

藥殘無遁形—— 微跡偵探預警危機

■ 傅偉光

食品安全問題的癥結究竟何在？

食品檢測實驗室透過什麼方式為消費者把關？

各種分析檢驗數據的出現，到底是帶給消費者的生活恐慌不安？抑或是警告訊息？

冰山一角露藥殘

近年來食品安全事件時有所聞，除了以往從未發生過的問題外，像是奶粉中添加三聚氰胺、多種食品中測出大量塑化劑、非法在澱粉中使用順丁烯二酸酐、食用油中發現銅葉綠素等，都引發國內外對台灣食品安全的關切。至於因為農業生產而使用的農藥與動物用藥，殘留之後檢測不合格，更是常常占據著媒體版面，不斷重創消費者信心，造成民眾恐慌。

諸如「市占率高達 6 成的市售鮮乳含有動物用藥」、「進口蔬菜農藥超標 454 倍」、「嬰兒配方食品疑有禁用農藥殘留」、「營養午餐農藥殘留檢測不合格率近 10 %」、「貢丸抗生素超標 6 倍，720 公斤已吃下肚」、「市售羊乳也淪陷？驗出抗生素『林可黴素』」、「知名連鎖超市洗選蛋驗出動物用藥殘留」等一連串食物災情的報導，似乎想以一角一角地逐次引爆來展露「冰山」的巨大。

伴隨著進口農畜產品與食品的種類、形態及數量日益增加，
衛生安全的問題也日趨重要。



近年來的食品安全問題，不斷重創消費者信心，造成民眾恐慌。（圖片來源：種子發）

國際上對藥物的使用及殘留標準因國而異，從事農作物生產者首先須遵守本國的藥物使用準則，外銷時又須符合輸入國的相關規範。

這些駭人聽聞的報導引發消費者對食品安全的關切與重視，除了平常常吃的東西現在都不敢輕易放入口中外，即使是正常的三餐，也讓一般人吃得不安，不知道自己究竟吃了多少恐有疑慮的汙染物質？有些人更嚴重到因噎廢食、杯弓蛇影、食不知味的地步。

食品安全問題的癥結究竟何在？食品檢測實驗室透過什麼方式為消費者把關？各種分析檢驗數據的出現，到底是帶給消費者的生活恐慌不安？抑或是警告訊息？如何為毫無專業檢驗知識的消費群眾建立藥物殘留微跡偵探預警系統，實在值得多做深思與檢討。

各國法規日趨嚴格

自世界貿易組織成立以來，由於國際間食品貿易自由化發展，各國的農畜產品及食品都可打破疆界自由流通販售。伴隨著進口農畜產品與食品的種類、形態及數量日益增加，衛生安全的問題也日趨重要。為強化食品安全管理，保障國民健康權益，世界各國都持續加強對食物原料與產品的品質監測控管及衛生安全管理。

鑑於有安全風險疑慮的食品極有可能直接影響廣大消費者的健康，並造成農民或食品業者經濟上的莫大損失，針對食品安全問題，如何規範並建置一套有效管理的措施，不再是一項純粹的公共衛生議題，也是經濟貿易的重要課題。

目前各個國家對農畜水產品使用藥物的管控愈趨嚴格，屢屢修訂或公告藥物使用規範及藥物殘留標準，以確保消費者的健康

安全。國際上對藥物的使用及殘留標準因國而異，從事農作物生產者首先須遵守本國的藥物使用準則，外銷時又須符合輸入國的規範。回顧過去藥物殘留檢驗不合格的畜水產品，部分原因在於某些藥物在國內外都核准使用，但可使用的對象或殘留容許標準不同；某些藥物是國內核准使用，國外未核准；某些藥物是國內未核准使用，國外准用；因此屢生爭議歧見。

隨著國際環境快速變遷，藥物殘留問題成為拓展外銷市場不可輕忽的障礙。而要做好藥物殘留管制，必須兼顧「事前積極管理」與「事後有效處理」的雙重因應措施。

食品檢驗角色重

就「事前積極管理」而言，政府為保障國人食的安全，應採取有效防範的管理作為，從產品的來源、製造、販賣、消費等每個環節落實檢驗制度，藉由持續加強的源頭採樣調查，防止藥物殘留違規的產品流入市面。另外，還要整合衛生機關、業者（包括農民、畜牧業、養殖業者、食品加工業、餐飲業者）、消費者及媒體各方面的力量，建立一個涵蓋管理、輔導、監督、檢驗、教育及服務的飲食安全體系，才能解決非法使用農藥及動物用藥的問題，確保消費者的食用衛生安全。

一般而言，政府、業者及消費者三者間的關係應該是個等邊三角形。業者提供產品給消費者，政府負責監督業者，消費者則以稅金回饋政府；如此這個三角形的三邊才能維持平衡，藉著良性的互動關係，才能使三方都滿意。一旦狀況演變成三角

**從科學與管理的角度來說，
安全農畜水產品是在良好管理制度下生產出來的，而不是靠檢測產品就能得到的。**

形的任何兩端互相拉攏時，第三者就會被遠遠拋在另一邊；原本的等邊三角形也因此扭曲變形，這時候就需要有檢驗機構出面協調，協助三者間的制衡與溝通關係。

食品的檢驗工作在食品安全上扮演非常重要的角色，定位在為消費者的飲食安全嚴格把關，以確保民眾吃得安全、吃得安心。

聯合國糧食與農業組織及世界衛生組織為確保食品安全與品質擬訂了「強化國家食品控制系統指引」，其內容指出食品安全管理五大要素包括食品法規、主管機關、稽查作業、檢驗服務及宣導教育。指引中特別強調檢測實驗室是一個食品控制體系的重要關鍵部門，實驗室檢測結果經常做為法庭訴訟判定的依據，或確定是否符合法規或國家標準的證據，因此實驗室必須確保檢驗技術（包括儀器設備與檢測方法）的準確度、精密度及可信賴度。

幾次食安事件常出現所謂「民間版說鮮乳動物用藥殘留量過高，官方版說沒問題」的論戰與爭議，如何確定實驗室分析結果的正確性，或不同實驗室有不同分析結果出現時何者正確，則是一大問題。事實上在執行任何的食品檢驗時，一定有多或少的操作誤差，為了避免錯誤結果帶來的殺傷力，在做任何食品檢驗時必須謹慎小心，最好是多採樣，才會使結果較具代表性，千萬不可以單一批次樣品的分析結果就妄下定論。另外，對涉及不合格的檢體，必須做適當期限的留樣保存，以利後續的查核與驗證。

碰到消費者團體與政府機關有二種不同的檢驗報告版本時，基本上應由一個更

具公信力的第三者進行檢驗評斷，而具有完善檢驗制度並經實驗室認證的民間檢驗機構正好可以扮演這個角色。至於消費者團體、生產製造業者或政府機關在對外做任何食品檢驗結果公布之前，最好也能審慎地多方徵詢學者專家意見，或透過其他較具公信力的民間檢驗機構的確認，檢驗結果會比較可靠可信，以減少消費者因不正確分析數據的誤導所引起的恐慌不安。

有效處理當機立斷

實際上從科學與管理的角度來說，安全農畜水產品是在良好管理制度下生產出來的，而不是靠檢測產品就能得到的。若在生產過程中能夠有效避免、降低或減少各種違反法規的行為，生產製造出來的產品出問題的可能性就大幅降低。再通過對風險高或未知的潛在因素的特定檢測，以確認其在安全或在可容許的範圍內，就能有效控制違規產品的上市。

在這裡檢測所代表的另一層價值意涵，在於發現異常問題後所驅動的「事後有效處理」。3年前國內發生膠囊產品中檢測出大量塑化劑的事件，就是一個經由檢驗發現而導入事後有效處理的成功案例。

以目前台灣社會的現況，通過藥物殘留檢測已成為現今消費意識認知下，獲致農畜產品安全及品質保證不可或缺的重要條件。換言之，消費者對於沒有檢驗合格的產品是不會放心的。因此，食品檢測分析實驗室在這觀點的影響與引領下，主要任務就是鉅細靡遺及無所遁形地把產品中藥物殘留檢測結果做最完整與真實的呈現。鑑於這種需求，



（左）液相層析串聯質譜儀儀器室；（右）以氣相層析串聯質譜儀檢測農藥殘留。（圖片來源：財團法人食品工業發展研究所）

各式各樣的檢測儀器紛紛應用到食品分析的領域，尤其是液相層析串聯質譜儀與氣相層析串聯質譜儀，更成為目前分析動物用藥及農藥殘留的標準工具。

不過，目前用於食品與藥物安全等的分析檢驗，大多是針對已知檢測目標物的定量分析，對於食品中充斥的各種未知且可能違法使用的藥劑，仍有檢驗上的盲點與漏洞。畢竟現在的主流檢驗方式根本不會檢測法規表列項目之外的化學物質，致使諸多有潛在健康風險的化學物質仍可能成為漏網之魚。伴隨科技的持續發展進步，未來會研發生產更多新的農藥或動物用藥，因此食品中未知藥物殘留的檢測是否能同步精進，已成為各界重視的熱門議題。



以分子生物技術檢測食品中的危害物質（圖片來源：財團法人食品工業發展研究所）

質譜分析四象限

近幾年來挾帶著高靈敏度與高分辨率的高解析度質譜儀，在許多方面都有非凡的表現（常用於原始藥物的代謝或經反應衍生產物的監測）。其應用已經不局限在已知成分標的物的定量檢測與確認，對於複

雜組成的混合物，也能藉由碰撞離子碎片圖譜鑑定出化合物成分，並判定可能的鍵結形式。

質譜領域專家 Stephen Stein 把美國前國防部長倫斯斐（Donald Rumsfeld）所提

出的倫斯斐象限 (Rumsfeld Quadrants) 的精神，延伸應用至質譜分析領域。根據存在於混合物內的化合物是否是分析者可預期，以及該化合物是否能在資料庫中被鑑別，而分為四個象限。

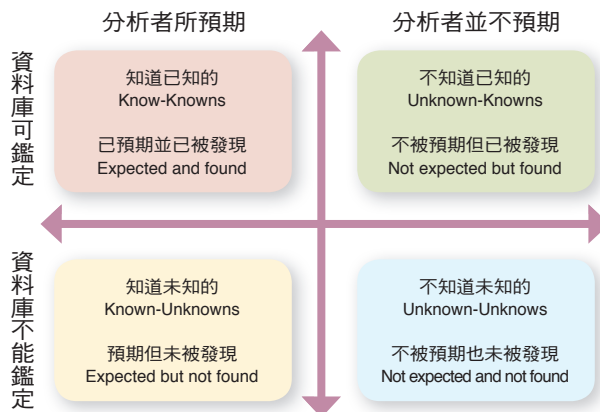
左上角象限是「知道已知的 (known knowns)」，代表檢測成分的分析者所預期且可由資料庫做鑑定；右上角象限是「不知道已知的 (unknown knowns)」，代表化合物不被分析者所預期，但可由資料庫做正確鑑別；左下角象限是「知道未知的 (known unknowns)」，代表是分析者所預期的成分，但因為特定原因（如濃度太低）而無法經由資料庫據以判定；最後在右下角象限是「不知道未知的 (unknown unknowns)」，代表這類化合物既非分析者所預期，也不存在於資料庫內，事實上這個區塊也是質譜鑑別分析目前面臨的最大挑戰。

以檢驗分析的觀點而言，四個象限除了左上角的「知道已知道」象限代表的是已知標的物的檢測外，其他三個象限都可廣義歸屬為「無標的物檢測」，也就是一般所謂的未知成分篩檢。

事實上，在可預期的未來，會有更多的待測成分都是未知的。加上儀器偵測極限與靈敏度不斷精進，愈來愈多低濃度化合物也會被偵測到。倘若資料庫沒有類似的分析圖譜可供參考，就無法提供有效的檢測鑑別。要解決這個問題，必須累積建立重複性高，並一再出現的圖譜資料庫，進一步嘗試做結構的解析，或以補充資料庫的方式使它們成為可利用的資訊。

已知未知無所偏

為使食品中藥物殘留無所遁形，「微跡偵探預警系統」的食品安全監測除了包含



應用於質譜分析領域的「倫斯斐象限」。(圖片來源：Stephen Stein, 2012. *Anal. Chem.*:84, 7274-7282)

對已知特定目標物質的分析外，也應對未知污染物進行篩檢。為了能達到鉅細靡遺的全方位監測，必須有強而有力的檢驗設備如高解析質譜儀來因應配合。只要選擇適當的分析條件，再搭配統計軟體處理技術與資料庫的比對，就可展現分析物組成特性的指紋特徵。

對已知標的物的檢測流程，一般是成分篩選、鑑別、確認及最終的定量。無標的物檢測的流程則應考慮修改為成分掃描，接續以統計分析進行趨勢分類，再進一步做關聯比對，直至最終的差異化鑑別。

換言之，就是結合資料挖掘 (data mining)、雲端計算及統計分析，設法從海量資料中理出脈絡、建立關聯、發現趨勢、找到差異。藉由對食物原料與產品檢測到批次之間的差異，而找到可能存在於不同產地、不同品系、不同原物料、不同栽種方式（傳統與有機），以及有摻假（偽）或污染等的未知因素。

由於無標的物或未知成分檢測的重要關鍵，在於以長期統計的觀點來檢視監控

**只有在檢驗數據是正確可靠的前提下，
才能據以判定或反映待測物是否隱含黑心添加物、無心的汙染物質或其他異常情形。**

原料或產品批次間是否有品質上的明顯變異，因此要特別注意檢測的技術能力與數據品保，因為只有透過實驗室嚴謹的檢測方法與品質管制，才能確保檢驗結果的正確與可靠。也只有在檢驗數據是正確可靠的前提下，才能據以判定或反映待測物是否隱含黑心添加物、無心的汙染物質或其他異常情形。

滴水不漏為食安

台灣氣候高溫多溼，病蟲害、雜草易滋生蔓延，為確保農作物的產量與品質，農民多會施用農藥來抑制病蟲害的蔓延，避免大面積的植作物受害，影響到環境生態與人類生計。同樣的，禽畜動物使用動物用藥不僅對養殖與畜牧生產有貢獻，更是動物利多的保障，而且生產健康的禽畜產品，防範人畜共通傳染病的蔓延，間接地對人類的健康也有貢獻。

但當農民不按規定施用農藥，或在施藥後忽視安全採收期的規定而提早採收上市，就會出現市售及包裝場農產品農藥殘留檢驗不符規定的情形。同樣的，畜牧或養殖業者倘若使用不當藥物或不遵守動物用藥的停藥期規定，也容易造成抗藥性或畜禽產品用藥殘留的問題。

農藥與動物用藥的使用、控制及殘留稽查，解決關鍵在於源頭把關。落實行政管理必須結合加強對業者正確施藥與採收

期或停藥期的宣導、綿密的源頭監測、不定期的查訪稽核及市售產品不預警的抽樣檢驗，才能有效減少藥物殘留的問題。至於在藥物殘留的檢驗方面，以農藥殘留檢測為例，農藥有幾千種，加上農民可能使用尚未核准上市的新型農藥或農藥降解產物，分析者根本不知道或無法決定要監測哪些農藥。因此，強化對已知目標物偵測定量與未知目標物掃描篩檢的技術，就成為眼前當務之急。

整體而言，要建立滴水不漏的「微跡偵探預警系統」，檢測技術的研發與背景資料庫的累積更新是必要的重點工作。藥物成分的判定應盡可能涵蓋多元不同目標物的分析技術與檢驗結果，並配合使用化學統計法（或稱為化學計量法），利用多變量資料分析技術處理龐大、繁瑣、複雜的化學量測數據，有效提取重要資訊。透過「data in, information out」的方式來對待測物的本質屬性進行定性分類或定量檢測，才能讓藥殘無遁形，達到為消費者做好全方位防護的終極目標。

傅偉光

財團法人食品工業發展研究所