

冬片茶農藥殘留調查與安全性評估

黃玉如¹ 林秀榮² 巫嘉昌²

摘要

冬片茶生育期間，因早晚氣候冷涼、日夜溫差大，平均日照強度較弱且日照期間短、茶芽生長緩慢，茶葉品質優異，為臺灣優質特色茶類，廣為消費大眾所有喜愛。本研究以修改之 CNS 13570-2 作為冬片茶多重農藥殘留分析之樣品製備方法，檢液分別以高效液相層析儀搭配螢光檢出器及氣相層析儀搭配火焰光度檢出器和電子捕獲檢出器分析 162 種農藥。分別調查 2009-2010 年，南投縣中低海拔茶區之冬片茶樣品共 74 件，49 件檢驗結果符合臺灣茶葉農藥殘留容許量標準，25 件檢驗結果不符合規定。茶樹登記核准使用的藥劑，在不同茶區有相同的趨勢，主要以克凡派、益達胺、賽洛寧及陶斯松為主。以檢出農藥最大值估算農藥暴露量評估冬片茶安全性，計算暴露量結果均低於每人每日最大允許攝入量，顯示挑選符合殘留容許量標準的茶葉，其產品安全性並無疑慮。

關鍵字：茶、農藥殘留、食品安全

前言

臺灣是世界上包種茶主要產地之一，因氣候環境適合茶樹栽種，一年可採收四至五次，在冬茶採收後，因氣溫下降，茶樹生理代謝及機能趨緩，茶樹呈現休眠狀況。然而近年來，因全球氣候異常變遷，呈現氣候暖化現象，造成中南部中低海拔茶區之冬茶採收後，溫度較往年提高，促使茶芽提早萌發，尤其以四季春及臺茶 12 號因對溫度敏感度低，配合適當肥培管理造成冬茶採收後，約經 80 天生育期茶芽便萌發成熟可進行採摘，此季節所採摘之茶葉，稱為「冬片茶」、「冬片仔」或「六水或七水仔茶」(邱，2008)。

冬片茶生育期間，因早晚氣候冷涼、日夜溫差大，平均日照強度較弱且日照期間短，造成茶葉短小，且萌芽 2 至 3 葉便停止生長，此外此期間所累積之胺基酸與碳水化合物較其他茶季高，故所製成之茶葉較不苦澀，不但具有獨特花香，茶湯滋味甘甜清潤，水色蜜綠明亮，品質優於其他茶季，為高海拔茶區及進口茶葉所無法媲美，堪為中南部中低海拔之特色茶(邱，2008)。

隨著國人生活水準提高，對於食品安全和食品標示等廣受各界的關注，尤其是食品的有效期限、農藥殘留及添加物等皆為消費者關心的話題。過去有許多學者曾對茶湯中殘留農藥情形進行研究 (Wan et al., 1991; Bhattacharya et al., 1995; Chen and Wan, 1988; Chen et al., 1987)，而 Ozbey

1. 行政院農委會茶業改良場凍頂工作站 助理研究員。臺灣 南投縣。

2. 行政院農委會茶業改良場 助理研究員、研究員兼課長。臺灣 桃園市。

和 Uygun 等 (2007) 指出, 茶葉中殘留有機磷農藥, 經沖泡後, 茶湯中殘留該類型農藥, 此與農藥之水溶解度、分配係數和亨利常數皆呈現顯著相關 (Nagayama, 1996; Gupta et al., 2008), 此外, 尚有許多文獻指出藥用植物或超市食品均有農藥殘留情形 (Abou-Arab and Abou-Donia, 2001; Zuin and Vilegas, 2000; Bai et al., 2006)。近年來, 食品或農產品中農藥殘留事件層出不窮, 造成消費者恐慌。本研究針對臺灣中低海拔茶區之冬片茶, 進行農藥殘留調查與安全性評估, 以確保冬片茶之安全性, 並提供相關單位辦理安全用藥輔導之參考。

材料及方法

一、儀器與分析條件

(一) 氣相層析儀 (Gas chromatograph, GC) :

GC (Agilent Technologies 6890N) 串聯火焰光度檢出器 (Flame photometric detector, FPD) 及電子捕獲檢出器 (micro Electron capture detector, μ -ECD)。FPD 檢出器溫度為 280 $^{\circ}\text{C}$, μ -ECD 檢測溫度為 300 $^{\circ}\text{C}$ 。FPD 串接層析管為 DB-608 毛細管柱 (內徑 0.53 mm $\times$ 30 mm, Agilent, USA), 分析方式採梯度方式進行, 初溫為 170 $^{\circ}\text{C}$ 維持 2 分鐘, 以每分鐘 4 $^{\circ}\text{C}$ 升至 230 $^{\circ}\text{C}$, 230 $^{\circ}\text{C}$ 維持 5 分鐘, 再以每分鐘 10 $^{\circ}\text{C}$ 升至 260 $^{\circ}\text{C}$, 260 $^{\circ}\text{C}$ 維持 15 分鐘 (巫, 2003)。 μ -ECD 串接層析管為 DB608 毛細管柱 (內徑 0.53 mm $\times$ 30 mm, Agilent, USA), 分析方式採梯度方式進行, 初溫為 170 $^{\circ}\text{C}$ 維持 2 分鐘, 以每分鐘 4 $^{\circ}\text{C}$ 升至 230 $^{\circ}\text{C}$, 230 $^{\circ}\text{C}$ 維持 10 分鐘, 再以每分鐘 10 $^{\circ}\text{C}$ 升至 260 $^{\circ}\text{C}$, 260 $^{\circ}\text{C}$ 維持 25 分鐘 (林等, 2008)。

(二) 高效液相層析儀 (High performance liquid chromatography, HPLC)

HPLC (Agilent Technologies 1100) 串聯螢光檢測器 (Fluorescence detector, FLD) 及後反應槽 (Pickering RCX 5200), 層析管為 Microsorb Rain C18, 移動相為 H₂O/CH₃CN=70/30, 流速為每分鐘 1ml, 呈梯度改變, 反應劑為 0.05 N NaOH 及 O-phthalaldehyde Buffer, 流速為每分鐘 0.3ml, 反應溫度為 100 $^{\circ}\text{C}$, 總分析時間為 20 分鐘 (Wu et al., 2009)。

二、試驗藥劑

丙酮、正己烷、乙腈、二氯甲烷、甲苯、無水硫酸鈉、氯化鈉等均採用化學試藥特級或液相層析級; 二氯松 (Dichlorvos) 等 162 種農藥對照用標準品購自農業委員會農業藥物毒物試驗所。

三、器具及材料

分析天平 (SARTORIUS CP-423S)、均質機 (POLYTRON PT-3100)、布赫納式漏斗 (Buchner funnel)、吹氮機 (Organomation Associates, Inc. N-EVAP-111)、Florisil 淨化管 (J. T. Baker 7213-07, 1000 mg/6 ml)、ENVI-Carb 淨化管 (Supelco 54035-U, 1000 mg/6 ml)、Amino 淨化管 (Agilent 188-1060, 1000 mg/6 ml)、C18 SPE 淨化管 (Supelco clean LC-18, 3 ml Tubes, Supelco)、硝子注射筒裝過濾膜 (0.2 μm , 13 mm)。

四、樣品與分析製備方法

(一) 分析樣品來源

蒐集南投縣名間及竹山地區 2009-2010 年之冬片茶分別為 29 及 45 件, 採用本研究所評估建立之冬片茶農藥殘留分析方法進行定性及定量分析。

(二) 分析製備方法評估

1. 修改之 CNS-13570-2 前處理方法

取均質茶粉 10 克加入 40 毫升純水並靜置 20 分鐘後, 加入 80 毫升乙腈, 以均

質機均質 1 分鐘，利用濾紙過濾（2 號，直徑 11 公分），將濾液倒入 250 毫升之共栓量筒，以乙腈定容至 200 毫升，加入 15 克氯化鈉，震盪 1 分鐘後靜置 15 分鐘；取 10 毫升上層濾液以氮氣吹乾濃縮，加入 0.5 毫升丙酮及 4.5 毫升二氯甲烷，將濃縮液載入 Amino 淨化管淨化，以 8 毫升丙酮/二氯甲烷（1/9、v/v）分次沖提，沖提液經氮氣吹乾濃縮後，以乙腈定容至 1 毫升，過 0.2 μm 過濾膜後，待分析。

2. 離心方法

取均質茶粉 10 克加入 40 毫升純水並靜置 20 分鐘後，加入 80 毫升乙腈，以均質機均質 1 分鐘，利用濾紙過濾（2 號，直徑 11 公分），將濾液倒入 250 毫升之共栓量筒，以乙腈定容至 200 毫升，加入 15 克氯化鈉，震盪 1 分鐘後靜置 15 分鐘；取 10 毫升上層濾液以氮氣吹乾濃縮，以乙腈定容至 2 毫升，離心 5 分鐘，取上層離心液 1 毫升，過 0.2 μm 過濾膜後，待分析。

3. 安捷倫實驗室方法

取均質茶粉 10 克加入 100 毫升乙腈，震盪 30 分鐘後抽氣過濾，吹氮濃縮至萃取液 5 毫升，將萃取液加入 100 毫升 4% 氯化鈉水溶液，再加入 50 毫升二氯甲烷震盪 10 分鐘，取下層液加入無水硫酸鈉震盪 30 秒後過濾，收集萃取液濃縮至 1 毫升，殘留物溶解於 5 毫升甲醇，將濃縮液載入 C18 SPE 淨化管，再用 5 毫升甲醇進行沖提，收集 10 毫升甲醇沖提液以氮氣吹乾濃縮，再以乙腈定容至 1 毫升，以 0.2 μm 濾膜過濾後，待分析。

4. 日本新方法-A

取均質茶粉 10 克加入 50 毫升乙腈，以均質機均質 1 分鐘後抽氣過濾，殘渣再以 20 毫升乙腈洗入原打碎瓶，均質一分鐘，合併兩次過濾液，並定量至 100 毫升，取 20 毫升定量液，於分液漏斗內，加入 10 克氯化鈉及 20 毫升磷酸緩衝液（0.5 mol/L, pH 7.0），震盪 10 分鐘，收集乙腈層以無水硫酸鈉脫水過濾，吹氮濃縮至微乾，以丙酮洗至試管，氮氣吹乾，以乙腈定容至 1 毫升，以 0.2 μm 濾膜過濾後，待分析。

5. 日本新方法-B

取均質茶粉 10 克加入 50 毫升乙腈，以均質機均質 1 分鐘後抽氣過濾，殘渣再以 20 毫升乙腈洗入原打碎瓶，均質一分鐘，合併兩次過濾液，並定量至 100 毫升，取 20 毫升定量液，於分液漏斗內，加入 10 克氯化鈉及 20 毫升磷酸緩衝液（0.5 mol/L, pH 7.0），震盪 10 分鐘，收集乙腈層以無水硫酸鈉脫水過濾，40℃ 下濃縮至微乾，以 2 毫升甲苯/乙腈（1/3, v/v）溶解，將上述液體載入 ENVI-Carb/lc-NH₂ 淨化管，以 20 毫升甲苯/乙腈（1/3, v/v）進行沖提，沖提液吹氮濃縮至 1 毫升，加 10 毫升丙酮，濃縮至 1 毫升，再加 5 毫升丙酮，濃縮至乾，以丙酮洗至試管，氮氣吹乾，以乙腈定容至 1 毫升，以 0.2 μm 濾膜過濾後，待分析。

結果與討論

一、茶葉農藥殘留分析樣品製備方法評估

本研究共比較五種殘留農藥樣品製備方法，包括修改之 CNS-13570-2、離心方法、安捷倫實驗室方法、日本新方法-A 及日本新方法-B。此五種樣品製備方法中以安捷倫實驗室方法、日本新

方法-A 及日本新方法-B 在進行茶葉殘留農藥萃取過程的乙腈用量較少為 100 毫升，而修改之 CNS-13570-2 及離心方法的乙腈量較多為 170 毫升；在樣品製備過程所耗費之時間由少至多排列依序為離心方法、日本新方法-A、修改之 CNS-13570-2、日本新方法-B 及安捷倫實驗室方法，消耗時間分別為 1.5、2、2.5、3 及 4 小時（表一）。

為評估不同樣品製備方法對不同類型藥劑的適用性，本研究以前添加方式添加有機磷類、有機氯暨雜環類及氨基甲酸鹽類等三大類農藥共 51 種藥劑，經五種不同樣品製備方法，計算各藥劑回收率以評估不同樣品製備方法的適用性。

修改之 CNS-13570-2 樣品製備過程約 2.5 小時。測試 28 種有機磷類、14 種有機氯暨雜環類及 9 種氨基甲酸鹽類等三大類農藥之回收率，三大類農藥中以有機氯暨雜環類及氨基甲酸鹽類農藥之結果較佳，在供試藥劑中分別有 13 種（93%）及 8 種（89%）藥劑的回收率介於 $100 \pm 40\%$ 可接受範圍，回收率分別為 72.3 ~ 120.1% 及 80.7 ~ 97.1%；以有機磷類農藥結果較差，28 種有機磷類供試藥劑，僅有 8 種（29%）藥劑的回收率介於可接受範圍，回收率為 72.5 ~ 137.7%。離心方法樣品製備過程約 1.5 小時。分析三大類農藥之回收率，以有機磷類農藥之結果較佳，28 種供試藥劑有 24 種藥劑的回收率介於可接受範圍，回收率為 62.7 ~ 104.8 %；其次為氨基甲酸鹽類農藥，9 種供試藥劑有 2 種藥劑的回收率介於可接受範圍，回收率為 92.9 ~ 135.3 %；以有機氯暨雜環類農藥表現最差，14 種供試藥劑的回收率，皆未達到 $100 \pm 40\%$ 可接受範圍內。

安捷倫實驗室方法樣品製備過程約 4 小時。分析三大類農藥之回收率，以氨基甲酸鹽類農藥之結果最佳，9 種供試藥劑的回收率均在 $100 \pm 40\%$ 可接受範圍內，回收率介於 65.7 ~ 119 %；有機磷類農藥次之，28 種供試藥劑有 23 種藥劑的回收率介於可接受範圍，回收率為 65.7 ~ 106.2 %；有機氯暨雜環類農藥之結果最差，僅 6 種供試藥劑的回收率介於可接受範圍，回收率為 62.2 ~ 77.4 %。

日本新方法-A 樣品製備過程約 2 小時。分析三大類農藥之回收率，以氨基甲酸鹽類農藥之表現最佳，9 種供試藥劑的回收率均在 $100 \pm 40\%$ 可接受範圍內，回收率為 76.9 ~ 119.4%；有機磷類及有機氯暨雜環類農藥的回收率，皆未達到 $100 \pm 40\%$ 可接受範圍內。

日本新方法-B 樣品製備過程約 3 小時。分析有機磷類、有機氯暨雜環類及氨基甲酸鹽類等三大類農藥的回收率，皆未達到 $100 \pm 40\%$ 可接受範圍內（表二）。

由上述結果顯示，以五種不同的樣品製備方法進行茶葉中多重農藥殘留分析，以修改之 CNS-13570-2 樣品製備方法表現較佳，故本研究將以修改之 CNS-13570-2 作為茶葉中多重農藥殘留分析的樣品製備方法，進行冬片茶農藥殘留調查與安全性評估。

二、冬片茶農藥殘留調查結果

本研究為了評估冬片農藥殘留情形與安全性，2009-2010 年蒐集名間及竹山地區之冬片茶分別為 29 及 45 件。以前述所評估之分析製備方法，修改 CNS-13570-2 方法進行樣品製備，並分別以高效液相層析儀搭配螢光檢出器及氣相層析儀搭配火焰光度檢出器和電子捕獲檢出器，針對共 162 種農藥進行定性定量分析，檢驗結果依據當時衛生福利部公告之「農藥殘留容許量標準」予以判定。

由於「農藥殘留容許量標準」採取正面表列的方式，唯有列在表上的農藥與作物可以有殘留情形，且訂定有容許量標準；至於沒有訂定殘留標準的，以及公告禁止使用的農藥，除另有規定外，依法不得有殘留。因此，農藥殘留檢驗結果出現不合格的情形有兩種：（1）殘留量超過公告的容許量標準，及（2）檢驗出沒有訂定容許量標準或禁用的農藥。

74 件冬片茶樣品，檢驗結果符合臺灣茶葉農藥殘留容許量標準規定者有 49 件（佔 66.2%），

不符合規定者有 25 件（佔 33.8%）。其中，名間茶區 29 件樣品，符合規定者有 22 件（佔 75.9%），不符合規定者有 7 件（佔 24.1%）；竹山茶區 45 件樣品，符合規定者有 27 件（佔 60%），不符合規定者有 18 件（佔 40%）（表三）。

分析的 74 件樣品中，因檢出農藥超過殘留容許量標準及檢出沒有訂定容許量標準的農藥而違規的樣品分別有 10 件及 18 件。10 件因超量違規的樣品，分別有 4 件及 6 件來自名間及竹山茶區；其殘留超量的農藥為克凡派、畢芬寧、亞滅培、賽洛寧、芬普寧、第滅寧、益達胺及加保扶等 8 種農藥。18 件因檢出沒有訂定容許量標準的農藥違規的樣品，分別有 4 件及 14 件來自名間及竹山茶區；共檢出普疏松、撲克拉、托福松、愛殺松、二氯松、依普同、新殺蟎、撲滅寧及雙特松等 9 種農藥，均為未登記核准使用於茶樹的農藥（表三）。

名間茶區之 29 件冬片茶樣品中有 4 件超量違規，超量農藥為克凡派、畢芬寧及亞滅培，其檢出濃度分別為 2.54、2.77~2.82 及 2.03 mg/kg；有 4 件檢出茶樹未核准使用的農藥普疏松、撲克拉及托福松；29 件冬片茶樣品有 1 件同時超量及檢出未核准使用藥劑。

竹山茶區之 45 件冬片茶樣品中有 6 件超量違規，超量農藥為賽洛寧、芬普寧、第滅寧、克凡派、益達胺及加保扶，其檢出濃度分別為 1.01、6.55、5.74、3.75、5.19 及 1.42 mg/kg；有 14 件檢出茶樹未核准使用農藥愛殺松、二氯松、依普同、普疏松、新殺蟎、撲滅寧及雙特松等；45 件冬片茶樣品有 2 件同時超量及檢出未核准使用藥劑（表四）。

三、不同茶區用藥習慣分析

名間茶區之 29 件冬片茶樣品共檢出 30 種農藥殘留，包括 27 種茶樹核准使用藥劑：克凡派、益達胺、賽洛寧、芬普寧、陶斯松、畢芬寧、第滅寧、亞滅培、納乃得、加保利、加保扶、氟芬隆、賽扶寧、百滅寧、氟尼胺、得克利、滅大松、布芬淨、芬化利、克福隆、芬普蟎、百克敏、護賽寧、三泰隆、賽速安、可尼丁和合芬寧，及 3 種非茶樹核准使用藥劑：普疏松、撲克拉及托福松等。

竹山茶區之 45 件冬片茶樣品共檢出 33 種農藥殘留，包括 26 種茶樹核准使用藥劑：克凡派、益達胺、賽洛寧、芬普寧、陶斯松、畢芬寧、第滅寧、亞滅培、納乃得、加保利、加保扶、氟芬隆、賽扶寧、百滅寧、氟尼胺、得克利、滅大松、布芬淨、芬化利、克福隆、百克敏、護賽寧、畢達本、福化利、三泰隆及三得芬等，及 7 種非茶樹核准使用藥劑：愛殺松、二氯松、依普同、普疏松、新殺蟎、撲滅寧及雙特松等。

由 74 件不同茶區之冬片茶所有檢出農藥發現，檢出頻率最高的農藥依序為克凡派、益達胺、賽洛寧及陶斯松，其檢出率分別為 86.5%、67.6%、51.4%及 48.7%。分析不同茶區冬片茶最常檢出農藥發現，名間茶區檢出頻率最高的農藥依序為克凡派、益達胺、賽洛寧及陶斯松，檢出率分別為 86.2%、62.1%、55.2%及 48.3%；竹山茶區檢出頻率最高的農藥依序為克凡派、益達胺及賽洛寧、陶斯松、芬普寧，檢出率分別為 86.7%、71.1%及 48.9%（表五）。整體而言，名間及竹山茶區主要使用的農藥種類大致相同，以克凡派、益達胺、賽洛寧及陶斯松為主。另由表五發現，在茶樹核准使用藥劑清單中賽速安、芬普蟎、可尼丁及合芬寧等 4 種農藥僅在名間茶區之冬片茶樣品中出現；而得克利、畢達本、福化利及三得芬等 4 種農藥僅在竹山茶區之冬片茶樣品中出現，顯示在不同茶區間冬片茶的用藥習慣或病蟲害發生情形可能有所差異。

在非茶樹核准使用藥劑清單（表六），名間與竹山茶區出現之藥劑亦不相同，例如：撲克拉及托福松僅在名間茶區出現；而愛殺松、二氯松、依普同、新殺蟎、撲滅寧及雙特松等，則僅在竹山茶區出現；但由於調查樣本數不足，又這些藥劑檢出濃度非常低，是因非法使用抑或是環境因素造成，則需要更進一步調查。然而，在這些未登記核准於茶樹使用之農藥中，特別值得注意的是有機磷類殺蟲劑愛殺松檢出率為 10.8%，是檢出頻率最高的非茶樹核准使用農藥，且檢出濃度

介於 0.01 - 0.17 mg/kg，應加強宣導使用登記核准於茶園使用之農藥，避免使用未登記核准使用之藥劑，此乃因未核准使用的藥劑，並無茶樹上推薦使用的方法，農民若隨意使用，易發生藥害、殘留量過高或甚至危害施藥者健康的情形。

綜合上述結果可知，名間及竹山茶區冬片茶用藥習慣可分兩方面說明，在「核准使用」的藥劑部分，不同茶區有相同的趨勢，主要以殺蟲劑克凡派、益達胺、賽洛寧及陶斯松為主；而在「未核准使用」的藥劑部分，不同茶區間檢出的藥劑種類不盡相同，但此類藥劑其檢出濃度大多非常微量，且檢出次數太少，若要進一步釐清原因，則須再蒐集更多的冬片茶樣品進行分析配合田野調查，方可探討是人為因素或環境因素所致。

四、冬片茶安全性評估

農藥殘留基準即農藥殘留容許量 (Maximum residue limits, MRLs) 或稱為殘留限量，為確保食品安全所訂定的重要品質標準之一。由於各國作物與病蟲害發生情況不同，因此登記可用之病蟲害防治藥劑會有所差異，此外，由於各國的氣候因子、環境因子及施藥方式的差異，藥劑在不同作物上的殘留容許量訂定也會有所不同。對於殘留容許量的研定需具備：1. 每人每日可攝食量 (Acceptable daily intake, ADI)、2. 各類作物之國民平均取食量、3. 農藥在不同作物中之實際殘留量等 3 項基本資料，然因各國取食方法、主要攝食種類、數量，以及施藥方式等不同，造成同一種作物於不同國家設定之殘留限量有所不同。

比較臺灣、日本及歐盟等國家的茶葉農藥殘留容許量標準發現，殘留容許量標準最嚴格的為歐盟，其次為臺灣。由表七發現，愛殺松、二氯松、依普同、普硫松、撲克拉、托福松、新殺和撲滅寧等藥劑，在臺灣並未訂定茶葉的殘留容許量標準，但在日本或歐盟則有訂定殘留容許量標準，這可能是因為這些藥劑在臺灣並未登記核准使用於茶樹上，因此缺乏茶樹上的藥效、藥害及消退試驗等科學數據，無法提供研訂這些藥劑在茶葉上的殘留容許量標準時之參考。對於有這種情形的農藥，在輔導安全合理用藥時，應特別提醒農民注意，避免發生因不了解，導致誤用而觸法。

為進行冬片茶安全性評估，本研究根據冬片茶農藥殘留調查結果及國人茶葉平均取食量 (1.9 公斤/人/年)，估算國人取食茶葉的農藥暴露量，並以暴露量占每人每日最大允許攝入量 (maximum permissible intake, MPI) 的百分比作為風險描述依據。根據評估結果發現，以實際殘留平均值估算出冬片茶農藥暴露量，僅占 MPI 的 0.01 ~ 2.17%，而以殘留容許量標準估算的暴露量，約占 MPI 的 0.17 ~ 5.78%，若以實際殘留最大值估算的暴露量，則占 MPI 的 0.01 ~ 4.98% (表八)。由上述結果可知，冬片茶殘留農藥對取食茶葉的暴露風險很低，只要挑選符合殘留容許量標準的茶葉，其產品安全性並無疑慮。

政府以「農藥殘留容許量標準」做為行政管理上的管制點，確保農民依規定用藥，並對不合格產品採取行動的界線。此標準訂定原則是依農藥的「無可觀察危害效應劑量 (No observed adverse effect level, NOAEL)」為計算基準；依據政府核准的使用方法及防治作物為對象；最後還要考慮加上國人對農產品食用習慣及食用量等因素，研訂每一類農作物中的各種農藥殘留容許量標準。訂定標準時會收集農藥實際在作物上的殘留情形、每人每天最高可以容許攝入該農藥的量、國人會取食的農作物種類、每個種類的取食量等科學資料，在評估時假設的情境，都是模擬最壞的情況；如吃到的五穀、蔬菜水果等都有農藥殘留，食用前不經過水洗、去皮或烹煮，並且在有生之年每日都吃到有農藥殘留的農產品，依據這些假設訂定的標準。而茶葉的殘留農藥標準，則是對於沖泡前的茶葉進行規範。在如此嚴格的標準下，只要不是一次吃下極大量相同的農作物，依國人的食用習慣，即使偏食某種蔬果，也不會對健康造成危害。即使在偶爾不慎食用到稍微超

過此一容許量標準之農產品，也並不會有立即性的危險，毋須對此產生不必要的恐慌。

結 論

本研究評估五種樣品製備方法，以修改之 CNS-13570-2 樣品製備方法表現較佳，故以修改之 CNS-13570-2 作為冬片茶中多重農藥殘留分析的樣品製備方法，並以高效液相層析儀搭配螢光檢出器及氣相層析儀搭配火焰光度檢出器和電子捕獲檢出器分析 162 種農藥，進行冬片茶農藥殘留調查與安全性評估。74 件冬片茶樣品，有 49 件（佔 66.2%）檢驗結果符合臺灣茶葉農藥殘留容許量標準，有 25 件（佔 33.8%）檢驗結果不符合規定。名間及竹山茶區冬片茶用藥習慣可分兩方面說明，在「核准使用」的藥劑部分，不同茶區有相同的趨勢，主要為克凡派、益達胺、賽洛寧及陶斯松；而在「未核准使用」的藥劑部分，不同茶區間檢出的藥劑種類不盡相同，但此類藥劑其檢出濃度大多非常微量，且檢出次數太少，若要進一步釐清原因，則須再蒐集更多的冬片茶樣品進行分析，方可探討為人為因素或先天環境條件所致。冬片茶安全性評估，以殘留平均值估算出冬片茶農藥暴露量，僅占 MPI 的 0.01 ~ 2.17%，而以殘留容許量標準估算的暴露量，約占 MPI 的 0.17 ~ 5.78%，若以殘留最大值估算的暴露量，則占 MPI 的 0.01 ~ 4.98%，顯示挑選符合殘留容許量標準的茶葉，其產品安全性並無疑慮。

致 謝

本研究承蒙茶業改良場凍頂工作站及南投農藥檢驗中心同仁：謝秀容、林麗華、張淑惠、竺敏雯、林正偉及洪國瑜等人協助試驗與分析工作，於此一併致以最誠摯的謝意。

參考文獻

1. 邱垂豐. 2008. 全球暖化 冬片仔茶一枝獨秀. 茶業專訊 63: 14。
2. 巫嘉昌. 2003. 茶菁中有機磷殺蟲劑之殘留量研究. 臺灣茶業研究彙報 22: 101-112。
3. 林正偉、巫嘉昌、侯金日. 2008. 降雨對茶樹噴施四種合成除蟲菊殺蟲劑消退之影響. 臺灣茶業研究彙報 27: 63-72。
4. Abou-Arab, A. A. K. and Abou-Donia, M. A. 2001. Pesticide residues in some Egyptian spices and medicinal plants as affected by processing. Food Chemistry 72: 439-445.
5. Bai, Y., Zhou, L. and Wang, J. 2006. Organophosphorus pesticide residues in market foods in Shaanxi area, China. Food Chemistry 98: 240-242.
6. Bhattacharya, A., Chowdhury, A., Somchowdhury, A. K., Pallarl, A. K. and Roy, U. S. 1995. Studies on residues, persistence and pre-harvest interval of cythion, durmet and ripcord in made tea of Darjeeling. Pestology 21(2): 28-36.
7. Chen, Z. M. and Wan, H. B. 1988. Factors affecting residues of pesticides in tea. Pesticide Science 23: 109-118.
8. Chen, Z. M., Wan, H. B., Wang, Y., Xue, Y. and Xia, H. 1987. Fate of pesticides in the ecosystem of tea garden. In Proceedings of the international symposium, tea quality-human health, November

- 4-9. pp. 146-149. Hangzhou, China: Tea Research Institute, Chinese Academy of Agriculture Sciences.
9. Gupta, M., Sharma, A. and Shanker, A. 2008. Dissipation of imidacloprid in Orthodox tea and its transfer from made tea to infusion. *Food Chemistry* 106: 158-164.
10. Nagayama, T. 1996. Behavior of residual organophosphorus pesticides in foodstuffs during leaching and cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 2388-2393.
11. Ozbey, A. and Uygün, U. 2007. Behaviour of some organophosphorus pesticide residues in peppermint tea during the infusion process. *Food Chemistry* 104: 237-241.
12. Wan, H., Xia, H. and Chen, Z. 1991. Extraction of pesticide residues in tea by water during the infusion process. *Food Additives and Contaminants* 8: 497-500.
13. Wu, C. C., Chu, C., Wang, Y. S. and Lur, H. S. 2009. Analysis of carbamate pesticides residues in tea samples by high-performance liquid chromatography with fluorescence detector. *Journal of Environmental Science and Health, Part B* 44: 58-68.
14. Zuin, V. G. and Vilegas, J. H. Y. 2000. Pesticide residues in medicinal plants and phytomedicines. *Phytotherapy Research* 14: 73-88.

表一、五種樣品製備方法之比較

Table 1 Comparison of preparation methods for five samples

	A ^a	B	C	D	E
乙腈用量 (mL)	170	170	100	100	100
Consume of ACN					
時間 (小時)	2.5	1.5	4	2	3
Time spent (hr)					

^a: 五種樣品製備方法 A、B、C、D 及 E 分別代表修改之 CNS-13570-2、離心方法、安捷倫實驗室方法、日本新方法-A 及日本新方法-B。

表二、三大類農藥經由五種不同樣品製備方法之回收率

Table 2 Recoveries of 3 types pesticides with different sample preparation methods

樣品	回收率 (Recovery, %)		
製備方法	有機磷類	有機氯暨雜環類	氨基甲酸鹽類
Preparation	Organophosphate	Organochloride and	Carbamate
Method		Heteroaromats	
A ^a	8/28 ^b (72.5-137.7 %) ^c	13/14 (72.3-120.1 %)	8/9 (80.7-97.1 %)
B	24/28 (62.7-104.8 %)	0/14 (-)	2/9 (92.9-135.3 %)
C	23/28 (65.7-106.2 %)	6/14 (62.2-77.4 %)	9/9 (65.7-119.0 %)
D	0/28 (-)	0/14 (-)	9/9 (76.9-119.4 %)
E	0/28 (-)	0/14 (-)	0/9 (-)

^a: 五種樣品製備方法 A、B、C、D 及 E 分別代表修改之 CNS-13570-2、離心方法、安捷倫實驗室方法、日本新方法-A 及日本新方法-B。

^b: 分子表示回收率達 100 ± 40 %之農藥數，分母表示供試之農藥種類。

^c: () 內數值表示可回收率達 100 ± 40 %之農藥的實際回收率；若回收率達 100 ± 40 %之農藥數為 0 時，其回收率則以-表示。

表三、不同茶區冬片茶農藥殘留檢驗情形及違規原因分析

Table 3 The results of pesticide residues and violation reasons in 2nd winter teas in different areas

地區 Area	檢驗 件數 Analysis number	違規 件數 Violation number	違規率 (%) Violation ratio	違規原因 Violation reasons		
				超量件數 (超量率, %) Over-MRL	不得檢出件數 (不得檢出率, %) No-detected	超量且含不得 檢出者 (%) Both in one sample
名間 Mingjian	29	7	24.1	4 (13.8)	4 (13.8)	1 (3.4)
竹山 Chushang	45	18	40	6 (13.3)	14 (31.1)	2 (4.4)
合計 Total	74	25	33.8	10 (13.5)	18 (24.3)	3 (4.1)

表四、不同茶區冬片茶違規農藥檢出濃度分布情形

Table 4 The detected results of violated 2nd winter teas in different areas

違規原因 Violation reason	農藥 Pesticide	名間 Mingjian		竹山 Chushang	
		違規件數 Number	檢出濃度 (mg/kg) Residue	違規件數 Number	檢出濃度 (mg/kg) Residue
超量 Over-MRL	克凡派 Chlorfenapyr	1	2.54	1	3.75
	畢芬寧 Bifenthrin	2	2.77-2.82	0	-
	亞滅培 Acetamiprid	1	2.03	0	-
	賽洛寧 lambda-Cyhalothrin	0	-	1	1.01
	芬普寧 Fenpropathrin	0	-	1	6.55
	第滅寧 Deltamethrin	0	-	1	5.74
	益達胺 Imidacloprid	0	-	1	5.19
	加保扶 Carbofuran	0	-	1	1.42
不得檢出 No-detected	普硫松 Prothiofos	1	0.01	1	0.01
	撲克拉 Prochloraz	2	0.01	0	-
	托福松 Terbufos	1	0.02	0	-
	愛殺松 Ethion	0	-	7	0.01-0.17
	二氯松 Dichlorvos	0	-	2	0.1-0.39
	依普同 Iprodione	0	-	2	0.16-0.17
	新殺蟎 Bromopropylate	0	-	1	0.27
	撲滅寧 Procymidone	0	-	1	0.23
	雙特松 Dicrotophos	0	-	1	0.01

表五、30 種茶樹登記核准使用藥劑在不同茶區的檢出情形

Table 5 The detected results of 30 registered pesticides in tea in different areas

農藥名稱 Common name	名間 Mingjian		竹山 Chushang		合計 Total	
	件數 Number	%	件數 Number	%	件數 Number	%
克凡派 Chlorfenapyr	25	86.21	39	86.67	64	86.49
益達胺 Imidacloprid	18	62.07	32	71.11	50	67.57
賽洛寧 lambda-Cyhalothrin	16	55.17	22	48.89	38	51.35
陶斯松 Chlorpyrifos	14	48.28	22	48.89	36	48.65
芬普寧 Fenpropathrin	11	37.93	22	48.89	33	44.59
畢芬寧 Bifenthrin	12	41.38	15	33.33	27	36.49
亞滅培 Acetamiprid	11	37.93	10	22.22	21	28.38
納乃得 Methomyl	3	10.34	17	37.78	20	27.03
加保扶 Carbofuran	3	10.34	14	31.11	17	22.97
第滅寧 Deltamethrin	5	17.24	10	22.22	15	20.27
加保利 Carbaryl	2	6.90	13	28.89	15	20.27
賽扶寧 Cyfluthrin	8	27.59	5	11.11	13	17.57
氟芬隆 Flufenoxuron	8	27.59	4	8.89	12	16.22
氟尼胺 Flonicamid	4	13.79	5	11.11	9	12.16
百滅寧 Permethrin	2	6.90	5	11.11	7	9.46
滅大松 Methidathion	2	6.90	5	11.11	7	9.46
布芬淨 Buprofezin	2	6.90	5	11.11	7	9.46

農藥名稱 Common name	名間 Mingjian		竹山 Chushang		合計 Total	
	件數 Number	%	件數 Number	%	件數 Number	%
克福隆 Chlorfluazuron	6	20.69	1	2.22	7	9.46
芬化利 Fenvalerate	2	6.90	4	8.89	6	8.11
得克利 Tebuconazole	0	0.00	5	11.11	5	6.76
護賽寧 Flucythrinate	2	6.90	3	6.67	5	6.76
畢達本 Pyridaben	0	0.00	5	11.11	5	6.76
百克敏 Pyraclostrobin	2	6.90	2	4.44	4	5.41
福化利 Tau-fluvalinate	0	0.00	4	8.89	4	5.41
三泰隆 Triadimenol	1	3.45	2	4.44	3	4.05
賽速安 Thiamethoxam	2	6.90	0	0.00	2	2.70
芬普蟎 Fenpyroximate	1	3.45	0	0.00	1	1.35
三得芬 Tridemorph	0	0.00	1	2.22	1	1.35
可尼丁 Clothianidin	1	3.45	0	0.00	1	1.35
合芬寧 Halfenprox	1	3.45	0	0.00	1	1.35

表六、9 種非茶樹登記核准使用藥劑在不同茶區的檢出情形

Table 6 The detected results of 9 non-registered pesticides in tea in different areas

農藥名稱 Common name of pesticides	名間 Mingjian		竹山 Chushang		合計 Total	
	件數 Number	%	件數 Number	%	件數 Number	%
愛殺松 Ethion	0	0.00	8	17.78	8	10.81
二氯松 Dichlorvos	0	0.00	2	4.44	2	2.70
依普同 Iprodione	0	0.00	2	4.44	2	2.70
普硫松 Prothiofos	1	3.45	1	2.22	2	2.70
撲克拉 Prochloraz	2	6.90	0	0.00	2	2.70
托福松 Terbufos	1	3.45	0	0.00	1	1.35
新殺蟎 Bromopropylate	0	0.00	1	2.22	1	1.35
撲滅寧 Procymidone	0	0.00	1	2.22	1	1.35
雙特松 Dicrotophos	0	0.00	1	2.22	1	1.35

表七、39 種冬片茶檢出藥劑在臺灣、日本及歐盟茶葉上的殘留容許量標準

Table 7 The MRL of 39 pesticide residues in 2nd winter teas in Taiwan, Japan and EU

農藥 Pesticide	殘留容許量 (ppm)		
	MRL		
	臺灣 Taiwan	日本 Japan	歐盟 EU
克凡派 Chlorfenapyr	2	40	50
益達胺 Imidacloprid	3	10	0.05
賽洛寧 lambda-Cyhalothrin	2	15	-
陶斯松 Chlorpyrifos	2	10	0.1
芬普寧 Fenpropathrin	10	25	2
畢芬寧 Bifenthrin	2	25	5
亞滅培 Acetamiprid	2	50	0.1
納乃得 Methomyl	1	20	0.1
加保扶 Carbofuran	1	0.2	0.05
第滅寧 Deltamethrin	5	10	5
加保利 Carbaryl	2	1	0.1
賽扶寧 Cyfluthrin	5	20	0.1
氟芬隆 Flufenoxuron	15	15	15
氟尼胺 Flonicamid	5	40	0.05
滅大松 Methidathion	0.5	1	0.5
愛殺松 ^a Ethion	-	0.3	3
百滅寧 Permethrin	10	20	0.1
布芬淨 Buprofezin	1	20	0.05
芬化利 Fenvalerate	5	1	0.05
克福隆 Chlorfluazuron	5	10	-
得克利 Tebuconazole	10	25	0.05
護賽寧 Flucythrinate	10	20	0.1
百克敏 Pyraclostrobin	5	-	0.05
畢達本 Pyridaben	5	10	0.05
福化利 Tau-fluvalinate	5	10	0.01
三泰隆 Triadimenol	6	20	0.2
二氯松 ^a Dichlorvos	-	0.1	0.02
依普同 ^a Iprodione	-	20	0.1
普硫松 ^a Prothiofos	-	5	-
撲克拉 ^a Prochloraz	-	0.1	0.1
賽速安 Thiamethoxam	1	15	0.1
芬普蟎 Fenpyroximate	5	10	0.1
三得芬 Tridemorph	20	20	20

農藥 Pesticide	殘留容許量 (ppm)		
	MRL		
	臺灣 Taiwan	日本 Japan	歐盟 EU
可尼丁 Clothianidin	5	50	0.05
合芬寧 Halfenprox	5	10	-
托福松 ^a Terbufos	-	0.005	0.01
新殺蟎 ^a Bromopropylate	-	0.1	0.1
撲滅寧 ^a Procymidone	-	0.1	0.1
雙特松 Dicrotophos	-	-	-

^a：為農委會未登記核准使用於茶樹之農藥。

-：無殘留容許量標準。

表八、冬片茶安全評估結果

Table 8 The risk assessment of 2nd winter teas

農藥 Pesticide	檢出濃度 (mg/kg)		容許量 (ppm)	MPI ^a	暴露量 ^b (mg/day/人)			%MPI ^c		
	Residue		MRL		Exposure level					
	最大值	平均值	臺灣	(mg/day/人)	最大值	容許量	平均值	最大值	容許量	平均值
	Max.	Aver.	Taiwan		推估 A ^d	推估 B	推估 C	推估 A	推估 B	推估 C
克凡派 Chlorfenapyr	3.75	0.23	2	1.2	0.01952	0.01041	0.00120	1.63	0.87	0.10
益達胺 Imidacloprid	5.19	0.67	3	3.6	0.02702	0.01562	0.00349	0.75	0.43	0.10
賽洛寧 lambda-Cyhalothrin	4.6	0.5	2	1.2	0.02395	0.01041	0.00260	2.00	0.87	0.22
陶斯松 Chlorpyrifos	0.73	0.14	2	0.18	0.00380	0.01041	0.00073	2.11	5.78	0.40
畢芬寧 Bifenthrin	2.82	0.42	2	0.6	0.01468	0.01041	0.00219	2.45	1.74	0.36
亞滅培 Acetamiprid	2.03	0.33	2	6	0.01057	0.01041	0.00172	0.18	0.17	0.03
納乃得 Methomyl	0.05	0.02	1	0.6	0.00026	0.00521	0.00010	0.04	0.87	0.02
加保扶 Carbofuran	1.42	0.18	1	0.18	0.00739	0.00521	0.00094	4.11	2.89	0.52
第滅寧 Deltamethrin	5.74	0.94	5	0.6	0.02988	0.02603	0.00489	4.98	4.34	0.82
加保利 Carbaryl	0.42	0.12	2	0.48	0.00219	0.01041	0.00062	0.46	2.17	0.13

農藥 Pesticide	檢出濃度 (mg/kg)		容許量 (ppm)	MPI ^a	暴露量 ^b (mg/day/人)			%MPI ^c		
	Residue		MRL		Exposure level					
	最大值	平均值	臺灣	(mg/day/人)	最大值	容許量	平均值	最大值	容許量	平均值
	Max.	Aver.	Taiwan		推估	推估	推估	推估	推估	推估
					A ^d	B	C	A	B	C
愛殺松 Ethion	0.17	0.05	-	0.06	0.00088	-	0.00026	1.47	-	0.43
二氯松 Dichlorvos	0.39	0.25	-	0.06	0.00203	-	0.00130	3.38	-	2.17
依普同 Iprodione	0.17	0.17	-	2.4	0.00088	-	0.00088	0.04	-	0.04
普硫松 Prothiofos	0.01	0.01	-	0.006	0.00005	-	0.00005	0.87	-	0.87
撲克拉 Prochloraz	0.01	0.01	-	0.6	0.00005	-	0.00005	0.01	-	0.01
托福松 Terbufos	0.02	0.02	-	0.012	0.00010	-	0.00010	0.87	-	0.87
新殺蟎 Bromopropylate	0.27	0.27	-	1.8	0.00141	-	0.00141	0.08	-	0.08
撲滅寧 Procymidone	0.23	0.23	-	1.8	0.00120	-	0.00120	0.07	-	0.07

^a: MPI 等於 ADI 乘以國民平均體重，國民平均體重以 60 公斤計算。

^b: 暴露量等於殘留量乘以取食量，取食量以國人平均取食量 1.9 公斤/人/年計算。

^c: %MPI 等於 (暴露量除以 MPI) × 100%。

^d: A、B、C 分別表示以最大殘留量、殘留容許量標準及平均殘留量估算。

Risk Assessment of Pesticide Residues in Second Winter Teas

Yu-Ju Huang¹Shiou-Ruei Lin²Chia-Chang Wu²

Summary

To establish the completely pesticide residue analysis method of 2nd winter tea for the complete security evaluation, the suitable sample preparation, instrumentation and the examination method is necessary. We had evaluated five sample preparation methods for pesticide residue analysis of 2nd winter tea. It suggested that the modified CNS13570-2 is the best sample preparation methods for pesticide residue analysis of 2nd winter tea. According to multipesticides residues analysis, it indicated that Chlorfenapyr, Imidacloprid, Cyhalothrin and Chlorpyrifos were the most use pesticides in Mingjian and Chushang tea areas. However, all the calculation results of exposure level are lower than the maximum permissible intake (MPI), it suggested that there should be no harmful effect to human health when consumers buy teas which fit the standard of maximum residue limits.

Key words: Tea, Pesticide residues, Food safety

1. Assistant Researcher, Tungding Branch of Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.

2. Assistant Researcher, Senior Agronomist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.