洲國家開始漫延到韓國及臺灣等超過45個國家，從生產地區或輸入地區皆受到波及。在今年度2月我國彰化某牧場生產的雞蛋也再被抽樣檢出芬普尼殘留超標，回顧2017年芬普尼事件使我國動物性農產品殘留農藥議題首次被關注，近期的茶葉抑或其他蔬菜水果殘留農藥的議題更是不時占據媒體版面，每次相關新聞出現，許多媒體皆會將農藥殘留與毒藥殘留畫上等號，使用聳動標題冠上「毒雞蛋」、「毒蔬菜」、「毒水果」及「毒茶葉」等稱

註 1：行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。

號，使得民眾皆聞「農藥」而色變。除殘留檢出事件外，甚至部分農藥將公告容許量（Maximum Residue Limits, MRL）標準的新聞出現，亦會受到媒體或社會關注並被民眾質疑，相關標準之推估其實皆符合國際評估指引並具科學佐證資料，可證明對人體風險在可接受範圍內。事實上農藥也是「藥」的一種，可以防止植物病蟲害的影響以保障消費者每天都有穩定供應的蔬菜水果可食用，只要控管消費者暴露的劑量，其暴露風險皆是在可接受的管制範圍內的。許多農藥殘留事件往往經媒體或部分專家學者針對農藥在動物實驗發現的症狀或者高劑量組產生腫瘤的結果而被刻意凸顯，卻常常不提這些病變影響與暴露劑量之間的關係，使民眾對於這些農藥直接與中毒或罹癌劃上等號，即使是水或鹽巴只要暴露極高劑量同樣會造成嚴重危害反應。前陣子更有新聞直接使用農藥銷售總量數據再除以人口數，指出臺灣人平均每年喝下1罐農藥，促使青壯族罹癌率倍增，這是不符合常態邏輯的計算方法，以估算農產品殘留量或環境殘留估算人體暴露量會較為準確，另外影響腫瘤之風險相關因子眾多，根據不同種類腫瘤包括年齡、基因、生活習慣、環境、其他傳染性或非傳染性如代謝性疾病等太多因子皆會對腫瘤發生不同層面的影響。因此本文將以雞蛋殘留芬普尼事件為例，以毒理風險評估角度貫穿，並特別針對農藥殘留「劑量」及暴露「危害」短期及長期風險關係說明，過程之評估皆使用最基本的數學四則運算法，以簡單易懂方式加以圖例解釋民眾最關心最直接殘留危害風險的議題，作為與消費大眾溝通的橋樑。

## 二、農藥殘留對人體暴露風險基本概念

一般評估農藥對人體危害風險可藉由農藥研發過程中執行的毒理試驗結果為主，不同農藥根據其性質或申請類別會有不同的申請要件，以申請新成分有機化學農藥為例，研發廠商最後須繳交至少超過20項之毒理試驗報告，經由農藥申請主管機關審查，並配合作物殘留消退、藥效或理化試驗皆審核通過後才得准予上市。根據毒理學基礎共識為所有的化學物質其實皆具有危害性，但是暴露的劑量及途徑，可以決定此化合物質的風險，因此以消費者而言，對人體的危害影響可採「參考劑量」（reference dose）評估模式，包括急性參考劑量（acute reference dose, ARfD）及每日可接受攝取量（acceptable daily intake, ADI），也就是評估後於人體暴露該化合物短期或長期下皆不會對人體造成毒性反應的劑量。另外參考劑量在進行農藥於後續農產品容許量的行政管制亦是重要的依據，一般參考劑量是根據動物實驗結果以

及嚴格的風險評估計算而得，會藉由動物毒理試驗得到不會對動物造成短期或長期危害的劑量，並且再考慮到相關結果是由動物推估到人，須考慮到人體間敏感性亦不相同，因此會再將該劑量除以不確定因子，常規值為100，但會因為影響風險評估因子程度不同而可能往上或往下調整，以作為最保守的評估方式，涵蓋所有的族群。在短期評估方面，當綜合評估農藥在急性暴露後有一定風險時，即會訂定ARfD，作為評估人體一次性攝入單一產品的暴露風險。

在長期評估方面主要是考量消費者長期可能攝食到殘留微量農藥的農產品或者環境中包括空氣與水中更微量的殘留而對人體健康潛在影響的風險，一般藉由長期實驗動物試驗去評估其慢性參考劑量，就是ADI。目前國際上普遍會評估農藥於所有可使用範圍作物下，經殘留消退試驗所得到預估的殘留量或容許量標準與ADI基準之比例，以作為風險管制的工具，又稱為風險杯概念（risk cup%），可以視為我們將每日可能吃到的蔬菜、水果或蛋肉類等農產品之農藥殘留皆納入一個量杯中，確實，每項產品經施用或間接暴露而可能有微量的殘留，但管制上會控制所有可能經攝食的微量殘留總量不能超過ADI標準上限，目前我國會控制所有經攝食的農產品不得超過80% ADI作為指標。

## 三、暴露劑量與不同危害基準風險之解讀

前面我們提到許多暴露劑量會牽涉到的指標比如NOAEL、ADI或MRL等名詞，在這裡我們將所有暴露劑量與危害基準關聯性整合進行剖析，暴露劑量由低到高可能造成的風險區分為四區域（圖1），包括由最低風險（D區，藍色區域）到最高風險（A區，紅色區域）。D區代表產品殘留量未檢出（低於儀器定量極限）或檢出低於MRL，相關產品之殘留量會經主管機關判定合格，評估對人體是不會有明顯危害風險的，目前經我國無論行政院農業委員會（簡稱農委會）或者食品藥物管理署（簡稱食藥署）等機關抽檢市面農產品統計資料，絕大多數產品之殘留量皆處於D區。根據近年食藥署或農委會農產品殘留農藥年報資料，合格率皆可達到85%或90%以上，而大多數未合格者皆是檢出已登記上市但尚未准予使用於該作物之用藥。C區代表產品殘留量高於MRL，但整體而言經評估攝食量後仍低於ADI或ARfD標準，此類產品會判定為不合格，須下架銷毀，可能原因主要為農民未依據農藥建議使用範圍或使用劑量並配合一定停藥期施用，但是產品不合格不代表攝入此產品就會有危害風險。B區代表產品殘留量經攝食量評估後超過由動物試驗推估來的參考劑量，被認為可能只對少數

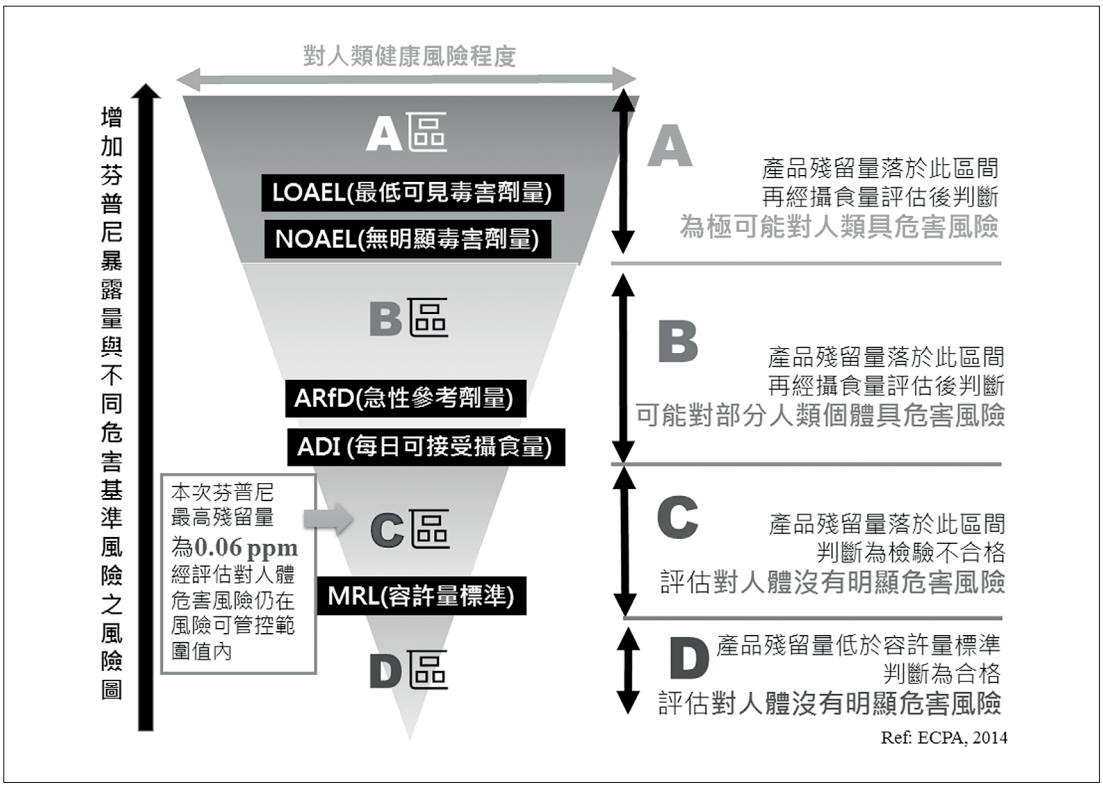


圖 1. 以芬普尼為例說明暴露量與不同危害劑量基準風險關係圖。

敏感族群造成最輕微的反應，A區代表產品殘留量經攝食量評估後，超過動物試驗裡沒有明顯毒性反應的劑量，要到此區域才會被認為其對人體風險危害程度高。

## 四、芬普尼殘留雞蛋事件之暴露危害估算

以我國今（108）年2月發生芬普尼殘留事件之檢出劑量0.06 ppm舉例說明，目前芬普尼於禽蛋之容許量標準為0.01 ppm（10 ppb），主要是考量家禽可能經攝食到農藥殘留的玉米或稻米等飼料經科學評估所計算出來的管制值。事件發生後有專家指出依照國際食品法典委員會（Codex）建議，芬普尼ADI值為0.0002毫克/公斤/日，以這次驗出芬普尼殘留最高檢出0.06 ppm評估成人（60公斤）吃4顆就會達到極限等訊息。然而從毒理學觀點來看，ADI為評估，每天都攝食到某化學物質一輩子也不會產生毒性反應的劑量，以此評估本次芬普尼殘留的暴露風險而言是較過於保守且不合乎常理的，這樣表示某個人一輩子每一天都吃到芬普尼違規殘留的雞蛋，而且吃的每一顆蛋

都殘留高達0.06 ppm。引用歐盟聯邦食品鏈安全局（Federal Agency for the Safety of the Food Chain in EU, FASFC）當初對歐洲爆發芬普尼殘留雞蛋事件之風險評估及風險管理資料，採用ARfD作為評估對人體暴露風險，歐盟當時亦認為使用慢性風險評估偶發事件是不合理的。根據農委會去年至今年2月15日共抽驗雞蛋506件之統計資料，僅有今年1月分1件超標，合格率達99.9%。因此利用ARfD概念較符合評估本次暴發之偶發事件。芬普尼於歐洲食品安全局建議的ARfD值為0.009毫克 / 每公斤體重，利用此數值最後歐盟計算出雞蛋殘留芬普尼的風險危害管制值標準（safety threshold）為0.72 ppm，其計算主要同時考量一般大人及幼兒的風險後，以最保守方式評估幼兒潛在風險作為判定指標，詳細計算流程如圖2。

## 五、歐盟對於芬普尼殘留雞蛋事件的管制措施

歐盟針對芬普尼殘留雞蛋事件所評估的雞蛋風險危害管制濃度值與MRL並不相同，MRL為針對產品是否檢驗合格的管制限值，在暴發事件後歐盟以芬普尼殘留雞蛋風險危害管制濃度值標準加上容許量標準作為分界，分別進行不同行政管制措施，對於產品檢出超過容許量標準者皆進行下架，但檢出超過危害管制濃度才會啟動召回（recall）機制，會通知消

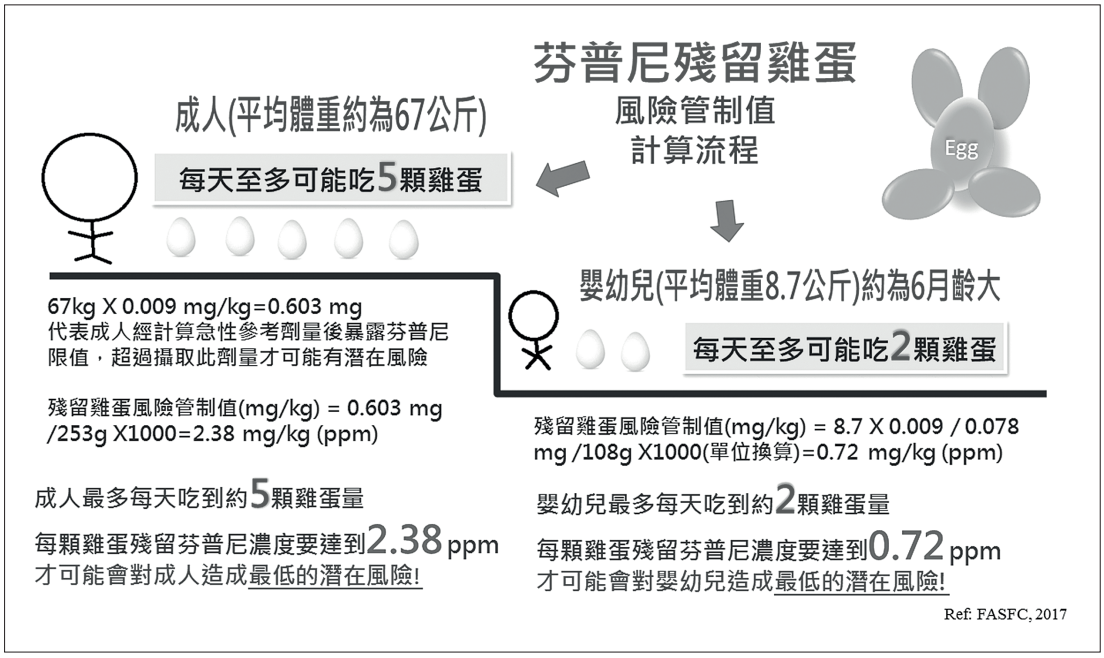


圖 2. 歐盟聯邦食品鏈安全局芬普尼殘留雞蛋風險危害管制濃度值（safety threshold）計算流程。

費者將購買到殘留疑慮風險的雞蛋繳回，以確保對消費者的健康風險，此措施也值得國內管理機構評估參考。

以我國今年2月雞蛋殘留事件最高的0.06 ppm作為基準，並利用我國國家攝食資料庫統計資料，評估消費者攝食的暴露風險，使用ARfD作為評估危害風險基準，並使用比歐盟更嚴格的國際食品法典委員會ARfD標準0.003毫克 / 每公斤體重計算，及考慮幼兒因為體重低，相對暴露農藥的風險較成人高，一併納入評估幼兒的風險。就成人而言，攝入殘留0.06 ppm的雞蛋，一次要吃超過63顆才會具急性暴露的危害風險，另外再以最多3歲的幼兒而言，一次也要吃超過13顆才會具急性暴露的危害風險，因此即使是最極端的族群，也皆不太可能會攝入超出評估的風險基準。

因此回到暴露量與不同危害劑量基準風險關係圖，即使產品殘留濃度真的達到危害管制濃度值，也就是進入到B區範圍，也僅是代表可能造成最低的潛在風險，主要原因此範圍是以參考劑量作基準，而參考劑量一般情況是參考動物試驗「不會」造成動物出現症狀的劑量，再加上考量不確定度，還會再除以不確定因子所推估出的數值。因為有不確定因子作為緩衝區間，所以產品經估算攝取量超過此基準也只代表可能對部分最敏感族群造成最低的潛在風險。而產品殘留量經估算攝食量倘若達到A區，才會判斷成極可能造成危害風險。由此得知以消費者一般暴露農產品殘留的劑量要達到毒理學上危害基準風險，仍有非常大的緩衝區間，這也是目前各國政府極力推動保護食品安全的管制措施，期望用最保守、最嚴格的方式來維護民眾食的安全。

## 六、總結

過去國內或國際上皆發生許多食安事件，消費者也越來越重視食安帶來的影響，每次事件的發生都使消費者對於眼前的食物是否安全而存疑，部分媒體也特別緊抓住此點，用比較顯目標題以增加新聞效果，但可能會因未全盤瞭解或未經科學查證而帶給民眾不必要的恐慌，不管以身為消費者大眾或身為政府部門的角色而言，我們應嚴懲少數抱持僥倖心態違規用藥的業者，但過多新聞效果或刻意渲染的文字，對於解決食安的問題沒有正向的幫助，更可能打擊到國內大部分仍安份守己的業者。本文以雞蛋殘留芬普尼事件為例，分階段談論農藥殘留劑量及暴露危害風險的關係，我們期望社會大眾未來在看待無論農藥殘留檢出事件或者部分產品又增訂容許量的訊息出現時，以科學根據的角度出發，客觀看待農藥殘留及危害風險的關係，須瞭解「劑量」才是影響風險危害重要的關鍵。