

農產品自主把關-生化檢驗體系簡介

江明耀^{1,*} 高靜華¹ 周桃美¹ 黃毓斌¹

¹ 行政院農業委員會農業試驗所應用動物組

*通訊作者 江明耀 mingyaw@tari.gov.tw

摘要

慣行農業操作模式下，農民以農藥作為病蟲害管理的主要工具，因而衍生農藥殘留的風險，為保護消費安全，農政單位積極推動農作物農藥殘留監測與管制工作。農業試驗所自 1974 年以家蠅生物檢定技術為基礎，開發農藥殘留生化快速檢驗技術，致力推廣應用於農業生產、運銷及消費團體，輔導建立農產品自主把關體系。由於生化法具備經濟、快速、有效等特性，適合應用於快速運銷生鮮蔬果的農藥殘留把關，得以及時攔阻農藥殘留高風險蔬果進入消費系統流通，有效減少食安風險。本文謹針對農藥殘留生化法之發展應用及生化檢驗體系之推廣簡要說明，期使消費者能了解目前生化檢驗技術在食安維護工作上之效益。

關鍵詞:農藥殘留快速檢測技術、生化法、乙醯膽鹼酯酶。

前言

農民為滿足消費者對於高品質蔬果的標準，並追求較高的收益，在蔬果種植期間無不費盡心思防範各種病蟲害侵入危害。依據世界衛生組織 (WHO) 的評估，完全不使用農藥的情況下，全球農產品的損失可能高達 35% (王等, 2013)，因此在慣行栽培模式下，農民習於使用農藥作為病蟲害預防與防治的主要手段。然而農藥施用須經過一段時間使農藥消退分解後，殘留於作物上的農藥量才會低於安全標準，一旦農藥施用濃度太高、施用量過多或太早採收，就可能造成殘留毒性的風險。

農藥使用的歷史及殘留監測工作之發展

第二次世界大戰之後，由於化工合成技術突發猛進，化學合成農藥也隨之快速發展。民國 38 年我國開始引進有機氯及有機磷類等化學農藥使用於農業用途，並於民國 50 年核准農藥工廠設立。至今，每年農藥使用量約 8,000 公噸，以全臺可耕地面積約 80 萬頃估算，大約每公頃每年農藥使用量為 10 公斤，僅次於哥斯大黎加的 20.4 公斤、哥倫比亞的 16.7 公斤及南韓的 12.8 公斤，排名全球第 4 名。農藥的過度使用造成了許多的負面影響，除了直接殘留在農產品上影響食品安全性，也間接殺害了非目標的生物，影響生態環境；還會在環境中殘留，污染土壤及地下水等，造成深遠的影響。

為保障消費者食用農產品的安全，政府制定了一系列的法規命令，管制農藥的生產與使用及農藥殘留的抽驗、檢驗等。而農產品農藥殘留的管理制度，主要依上市前後區分，分別由農業委員會及衛生福利部主政。農委會依據「農藥管理法」第 36 條，訂定「農藥使用管理辦法」辦理農藥殘留田間採樣抽驗，違反規定者依「農藥管理法」裁處罰鍰；衛福部依據「食品安全管理法」針對上市後農作物進行農藥殘留量抽驗，以「安全容許量標準」為判定依據，違反者依法處罰 (黃, 2003; 黃及李, 2012)。

關於我國農作物農藥殘留檢測方法之發展，可追溯至民國 48 年農業試驗所開發「生物測定法」，應用敏感品系家蠅活體測試農產品中殘留農藥之毒性，供產地預檢使用。民國 55 年由農林廳僱用人員設立農藥殘留測定站，採用生物測定法執行農產品安全檢測。民國 75 年農業試驗所研發「生化快速檢驗法」推廣應用於果

菜市場。民國 78 年 19 位田間農藥殘留監測工作人員納入農業藥物毒物試驗所編制，改以「化學檢驗法」進行田間蔬果抽測工作 (翁及李, 1992)。現行國內農作物農藥殘留管制主要使用前述兩個檢驗方法，分別為化學檢驗法及生化快速檢驗法，後者簡稱「生化法」。

生化檢驗技術之沿革與發展

生化法為農業試驗所自民國 70 年起以毒理學為基礎，改進早期使用的「家蠅生物測定法」，進而成功研發之農藥殘毒快速檢驗技術 (Chiu *et al.*, 1991)。其原理係結合酵素反應、光譜分析及薄層分析 (Stahl, 1967) 等方法，利用家蠅乙醯膽鹼酯酶 (Acetylcholinesterase) 進行農產品農藥殘留快速測定。於民國 74 年起推廣於批發市場及農作物產地應用 (圖一)，之後擴大應用至民間食品業者、連鎖超市系統、團膳與營養午餐等單位，至今共有 375 處檢驗站採用生化法作為產品自主風險把關之工具 (圖二)。近年更藉由國際合作機會，將生化法推廣至東南亞、東北亞、中美洲等地區。

生化法的原理與優勢

生化法的核心技術為對「有機磷」及「氨基甲酸鹽」兩類殺蟲劑具有高度敏感性之乙醯膽鹼酯酶 (Acetylcholinesterase, AChE, 又稱為家蠅神經酵素)。由於此乙醯膽鹼酯酶來源為對殺蟲劑極為敏感的家蠅品系，而且酵素純製過程及品管皆經過嚴格條件管控，實際應用於有機磷及氨基甲酸鹽類殺蟲劑檢測，其殺蟲劑濃度與此酵素之抑制率呈線性正相關，且對農藥的敏感度遠優於其他來源之神經酵素。

生化法檢驗生鮮蔬果之殘留農藥具有經濟及快速之特性，每次檢驗的試劑成本僅約新臺幣 8 元。由於採用純化自感性昆蟲 (家蠅) 頭部之神經酵素，對於「有機磷」及「氨基甲酸鹽類」兩類具神經毒性之「殺蟲劑」有優異的專一性與敏感度。從檢驗效率的觀點，酵素作用反應的時間僅需要不到 3 分鐘的時間，每個樣品的測試可以在 10 分鐘內完成，透過 Ellman's test 呈色反應原理 (Ellman *et al.*, 1961)，可以光度計確認呈色結果，並計算出酵素被樣品中殘留總毒性抑制的比率 (抑制率)，從而快速得知樣品中殘留毒性物質的風險程度，故適用於快速流通生鮮蔬果之即時風險把關。

生化法檢驗體系及其應用層面

歷經逾 30 年的研發與推廣，農業試驗所積極輔導生化檢驗體系進行自主管理，已建立由產地預檢 (農會、合作社場)、運銷階段把關 (果菜批發市場、蔬果運銷單位) 及消費端品管 (超市連鎖、餐飲速食業者、民間食品單位等) 的三階段管控機制，積極防堵含毒產品流通上市。104 年度 375 個生化檢驗站檢測農產品 1,116,467 件，10,658 件具風險樣品均已依各單位管理規範，執行延後採收、退貨、加強清洗、複驗及扣留銷毀等處理措施，未流入消費市場。

近年生化檢驗的應用層面已由蔬果擴大至稻米、茶葉等糧作及特用作物，為因應該等作物產期集中，另研發適用於大量樣品檢驗之技術與流程。94 年起，全國性的蓮霧、印度棗競賽及區域性的茶葉、稻米評比，陸續採用生化法作為品管安檢之前篩選項目。

生化法與化學法併行互補之作法

由於大多數生鮮農產品運銷及貨架期甚短，以目前臺灣法定以化學檢驗法為農藥殘留檢測之國家標準，每年投入大量人力物力進行農產品農藥殘留檢驗。然因化學檢驗耗時較長，約需 2~4 週，且因檢驗儀器昂貴及檢驗成本高昂而難以普及

設置。根據 Tseng *et al.* (2013) 報告，每年官方抽驗約 2 萬件。受限於化學檢驗時效性，確認農產品農藥殘留違規後，已無法及時攔阻違規產品上市販售或追蹤封存。

而生化法僅能針對有機磷及氨基甲酸鹽類農藥進行快篩，然此類農藥具有廣效且相對價廉的優勢，仍廣為農民偏好使用。即使目前此類農藥因毒性較高，已逐年公告限用或禁用，但以 101 年度農糧署抽驗田間及集貨場蔬果樣品之化學分析結果顯示，檢出蔬果上殘留殺蟲劑種類約有 40% 以上屬有機磷及氨基甲酸鹽類。98 至 101 年間臺北農產運銷公司初篩不合格樣品，經臺北市衛生局以化學法檢測確認之農藥類別中殺蟲劑約佔 70%，其中有機磷及氨基甲酸鹽類農藥佔檢出殺蟲劑之 62.5% (圖三)。顯見目前「有機磷」及「氨基甲酸鹽」殘留仍為農藥殘留主要問題 (Cheng *et al.*, 2015)。

臺北聯檢體系為採用生化法快篩把關，並有化學檢驗查核複驗之管理體系，由臺北市政府衛生局、市場處及農產公司聯合組成。每天深夜時段全國各地生產之生鮮蔬果運輸至臺北農產運銷公司，晚間 11 時至凌晨 3 時間約 4 小時內，檢驗員必須以生化法完成數百件樣品的檢驗，在 3 點半貨品拍賣前，將抑制率大於 45% 的產品扣留銷毀，同時將樣品抽樣交由衛生局進行化學複驗，確認殘留農藥種類及殘留量。103 年度臺北農產運銷公司抽驗 75,689 件，檢出高風險蔬果 168 件，共計扣留銷毀 13,087 公斤具危害健康風險之蔬果，積極保護消費者食的安全。

國際推廣現況

由於生化檢驗技術在國內應用層面漸廣，而受到國際組織之矚目，1993 年亞太糧食肥料技術中心 (Food and Fertilizer Technology Center, FFTC) 與農試所合作，在臺灣開辦首次的國際訓練，共計 7 國 17 名學員參與。透過各國學員以及 FFTC 的菲律賓、韓國專家們的引介，1995 年泰國農業部藥物毒物試驗所派遣 18 位專職檢驗人員來臺研習生化檢驗技術；1996 年韓國農協中央會 (National Agricultural Cooperation Federation, NACF) 四位管理高層來臺參訪及了解應用現況。1995~1999 年間，更經由 FFTC 統籌規劃及泰國農業部之邀請，分赴菲律賓、泰國、越南及韓國辦理國際訓練班，開展了生化法在國外的推廣應用。之後並多次協助菲律賓農業部植物產業局 (Bureau of Plant Industry, BPI) 之國家農藥檢驗實驗室 (National Pesticide Analytic Lab., NPAL) 建立強化把關農產品安全之技術。2009~2011 年間再度與 FFTC 合作，連續三年於臺灣辦理國際訓練，共訓練 13 國 56 名學員。中美洲地區於 2004 年透過我國駐巴拿馬技術團，協助巴國建立農產品安全快速檢驗網。之後更擴及貝里斯、聖克里斯多福及尼維斯、多明尼加等，並於 2013 年赴貝里斯辦理國際訓練班，參與國家包含加勒比海地區 10 個國家(高等, 2015)。

未來展望

雖然生化法之涵蓋範圍不及化學檢驗法，但兼具價格低廉及快速之兩大優點，在農產品快速運銷的現今，是唯一可攔阻具殘留毒性風險農產品流通上市之技術。且其原理乃建構於公認的科學依據上，就實用面而言，仍有極高的可信度。應用化學法進行驗證的結果也清楚顯示，生化法之初篩效益極為顯著，可與化學檢驗法搭配分工，擴大對高風險農產品之檢測把關效益。若能採行不同檢驗方法併行互補的概念，整合化學檢驗法與生化檢驗法建構金字塔型的多層次農藥殘留檢驗體系(圖四)，善用生化法經濟快速之特質，在運銷過程中篩檢出並及時攔阻高風險農產品，再以化學法複驗確認，並可藉由樣本的農藥殘留樣態結合農情資訊，找出農藥殘留問題癥結，強化源頭管理，積極減少農藥殘留問題發生的機會，將可大幅提高食的安全，保障國民健康。

現行生化快篩檢測技術可檢測 84 種高風險之劇毒農藥。為擴大快篩檢測能力，農業試驗所針對臺灣近年來經常檢出之殺蟲劑及殺菌劑，如近期於茶葉上常檢出之芬普尼及殺菌劑待克利、達滅芬等，積極開發免疫快篩技術，將來可發展為免疫檢測套組、快篩試片或農藥晶片，並可為特定作物類別量身訂製檢驗套組。未來將新技術推展應用於農業產銷體系，可以更提升上市農產品之安全品質。

引用文獻

- 王堂凱、黃鈺婷、劉天成、張瑞璋。2013。農藥使用及農產品農藥殘留抽驗辦法第 3 條修正簡介。農政與農情 250 期 p.32。
- 翁愷慎、李國欽。1992。果蔬農藥殘留之防治與管制。臺灣農業 28: 60-66。
- 高靜華、曾佳琳、鄭允、鄭坤木。2015。農藥殘毒快速檢驗技術之國內外推廣與展望。農業試驗所技術服務季刊 102: 23-29。
- 黃玉瓊。2005。農作物農藥殘留管制現況。農政與農情 158 期 p.60-65。
- 黃慶文、李宏萍。2012。農產品安全管理與宣導教育-從農藥殘留檢驗談農作物安全。農政與農情 239 期 p.6-11。
- Cheng, E. Y., Y. B. Huang, M. Y. Chiang, C. C. Nien and Y. H. Hou. 2015. The study of pesticide residues control by the combination of AChE screening and chemical analysis - the Taipei model. *J. Taiwan Agric. Res.* 64(1): 55-65.
- Chiu, C. S., C. H. Kao and E. Y. Cheng. 1991. Rapid bioassay of residues (RBPR) on fruits and vegetables. *J. Agric. Res. China.* 40: 188-203.
- Ellman, G. L., K. D. Courtney, V. Jr. Andres and R. M. Featherstone. 1961. A new and rapid colorimetric determination of acetylcholinesterase activity. *Biochemical Pharmacology* vol. 7, p.88-95.
- Stahl, E. 1967. *Thin-Layer Chromatography. A Laboratory Handbook.* Springer Verlag, New York, Heidelberg, Berlin. 979 pp.
- Tseng, S. P., H. C. Su, W. T. Yu, H. K. Chou, J. F. Shyu, M. T. Chen, S. C. Yang, T. P. Lin, P. L. Shu, L. Y. Huang, W. J. Huang, I. F. Tsai, Y. F. Lee, J. Q. Pan, and H. F. Cheng. 2013. Monitoring of pesticide residues in agricultural products from markets and packing firms in Taiwan. *Ann. Rept. Food Drug Res.* 4: 23-27.

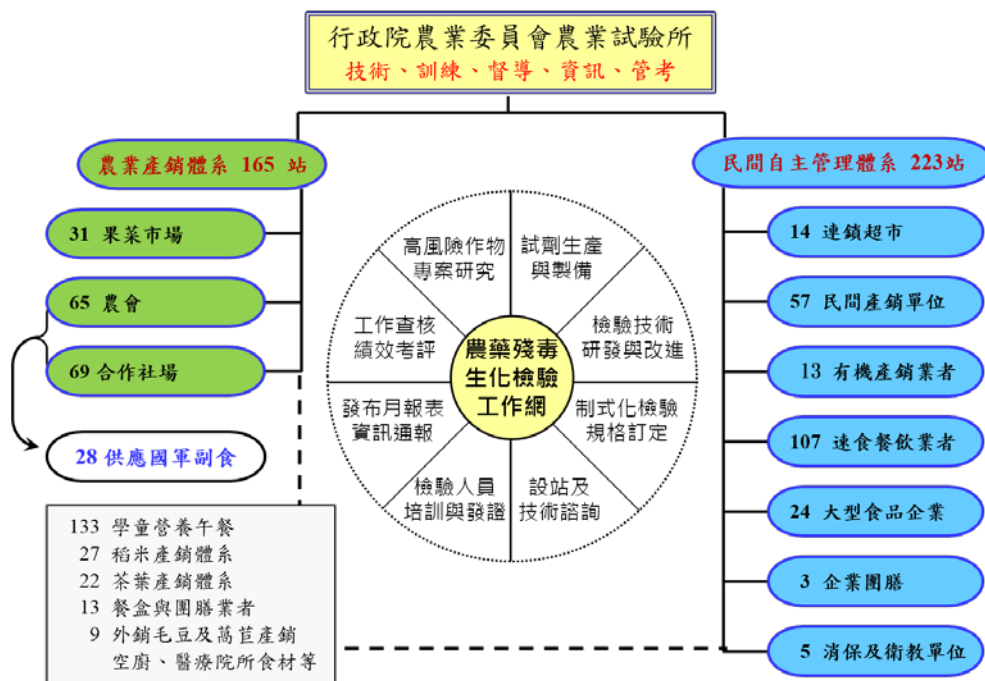
👉 家蠅生物檢定(民國48-76年)



👉 家蠅酵素生化快速檢驗(民國74年迄今)



圖 1. 農藥殘留生化檢驗技術之發展。



彙整日期：2012.11.

圖 2. 農藥殘留生化檢驗體系。

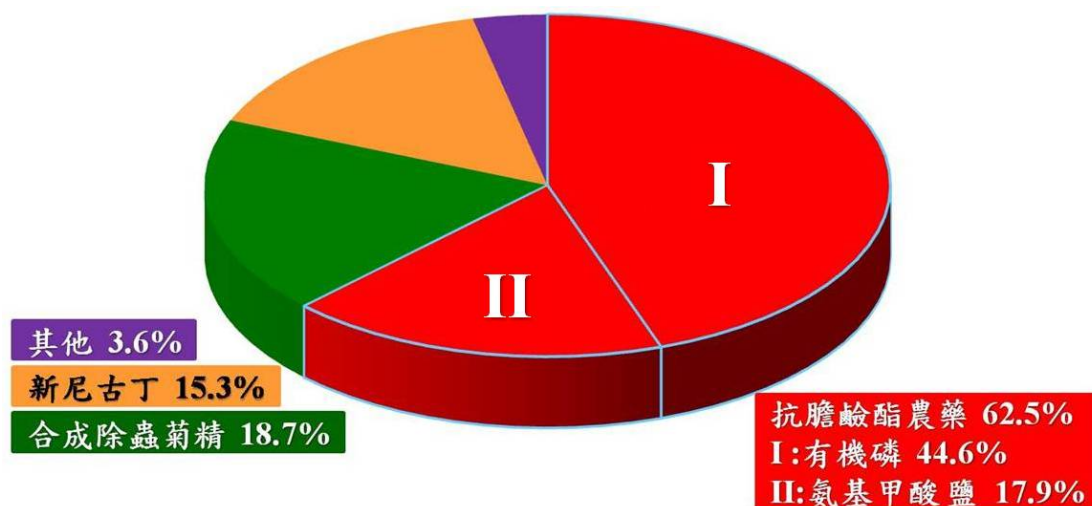


圖 3. 98-101 年臺北聯檢體系農藥殘留初篩不合格樣品之殘留農藥類別統計。

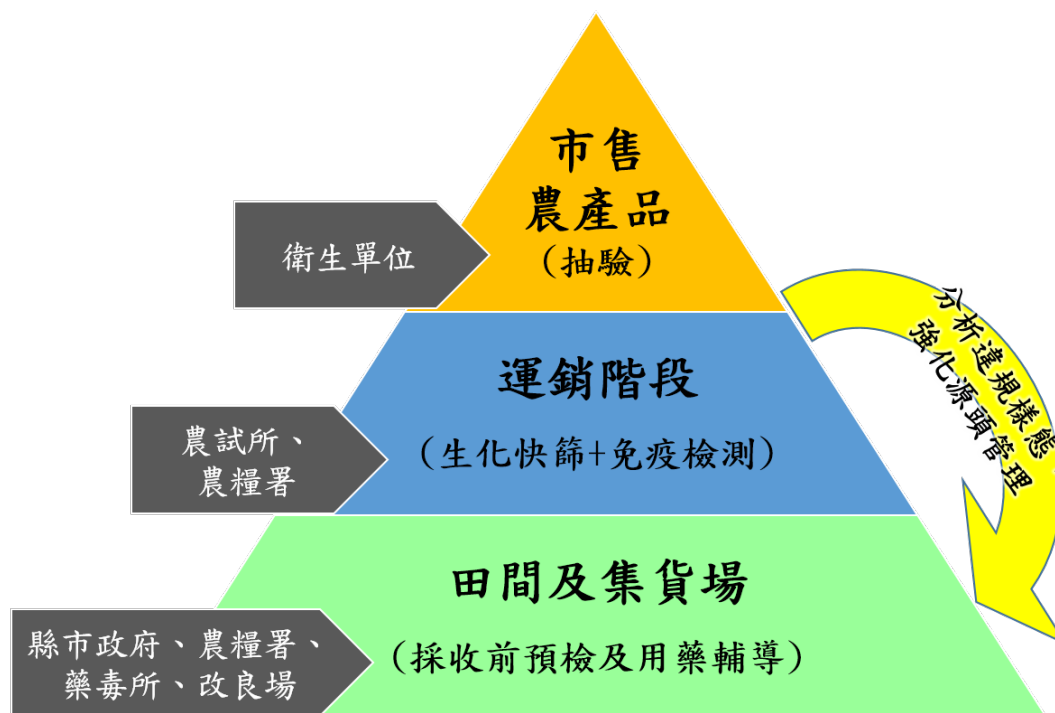


圖 4、農藥殘留管制系統架構。