

茶園減藥技術之研究

許飛霜¹ 曹碧貴¹ 林秀榮² 陳柏蓁³ 黃正宗⁴ 黃玉如⁵

摘要

一般來說，茶園的病蟲害管理依賴於化學品，調查顯示，臺灣茶園平均每年每公頃使用 34.72 公斤化工產品。隨著環保意識和食品安全問題的興起，減少化學農藥的使用是最重要的議題之一。本研究對茶樹病蟲害及其防治藥劑進行分組，並引入當地茶園進行客製化減藥技術，驗證了茶園減少農藥生產管理技術模式的可行性。本次研究選取了新竹縣湖口鄉、臺北文山、南投魚池、嘉義梅山瑞峰四個茶區進行試驗。結合農戶栽培習慣和病蟲害發生情況，調整農藥用量。結果顯示，減藥區與對照區害蟲監測結果無差異，新竹縣湖口鄉、南投魚池及嘉義梅山瑞峰等 3 個茶區 4 個試驗茶園皆對試驗茶樣進行農藥殘留檢測，檢測試驗茶園茶葉農藥殘留檢測結果均符合國家標準，合格率 100%。此外，減藥區檢出之農藥種類少於對照區，且減藥區與對照區茶菁產量無顯著差異。說明合理的減藥管理既可以降低生產成本，又可以保持產量，而且生產更安全的茶葉原料，達到保護環境與保護生產者和消費者的健康。透過本計畫 4 個細部計畫執行成果之總體評估，達到農委會減少農藥使用 30% 以上之現階段目標。本計畫新開發之茶園友善資材食品級醋酸，應用於茶園測試茶行間及空地除草效果，並試驗其對土壤環境影響，結果發現使用特定濃度醋酸可達 80% 以上除草效果，可以減少除草劑達 30% 以上。

關鍵字：茶、病蟲害整合管理、農藥、殺草劑、農藥減量（減藥）、藥劑輪用、客製化

前言

農民長期仰賴農藥防治作物病蟲害，雖有增產及省工之效，但對農村生態環境與農民健康影響甚大。若能順應減藥政策，友善環境，農民健康少受衝擊，生活品質會提高，提升休閒觀光，將活絡農村經濟。因此，茶園減施農用資材之管理技術之建立與推廣對茶區影響是深遠的。為提升茶葉安全及維護生產環境永續利用，研究並建立減藥模式很重要。針對茶樹主要病害如茶枝枯病、茶赤葉枯病、茶餅病等，以及主要蟲害例如茶小綠葉蟬、茶刺粉蠹類、茶角盲椿象、薊馬、葉蟬及茶捲葉蛾類等進行每周巡園調查病蟲害發生種類，並利用黃色黏紙監測茶小綠葉蟬發生族群數量，及茶捲與茶姬捲葉蛾性費洛蒙誘蟲盒進行族群監測。監測後執行農藥減量，輔導合理用藥，依據農友使用習慣調整茶樹用藥清單、宣導一藥防治多種病蟲害、藥劑輪用原則及抗藥性管理等知識。並由使

1. 行政院農業委員會茶業改良場魚池分場 助理研究員。臺灣 南投縣。
2. 行政院農業委員會茶業改良場文山分場 副研究員兼股長。臺灣 新北市。
3. 行政院農業委員會茶業改良場文山分場 助理研究員。臺灣 新北市。
4. 行政院農業委員會茶業改良場魚池分場 研究員兼分場長。臺灣 南投縣。
5. 行政院農業委員會茶業改良場魚池分場 副研究員兼股長。臺灣 南投縣。

用天然植物保護資材或安全性較高農藥，例如茶菁採收前期視需要以礦物油及蘇力菌等資材進行害蟲管理；枯草桿菌及亞磷酸等資材進行病害管理。

研究目標：一、整合肥培管理及減少化學藥劑使用次數及種類數，達化學農藥減量、維持茶菁產量及提升茶菁安全性；二、開發有機與友善茶園除草資材，降低茶園化學除草劑使用量；三、建立茶樹健康種苗生產管理模式，降低插穗罹患病蟲害之機率、提高扦插成活率及減少扦插期間之用藥。

有關於防除雜草之研究，臺灣目前約有 4,200 多種植物，尤其中低海拔環境氣候適合多數植物生長，造成農民在農作物種植上，極易遭遇雜草管理問題，農田雜草除了競爭作物土壤水分及養分外，並供給病蟲寄生、產生剋他作用、妨礙田間栽培管理作業等危害。自從化學除草劑上市以來，由於具有快速、廣效、經濟且省工的特性，至今除草劑仍是雜草防除最主要的管理方式。然而隨著環境保護呼聲的提升，長期及大量使用化學性農藥，造成藥劑殘留的環境污染、人畜安全，以及日益嚴重的抗藥性問題，已引起全球廣泛的關注（袁及謝，2012）。由於農業人口老化，農村勞動力不足，農民目前除了使用人工或機械除草，慣行農法仍需依賴化學除草劑進行雜草防治，由於化學除草劑便宜快速，使用量年年上升，因農民施用不當，易造成環境生態破壞及農藥殘留超標等問題。根據行政院農業委員會動植物防疫檢驗局（以下簡稱防檢局）統計，106 年農藥使用量榜首為除草劑，其中「嘉磷塞」年使用量超過 1,000 公噸。其中巴拉刈已於 108 年 2 月起不得販售使用，108 年 8 月 25 日起固殺草已公告禁用於茶園管理。農業試驗單位則研擬逐步以其他藥物替代，目前已陸續有新開發的免登記植物保護資材如王酸供農民使用。

冰醋酸（Acetic acid, Ethanoic acid），也稱醋酸、乙酸，化學式 CH_3COOH ，是一種有機一元酸和短鏈飽和脂肪酸，為食醋內酸味及刺激性氣味的來源。可用於有機農產品加工用。礦物油為自原油透過蒸餾與精煉過程所得到的石油衍生物，未磺化值（unsulphonated residue, UR）值達 92% 以上的被公認可以安全施用於作物葉片或枝條等綠色組織上，可稱為農用礦物油，對病蟲害之防治機制主要為阻礙其呼吸作用之進行，最終令其窒息而亡。在高溫或高濕環境下，礦物油產生植物藥害的機制，是因為礦物油滲入植物細胞之後，使光合作用、蒸散作用及呼吸作用受到干擾，其後引發急性或慢性等不同程度的藥害。急性藥害發生在施用礦物油數日之內，使作物葉片灼傷、進而落葉，但對果實的影響則相對較小；慢性藥害則在長期施用礦物油之後才產生，為害徵狀包括嫩葉漸萎凋、芽的生長速度延遲、葉片黃化與莖部乾枯等。

土壤為一動態環境，土壤品質是提升農業生產非常重要關鍵，與物理、化學及微生物作用相關。其中土壤酵素活性（Soil enzymatic activity）因為對土壤管理方式及有機質組成極為敏感，可作為土壤品質指標（Almeida *et al.*, 2015）。土壤酵素種類及量主要由動植物與微生物作用組成，與天氣及土壤關係甚大。若能順應減藥政策，友善環境，農民健康少受衝擊，生活品質會提高，提升休閒觀光，將對農地溫濕度造成影響，導致土壤營養循環之改變（Powelson and Jenkinson, 1981）。

雖然微生物對土壤形成很重要，但在土中濃度不高並不容易偵測到，因此，偵測土壤酵素活性會較微生物的數量容易，亦可作為土壤品質指標之一，並與土中元素碳、氮、磷、硫及水解作用之 β -葡萄糖苷酶（ β -glucosidase 或 cellbioase，又稱配醣酶）等相關（Tabatabai, 1994）。土壤品質及其與各元素之相關作用，將影響茶樹根部及其生長發育，故其偵測土壤品質之方法，如偵測土壤酵素活性就很重要。

自然界有非常多種類糖苷酵素（Glucosidase），在不同環境下與上述元素鍵結（Daroit *et al.*, 2007）。例如 β -glucosidase 在碳循環中是很重要的酵素且在真菌、植物及土壤中皆被偵測到，可以水解 maltose 及 cellbiose 釋放出葡萄糖，對微生物而言是重要的能量。敏感的土壤指標包含土壤酵素活性，微生物呼吸效率，微生物生物量（biomass）及種類。所以土壤酵素活性可藉由分析

Acid-phosphatase (酸性磷酸酶)、Arylsulfatase (硫化酶)、 β -Glucosidase、Dehydrogenase (去氫酶) 等活性及微生物呼吸作用作為土壤品質良好指標 (Almeida *et al.*, 2015)。

目前茶園有機農業及友善農業對雜草管理方式，僅依靠人工除草或敷蓋資材等物理防治，進行草生栽培者，亦有非目標之強勢雜草入侵等管理問題，需付出較多人力成本，無法達成水土保持與經濟使用之平衡。為有效解決農村勞動力不足，採取具除草特性之友善環境及低毒性資材，進行雜草防治管理及提升茶樹品質，並於處理後進行土壤酸鹼度、微生物活性 (Das and Varma, 2011) 及茶葉品質鑑定試驗。預計新開發或改良之茶園友善資材於茶園之除草效果應用，試驗其對土壤環境影響，評估該試劑對環境及製茶品質之影響，後續將依產季測試對茶樹產量及茶葉品質之影響，並推廣效益良好之雜草管理模式。

臺灣因地理位置處於熱帶與亞熱帶地區，又因不同季節受季風、颱風等多種形態氣候影響，整體氣候終年溫暖潮濕，不僅適合茶樹生長，一年可採收 3-7 次，病蟲害亦合適在這樣環境下發生。茶葉生產中常同時遭受多種病蟲危害，茶農通常使用化學藥劑進行病蟲害管理。一般來說臺灣茶區一年平均可收穫 4 季茶菁，每季茶菁自萌芽至採收前會使用 2-3 次藥劑進行病蟲害管理，不同管理強度下使用之藥劑種類數量亦不同，在管理強度較高之茶區如南投縣名間鄉、高山茶區等，每季生產茶菁可用到 5 種以上藥劑進行防治，故平均每年茶園使用之化學藥劑可達 4 季 \times 2 次 \times 4.34 公斤/公頃 (平均使用量約：殺菌劑 0.92 公斤/公頃、小綠葉蟬 0.75 公斤/公頃、鱗翅目幼蟲 1.27 公斤/公頃、葉蟬 0.82 公斤/公頃、薊馬 0.58 公斤/公頃)，故每年每公頃茶園平均使用約 34.72 公斤化學成品農藥。

為達有效管理茶樹病蟲害、降低化學藥劑使用、生產安全高值產品，擬建立農藥減量管理模式並加以應用。利用 SWOT 分析目前開發與應用茶園減藥管理技術對茶園病蟲害管理之潛力，優勢：茶樹病蟲害種類、生態、對應防治藥劑等資訊充足，部分藥劑可含括範圍廣，可兼防多種病蟲害；劣勢：化學藥劑對病蟲害的防治效果不一，非化學藥劑防治資材選擇性少及成本相對較高；機會：茶農知識程度高、人民對食安意識的重視；威脅：氣候變遷極端氣候頻繁發生，病蟲害發生世代漸短，防治強度需隨之提高。本研究將對針對地區性 (選定之試驗茶園) 進行客製化病蟲害與藥劑使用習慣盤點，並利用減少化學藥劑使用次數、使用量以達減藥目的。

材料與方法

一、健康茶苗減藥：

採穗母樹減藥管理對茶樹健康種苗之影響：

(一) 材料與方法：

1. 採穗圃：插穗留養，供採穗扦插之用。
2. 採穗圃藥劑試驗處理：
 - (1) 扦插前 2 個月，每二週噴藥一次 (殺菌劑及殺蟲劑各一種)。(殺菌劑以 50% 免賴得可濕性粉劑、84.2% 三得芬乳劑、39.5% 扶吉胺水懸劑等及殺蟲劑如 2.8% 賽洛寧乳劑、2.8% 畢芬寧乳劑、2% 阿巴汀乳劑作輪替)
 - (2) 扦插前 2 個月，每三週噴藥一次。
 - (3) 扦插前 2 個月，每四週噴藥一次。
 - (4) 扦插前 2 個月，噴施 80% 可濕性硫磺粉劑 400 倍，三週後噴窄域油一次，再二週後再噴苦楝油一次。(皆為非化學農藥資材)

(5) 對照組 (不做任何防治處理)。

(二) 調查方法：

1. 採穗圃管理試驗中調查茶樹病蟲害種類，採穗前調查採穗量，試驗後進行剪穗扦插，每個處理小區 50 支，後續進行苗木管理與成活率調查。
2. 成活率調查。

二、雜草減藥管理：

闊葉型雜草應用非化學農藥防治之研究：

(一) 友善除草劑試驗：

1. 試驗地點為茶改場文山分場茶園，茶樹品種為臺茶 12 號。
2. 試驗前調查：107 年 5 月 23 日及 8 月 20 日分別進行藥劑試驗前調查，調查雜草覆蓋度及雜草種類，並取新鮮表層土壤樣本至實驗室分析土壤酵素活性。
3. 噴施試驗：107 年 5 月 28 日第一次噴施試驗，分別施用處理組 (A) 除草試劑、對照組 (B) 水，處理 24 小時後 5 月 29 日調查處理後的雜草覆蓋度及表層土壤取樣分析。第二次試驗日期為 107 年 8 月 22 日，並於 8 月 23 日調查處理後的雜草覆蓋度及表層土壤取樣分析。

(二) 試驗設計處理：

1. 試驗處理：(A) 友善除草劑試驗處理組：食品級冰醋酸 10% + 礦物油 400×；
(B) 對照組：水。
噴施方式：以馬達自動噴藥機噴施於茶行間地面，避免噴至茶樹植株上，每公頃施用 300 公升。
2. 試驗方法：田間採 CBD 試驗設計，每處理三重複。
3. 採樣方式：處理前後各採樣表層土壤 1 公斤，方式為自表土移除植被後，取表面到深 10 公分內水份之土壤，每重複取 3 樣點土混合均勻，並於當日立即檢測土壤酵素活性。
4. 測定項目：
 - (1) 試驗處理前後進行雜草覆蓋率及雜草種類調查，每次調查以 30 公分×30 公分鐵框隨機取樣，每處理重複 3 個樣區調查，計算覆蓋率平均值及雜草種類。
 - (2) 土壤酵素活性：使用 Thermo scientific 型號 MULISKAN GO 測定土壤酵素活性包含酸性磷酸酶 Acid-phosphatase (Tabatabai and Bremner, 1969)、硫化酶 Arylsulfatase (Tabatabai and Bremner, 1970)、β-葡萄糖苷酶 β-Glucosidase (Tabatabai, 1982)，其中 β-葡萄糖苷酶以風乾土壤測定，酸性磷酸酶及硫化酶以當日取樣潮濕土壤測定。
 - (3) 土壤酸鹼值：以酸鹼度計測定風乾土壤酸鹼值，土水比為 1:1。

(三) 資料分析

上述分析資料先進行變方分析，處理間達 5% 顯著差異時，再以最小顯著性差異測驗法 (LSD) 比較各處理間之差異。

(四) 茶行覆蓋物試驗

使用材質為不織布可透氣型式雜草抑制蓆，覆蓋於新植茶園行間。

三、茶園健康管理暨化學農藥減量：

(一) 健康管理暨化學農藥減量試驗：

1. 試驗茶園防治曆與用藥背景調查與建立：
 - (1) 建立茶樹病蟲害發生曆：於試驗茶園新竹縣湖口鄉進行病蟲害發生情形調查，包括茶樹病

害（茶赤葉枯病）、茶樹蟲害（茶小綠葉蟬、捲葉蛾類、茶蠶、薊馬、葉蟬類等）。

(2) 試驗茶園用藥背景調查：調查農民使用藥劑背景、習慣及成本分析。

2. 關鍵病蟲害防治藥劑減量使用田間試驗：

針對試驗區主要防治病蟲害為對象，依據農民使用習慣進行調整防治藥劑選擇，並考量病蟲害發生生態，進行藥劑種類調整及使用方法時機的優化。

(二) 茶園減藥友善管理對茶樹病蟲害發生影響試驗：

1. 減藥友善試驗地點：茶改場魚池分場茶園，場外試驗地於 107 年選定嘉義縣梅山鄉瑞峰村臺茶 12 號慣行茶園進行；108 年選定嘉義縣梅山鄉瑞峰村臺茶 12 號有機茶園進行。

2. 試驗處理與方法：

(1) 慣行法：採茶後噴施 1 次殺蟲劑（40.8%陶斯松乳劑）及殺菌劑（50%免賴得可濕性粉劑）。萌芽初期噴施 1 次殺蟲劑（5%賽扶寧水基乳劑）及殺菌劑（84.2%三得芬乳劑）。採茶前 2 周噴施殺蟲劑（50%培丹水溶性粉劑）。

(2) 減藥 1 次法：採茶後噴施 1 次殺蟲劑及殺菌劑；萌芽初期噴施農藥 1 次殺蟲劑及殺菌劑。

(3) 減藥 2 次法：採茶後噴施 1 次殺蟲劑及殺菌劑；萌芽初期噴施非化學農藥資材。

(4) 非化學農藥資材防治法：採茶後噴施非農藥資材 1 次（硫磺粉或窄域油）；萌芽初期噴施非化學農藥資材 1 次（苦楝油及蘇力菌）。

(5) 對照：只噴水，不噴施任何資材。

3. 調查方法：

萌芽初期及施藥以後，第 3、7、14 及 21 天，調查茶小綠葉蟬、小黃薊馬、茶角盲椿象與茶捲葉蛾類之數量及茶餅病、赤葉枯病等之危害率。

四、茶樹肥培管理與病蟲害防治之減藥率試驗：

(一) 化學農藥有效成分評估：

一般慣行茶園一季茶施 8-12 種藥劑進行田間管理，試驗區配合合理化施肥及以施用 3-5 種藥劑進行病蟲害管理，並配合多種非化學防治資材施用，化學藥劑使用減量達 30% 以上（依照實際選用之化學藥劑有效成分進行計算），化學農藥減量計算基準之調查與規劃示範田區藥劑清單範例如下：

用藥清單	藥劑種類	防治對象	每公頃每次施藥量 公升 (斤) / 公頃
對照田區*	10%百滅寧可濕性粉劑	鱗翅目幼蟲	0.500
	40%納乃得水溶性粒劑	茶小綠葉蟬等多種	1.130
	40%布芬淨水懸劑	粉蝨	0.500
	10%依殺蟎水懸劑	蟎類	0.250
	24.9%待克利水懸劑	茶赤葉枯病	0.500
小計			2.880
示範田區	10%芬普寧可濕性粉劑	茶小綠葉蟬、蟎類	0.500
	5.87%賜諾特水懸劑	薊馬、鱗翅目幼蟲	0.625
	39.5%扶吉胺水懸劑	茶赤葉枯病、蟎類	0.750
小計			1.825

一季茶菁生產減少化學農藥使用量： $(2.88-1.825) / 2.88 \times 100\% = 36.63\%$

(二) 化學農藥總體積評估：

1. 茶樹肥培管理與病蟲害防治之研究減藥率評估：

一般慣行茶園一季茶施 8-10 種藥劑進行田間管理，試驗區配合合理化施肥及施用 3-5 種藥劑進行病蟲害管理，並配合 1 次非化學防治資材施用，依照實際選用農藥種類進行計算化學藥劑使用減量達 50% 以上。

例：一般慣行茶園一季施用 10 種藥劑進行田間管理，試驗區實施合理化施肥及以施用 5 種藥劑進行病蟲害管理，則一季茶菁生產減少化學農藥使用量： $(10-5) / 10 \times 100\% = 50\%$ 。

2. 闊葉型雜草管理非化學農藥防治藥劑之研究減藥率評估：

慣行茶園一年噴 5-6 次，若能將其中 1-2 次夏季留養期以非化學除草劑農藥防治雜草取代化學除草劑，減藥率即可達到 20% 以上。

3. 茶園減藥友善管理對茶樹病蟲害發生影響之研究減藥率評估：

一般慣行茶園一季茶施 6-8 種藥劑進行田間管理，試驗區配合合理化施肥及以施用 3-4 種藥劑進行病蟲害管理，並配合 1 次非化學防治資材施用，化學藥劑使用減量達 40% 以上。

例：一般慣行茶園一季茶施 8 種藥劑進行田間管理，試驗區配合合理化施肥及以施用 4-5 種藥劑進行病蟲害管理，則一季茶菁生產減少化學農藥使用量： $(8-4) / 8 \times 100\% = 50\% \sim (8-5) / 8 \times 100\% = 37.5\%$ 。

4. 採穗母樹減藥管理對茶樹健康種苗之影響減藥率評估：

一般慣行茶苗苗圃一季茶施 6-8 種藥劑進行田間管理，試驗區配合合理化施肥及以施用 2-6 種藥劑進行病蟲害管理，並配合 1 次非化學防治資材施用，化學藥劑使用減量達 30% 以上。

例：扦插前 2 個月，每二週噴藥一次，則全期噴 4 次 (扦插前噴 1 次，期滿那次不噴)，

扦插前 2 個月，每三週噴藥一次，則全期噴 3 次 (扦插前噴 1 次，期滿那次不噴)， $(4-3) / 4 \times 100\% = 25\%$ ，

扦插前 2 個月，每四週噴藥一次，則全期噴 2 次 (扦插前噴 1 次，期滿那次不噴)， $(4-2) / 4 \times 100\% = 50\%$ ，

即扦插一期扦插苗之減少化學農藥使用量：50%~25%。

五、IPM 操作方法：

(一) 農藥減量組：

1. 病蟲害監測：每周巡園目視病蟲害發生種類，並利用黃色黏紙監測茶小綠葉蟬發生族群數量，及茶捲葉蛾與茶姬捲葉蛾性費洛蒙誘蟲盒進行族群監測。
2. 使用天然植物保護資材或安全農藥：茶菁採收前期視需要以礦物油及蘇力菌等防治資材進行害蟲管理。

(二) 慣行組：依照農友實際田間管理。

結果與討論

一、健康茶苗減藥：

藉由採穗母樹減藥管理對茶樹健康種苗之影響之研究，減藥管理採穗母樹可減少插穗罹患病蟲害之機率，提高扦插成活率及減少扦插期間之用藥，達生產健康種苗之目的，試驗處理

中，每四週噴施及噴施非農藥二組之生物量較對照組及每二週噴施、每三週噴施之量高，且對照組只噴水，優於每二週噴施、每三週噴施二組，足見減少農藥施用，對採穗母樹沒有明顯不利之影響。107年10月至108年1月初完成採穗母樹管理，1月8日扦插，每個月調查1次，調查結果顯示，各處理苗栽高度35至45公分，成活率都超過80%。可見減少農藥管理對健康母樹採穗影響不大。

二、雜草減藥管理：

(一) 雜草覆蓋度及種類調查

調查試驗茶園雜草覆蓋度及種類結果(如表一)，發現因不同季節(春季及夏季)雜草覆蓋度不同，但兩次試驗結果顯示，友善除草劑處理之雜草覆蓋度皆明顯下降，且處理後雜草種類組成亦無變化。另觀察不同種類雜草經友善除草劑施用後變化，發現不同種類雜草葉片均受到明顯傷害(如圖一)；特別是闊葉型雜草葉片破損程度較禾本科雜草嚴重，且觀察闊葉型雜草植株較易受友善除草劑傷害而死亡，禾本科雜草若僅葉片枯黃，根部若存活仍可能再度生長。

(二) 友善茶園雜草管理

為了減少茶園化學除草劑使用量及人工除草的成本，本研究中新型除草劑配方，利用食品級醋酸10%及礦油稀釋400倍以上，依正確比例在日光下噴施於茶行間，可達到快速除草效果，且不影響茶園土壤物理及化學性質，其土壤酸鹼值、土壤酵素活性皆無明顯變化(表二、三)惟藥劑異味較重，適用於夏季茶園休養期及修剪後除草，未來仍可利用偵測土壤酵素活性之變化，來評估新型除草劑配方之安全性。配合不同樹齡茶園，有不同雜草防除對策：

1. 新植幼齡茶園：樹齡較小，易被雜草掩蓋，應使用覆蓋物如花生殼、稻殼等防除雜草。配合滴灌設備可使用雜草抑制蓆，株間加強覆蓋，藉以控制大部分雜草生長，同時避免人工割草誤傷茶苗。於種植後1年調查發現平均存活率為98%，遠較以往種植新苗存活。
2. 育成期3~8年茶園：若不適合雜草抑制蓆，除人工割草外，可於夏季修養期或每年修剪後噴施無毒殺草劑，降低雜草密度。後續可進行草生栽培，增加茶園土壤微生物族群及水土保持。
3. 成園8年以上：藉由茶樹樹冠遮避陽光，抑制雜草生長，為減少割草次數，可種植低矮性雜草作為主要植被，保持土壤水分及維持土壤團粒構造。在兼顧農業生產的情形下，除逐步達成化學農藥減量使用的目標外，更可節省茶農管理草害的人力成本，不僅達保護環境，維持生態平衡，更提升茶葉生產及飲用的安全性，增加消費者認同。

三、茶園健康管理暨化學農藥減量：

(一) 健康管理暨化學農藥減量試驗

針對試驗茶區，新竹縣湖口鄉茶區用藥背景所反應之病蟲害發生種類設定主要防治對象，其主要防治對象包括茶小綠葉蟬、薊馬、鱗翅目害蟲及茶赤葉枯病，配合農民使用藥劑習慣，提供減藥建議，針對第二季茶(夏茶)及第三季茶(秋茶)進行試驗，試驗區(減藥區)及對照區(慣行區)施用藥劑種類及次數如表四及表五。夏茶茶季第一次施藥中，配合農友慣行區施藥習慣與評估藥劑涵括防治範圍，本季茶慣行茶區施用三次藥劑，試驗區部分，配合慣行茶區耕作亦進行三次防治管理，其中第一次施藥，試驗區考量實際害物發生種類，以39.5%扶吉胺水懸劑取代對照區之2.15%因滅汀乳劑及30%賜派芬水懸劑；第二次施藥中，考量害物發生及農友選用之畢芬寧藥劑為廣效性殺蟲劑，故試驗區較對照減少一種藥劑(10.2%賽安勃濃懸乳劑)之使用；第三季試驗區則以非化學農藥包括蘇力菌及枯草桿菌進行防治。第二季茶季之化學農藥有效成分減用率達44.25%，每公頃減少2,766.1元之生產成本，但本茶季產量試驗區較對照區每公頃減少1,166公斤(每公斤茶菁25元)，換算收益減少26,384

元。推估可能減損原因為對照區每公頃用水量 1.2 噸，而試驗區則每公頃施藥用水量僅 0.8 公噸，藥劑無法達到預期藥效，故造成產量減損情形。農藥殘留檢測部分試驗區茶菁檢測出一種藥劑（畢芬寧 0.14ppm）殘留，而對照區茶菁則有 3 種藥劑殘留檢出（如表六及表七）。

為確認藥劑正確使用及發揮其藥效，持續進行下一季農藥減量施用試驗，實際施用藥劑次數及種類如表五。本季茶園管理部分由於氣溫較高，小型害蟲包括茶小綠葉蟬及薊馬發生頻繁，故試驗區僅在第三次減少一種藥劑之施用。本季茶季減少化學農藥有效成分使用率為 8.7%，每公頃可降低 386.9 元之生產成本；在產量調查中，對照區之茶菁產量較對照區每公頃增加 644.8 公斤（每公斤茶菁 25 元），換算生產成本試驗區較對照區可以減少 16,506.9 元（ $644.8 \times 25 + 386.9$ ）。農藥殘留檢測部分，試驗區本季檢出三種農藥藥劑殘留，分別為畢芬寧 0.10ppm、達特南 0.92ppm 及脫芬瑞 0.09ppm；對照區則檢出 6 種農藥殘留，包括畢芬寧 0.11ppm、芬普寧 1.82ppm、第滅寧 0.05ppm、達特南 1.07ppm、脫芬瑞 0.16ppm 及益達胺 0.06ppm，結果顯示試驗區不僅生產成本低於對照區，其茶菁安全性更較對照區為高。

藥劑用水量減少有時不但可以達到減藥之效果，而且不會影響茶菁之收量，針對本次試驗發現夏茶試驗區施藥之水量不足（800 公升/公頃），造成無法有效控制害蟲族群，導致茶菁產量顯著下降，除與登記使用之用量不足以外，有可能用藥時機及農民施藥時藥劑是否有均勻覆蓋在作物上都是原因，有待日後追蹤調查。至於秋茶僅減少第三次施藥中的一種藥劑，減藥率 8%，但不影響茶菁產量，顯示最後一次施藥種類可再進一步探討；低海拔茶區小型害蟲發生世代短，需要時時注意害蟲發生，以調整用藥，達維持產量之目標。

經過二茶季試驗，合理減藥管理不僅可以降低生產成本，更不會降低產量，且可以生產更加安全之茶菁原料，不僅友善環境亦保護生產者及消費者之健康。

(二) 茶園減藥友善管理對茶樹病蟲害發生影響之研究

107 年茶園減藥技術之試驗選定瑞峰茶區，希望藉此介紹瑞峰茶區作為試驗區。試驗區於 4 月 11 日採茶，作為茶菁收量對照基準，結果顯示減藥區換算成 1 分地茶菁收量為 713.3 斤，對照區換算成 1 分地茶菁收量為 725.3 斤，兩區產量接近。

4 月 11 日採茶後，4 月 19 日下午深剪枝後，進行第 1 次試驗，於 6 月 10 及 12 日採茶，結果顯示，減藥區換算成 1 分地茶菁收量為 420.0 斤，對照區換算成 1 分地茶菁收量為 531.0 斤，減藥區茶菁收量較差。5 月 25 日進行生長觀察，6 月 7 日進行農藝性狀調查。調查結果發現本茶季茶葉生長良好，病蟲害發生少。

6 月 12 日採茶後，進行第二次試驗，於 8 月 2 日採茶，結果顯示減藥區換算成 1 分地茶菁收量為 583.3 斤，對照區換算成 1 分地茶菁收量為 470.7 斤，減藥區茶菁收量高於對照區。本次於 7 月 6、20 日進行二次生長觀察，7 月 27 日進行農藝性狀調查，調查結果發現本茶季茶葉也是生長良好，病蟲害發生少。

8 月 2 日採茶，8 月 3 日淺剪後，進行第三次試驗，本次已於 8 月 10、16 及 29 日進行三次生長觀察，發現於 8 月 16 日茶芽已萌動。

綜合以上調查結果，減藥區與對照區之茶菁收量相當，且第二次試驗，減藥區茶菁收量高於對照區。可能減藥區與對照區噴施農藥成效都不錯，意即減少農藥使用後，對茶菁收量與病蟲害發生的影響不大。

107 年 4 月 12 日至 11 月 15 日，在四個茶季期間，慣行田區之每一茶季噴 3 至 4 次，每次噴 2 至 4 種農藥，共使用 42 種農藥；減藥試驗茶區每一茶季噴 3 至 4 次，每次噴 1 至 3 種農藥，共使用 30 種農藥，即每次都較慣行田區少用 1 種農藥，減少農藥使用達 28.6%，而產量增加 7.7%。

107 年梅山鄉瑞峰村臺茶 12 號慣行茶園試區 0.33 公頃，慣行茶區 4 茶季農藥花費 9,275 元，試驗減藥茶區花費 5,675 元，節省 38.8% 之費用；4 個茶季茶菁產量每 0.1 公頃慣行田區 1,270.6 公斤（等於 2,112.7 斤），試驗減藥田區 1,368.0 公斤（等於 2,280.0 斤），增加 7.9% 之產量。

108 年茶園減藥技術之試驗區選定梅山鄉瑞峰村茶區臺茶 12 號有機茶園，面積 0.33 公頃，已轉換有機栽培 8 至 9 年（澳洲驗證）。以前施行慣行法，平均 1 季茶約 600 至 720 公斤，當年春茶約採 660 公斤。秋季於 8 月 6 日採茶。使用非農藥防治資材防治，施行慣行法及改行有機管理後，對茶菁收量與病蟲害發生的影響相近。

綜合減藥採穗，生產健康茶苗、茶園減藥且有效防除雜草及 2 項減藥試驗後，病蟲害有效控制，產量與品質並無降低，應可減少農藥達 30% 以上。為提升茶葉安全及維護生產環境永續利用，研究並建立減藥模式很重要。針對茶樹主要病蟲害等進行每週巡園調查病蟲害發生種類，並利用黃色黏紙監測茶小綠葉蟬發生族群數量，及茶捲與茶姬捲葉蛾性費洛蒙誘蟲盒進行族群監測。監測後執行農藥減量，輔導合理用藥，依據農友使用習慣調整茶樹用藥清單、宣導一藥防治多種病蟲害、藥劑輪用原則及抗藥性管理等知識。試圖解決以下問題：1. 為提高採穗量、茶苗扦插及移植成活率，使用過多的農藥；2. 慣行農法仍需依賴化學除草劑進行雜草防治，使用量年年上升，易造成環境生態破壞等問題。3. 過度仰賴化學農藥對病蟲草的控制，最終導致茶葉的農藥殘留增加，造成飲用者的健康安全疑慮。

本研究經二年試驗及分析，研究成果為：

1. 藉由採穗母樹減藥管理對茶樹健康種苗影響之研究，減藥管理採穗母樹可減少插穗罹患病蟲害之機率，提高扦插成活率及減少扦插期間之用藥，達生產健康種苗之目的，手採組每 4 週噴施及噴非化學農藥二組之生物量較對照組及每 2 週噴施、每 3 週噴施之量高，且對照組只噴水，優於每 2 週噴施、每 3 週噴施這二組，足見減少農藥施用，只作適當管理，對採穗母樹沒有明顯不利之作用。

2. 闊葉型雜草管理非化學農藥防治藥劑之試驗結果顯示，管理雜草之模式為當茶樹樹齡較小，易被雜草掩蓋，應使用覆蓋物防除雜草較理想；3~8 年茶園若不適合抑制蓆，除人工割草外，可於休養期或修剪後噴施無毒殺草劑，降低夏季雜草密度。替代除草劑有醋酸及油劑調和與亞磷酸及油劑調和配置 2 劑型，可減少殺草劑之使用。

3. 藉由茶園減藥友善管理對茶樹病蟲害發生影響之減藥研究，藉由慣行法減藥一次法，即採茶後噴施農藥一次殺蟲劑及殺菌劑；萌芽初期噴施農藥一次殺蟲劑及殺菌劑，茶葉的產量及品質未減產及下降，整體減少農藥達 30% 以上。

4. 由總場一季茶菁生產減少化學農藥使用量 36.63%（在 p.43）、試驗區實施合理化施肥及以施用 5 種藥劑進行病蟲害管理，則一季茶菁生產減少化學農藥使用量 50%（在 p.44）、慣行茶園一年噴 5-6 次，若能將其中 1-2 次夏季留養期以非化學除草劑農藥防治雜草取代化學除草劑，減藥率即可達到 20% 以上（在 p.44）、試驗區配合合理化施肥及以施用 3-4 種藥劑進行病蟲害管理，並配合 1 次非化學防治資材施用，化學藥劑使用減量達 40% 以上（在 p.44）、試驗區配合合理化施肥及以施用 4-5 種藥劑進行病蟲害管理，則一季茶菁生產減少化學農藥使用量 37.5% ~ 50.0%（在 p.44）及採穗母樹減藥管理對茶樹健康種苗之影響減藥率評估，扦插一期扦插苗之減少化學農藥使用量 25%~50%（在 p.44），即整體評估達到農委會減少農藥使用 30% 以上之現階段目標。

綜合減藥採穗，生產健康茶苗、茶園減藥且有效防除雜草及 2 項減藥試驗後病蟲害有效控制，產量與品質無變差。

參考文獻

1. 王喻其、王泰權、陳富翔、蔡勇勝、李宏萍、費雯綺. 2012. 植物保護手冊. 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所. pp. 433-750。
2. 王清玲. 2010. 作物蟲害非農藥防治資材行政院委會業試驗所特刊第. 作物蟲害非農藥防治資材行政院委會業試驗所特刊. 第 142 號。
3. 袁秋英、謝玉貞. 2012. 生物除草劑之研發與應用. 農政與農情. 243: 88-94。
4. 唐立正. 2008. 作物蟲害診斷要領. 作物診斷與農藥安全使用技術手冊. 國立中興大學農業暨自然資源學院農業推廣中心. pp. 14-21。
5. 曾德賜. 2015. 農藥藥理與應用-殺菌劑. 臺中市. 臺灣。
6. 曾德賜. 2016. 農藥藥理與應用-殺蟲劑. 臺中市. 臺灣。
7. 蕭素女. 2004. 茶樹保護. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局. pp. 34-40。
8. Almeida, R. F., Naves, E., and Pinheiro-Mota, R. 2015. Soil quality: Enzymatic activity of soil β -glucosidase. Glob. J. Agric. Res. Rev. 3 (2), pp. 146-150.
9. Daroit, D. J., Silveira, T., Hertz, P. F., and Brandelli, A. 2007. Production of extracellular β -glucosidase by *Monascus purpureus* on different growth substrates. Process Bioche., 42(5): 904-908.
10. Das, S. K., and Varma, A. 2011. Role of Enzymes in Maintaining Soil Health. Soil Enzymology. pp. 25-42.
11. Powlson, D. S., and Jenkinson, D. S. 1981. A comparison of the organic matter, biomass, adenosine triphosphate and mineralizable nitrogen contents of ploughed and direct-drilled soils. J. Agric. Sci. 97(3): 713-721.
12. Tabatabai, A. 1982. Soil enzyme. In: Page, A. L. (ed) Methods of soil analysis, Part 2. Amer. Soci. Agro. Madison (WI): 903-948.
13. Tabatabai A. 1994. Soil enzymes. In: Weaver, R. W., Angle, J. S., Bottomley P. S. (Eds.). Methods of soil analyses. Part 2. Microbiological and biochemical properties. 2nd ed. Madison: Soil Sci. Soci. Ame. pp. 775-833.
14. Tabatabai, M. A., and Bremner, J. M. 1969. Use of p-nitrophenyl phosphate for assay of soil phosphatase activity. Soil Bio. Biochem. 1(4): 301-307.
15. Tabatabai, M. A., and Bremner, J. M. 1970. Arylsulfatase activity of soils. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 34: 225-229.

致 謝

承蒙行政院農業委員會動植物防疫檢疫局統籌，農村再生辦公室提供經費，計畫編號：108農再-2.2.5-1.2-企-001(7)。

表一、施用友善除草劑處理前後雜草覆蓋度及雜草種類變化

Table 1 Changes in Weed coverage and weed species before and after treatment with friendly herbicides

組別 \ 調查日期	雜草覆蓋度 (%)		雜草覆蓋度 (%)		雜草種類
	5 月 23 日	5 月 29 日	8 月 20 日	8 月 23 日	
處理組 (A)	31.7a	4.2b	85.0a	10.0b	8 科 10 種
對照組 (B)	25.0a	31.7a	83.3a	81.7a	8 科 10 種

註：表列小寫英文字母不同者，表示差異達 5% 顯著水準。

註：處理日期分別為 5 月 28 日及 8 月 22 日。

表二、施用友善除草劑處理前後酸鹼值變化

Table 2 Changes in pH value before and after treatment with friendly herbicides

組別 \ 調查日期	土壤酸鹼值			
	5 月 28 日	5 月 29 日	8 月 22 日	8 月 23 日
處理組 (A)	4.35a	4.67a	4.97a	5.02a
對照組 (B)	4.70a	4.02a	4.91a	4.89a

註：表列小寫英文字母不同者，表示差異達 5% 顯著水準。

註：處理日期分別為 5 月 28 日及 8 月 22 日。

表三、酸性磷酸酶 Acid-phosphatase 及硫化酶 Arylsulfatase 吸光值

Table 3 Absorbance value for Acid-phosphatase and Arylsulfatase

組別	酸性磷酸酶 (Acid-phosphatase)		硫化酶 (Arylsulfatase)	
	0822	0823	0822	0823
處理組(A)	1.76	1.75	0.66	0.54
對照組(B)	1.82	1.72	0.53	0.58

本表列數值在處理間及不同日期間差異皆未達 5% 顯著水準。

註：本試驗以吸光值 400 nm 測之。

表四、新竹湖口茶區夏茶減藥試驗施作紀錄

Table 4 Management records in Hukou Township of Hsinchu County on pesticide reduction test for summer tea

慣行區			試驗區			
藥劑種類	每公頃使用 藥劑有效成 分含量 (克/毫升)	單位面積 用藥成本 (元)	藥劑種類	每公頃使用 藥劑有效成 分含量 (克/毫升)	單位面積 用藥成本 (元)	
第一次	23%亞托敏水懸劑	136.90	559.52	23%亞托敏水懸劑	92	376
	2.15 因滅汀乳劑	12.80	321.43	39.5%扶吉胺水懸劑	158	680
	30%賜派芬水懸劑	142.86	952.38			
第二次	10.2%賽安勃濃懸 乳劑	40.48	2,579.37	2.8%畢芬寧乳劑	22.4	440
	2.8%畢芬寧乳劑	16.67	327.38			
第三次	10%芬普寧乳劑	59.52	386.90	蘇力菌	0	576
	20%達特南水溶性 粒劑	79.37	1,111.11	枯草桿菌	0	1,400
小計		488.59			272.4	
用藥成本 (元/公頃)			6,238.10		3,472	
產量 (公斤/公頃)		12,541			11,375	

表五、新竹湖口茶區秋茶減藥試驗施作紀錄

Table 5 Management records in Hukou Township of Hsinchu County on pesticide reduction test for autumn tea

慣行區			試驗區		
藥劑種類	每公頃使用藥劑有效成分含量(克/毫升)	單位面積用藥成本(元)	藥劑種類	每公頃使用藥劑有效成分含量(克/毫升)	單位面積用藥成本(元)
第一次	23%亞托敏水懸劑	136.90	23%亞托敏水懸劑	136.90	559.52
	75%第滅達胺水分散性粒劑	89.29	75%第滅達胺水分散性粒劑	89.29	1,071.43
	30%賜派芬水懸劑	142.86	30%賜派芬水懸劑	142.86	952.38
第二次	10.2%賽安勃濃懸乳劑	40.48	10.2%賽安勃濃懸乳劑	40.48	2,579.37
	2.8%畢芬寧乳劑	16.67	2.8%畢芬寧乳劑	16.67	327.38
	15%脫芬瑞水懸劑	119.05	15%脫芬瑞水懸劑	119.05	3,174.60
第三次	10%芬普寧乳劑	59.52	20%達特南水溶性粒劑	79.37	1,111.11
	20%達特南水溶性粒劑	79.37			
小計	684.13			624.60	
用藥成本(元/公頃)		10,162.70			9,775.79
產量(公斤/公頃)	6,638.38			7,283.19	

表六、新竹湖口茶區夏茶減藥試驗區域農藥殘留檢測結果

Table 6 Pesticide residue test results in Hukou Township of Hsinchu County on pesticide reduction test for summer tea

農藥殘留量 (以衛福部定量極限標準)	
對照區 (慣行區)	畢芬寧 0.10ppm, 芬普寧 1.52ppm, 達特南 0.77ppm
試驗區 (減藥區)	畢芬寧 0.14ppm

表七、新竹湖口茶區秋茶減藥試驗區域農藥殘留檢測結果

Table 7 Pesticide residue test results in Hukou Township of Hsinchu County on pesticide reduction test for autumn tea

農藥殘留量 (以衛福部定量極限標準)	
對照區 (慣行區)	畢芬寧 0.11ppm, 芬普寧 1.82ppm, 第滅寧 0.05ppm 達特南 1.07ppm, 脫芬瑞 0.16ppm, 益達胺 0.06ppm
試驗區 (減藥區)	畢芬寧 0.10ppm, 達特南 0.92ppm, 脫芬瑞 0.09ppm

表八、107 年瑞峰示範區臺茶 12 號茶園茶菁收量

Table 8 Tea yield of TTES No. 12 tea garden in Ruifan of Chiayi County (2018)

107 年	減藥區		對照區	
採茶日期 (月/日)	產量 (斤 / 0.03 公頃)	單位面積產量 (斤 / 0.1 公頃)	產量 (斤 / 0.3 公頃)	單位面積產量 (斤 / 0.1 公頃)
4/11	214	713.3	2176	725.3
4/19 下午 (深剪枝)				
6/10 及 6/12	126	420.0	1,593	531.0
8/2	175	583.3	1,412	470.7
8/3 (淺剪枝)				
9/21	91	303.3	759	253.0
11/21	78	260.0	398	132.7
總收量		2,280.0		2,112.7

表九、107 年瑞峰示範區臺茶 12 號茶芽調查

Table 9 Tea bud survey of TTES No. 12 tea garden in Ruifan of Chiayi County (2018)

	107/6/7 平均 單位面積芽數 (30×30 公分)	107/7/27 平均 單位面積芽數 (30×30 公分)	107.6/7 正常 一心三葉芽	107.7/27 正常 一心三葉芽
代號	減藥區	減藥區	減藥區	減藥區
芽數	74.0	68.0	50.0	50.0
實重 (克)	43.7	40.7	38.5	40.0
平均單芽重	0.59	0.60	0.77	0.80
百芽重	59.0	59.7	77.0	80.0
代號	慣行區	慣行區	慣行區	慣行區
芽數	74.0	65.0	50.0	50.0
實重 (克)	44.2	38.5	36.9	38.9
平均單芽重	0.60	0.59	0.74	0.78
百芽重	59.70	59.4	73.8	77.8



圖一、友善除草劑處理後雜草枯萎狀況，左上圖為伏石蕨 (*Lemnaphyllum microphyllum*)，右上圖為兩耳草 (*Paspalum conjugatum* Berg.)，左下圖為大花咸豐草 (*Bidens pilosa* (L.) var. *radiata* Sch.)；右下圖為施用友善除草劑24小時之茶行。

Fig. 1. Changes in weeds withered after treated with friendly herbicides. The upper left picture shows *Lemnaphyllum microphyllum*. The upper right picture shows *Paspalum conjugatum* Berg. The picture below left is *Bidens pilosa* (L.) var. *radiata* Sch., and the picture below right is tea tree rows after applied friendly herbicides for 24 hours.

The Study of Pesticide Reduction Technology in Tea Plantation

Fei-Shuang Hsu¹ Bi-Kuei Tsao¹ Shiou-Ruei Lin² Bo-Jen Chen³
Cheng-Chung Huang⁴ Yu-Ju Huang⁵

Summary

In general, the pest management of tea gardens relies on the chemicals. The investigation showed that Taiwan tea gardens use 34.72 kilograms of chemical products per hectare per year in average. With the rise of environmental awareness and food safety issues, it is one of the most important issues to reduce the use of chemical pesticides. In this study, the tea plant diseases, insect pests and their control agents were grouped, and the local tea gardens were introduced for customized pesticide-reduction technology. The feasibility of the pesticide-reducing production management technology module was verified. This study took the four tea areas including Hukou Township in Hsinchu County, Wenshang in New Taipei City, Yuchih in Nantou and Meishan Rui-fan in Chiayi Counties as four examples. Adjust the amount of pesticides based on farmers' cultivation habits and the occurrence of diseases and insect pests. The result showed that there was no difference between the pests in the test areas and the control area. Hukou Township, Nantou Yuchi, Chiayi Meishan Ruifeng those 3 tea areas and 4 test areas have conducted pesticide residue detection tests on tea samples, with a pass rate of 100%. The tea pesticide residue detection results of test and control areas were all meet the national standards. Furthermore, the types of detected pesticides in the test area are less than the control area. There was no significant yield difference between the test areas and the control area. It showed reasonable pesticide reduction management can not only decrease the production costs, but also maintain yield. Moreover, it could produce safer tea raw materials, which not only protects the environment but also protects the health of manufacturers and consumers. Through the overall evaluation of the implementation results of the 4 detailed plans of this plan, the current goal of the Council of Agriculture to reduce the use of pesticides by more than 30% has been achieved. One of the newly developed tea garden-friendly materials in this project is food grade acetic acid, which is used in tea gardens to test the weeding effect of tea rows and open spaces. It also tested its impact on the soil environment. And it was found that the use of a specific concentration of acetic acid can achieve more than 80% of the herbicidal effect and reduce the herbicide by more than 30%.

Key words: Tea, IPM, Pesticide, Herbicide, Pesticide reduction use, Use various pesticides in turn, Customized

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

2. Associate Researcher, Wenshang Branch of Tea Research and Extension Station, New Taipei city, Taiwan, R.O.C.

3. Assistant Researcher, Wenshang Branch of Tea Research and Extension Station, New Taipei city, Taiwan, R.O.C.

4. Researcher, Yuchih Branch of Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.

5. Associate Researcher, Yuchih Branch of Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.