

# 臺灣山茶的發現、調查、分類學釐清及 資源利用現況

蕭孟衿<sup>1</sup> 吳聲舜<sup>1,\*</sup>

## 摘要

臺灣山茶，係臺灣山區原生的山茶屬植物之一，可供製作不同茶類。臺灣山茶雖早在清朝時期就有報導，但一直到日據時期才有學者及官員陸續調查；除了進行植物分類學的研究外，同時評估其製茶的可行性。當時認為印度茶樹品種製作紅茶品質勝過臺灣山茶，欲在臺灣生產紅茶，仍以種植阿薩姆種為宜。有關臺灣山茶的分類，最新被定位成種的階級，學名為 *Camellia formosensis*。目前臺灣山茶除了茶業改良場當做育種材料，為臺茶 18 號之父本，僅有高雄市六龜區和桃源區及南投縣魚池鄉有少量產製；由於其具有特殊風味，不同於一般茶葉產品，常有特定茶葉喜好者至產區蒐購。而臺灣東部山區發現的永康山茶，因與西部的臺灣山茶外部形態特徵略有不同，目前被歸為臺灣山茶的一個變種，學名為 *C. formosensis* var. *yungkangensis*，它會散發出類似蕈類的濃厚氣味，製茶後風味獨特，頗具商品價值。

**關鍵字：**臺灣山茶、永康山茶

## 前言

臺灣山茶，亦稱「臺灣原生山茶」、「臺灣野生山茶」或「臺灣野生茶樹」，係臺灣山區原生的山茶屬植物，可供製作不同茶類。雖然臺灣山茶與臺灣茶業的主流發展實際的關聯不大，但仍在茶業發展源流佔有一席之地。早在西元 1717 年就有臺灣山茶的報導，比英國 Robert Bruce 少校在 1823 年印度發現的土種茶樹還早 (中, 1992)。這在臺灣成長千百年的原生植物，未能受到茶產業界的矚目與青睞成為茶飲市場的主流，主要的原因是從大陸引種來臺的茶樹品種成功征服消費者的味蕾；其次則是臺灣山茶生長地區位於偏遠深山、株型高大採摘不便，且茶葉帶有苦澀與特殊味道。

另外，有關臺灣山茶在植物分類學上的位階，長久以來眾說紛紜，學者們各有論述。至 2007 年臺灣大學生態學與演化生物學研究所蘇夢淮的博士論文，發表對臺灣山茶的研究成果，為植物分類上最新的定位與整理，其同時也處理一度列為疑問種，並曾與臺灣山茶合併的武威山烏皮茶 (武威山茶) 之分類地位。由於臺灣山茶的特殊性，近年來逐漸嶄露頭角，本文介紹臺灣山茶的歷史紀錄、分類學釐清與資源利用現況，期使社會大眾對臺灣山茶有更進一步的認識。

---

1. 行政院農業委員會茶業改良場臺東分場 助理研究員、研究員兼分場長。臺灣 臺東縣。

\*通訊作者

## 荷據時期茶樹的紀錄

臺灣最早有茶樹相關記載的文獻，為荷蘭人所撰寫的《巴達維亞城日記》，在 1645 年 3 月的紀事上載有「在臺灣也曾發現茶樹，但此似乎亦與土質有關。何以說乎？因在日本各地幾乎可發現，但在中國則九處或十處之地方以外均未發現故也」（郭，1989）。後人有推測所指茶樹，應指野生茶樹（阮，1996），並非栽培種，也有人認為是野生茶，但跟清代所說水沙連（今埔里一帶）之山茶無關（池，2002）。筆者認為該記載應是栽培種（小葉種）茶樹，可能是先民橫渡黑水溝移居臺南、嘉義，從大陸家鄉攜帶茶樹種子栽種於自家附近，供日常飲用，為荷蘭人所見並記述之。理由闡述如下：

- 一、從移民分佈來看，自明末至清初大陸沿海仍受海禁政策影響，大陸移臺人口並不多，且多為流民。「據 1638 年 12 月 22 日荷蘭東印度總督曾致給荷蘭本國的報告云：臺灣的漢人的人口有一萬至一萬一千人，在荷蘭人勢力範圍內捕鹿、業漁或從事耕種甘蔗和稻米。」（曹，1979）。荷據時期勢力範圍約在臺南、嘉義一帶，以當時百姓之生活方式較為不可能對生長在山區喜好陰濕環境，海拔較高之野生臺灣山茶進行採製。且漢人進入水沙連，史籍記載是清康熙末年，荷治時期漢人開拓尚未達中部山區。
- 二、荷據時期已有茶葉輸出至波斯之紀錄，大部分是從日本或大陸轉口來臺，再從大員（安平港）輸出送至巴達維亞城，轉運至歐洲諸國。臺灣山茶為半喬木，其葉片大小偏向大葉種，生長習性、外部形狀均與大陸沿海省份茶區所植灌木形態的小葉種不同。荷蘭人既然熟悉後者之植株及茶葉製品，因記載時亦未作特殊敘述，故推測為形貌相似之大陸引種小葉種茶樹可能性頗高。

綜上，筆者推論臺灣栽茶史遠在荷據時期就有，應比《臺灣總督府公文類纂》三張契抄記載的 1792 年還早（劉，2008）。

## 清朝時期臺灣山茶的記載

關於臺灣山茶的發現與利用，有文獻提及在清康熙 36 年（1697）間，番境補遺中曾記載臺灣中部水沙連一帶有丈多高之茶樹存在（吳等，1970），然筆者查閱 2009 年由許俊雅校釋的《裨海紀遊釋》書中所附的「番境補遺」一文，並未有茶樹相關記載；另外亦有文獻指 1697 年黃公備在《埔里志》中說「漢人在水沙連蕃地之埔水六社中的眉社、審鹿社進行焙茶」（池，2002），經查 1980 年《林氏族譜》所附的「埔里志」一文，也沒有出現該段文字，故對以上二種說法持保留態度。因此，臺灣山茶比較肯定的記載應是在清康熙 56 年（1717）編修的《諸羅縣志》中，該書之物產志記載「茶：『茶經』：『茶者，南方嘉木』。北路無種者。水沙連山中有一種，味別；能消暑瘴。武彝、松蘿諸品，皆至自內地。」，又雜記志記載「水沙連內山茶甚夥，味別色綠如松蘿。山谷深峻，性嚴冷，能卻暑消脹。然路險，又畏生番，故漢人不敢入採，又不諳製茶之法。若挾能製武夷諸品者，購土番採而造之，當香味益上矣。」（臺，1962）。接著清雍正 2 年（1724）黃叔瓚所撰《臺海使槎錄卷三-赤嵌筆談》提及「水沙連茶，在深山中。眾木蔽虧，霧露濛密，晨曦晚照，總不能及。色綠如松蘿，性極寒，療熱症最效。每年，通事於各番議明入山焙製。」（臺，1996）。

清朝時期所稱的水沙連一地，乃今頭社、日月潭、魚池、埔里盆地等及內山的眉社一帶，水沙連一名的由來，係早期居住於彰化地區的平埔族人，稱當時居住於內山的原住民為 Sarian，漢音譯為「沙連」，加上日月潭即水社所在，所以清代漢人多稱當時中部內山地區為水沙連。《諸羅縣志》

稱因當時原住民不諳製茶之法，所以製茶品質不佳，若能向原住民購買茶菁仿照武夷岩茶製法，則香味品質會更佳。此意味，閩、粵移民可能在康熙末年間已進入水沙連一地，並將飲茶習慣帶入；這些先民在附近山區發現臺灣山茶存在，因在山區番境之內，不敢擅自入山採製，只能依賴原住民製作，所以品質不佳。從上述可推論發現這些野生臺灣山茶可採製飲用者，並非原住民，亦非荷蘭人，當是從大陸遷居臺灣之漢人所為，很可能是由大陸茶鄉移居臺灣之先民所發現。

1875年《海關報告》的打狗部分記載：「南部雖不宜種茶，但山地亦多野生茶樹，由客家、平埔番採摘，日曬之後供應島內消費，有時生番亦由內山帶下，當漢番交易之用。重要的野生茶產地有：大山母、蕃薯寮、加蚋埔、火燒嶼、林圯埔（今竹山）、六古里（或今六股）。後兩者且有少量的茶出口，但在出口最多的1875年，也不過是67.95擔，比起北部臺灣出口幾千、幾萬擔，南部臺灣的產茶量仍然很小。」（林，1997）。由上可知在當時的臺灣中南部地區，不只水沙連山區有臺灣山茶，其它山區亦有生產少量的臺灣山茶，主要作為內銷，只有極少部分出口。

## 日據時期臺灣山茶的調查

日據時代除了積極發展臺灣茶業外，並有不少學者進行臺灣山茶的調查，首先由田代技師在南部發現臺灣山茶，隨後在臺灣中部及其他山區亦有發現。對臺灣山茶生長形態有詳細的記載，始見於井上房邦技師（1921）所寫的「臺灣之茶樹品種」一文，其中提及「本島產山茶：樹性直上長成育，原生者呈喬木狀，周圍尺餘，高丈餘，大者周圍二尺以上。葉形大、通常葉為長橢圓形，寬一寸至一寸三四分，長二寸五分至三寸五分，葉尖被扭轉呈狹小尾形。葉基全緣，上方鋸齒形狀小，葉緣呈小波浪狀，且向下方彎曲。主脈邊中央部褪色欠明朗，側脈間隆起呈成皺紋形。萼片五片，花瓣六至七片，外部之片若干為綠色，凹入如匙形，內部三片呈白色或淡黃白色，邊緣薄且皺。雌蕊比雄蕊略高且柱頭上端三分之一處分歧。果實稍大，一果中為二、三室者為數亦不少，和大陸系統有所不同，種子周圍長一寸四分五厘，一升之粒數為854粒」（徐，1995a）。

日本人認為在臺灣發現的野生山茶近似阿薩姆種，適合製作紅茶。隨著當時世界紅茶的暢銷而進行相關製造試驗，發現魚池山茶所製的紅茶香氣、水色良好，且澀味強烈，勝過平地紅茶品質，甚至有人認為不必引進阿薩姆種。然而臺灣山茶所有之良好香味，印度阿薩姆茶同樣具備，阿薩姆茶不但沒有山茶之缺點，且其香氣、水色均甚為優異。經日本相關學者討論結果，最後認為印度阿薩姆茶之品質甚優，在臺灣欲生產紅茶建議以種植阿薩姆種為宜（徐，1995b）。

## 光復後臺灣山茶的調查

1967年日人橋本實等來臺進行臺灣山茶的調查與分類研究，國內學者有感於其工作不遺餘力，認為有自身調查研究之必要，遂由當時茶業改良場（茶改場）場長吳振鐸等人進行調查（阮，1996）。吳等（1970、1972）、史等（1972）、何與王（1984）、王等（1990）和鄭等（2003）陸續發表有關臺灣山茶之調查報告。此期間臺灣山茶的調查範圍大部份在北港溪北岸的眉原山一帶、林試所六龜分所之南鳳山及鳴海山、嘉義縣番路鄉之水井、瀨頭，及臺東縣延平鄉永康村一帶。這些區域的野生茶樹外部形態頗為相似，僅阿里山水井、瀨頭山茶和赤芽山茶有不同的特徵，其茶芽嫩莖成紫紅色，根部為粉紅色，與其他區域根部呈黃褐色有所差異。

## 臺灣山茶的分類

全世界山茶科 (Theaceae) 約有 30 屬 700 餘種植物，主要分布在熱帶、亞熱帶的東南亞地區。山茶屬 (*Camellia*) 植物，是山茶科重要成員，其中最知名的「種」是茶樹。茶樹為多年生常綠木本植物，是世界知名的三大飲料之一，正式學名為 *Camellia sinensis*，其下主要經濟栽培種可區分成小葉變種「茶」(var. *sinensis*) 及大葉變種「阿薩姆茶」(var. *assamica*)，小葉變種的葉片較小，樹形通常為灌木，適合製作綠茶及部分發酵茶類；大葉變種的葉片較大，樹形通常為小喬木，適合製作紅茶類。

臺灣植物分類學上的詳細採集、研究工作始於日據時代 (1895-1945 年)，大多數的標本存放於臺灣大學植物標本館和林業試驗所植物標本館。由這二館的館藏可知，諸如 1906 年川上瀧彌和森丑之助於斗六苦苓腳，1919 年松田英二於高雄武威山和屏東阿猴富士，1922 年佐佐木舜一於臺中州蓮華池，1930 年鈴木重良於高雄六張犁，1931 年谷口清之助於臺中州魚池庄，1935-1936 年佐佐木舜一、谷村、鈴木重良於南投眉原山、魚池等地，均有採集野生山茶製成標本的紀錄。

臺灣山茶因其形態特徵與阿薩姆茶有極高的相似度，日據時期學者早田文藏博士就曾鑑定其與印度阿薩姆種類似。1937 年正宗嚴敬與鈴木重良所編著的「臺灣植物便覽」將臺灣山茶定名為「*Thea formosensis*」，是臺灣山茶首次被合法處理成獨立分類群的學名 (植物命名法規上有效出版、且含拉丁文描述之正當發表)。惟其後諸多學者又分別發表不同之分類處理意見，至蘇夢淮 (2007) 回顧認為學者使用的方法皆為初步的特徵比較，再加以主觀的分類判定，容易產生分歧的看法，他整理過去的分類研究發現有幾個特點：

1. 相關的分類處理及命名並不算少，但是只有二個為正當名 (*Thea formosensis* 與 *C. sinensis* f. *formosensis*)。
2. 曾經被認為與武威山茶或是茶等分類群相同。
3. 曾經被處理成種到型之間的各個不同的分類位階 (Taxonomic rank)。
4. 若是被處理成種以下之位階，不是被歸屬在茶就是在阿薩姆茶之下。
5. 皆為初步的特徵比較，尚未有詳細的專論。

近年來分子生物學進展快速，故得以應用分子生物技術做為分類學之鑑定工具，開啟分類學研究的另一扇門。如蔡依真 (2003) 及胡智益 (2004) 利用茶改場種原圃裡的山茶進行分子學上的分類探討，研究結果顯示除了部分山茶因採集地不同 (如樂野山茶、德化社與永康山茶) 或非屬山茶系列外 (如水井、瀨頭和赤芽山茶)，大部分山茶樣本形成一個單源群，顯示臺灣山茶在分類上與栽培的小葉種和大葉種有所差異。2007 年蘇夢淮利用外部形態特徵、花粉形態、氣孔形態及葉片橫切面構造加上 DNA 定序法，探討臺灣山茶和兩個近緣分類群「茶與阿薩姆茶」的關係。其研究結果顯示臺灣山茶對於茶或是阿薩姆茶皆有較大差異，認為臺灣山茶應列「種」之階級，學名稱為 *Camellia formosensis*；同時，認為臺東永康地區之族群在外部形態已有明顯分化，所以處理成是臺灣山茶的變種並命名為 *C. formosensis* var. *yungkangensis*，中文名為永康山茶。

由此，臺灣山茶的分類地位得到進一步的解析，列為「種」之階級，確係臺灣茶業界種原基因庫的瑰寶。未來茶改場應積極把臺灣山茶列為雜交育種之重要材料，而現有品種園的赤芽、水井、瀨頭山茶並不屬於臺灣山茶或其種下分類群，應為垢果山茶 (*C. furfuracea*) (蘇，2007)，又該類山茶外表性狀及製茶品質與現有茶樹品種有極大差異，宜標示清楚避免日後在研究上造成混淆。

## 插曲--武威山烏皮茶 ( 武威山茶)

1918 年佐佐木舜一於高雄採集到的一種山茶科植物，在 1931 年的臺灣博物學會會報作新種發表，命名為武威山茶 (*Camellia buisanensis*)(佐佐木，1931)。之後植物分類學家雖不斷的討論武威山茶的分類地位，惟除了模式標本遺失外，又因後續未能找到野外族群，在沒有足夠的證據下，也有許多學者將武威山茶列為疑問種，又或認為已在本島消失。例如金平亮三 (1936) 根據佐佐木舜一的文獻描述，曾一度將它歸類成同屬的尾葉山茶 (*Camellia caudata*)。呂及楊 (1987) 則認為武威山茶與臺灣山茶乃同一個分類群，且與茶 (*Camellia sinensis*) 的關係密切，將臺灣山茶併入武威山茶，一起歸屬到茶種之下的亞種，學名為 *Camellia sinensis* subsp. *buisanensis*。

直到 2003 年有登山客在屏東真笠山採到不知名的山茶科植物，送往屏東科技大學森林系楊勝任教授處，初步鑑定為武威山茶。2004 年再次採集後又轉送往第二版《臺灣植物誌》山茶科的負責人臺灣大學謝長富教授處，謝教授與其博士生蘇夢淮除認為這份標本與佐佐木舜一對武威山茶的描述吻合外，又比對英國人亨利 奧古斯丁 (Augustine Henry) 19 世紀在屏東萬金庄採集的，當時僅鑑定為不知名山茶屬，目前存放在美國華盛頓特區國家標本館的「Henry123 號」標本，認為亦屬同種植物。存疑了八十多年的「武威山茶」，就此重新發現野外活體族群，成為近年臺灣植物學史上的大新聞。

蘇夢淮 (2007) 在其博士論文第二章「臺灣山茶與武威山茶之關係」中，亦釐清分類問題，證明兩者確為不同植物，且認為武威山茶之形態特徵屬於烏皮茶屬，遂改稱武威山烏皮茶 (*Pyrenaria buisanensis*)。

## 臺灣野生山茶資源的利用現況

茶改場歷年蒐集臺灣不同山區的野生山茶，栽植在場內品種園區做為種原庫，包括眉原山茶、德化社山茶 (圖一)、鳳凰山茶、龍頭山茶 (圖二)、樂野山茶、南鳳山茶、鳴海山茶、永康山茶 (圖三)、水井山茶 (圖四)、瀨頭山茶和赤芽山茶等蒐集系。這些山茶蒐集系根據蘇 (2007) 的分類可區分成三類如表一，永康山茶被歸為臺灣山茶的一個變種，水井山茶、瀨頭山茶和赤芽山茶應屬坵果山茶。上述山茶製成綠茶後風味不大相同，德化社山茶有時會具有淡淡的薄荷味，龍頭山茶有時會出現木瓜味，永康山茶則是每次製茶均能呈現似蕈類香菇的鮮味，坵果山茶之水井、瀨頭和赤芽山茶雖然具有酸梅味的特色，但是水色暗黑且香氣不佳，經評估後認為不適合製作茶葉 (鄭與范，2009)。

目前臺灣山茶的開發與利用，最有成果及經濟效益的當屬茶改場推出俗稱「紅玉」的臺茶十八號品種，係五十餘年前茶改場所屬魚池分場以當地臺灣山茶為父本與從緬甸引進的 Burma 種為母本進行雜交所育成。該品種於 1999 年命名推出，所製紅茶外觀色澤墨黑，茶湯水色鮮紅，滋味濃醇鮮爽，帶有淡淡的肉桂與薄荷風味；紅玉也是茶改場現有推出品種中，唯一帶有臺灣山茶基因的品種。同年臺灣發生 921 大地震，造成南投等縣市重大傷害，魚池鄉為重建日月潭觀光產業，與茶改場積極配合推廣紅茶產業，推出帶有特殊風味的「紅玉紅茶」，消費者為之驚豔，霎時造成市場轟動。原本平價的紅茶變身成高價的臺灣特色茶，對當地農民生計貢獻良多。為積極推廣魚池紅茶，2012 年魚池鄉農會開始把當地臺灣山茶製成的紅茶列入優良茶評鑑項目，前景可期。

在擁有相當重要臺灣山茶資源的南部高雄山區，臺灣山茶分佈於桃源區海拔約 1,100 至 1,600 公尺的美崙山、鳴海山及南鳳山等區域。沿著往藤枝國家森林遊樂區公路前進，至寶山村檢查哨附

近可看見人工栽種的零星臺灣山茶。早期臺灣山茶的採收是至原始林鋸木採摘，近年來受到林業的保育政策，進入國有林班地進行植物採集均有相關規範，已不允許任意採摘。由於六龜臺灣山茶具有特殊風味，不同於一般茶葉產品，常有特定茶葉喜好者至六龜茶區蒐購；因此當地茶農和原住民開始用播種及扦插方式人工培育臺灣山茶，採取自然放任生長和不噴農藥的方式管理，以自產自製自銷來經營茶園。目前種植面積約有 40 公頃，主要產區是在六龜的新發村和桃源的寶山村一帶，並結合觀光、休閒行銷，使得六龜臺灣山茶逐漸成為區域的特色茶類。早期六龜臺灣山茶的加工方式乃依循烏龍茶製法為主，但發酵程度較重，類似紅水烏龍茶的加工方法；葉底呈現綠葉鑲紅邊，加工成品經揀梗烘焙後，放入甕中經 1-2 年的陳化再開甕飲用，當地人稱為「甕仔茶」；茶湯清澈金黃、滑潤甘醇，而且非常耐沖泡。由於生長在六龜高山環繞的環境中，具有特殊之滋味及香氣，且其兒茶素含量高與大葉種相當；八八風災後，茶改場臺東分場積極輔導當地茶農將之製成綠茶和紅茶，開發多樣化、品質穩定且質優的產品，頗受茶農和消費者認同及喜愛，目前零售價格每臺斤綠茶約 3,000 元，紅茶 4,000 元。

而東部地區臺東縣延平鄉的永康山茶更是獨特，因與西部山茶外部形態特徵略有不同，被歸為臺灣山茶的一個變種。本種只在臺東延平鄉永康村附近的一個山頭發現（位於國有林地內），蘇 (2007) 認為這可能是一個子遺性的種類，且數量可能持續減少中，分布範圍也退縮到目前僅存的位置，具有學術和保育上相當重要的意義與價值。2000 年茶業改良場臺東分場，深入該山進行野生山茶調查與標記（鄭等，2003），並取其枝條以扦插方式繁殖做為經濟規模栽培試驗，探究在平地產製的可行性。當時取自永康村山頭的永康山茶，定植後的扦插苗目前均已成林，特別的是路經茶園週邊時，可聞到由永康山茶所散發出類似蕈類之濃厚氣味，是其它茶樹品種所沒有的的一大特徵。此外，試驗結果顯示永康山茶具耐寒及耐旱等抗性，且產量高，茶類製作以製作紅茶和綠茶（圖五）較為適宜（鄭等，2016），製作緊壓茶風味獨特，極具商品價值。進一步進行成分分析，顯示其咖啡因含量遠低於其它山茶，且含有高量的可溶糖，兒茶素類含量也明顯高於其它臺灣山茶，值得加以開發利用。目前茶改場臺東分場正進行永康山茶的選育工作，希望不久能選出適合平地種植的品系。

## 結 語

由於臺灣山茶已有部分農民投入經濟栽種，為避免爾後消費市場對山茶產品的混淆，建議銷售時應以「原生山茶」納入商品名稱為宜，畢竟它們不是生長在原始森林的野生臺灣山茶。目前茶農栽種的臺灣山茶是以播種和扦插方式進行繁殖培育，因茶樹為異交作物，採播種繁殖方式易使茶樹產生變異，造成茶樹外觀、色澤、葉片及生長勢的不同，導致採摘期和製茶品質不均一，建議還是以扦插苗種植為宜。臺灣山茶可製成的茶葉類別，有綠茶、青茶（烏龍茶）、紅茶和普洱茶等茶類，筆者評估後認為還是以發展紅茶、綠茶、青茶（烏龍茶）和緊壓茶較具特色。

## 參考文獻

1. 中國茶葉研究社. 1992. 風行全球之印度茶. 茶葉全書 (上冊). p. 73. 桃園：茶學文學出版社。
2. 王兩全、何信鳳、陳右人、馮鑑淮、邱再發. 1990. 臺灣野生茶樹種原保存及利用 I. 臺灣眉原山野生茶樹調查. 臺灣茶業研究彙報 9: 1-6。
3. 史樺、陳永盛、楊守國、石振源、廖增祿. 1972. 臺灣南投野生茶樹之調查. 臺灣農業 8: 193-207。

4. 池宗憲. 2002. 美麗島上的南方嘉木. 臺灣茶街. p.4. 宇河文化出版有限公司。
5. 佐佐木舜一. 1931. *Miscellaneous Contributions to the Flora of Formosa* (X). 臺灣博物學會會報 21: 221-226。
6. 何信鳳、王兩全. 1984. 臺灣野生茶樹之蒐集. 臺灣茶業研究彙報 3: 133-155。
7. 吳振鐸、賈雲翔、馮鑑准、蔡俊明. 1970. 臺灣眉原山野生茶樹形態之觀察 (I). 臺灣農業 6: 1-13。
8. 吳振鐸、馮鑑准、蔡俊明. 1972. 臺灣省眉原山野生茶樹形態之觀察 (II). 臺灣農業 8: 133-160。
9. 阮逸明. 1996. 臺灣省茶業改良場場誌. pp. 3, 130. 桃園：茶業改良場。
10. 呂勝由、楊遠波. 1987. 臺灣的野生茶樹-武威山茶. 中華林學季刊 20(1): 101-107。
11. 林沛洋. 1980. 埔里志. 林氏族譜. 猶他家譜學會臺灣家譜微縮資料. 美國。
12. 林滿紅. 1997. 茶、糖、樟腦之生產分析. 茶、糖、樟腦業與臺灣之社會經濟變遷 (1860~1895). pp. 59-60. 臺北市：聯經出版事業公司。
13. 胡智益. 2004. 臺灣茶樹種原葉部性狀及 DNA 序列變異之探討. 國立臺灣大學農藝研究所碩士論文。
14. 徐英祥. 1995a. 臺灣之茶樹品種. 臺灣日據時期茶業文獻譯集. pp. 9-10. 桃園：茶業改良場。
15. 徐英祥. 1995b. 臺灣之阿薩姆種茶樹的栽培與製造. 臺灣日據時期茶業文獻譯集. pp. 101-154. 桃園：茶業改良場。
16. 曹永和. 1979. 中華民族的擴展與臺灣的開發. 臺灣早期歷史研究. p. 12. 臺北市：聯經出版事業公司。
17. 許俊雅. 2009. 附錄-番境補遺. 裨海紀遊校釋. pp. 267-270. 臺北市：國立編譯館。
18. 郭輝. 1989. 巴達維亞城日記第二冊. p.456. 南投：臺灣省文獻委員會。
19. 臺灣銀行經濟研究室. 1962. 物產志和雜記志. 諸羅縣志. pp. 194, 295. 臺北市：臺灣銀行。
20. 臺灣銀行經濟研究室. 1996. 赤嵌筆談. 臺海使槎錄. p.62. 南投：臺灣省文獻委員會。
21. 蔡依真. 2003. 臺灣茶樹種原遺傳歧異度研究. 國立臺灣大學農藝研究所碩士論文。
22. 鄭混元、范宏杰. 2009. 臺灣山茶之開發與利用. 茶業改良場 97 年年報. pp.112-114。
23. 鄭混元、范宏杰、余錦安. 2016. 永康山茶品質特徵、化學成分及礦物元素含量之研究. 臺灣茶業研究彙報 35: 21-48。
24. 鄭混元、范宏杰、陳信言、陳惠藏. 2003. 臺東永康山野生茶樹調查及復育與製茶品質之研究. 臺灣茶業研究彙報 22: 1-16。
25. 劉澤民. 2008. 從《臺灣總督府公文類纂》談臺灣最早種茶的年代與地點. 國史館臺灣文獻館電子報第 14 期。
26. 蘇夢淮. 2007. 臺灣山茶之分類研究. 國立臺灣大學生命科學院生態學與演化生物學研究所博士論文。

表一、茶業改良場種原庫所蒐集與栽植之山茶類植物

Table 1 The Taiwan native wild tea plants were collected and planted as germplasm at Taitung Branch, Tea Research and Extension Station

名稱	學名	採集地
眉原山茶	臺灣山茶 <i>Camellia formosensis</i> var. <i>formosensis</i>	南投眉原山區
德化社山茶	臺灣山茶 <i>Camellia formosensis</i> var. <i>formosensis</i>	南投魚池日月潭區
鳳凰山茶	臺灣山茶 <i>Camellia formosensis</i> var. <i>formosensis</i>	南投鹿谷
龍頭山茶	臺灣山茶 <i>Camellia formosensis</i> var. <i>formosensis</i>	嘉義龍頭
樂野山茶	臺灣山茶 <i>Camellia formosensis</i> var. <i>formosensis</i>	嘉義樂野
南鳳山茶	臺灣山茶 <i>Camellia formosensis</i> var. <i>formosensis</i>	高雄茂林
鳴海山茶	臺灣山茶 <i>Camellia formosensis</i> var. <i>formosensis</i>	高雄茂林
永康山茶	永康山茶 <i>Camellia formosensis</i> var. <i>yungkangensis</i>	臺東延平永康山區
水井山茶	垢果山茶 <i>Camellia furfuracea</i>	嘉義番路阿里山區
瀨頭山茶	垢果山茶 <i>Camellia furfuracea</i>	嘉義番路阿里山區
赤芽山茶	垢果山茶 <i>Camellia furfuracea</i>	嘉義番路阿里山區



圖一、德化社山茶

Fig. 1. Dehuashe native wild tea plant



圖二、龍頭山茶

Fig. 2. Longtou native wild tea plant



圖三、永康山茶

Fig. 3. Yunkang native wild tea plant



圖四、水井山茶 (垢果山茶)

Fig. 4. Shuijing native wild tea plant



圖五、以永康山茶製作之紅茶 (左) 和綠茶 (右)

Fig. 5. Black tea (left) and green tea (right) were manufactured from Yung Kang native wild tea plant

# The Discovery, Investigation, Taxonomic Clarification and Resource Utilization of the Taiwan Native Wild Tea Plants

Meng-Chin Hsiao<sup>1</sup>      Sheng-Shun Wu<sup>1,\*</sup>

## Summary

The Taiwan native wild tea plant belongs to *Camellia* and grows at Taiwan mountains could be made to the different teas. Although there were reports in the Qing Dynasty, but the scholars and government officials did investigate its plant taxonomy and assess the feasibility for tea production until the Japanese colonial period. At that time, they considered the quality using India tea plant to make the black tea was better than the Taiwan native wild tea plant. Planting Assam cultivar was appropriate for the black tea production in Taiwan at that time. About taxonomic treatment on the Taiwan native wild tea plant, the latest classification is positioned as species, scientific name *Camellia formosensis*. Today, in addition to utilize for breeding material at Tea Research and Extension Station, the male parent of TTES No.18 cultivar, only Liouguei, Taoyuan Districts in Kaohsiung City and Yuchih Township in Nantou County use Taiwan native wild tea plant to produce few teas. Because of its special flavor, unlike the general tea products, some particular tea lovers are often going to production areas for purchasing. Yung kang tea plant found at the mountainous areas in eastern Taiwan is currently classified as a variant of *Camellia*, scientific name *C. formosensis* var. *yungkangensis*, because slightly different external morphology compared with the west population. It emits a similar mushroom strong odor. That tea has a unique flavor and commodity value.

**Key words:** Taiwan native wild tea plant, Yung kang tea plant

---

1. Assistant Agronomist, Senior Agronomist, Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan, ROC.

\* Corresponding author.



## 紅茶新品種—臺茶 23 號

翁世豪<sup>1</sup> 林金池<sup>2</sup> 林儒宏<sup>3,\*</sup> 黃正宗<sup>1</sup> 黃玉如<sup>1</sup> 蘇彥碩<sup>1</sup> 胡智益<sup>4</sup>

### 摘要

臺茶 23 號（品系代號：祁辦 1）為祁門系之天然雜交族群經單株選拔所繁殖之品系。於 1938 年時，臺北帝國大學山本亮教授將中國安徽省祁門縣所收集之茶樹種子，寄至中央研究所魚池紅茶試驗支所（現為本場魚池分場）進行播種育苗，迄今歷經 80 餘年栽培研究後，選拔出製造高香優良品質的小葉種紅茶品種。本品種於 2018 年 7 月 24 日經審查通過，正式命名為「臺茶 23 號」。

臺茶 23 號適合臺灣氣候條件，樹型屬灌木型，樹姿為中間型，生長勢強，葉為長橢圓形，葉面略呈波狀，成葉長度 8~10 公分，寬度 3~4 公分；茶芽具茸毛，萌芽期早，芽色綠帶紅，抗病力及耐旱性強。製成紅茶具有橙紅艷麗明亮的水色，香氣的特色為具花果香，其滋味濃稠略具收斂性，為適製優質紅茶的小葉種茶樹品種，可增加本土茶樹品種多樣性，並提升臺灣茶業之競爭力。

**關鍵字：**臺茶 23 號、天然雜交、紅茶、小葉種茶樹

### 前言

臺灣早期製作紅茶乃是採用小葉種茶樹（*Camellia sinensis* var. *sinensis*）之茶菁為製茶原料，至日據時期，臺灣紅茶以外銷市場為主，當時在國際上紅茶優劣標準以大買家--英國所認定作為標準，臺灣以小葉種製作的紅茶並不受青睞，因此，臺灣總督府殖產局計畫從印度輸入英國人喜好的大葉種茶樹（*Camellia sinensis* var. *assamica*）（渡邊，1940）。在 1925 年 12 月首批大葉種茶樹的種子透過三井物產會社輸入臺灣，部分配撥到臺灣總督府中央研究所林業部蓮華池藥用植物栽培試驗地（位於今魚池鄉林業試驗所蓮華池研究中心）播種育苗成功後，由中央研究所技師兼平鎮茶業試驗支所長谷村愛之助主導下進行長達 10 年的栽培製茶研究，並將茶樣寄至倫敦獲得良好的評價（谷村，1938），自此確定臺灣紅茶具有發展潛力。

1936 年成立魚池紅茶試驗支所（本場魚池分場前身）致力紅茶產製試驗及種原蒐集；戰後以此種原庫為基礎，於 1973 年從大葉種茶樹主要型態之一 Shan 型選育臺茶七號，印度地方品種 Jaipuri 選育臺茶八號（史等，1975）；1999 年以源自緬甸之大葉種茶樹與臺灣山茶（*Camellia formosensis*）進行人工雜交，選育出臺茶十八號（邱，2004）；2008 年以印度大葉種茶樹之地方商業品種 Kyang

<sup>1</sup> 行政院農業委員會茶業改良場魚池分場 助理研究員、研究員兼分場長、副研究員兼茶作股長、副研究員兼製茶股長。臺灣 南投縣。

<sup>2</sup> 行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼課長。臺灣 桃園市。

<sup>3</sup> 行政院農業委員會茶業改良場凍頂工作站 副研究員兼站長。臺灣 南投縣。

<sup>4</sup> 行政院農業委員會茶業改良場文山分場 副研究員兼茶作股長。臺灣 新北市。

\*通訊作者。

與祁門小葉種茶樹進行人工雜交，經單株選拔成為品系 FKK-1，其再經天然雜交之後代中挑選單株 FKK-22 命名臺茶 21 號（邱等，2009）；總計命名四個紅茶品種。

本次命名紅茶新品種臺茶 23 號，為源自中國安徽省祁門縣所蒐集之種子繁殖的天然雜交族群，經單株選拔之品系「祁辦 1」，其抗病蟲力及耐旱性強，展現橙紅艷麗明亮的水色，香氣之特色為具花果香，滋味濃稠略具收斂性，為適製高級的優質小葉種紅茶，推廣後可增加本地茶種多樣性以提升臺灣茶業之競爭力。

## 育成經過及方法

### 一、育成經過

茶樹「祁辦 1」為祁門系之天然雜交族群，經單株選拔之品系。其育種過程如表十所示，1936 年 5 月臺北帝國大學山本亮教授前往中國視察茶產業（山本，1938），並於 1938 年 2 月將在中國安徽省祁門縣所收集之茶樹種子，寄至中央研究所魚池紅茶試驗支所（現為本場魚池分場）進行播種。至 1941 年育有 5,000 株苗，經選育後定植 300 株於本分場內。祁門品系原本種植於辦公室前之茶園第 6 區，故以「祁辦」為品系代號，後因水土保持流失等工程，便將之移植至品種園保存。2002 年魚池分場茶作課林金池課長將品種園中各品系經試製紅茶後，發現祁辦 1 生長勢最強，芽葉生長茂密、整齊產量高，且品質如祁門紅茶般高香特質，極具發展潛力，品質優異，有必要進行大量製茶試驗，與時任魚池分場長邱垂豐分場長規劃後，於 2003 年將品種園內品系「祁辦 1」扦插繁殖苗木，於 2004 年栽植三行共 369 株於本分場茶園第 11 區進行生育觀察。再自 2015 年至 2017 年與青心烏龍進行品系比較試驗。

### 二、品系比較試驗方法與統計分析

祁辦 1 與對照品種青心烏龍皆於 2004 年種植於試驗田區。自 2015 年至 2017 年進行品系比較試驗，在相鄰之田圃分別栽植三行祁辦 1 及青心烏龍，每一品系各有 9 個 20 m<sup>2</sup> 之調查小區，取樣分析祁辦 1 之親緣關係及調查兩品系之植株特性、製茶品質及茶菁主要化學成分含量分析。

#### （一）親緣關係

祁辦 1 之母本來源乃利用 10 個由胞質基因體所開發的 CAPS 分子標誌進行分析，方法參照 Hu et al. (2014)。

#### （二）植株特性

植株特性包含株形、茶芽及葉片農藝性狀、病蟲害調查、收量等，參照「茶樹新品種性狀試驗檢定方法」之調查方式。

1. 株形：每一調查小區（20 m<sup>2</sup>）隨機選 1 株調查，每一品系共有 9 株。
2. 茶芽及葉片農藝性狀：每一調查小區隨機摘取 30cm × 30cm 正方形內茶芽及成熟葉。
3. 病蟲害調查：採摘後一心一葉時開始調查。
4. 收量：以每一調查小區每季之茶菁收量再換算成每公頃收量。

#### （三）製茶品質

##### 1. 紅茶製造方法

祁辦 1 與對照品種之製作紅茶的條件為茶菁萎凋率 50-55%，揉捻時間 120 分鐘，發酵時間 120 分鐘，乾燥溫度 90°C

##### 2. 紅茶品評方法

每季茶各品種之茶菁分成 2 重複製茶，以高林式揉捻機揉捻，再由 4 位品評人員依據紅

茶品質評審方法進行評定。評定茶葉之「外觀」、「水色」、「香氣」、「滋味」及「葉底」等優劣。泡茶方法為於 150 mL 鑑定杯組內，置放 3 g 茶葉後，沖入沸水浸泡 5 分鐘，隨即將茶湯倒入評審杯內，並先評審未經沖泡茶樣之「形狀」及「色澤」之優劣，再評審茶湯「水色」與「香味」。紅茶評審標準為：形狀及色澤各佔 10 分、水色佔 20 分、香氣及滋味各佔 25 分、葉底佔 10 分，合計為 100 分。

#### (四) 茶菁主要化學成分含量分析

祁辦 1 與對照品種青心烏龍於夏季茶菁抽樣 3 次進行分析，其茶湯萃取方法及主要化學成分含量分析方法如下：

1. 茶湯萃取方法：茶葉磨粉過篩，取 0.5 g 茶粉，加入 90°C 去離子水 45 ml，以 90°C 水浴萃取 20 分鐘，過濾後定量至 50 ml，取萃取液供分析。
2. 總游離胺基酸測定方法：以茚三酮(Ninhydrin)比色法進行分析，並以茶胺酸(theanine)為標品 (Ikegaya and Masuda, 1986)。
3. 兒茶素及咖啡因測定方法：參照中華民國國家標準 CNS 15022 - N 6384「兒茶素」之檢驗方法。以 HPLC 分析茶湯中兒茶素異構物：
  - (+) -Catechin (C), (-) -Epicatechin (EC), (-) -Epigallocatechin (EGC),
  - (-) -Catechin-3-gallate (CG), Epicatechin-3-gallate (ECG),
  - (-) -Epigallocatechin-3-gallate (EGCG), (-) -gallocatechin-3-gallate (GCG),
  - (-) -gallocatechin (GC)。以個別兒茶素含量加總計算值做為為總兒茶素含量，同時檢測咖啡因含量。

#### (五) 統計分析

利用 R 統計軟體分析各項調查數據及分析資料之平均值及標準偏差，本研究乃針對兩品系之各項參數進行觀測調查，以非成對 t 檢定比較兩品種間百芽重、茶芽密度、紅茶品質及化學成分之差異顯著性。

## 試驗調查結果

### 一、親緣關係

祁辦 1 之母本來源乃利用 10 個由胞質基因體所開發的 CAPS 分子標誌進行分析，其中 M02 分子標誌用以區分母系種原屬於大葉種(*C. sinensis* var. *assamica*)(譜型為 A)或是小葉種(*C. sinensis* var. *sinensis*)(譜型為 B) (Hu et al., 2014)，而 M02 分子標誌分析結果如表一，顯示祁辦 1 之母本屬於小葉種。

### 二、植株特性

#### (一) 茶芽特性

祁辦 1 茶芽呈綠中略帶紅色(圖一及圖二)，具茸毛。於 106 年春茶期間於魚池分場所調查結果如表二及表三所示，茶芽節間平均 1.90 cm，第一葉之葉面積平均分別為 4.51 cm<sup>2</sup>。

祁辦 1 屬早生種；春茶時百芽重 62.6 g，平均單位面積茶芽密度為 43 個。

#### (二) 茶樹特性

祁辦 1 為灌木型小葉種茶樹，樹形中間型，生長勢強(表二及圖三)。葉狹長形，葉面略呈波狀，抗病力及耐旱性強。成葉性狀調查顯示，祁辦 1 成葉之平均葉面積為 23.98 cm<sup>2</sup>(圖四及表三)。祁辦 1 在冬季剪枝後之平均樹高為 66 cm，平均樹冠幅 89 cm(表四)。祁辦

1 之茶菁收量在成木期 (13 年生) 之年平均手採茶菁量計 9,280 kg/ha (表五)。另外由扦插繁殖結果顯示, 祁辦 1 扦插成活率可達 90% 以上; 扦插一年後祁辦 1 平均高度為 90 cm, 茶苗生長健壯表現具一致性 (圖五)。栽植後茶芽呈綠中帶紅, 具有與母樹性狀相同之穩定性。

### 三、製茶品質

祁辦 1 於不同季節製作紅茶之感官品評成績如表六, 茶葉形狀及色澤以冬茶形狀較佳, 沖泡後在各季節皆表現出橙紅艷麗明亮的水色; 在香氣方面, 祁辦 1 具有花果香, 尤其以夏茶及秋茶最為明顯; 在滋味方面, 甘醇濃厚略具收斂性, 特別是夏茶更為顯著; 葉底以春冬兩季表現最佳, 呈現亮麗的琥珀色 (圖六), 此點可能與茶芽生長較緩, 採摘較嫩有關。以品評總評價而言, 在冬茶以 76.9 分為最高, 其次為夏茶 75.7 分。祁辦 1 茶菁萎凋程度足夠, 才能產製好的紅茶品質。整體而言, 祁辦 1 製造紅茶之水色橙紅艷麗明亮, 具有花果香, 其滋味濃稠略具收斂性, 為適製高級的優質小葉種紅茶。

### 四、茶葉主要化學成分含量分析

茶葉化學成分分析結果顯示, 祁辦 1 之總兒茶素、咖啡因及總游離胺基酸含量分別為 211.4 mg/g、26.9 mg/g 及 13.3 mg/g (表七)。由於祁辦 1 具有相當高的兒茶素及咖啡因含量, 故滋味較濃稠醇厚, 適製優質小葉種紅茶。

### 五、綜合評價

#### (一) 祁辦 1 與對照品種青心烏龍農藝性狀及茶葉品質之比較

##### 1. 農藝性狀差異性

祁辦 1 茶芽呈綠中略帶紅色, 青心烏龍茶芽則為較深綠帶紫色 (圖一及圖二)。茶芽第一節間祁辦 1 平均 1.90 cm, 比對照品種平均之 1.76 cm 長; 第一葉之葉面積平均分別為 4.51 cm<sup>2</sup>, 比對照品種 3.91 cm<sup>2</sup> 大, 成葉之平均葉面積為 23.98 cm<sup>2</sup> 較青心烏龍 11.14 cm<sup>2</sup> 大 (表三)。整體而言, 祁辦 1 之茶芽性狀都略大於青心烏龍。祁辦 1 屬早生種, 萌芽期比對照品種青心烏龍早約 2 週; 春季時百芽重及單位面積茶芽密度祁辦 1 略高於青心烏龍 (表二)。由茶芽色澤與萌芽時期即可明顯區分祁辦 1 與青心烏龍兩品種 (系) 之差異。

祁辦 1 為灌木型小葉種茶樹, 樹形中間型, 生長勢強, 葉狹長形, 葉面略呈波狀, 抗病蟲害能力及耐旱性強 (表八)。祁辦 1 與青心烏龍在冬季剪枝後茶樹之樹高與樹冠生長量有顯著差異, 祁辦 1 之平均樹高為 66 cm, 青心烏龍則為 59 cm; 祁辦 1 平均樹冠幅 89 cm, 小於青心烏龍之 101 cm (表四), 可說明祁辦 1 樹形為中間型, 青心烏龍則為橫張型。祁辦 1 茶菁收量, 在成木期 (12 年生) 之年平均手採茶菁量計 9,280 kg/ha, 高於青心烏龍之 6,900 kg/ha (表五)。

##### 2. 茶葉品質差異性

各季製作紅茶品質之結果如表六所示, 祁辦 1 之茶葉形狀及色澤除冬茶形狀較佳外, 其他季節與青心烏龍大致上無顯著差異; 沖泡後祁辦 1 在各季節表現出橙紅艷麗明亮的水色, 明顯優於青心烏龍之淺淡黃色; 在香氣方面, 祁辦 1 具有柑橘香味或花果香, 青心烏龍則不具如此香味, 尤其以夏茶及秋茶之品質差異最為明顯; 祁辦 1 的滋味甘醇濃厚略具收斂性, 比青心烏龍較具底韻, 特別是夏茶更為顯著; 葉底以春冬兩季呈現顯著差異 (圖六)。以品評總評價而言, 不論任何季節祁辦 1

皆比青心烏龍優異，呈現祁辦 1 與青心烏龍間製成紅茶明顯的區別性。

## (二) 祁辦 1 與對照品種青心烏龍之優缺點比較

祁辦 1 之優點為香氣具有花果香，滋味甘醇濃稠略具收斂性，且含有相當高的兒茶素，適製高級紅茶，對病蟲害有較強的抵抗能力，茶芽密度高且單位面積產量高。缺點為製作部分發酵茶則品質較差，故不適合製作包種茶（表九）。

對照品種青心烏龍之優點為製作部分發酵茶類品質優良，缺點為製作紅茶品質不如祁辦 1，另茶樹生長勢弱，抗病蟲害能力差，產量較低。

## 栽培應注意事項

- 一、栽種環境：選擇排水良好坡地，土壤 pH 4.5~5.5 的微酸性砂質壤土或砂質黏土。
- 二、育苗：選取健康母樹枝插穗扦插繁殖。
- 三、肥培管理：依照一般茶樹栽培建議量及時機施肥。
- 四、病蟲害防治：全期的病蟲害防治方法可參照植物保護手冊，特別要注意盲椿象之危害。
- 五、修剪枝：照一般茶樹栽培管理之修剪方式。
- 六、採摘：符合一心二葉之採摘標準。茶芽密度高，單位面積產量較青心烏龍高，採摘時較費工，必須掌握足夠的採摘人工。

## 誌謝

祁辦 1 自 1938 年蒐集種子開始，至 2018 年完成新品種命名「臺茶 23 號」，共歷經 80 年悠長的歲月，期間世代更迭，參與人員眾多難以詳細統計，若有未詳盡之處，敬請見諒。其中特別感謝林金池課長及邱垂豐副場長在任職於魚池分場期間特別挑選出祁辦 1 作為優良品系，此外，也向所有參與「臺茶 23 號」研究之人員致上最高敬意（表十）。

## 參考文獻

1. 史穉、何信鳳、朱湧岳. 1975. 六十三年登記命名紅茶用茶樹新品種特性報告. 臺灣農業季刊 11(2): 37-43。
2. 動植物防疫檢疫局. 2004. 植物保護圖鑑系列—茶樹保護. 臺北市：行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。
3. 邱垂豐、林金池、黃正宗、林儒宏、蕭建興. 2009. 紅茶新品種—臺茶 21 號. 臺灣茶業研究彙報 28: 1-18。
4. 邱垂豐. 2004. 臺茶 18 號 (別名：紅玉) 簡介. 茶情雙月刊 28: 1。
5. 山本亮. 1938. 支那安徽省及び浙江省の茶業. 南支産業に關する講演集. pp. 41-55。
6. 谷村愛之助. 1938. 蓮華池に於けるアッサム種及自生種茶樹の栽培に就て. 茶業組合創立五十周年記念論文集. pp. 81-94。
7. 魚池紅茶試驗支所. 1941. 昭和 16 年度事業方案. 未出版。
8. 渡邊傳右衛門. 1940. 臺灣に於けるアッサム種茶栽培竝に製造(一). 臺灣之茶業 23(3): 5-15。

9. Hu, C. Y., Tsai, Y. Z. and Lin, S. F. 2014. Development of STS and CAPS Markers for Variety Identification and Genetic Diversity Analysis of Tea Germplasm in Taiwan. *Botanical Studies* 55: 12.
10. Ikegaya, K. and Masuda, M. 1986. A new simple determination method of total amino acids in tea. *Tea Research Journal* 63: 35-36.

## A New Cultivar of Black Tea- TTES No.23

Shih-Hao Weng<sup>1</sup> Jin-Chin Lin<sup>2</sup> Ju-Hung Lin<sup>3,\*</sup> Cheng-Chung Huang<sup>1</sup>  
Yu-Ju Huang<sup>1</sup> Yen-Shuo Su<sup>1</sup> Chih-Yi Hu<sup>4</sup>

### Summary

Taiwan Tea Experiment Station Number 23, (TTES No.23, line code: Chi-Ban-1) was a line selected from natural crossing progenies of Keemun family. In 1938, Professor Yamamoto of the Imperial University of Taipei collected the tea seeds from Keemun County, Anhui Province, China, and sent them to the Yuchi Black Tea Research Branch, Central Research Institute (now the Yuchi Branch of Tea Research and Extension Station) for seeding. After been cultivated and researched more than 80 years, the small-leaf (or *sinensis* Type) tea cultivar which was suitable for making rich fragrance and excellent black tea was selected. This cultivar has reviewed and approved on 24<sup>th</sup> July, 2018, and officially named "TTES No.23".

Taiwan climatic conditions are appropriate for the cultivation and growth of TTES No.23. The tree type of this cultivar is shrub which possesses intermediate type of tree posture, strong vigor of plant growth, oblong leaves, slightly undulate leaf, the mature leaf is 8 to 10 cm in length and 3 to 4 cm in width, white hairy buds, early bud germinating date, green with red buds, strong disease resistance and drought tolerance. The tea liquor color of black tea which made by TTES No.23 is bright and gorgeous orange. The tea aroma is floral and fruity fragrance. Its taste is thick and slightly astringent. It is a small-leaf tea cultivar suitable for making high quality black tea. This cultivar could increase the diversity of local tea varieties and enhance the competitiveness of Taiwan tea industry.

**Key words:** TTES No.23, Natural crossing, Black tea, Small-leaf tea tree

---

<sup>1</sup> Assistant Agronomist, Senior Agronomist, Associate Agronomist, Yuchih Branch, Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.

<sup>2</sup> Senior Agronomist & Director of Industry Service Section, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

<sup>3</sup> Associate Agronomist & Director, Tungding Branch, Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.

<sup>4</sup> Associate Agronomist & Chief of Tea Agronomy, Wunshan Branch, Tea Research and Extension Station, Taipei, Taiwan, R.O.C.

\* Corresponding author.

表一、祁辦 1 及相關品系在 10 個 CAPS 分子標誌的分析結果

Table 1 The results of 10 CAPS markers of Chi-Ban-1 and related lines

品種\分子標誌	C01	C02	C03	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07
祁辦 1	A	B	B	A	B	B	B	A	B	A
祁門	A	B	B	A	B	B	B	B	A	B
祁辦 2	A	B	B	A	B	B	B	B	A	B
祁辦 3	A	B	B	A	B	B	B	A	B	A
祁辦 4	A	B	B	A	B	B	B	A	B	A

註 1、C01~C03 分子標誌由 cpDNA 所開發，M01~M07 分子標誌由 mtDNA 所開發。

註 2、各品種中各點位相同者以相同字母表示，其中 A 代表無酶切，B 代表有酶切。

註 3、胞質分析代表母本分析，方法參照 Hu et al. (2014)，利用 10 個由胞質基因體所開發的 CAPS 分子標誌進行分析，根據該文獻，M02 分子標誌可用以區分母系種原屬於大葉種 (*C. sinensis* var. *assamica*) (譜型為 A) 或是小葉種 (*C. sinensis* var. *sinensis*) (譜型為 B)，而 M02 分子標誌分析結果顯示新命名品種祁辦 1 的母本屬於小葉種。

表二、祁辦 1 及青心烏龍之生育特性表

Table 2 The growth characteristics of Chi-Ban-1 and Chin-Shin Oolong

調查項目	祁辦 1	青心烏龍
春茶適採期 (月/日)	3/30~4/6	4/10~4/16
百芽重* (g)	62.6 ± 14.6	51.4 ± 20.2
茶芽密度* (30 × 30 cm)	43.0 ± 10.0	37.8 ± 6.7
生長勢	強	弱
樹形	中間	橫張

\*: 指兩品系間此性狀差異未達顯著標準。

表三、祁辦 1 與青心烏龍之茶芽及成葉農藝性狀調查表

Table 3 The survey of agronomic characters of tea buds and mature leaves on Chi-Ban-1 and Chin-Shin Oolong

部位	調查項目	祁辦 1	青心烏龍
第一葉	長 (cm)	4.22±0.16	3.85±0.26
	寬 (cm)	1.53±0.04	1.45±0.04
	厚 (mm)	0.20±0.01	0.22±0.01
	節間長 (cm)	1.90±0.11	1.76±0.25
	節間徑 (mm)	1.69±0.08	1.52±0.08
	葉面積 (cm <sup>2</sup> )	4.51±0.25	3.91±0.28
第二葉	長 (cm)	5.73±0.42	5.20±0.40
	寬 (cm)	2.15±0.06	2.04±0.11
	厚 (mm)	0.23±0.01	0.27±0.01
	葉面積 (cm <sup>2</sup> )	8.66±0.84	7.46±0.83
成葉	長 (cm)	9.40±1.10	6.54±0.45
	寬 (cm)	3.62±0.38	2.43±0.18
	厚 (mm)	0.33±0.04	0.43±0.00
	葉面積 (cm <sup>2</sup> )	23.98±4.33	11.14±1.39

表四、祁辦 1 與青心烏龍茶樹之樹高及樹冠之生長量調查分析表 (14 年生)

Table 4 Comparison in growth quantity of tea tree height and crown diameter between Chi-Ban-1 and Chin-Shin Oolong (14-year old)

調查項目	祁辦 1	青心烏龍
樹高 (cm)	66±4	59±7
樹冠 (cm)	89±5	101±12

表五、不同季節祁辦 1 與青心烏龍手採茶菁產量之比較分析 (13 年生)

Table 5 Comparison in the yield of hand-plucked tea in different seasons between Chi-Ban-1 and Chin-Shin Oolong (13-year old)

試驗地點	品種 (系)	茶菁收量 (kg/ha)				合計
		春茶	夏茶	秋茶	冬茶	
魚池分場	祁辦 1	2,400	2,850	2,680	1,350	9,280
	青心烏龍	2,150	1,950	1,700	1,100	6,900

表六、祁辦 1 與青心烏龍不同季節紅茶品質品評差異比較分析

Table 6 Comparison in black tea quality in different seasons between Chi-Ban-1 and Chin-Shin Oolong

季節	品系 (種)	感官品評項目						總分
		形狀 (10 分)	色澤 (10 分)	水色 (20 分)	香氣 (25 分)	滋味 (25 分)	葉底 (10 分)	
春 茶	祁辦 1	6.9±0.9	7.2±0.2	13.1±1.3	17.3±1.7	17.7±1.2	7.0±0.3	69.1±4.3
	青心烏龍	7.0±0.4	7.2±0.2	11.4±0.5	15.9±2.2	16.5±1.3	5.3±0.4	63.3±3.3
	t 檢定顯著性	ns	ns	**	ns	ns	**	**
夏 茶	祁辦 1	6.9±0.6	6.9±0.4	15.7±1.6	18.9±2.9	18.8±1.6	6.9±0.5	75.7±5.9
	青心烏龍	6.8±0.5	6.9±0.8	12.5±1.6	15.4±2.4	15.5±2.1	5.7±0.6	65.7±4.2
	t 檢定顯著性	ns	ns	ns	**	**	**	**
秋 茶	祁辦 1	6.3±0.6	6.7±0.5	13.9±0.9	19.4±2.1	18.4±1.1	6.4±0.4	71.2±4.0
	青心烏龍	5.8±0.5	6.5±0.5	11.9±0.3	16.4±1.2	16.1±2.4	6.0±0.7	62.5±3.3
	t 檢定顯著性	ns	ns	**	**	ns	ns	**
冬 茶	祁辦 1	7.5±0.4	6.8±0.5	17.4±0.5	18.6±1.8	19.4±1.6	7.3±0.6	76.9±3.3
	青心烏龍	5.9±0.9	6.4±0.6	13.3±0.9	16.9±2.6	16.5±1.9	6.2±0.6	65.1±5.0
	t 檢定顯著性	**	ns	**	ns	ns	**	**

ns: 表示 t 檢定不顯著

表七、祁辦 1 及青心烏龍茶菁成茶化學成份含量之比較

Table 7 Comparison in chemical composition contents between Chi-Ban-1 and Chin-Shin Oolong

	總兒茶素 (mg/g dw)	咖啡因 (mg/g dw)	總游離胺基酸 (mg/g dw)
祁辦 1	211.4±22.2	26.9±3.8	13.3±0.3
青心烏龍	135.3±17.3	25.5±4.1	21.5±1.0
t 檢定顯著性	**	ns	**

ns: 表示 t 檢定不顯著

表八、祁辦 1 與青心烏龍之病蟲害發生種類及危害程度調查

Table 8 Comparison in the resistance of disease and pests between Chi-Ban-1 and Chin-Shin Oolong

品系 (種)	病蟲害種類						
	茶餅病	茶赤葉枯病	小綠葉蟬	盲椿象	黑姬捲葉蛾	茶葉蟎	紫銹蟬
祁辦 1	+	+	+	++	+	+	+
青心烏龍	++	++	++	++	++	++	++

—：無發生；+：輕微；++：重；+++：較重；++++：極重

表九、祁辦 1 與青心烏龍優缺點之比較

Table 9 Comparison in advantages and disadvantages between Chi-Ban-1 and Chin-Shin Oolong

品種 (系)	優點	缺點
祁辦 1	<ol style="list-style-type: none"> <li>香氣具有花果香，滋味甘醇濃稠略具收斂性。</li> <li>具有較高的兒茶素。</li> <li>抗病蟲害較強。</li> <li>適製高級紅茶。</li> <li>茶芽密度高且單位面積產量高。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>製作部分發酵茶品質較差。</li> </ol>
青心烏龍	<ol style="list-style-type: none"> <li>製作部分發酵茶類品質優良。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>生長勢弱，抗病蟲害能力較差。</li> <li>製紅茶品質較差。</li> </ol>

表十、祁辦 1 育種過程之參與人員及工作項目

Table 10 Participants and their works in breeding process of TTES Chi-Ban-1

年代	工作項目	參與人員
1938	1. 引種	山本亮、讚井元
1941	1. 育種計畫執行規劃	新井耕吉郎
	2. 品種特性調查、定植	天野三郎、宮川景明、李朝棟、朱湧岳、
	3. 育種試驗、製茶及茶葉化學等試驗	楊再生
1989	1. 建立品種園，茶樹種源收集及「祁辦 1」保存	何信鳳、王兩全、陳進龍、杜秋杉、曾明義
2002~2006	1. 小葉種茶樹試製試驗中挑選優良品系「祁辦 1」	林金池、邱垂豐
	2. 茶苗扦插繁殖	杜秋杉、楊敏雄
	3. 株行試驗整地栽植	邱志榕 (邱炎棋)
	4. 茶樹栽培管理	邱志榕 (邱炎棋)、林俊哲、陳讚結、黃慶麟
	5. 製茶試驗	林金池、林儒宏、楊士昇
2015~2017	1. 育種計畫執行規劃	郭寬福、林儒宏、林金池、邱垂豐
	2. 品系比較試驗	林儒宏、翁世豪
	3. 農藝性狀調查	林儒宏、翁世豪、蕭金惠
	4. 病蟲害調查	林儒宏
	5. 製茶試驗	林儒宏、楊士昇
	6. 茶樹栽培管理	黃國唐、羅增榮
	7. 親緣關係分析	胡智益

(續表十)(Table 10 Continued)

---

2017~2018	1. 育種計畫執行規劃	黃正宗、翁世豪、黃玉如、林金池、邱垂豐
	2. 品種命名申請	翁世豪、黃正宗、黃玉如
	3. 資料蒐集與整理	翁世豪、蕭金惠
	4. 撰寫報告	翁世豪
	5. 茶樹栽培管理	翁世豪、羅增榮
	6. 製茶試驗	蘇彥碩、楊士昇、黃調嘉、翁世豪
	7. 感官品評	黃正宗、蘇彥碩、簡靖華、翁世豪

---



圖一、祁辦1（左）與對照品種（右）茶芽大小之比較（14年生）

Fig. 1. Comparison in size of tea young shoot between Chi-Ban-1 (left) and Chin-Shin Oolong (right)(14-year old)



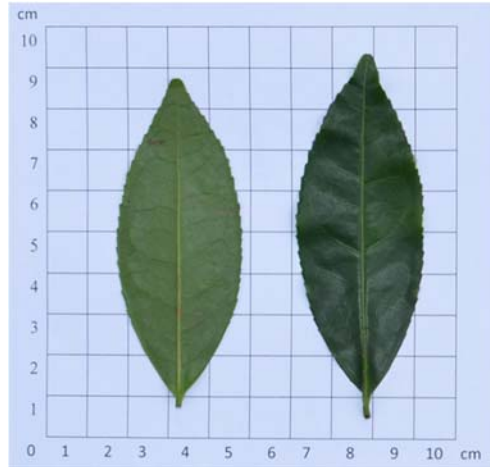
圖二、祁辦1（左）與對照品種（右）茶芽型態與色澤之比較（14年生）

Fig. 2. Comparison in agronomic characters and color of tea young shoot between Chi-Ban-1(left) and Chin-Shin Oolong (right)(14-year old)



圖三、祁辦1 植株型態

Fig. 3. The tree type and posture of Chi-Ban-1



圖四、祁辦 1 之成葉葉面及葉背特性

Fig. 4. The characteristics of leaf surface and blade back of Chi-Ban-1 mature leaf



圖五、祁辦 1 扦插苗之生育情形

Fig. 5. The growth performance of Chi-Ban-1 cuttings



圖六、祁辦 1 與對照品種紅茶葉底與水色之比較

Fig. 6. Comparison in infused tea leaves and liquor color between Chi-Ban-1 (left) and Chin-Shin Oolong (right)



# 施用溶磷菌肥料對茶樹生長及製茶品質之影響 (第一年初報)

戴佳如<sup>1</sup> 林秀榮<sup>1,\*</sup> 林金池<sup>2</sup> 邱垂豐<sup>3</sup> 蔡憲宗<sup>1</sup>

## 摘 要

國內目前微生物肥料在登記時得免附肥料效果試驗報告，且無訂定定量的微生物活性指標規範，使微生物肥料商品在田間施用時，常出現有效與無效兩極化反應，使得農民對微生物肥料缺乏信心。因此，本試驗以市售 2 種溶磷菌產品搭配化學肥料施用於土壤有效性磷含量為低、中、高之茶園，探討施用溶磷菌肥料對茶樹生長及製茶品質之影響。試驗結果顯示，施用兩種溶磷菌肥料後，雖然根圈與非根圈土壤之溶磷菌有效菌數都較施用前明顯增加，但在各處理間並沒有顯著性差異，施用溶磷菌肥料對茶菁產量和茶葉養分含量亦無顯著性差異，但在感官品評部分，低、中、高磷三個試驗區皆以施用菌劑 A 搭配施肥 (氮、鉀依推薦用量施用，高磷區不施磷肥/中磷區施 0.5 倍磷推薦用量/低磷區施 0.75 倍磷推薦用量) 之處理最佳，可提升綠茶製茶品質，故依據土壤特性選用適合之微生物肥料才能有效提升茶葉品質。

**關鍵字：**茶、有效性磷、溶磷菌肥料

## 前 言

磷是植物正常生長的必要大量元素之一，會影響許多主要代謝過程，如植物的細胞分裂和發育、能量傳遞、信號傳導、巨型分子的合成、光合作用和呼吸作用 (Shenoy and Kalagudi, 2005; Ahemad *et al.*, 2009; Khan *et al.*, 2009)。相較於其他主要養分，在大部分的土壤狀況中，磷最難移動且對植物的有效性最低 (Khan *et al.*, 2007)。土壤中磷的固定和沉澱通常與 pH 和土壤型態具有高度相關，因其在酸性土壤中磷主要被游離氧化物和鋁、鐵的氫氧化物所固定；而在鹼性土壤則是被鈣固定，導致可溶性磷肥的利用率很低 (Goldstein, 1986; Johns *et al.*, 1991)。由於土壤的固定作用，可溶性磷肥施入農田後大部分迅速轉變為作物難以吸收的無效磷，無法被植物直接吸收利用，導致作物施入磷肥的當季利用率僅為 5~25% (謝等, 2014)。而把土壤中的無效磷釋放出來對於提高土壤有效性磷含量和減少磷肥使用量具有重要意義 (Bashan *et al.*, 2013)，充分利用土壤中的溶磷微生物，為增進磷肥利用率的對策之一。

- 
1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員、副研究員、研究員兼茶作技術課課長。  
臺灣 桃園市。
  2. 行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼產業服務課課長。臺灣 桃園市。
  3. 行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼副場長。臺灣 桃園市。
- \* 通訊作者。

土壤微生物中，具有溶磷能力的微生物總稱為「溶磷微生物」(phosphate solubilizing microorganism) 或「溶磷菌」(phosphate solubilizing bacteria)，可將土壤中的無效性磷轉變為有效性磷，目前已知可溶解難溶性磷之微生物包括細菌、放線菌及真菌類，一般以細菌類最為常見 (楊，2011)。這些微生物除了供應可溶性磷給植物外，也對植物的生長有益，其作用機制如合成吲哚乙酸 (IAA)、激勃素 (gibberellins)、細胞分裂素 (cytokinins)、離層酸 (abscisic acid)、1-胺基環丙烷-1-羧酸脫氨酶 (1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase)、載鐵物質 (siderophores) 和氰化氫 (hydrogen cyanide) (Khan *et al.*, 2014)。

溶磷菌溶解難溶性磷酸鹽能力主要受菌株遺傳特性的影響，同時也與其生長的各種環境因素有關 (Zhao *et al.*, 2002)。當環境條件適宜時，微生物能進行正常的新陳代謝、生長繁殖。相反，當環境條件不太適宜時，微生物的代謝活動也會發生改變。國內目前微生物肥料登記時得免附肥料效果試驗報告，而微生物肥料商品在田間施用時，常出現有效與無效兩極化之反應，因此，為了解市售溶磷菌產品於茶園施用之效果，本試驗以市售2種不同劑型的溶磷菌產品施用於土壤有效性磷含量為低、中、高之茶園，探討施用溶磷菌對茶樹生長及製茶品質之影響。

## 材料與方法

### 一、試驗地點基本資料

1. 低磷區：茶樹品種為臺茶 20 號，桃園市楊梅區本場茶園 (二圃)。
2. 中磷區：茶樹品種為臺茶 20 號，桃園市楊梅區本場茶園 (新七圃)。
3. 高磷區：茶樹品種為臺茶 12 號，桃園市楊梅區本場茶園 (二圃)。

### 二、溶磷菌肥料種類

1. 菌劑 A：液狀，*Bacillus licheniformis* (地衣芽孢桿菌)，溶磷菌有效活菌數為  $1 \times 10^9$  CFU/公克 (產品包裝標示)，全氮 1.0%、全磷酐 0.5%、全氧化鉀 0.5%。
2. 菌劑 B：粒狀，*Bacillus licheniformis* (地衣芽孢桿菌)，溶磷菌有效活菌數為  $1 \times 10^8$  CFU/公克 (產品包裝標示)，全氮 2.1%、全磷酐 5.1%、全氧化鉀 5.1%。
3. 菌劑 A 基質：將菌劑 A 經滅菌釜高壓滅菌 ( $121^\circ\text{C}$ ，20min，冷卻，再滅菌，共滅菌 3 次)，確認樣品達到滅菌要求後，供試驗用。
4. 菌劑 B 基質：將菌劑 B 經滅菌釜高壓滅菌 ( $121^\circ\text{C}$ ，20min，冷卻，再滅菌，共滅菌 3 次)，確認樣品達到滅菌要求後，供試驗用。

### 三、試驗設計處理

1. 處理一：菌劑 A + 施肥 (氮、鉀依推薦用量施用，高磷區不施磷肥/中磷區施 0.5 倍磷推薦量/低磷區施 0.75 倍磷推薦量)
2. 處理二：菌劑 B + 施肥 (氮、鉀依推薦用量施用，高磷區不施磷肥/中磷區施 0.5 倍磷推薦量/低磷區施 0.75 倍磷推薦量)
3. 處理三：菌劑 A (滅菌) + 施肥 (氮、鉀依推薦用量施用，高磷區不施磷肥/中磷區施 0.5 倍磷推薦量/低磷區施 0.75 倍磷推薦量)
4. 處理四：菌劑 B (滅菌) + 施肥 (氮、鉀依推薦用量施用，高磷區不施磷肥/中磷區施 0.5 倍磷推薦量/低磷區施 0.75 倍磷推薦量)
5. 處理五：施肥 (氮、鉀依推薦用量施用，高磷區不施磷肥/中磷區施 0.5 倍磷推薦量/低磷區施 0.75 倍磷推薦量)

6. 處理六：不施磷肥 (氮、鉀依推薦用量施用)  
每處理各 4 重複，每一重複之試區大小為 30m<sup>2</sup>。

#### 四、化學肥料及溶磷菌肥料施用量與施用方式

1. 依據茶園推薦施肥手冊 (張, 1999) 做為施肥之推薦用量，肥料種類為硫酸銨、硫酸鉀和磷酸一銨。
2. 溶磷菌肥料之施用量及施用時期如下：
  - (1) 菌劑 A (液狀)：每分地施用 670 毫升原液，原液稀釋 800 倍，澆灌於茶樹兩側，距離主幹 30-40 公分處。
  - (2) 菌劑 B (粒狀)：根據產品推薦用量每分地 20 公斤換算每試區之施用量，均勻撒施於茶樹兩側，距離主幹 30-40 公分處。
  - (3) 本試驗茶園並無設置灌溉系統，茶園灌溉主要來自降雨。
  - (4) 溶磷菌施用時期及春茶採收時間如下：

	菌劑 A			菌劑 B	
	施用時間		春茶採 收日期	施用時間 一次	春茶採 收日期
	第一次	第二次			
低磷區	2017.03.01	2017.03.30	2017.04.25	2017.03.01	2017.04.25
中磷區	2017.03.01	2017.03.30	2017.04.19	2017.03.01	2017.04.19
高磷區	2017.03.02	2017.03.30	2017.04.10	2017.03.02	2017.04.10

#### 五、試驗期間氣象紀錄：

	2 月			3 月			4 月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
氣溫℃									
旬平均	14.9	16.2	13.9	14.9	16.6	17.9	21	22.2	19.7
降水量 mm									
旬總計 (10 天)	5	2.5	103.5	75	53.5	75.5	13.5	54	60

資料來源：交通部中央氣象局農業氣象旬報，氣象站站名為茶業改良場。

#### 六、採樣及分析方法

##### (一) 土壤根圈與非根圈土之採樣：

1. 根圈土：採集茶樹樹冠下方位於土壤深度 0-10 公分處之茶樹細根，收集附著於細根上之土壤。
2. 非根圈土：採集茶樹行間 0-10 公分深之表土土壤。
3. 採樣時間：為施用溶磷菌肥料之前一天及春茶採收前一天。
4. 保存：將採集好的根圈土與非根圈土放置 4℃ 冰箱冷藏，並於三天內完成分析。

##### (二) 土壤性質分析

1. 酸鹼度：以酸鹼度計 (WTW inoLab pH720) 測定，水土比為 1:1 (McLean, 1982)。

2. 導電度：以導電度計 (SUNTEX SC-2300) 測定，水土比為 1:1。
  3. 有機質含量：高溫灰化法 (Ben-Dor and Banin, 1989)。
  4. 磷、鉀、鈣、鎂：以孟立克 3 號萃取法 (Mehlich, 1984) 萃取，以 ICP (Perkin Elmer Optima 2000) 測定之。
- (三) 茶葉養分分析：茶乾以硫酸分解法分解後進行分析，全氮以氮自動分析儀 (ASTORIA AAS-307) 測定之，磷、鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅和鋁以 ICP 測定之。
- (四) 溶磷菌有效菌數分析：培養基配方如下

溶磷菌培養基	g/L
葡萄糖 (Glucose)	10
硫酸銨 (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0.5
氯化鈉 (NaCl)	0.2
氯化鉀 (KCl)	0.02
硫酸鎂 (MgSO <sub>4</sub> •7H <sub>2</sub> O)	0.1
硫酸錳 (MnSO <sub>4</sub> •H <sub>2</sub> O) <sup>(1)</sup>	0.002
硫酸亞鐵 (FeSO <sub>4</sub> •7H <sub>2</sub> O) <sup>(1)</sup>	0.002
酵母抽出物 (Yeast extract)	0.5
瓊脂 (agar)	15
磷酸鐵 (FePO <sub>4</sub> ) <sup>(2)</sup>	
Bromophenol blue	0.015
純水	加至 1,000mL

調整 pH 值至 (6.5 ± 0.1) 後，再於 121°C 下滅菌 15 分鐘。

註<sup>(1)</sup> 秤取 100 mg 硫酸亞鐵或硫酸錳，溶入蒸餾水中，添加蒸餾水至 100mL，配成母液。使用時，每公升培養基中加入量為 1 mL。

註<sup>(2)</sup> 添加 5.0 g/L 磷酸鐵 (FePO<sub>4</sub>)。磷酸鐵應與瓊脂分開殺菌後，再合併使用，以避免瓊脂在高溫殺菌時水解而失去凝固力。

七、統計分析方法：以 SAS Enterprise Guide 7.1 統計分析軟體進行 Fisher 的最小顯著差異法檢定。

## 結果與討論

### 一、施用市售溶磷菌肥料對土壤溶磷菌有效菌數之影響

本研究選擇低、中、高磷土壤進行田間試驗，探討土壤有效性磷含量之高低對溶磷菌施用效果之影響，試驗前土壤基本性質分析如表一，低磷區之有效性磷含量為 13.4~27.9 mg/kg，平均為 20.4 mg/kg；中磷區之有效性磷含量為 64.3~112.3 mg/kg，平均為 90.0 mg/kg；高磷區之有效性磷含量為 107.1~299.5 mg/kg，平均為 224.4 mg/kg。溶磷菌溶解難溶性磷酸鹽的能力，主要受菌株本身特性的影響，也與培養條件有關，培養基中的碳源、氮源、無機鹽等都是影響溶磷菌溶解難溶性磷酸鹽能力的因素 (馮等, 2009)。溴酚藍為酸鹼指示劑，低於 pH3.0 時為黃色，高於 pH4.6 時為藍色，因溶磷菌會釋放有機酸造成 pH 下降，使難溶性磷酸鹽溶解，因而在菌落的周圍會產生黃色的暈圈，

因此，在溶磷菌培養基配方中添加溴酚藍，可使之便於觀察 (Gupta *et al.*, 1994)。本研究並無追蹤施用到土壤中之該溶磷菌消長情形，僅探討施用溶磷菌後，對土壤溶磷微生物消長情形進行討論，因此，僅測定土壤溶磷有效菌數。

土壤溶磷微生物的種類繁多，不同土壤類型、不同作物根圈等條件下，溶磷微生物分布均有所不同 (孫等, 2016)，茶園根圈土壤溶磷細菌主要為假單孢菌屬 (*Pseudomonas*) 及芽孢桿菌屬 (*Bacillus*) (張, 1991; Sood *et al.*, 2008)。本研究使用之溶磷菌肥料共 2 種，兩者之菌株相同，皆為 *Bacillus licheniformis*，惟製成的劑型及養分含量不同，菌劑 A 為液狀，作為追肥使用，每四週施用一次，於第一次施用後四週，採樣進行溶磷菌有效菌數分析，再施用第二次，然後於春茶採收後採樣分析。菌劑 B 為粒狀，養分含量較高，做為基肥使用，僅施用一次，於春茶採收後採樣。有些微生物肥料之養分含量較高，為釐清此類肥料之效用是因為溶磷菌之效果或是養分供應所造成，因此，處理三和處理四為將菌劑 A 和菌劑 B 分別滅菌後再施用。

茶樹適合生長在酸性土壤，因此，本試驗使用之溶磷菌配方為測定溶鐵磷菌。低、中、高磷試區各處理之根圈與非根圈土壤溶鐵磷菌有效菌數分析結果如表二至表四所示，施用兩種溶磷菌肥料後，雖然根圈與非根圈土壤之溶鐵磷菌有效菌數都較施用前明顯增加，但在各處理間並沒有顯著性差異。溶磷菌施入土壤之作物根圈後，很難長期維持高的菌數，因為溶磷菌在土壤有相生相剋之現象或被捕食之問題 (楊, 2011)，而且土壤中有數種溶磷菌，通常它們的數量並沒有高到足以和已建立在根圈的其他微生物相抗衡 (Rodríguez and Fraga, 1999)，這可能是造成處理間溶磷菌之有效菌數沒有顯著性差異之原因。

## 二、施用溶磷菌肥料對茶樹生長之影響

低、中、高磷三個試區之茶樹品種、樹齡及樹勢強弱皆不同，導致三個試區之茶菁產量差異大，因此，僅就同一試區不同處理進行比較，結果顯示各處理間之茶菁產量並無顯著性差異 (表五)，此與張和楊 (1999) 之試驗結果相同，有無施用溶磷菌對茶菁產量無明顯差異。氮為決定茶菁產量高低的主要因素，磷、鉀對茶菁產量的影響不甚明顯 (吳, 1997)。三個試區之茶葉養分分析結果如表六~表八所示，低、中、高磷試區不同處理間各養分含量並無顯著性差異。各處理之茶葉磷含量並無顯著性差異，且都在適宜範圍內 (張, 1999)，此結果與 Salehi and Hajiboland (2008) 之結論相同，該研究指出茶樹是對磷缺乏有極高耐受性的物種，其體內對磷的利用效率會隨著外部磷供應的減少而強烈的增加。

## 三、施用溶磷菌肥料對製茶品質之影響

在製茶品質部分，將不同試驗處理之茶菁製成綠茶，進行感官品評，並以等級排序，結果如表九所示，施用菌劑 A (處理一) 的茶湯滋味濃稠、甘醇，排序為第一名，在低、中、高磷試區皆有相同趨勢；施用菌劑 A 基質 (處理三) 之感官品評在中、高磷區排序為第二，在低磷區排序為第三，顯示施用菌劑 A 對製成綠茶品質有促進效果，而即使施用滅菌後之菌劑 A 肥料，其感官品評排序仍優於不施溶磷菌之處理 (處理五、六)，顯示菌劑 A 肥料中的載體或代謝產物對製成綠茶品質具有提升之效果；施用菌劑 B (處理二) 的茶湯滋味苦、澀，在中、高磷試區之排序僅優於處理四，而在低磷區之排名則為第二名，施用菌劑 B 基質 (處理四) 之感官品評在中、高磷區排名皆為最後一名，在低磷區排名為第四，顯示施用菌劑 B 相較於施用菌劑 B 基質佳，但在中、高磷區施用菌劑 B 之表現比不施溶磷菌之處理 (處理五、六) 差，反而對品質具有負面效果，而在低磷區之感官品評則優於不施溶磷菌之處理。菌劑 A 適用於低、中、高磷試區，且對茶葉品質有提升效果，而菌劑 B 僅適用低磷試區，因此，微生物肥料的施用會影響茶葉的品質，且需視土壤肥力狀態、微生物肥料的種類選擇合適之商品。

## 結 論

不同溶磷菌產品及施用方式對茶葉品質影響不一，本試驗以菌劑 A 搭配化學肥料施用，在春茶生長期間澆灌稀釋液兩次，對綠茶品質有提升效果，亦可降低磷肥施用量 25~50%。溶磷菌肥料施用到土壤後，須維持高菌數以達到顯著的功能，故施用一段時間後，要再進行追施，且施用位置要在茶樹根圈範圍內才會有明顯效果。因此，若茶園有設置滴灌系統，亦可搭配滴灌系統施用，以降低人力成本。另外，市面上之溶磷菌肥料所使用之菌株不盡相同，且劑型（如粉狀、粒狀、液態）及養分含量亦不同，施用方式亦會有所差異。因此，需選擇合適之微生物肥料才能有助於茶葉品質之提升，進而提升茶農之收益並降低磷肥的投入。

## 參考文獻

1. 吳振鐸. 1997. 臺灣茶園土壤及茶樹需肥情形報告。吳振鐸茶學研究論文選集. 臺北市：科學農業出版社。
2. 孫合美、王春紅、盧冬雪、劉晶晶、岳勝天、楊美英. 2016. 土壤溶磷微生物及其對植物促生作用研究進展. 河南農業科學 45(5): 1-6。
3. 張鳳屏. 1994. 茶園土壤管理對溶磷細菌之影響. 臺灣茶業研究彙報 13: 61-69。
4. 張鳳屏、楊秋忠. 1999. 磷肥及溶磷細菌對茶葉磷素吸收與茶葉品質之研究. 土壤與環境 2(1): 35-44。
5. 馮瑞章、姚拓、周萬海、龍瑞軍. 2009. 不同生存環境和磷酸鹽對 4 株溶磷菌溶磷能力的影響. 應用與環境生物學報 15(6): 856-860。
6. 楊秋忠. 2011. 微生物的肥料-溶磷菌的應用與要領. 苗栗區農業專訊 53: 3-5。
7. 謝亞萍、李愛榮、閻志. 2014. 不同供磷水平對胡麻磷素養分轉運分配及其磷肥效率的影響. 草業學報 23(1): 158-166。
8. Ahemad, M., Zaidi, A., Khan, M. S. and Oves, M. 2009. Biological importance of phosphorus and phosphate solubilizing microorganisms—an overview. In: M. S. Khan and A. Zaidi (Eds). "Phosphate solubilizing microbes for crop improvement". Nova, New York, pp. 1-4.
9. Bashan, Y., Kamnev, A. A. and de-Bashan, L. E. 2013. Tricalcium phosphate is inappropriate as a universal selection factor for isolating and testing phosphate-solubilizing bacteria that enhance plant growth: A proposal for an alternative procedure. Biol. Fertil. Soils. 49(4): 465-479.
10. Ben-Dor, E. and Banin, A. 1989. Determination of Organic Matter Content in Arid Zone Soils Using a Simple "Loss-on-Ignition" Method. Commun. Soil Sci. Plant anal. 20: 1675-1695.
11. Goldstein, A. H. 1986. Bacterial solubilization of mineral phosphates: historical perspective and future prospects. Am. J. Altern. Agric. 1: 51-57.
12. Gupta, R., Singal, R., Sankar, A., Chander, R. M. and Kumar R. S. 1994. A modified plate assay for screening phosphate solubilizing microorganisms. J. Gen. Appl. Microbiol. 40: 255-60.
13. Rodríguez, H. and Fraga R. 1999. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. Biotechnol. Adv. 17: 319-339.
14. Jones, D. A., Smith, B. F. L., Wilson, M. J. and Goodman, B. A. 1991. Solubilizer fungi of phosphate

- in rice soil. Mycol. Res. 95: 1090–1093.
15. Khan, M. S., Zaidi, A. and Wani P.A. 2007. Role of phosphate-solubilizing microorganisms in sustainable agriculture – A review. Agron. Sustain. Dev. 27: 29-43.
  16. Khan, M. S., Zaidi, A., Wani, P. A., Ahemad, M. and Oves, M. 2009. Functional diversity among plant growth-promoting rhizobacteria. In: M. S. Khan, A. Zaidi, J. Musarrat (Eds) “Microbial strategies for crop improvement”. Springer, Berlin, pp. 105–132.
  17. McLean, E. O. 1982. Soil pH and lime requirement. In A. L. Page et al. (Eds). “Methods of soil Analysis”. Part 2. 2nd ed. Agron. Monogr. 9. ASA, Madison, WI.
  18. Mehlich, A. 1984. Mehlich 3 Soil Test Extractant: A Modification of Mehlich 2 Extractant. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 15(12): 1409–1416.
  19. Salehi, S. Y. and Hajiboland, R. 2008. A high internal phosphorus use efficiency in tea (*Camellia sinensis* L.) plants. Asian Journal of Plant Sciences 7(1): 30-36.
  20. Shenoy, V. V. and Kalagudi, G. M. 2005. Enhancing plant phosphorus use efficiency for sustainable cropping. Biotechnol. Adv. 23: 501–513.
  21. Sood, A., Sharma, S., Kumar, V. and Thakur, R. L. 2008. Established and abandoned tea (*Camellia sinensis*) rhizosphere: dominant bacteria and their antagonism. Polish journal of Microbiology. 57(1): 71-76.
  22. Zhao, X. R., Lin, M. Q., Li, B. G. 2002. Effect of C, N sources and C/N ratio on the solubilization of rock phosphate by some microorganisms. Plant Nutr & Fertil Sci. 8 (2): 197-204.

表一、試驗前土壤基本性質

Table 1 Soil properties before experiment

	pH (1:1)	EC(1:1) dS m <sup>-1</sup>	OM %	Available P ----- mg kg <sup>-1</sup> -----	Exch. K	Exch. Ca	Exch. Mg
<b>低磷區</b>							
處理一	3.8±0.1	0.44±0.22	3.5±0.46	26.9±36.3	92.1±21.4	141±18	12.3±3.2
處理二	4.1±0.3	0.30±0.11	3.4±0.24	21.9±1.4	96.1±7.5	176±102	14.1±6.6
處理三	4.1±0.2	0.24±0.07	3.4±0.47	13.4±11.6	74.4±20.3	112±41	9.0±1.4
處理四	3.9±0.1	0.38±0.03	2.9±0.85	12.7±10.3	91.9±15.2	120±45	8.9±2.5
處理五	4.2±0.2	0.21±0.08	3.5±1.1	27.9±22.5	84.8±12.8	146±8	13.0±2.8
處理六	4.1±0.2	0.29±0.11	3.4±0.65	19.5±22.5	91.1±8.2	179±36	16.3±6.3
<b>中磷區</b>							
處理一	4.1±0.2	0.60±0.32	4.0±1.1	81.2±58.5	166±45	427±152	29.6±10.8
處理二	4.1±0.1	0.62±0.21	4.5±0.8	112±37.2	189±26	497±88	35.2±6.8
處理三	4.1±0.1	0.75±0.18	4.4±0.4	105±31.6	191±18	537±58	35.8±3.0
處理四	4.1±0.2	0.64±0.35	4.7±1.0	64.3±53.2	139±31	404±147	27.2±9.3
處理五	4.1±0.2	0.75±0.29	5.7±0.9	92.4±66.8	167±40	535±365	35.7±21.4
處理六	4.1±0.03	0.74±0.50	5.1±1.3	84.7±64.0	150±40	482±353	34.4±23.4
<b>高磷區</b>							
處理一	3.7±0.2	0.31±0.21	5.2±0.2	107±66	111±30	218±105	15.8±6.4
處理二	3.6±0.4	0.63±0.41	6.3±0.7	291±86	164±56	233±162	16.7±6.5
處理三	3.9±0.4	0.32±0.24	5.8±1.5	184±209	116±41	241±175	18.7±9.0
處理四	3.9±0.3	0.59±0.64	5.4±2.0	240±195.3	135±74	337±189	20.5±8.0
處理五	3.8±0.2	0.62±0.40	5.5±1.3	300±161	134±39	195±80	15.9±4.3

Treatment 1: PSB\_A with fertilization (N and K were applied according to the recommended rates; high phosphorus area with no phosphate fertilizer/medium phosphorus area with 0.5 times P recommended rate/low phosphorus area with 0.75 times P recommended rate)

Treatment 2: PSB\_B with fertilization (the same as treatment 1)

Treatment 3: sterilized PSB\_A with fertilization (the same as treatment 1)

Treatment 4: sterilized PSB\_B with fertilization (the same as treatment 1)

Treatment 5: fertilization (the same as treatment 1)

Treatment 6: no phosphorus (N and K were applied according to the recommended rates)

表二、低磷區根圈與非根圈之溶鐵磷菌有效菌數

Table 2 Viable ferrous-phosphate solubilizing bacteria of rhizosphere and non-rhizosphere soils in tea field with low available phosphorous content

單位：× 10<sup>4</sup> CFU / g 乾土

	試驗前		施用後四週		春茶採收	
	根圈	非根圈	根圈	非根圈	根圈	非根圈
處理一	16.5 <sup>a</sup>	13.8 <sup>a</sup>	128.2 <sup>a</sup>	93.8 <sup>a</sup>	135.4 <sup>ab</sup>	43.5 <sup>a</sup>
處理二	18.6 <sup>a</sup>	16.9 <sup>a</sup>	114.0 <sup>a</sup>	85.5 <sup>a</sup>	94.8 <sup>ab</sup>	29.3 <sup>a</sup>
處理三	12.1 <sup>a</sup>	11.6 <sup>a</sup>	139.9 <sup>a</sup>	98.9 <sup>a</sup>	88.8 <sup>ab</sup>	43.3 <sup>a</sup>
處理四	14.4 <sup>a</sup>	12.1 <sup>a</sup>	127.4 <sup>a</sup>	148.6 <sup>a</sup>	175.2 <sup>a</sup>	41.8 <sup>a</sup>
處理五	20.1 <sup>a</sup>	9.8 <sup>a</sup>	108.7 <sup>a</sup>	145.5 <sup>a</sup>	61.8 <sup>b</sup>	50.0 <sup>a</sup>
處理六	19.1 <sup>a</sup>	10.7 <sup>a</sup>	162.6 <sup>a</sup>	94.5 <sup>a</sup>	157.4 <sup>ab</sup>	85.7 <sup>a</sup>

Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Fisher's least significant difference (LSD) test.

表三、中磷區根圈與非根圈之溶鐵磷菌有效菌數

Table 3 Viable ferrous-phosphate solubilizing bacteria of rhizosphere and non-rhizosphere soils in tea field with medium available phosphorous content

單位：× 10<sup>4</sup> CFU / g 乾土

	試驗前		施用後四週		春茶採收	
	根圈	非根圈	根圈	非根圈	根圈	非根圈
處理一	17.8 <sup>a</sup>	17.3 <sup>ab</sup>	83.8 <sup>c</sup>	108.3 <sup>bc</sup>	118.5 <sup>a</sup>	73.9 <sup>a</sup>
處理二	16.6 <sup>a</sup>	12.2 <sup>bc</sup>	112.4 <sup>bc</sup>	175.6 <sup>ab</sup>	87.1 <sup>ab</sup>	26.9 <sup>ab</sup>
處理三	16.8 <sup>a</sup>	11.7 <sup>bc</sup>	217.6 <sup>a</sup>	143.2 <sup>abc</sup>	95.3 <sup>a</sup>	43.2 <sup>ab</sup>
處理四	17.0 <sup>a</sup>	19.7 <sup>a</sup>	142.8 <sup>bc</sup>	71.3 <sup>c</sup>	119.3 <sup>a</sup>	4.6 <sup>b</sup>
處理五	22.4 <sup>a</sup>	11.5 <sup>bc</sup>	154.9 <sup>ab</sup>	131.0 <sup>bc</sup>	34.0 <sup>b</sup>	6.7 <sup>b</sup>
處理六	19.9 <sup>a</sup>	9.8 <sup>c</sup>	173.2 <sup>ab</sup>	219.2 <sup>a</sup>	86.6 <sup>ab</sup>	52.1 <sup>ab</sup>

Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Fisher's least significant difference (LSD) test.

表四、高磷區根圈與非根圈之溶鐵磷菌有效菌數

Table 4 Viable ferrous-phosphate solubilizing bacteria of rhizosphere and non-rhizosphere soils in tea field with high available phosphorous content

單位：× 10<sup>4</sup> CFU / g 乾土

	試驗前		施用後四週		春茶採收	
	根圈	非根圈	根圈	非根圈	根圈	非根圈
處理一	28.4 <sup>a</sup>	16.5 <sup>b</sup>	161.0 <sup>a</sup>	119.1 <sup>a</sup>	138.9 <sup>a</sup>	35.4 <sup>b</sup>
處理二	21.3 <sup>a</sup>	22.3 <sup>ab</sup>	83.9 <sup>c</sup>	113.4 <sup>a</sup>	104.1 <sup>a</sup>	65.1 <sup>ab</sup>
處理三	22.7 <sup>a</sup>	15.6 <sup>b</sup>	145.3 <sup>ab</sup>	150.6 <sup>a</sup>	126.0 <sup>a</sup>	55.7 <sup>b</sup>
處理四	28.9 <sup>a</sup>	23.4 <sup>ab</sup>	138.3 <sup>ab</sup>	108.8 <sup>a</sup>	103.4 <sup>a</sup>	66.0 <sup>ab</sup>
處理五	22.5 <sup>a</sup>	28.1 <sup>a</sup>	97.3 <sup>bc</sup>	123.3 <sup>a</sup>	93.4 <sup>a</sup>	108.8 <sup>a</sup>

Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Fisher's least significant difference (LSD) test.

表五、不同試驗區之茶菁產量

Table 5 Yield of fresh tea leaves in three experimental areas

	低磷區	中磷區	高磷區
	----- g / 30 m <sup>2</sup> -----		
處理一	2407 <sup>ab</sup>	6078 <sup>ab</sup>	1921 <sup>a</sup>
處理二	2424 <sup>ab</sup>	5674 <sup>b</sup>	1865 <sup>a</sup>
處理三	2693 <sup>a</sup>	6003 <sup>ab</sup>	1723 <sup>a</sup>
處理四	2581 <sup>ab</sup>	6021 <sup>ab</sup>	1718 <sup>a</sup>
處理五	2034 <sup>b</sup>	6894 <sup>a</sup>	1938 <sup>a</sup>
處理六	2888 <sup>a</sup>	6226 <sup>ab</sup>	-

Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Fisher's least significant difference (LSD) test.

表六、低磷區處理之茶葉養分含量

Table 6 Nutrient content of tea in tea field with low available phosphorous content

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Al
	-----mg g <sup>-1</sup> -----					-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
處理一	33.8 <sup>a</sup>	3.09 <sup>a</sup>	10.4 <sup>ab</sup>	2.60 <sup>a</sup>	1.58 <sup>a</sup>	104.5 <sup>a</sup>	580.5 <sup>a</sup>	7.20 <sup>a</sup>	22.8 <sup>a</sup>	353.6 <sup>a</sup>
處理二	33.8 <sup>a</sup>	3.07 <sup>a</sup>	10.3 <sup>ab</sup>	2.75 <sup>a</sup>	1.59 <sup>a</sup>	96.7 <sup>a</sup>	567.7 <sup>a</sup>	7.18 <sup>a</sup>	22.2 <sup>a</sup>	357.7 <sup>a</sup>
處理三	34.0 <sup>a</sup>	3.11 <sup>a</sup>	10.2 <sup>ab</sup>	2.70 <sup>a</sup>	1.57 <sup>a</sup>	120.2 <sup>a</sup>	595.2 <sup>a</sup>	7.37 <sup>a</sup>	22.5 <sup>a</sup>	347.9 <sup>a</sup>
處理四	33.6 <sup>a</sup>	3.04 <sup>a</sup>	10.2 <sup>ab</sup>	2.63 <sup>a</sup>	1.51 <sup>a</sup>	128.5 <sup>a</sup>	652.1 <sup>a</sup>	7.17 <sup>a</sup>	21.3 <sup>a</sup>	360.5 <sup>a</sup>
處理五	34.3 <sup>a</sup>	3.06 <sup>a</sup>	10.6 <sup>a</sup>	2.62 <sup>a</sup>	1.60 <sup>a</sup>	128.2 <sup>a</sup>	600.8 <sup>a</sup>	6.85 <sup>a</sup>	21.1 <sup>a</sup>	342.4 <sup>a</sup>
處理六	34.8 <sup>a</sup>	2.99 <sup>a</sup>	10.0 <sup>b</sup>	2.69 <sup>a</sup>	1.51 <sup>a</sup>	113.9 <sup>a</sup>	557.0 <sup>a</sup>	6.74 <sup>a</sup>	21.0 <sup>a</sup>	332.9 <sup>a</sup>

Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Fisher's least significant difference (LSD) test.

表七、中磷區處理之茶葉養分含量

Table 7 Nutrient content of tea in tea field with medium available phosphorous content

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Al
	-----mg g <sup>-1</sup> -----					-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
處理一	32.2 <sup>b</sup>	3.64 <sup>c</sup>	10.2 <sup>b</sup>	2.55 <sup>bc</sup>	1.47 <sup>c</sup>	163.7 <sup>a</sup>	594.5 <sup>a</sup>	6.50 <sup>ab</sup>	21.2 <sup>a</sup>	259.9 <sup>a</sup>
處理二	36.4 <sup>b</sup>	3.75 <sup>bc</sup>	10.5 <sup>b</sup>	2.53 <sup>bc</sup>	1.53 <sup>bc</sup>	119.6 <sup>ab</sup>	664.7 <sup>a</sup>	6.78 <sup>a</sup>	21.9 <sup>a</sup>	261.3 <sup>a</sup>
處理三	42.0 <sup>a</sup>	3.86 <sup>ab</sup>	11.0 <sup>a</sup>	2.70 <sup>ab</sup>	1.59 <sup>ab</sup>	75.9 <sup>b</sup>	631.2 <sup>a</sup>	6.43 <sup>ab</sup>	21.6 <sup>a</sup>	267.3 <sup>a</sup>
處理四	43.6 <sup>a</sup>	3.91 <sup>a</sup>	11.3 <sup>a</sup>	2.89 <sup>a</sup>	1.61 <sup>a</sup>	78.5 <sup>b</sup>	600.3 <sup>a</sup>	6.22 <sup>ab</sup>	21.5 <sup>a</sup>	257.8 <sup>a</sup>
處理五	33.3 <sup>b</sup>	3.66 <sup>c</sup>	10.4 <sup>b</sup>	2.41 <sup>c</sup>	1.45 <sup>c</sup>	129.7 <sup>ab</sup>	606.5 <sup>a</sup>	6.27 <sup>ab</sup>	21.7 <sup>a</sup>	252.9 <sup>a</sup>
處理六	32.5 <sup>b</sup>	3.64 <sup>c</sup>	10.3 <sup>b</sup>	2.48 <sup>bc</sup>	1.49 <sup>c</sup>	105.1 <sup>ab</sup>	597.8 <sup>a</sup>	5.97 <sup>b</sup>	21.4 <sup>a</sup>	275.0 <sup>a</sup>

Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Fisher's least significant difference (LSD) test.

表八、高磷區處理之茶葉養分含量

Table 8 Nutrient content of tea in tea field with high available phosphorous content

	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Al
	-----mg g <sup>-1</sup> -----					-----mg kg <sup>-1</sup> -----				
處理一	27.8 <sup>a</sup>	3.02 <sup>a</sup>	11.1 <sup>a</sup>	3.74 <sup>a</sup>	1.34 <sup>b</sup>	135.6 <sup>a</sup>	1232 <sup>a</sup>	11.4 <sup>a</sup>	19.3 <sup>a</sup>	417.0 <sup>a</sup>
處理二	27.6 <sup>a</sup>	3.05 <sup>a</sup>	11.1 <sup>a</sup>	3.80 <sup>a</sup>	1.39 <sup>ab</sup>	136.4 <sup>a</sup>	1223 <sup>a</sup>	10.4 <sup>b</sup>	18.6 <sup>a</sup>	398.8 <sup>a</sup>
處理三	26.6 <sup>a</sup>	3.11 <sup>a</sup>	11.4 <sup>a</sup>	3.87 <sup>a</sup>	1.48 <sup>a</sup>	121.5 <sup>a</sup>	1246 <sup>a</sup>	10.7 <sup>ab</sup>	18.8 <sup>a</sup>	401.0 <sup>a</sup>
處理四	26.5 <sup>a</sup>	3.10 <sup>a</sup>	11.2 <sup>a</sup>	3.85 <sup>a</sup>	1.43 <sup>ab</sup>	114.6 <sup>a</sup>	1230 <sup>a</sup>	10.6 <sup>ab</sup>	18.5 <sup>a</sup>	406.3 <sup>a</sup>
處理五	27.1 <sup>a</sup>	3.14 <sup>a</sup>	11.2 <sup>a</sup>	3.61 <sup>a</sup>	1.35 <sup>b</sup>	127.0 <sup>a</sup>	1113 <sup>b</sup>	10.3 <sup>b</sup>	18.2 <sup>a</sup>	377.3 <sup>a</sup>

Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Fisher's least significant difference (LSD) test.

表九、不同試驗處理之茶菁製成綠茶後之感官品評等級排序及評語

Table 9 Green tea sensory evaluation ranking and comments in different experimental treatments

處理	低磷區		中磷區		高磷區	
	等級 排序	評語	等級 排序	評語	等級 排序	評語
一	1	滋味濃稠、甘醇， 香氣下沉。	1	滋味濃稠、甘醇。	1	滋味濃稠、甘醇。
二	2	香氣揚、滋味甘 醇。	5	滋味淡、澀。	4	菁、苦、澀。
三	3	香氣為六處理中 最香，滋味微菁苦 澀。	2	濃稠度提升。	2	微菁、苦、澀。
四	4	微菁苦澀。	6	菁、苦、澀。	5	菁、苦、澀明顯。
五	6	欠活性、澀感明 顯、滋味淡。	3	滋味淡、菁澀味 明顯。	3	清香、滋味淡、 乾淨、微菁澀。
六	5	微澀、滋味淡。	4	清香、滋味淡。		—

# Effects of Phosphate-solubilizing Bacteria Fertilizers on Tea Plant Growth and Tea Quality (Report of 1<sup>st</sup> Year)

Jia-Ru Dai<sup>1</sup> Shiou-Ruei Lin<sup>1,\*</sup> Jin-Chih Lin<sup>2</sup> Chui-Feng Chiu<sup>3</sup>  
Hsien-Tsung Tsai<sup>1</sup>

## Summary

In Taiwan, it is not requested to submit an experiment report of fertilizer effect whenever application for registration of microbial fertilizer. Furthermore, there is no regulation for the quantitative test of activity indicators. All of these factors could explain why both of effective and non-effective responses resulted from field trials. This contradictory response has made farmers lose their confidence for the microbial fertilizers. Therefore, in this study, two commercial phosphorus-solubilizing bacteria fertilizer products were selected for this study, applied to tea fields with low, medium, and high available phosphorus levels and the effects of phosphate-solubilizing bacteria fertilizers with reduced phosphate fertilizer on tea plant growth and quality were investigated. Results showed that after using two commercial phosphate solubilizing bacteria fertilizers, population of phosphate solubilizing bacteria of rhizosphere and non-rhizosphere soils were both higher than those before application but there were no significant difference among treatments. There were of no effect on the yields of tea leaves and nutrients content of tea with phosphate solubilizing fertilizers. For sensory evaluation, the treatment 1 was the best consistently in the three different levels of soil available phosphate experimental areas, which means to promote green tea quality. Therefore, the selection of a suitable microbial fertilizer based on soil properties can effectively improve tea quality.

**Key words:** Tea, Available phosphorous, Phosphorus-solubilizing bacteria fertilizer

---

1. Assistant Researcher, Associate Researcher, Chief of Tea Agronomy Section, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, ROC.

2. Chief of Industry Service Section, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, ROC.

3. Researcher and deputy director, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, ROC.

\* Corresponding author



# 土壤水分境況對茶樹芽葉生育之影響

鄭混元<sup>1</sup>

## 摘要

本試驗目的在於探討土壤水分境況對茶樹芽葉生育之影響，利用不同的土壤水分張力為灌溉起點之水管理方法，藉以了解茶樹需水量之最適範圍，做為省水灌溉之參考依據。由試驗結果顯示土壤水分張力計讀值與土壤水分含量兩者求得之直線迴歸方程式為  $y$  (土壤水分含量) =  $28.3 - 0.1107 x$  (土壤水分張力計讀值)。當土壤水分張力達到 100 分巴以上時對茶樹芽葉生育即產生顯著的影響，不同茶樹品種對土壤水分境況呈現不同的反應，其影響程度以青心烏龍大於臺茶 12 號及嫁接烏龍。當土壤水分張力達到 80 分巴再供給水分，對嫁接烏龍及青心烏龍的芽葉生育就會有比較明顯的影響，而臺茶 12 號尚可忍受較高的土壤水分張力。由灌溉水量及芽葉生育來看，連續(0) 及 20 分巴供水其灌溉水量最高，並不能有效的節省水源，若能控制在 40 至 60 分巴再進行灌溉，茶樹芽葉生育幾乎不受影響，亦能達到省水灌溉之目的。由此，顯示利用土壤水分張力計進行茶樹水分管理可以有效的減少灌溉水量。

**關鍵字：**茶樹、土壤水分境況、土壤水分張力、灌溉、芽葉生育

## 前言

適量的灌溉可以提昇茶樹芽葉品質及產量，尤其在旱季灌溉的效益更加明顯（黃，1983、1988）。茶樹全年的需水量在 1,100-1,300 公釐的降雨量，以土層 0-50 公分土壤水分最為重要，灌溉水量一次供給 60 公分根層之有效水分已足夠根部之有效吸收（黃，1983）。小葉種茶樹平均日耗水量在 10-20 °C 為 1.24-1.5 公釐，23-28 °C 為 1.34-2.68 公釐，其耗水量與氣溫成正比（吳及常，1971）。黃（1988）指出茶園以軟質聚乙烯（PE）穿孔管實施冬季灌溉，每日施灌水量 2 公釐較適宜，噴灑灌溉則以採行一次灌溉水量一次供給為宜（黃，1983）。灌溉過量造成茶樹濕害，其吸收根顯著減少，且集中分佈於土壤表層，輪導根短，呈水平狀態伸展，分佈較淺，主根難以往下伸長，植株生長緩慢，分枝稀少，枝條出現灰枯死亡現象（許及葛，1993）。以地下部最早出現症狀，首先細根變黑，隨後粗根變黑腐爛，葉片黃化脫落，造成茶樹矮小、葉薄、芽稀、發芽遲、生長慢、對口芽多，茶葉不耐沖泡、產量低、品質差，甚至枯死（李，2004）。具有蓄水灌溉設施系統良好的茶區，在豐水期能發揮貯水功能，提供茶園灌溉。由於用水取得容易常造成茶園灌溉過量的現象發生，對幼木或成木茶樹生長及製茶品質造成不利的影響，因此，水資源的合理應用相當重要。

茶樹旱害係屬於漸進累積性天然災害，受害時在葉片未出現萎凋癟狀前，肉眼不易辨識，當茶樹新梢已呈現受害癟狀，一兩天內即發生枝枯現象（陳及馮，1994）。茶樹發生缺水直接反應在新梢停止生長，芽葉容易形成對口，色澤黃綠，內折度大，節間短、葉面積小，百芽鮮重減輕、短小

---

1. 行政院農業委員會茶業改良場臺東分場 前副研究員兼茶作股長。臺灣 臺東縣。

且芽葉數明顯減少，造成減產（陳及蔡，1992；Burgess, 1996）。陳（1997）亦指出當土壤水分含量低時，生長發育受阻，葉面積減少，葉片變薄，節間伸長遲緩，且茶菁產量明顯降低（Odhiambo et al., 1993），產量的減少是由於芽葉生育受抑制，芽葉萌發、葉面積及生長速度明顯降低（Stephens and Carr, 1993; Stephens and Carr, 1994）。茶樹遭遇長時間的高溫、乾旱及強光照後，會出現葉片變色、枯焦、脫落，枝條乾枯，直至整株茶樹枯死，為茶樹熱旱的主要癥狀（尚及韓，2013）。茶樹生長旺盛，根系發達，其抗旱能力較強（盧等 2013）。余及黃（2013）指出樹勢健壯，根系深廣，葉片結構緊湊，葉面光滑，葉質硬，葉脈密，角質層厚質，新梢持嫩性強的品種，往往抗旱性較強。具有較高根冠比的品種其抗旱性也較強（伍，1991）。抗旱性較強的品種其比葉面積一般較小，葉片小而直立的中國類型茶樹，由於在單位面積葉片上所截留的輻射能量較少，因而在耐熱和抗旱能力上優於葉片大而水平著生的阿薩姆類型茶樹（伍，1991；伍等，1991）。潘等（1999）指出茶樹對高水量有較強的適應性，在高濕、中濕條件下，葉片水勢變化小，僅下降 1-2 巴，但在低濕條件下降幅度大，顯示耐旱性強的品種可保持較高的水勢，在逆境條件下尚能保持較強的光合作用。一般認為低水勢的品種較不耐旱（Odhiambo et al., 1993），葉片水勢高的品系對乾旱忍耐力較強（Sandanam et al., 1981）。

由於全球氣候變遷造成氣候異常現象逐年增加，在水資源有限之情況下，茶樹省水栽培為茶園管理的一項重要措施。茶樹定植後之幼木茶園往往給予太多的水分，以致茶園土壤過於潮溼，有數蓋之茶園土壤含水量更高且持續時間長，造成茶樹根系呈現水平方向生長，無法向下往土壤深層伸長，而且根系受到浸水之影響，地上部呈現黃化枯萎現象，嚴重時凋萎枯死。在成木茶園常過量灌溉，不但造成水資源的浪費，而且由於茶樹根系過淺，當遭逢乾旱缺水逆境，無論幼木或成木茶樹往往無法忍受而衰弱或枯死，以致茶樹生長年限有逐漸縮短之現象，因此，亟需建立茶園合理的灌溉來提高茶樹對逆境（乾旱、病蟲害）之抵抗力，使根系往下生長，讓茶樹生長更健康。所以本試驗目的在探討土壤水分境況及管理對茶樹芽葉生育之影響，利用不同的土壤水分張力為灌溉起點之水分管理方法，藉以了解茶樹需水量之最適範圍，做為省水灌溉之參考依據。

## 材料與方法

### 一、材料

本研究在茶業改良場臺東分場進行盆栽試驗，以臺茶 12 號、嫁接烏龍及青心烏龍扦插苗定植於高 33 公分、寬 26 公分、底徑 20 公分之白色塑膠盆鉢。嫁接烏龍係以臺茶 12 號為砧木品種，青心烏龍為接穗品種。茶樹生長至三年生再移入溫室，分別於萌芽期及一葉期進行土壤水分試驗。萌芽期為樹冠茶芽萌發達 70% 左右為萌芽日（魚葉開展算萌芽），一葉期係茶芽達到一芽一葉的時期。

### 二、方法

#### （一）試驗處理

##### 1. 土壤水分境況試驗

試驗處理以土壤水分張力計設定 0、50、100、150 及 200 分巴，待茶樹達到此張力計讀值再持續供給水分，每日灌溉水量 200 ml，另以茶樹生長期間全期不供水為對照組（CK）。每處理 4 盆鉢，六處理，三品種計 72 盆。

##### 2. 土壤水分管理試驗

試驗處理以 0、20、40、60、80 分巴之土壤水分張力為灌溉起點，待茶樹達到此張力計讀值再供給水分，每次灌溉水量 200 ml，另以茶樹生長期間全期不供水為對照組（CK）。每處理 4 盆鉢，

六處理，三品種計 72 盆。

## (二) 試驗設計

試驗設計採裂區設計，主區為品種，副區為不同水分處理，四重複。

## (三) 調查項目

### 1. 土壤水分張力測定

將土壤水分感測器 (watermark sensor, model 200SS, IRRMETER COMPANY, INC) 埋設在盆鉢深度 15 公分處，每日以土壤水分測定儀 (watermark digital meter, IRRMETER COMPANY, INC) 測定土壤水分張力，為一台手握式儀器，將纜線配置的彈簧夾，連接感測器接頭，讀取數值並記錄，量測範圍在 0 至 200 分巴 (centibars)，進行土壤水分調控。

### 2. 土壤水分含量測定

取盆鉢土壤稱重，於室內陰乾，再稱重，換算土壤水分含量。再由土壤水分張力計讀值與土壤水分含量求得兩者之迴歸方程式，並計算不同土壤水分張力之土壤水分含量。

### 3. 供水量記錄

分別於春秋兩季調查量測不同土壤水分管理茶樹生長期間灌溉水量。

### 4. 芽葉生育調查

盆鉢茶樹調查茶芽及葉片農藝性狀，包括茶芽鮮重與乾重、茶芽含水量、芽長、節間長、節間徑、葉厚、葉長、葉寬、葉面積。

(1) 茶芽鮮重與乾重：取採摘茶芽秤鮮重，置入烘箱乾燥後秤乾重。

(2) 茶芽含水量：取茶芽秤取鮮重(FW)後置入 80°C 烘箱，於烘乾 72 小時後秤取乾重(DW)，由公式  $(FW - DW) / FW$ ，計算茶芽含水量。

(3) 芽長：測量全芽長度，由芽葉基部至頂端之長度。

(4) 節間徑：第二及第三節間枝梗直徑。

(5) 節間長：第一葉腋至第二葉腋及第二葉腋至第三葉腋之長度。

(6) 葉長：測量第二葉、三葉片最長之長度。

(7) 葉寬：測量第二葉、三葉片最寬之寬度。

(8) 葉面積：葉長×葉寬×0.7。

(9) 葉厚：以厚度計測量葉片中間主脈二旁厚度。

## 三、資料分析

上述分析資料利用 SAS 統計分析，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。

## 結果與討論

### 一、土壤水分張力計讀值與土壤水分含量之關係

由土壤水分張力計讀值與土壤水分含量兩者求得之直線迴歸方程式為  $y$  (土壤水分含量) =  $28.3 - 0.1107x$  (土壤水分張力計讀值) (圖一)，藉由此方程式計算出不同土壤水分張力計讀值之土壤水分含量列於表一，當土壤水分張力為 0 分巴，即茶樹全期 (每日連續) 供水，其土壤水分含量為 28.30%，當土壤水分張力在 50 至 200 分巴，其土壤水分含量為 22.16 至 6.15%。在 20 至 80 分巴則為 26.09 至 19.44% (表一)。由此可看出當土壤水分張力在 150 分巴以上時，其土壤水分含量已相當低。鄭 (2003) 調查茶園旱害發生時之表底土含水量分別為 8.7 及 14.8%，七至八月高溫日照

強，茶園土壤水分張力大多維持在 100 分巴以下，有時會達到 150 分巴。

## 二、茶樹芽葉生長期供水量比較

春季茶樹芽葉生長期連續每日供給 200 ml 水量，全期灌溉水量可達 5,400 ml，灌溉次數高達 27 次。當土壤水分張力在 20 分巴再給供水灌溉，其灌溉水量以臺茶 12 號最高為 2,200 ml，其次為嫁接烏龍 1,800 ml，青心烏龍灌溉水量最少為 1,200 ml，三個品種之灌溉水量尚不及連續供水之半。在土壤水分張力達到 80 分巴再給供水灌溉，三個品種灌溉水量差異不大，分別為 1,200、1,000 及 1,200 ml。40 及 60 分巴時供水量以臺茶 12 號及青心烏龍高於嫁接烏龍。臺茶 12 號以全期供水灌溉水量最高，為 5,400 ml，其次為 20 分巴，其灌溉水量為 2,200 ml，60 分巴為 1,600 ml，40 及 80 分巴灌溉水量 1,200 ml 為最低。嫁接烏龍在 40 至 80 分巴其灌溉水量差異不大，為 800 至 1,000 ml。青心烏龍除了全期供水灌溉水量為 5,400 ml，其他不同水分管理其灌溉水量約略相同，為 1,200 至 1,400 ml（表二）。

秋季茶樹生長期連續每日供給 200 ml 水量，全期灌溉水量可達 4,800 至 5,800 ml，灌溉次數高達 24 至 29 次，以嫁接烏龍及青心烏龍灌溉水量高於臺茶 12 號。當土壤水分張力在 20 分巴再供水灌溉，其灌溉水量以臺茶 12 號及嫁接烏龍最高為 2,400 ml，青心烏龍灌溉水量最少為 2,000 ml，三個品種之灌溉水量尚不及連續供水之半。在土壤水分張力達到 40 分巴再供水灌溉，三個品種灌溉水量差異大，以嫁接烏龍高達 2,200 ml，其次為臺茶 12 號 1,600 ml，青心烏龍最低為 1,200 ml，當土壤水分張力在 60 至 80 分巴，以嫁接烏龍灌溉水量高達 2,400-2,600 ml，青心烏龍 1,600-2,000 ml，臺茶 12 號 1,400 ml（表二）。

由上述可看出春季臺茶 12 號及嫁接烏龍在不同水分管理之間，其需水量呈現較大的差異，而青心烏龍差異則不明顯。秋季則以臺茶 12 號及青心烏龍呈現較大的差異，嫁接烏龍反而不明顯。其原因可能在於臺茶 12 號茶樹植株（地上及地下部）大於嫁接烏龍及青心烏龍，以致需水量有較大的變動，其次可能在於茶季氣候環境的影響。利用土壤水分張力計進行茶樹水分管理可以有效的減少灌溉水量。由灌溉水量來看，連續（0）及 20 分巴供水其灌溉水量最高，並不能有效的節省水源，若能控制在 40 至 60 分巴再進行灌溉，可以達到省水灌溉之目的。以下再分別從土壤水分境況及水分管理對茶樹芽葉生育之影響，由茶芽及葉片性狀對土壤水分張力之反應，綜合研判茶樹需水量之最適範圍。

## 三、土壤水分境況對茶樹芽葉生育之影響

由萌芽期試驗結果顯示臺茶 12 號茶芽鮮重，在土壤水分張力達到 150 分巴已顯著受影響，芽長、節間長與徑、第三葉長、葉寬及葉面積呈現相同的結果。雖然葉厚隨著土壤水分張力上升而變薄，但並未達到顯著的差異。茶芽含水量、第二節間徑反而以土壤水分張力 50 或 100 分巴高於全期供水，而且達到顯著的差異。大部分芽葉性狀在土壤水分張力 150 或 200 分巴與全期不供水沒有顯著的差異。嫁接烏龍大部分芽葉性狀在土壤水分張力達到 150 分巴已影響顯著，土壤水分張力在 50 至 100 分巴之芽葉性狀則與全期供水差異不顯著，葉厚幾乎不受影響，土壤水分張力 50 分巴之節間長與徑反而高於全期供水，而且達到顯著的差異。大部分芽葉性狀在土壤水分張力 150 至 200 分巴與全期不供水沒有顯著的差異。青心烏龍對土壤水分張力之反應最為明顯，在 100 分巴已顯著影響芽葉生育，茶芽鮮重與含水量、芽長、第二葉長、葉寬及葉面積與全期供水達到顯著的差異，而且部分性狀在 50 分巴已稍受影響，葉厚則未受影響，土壤水分張力 100 分巴之茶芽乾重、節間長、第二節間徑、第三葉長、葉寬及葉面積與全期不供水差異不顯著（表三）。

由一葉期試驗結果顯示臺茶 12 號之茶芽鮮重，在土壤水分張力達到 150 分巴，才與全期供水及 50 分巴達到顯著的差異，與 100 分巴則差異不顯著。芽長、節間長、第二節間徑在土壤水分張力 100 分巴已顯著受影響。部分芽葉性狀在土壤水分張力 200 分巴才與全期不供水差異顯著。葉厚

則隨土壤水分張力上升而呈現愈薄之趨勢。嫁接烏龍茶芽鮮重與含水量、芽長、第二葉長、葉寬及葉面積在土壤水分張力 100 分巴已呈現顯著的影響，其他芽葉性狀在 150 或 200 分巴與全期供水並未達到顯著的差異。大部分芽葉性狀在土壤水分張力 200 分巴與全期不供水差異不顯著。葉厚則隨土壤水分張力上升而呈現愈薄之趨勢。青心烏龍茶芽鮮重在土壤水分張力 200 分巴才顯著受影響，其他芽葉性狀大致上呈現相同的結果，大部分芽葉性狀在土壤水分張力 200 分巴與全期不供水差異不顯著。葉厚則隨土壤水分張力上升而呈現愈薄之趨勢，在 50 分巴就與全期供水達到顯著的差異（表四）。

由上述結果顯示不同品種對土壤水分境況呈現不同的反應，萌芽期的影響程度以青心烏龍大於臺茶 12 號及嫁接烏龍，青心烏龍在土壤水分張力 50 分巴以上，芽葉生育已受影響，臺茶 12 號及嫁接烏龍則需至 100 分巴以上才受影響，萌芽期處理之芽葉生育隨著土壤水分張力的升高而有一致性的變化。一葉期大部分芽葉性狀是以臺茶 12 號及嫁接烏龍的影響程度大於青心烏龍，可能在於臺茶 12 號及嫁接烏龍枝葉較多，在相同的供水量下所需水量較大，以致深受影響。青心烏龍樹體小，水分需要量較少，所以無論在何種水分張力下供水，需要的水分已足夠，其所受的影響較小，但由葉厚的變化可以看出青心烏龍在土壤水分張力 50 分巴就已顯著影響。一葉期處理之臺茶 12 號及嫁接烏龍芽葉性狀隨著土壤水張力的升高而有一致性的變化，青心烏龍則變化較不一致。綜合上述，臺茶 12 號與嫁接烏龍當缺水至土壤水分張力 100 分巴，青心烏龍則視生育期在 50 或 100 分巴，茶樹芽葉生育還不致於受到嚴重的影響。由不同土壤水分境況試驗可看出，在土壤水分張力 100 分巴以上，即土壤水分含量在 17.23% 以下，茶樹芽葉生育才受影響，當土壤水分張力達到 150 分巴，土壤水分含量為 11.69%，已顯著影響芽葉生育。鄭（2003）調查茶園發生旱害時之土壤水分含量，當表土（0-20 cm）為 7.7-10.9%，底土（20-40cm）為 13.1-16.2，茶樹受害率在 20-70% 之間。一般而言茶樹生長最適宜的土壤相對含水量為 70-90%，低於 70% 茶樹生長及代謝即產生不利的影響（伍等，1991）。在一定的土壤水分範圍內，土壤相對含水量 70% 以上，土壤水分的降低並不影響根系的生育，反而對吸收根具有促進作用（段，1992）。本試驗有些芽葉性狀在土壤水分張力 50 分巴反而優於全期供水。在土壤田間容水量條件下，芽葉質地柔軟，色澤青翠，製茶品質良好（陳及蔡，1992）。當土壤水分張力在 0.01-0.08 Mpa，茶樹生長較適宜，達到 0.1 Mpa（1 巴）以上，表示土壤已開始缺水，茶樹生長易遭旱熱危害，應進行茶園灌溉（許，1993）。由本試驗結果顯示茶園水分管理可以設定在土壤水分張力 100 分巴以內來調整。

#### 四、土壤水分管理對茶樹芽葉生育之影響

由夏季萌芽期試驗結果顯示臺茶 12 號在土壤水分張力 20 分巴再行供水，茶芽鮮乾重、芽長、節間長、第二葉長、寬與第二及三葉面積低於全期供水，而且達到顯著的差異，其中節間徑、第三葉寬及葉厚則需至 40 分巴才顯著影響，可以看出當土壤水分張力在 20 或 40 分巴再供水，部分芽葉性狀已受影響。土壤水分張力在 20 至 80 分巴之間，大部分芽葉性狀沒有顯著的差異，由此顯示在 20 至 80 分巴土壤水分張力下供水，對芽葉生育有相同的影響。嫁接烏龍在土壤水分張力 20 分巴再行供水，茶芽鮮重、第二葉長及葉面積低於全期供水，而且達到顯著的差異，其他芽葉性狀則需至土壤水分張力 60 或 80 分巴才呈現顯著的差異，土壤水分張力在 20 至 80 分巴之間，大部分芽葉性狀並沒有顯著的差異，對芽葉生育的影響相近於臺茶 12 號。青心烏龍在任何土壤水分張力下再行供水幾乎沒有顯著的差異，而且大部分芽葉性狀與全期供水差異不顯著，雖然葉面積在土壤水分張力 20 至 80 分巴差異不顯著，但還是可以看出當土壤水分張力在 60 分巴再行供水則已受影響。部分芽葉性狀則與全期不供水處理達到顯著的差異（表五）。

由秋季萌芽期試驗結果顯示臺茶 12 號在土壤水分張力 40 分巴再供水，茶芽鮮乾重、芽長、葉長、葉寬及葉面積高於全期供水，而且達到顯著的差異，土壤水分張力在 20、60、80 分巴之芽葉

性狀並沒有顯著的差異，其部分性狀與全期不供水差異顯著，葉厚在處理間互有高低，並無一致性的變化。由此可看出在適當的土壤水分張力灌溉，茶樹芽葉生育較佳，土壤水分過多或少皆不利於茶樹芽葉生育。嫁接烏龍在土壤水分張力 20 分巴再行供水，茶芽乾重、第一節間徑、葉厚、第二葉面積高於全期供水處理，而且達顯著的差異，土壤水分張力 20 至 80 分巴大部分芽葉性狀沒有顯著的差異，但與全期不供水差異顯著。由此顯示無論在 20 至 80 分巴土壤水分張力下供水，對芽葉生育有相同的影響。青心烏龍在任何土壤水分張力下再行供水幾乎沒有顯著的差異，而且大部分芽葉性狀與全期供水差異不顯著，只有第一節間長及第二葉厚顯著影響，土壤水分張力 20 至 80 分巴大部分芽葉性狀幾乎沒有顯著的差異，但與全期不供水差異顯著。由此顯示無論在 20 至 80 分巴土壤水分張力下供水，對芽葉生育有相同的影響（表六）。

由一葉期試驗結果顯示臺茶 12 號在土壤水分張力 20 分巴再行供水，茶芽鮮重與全期供水達到顯著的差異，有些性狀則需至土壤水分張力 40 分巴以上才呈現顯著的差異，大部分芽葉性狀在不同的土壤水分張力未達顯著差異，但與全期不供水差異顯著，由此顯示在 20 至 80 分巴土壤水分張力下供水，對芽葉生育有相同的影響。嫁接烏龍在土壤水分張力 60 分巴再行供水，茶芽鮮乾重、芽長、節間徑、葉長、第二葉寬、葉厚、第二葉面積低於全期供水，而且達到顯著的差異，無論何種土壤水分張力大部分芽葉性狀與全期不供水呈現顯著的差異。由此顯示當土壤水分張力至 60 分巴再供水，才會顯著影響芽葉生育，葉厚則隨土壤水分張力上升而變薄。青心烏龍在土壤水分張力 40 分巴再供水，大部分芽葉性狀高於全期供水，但幾乎未達顯著的差異，土壤水分張力 20 至 60 分巴各芽葉性狀互有高低，並未有一致性的變化，至 80 分巴芽葉生育已受影響，土壤水分張力 20 至 80 分巴之芽長、第二葉長、葉寬、葉厚及葉面積與全期不供水達到顯著的差異。由此顯示土壤水分張力至 80 分巴供水，已顯著影響芽葉生育（表七）。

由上述結果顯示不同品種對土壤水分管理呈現不同的反應。萌芽期處理之青心烏龍在土壤水分張力 60 分巴以上再供水，芽葉生育已受影響，臺茶 12 號及嫁接烏龍無論在 20 至 80 分巴土壤水分張力下供水，對芽葉生育有相同的影響。一葉期處理之臺茶 12 號無論在 20 至 80 分巴土壤水分張力下供水，對芽葉生育有相同的影響，嫁接烏龍及青心烏龍則分別在土壤水分張力 60 及 80 分巴才會受影響。由本試驗結果可以看出在低土壤水分張力並不一定有較佳的芽葉生育，而且不能達到省水灌溉。以水分張力計監控土壤水分可以達到省水灌溉，唯應用時尚需注意茶樹芽葉生育情形，再藉由水分張力計讀值配合芽葉性狀的變化，才能夠更加精準來管理茶園水分與灌溉。各種作物有其生長最適土壤水分範圍，如超過此一數值，即應加以灌溉，柑橘類在 30-90 分巴，酪梨 40-50 分巴，葡萄 30-50 分巴，香蕉 30 分巴，枇杷 10-70 分巴，番石榴 20-40 分巴（顏等，1996）。作物最易有效利用的水分，張力範圍只在 -1 巴以內，因此，一般作物的土壤水分管理，是保持水分在 -0.1 至 -1 巴的張力範圍內，針對園藝作物，為了保障作物維持最足量的水分消耗，蔬果類開始灌溉基準點大多訂定在 -0.3 巴或 -0.5 巴，果樹則為 -0.5 巴 或 -0.6 巴（向及吳，2004）。在水資源不充足的狀況下，以經濟用水及節能灌溉為原則，當土壤水分 PF 值達到 2.97，接近 1 巴，或土壤濕度降至田間容水量的 70% 左右才進行茶園灌溉，是茶樹最低的灌溉指標，在水源豐富灌溉指標可提高至 PF 2.78，有利於茶葉的生產（諶等，1985）。土壤田間容水量在 90-100%，PF 值常在 1.5-2.0，新梢生育旺盛，茶樹生長適宜的土壤含水量應為田間容水量的 90% 以上，PF 值為 2 左右，在高溫季節，土壤含水量達到田間容水量的 70% 左右，PF 值為 2.7 左右，即需進行灌溉（潘及顧，2006）。由本試驗結果顯示土壤水分張力範圍若能控制在 40 至 60 分巴再進行灌溉，茶樹芽葉生育幾乎不受影響，能達到省水灌溉之目的。

由於智慧化科技時代的來臨，以及對氣候變遷，市場需求之因應，茶業生產者必須以更精準的方式來管理茶園，尤其大面積經營者需要隨時監測茶園，藉以調整栽培管理方式及達到預警作用，

對土壤水分的管理可以利用水分張力計來觀測，並與電腦連線監測。現階段小面積農戶，很多是青年農民，對科技化的農機具並不陌生，因土壤水分測定儀較為昂貴，且需要較多的程序來測定，因此，可以先行利用簡易的土壤水分計隨時監測，即能有計畫的管理土壤水分調控灌溉，唯開始應用前需先了解茶園的土壤水分含量與土壤水分張力計讀值之關係，計算出 40 至 60 分巴之土壤水分含量，此方面田間應用技術可由改良場專業人員至現場操作及輔導推廣應用。

## 結 論

茶樹生長需要水分，過多或缺少水分皆會影響芽葉生育，適量的水分供應為茶樹生長良好的條件之一。由本試驗結果顯示過量灌溉並不能獲得較佳的芽葉生育，而且會造成水源的浪費。由於灌溉水源豐富，常因過量灌溉，以致可能是造成茶樹衰弱，以及茶葉品質不佳之原因，唯有合理的灌溉才能確保茶菁品質，獲得較佳的茶葉品質。綜合試驗結果可知，當土壤水分張力超過 100 分巴時茶樹芽葉生育即受影響，茶樹進行土壤水分管理應設定在 100 分巴以內來調控灌溉，再由不同土壤水分管理之芽葉性狀調查結果得知，當土壤水分張力達到 80 分巴再供給水分，對嫁接烏龍及青心烏龍芽葉生育就會有比較明顯的影響，而臺茶 12 號尚可忍受較高的水分張力。雖然全期供水有較佳的芽葉生育，但與其他處理差異並不是非常明顯，而且品種間的表現也有差異，在青心烏龍全期供水芽葉生育並非最佳，由灌溉水量及芽葉生育來看，全期供水 (0) 及 20 分巴供水其灌溉水量最高，並不能有效的節省水源，若能控制在 40 至 60 分巴再進行灌溉，茶樹芽葉生育幾乎不受影響，能達到省水灌溉之目的。

## 參考文獻

1. 伍炳華. 1991. 茶樹水分生理及抗旱性的研究概況與探討. 茶葉科學簡報 130: 1-15、22。
2. 伍炳華、韓文炎、姚國坤. 1991. 茶樹對土壤乾旱的生理反應. 中國茶葉 6: 2-3。
3. 向為民、吳宗諺. 2004. 農田土壤水分管理. 花蓮地區土壤特性及合理化施肥研討會論文集. pp. 64-68. 行政院農業委員會花蓮區農業改良場編印。
4. 余繼忠、黃海濤. 2013. 茶樹早熱害情況分析與災後恢復技術措施. 杭州農業與科技 5: 38-40。
5. 尚強、韓文炎. 2013. 2013 年茶樹熱旱害症狀及分級方法. 中國茶葉 9: 18-19。
6. 李淑美. 2004. 水分對茶樹所造成生理障礙. 植物保護圖鑑系列 4-茶樹保護 pp. 119-123. 行政院農委會動植物防疫檢疫局。
7. 段亮. 1992. 茶樹的抗旱生理研究 (之一) - 水分脅迫對茶樹生育的影響. 茶葉科學技術 134: 12-15。
8. 吳振鐸、常昭鳴. 1971. 茶樹灌溉對產量及其品質之影響. 臺灣省茶業改良場報告 53: 3-5。
9. 陳國任、蔡文福. 1992. 缺水及不同溫度處理對茶樹芽葉生育之影響. 臺灣茶業研究彙報 11: 31-42。
10. 陳玄、馮鑑淮. 1994. 茶樹旱害及其影響因子調查. 中華農業氣象 1: 133-141。
11. 陳彥熏. 1997. 不同土壤水分含量對茶樹生長、生理反應及芽葉化學組成份之影響. 國立中興大學植物學研究所碩士論文. 臺灣 臺中。
12. 許允文、葛鐵鈞. 1993. 茶樹濕害及其防救. 中國茶經 pp. 381-382. 陳宗懋主編. 上海文化出版社。

13. 許允文. 1993. 茶園灌溉與排水. 中國茶經 pp. 340-347. 陳宗懋主編. 上海文化出版社。
14. 黃騰鋒. 1983. 灌溉頻率對茶樹生育之影響. 臺灣茶業研究彙報 2: 18-24。
15. 黃騰鋒. 1988. 不同灌溉水量對茶樹生育之影響及灌溉效益之研究. 臺灣茶業研究彙報 7: 35-41。
16. 鄭混元. 2003. 乾旱對花東地區茶樹產量影響及因應措施之研究. 臺灣茶業研究彙報. 22: 57-78。
17. 潘根生、駱耀平、錢利生. 1999. 茶樹葉水勢、萎凋係數與耐旱力的關係. 茶葉 25: 147-149。
18. 潘根生、顧冬珍. 2006. 茶園噴灌效應及其技術指標. 茶樹栽培生理生態. pp. 168-173. 中國農業科學技術出版社。
19. 謔介國、劉志明、張振德. 1985. 茶樹需水規律和茶園噴灌的研究. 中國農業科學 2: 36-43。
20. 盧健、朱全武、駱耀平. 2013. 茶園旱熱害及其防治與補救措施. 茶葉 39: 153-155。
21. 顏昌瑞、柯立祥、施昭彰. 1996. 果樹生育與水分控制. 果園自動灌溉技術. pp. 27-37. 柯立祥主編. 國立屏東技術學院。
22. Burgess, P. J. and Carr, M. K. V. 1996. Responses of young tea (*Camellia sinensis*) clones to drought and temperature. I. Yield and yield distribution. *Expl. Agric.* 32: 357-372.
23. Odhiambo, H. O., Nyabundi, J. O. and Chweya, J. 1993. Effects of soil moisture and vapour pressure deficits on the shoot growth and the yield of tea in the highlands. *Expl. Agric.* 29: 341-350.
24. Sandanam, S., Gee, G. W. and Mapa, R. B. 1981. Leaf diffusion resistance in clonal tea (*Camellia sinensis* L.) effects of water stress, leaf age and clones. *Ann. Bot.* 47: 339-349.
25. Stephens, W. and Carr, M. K. V. 1993. Responses of tea (*Camellia sinensis*) to irrigation and fertilizer: III Shoot extension and development. *Expl. Agric.* 29: 323-339.
26. Stephens, W. and Carr, M. K. V. 1994. Responses of tea (*Camellia sinensis*) to irrigation and fertilizer: IV Shoot population density, size and mass. *Expl. Agric.* 30: 189-205.

# Effect of Soil Moisture Regime on the Shoot Growth of Tea Tree

Hun-Yuan Cheng<sup>1</sup>

## Summary

The purpose of this experiment was to inquiry the effects of soil moisture regime and on the shoot growth of tea tree (*Camellia sinensis* L.), and to use different soil moisture tensions as the moisture management method for the irrigation starting point. In order to understand the optimum range of tea tree water requirements, it could be as a reference for water saving irrigation. According to the experimental results, the linear regression equation obtained from the reading of soil moisture tension meter and the soil moisture content was  $y$  (soil moisture content) =  $28.3 - 0.1107x$  (reading of the soil moisture tension meter). When the soil moisture tension reached more than 100 cbar, it had a significant effect on tea shoot growth. Different tea tree cultivar showed different responses to soil moisture regime, and the degree of influence was higher in Chin-Shin Oolong than in TTES No. 12 and grafted Oolong. When the soil moisture tension reached 80 cbar and then supply water, it would have a significant impact on the shoot growth of grafted Oolong and Chin-Shin Oolong, while TTES No. 12 could still tolerate higher soil moisture tension. According to the amount of irrigation water and shoot growth, continuous (0) and 20 cbar water supply have the highest amount of irrigation water, which does not effectively save water resources. If it is possible to conduct irrigation at 40-60 cbar, tea shoot growth will be almost unaffected. Could also achieve the purpose of water saving irrigation. This shows that the use of soil moisture tension meter for tea tree water management can effectively reduce the amount of irrigation water.

**Key words:** Tea tree, Soil moisture regime, Soil moisture tension, Irrigation, Shoot growth

---

1. Former Associate Agronomist, Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan R.O.C.

表一、不同土壤水分張力之土壤水分含量

Table 1 Soil moisture content of different soil moisture tension

土壤水分張力 soil moisture tension	土壤水分含量 soil moisture content	土壤水分張力 soil moisture tension	土壤水分含量 soil moisture content
cbar	%	cbar	%
50	22.76	20	26.09
100	17.23	40	23.87
150	11.69	60	21.66
200	6.15	80	19.44

表二、不同土壤水分管理茶樹之供水量比較

Table 2 Comparison of supply water amounts in different soil moisture management for tea tree

茶季 Tea season	土壤水分張力 Soil moisture tension	臺茶 12 號 TTES No.12	嫁接烏龍 Grafted Oolong	青心烏龍 Chin-Shin Oolong
	cbar		---ml---	
春茶 Spring tea	0	5,400	5,400	5,400
	20	2,200	1,800	1,200
	40	1,200	800	1,400
	60	1,600	1,000	1,400
	80	1,200	1,000	1,200
	CK	0	0	0
秋茶 Autumn tea	0	4,800	5,800	5,800
	20	2,400	2,400	2,000
	40	1,600	2,200	1,200
	60	1,400	2,400	2,000
	80	1,400	2,600	1,600
	CK	0	0	0

春茶：4/16-5/14、秋茶：9/19-10/17

表三、不同土壤水分境況對茶樹芽葉性狀之影響 (萌芽期)

Table 3 Effect of different soil moisture regime on the shoot characteristics in tea tree (burst stage)

品種 Cultivar	處理 Treat- ment	鮮重 Fresh weight	乾重 Dry weight	含水量 Water content	芽長 Shoot length	節間長 Internode length		節間徑 Internode diameter			葉長 Leaf length			葉寬 Leaf width			葉厚 Leaf thickness			葉面積 Leaf area		
						1st	2nd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
臺茶 12 號	0	1.04a	0.33a	74.2b	14.2a	1.51a	2.52ab	1.59a	1.65b	8.6a	8.6a	3.8a	3.9a	0.211a	0.226ab	22.7a	23.1a					
TTES	50	1.14a	0.25b	77.4a	12.0b	1.63a	2.38abc	1.65a	1.83a	7.7ab	8.4a	3.4ab	3.9a	0.204a	0.235a	18.7ab	23.2a					
No.12	100	1.03a	0.22bc	78.3a	12.1b	1.44a	2.89a	1.57a	1.80a	6.5bc	8.3a	2.9bc	3.9a	0.203a	0.225ab	13.2bc	22.3a					
	150	0.62b	0.16cd	73.5b	8.4c	0.84b	1.39d	1.43b	1.55b	5.2cd	5.4b	2.3cd	2.6b	0.211a	0.219ab	8.5cd	9.6b					
	200	0.47b	0.13d	73.5b	7.7c	0.78b	1.69bcd	1.33b	1.41c	4.5d	4.6b	2.2d	2.2b	0.213a	0.210b	7.2d	7.2b					
CK		0.39b	0.15d	61.6c	8.3c	0.86b	1.59cd	0.90c	1.00d	4.1d	4.8b	1.9d	2.3b	0.155b	0.152c	5.6d	8.3b					
嫁接烏龍	0	0.86ab	0.19ab	78.5a	11.2a	0.75b	1.71b	1.48b	1.51b	7.8a	8.1a	2.9a	3.0a	0.230a	0.249ab	15.6a	17.5a					
Grafted	50	1.07a	0.24a	78.1a	12.5a	1.42a	2.27a	1.73a	1.74a	7.7a	7.9a	2.9a	3.1a	0.235a	0.259a	15.8a	17.2a					
Oolong	100	0.88b	0.20a	77.7ab	11.7a	0.80b	1.64b	1.55ab	1.57ab	8.1a	7.6a	2.9a	2.9a	0.237a	0.250ab	16.6a	15.9a					
	150	0.53c	0.13bc	75.4bc	8.1b	0.40bc	0.87c	1.48b	1.50b	5.3b	5.8b	2.0b	2.1b	0.233a	0.241b	7.5b	8.7b					
	200	0.53c	0.13bc	74.7c	8.3b	0.23c	0.98c	1.42b	1.50b	5.7b	5.2bc	2.1b	1.9bc	0.240a	0.255ab	8.3b	7.1b					
CK		0.29d	0.09c	67.7d	7.5b	0.38bc	1.07c	1.18c	1.18c	5.0b	4.1c	1.8b	1.4c	0.179b	0.161b	6.3b	4.6b					
青心烏龍	0	0.64a	0.24a	77.7a	10.4a	0.62a	1.55a	1.32a	1.34ab	7.2a	6.4a	2.7a	2.4a	0.204ab	0.210a	13.7a	11.1a					
Chin-Shin	50	0.63a	0.15ab	75.9ab	9.8a	0.38ab	1.08ab	1.32a	1.27abc	7.1a	6.1ab	2.3b	2.1ab	0.218a	0.220a	11.7a	9.2ab					
Oolong	100	0.44b	0.13ab	71.9c	8.4b	0.36ab	0.94b	1.32a	1.29abc	5.8b	3.8bc	2.1b	1.5abc	0.215a	0.215a	8.6b	4.8bc					
	150	0.31c	0.09b	73.5bc	6.8c	0.20b	0.66b	1.25ab	1.20abc	4.5c	4.1bc	1.7c	1.6abc	0.214a	0.215a	5.4c	4.8bc					
	200	0.34c	0.09b	74.4bc	6.2c	0.30b	0.76b	1.39a	1.43a	4.7c	3.4c	1.7c	1.3bc	0.227a	0.219a	5.5c	3.6c					
CK		0.23c	0.09b	63.3d	6.6c	0.30b	1.02ab	1.12b	1.10c	4.2c	3.6c	1.5c	1.2c	0.179b	0.176b	4.5c	3.2c					

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$

表四、不同土壤水分境況對茶樹芽葉性狀之影響 (一葉期)

Table 4 Effect of different soil moisture regime on the shoot characteristics in tea tree (one leaf stage)

品種 Cultivar	處理 Treat-ment	鮮重 Fresh weight	乾重 Dry weight	含水量 Water content	芽長 Shoot length	節間長 Internode length	節間徑 Internode diameter			葉長 Leaf length			葉寬 Leaf width			葉厚 Leaf thickness			葉面積 Leaf area		
							1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
臺茶 12 號	0	1.45a	0.32a	77.9ab	14.1a	1.13a	2.06a	1.48a	1.51a	9.8a	9.2a	4.1a	4.1a	0.210ab	0.218ab	28.1a	26.2a				
TTES	50	1.40a	0.31ab	77.8ab	14.1a	1.06a	2.00a	1.49a	1.53a	9.8a	8.6a	4.0a	3.7ab	0.217a	0.222a	27.4a	22.3a				
No.12	100	1.21ab	0.26abc	78.7a	12.5b	0.78b	1.46b	1.41ab	1.43b	8.9ab	8.0ab	3.8ab	3.7ab	0.204ab	0.211ab	23.9ab	21.0ab				
	150	1.07b	0.25bc	76.7ab	11.8b	0.67b	1.54b	1.34b	1.39b	8.7ab	8.3ab	3.5bc	3.4bc	0.195bc	0.205ab	21.3b	19.7ab				
	200	0.95b	0.22cd	76.9ab	11.4b	0.59b	1.71ab	1.30b	1.40b	8.3b	8.1ab	3.3c	3.3bc	0.190c	0.200bc	19.5b	19.0ab				
CK		0.62c	0.16d	73.5b	9.6c	0.61b	1.479b	1.11c	1.25c	6.5c	7.0b	2.6d	2.9c	0.167d	0.183c	11.7c	14.4b				
嫁接烏龍	0	1.10a	0.22a	79.7ab	12.9a	0.65ab	1.34ab	1.44a	1.52a	9.5a	8.4a	3.1a	2.6a	0.230ab	0.241ab	20.4a	15.7a				
Grafted	50	1.18a	0.23a	80.2a	13.1a	0.71a	1.44a	1.49a	1.56a	9.9a	8.9a	3.1a	2.8a	0.237a	0.251a	21.5a	17.1a				
Oolong	100	0.89b	0.20a	77.1c	11.7b	0.64ab	1.38ab	1.42a	1.50a	8.4b	8.2a	2.6bc	2.5ab	0.217b	0.227bc	15.6b	14.6ab				
	150	0.95b	0.21a	77.8bc	11.7b	0.46bc	1.19ab	1.40a	1.47a	8.5b	7.9ab	2.9ab	2.6a	0.234a	0.242ab	16.9b	14.5ab				
	200	0.65c	0.14b	77.7bc	10.7c	0.54ab	1.48a	1.20b	1.28b	7.2c	6.8bc	2.5cd	2.3ab	0.195c	0.211c	12.4c	11.1bc				
CK		0.53c	0.13b	76.3c	9.1d	0.25c	0.95b	1.13b	1.22b	6.8c	6.4c	2.3d	2.1b	0.181c	0.189d	11.0c	9.8c				
青心烏龍	0	0.58a	0.12abc	79.3a	9.1ab	0.37a	0.63a	1.33a	1.38a	6.5ab	5.6ab	2.3ab	2.0ab	0.238a	0.233a	10.6ab	7.8ab				
Chin-Shin	50	0.62a	0.16a	74.6ab	9.6a	0.38a	0.80a	1.27ab	1.39a	7.3a	6.4a	2.4a	2.1a	0.191b	0.193b	12.5a	9.7a				
Oolong	100	0.49a	0.12abc	75.3ab	9.1ab	0.45a	0.78a	1.21bc	1.22bc	6.9ab	5.8ab	2.3ab	1.8ab	0.189b	0.179bc	11.1ab	7.3ab				
	150	0.53a	0.15ab	73.0b	9.1ab	0.30a	0.75a	1.27ab	1.33ab	7.1a	5.7ab	2.2ab	1.8ab	0.194b	0.192b	11.0ab	7.7ab				
	200	0.32b	0.10bc	66.7c	7.8bc	0.35a	0.68a	1.06d	1.09c	5.8bc	4.5b	1.9bc	1.7ab	0.161c	0.167bc	7.8bc	5.1b				
CK		0.28b	0.08c	69.8bc	6.4c	0.24a	0.55a	1.15c	1.20c	4.8c	4.5b	1.5c	1.5b	0.153c	0.153c	5.0c	4.6b				

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$

表五、不同土壤水分管理對茶樹芽葉性狀之影響（夏茶萌芽期）

Table 5 Effect of different soil moisture management on the shoot characteristics in tea tree (burst stage in summer season)

品種 Cultivar	處理 Treat- ment	鮮重 Fresh weight	乾重 Dry weight	含水量 Water content	芽長 Shoot length	節間長 Internode length			節間徑 Internode diameter			葉長 Leaf length			葉寬 Leaf width			葉厚 Leaf thickness			葉面積 Leaf area		
						1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
臺茶 12 號	0	1.04a	0.33a	74.2a	14.2a	1.51a	2.52a	1.59a	1.65a	8.6a	8.6a	3.8a	3.9a	0.211ab	0.226a	22.7a	23.1a						
TTES	20	0.88b	0.25b	71.5abc	10.8b	1.02bc	2.03bc	1.52a	1.60ab	6.1b	7.1ab	2.8b	3.3ab	0.226a	0.227a	12.2b	16.9b						
No.12	40	0.75b	0.20bc	72.9ab	10.5b	0.99c	1.74c	1.39b	1.42c	6.8b	5.8bc	3.2b	3.0bc	0.184c	0.196b	15.5b	12.6bc						
	60	0.78b	0.23b	69.6bc	10.5b	1.15bc	1.88bc	1.36b	1.41c	6.2b	6.6bc	3.0b	3.1b	0.189c	0.194b	13.1b	14.9b						
	80	0.73b	0.23b	68.9c	10.2b	1.35ab	2.30ab	1.39b	1.52bc	6.0b	6.3bc	2.8b	3.1b	0.196bc	0.205b	11.6b	13.8bc						
CK		0.39c	0.16c	61.6d	8.3c	0.86c	1.59c	0.90c	1.00d	4.1c	4.8c	1.9c	2.3c	0.155d	0.152c	5.6c	8.3c						
嫁接烏龍	0	0.86a	0.19a	78.5a	11.2a	0.75a	1.71a	1.48a	1.51a	7.8a	8.1a	2.9a	3.0a	0.230a	0.249a	15.6a	17.5a						
Grafted	20	0.66b	0.18ab	72.4a	10.0ab	0.38b	1.58a	1.42a	1.48a	6.6b	7.7ab	2.5b	2.9a	0.223a	0.230a	11.4b	16.0ab						
Oolong	40	0.70ab	0.18ab	74.3a	10.6ab	0.61ab	1.61a	1.47a	1.47a	6.7b	7.2ab	2.5b	2.8ab	0.226a	0.242a	11.6b	14.5abc						
	60	0.62b	0.17ab	72.6a	9.8ab	0.77a	1.43a	1.39a	1.39a	6.4b	6.5ab	2.4b	2.5ab	0.222a	0.229a	10.8b	11.3bc						
	80	0.59b	0.14b	74.7a	9.7b	0.68a	1.48a	1.43a	1.39a	6.4b	6.1b	2.3b	2.2b	0.234a	0.228a	10.3b	9.4cd						
CK		0.29c	0.09c	67.7a	7.5c	0.38b	1.07a	1.18b	1.18b	5.0c	4.1c	1.8c	1.4c	0.179b	0.161b	6.3c	4.6d						
青心烏龍	0	0.64a	0.14a	77.7a	10.4a	0.62a	1.55a	1.32ab	1.34ab	7.2a	6.4a	2.7a	2.3a	0.204b	0.210ab	13.7a	11.1a						
Chin-Shin	20	0.60a	0.16a	73.8b	9.5a	0.50a	1.12ab	1.48a	1.44a	6.9ab	6.0ab	2.5a	2.3a	0.213ab	0.223a	12.3ab	10.2a						
Oolong	40	0.58a	0.15a	74.3ab	9.5a	0.48a	1.14ab	1.43ab	1.34ab	6.6ab	5.4ab	2.4ab	2.4ab	0.224a	0.225a	11.4abc	7.9ab						
	60	0.48a	0.12ab	74.2ab	8.8a	0.31a	0.81b	1.41ab	1.38a	6.4ab	4.7ab	2.1c	1.6ab	0.212ab	0.217ab	9.1c	5.6ab						
	80	0.46a	0.13ab	72.2b	9.1a	0.47a	1.14ab	1.27bc	1.20bc	6.3b	5.7ab	2.2bc	2.1ab	0.197bc	0.204b	9.9bc	8.5ab						
CK		0.23b	0.09b	63.3c	6.6b	0.30a	1.02ab	1.12c	1.10c	4.2c	3.6b	1.5d	1.3b	0.179c	0.176c	4.5d	3.2b						

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$

表六、不同土壤水分管理對茶樹芽葉性狀之影響 ( 秋茶萌芽期 )

Table 6 Effect of different soil moisture management on the shoot characteristics in tea tree (burst stage in autumn season)

品種	處理	鮮重	乾重	含水量	芽長	節間長	節間徑			葉長			葉寬			葉厚			葉面積		
							Treat-ment	Fresh weight	Dry weight	Water content	Shoot length	Internode length	Internode diameter	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd
臺茶 12 號	0	0.62a	0.13b	78.8a	9.6b	0.95a	1.89a	1.50ab	1.48ab	5.5b	4.6a	2.7b	2.4b	0.214abc	0.224ab	10.2b	7.8b				
TTES	20	0.70b	0.16b	77.2a	9.9ab	0.93a	2.13a	1.54a	1.54a	5.5b	4.7a	2.7b	2.6ab	0.224ab	0.234ab	10.5b	8.5b				
No.12	40	0.91a	0.21a	76.8a	11.2a	1.03a	2.18a	1.54a	1.53a	6.8a	5.2a	3.4a	2.9a	0.225a	0.236ab	16.3a	10.7a				
	60	0.65b	0.16b	75.7a	9.7b	0.79a	2.05a	1.40c	1.53a	5.3b	5.0a	2.5b	2.6ab	0.202c	0.213b	9.5b	9.2ab				
	80	0.59b	0.14b	75.8a	9.4b	0.81a	1.81a	1.48abc	1.41b	5.4b	4.6a	2.7b	2.5b	0.210bc	0.224ab	10.3b	8.1b				
CK		0.43c	0.13b	64.8b	7.8c	0.78a	1.73a	1.43bc	1.54a	4.6c	3.5b	2.1c	1.8c	0.224ab	0.246a	6.9c	4.6c				
嫁接烏龍	0	0.49ab	0.11b	77.2a	9.6ab	0.88a	1.67a	1.45bc	1.54ab	5.6b	4.3ab	2.1a	1.6ab	0.218bc	0.212c	8.2b	5.0ab				
Grafted	20	0.64a	0.16a	74.5a	10.3a	0.73ab	1.46ab	1.66a	1.62a	6.9a	4.6a	2.4a	1.8a	0.241a	0.245ab	11.8a	5.9a				
Oolong	40	0.60a	0.15a	75.0a	9.6ab	0.68ab	0.84bc	1.54ab	1.62a	6.5ab	4.7a	2.3a	1.7ab	0.231ab	0.259a	10.5ab	6.3a				
	60	0.58ab	0.14ab	75.4a	9.7ab	0.62abc	0.62c	1.53abc	1.54ab	6.3ab	5.1a	2.2a	2.0a	0.233ab	0.240abc	10.0ab	7.2a				
	80	0.61a	0.15a	75.1a	9.2ab	0.60abc	0.60c	1.67a	1.57a	6.4ab	4.5ab	2.3a	1.7ab	0.240a	0.249ab	10.2ab	5.7a				
CK		0.16c	0.06c	60.0b	5.1c	0.35c	0.40c	1.39c	1.33b	3.6c	3.2b	1.4b	1.2b	0.201c	0.220bc	3.5c	2.7b				
青心烏龍	0	0.47a	0.12a	75.6b	8.7a	0.68a	1.07a	1.53a	1.43a	5.8a	4.0a	2.3a	1.7a	0.222a	0.233a	9.4a	4.8a				
Chin-Shin	20	0.52a	0.10a	80.2a	8.4a	0.43b	1.14a	1.42a	1.46a	5.6a	4.7a	2.2a	2.1a	0.202b	0.223ab	8.7a	6.9a				
Oolong	40	0.47a	0.11a	76.6b	8.5a	0.44b	1.15a	1.43a	1.42a	5.6a	4.5a	2.2a	2.0a	0.201b	0.220ab	8.6a	6.9a				
	60	0.46a	0.11a	75.4b	8.7a	0.45b	1.17a	1.39a	1.39a	6.1a	4.5a	2.3a	1.9a	0.204b	0.203bc	9.6a	5.9a				
	80	0.46a	0.11a	75.4b	8.5a	0.35b	1.08a	1.49a	1.41a	6.2a	4.7a	2.4a	1.9a	0.207ab	0.215abc	10.2a	6.6a				
CK		0.13c	0.05c	65.3c	4.7b	0.28b	0.47b	1.15b	1.22b	3.2b	2.4b	1.3b	1.0b	0.186c	0.205bc	3.0b	1.8b				

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$

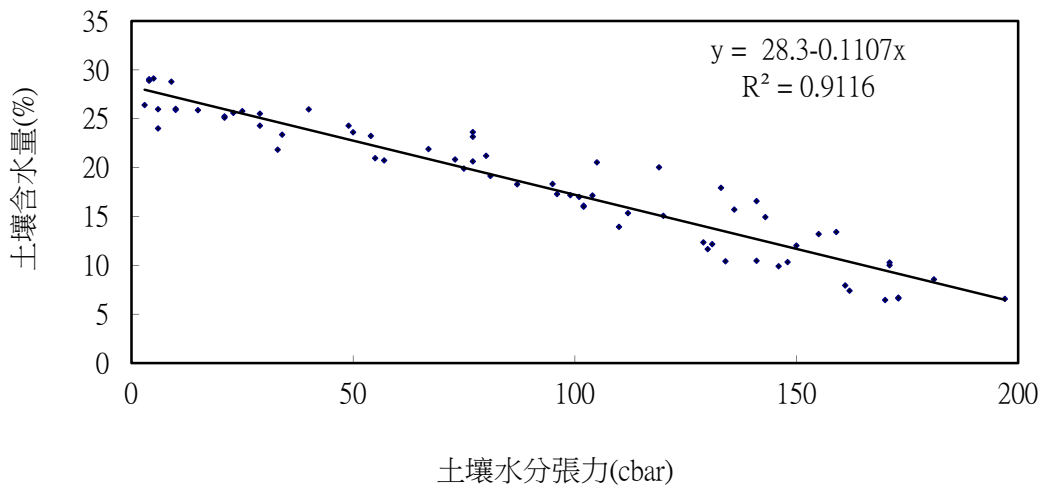
表七、不同土壤水分管理對茶樹芽葉性狀之影響 (一葉期)

Table 7 Effect of different soil moisture management on the shoot characteristics in tea tree ( one leaf stage )

品種 Cultivar	處理 Treat- ment	鮮重 Fresh weight	乾重 Dry weight	含水量 Water content	芽長 Shoot length	節間長 Internode length		節間徑 Internode diameter			葉長 Leaf length			葉寬 Leaf width			葉厚 Leaf thickness			葉面積 Leaf area		
						1st	2nd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd	1st	2nd	3rd
臺茶 12 號	0	1.45a	0.32a	77.9a	14.1a	1.13a	2.06a	1.48a	1.51a	9.2a	4.1a	4.1a	0.210a	0.218a	28.1a	26.2a						
TTES	20	1.23b	0.26b	79.3a	13.2ab	1.04ab	1.85ab	1.40ab	1.48ab	9.4ab	3.6ab	3.8ab	0.209a	0.216a	25.1ab	20.9ab						
No.12	40	1.12b	0.25b	77.6a	12.5bc	0.88bc	1.71abc	1.37bc	1.42ab	8.8b	3.7b	3.5ab	0.194a	0.207ab	21.2c	21.2ab						
	60	1.08b	0.22bc	80.0a	11.8c	0.64cd	1.36c	1.32bc	1.39b	8.7b	3.5ab	3.6b	0.203a	0.209ab	21.9bc	19.9ab						
	80	1.05b	0.25b	76.6ab	12.3bc	0.81bcd	1.47bc	1.29c	1.40b	8.8b	3.7b	3.4ab	0.193a	0.200b	23.0bc	18.5b						
CK		0.62c	0.16c	73.5b	9.6d	0.61d	1.49bc	1.11d	1.25c	6.5c	2.6c	2.9b	0.167b	0.183c	11.7d	14.4b						
嫁接烏龍	0	1.10a	0.22a	79.7a	12.9a	0.65a	1.34ab	1.44a	1.52a	9.5a	3.1a	2.6ab	0.230a	0.241a	20.4a	15.7ab						
Grafted	20	1.07a	0.22a	79.3a	12.6a	0.58ab	1.45a	1.41a	1.46a	9.4a	3.2a	2.8a	0.235a	0.243a	20.7a	17.4a						
Oolong	40	1.08a	0.23a	78.8ab	12.6a	0.67a	1.30ab	1.38a	1.47a	9.3a	3.0a	2.7ab	0.233a	0.246a	19.6a	17.2a						
	60	0.73b	0.17b	77.4ab	11.0b	0.51ab	1.36ab	1.27b	1.36b	7.9b	2.6bc	2.9bc	0.210b	0.223b	14.3bc	11.1bc						
	80	0.79b	0.17b	79.0ab	10.5b	0.36ab	1.06ab	1.35ab	1.42ab	8.3b	2.9ab	2.7ab	0.208b	0.223b	17.0ab	15.7a						
CK		0.53c	0.13b	76.3b	9.1c	0.25b	0.95b	1.13c	1.22c	6.8c	2.3c	2.1c	0.181c	0.189c	11.0c	9.8c						
青心烏龍	0	0.58ab	0.12bc	79.3a	9.1abc	0.38ab	0.63a	1.33a	1.38ab	6.5bc	5.6ab	2.3ab	0.238a	0.233a	10.6bc	7.8ab						
Chin-Shin	20	0.57b	0.15ab	73.3b	8.6bc	0.33ab	0.78a	1.28ab	1.33b	7.4b	5.8ab	2.4ab	0.202b	0.195abc	12.3ab	7.7ab						
Oolong	40	0.77a	0.20a	73.9b	10.4a	0.46a	0.86a	1.42a	1.49a	8.4a	7.1a	2.4ab	0.218ab	0.223ab	14.5a	11.0a						
	60	0.63ab	0.17ab	72.9b	9.8ab	0.42a	0.79a	1.29ab	1.35b	7.3b	4.9bc	2.5a	0.205b	0.203ab	12.9ab	6.6ab						
	80	0.44bc	0.12bc	73.1b	8.2c	0.37ab	0.59a	1.17b	1.15c	5.7c	3.5c	2.2b	0.191b	0.185bc	8.8bc	3.7b						
CK		0.28c	0.08c	69.8b	6.4d	0.24b	0.55a	1.15b	1.20c	4.8d	4.5bc	1.5c	0.153c	0.153c	5.0d	4.6b						

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$



圖一、土壤水分張力值 (X) 與土壤水分含量 (Y) 之迴歸方程式

Fig. 1. Linear regression equation of soil moisture tension read (X) and soil moisture content (Y)

# 網室設施對茶樹生育及品質之影響

鄭混元<sup>1</sup>

## 摘要

本試驗目的在探討簡易網室設施應用於茶園之可行性，並期望能夠改善不利於春冬茶生產之氣候環境，達到穩定產製春冬茶，並做為有機茶園生產參考依據。本試驗在茶業改良場臺東分場有機茶園臺茶十二號品種進行，試驗處理分為（A）網室設施（32 網目）、（B）網室設施（24 網目）、（C）露天栽培（CK）。結果顯示，低溫時期網室設施區夜溫有提高之現象，當相對濕度愈低時，網室設施區增濕現象特別明顯。茶芽生長及茶菁品質較佳，以春冬茶最為明顯，產量略有增加，對製茶品質影響不大，甚至有提升的效果。可以增加葉綠素含量，幾乎不影響化學成分及礦物元素含量。病蟲害發生則以露天栽培區椿象危害明顯高於網室設施區。

**關鍵字：**網室設施、生育、產量、品質、化學成分

## 前言

作物生育、產量及品質之優劣明顯受到氣象因子的影響，局部小環境因子的變化是相當重要的影響因素。利用人為方法改善田間微氣象，以及做為氣候逆境之防護措施，在園藝作物設施栽培生產模式的應用已相當廣泛，而且具有良好的效益（方及林，2012）。不但產量增加，品質提升，病蟲害發生降低，而且具有改善土壤理化性之作用，提供適宜作物生長之微氣候環境，能夠在夏季降低溫度，冬季達到保溫的效果，以及保持土壤含水量（李及楊，1991；楊等，1991；楊及李，1992）。臺灣常見的園藝設施依使用目的及構造，大致可歸納為五大類，分別為網室、遮雨棚、遮蔭棚、簡易型溫室、環控溫室（方及林，2012）。

茶樹為多年生作物，長期生長在某一特定環境裡，受到該環境各種特殊條件的影響，諸如區域性季節之大環境，或局地性之小環境因素的變化，因而影響茶樹的生育。季節間氣候條件的差異不但影響茶樹芽葉農藝性狀，同時也是季節間產量高低差異的影響因子（鄭，1995），局部微氣候的變化亦影響茶樹芽葉的生育，尤其在極端氣候環境下更能突顯出微氣候的重要性（鄭，1998）。茶樹設施栽培產製的應用，主要是以遮蔭網來改善夏秋茶品質，利用遮蔭來達到減少光度及降低溫度（吳，1998；馮及徐，1988）。巫（1996）以間植田菁當植巷改善茶園微氣象來提升夏茶品質。其次春冬茶季低溫時期利用被覆資材遮蓋，藉以提高溫度，促進萌芽及茶芽生長，穩定茶葉生產（李等，2000；俞等，1995；馮等，1994；黃等，1997），而且具有低溫之防護效果（李等，2000；黃等，2001；韓等，2006）。

臺灣地處亞熱帶高溫多濕的氣候環境，病蟲害相豐富且多樣性，雜草生長相當迅速，尤其受到氣候變遷全球暖化的影響，異常氣候明顯增加，以致影響茶葉產製。春冬茶是茶葉產製的主力茶季，由於春冬季東北季風超強及常伴隨低溫寒流，形成強烈的冷風，而且雨水稀少，容易造成冬旱現象，

---

1. 行政院農業委員會茶業改良場臺東分場 前副研究員兼茶作股長。臺灣 臺東縣。

在此氣候逆境下，往往造成茶芽萌發受阻，茶芽短小，提早對口老化，對病蟲害的抵抗力降低，以致春冬茶（早春晚冬）量少，甚至無法採收。尤其對低投入管理及有機栽培茶園的影響更為明顯，提高了春冬茶生產上的不確定性。所以極需建立新的茶園栽培模式，以利春冬茶（早春晚冬）的穩定生產。使其茶園生產環境具有防風、保溫、保濕之功用，以及降低病蟲危害，防止污染源侵入茶園，生產衛生安全清潔之高品質茶菁，減少農藥及肥料施用，以節省茶園栽培管理成本，並發揮春冬茶特有之風味，達到穩定量產之效益。因此，本試驗目的在於探討利用網室設施應用於茶園之可行性，並且希望能夠改善不利於春冬茶生產之氣候環境，進而達到穩定產製春冬茶，以及做為有機茶園生產應用上之參考依據。

## 材料與方法

### 一、材料

本試驗研究在茶業改良場臺東分場有機茶園十年生臺茶十二號品種進行，海拔 175 公尺。

### 二、方法

(一) 試驗處理：(A) 網室設施 (32 網目)、(B) 網室設施 (24 網目)、(C) 露天栽培 (CK)。網室設施係以白色紗網搭設簡易網室，呈現水平型結構，南北走向，高度 3 公尺，寬度 3.8 公尺，長度 3.8 公尺，頂部及四周覆蓋白紗網。網目數計算是指 1 吋 (2.54 公分) 長度上可排入幾個孔，32 網目及 24 網目分別表示 1 吋長度可排入 32 及 24 個孔。

(二) 試驗設計：採用逢機完全區集設計 (RCBD)，三處理，三重複，三行區，每行十株茶樹。

(三) 調查項目：

分別於 2011 年春 (5/11)、夏 (6/23)、秋 1 (9/1)、秋 2 (10/25) 及 2012 年早春 (3/1)、春 (4/26)、夏 1 (6/11)、夏 2 (7/26)、秋 (9/13)、冬 (12/6) 茶季進行各處理茶園微氣候、芽葉性狀、萌芽密度、百芽重、產量、病蟲害調查，以及製茶品質、茶湯水色、葉片綠色值、化學成分及礦物元素含量分析。

#### 1. 茶園微氣候觀測

於各茶季試驗期間觀測網室內外之氣溫、相對濕度及光照強度。觀測方法是於茶樹行間離地面 50 公分設置溫/濕度記錄器 (HOBO Pro v2)，以及距離茶樹冠面 30 公分放置光度記錄器 (HOBO) 進行氣象資料收集，記錄每小時溫濕度及光度的變化。

#### 2. 芽葉性狀：茶芽及葉片農藝性狀，每重複調查 10 個芽葉。

- (1) 芽長：測量全芽長度，由芽葉基部至頂端之長度。
- (2) 採摘芽長：測量一心三葉茶芽之枝葉基部至頂端長度。
- (3) 葉片數：計算茶芽之葉片數。
- (4) 節間徑：第二及第三節間枝梗直徑。
- (5) 節間長：第一葉腋至第二葉腋及第二葉腋至第三葉腋之長度。
- (6) 葉長：測量第二葉、三葉片最長之長度。
- (7) 葉寬：測量第二葉、三葉片最寬之寬度。
- (8) 葉面積：葉長×葉寬×0.7。
- (9) 葉厚：以厚度計測量葉片中間主脈二旁厚度。

#### 3. 萌芽密度、百芽重、產量

- (1) 萌芽密度：以 30 cm×30 cm 密度框，測量計算樹冠中心茶芽數，隨機量取 3 處計算平均值。

(2) 百芽重：測量 100 個採摘茶芽之鮮重及乾重，並計算含水量。

(3) 產量：茶樹產量為調查小區面積內的產量，換算為單株產量。

#### 4. 病蟲害調查

在各茶季調查病蟲害相及茶樹危害輕重，危害程度分為非常輕(+)、輕(++)、中等(+++)、嚴重(++++)、非常嚴重(+++++)。

#### 5. 製茶品質、茶湯水色、葉片綠色值

(1) 綠茶製作及品評：於各茶季採製綠茶，並進行感官品評，秤取茶葉 3 公克，沖泡於 150 毫升之沸水中 5 分鐘，品評項目分為形狀 (10%)、色澤 (10%)、水色 (20%)、滋味 (30%) 及香氣 (30%)。本試驗品評小組由 5 位具有多年從事茶業研究及品評工作之研究人員所組成。

(2) 茶湯水色測定：以上述品評茶樣進行沖泡，測定茶湯水色，由 Nippon Denshoko 之 ND-300A 型色差計測定，以 150 毫升沸水沖泡 3 公克茶樣，再靜置 5 分鐘後濾出茶湯，待茶湯稍冷後以色差計測定 L、a、b、 $\Delta E$ 。L 為明亮度，愈大表示愈亮，a 為紅綠值，正值偏紅、負值偏綠，b 為黃藍值，正值偏黃、負值偏藍， $\Delta E$  為茶湯與對照（蒸餾水）二者的色差。

(3) 葉片綠色值測定：以葉綠素計 (SPAD-502) 測定葉片濃綠值。

#### 6. 化學成分

於適採期採摘鮮葉及製成的茶樣，進行化學成分分析，包括可溶分 (AOAC, 1983)、多元酚 (Iwasa, 1975)、兒茶素 (Sakar and Howarth, 1976)、咖啡因 (蔡及阮, 1987)、可溶糖 (Somogyi, 1945)、胺基酸 (Moore and Stein, 1948)、葉綠素及類胡蘿蔔素 (Arnon, 1940) 含量分析。

#### 7. 礦物元素

於適採期採摘鮮葉進行礦物元素分析，包括分析氮、磷、鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅含量 (張, 2000; Chapman and Pray, 1961)，以元素分析儀及感應耦合電漿原子發射光譜儀 (ICP) 測定。

### 三、資料分析

上述分析資料利用 Costat 6.1 統計分析，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。

## 結果與討論

### 一、茶園微氣候

網室設施區與露天栽培區冬季氣溫沒有非常明顯的差異，雖然在低溫時期網室設施區夜溫有提高的現象，唯增加幅度並不是非常明顯，在夏秋季反而有降溫效果。網室設施區相對濕度高於露天栽培區，其中 32 網目高於 24 網目，當相對濕度愈低時，網室設施區增濕現象特別明顯 (圖一、二)。尤其當發生氣候逆境時網室設施更能達到防護的效果，以高溫炎熱及焚風侵襲時之氣溫及相對濕度的變化可以看出網室內外有極大的差異 (圖一)。網室設施區光度低於露天栽培區，32 網目低於 24 網目 (圖三)，顯示白紗網目愈密其遮光現象愈明顯。不同茶季網室設施區與露天栽培區月平均氣溫並未呈現明顯的差異，日氣溫則有較大的變化，月平均及最低相對濕度網室內外變化大，以網室設施區高於露天栽培區，月平均光度高低依序為露天栽培區、24 網目、32 網目，春夏茶季有相同的變化 (表一、圖二)。俞等 (1995) 指出塑膠棚茶園的小氣候特徵是氣溫及土溫高於露天茶園，相對濕度則增加，光度及風速小於露天茶園。李等 (2000) 在冬季以不織布隧道式遮蓋茶樹具保溫效果。雖然本試驗網室設施所用的資材有所不同，以致變化幅度不大，但網室內外微氣候的變化則有相同的趨勢。由於塑膠棚封閉程度較高，設施內濕度過大時常會出現薄膜內表面附著凝結小水滴

的現象，這些小水滴由小變大，最後形成冷雨掉落到茶樹冠面，對茶樹生長有一定的不利影響（許等，1995），不織布隧道式遮蓋亦有相同的現象（李等，2000）。本試驗以白色紗網為設施材料並未發生此種凝結現象，可能在於通風較良好。

## 二、芽葉性狀

無論年度或茶季網室設施區與露天栽培區茶芽葉片數都未達顯著的差異，但由各茶季處理間葉片數的變化，可以看出網室設施區有較多的葉片數。網室設施區芽長及一心三葉長顯著大於露天栽培區，網室 32 與 24 網目則互有高低，並沒有顯著的差異。節間徑與長只有在春冬茶季達到顯著的差異，以網室設施區之茶芽節間較粗且長，其他茶季約略有相同的結果，但未達顯著的差異，不同處理節間長的變化大於節間徑（表二）。

網室設施區與露天栽培區葉長與寬在部分茶季達到顯著的差異，以網室設施區大於露天栽培區，其他茶季約略有相同的趨勢，但未達顯著的差異。葉面積同樣以網室設施區大於露天栽培區，而且在有些茶季達到顯著的差異。無論葉長、寬與面積在網室 32 與 24 網目都沒有達到顯著的差異。網室設施區與露天栽培區葉片厚度則未呈現差異顯著（表三）。

由上述結果顯示網室設施區茶芽生長較佳，葉質柔軟呈現較好的茶菁品質，有利於製茶品質，尤其在春冬茶季表現特別明顯。此外由設置 0.2 公頃之網室設施區調查芽葉生育亦呈現相同的結果，葉數、芽長、一心三葉長、節間長及葉面積大於露天栽培區（資料未列）。本試驗有些性狀在第一年網室設施的效果較明顯，至第二年在有些茶季處理間變化不明顯，可能在於白紗網受到環境的影響，特別是強勁的東北季風帶來的風飛砂附著於白紗網，造成透光率減弱，其次風吹日曬雨淋造成污濁亦影響透光率，附著於白紗網之污染物影響網室內的光度，以致網室設施區光度低於露天栽培區，造成遮蔭影響芽葉的生長（馮及徐，1988）。春冬茶季低溫時期利用被覆資材遮蓋，可以提高溫度促進萌芽及茶芽生長，穩定茶葉生產（李等，2000；馮等，1994）。本試驗網室設施區芽葉生育有相同的結果。

## 三、萌芽密度、百芽重及產量

無論年度或茶季網室設施區與露天栽培區萌芽密度幾乎未達顯著的差異，只有在第二年秋冬茶季以露天栽培區顯著高於網室設施區（表四），萌芽密度與日照有明顯的關係，日照不足對茶芽萌發產生不利的影響（潘及高，1986），所以可能是白紗網透光率減弱，網室內光度低於露天栽培區，以致影響茶芽萌發。

百芽鮮重與乾重以網室設施區大於露天栽培區，而且達到顯著的差異，網室 32 與 24 網目互有高低差異不顯著，不同茶季呈現相同的結果（表三）。萌芽密度與百芽重為茶樹產量構成因子，二者一般呈現相互影響。不同處理茶芽含水量則未達顯著的差異（表四）。

不同處理茶樹產量大致上以網室 32 網目高於 24 網目及露天栽培區，網室 24 網目在有些茶季低於露天栽培區，但無論年度或茶季不同處理都未達到顯著的差異（表四）。冬茶期間可能由於日照時數縮短且日射量減弱，以及白紗網受到風沙等污染物的影響，透光率降低，網室內光度減弱影響光合作用，以致網室設施效果不大。潘及高（1986）指出茶樹在遮蔭條件下，茶芽密度降低，百芽重增大，但強度遮光下，百芽重下降。本試驗有相同的結果，夏季網室設施區平均光度 26.3-27.1 低於露天栽培區之 33.1 lux\*1000（表一），由於網室設施環境光度減弱，以致萌芽密度較低，百芽重則較大。

由上述結果顯示茶樹萌芽密度只有在處理後第二年冬季受到影響，其他茶季影響不大。百芽重則以網室設施區大於露天栽培區，各茶季呈現相同的結果。網室設施區茶芽生長較佳，而且呈現較高的百芽重，但對茶樹產量則沒有顯著的影響，其原因可能在於網室設施區萌芽密度低於露天栽培區，光度或其他因素的影響，而且在試驗期間並未發生極端之氣候逆境，以致網室設施對產量的影

響效果不大。

#### 四、病蟲害

無論網室設施區或露天栽培區病蟲害相差異不大，春夏茶季病蟲害發生以露天栽培區椿象危害明顯高於網室設施區，秋茶季以露天栽培區小綠葉蟬及薊馬危害較嚴重，茶葉蟎及蚜蟲在有些茶季則以網室設施區危害高於露天栽培區（表五）。隨著茶季網室設施區病蟲危害已有降低之趨勢。網室設施茶園需要注意水分、病蟲害管理及清園工作，以及在應用網室設施管理前，要先培育健康的茶樹，其次在網室設施初期更需要注意病蟲害的防治，利用栽培管理措施來減少病蟲的危害，避免在封閉的網室設施大量滋生病蟲。

#### 五、葉片綠色值及製茶品質

網室設施區與露天栽培區製茶品質在大部分茶季沒有顯著的差異，但網室設施區香氣、滋味及整體評分略高於露天栽培區，網室處理間則以 24 網目優於 32 網目（表六）。網室設施區茶葉色澤鮮綠，茶湯甜順水軟，葉底較柔軟，露天栽培區茶葉色澤偏黃綠，茶湯稍苦澀水稍粗，葉底較粗硬。由葉片綠色值（SPAD）可以看出網室設施區高於露天栽培區，其葉片較鮮綠，而露天栽培區則呈現淺綠且葉質較粗硬（表七），由此顯示網室設施區茶菁品質較佳。葉片綠色值（SPAD）亦影響茶湯水色的變化，由茶湯水色之  $b$  及  $\Delta E$  值可以看出露天栽培區水色偏深黃，在各茶季呈現相同的變化，而網室設施區則呈現鮮綠明亮之水色變化（表七）。由於網室設施區光度降低，春季網室最高光度 43.5-45.6 低於露天栽培區之 54.2 lux\*1000（表一），葉綠素含量增加，以致有較佳的綠茶品質。由上述結果顯示網室設施區並不會造成茶葉品質的降低，甚至有提升之效果。巫（1996）利用田菁作為植巷遮蔭，降低日照強度，葉綠素含量增加，製茶品質之香氣滋味獲得改善。林等（2014）指出雙層覆膜栽培茶園可以提高茶湯的濃度及鮮爽度，可能在於弱光有利於茶葉氮代謝，提高鮮葉的氨基酸及含氮化合物的含量，而多元酚等碳水化合物含量降低，另外設施茶園濕度大也有利於氨基酸的累積，進而有利於綠茶品質的改善（金等，2009）。本試驗網室設施區綠茶品質有相同的結果。

#### 六、化學成分

網室設施區與露天栽培區葉綠素及類胡蘿蔔素含量，整體來看以網室設施區高於露天栽培區，而且在部分茶季達到顯著的差異，尤其在第一年不同處理變化顯著，鮮葉與綠茶葉綠素及類胡蘿蔔素含量有相同的結果（表八、九）。可溶分含量以露天栽培區高於網室設施區，在部分茶季達到顯著的差異，鮮葉與綠茶可溶分含量有同樣的結果。多元酚含量在部分茶季以露天栽培區高於網室設施區，網室設施區 32 網目與 24 網目互有高低，在冬季則呈現露天栽培區最高，依序為 24 及 32 網目，唯在大部分茶季都未達顯著的差異，鮮葉與綠茶多元酚含量呈現相同的結果。兒茶素含量大致上與多元酚含量有相同的結果。咖啡因含量以露天栽培區高於網室設施區，但在大部分茶季並沒有達到顯著的差異，鮮葉與綠茶咖啡因含量結果相同。可溶糖含量在不同處理互有高低，並沒有一致性的變化，鮮葉與綠茶可溶糖含量有相同的結果。胺基酸含量以露天栽培區高於網室設施區，而 24 網目稍高於 32 網目，以綠茶的變化大於鮮葉，在部分茶季達到顯著的差異（表十、十一）。

由上述結果顯示無論鮮葉或綠茶不同處理化學成分含量的變化，整體而言，可溶分、多元酚、兒茶素、咖啡因及胺基酸含量以露天栽培區高於網室設施區，葉綠素及類胡蘿蔔素含量則呈現相反的變化，可溶糖含量因茶季處理間互有高低，其中葉綠素及類胡蘿蔔素含量在大部分茶季皆有顯著的差異，以及多元酚及兒茶素含量在冬季影響顯著，其他化學成分含量幾乎未受影響。韓等（2003）指出塑膠大棚茶園內光合有效輻射僅為棚外茶園的 39.3%，導致茶樹光合速率平均比對照低 27.5%；但茶樹成熟葉片和新梢的葉綠素  $a$ 、 $b$  和總量皆有明顯增加。本試驗網室內外葉綠素含量呈現相同的結果。由於棚內的光照強度明顯低於棚外，茶樹為了自身生長發育的需要，通過增加葉綠素含量的方式來提高茶樹葉片的光合強度（韓等，2003）。林等（2014）在塑膠大棚內以雙層覆

膜處理的茶葉可溶分 and 氨基酸含量高於露天栽培，多元酚、咖啡因含量及酚氨比降低。金等 (2009) 指出設施栽培環境下綠茶可溶分 and 氨基酸含量較常規栽培有所增高，多元酚和咖啡因含量略低於常規栽培，設施栽培的五種主要兒茶素總量低於常規栽培茶葉，但兒茶素品質指數有明顯提高。本試驗網室設施對化學成分含量影響不大，只有多元酚及兒茶素含量在冬季影響顯著，可能在於採用不同的設施資材，以及氣候環境不相同，而且本試驗係在平地進行，並沒有出現明顯的低溫現象，以致沒有太大的變化。

#### 七、礦物元素

氮含量在不同處理互有高低，並無一致性的變化，而且在大部分茶季未達顯著的差異。磷、鉀、鈣及鎂含量呈現相同的結果。鐵含量則以網室設施區高於露天栽培區，24 及 32 網目鐵含量因茶季互有高低。錳含量相似於鐵含量，尤其處理後第二年變化明顯，但在大部分茶季未達顯著的差異。銅及鋅含量在不同處理並無一致性的變化，只在部分茶季達到顯著的差異 (表十二、十三)。由礦物元素含量的結果顯示鐵及錳含量稍受到設施栽培的影響，其他元素含量幾乎不受影響。韓等 (2003) 指出茶樹覆蓋大棚後，促進了礦物元素在體內的轉移和分配，對礦物元素的吸收也有明顯的影響。茶樹體內氮、磷、鉀及銅含量有不同程度降低，但鋅含量則增加，大棚覆蓋促進了茶樹鎂從地下部向地上部的轉移，而錳及鐵含量的情況則相反，表現為地上部含量降低，地下部含量提高，對鈣含量影響不大 (韓等, 2003)。本試驗礦物元素含量幾乎不受影響，可能在於採用不同的設施資材，以致沒有明顯的變化。

## 結 論

由本試驗利用網室設施之茶葉產製模式，經過二年合計十個茶季調查的結果顯示，低溫時期網室設施區夜溫有提高現象，當相對濕度愈低時，網室設施區增濕現象特別明顯。茶芽生長及茶菁品質較佳，產量略有增加，對製茶品質影響不大，甚至有提升的效果，可以增加葉綠素含量，幾乎不影響化學成分及礦物元素含量。由觀測氣溫的變化，雖然保溫效果並不太明顯。但網室設施除了保溫、保濕之功用，尚具有防風、降低病蟲危害，防止污染源侵入茶園之作用，對有機茶園產製應有正面的效果，唯應用上尚需注意維持白紗網的透光度，以及網室應用前之病蟲害防治工作，以免因封閉空間以致病蟲害大量滋生。綜合製茶品質、產量性狀及微氣候的變化，以 24 網目的網室設施適合應用於茶園生產。

## 參考文獻

1. 方怡丹、林春良. 2012. 國內設施園藝產業發展現況與展望. 精密設施工程與植物工場實用化技術研討會專輯. pp. 25-33. 行政院農業委員會臺南區農業改良場編印。
2. 巫嘉昌. 1996. 茶園間植田菁對茶園微氣候、茶葉化學成分及製茶品質之影響. 中華農業氣象 3: 97-104。
3. 吳聲舜. 1998. 遮蔭處理與加工方法對綠粉茶品質之影響. 國立中興大學碩士論文. 臺中 臺灣。
4. 李炳和、楊之遠. 1991. 覆蓋顏色塑膠布和不同畦向栽培之微氣象改變對茄子生育之影響. 中華農學會報 新 160: 106-119。
5. 李淑美. 2000. 不同被覆資材對茶樹春茶採摘期及產量之影響. 臺灣茶業研究彙報 19: 77-87。
6. 林永鋒、胡永光、李萍萍. 2014. 塑膠大棚多層覆蓋對茶園小氣候及茶葉產量和品質的影響. 南

京林業大學學報 (自然科學版) 38: 59-64。

7. 金珊、余有本、張秀雲、肖斌、周天山、鞏雪峰. 2009. 設施栽培對綠茶品質的影響. 中國農學通報 25: 261-267。
8. 俞忠偉、徐亞梅、黃壽波、許允文、韓文炎. 1995. 塑膠棚茶園小氣候及其對春茶採摘和茶化成分的影響. 茶葉 21: 13-17。
9. 許允文、韓文炎、徐亞梅、俞忠偉、范興海、黃壽波. 1995. 塑膠棚對茶園溫濕度變化及名優茶生產的影響. 中國茶葉 17: 9-11。
10. 張淑賢. 2000. 本省現行植物分析法. 作物需肥診斷技術. pp. 53-59. 行政院農業試驗所編印。
11. 馮鑑淮、徐英祥. 1988. 遮蔭度及遮蔭時間對茶芽特性及產量與包種茶品質之影響. 臺灣茶業研究彙報 7: 63-78。
12. 馮鑑淮、陳右人、陳國任. 1994. 東部茶樹剪枝時期、保溫與灌溉對春茶萌芽生長之影響. 臺灣茶業研究彙報 13: 9-26。
13. 黃壽波、許允文、俞忠偉、韓文炎、范興海. 1997. 塑膠大棚茶園微氣象特徵與龍井茶生產. 浙江林學院學報 14: 58-66。
14. 黃海濤、屠幼英、崔宏春、余繼忠、周鐵鋒、張偉. 2011. 塑料大棚內覆蓋對茶園早春低溫凍害的防禦研究. 中國農學通報 27: 201-204。
15. 潘根生、高人俊. 1986. 茶樹遮蔭生理生化變化. 茶葉科學 6: 1-6。
16. 鄭混元. 1995. 東南部茶區季節間氣候條件對茶樹芽葉生育及化學成分之影響. 中華農業氣象 2: 53-67。
17. 鄭混元. 1998. 茶園地表敷蓋處理之微氣候及其對茶樹產量及品質之影響. 中華農業氣象 5: 75-84。
18. 楊之遠、曾文柄、李炳和、梁仁有、張佑芳、楊慧玉. 1991. 不同栽培措施對洋香瓜微氣象環境及洋香瓜果實產量品質之影響. 中華農學會報 153: 13-33。
19. 楊之遠、李炳和. 1992. 不同栽培環境與覆蓋處理之微氣象改變對甜椒生育之影響. 中華農學會報 新 160: 84-105。
20. 蔡右任、阮逸明. 1987. 茶葉中咖啡因快速簡便測定法之研究. 臺灣茶業研究彙報 6: 1-7。
21. 韓文炎、王國慶、許允文. 2003. 塑膠大棚對茶樹生理代謝的影響. 中國農業科學 36: 1020-1025。
22. 韓文炎、蔡雪雄、童正坤. 2006. 遮陽網覆蓋防治茶樹春季凍害的效果. 中國茶葉 28: 15-16。
23. Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoloxidase in *Bata vulgaris*. *Plant physiol.* 24: 1-15.
24. Association of Official Analytical Chemists. 1983. Official methods of analysis. In: W. Horwitz (Ed). A.O.A.C., Washington DC., U.S.A.
25. Chapman, H. D. and Pratt, P. F. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. p.170. Univ. Calif., U. S. A.
26. Iwasa, K. 1975. Methods of chemical analysis of green tea. *JARQ.* 9: 161-164.
27. Moore, S. and Stein, W. H. 1948. Photometric ninhydrin method for use the chromatograph of amino acid. *J. Biol. Chem.* 176: 376-388.
28. Somogyi, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. *J. Biol. Chem.* 160: 61-68.
29. Sakar, S. K. and Howarth, R. E. 1976. Specificity of the vanillin in test for flavanols. *J. Agric. Food. Chem.* 24: 317-320.

# Effect of Net House Facilities on the Growth and Yield of Tea Tree

Hun-Yuan Cheng<sup>1</sup>

## Summary

The purpose of this experiment was to understand the feasibility of using net house facilities in tea garden, and hope could improve the unfavorable climate environment on spring and winter tea production, so as to achieve stable production of spring and winter teas, and reference for production and application of organic tea gardens. The experiment was conducted on the TTES No.12 tea cultivar of organic tea garden in the Taitung Branch, Tea Research and Extension Station. The experimental treatment was including (A) net house facilities (32 mesh), (B) net house facilities (24 mesh), (C) open culture (CK). The experimental result showed that during the low temperature period, the night temperature in the net house facilities plot has increased, and when the relative humidity was lower, the humidification phenomenon in the net house facilities plot was particularly obvious. The growth and quality of tea leaves were better. The spring and winter tea season was the most obvious, and the yield was slightly increased. It has little effect on the made tea quality. It even has the effect of increasing, and increasing the chlorophyll content, and almost no influence for the chemical composition and mineral element contents. Infestation of tea mosquito bug in the open culture plot was significantly higher than that in the net house facilities plot.

**Key words:** Net house facilities, Growth, Yield, Quality, Chemical component

---

1. Former Associate Agronomist, Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan R.O.C.

表一、網室設施與露天栽培氣溫、相對濕度及光度變化

Table 1 Changes of air temperature, relative humidity and light intensity in net house facilities and open cultivation

氣象因子 Climatic factor	茶季 Tea season	處理 Treatment	平均 Mean	最高 Maximum	最低 Minimum	變異係數 CV
氣溫 (°C) Air temperature	春 4 月	網室 32	20.5	24.9	16.2	9.6
		網室 24	20.2	24.3	16.1	9.6
		露天	20.5	24.6	16.2	9.2
	夏 7 月	網室 32	26.9	28.3	24.4	3.5
		網室 24	26.7	28.2	24.2	3.7
		露天	27.2	28.9	24.6	4.1
	秋 10 月	網室 32	23.2	25.0	21.5	4.2
		網室 24	23.2	24.7	21.5	4.0
		露天	23.5	25.2	22.0	3.9
	冬 12 月	網室 32	17.4	21.4	12.8	11.1
		網室 24	17.5	21.5	13.1	10.8
		露天	17.8	22.1	13.2	11.2
相對濕度 (%) Relative humidity	春 4 月	網室 32	91.4	99.5	74.1	6.7
		網室 24	90.9	99.7	75.1	6.6
		露天	89.7	99.0	75.4	6.5
	夏 7 月	網室 32	93.2	99.7	86.7	3.8
		網室 24	92.8	99.9	84.9	4.3
		露天	91.4	99.7	81.8	5.5
	秋 10 月	網室 32	93.2	100	86.1	4.8
		網室 24	91.8	100	83.6	6.0
		露天	92.2	100	81.5	6.8
	冬 12 月	網室 32	94.3	100	84.3	4.5
		網室 24	91.7	100	79.1	6.1
		露天	90.8	100	76.8	6.3
光度 (Lux*1000) Light intensity	春 4 月	網室 32	19.8	43.5	6.1	55.9
		網室 24	21.1	45.6	6.5	55.2
		露天	25.3	54.2	7.3	56.0
	夏 5 月	網室 32	26.3	53.3	4.4	60.0
		網室 24	27.1	56.2	5.0	61.5
		露天	33.1	67.8	6.0	60.0

氣溫及相對濕度：2011、光度：2012

Air temperature and relative humidity: 2011, Light intensity: 2012

表二、網室設施與露天栽培臺茶十二號茶芽性狀變化

Table 2 Changes of net house facilities and open cultivation on the tea shoot characteristic for TTES

No. 12

年度 Year	茶季 Tea season	處理 Treatment	葉片數 Leaf number	芽長 Shoot length	採摘長 Plucking length	節間徑		節間長	
						Internode diameter		Internode length	
						一 1st	二 2nd	一 1st	二 2nd
			no.	cm	cm	---mm---		---cm---	
2011	春 Spring	網室 32	4.7a	18.4ab	12.8a	1.81a	2.16a	2.20a	3.05a
		網室 24	5.1a	20.6a	13.2a	1.82a	2.13a	2.18a	3.53a
		露天	4.4a	15.7b	10.8b	1.63b	1.93a	1.41b	2.32a
	夏 Summer	網室 32	4.8a	27.4a	16.3a	2.06ab	2.34a	2.97a	4.48a
		網室 24	5.4a	26.7a	15.8a	2.10a	2.42a	3.18a	4.52a
		露天	4.9a	22.4a	13.6b	1.89b	2.23a	2.39a	4.02a
	秋 1 Autumn 1st	網室 32	6.4a	23.3ab	10.7a	1.82a	2.06a	1.30a	2.68a
		網室 24	6.5a	24.4a	10.7a	1.84a	2.11a	1.30a	2.67a
		露天	6.3a	19.9b	9.2b	1.81a	2.05a	1.15a	2.13b
秋 2 Autumn 2nd	網室 32	5.3a	19.6a	10.7a	1.69a	1.83a	1.44a	2.24a	
	網室 24	5.2a	19.1a	9.8ab	1.72a	1.88a	1.32a	2.20a	
	露天	5.0a	14.8b	8.9b	1.62a	1.77a	1.12a	1.86a	
2012	早春 Early spring	網室 32	4.0a	11.4a	9.3a	1.56a	1.78a	1.02a	1.55a
		網室 24	3.8a	11.2a	8.9a	1.55a	1.80a	1.09a	1.62a
		露天	3.6a	9.4a	8.0a	1.51a	1.72a	0.89a	1.25a
	春 Spring	網室 32	4.2a	14.0a	10.9a	1.77a	2.01a	1.61a	2.44a
		網室 24	4.1a	12.3b	9.8a	1.77a	2.00a	1.48a	2.04a
		露天	3.9a	13.2ab	10.5a	1.70a	1.95a	1.53a	2.44a
	夏 1 Summer 1st	網室 32	5.4a	23.2a	12.4a	1.81a	2.10a	1.69a	3.47a
		網室 24	5.1a	22.1a	12.2a	1.74a	2.04a	1.88a	3.27a
		露天	5.3a	22.3a	11.3a	1.79a	2.05a	1.48a	3.19a
	夏 2 Summer 2nd	網室 32	5.5a	23.0a	12.7a	1.92a	2.20a	2.08a	3.61a
		網室 24	5.6a	23.5a	12.4a	1.81a	2.11a	2.05a	3.45a
		露天	5.1a	20.5b	11.5a	1.91a	2.18a	1.88a	3.18a
	秋 Autumn	網室 32	5.4a	17.2a	8.6a	1.66a	1.87a	1.15a	1.88a
		網室 24	5.2a	17.4a	9.5a	1.75a	1.98a	1.29a	1.97a
		露天	4.9a	11.1b	7.2a	1.79a	2.00a	0.96a	1.39a
	冬 Winter	網室 32	4.2a	11.1a	8.1a	1.54a	1.75a	0.81b	1.45b
		網室 24	4.2a	12.2a	8.9a	1.57a	1.81a	1.09a	1.82a
		露天	3.9a	8.9a	7.0a	1.56a	1.70a	0.70c	1.12c

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$ .

表三、網室設施與露天栽培臺茶十二號葉片農藝性狀變化

Table 3 Changes of net house facilities and open cultivation on the leaf agronomic characteristic for TTES No. 12

年度 Year	茶季 Tea season	處理 Treatment	葉長 Leaf length		葉寬 Leaf width		葉面積 Leaf area		葉厚 Leaf thickness	
			二	三	二	三	二	三	二	三
			2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd
			--cm--		--cm--		--cm <sup>2</sup> --		--mm--	
2011	春 Spring	網室 32	6.8a	8.6a	2.7a	3.4a	12.9a	20.6a	0.241a	0.278a
		網室 24	6.4a	8.6a	2.5a	3.4a	11.2a	20.5a	0.226a	0.274a
		露天	5.4b	6.7b	2.2b	2.8b	8.4b	13.3b	0.232a	0.271a
	夏 Summer	網室 32	6.2a	7.1a	2.7a	3.2a	11.9a	16.1ab	0.242b	0.286a
		網室 24	6.2a	7.3a	2.7a	3.4a	11.9a	17.2a	0.248a	0.290a
		露天	5.5a	6.3a	2.4b	2.9b	9.2a	12.7b	0.239b	0.284a
	秋 1 Autumn 1st	網室 32	5.3a	6.4a	2.3a	2.9a	8.6ab	13.2a	0.250a	0.288a
		網室 24	5.4a	6.5a	2.3a	3.0a	9.0a	13.7a	0.252a	0.293a
		露天	4.6b	5.5b	2.0a	2.5b	6.4b	9.8b	0.248a	0.290a
秋 2 Autumn 2nd	網室 32	6.2a	7.1a	2.7a	3.4a	12.0a	17.4a	0.247a	0.290a	
	網室 24	5.5a	6.6a	2.5a	3.3a	9.6a	15.2a	0.237a	0.278a	
	露天	4.9a	5.9a	2.3a	2.9a	7.8a	11.9a	0.243a	0.286a	
2012	早春 Early spring	網室 32	6.0a	5.9a	2.8a	3.0a	11.8a	12.6a	0.225a	0.264a
		網室 24	5.7ab	5.7a	2.3ab	2.9a	9.3ab	11.8a	0.223a	0.262a
		露天	5.0b	4.8b	2.2b	2.4b	7.7b	8.0b	0.227a	0.266a
	春 Spring	網室 32	6.1a	7.4a	2.5a	3.3a	10.7a	17.0a	0.250ab	0.289a
		網室 24	5.8a	6.9a	2.3a	3.0b	9.5a	14.6a	0.245b	0.285a
		露天	5.7a	6.7a	2.4a	2.9b	9.8a	14.0a	0.256a	0.292a
	夏 1 Summer 1st	網室 32	5.9a	7.4a	2.4a	3.2a	10.2a	16.7a	0.243a	0.284a
		網室 24	5.9a	7.5a	2.4a	3.3a	10.3a	17.1a	0.231a	0.267a
		露天	5.2b	6.3b	2.1b	2.8b	7.8b	12.5b	0.233a	0.276a
	夏 2 Summer 2nd	網室 32	5.7a	7.0a	2.4a	3.2a	9.6a	15.5a	0.230a	0.277a
		網室 24	5.5ab	6.9a	2.3a	3.1a	8.9a	15.1a	0.230a	0.267a
		露天	5.3b	6.5b	2.2a	2.8b	8.2a	13.0b	0.223a	0.268a
	秋 Autumn	網室 32	4.5a	5.6a	2.0a	2.7a	6.4a	10.7a	0.223a	0.262a
		網室 24	4.9a	6.1a	2.2a	2.8a	7.8a	12.0a	0.222a	0.268a
		露天	4.1a	4.5b	1.8a	2.2b	5.3a	7.1b	0.260a	0.301a
冬 Winter	網室 32	4.9a	4.9a	2.3a	2.7a	8.0a	9.4a	0.227b	0.260a	
	網室 24	5.0a	5.3a	2.4a	2.7a	8.3a	10.2a	0.234a	0.270a	
	露天	4.3a	4.3a	2.1a	2.4a	6.3a	7.5a	0.227b	0.267a	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$ .

表四、網室設施與露天栽培臺茶十二號萌芽密度、百芽重及產量變化

Table 4 Changes of net house facilities and open cultivation on the shoot density, 100 shoot weight and yield for TTES No. 12

年度	茶季	處理	萌芽密度	百芽鮮重	百芽乾重	含水量	產量
Year	Tea season	Treatment	Shoot density	100 Fresh weight	100 Dry weight	Water content	Yield
			bud/900cm <sup>2</sup>	g	g	%	g/plant
2011	春 Spring	網室 32	59.3a	139.5a	32.8a	76.5a	151.8a
		網室 24	43.9b	134.5a	32.8a	75.6a	153.6a
		露天	55.8a	88.7b	22.3b	74.8a	118.0a
	夏 Summer	網室 32	52.9a	162.9a	34.4a	78.4a	194.9a
		網室 24	50.8a	168.8a	35.4a	79.1a	155.4a
		露天	39.9a	125.1b	27.6b	77.9a	161.8a
	秋 1 Autumn 1st	網室 32	57.3a	98.2a	20.8a	78.8a	148.2a
		網室 24	54.3a	101.3a	21.9a	78.4a	141.8a
		露天	57.9a	80.3b	17.2b	78.6a	146.1a
秋 2 Autumn 2nd	網室 32	79.8a	113.3a	28.3a	75.2a	234.3a	
	網室 24	79.4a	95.3a	22.0a	76.9a	176.1a	
	露天	84.1a	78.4a	19.3a	75.4a	216.5a	
2012	早春 Early spring	網室 32	69.1a	87.4a	20.5a	76.6a	79.0a
		網室 24	67.8a	80.3a	18.2a	77.4a	73.2a
		露天	73.0a	65.1a	15.5a	76.3a	74.1a
	春 Spring	網室 32	68.6a	105.5a	25.2a	76.1a	189.2a
		網室 24	64.5a	98.8a	22.6a	77.1a	159.3a
		露天	66.8a	99.7a	22.2a	77.8a	159.0a
	夏 1 Summer 1st	網室 32	69.0a	117.7a	23.1a	80.4a	177.3a
		網室 24	69.4a	113.1a	24.0a	78.7a	195.4a
		露天	69.4a	98.6a	19.1b	80.6a	227.2a
	夏 2 Summer 2nd	網室 32	60.1a	120.7a	25.4a	79.0a	262.4a
		網室 24	57.1a	112.2a	22.7a	79.8a	200.0a
		露天	58.6a	105.3a	22.4a	78.7a	261.7a
	秋 Autumn	網室 32	70.0b	81.8a	19.2a	76.5ab	163.3a
		網室 24	77.1b	91.0a	22.9a	74.9b	182.9a
		露天	96.1a	63.8b	14.1b	77.7a	156.8a
冬 Winter	網室 32	75.0b	65.3a	14.2a	78.3a	101.7a	
	網室 24	74.3b	73.2a	16.2a	77.8a	92.5a	
	露天	86.0a	52.5a	11.6a	77.8a	102.0a	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$ .

表五、網室設施與露天栽培對臺茶十二號病蟲害發生變化

Table 5 Changes of net house facilities and open cultivation on the diseases and pests for TTES No. 12

年度	茶季	處理	小綠葉蟬	椿象	捲葉蛾	茶葉蟻	薊馬	蚜蟲
Year	season	Treatment	<i>Jacobiasca formosana</i>	<i>Helopeltis fasciaticollis</i>	<i>Homona magnanima</i>	<i>Oligonychus coffeae</i>	<i>Scitothrips dorsalis</i>	<i>Aphid</i>
2011	春	網室 32	++	+++	+	+++		
	Spring	網室 24	+++	++++	++	++++		
		露天	+++	+++++	++			
	夏	網室 32	++	+	++			
	Summer	網室 24	+	+	+	+		
		露天	+	++++				
	秋 1	網室 32	+	+			+	
	Autumn	網室 24	+	+			+	
	1st	露天	++	+			++	
	秋 2	網室 32	+					++
	Autumn	網室 24	+					++
	2nd	露天	+					+
2012	早春	網室 32	+			+		
	Early	網室 24	+			++		
	spring	露天	+	+		+		
	春	網室 32	+			+		
	Spring	網室 24	+	+				
		露天	+	++		+		
	夏 1	網室 32	+	+	+			+
	Summer	網室 24	+	+	+			
	1st	露天	+	++	+			
	夏 2	網室 32	+	+				
	Summer	網室 24	+	+	+		+	
	2nd	露天	+	++	+		+	
	秋	網室 32	++				+	
	Autumn	網室 24	++				+	
		露天	+++				++	
冬	網室 32	++						
Winter	網室 24	++						
	露天	++	+					

+：非常輕、++：輕、+++：中等、++++：嚴重、+++++：非常嚴重

表六、網室設施與露天栽培對臺茶十二號綠茶品質變化

Table 6 Changes of net house facilities and open cultivation on the green tea quality for TTES No. 12

年度	茶季	處理	形狀	色澤	水色	香氣	滋味	合計
Year	Tea season	Treatment	Shape	Color	Liquor color	Aroma	Taste	Total score
					---%---			
2011	春 Spring	網室 32	6.4a	6.4a	13.9a	20.0a	20.8a	67.4a
		網室 24	6.4a	7.0a	14.4a	21.3a	20.5a	69.5a
		露天	6.6a	6.8a	14.0a	19.5a	20.3a	67.1a
	夏 Summer	網室 32	7.0a	6.8a	13.5a	19.9b	20.1a	67.3a
		網室 24	6.8a	7.0a	14.2a	20.5a	20.4a	68.8a
		露天	6.6a	6.4a	13.4a	19.4c	19.6a	65.4a
	秋 1 Autumn 1st	網室 32	6.7a	6.5a	14.1a	20.3ab	20.5ab	68.0ab
		網室 24	6.5a	6.8a	14.3a	20.9a	21.1a	69.6a
		露天	6.5a	6.5a	13.9a	19.3b	20.1b	66.3b
	秋 2 Autumn 2nd	網室 32	6.4a	6.6a	13.9a	19.8a	21.0a	67.6a
		網室 24	6.8a	6.8a	13.4a	20.5a	21.3a	68.6a
		露天	7.0a	6.7a	13.7a	19.8a	20.3a	67.4a
2012	早春 Early spring	網室 32	6.4a	6.4a	14.5a	20.8a	20.8a	68.8a
		網室 24	6.3a	6.2a	14.7a	21.0a	21.5a	69.6a
		露天	6.6a	6.4a	14.2a	21.0a	21.3a	69.4a
	春 Spring	網室 32	6.5a	6.5a	13.3a	19.9a	20.5a	66.7a
		網室 24	6.8a	6.3a	13.8a	21.0a	20.8a	68.6a
		露天	6.9a	6.7a	13.5a	20.3a	20.9a	68.2a
	夏 1 Summer 1st	網室 32	6.6a	6.9a	13.7ab	20.8a	20.9a	68.7a
		網室 24	6.9a	7.0a	13.8a	20.5a	21.3a	69.4a
		露天	7.0a	6.9a	12.7b	20.1a	20.3a	67.0a
	夏 2 Summer 2nd	網室 32	6.7a	6.8a	13.5a	21.1a	20.5a	68.6a
		網室 24	6.6a	7.0a	13.8a	21.0a	20.4a	68.7a
		露天	6.7a	6.9a	13.4a	20.8a	19.6a	67.4a
	秋 Autumn	網室 32	6.5a	6.3b	13.7a	20.6b	20.3ab	67.4b
		網室 24	6.6a	6.4ab	13.9a	21.1a	20.9a	68.9a
		露天	6.6a	6.5a	13.4a	19.9c	19.6b	66.0c
冬 Winter	網室 32	6.9a	6.6a	14.0ab	20.9a	20.5a	68.9ab	
	網室 24	7.1a	6.8a	14.3a	21.1a	21.0a	70.3a	
	露天	6.9a	6.6a	13.9b	20.5b	20.3a	68.1b	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$ .

表七、網室設施與露天栽培臺茶十二號葉片綠色值及茶湯水色變化

Table 7 Changes of net house facilities and open cultivation on the SPAD and liquor color for TTES

No. 12

年度 Year	茶季 Tea season	處理 Treatment	綠色值 SPAD		茶湯水色 Liquor color			
			二	三	明亮度	紅綠值	黃藍值	色差值
			2nd	3rd	L	a	b	ΔE
2011	春 Spring	網室 32	49.2a	55.0a	92.7a	-1.43a	9.13a	8.24a
		網室 24	52.1a	57.9a	90.3a	-1.09a	9.12a	9.28a
		露天	44.5a	52.5a	92.0a	-1.32a	8.89a	8.23a
	夏 Summer	網室 32	62.3a	63.2a	91.0a	-1.26a	8.63a	8.39a
		網室 24	61.9a	63.8a	91.5a	-1.32a	8.85a	8.45a
		露天	54.7a	58.4b	91.2a	-1.34a	8.75a	8.48a
	秋 1 Autumn 1st	網室 32	54.0a	56.9a	88.4a	-0.83a	9.86b	7.69b
		網室 24	52.5a	55.2a	87.8a	-0.58a	9.14b	7.25b
		露天	48.9a	50.9a	87.8a	-0.80a	11.56a	9.47a
秋 2 Autumn 2nd	網室 32	46.1a	51.7ab	87.8a	-0.79a	11.82a	9.18a	
	網室 24	50.7a	55.5a	86.6a	-0.77a	11.64a	9.65a	
	露天	43.9a	50.4b	87.3a	-1.09b	12.02a	9.56a	
2012	早春 Early spring	網室 32	45.3a	47.2a	91.6a	-1.23a	7.69a	7.32a
		網室 24	41.9a	47.1a	92.7a	-1.20a	6.94a	6.32a
		露天	43.5a	46.2a	92.4a	-1.58a	8.89a	8.29a
	春 Spring	網室 32	42.6a	47.0a	91.0a	-1.02a	8.50a	8.41a
		網室 24	41.9a	41.9a	90.7a	-1.01a	8.94a	8.82a
		露天	40.3a	40.3a	90.3a	-1.31a	9.48a	9.77a
	夏 1 Summer 1st	網室 32	46.5ab	50.2b	89.6a	-1.12a	9.94b	9.74b
		網室 24	53.9a	57.5a	91.1a	-1.39a	9.75b	9.75b
		露天	43.3b	49.3b	88.3a	-1.41a	11.7a	11.54a
	夏 2 Summer 2nd	網室 32	55.6a	57.9a	90.5b	-2.11b	11.5a	11.5a
		網室 24	52.5a	56.9a	92.7a	-2.13b	9.9b	9.6b
		露天	49.1a	53.2b	87.5c	-1.69a	10.5b	11.7a
	秋 Autumn	網室 32	42.9a	48.5a	92.0a	-1.69a	10.1b	9.7b
		網室 24	46.2a	51.5a	89.0b	-1.62a	10.9ab	11.5a
		露天	36.3b	44.3a	90.5ab	-2.01a	11.8a	11.8a
冬 Winter	網室 32	39.8a	42.9a	92.1a	-1.16a	7.86a	7.56a	
	網室 24	40.1a	43.5a	90.8a	-1.00a	8.09a	8.31a	
	露天	36.7a	42.5a	90.0a	-1.25a	8.89a	9.61a	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$ .

表八、網室設施與露天栽培臺茶十二號鮮葉葉綠素及類胡蘿蔔素含量變化

Table 8 Changes of net house facilities and open cultivation on the chlorophyll and carotenoid content of fresh leaves for TTES No. 12

年度 Year	茶季 Tea season	處理 Treatment	葉綠素 a Chlorophyll a	葉綠素 b Chlorophyll b	葉綠素 Chlorophyll	類胡蘿蔔素 Carotenoid
---mg/g---						
2011	春 Spring	網室 32	14.5a	5.6a	20.1a	47.4a
		網室 24	14.9a	5.4a	20.3a	42.6a
		露天	10.3b	3.9b	14.2b	33.0a
	夏 Summer	網室 32	21.9a	11.2a	33.1a	59.5a
		網室 24	22.0a	8.5a	30.5a	52.4ab
		露天	13.9b	6.1a	20.0b	41.7b
	秋 1 Autumn 1st	網室 32	14.5ab	6.2a	20.7ab	41.5b
		網室 24	18.9a	8.2a	27.1a	58.2a
		露天	13.1b	6.2a	19.3b	40.4b
	秋 2 Autumn 2nd	網室 32	19.5a	9.8a	29.3a	58.0a
		網室 24	16.4a	6.4b	22.8a	47.4a
		露天	16.2a	6.9b	23.1a	43.0a
2012	早春 Early spring	網室 32	24.4a	10.0a	34.4a	66.8a
		網室 24	18.9a	7.8a	26.7a	60.2a
		露天	19.1a	7.0a	26.1a	62.7a
	夏 1 Summer 1st	網室 32	20.4b	9.3b	29.7b	45.9a
		網室 24	23.9a	11.0a	34.8a	52.7a
		露天	19.4b	8.7b	28.1b	49.3a
	夏 2 Summer 2nd	網室 32	19.9a	9.1a	29.0a	52.2a
		網室 24	25.9a	11.8a	37.7a	66.1a
		露天	18.5a	8.5a	27.0a	47.9a
	秋 Autumn	網室 32	10.5a	5.1a	15.6a	28.5a
		網室 24	10.1a	5.1a	15.1a	28.4a
		露天	11.7a	5.4a	17.1a	31.2a
冬 Winter	網室 32	12.0a	4.9a	16.9a	30.3a	
	網室 24	12.4a	4.8a	17.2a	35.1a	
	露天	13.8a	5.4a	19.2a	33.7a	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$ .

表九、網室設施與露天栽培臺茶十二號綠茶葉綠素及類胡蘿蔔素含量變化

Table 9 Changes of net house facilities and open cultivation on the chlorophyll and carotenoid content of green tea for TTES No. 12

年度 Year	茶季 Tea season	處理 Treatment	葉綠素 a Chlorophyll a	葉綠素 b Chlorophyll b	葉綠素 Chlorophyll	類胡蘿蔔素 Carotenoid
----mg/g----						
2011	春 Spring	網室 32	17.1a	7.6a	24.8a	43.2a
		網室 24	13.6a	6.3a	19.9b	32.4b
		露天	11.6b	4.6b	16.2b	29.8b
	夏 Summer	網室 32	18.3a	8.2a	26.5a	45.5a
		網室 24	17.9a	8.1a	26.0a	46.0a
		露天	14.4b	6.2b	20.6b	37.2a
	秋 1 Autumn 1st	網室 32	16.5a	8.2a	24.7a	45.9a
		網室 24	17.6a	8.3a	25.8a	43.6a
		露天	16.0a	8.0a	24.0a	45.4a
秋 2 Autumn 2nd	網室 32	23.0a	10.0a	33.0a	44.5a	
	網室 24	18.0a	7.9a	25.9a	41.9b	
	露天	17.3a	7.5a	24.8a	41.1b	
2012	早春 Early spring	網室 32	16.7a	7.1a	23.8a	36.0a
		網室 24	21.1a	8.9a	30.0a	51.4a
		露天	17.2a	7.1a	24.3a	39.0a
	春 Spring	網室 32	16.9a	7.0a	23.9a	38.7a
		網室 24	14.3a	6.3a	20.6a	34.3a
		露天	16.9a	7.1a	24.0a	45.9a
	夏 1 Summer 1st	網室 32	17.2a	8.5a	25.7a	38.8b
		網室 24	15.6a	8.8a	24.4a	39.3b
		露天	19.8a	9.2a	29.0a	46.2a
	夏 2 Summer 2nd	網室 32	18.4a	8.8a	27.3a	45.0a
		網室 24	24.4a	11.0a	35.4a	53.0a
		露天	19.0a	8.5a	27.5a	41.1a
	秋 Autumn	網室 32	14.5a	6.9a	21.4a	32.1a
		網室 24	10.7a	5.3a	16.0a	27.1a
		露天	13.7a	6.1a	19.7a	32.6a
冬 Winter	網室 32	13.1a	5.3a	18.4a	27.2a	
	網室 24	12.2a	5.2a	17.5a	24.8a	
	露天	15.5a	6.1a	21.6a	31.4a	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$ .

表十、網室設施與露天栽培臺茶十二號鮮葉化學成分變化

Table 10 Changes of net house facilities and open cultivation on the chemical component of fresh leaves for TTES No. 12

年度 Year	茶季 Tea season	處理 Treatment	可溶分 Soluble solid	多元酚 Poly- phenol	兒茶素 Catechin	咖啡因 Caffeine	可溶糖 Soluble sugar	胺基酸 Amino acid
					---mg/g---			
2011	春 Spring	網室 32	305.4a	102.1b	73.8a	38.9a	45.7a	16.5a
		網室 24	304.1a	97.8b	72.4a	39.5a	40.9a	18.9a
		露天	319.8a	109.8a	80.7a	39.8a	45.1a	21.7a
	夏 Summer	網室 32	324.1a	104.6a	88.4a	37.9a	39.4a	20.6a
		網室 24	321.3a	99.1a	85.0a	38.2a	38.7a	23.4a
		露天	322.7a	99.1a	81.7a	36.5a	44.0a	23.5a
	秋 1 Autumn 1st	網室 32	318.2a	106.0a	93.4a	32.8a	57.6a	10.3a
		網室 24	291.5a	89.2b	72.9a	31.9a	58.2a	11.4a
		露天	321.9a	107.1a	93.4a	35.8a	55.9a	11.6a
秋 2 Autumn 2nd	網室 32	288.4b	90.4c	65.0c	30.7b	46.1a	14.2b	
	網室 24	318.7a	118.8a	90.1a	34.9a	38.6b	11.1c	
	露天	324.9a	102.9b	79.6b	30.4b	52.5a	14.7a	
2012	早春 Early spring	網室 32	249.6a	81.4a	47.1a	30.8a	39.4a	14.0a
		網室 24	251.0a	84.6a	47.8a	30.0a	36.4a	13.2b
		露天	256.8a	88.3a	48.7a	34.9a	34.4a	14.5a
	夏 1 Summer 1st	網室 32	303.5a	105.1a	100.3a	35.3a	34.3a	13.7b
		網室 24	292.7a	90.6a	84.4b	35.1a	40.7a	19.1a
		露天	303.5a	97.4a	90.3ab	36.5a	32.4a	18.8a
	夏 2 Summer 2nd	網室 32	296.6a	89.9a	82.3a	32.8a	37.8a	17.9ab
		網室 24	285.8b	87.0a	75.3a	34.4a	34.5ab	17.5b
		露天	303.1a	96.6a	87.3a	36.3a	32.8b	20.0a
	秋 Autumn	網室 32	330.2b	133.8a	129.2a	36.4ab	34.2b	9.2a
		網室 24	331.6b	119.1a	118.5b	34.4b	47.4a	12.6a
		露天	337.3a	134.7a	122.0ab	39.9a	37.1b	11.5a
冬 Winter	網室 32	303.3a	106.7a	84.8a	32.1a	47.1b	14.1a	
	網室 24	298.7a	102.9a	82.8a	31.7a	52.3a	13.1ab	
	露天	297.9a	120.9a	100.1a	34.4a	42.3c	11.6b	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$ .

表十一、網室設施與露天栽培臺茶十二號綠茶化學成分變化

Table 11 Changes of net house facilities and open cultivation on the chemical component of green tea for TTES No. 12

年度 Year	茶季 Tea season	處理 Treatment	可溶分 Soluble solid	多元酚 Poly- phenol	兒茶素 Catechin	咖啡因 Caffeine	可溶糖 Soluble sugar	胺基酸 Amino acid
---mg/g---								
2011	春 Spring	網室 32	339.7a	123.9a	111.5a	35.3a	51.0a	15.3a
		網室 24	329.2a	120.1a	113.1a	37.4a	44.2a	18.5a
		露天	348.0a	128.9a	111.3a	38.7a	43.4a	19.8a
	夏 Summer	網室 32	332.9a	107.8a	102.4a	34.7a	41.7a	20.9a
		網室 24	335.2a	109.5a	102.6a	36.0a	40.6a	22.1a
		露天	340.5a	113.2a	107.5a	33.7a	45.5a	23.7a
	秋 1 Autumn 1st	網室 32	332.1b	122.5a	125.3a	30.5a	57.2a	9.6a
		網室 24	322.9c	124.4a	123.1a	32.4a	62.1a	10.6a
		露天	343.4a	123.3a	119.1a	34.0a	56.3a	11.1a
秋 2 Autumn 2nd	網室 32	310.6b	113.1a	90.4a	30.0a	53.3a	12.6a	
	網室 24	315.7ab	119.8a	93.5a	31.0a	45.9a	10.9b	
	露天	339.1a	120.8a	98.6a	30.6a	51.4a	13.4a	
2012	早春 Early spring	網室 32	311.0a	127.9a	112.8a	28.8b	37.1a	10.8a
		網室 24	303.5a	132.5a	113.1a	30.2ab	32.5b	9.5a
		露天	317.2a	134.2a	113.7a	32.7a	35.3ab	11.2a
	春 Spring	網室 32	324.0a	130.8a	128.0a	33.3a	36.5a	9.5b
		網室 24	329.4a	134.1a	122.2a	34.2a	33.6a	9.6b
		露天	341.4a	132.6a	122.3a	37.3a	36.3a	13.4a
	夏 1 Summer 1st	網室 32	324.7a	123.2a	121.0a	35.1a	35.3a	13.5c
		網室 24	324.4a	117.2ab	114.9a	36.3a	33.8a	16.5b
		露天	304.0a	104.6b	103.2a	37.1a	29.4a	19.2a
	夏 2 Summer 2nd	網室 32	318.0a	112.0a	109.2a	32.3a	34.7a	15.1b
		網室 24	296.8a	102.2a	106.4a	30.4a	29.0b	16.2ab
		露天	314.3a	105.7a	111.9a	32.8a	32.9a	18.9a
	秋 Autumn	網室 32	332.9a	138.0a	134.9a	35.0a	29.9b	9.2a
		網室 24	350.0a	133.6a	136.5a	35.6a	45.6a	12.0a
		露天	347.1a	140.5a	139.1a	37.0a	35.4b	11.0a
冬 Winter	網室 32	315.9b	122.6b	116.4b	31.7a	46.5a	11.9a	
	網室 24	329.3a	127.6b	120.1b	30.7a	52.8a	10.6ab	
	露天	336.9a	141.7a	130.6a	33.3a	40.9a	9.4b	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$ .

表十二、網室設施與露天栽培臺茶十二號鮮葉主要元素含量變化

Table 12 Changes of net house facilities and open cultivation on the major mineral element of fresh leaves for TTES No. 12

年度 Year	茶季 Tea season	處理 Treatment	氮 N	磷 P	鉀 K	鈣 Ca	鎂 Mg
					---mg/g---		
2011	春 Spring	網室 32	45.1a	2.0a	24.7a	4.0a	2.8a
		網室 24	40.8b	2.0a	24.1a	3.9a	2.5a
		露天	44.9a	2.1a	25.5a	4.1a	2.7a
	夏 Summer	網室 32	46.1a	2.2a	27.2a	3.2a	2.3a
		網室 24	46.8a	1.9a	22.4b	3.6a	2.6a
		露天	42.8a	2.0a	25.8ab	3.3a	2.2a
	秋 1 Autumn 1st	網室 32	34.6a	1.3a	22.5a	3.9a	3.1a
		網室 24	36.3a	1.4a	21.1a	3.2a	2.3a
		露天	37.9a	1.3a	22.0a	3.9a	2.9a
秋 2 Autumn 2nd	網室 32	38.5a	1.6a	22.7a	4.4a	3.1a	
	網室 24	38.8a	1.5a	24.9a	4.2a	3.4a	
	露天	36.9a	1.4a	23.5a	4.6a	3.3a	
2012	早春 Early spring	網室 32	41.0a	3.3a	19.4a	3.7a	1.8a
		網室 24	41.6a	3.5a	19.5a	3.6a	1.7a
		露天	41.2a	3.6a	19.9a	3.6a	1.7a
	春 Spring	網室 32	35.9b	2.4a	19.6a	4.5a	2.2a
		網室 24	36.8b	2.5a	19.0a	4.4a	2.2a
		露天	39.7a	2.4a	19.5a	4.1a	2.3a
	夏 1 Summer 1st	網室 32	41.7b	3.2a	20.9a	3.2a	1.6a
		網室 24	44.9ab	3.4a	20.8a	3.1a	1.7a
		露天	45.5a	3.1a	21.0a	2.7a	1.5a
	夏 2 Summer 2nd	網室 32	41.5c	3.1a	21.5a	3.4a	1.8a
		網室 24	45.1a	3.0a	20.6b	3.5a	1.7a
		露天	43.8b	2.5a	21.4a	3.4a	1.8a
	秋 Autumn	網室 32	35.3a	2.1a	19.7a	3.9a	1.9a
		網室 24	33.5a	2.0a	20.4a	3.6a	1.8a
		露天	38.2a	2.1a	21.1a	3.7a	1.8a
冬 Winter	網室 32	36.6a	2.3a	17.4a	3.7a	2.3a	
	網室 24	37.1a	2.6a	19.4a	4.5a	2.5a	
	露天	37.5a	2.6a	18.5a	3.8a	2.4a	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$ .

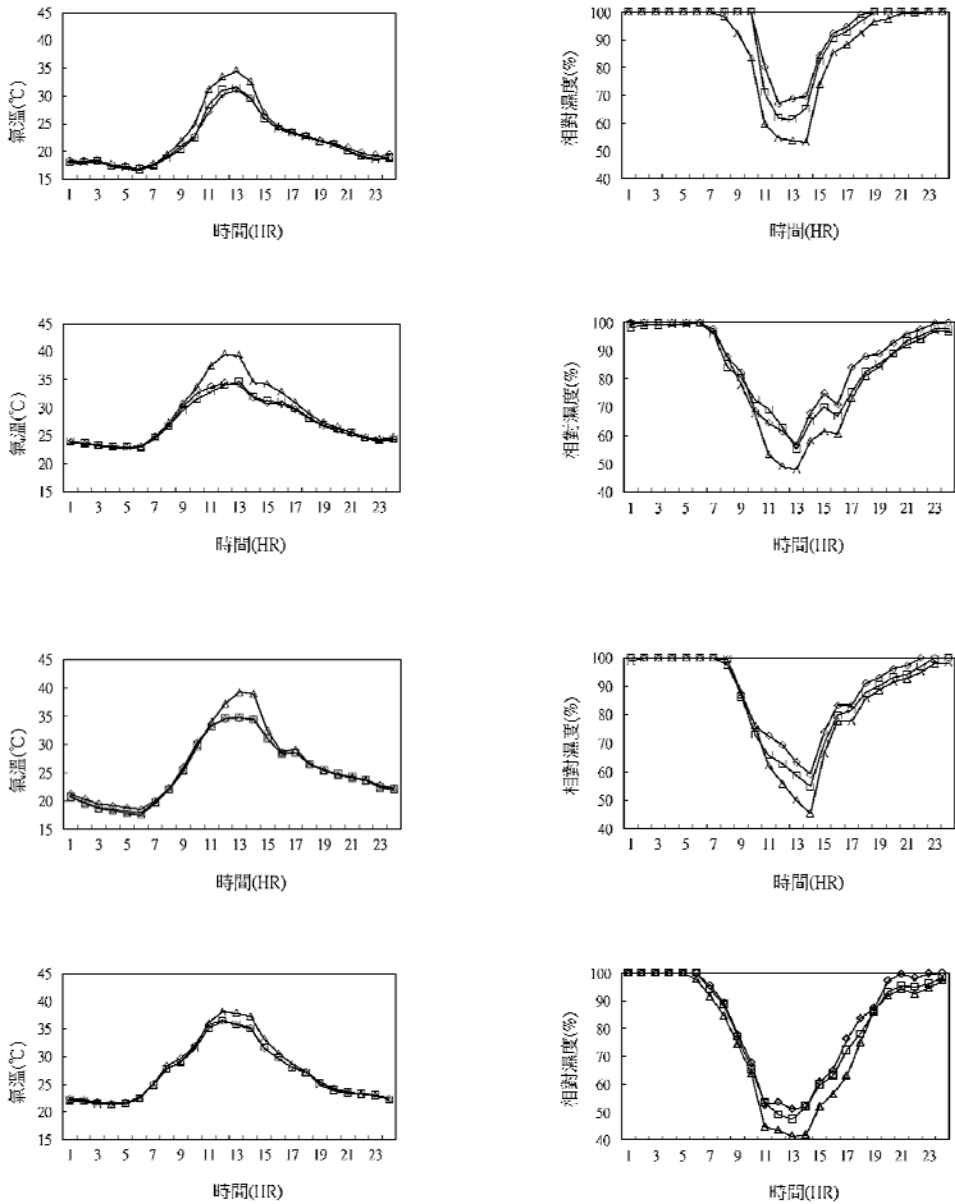
表十三、網室設施與露天栽培臺茶十二號鮮葉微量元素含量變化

Table 13 Changes of net house facilities and open cultivation on the micro mineral element of fresh leaves for TTES No. 12

年度 Year	茶季 Tea season	處理 Treatment	鐵 Fe	錳 Mn	銅 Cu	鋅 Zn
---mg/kg---						
2011	春 Spring	網室 32	58.22a	286.50a	15.07b	29.57b
		網室 24	56.92a	393.69a	15.53ab	29.75b
		露天	55.18a	383.44a	16.93a	34.43a
	夏 Summer	網室 32	53.95a	332.63a	15.16a	33.82a
		網室 24	60.47a	321.95a	16.16a	35.40a
		露天	51.61a	329.50a	15.44a	33.65a
	秋 1 Autumn 1st	網室 32	46.49a	328.85a	13.76a	31.83a
		網室 24	47.57a	307.22a	13.51a	28.23a
		露天	42.92a	315.86a	15.29a	32.70a
	秋 2 Autumn 2nd	網室 32	76.29a	386.20a	14.41b	26.32b
		網室 24	85.50a	411.35a	17.15a	30.04a
		露天	70.85a	381.51a	14.63b	25.05c
2012	早春 Early spring	網室 32	80.76a	309.70a	12.77a	24.44a
		網室 24	85.56a	325.56a	11.84a	24.00a
		露天	80.55a	341.07a	12.78a	26.73a
	春 Spring	網室 32	120.6a	421.6a	12.78a	25.53a
		網室 24	154.3a	389.6ab	13.14a	25.03a
		露天	106.1a	327.4b	16.95a	24.17a
	夏 1 Summer 1st	網室 32	91.54a	284.48b	11.27b	25.42a
		網室 24	65.2b	323.79a	10.62b	23.68a
		露天	64.02b	253.86c	13.04a	26.48a
	夏 2 Summer 2nd	網室 32	74.43b	355.16a	12.00b	24.51b
		網室 24	106.01a	360.86a	13.66a	28.49a
		露天	71.54b	311.07a	12.06b	25.47b
	秋 Autumn	網室 32	95.19a	390.61a	11.98a	22.61b
		網室 24	61.51a	482.32a	13.76a	21.20c
		露天	76.69a	383.13a	12.07a	26.87a
	冬 Winter	網室 32	54.77a	354.33a	14.29a	25.35a
		網室 24	69.12a	427.94a	14.45a	25.96a
		露天	52.83a	348.40a	13.05a	25.38a

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

Values followed by the same letters are not significant at  $\alpha=0.05$ .



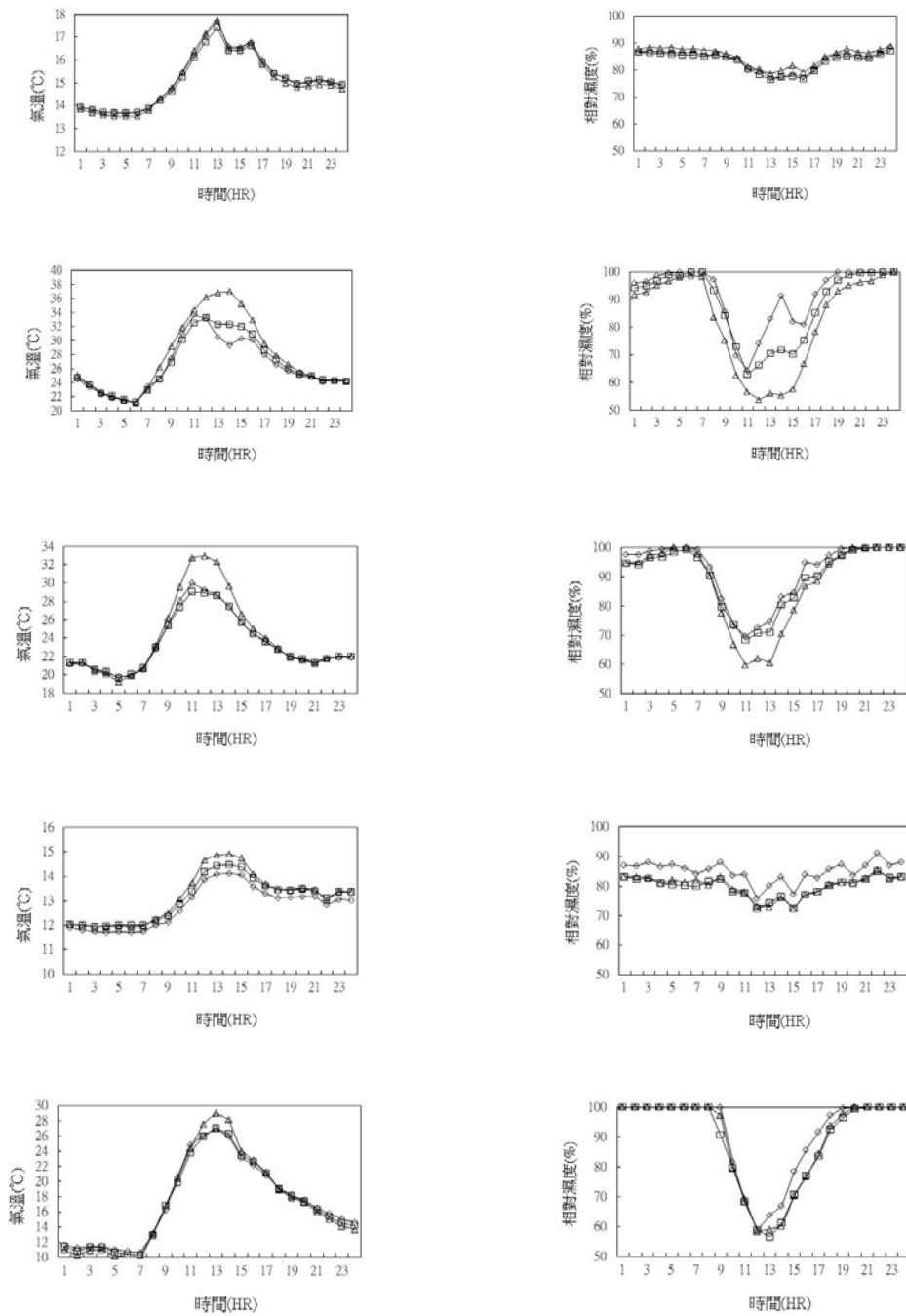
圖一、網室設施與露天栽培氣溫、相對濕度日變化

Fig. 1. Daily changes of air temperature and relative humidity in net house facilities and open cultivation

氣溫、相對濕度 (由上往下)：2012/3/15、2011/7/27、2012/4/13 (焚風)、2012/4/25 (焚風)

網室設施 32 網目：---◇---、網室設施 24 網目：---□---、露天栽培：---△---

Net house facilities (32 mesh): ---◇---, Net house facilities (24 mesh): ---□---, Open culture (CK): ---△---



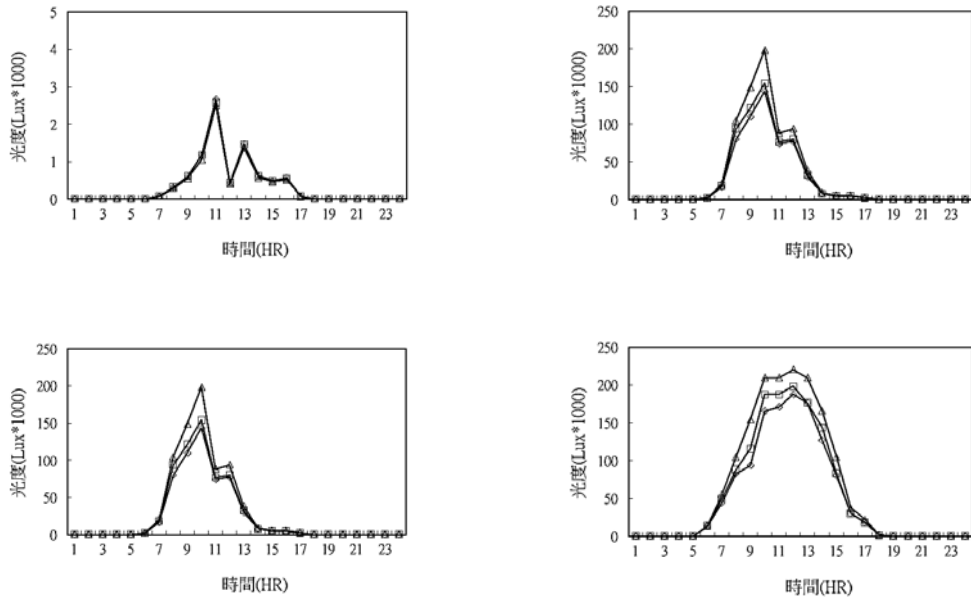
圖二、不同茶季網室設施與露天栽培氣溫、相對濕度日變化

Fig. 2. Daily changes of air temperature and relative humidity in net house facilities and open cultivation in different tea season

氣溫、相對濕度 (由上往下)：2011/3/26、2011/8/17、2011/10/23、2011/12/25、2012/1/27

網室設施 32 網目：---◇---、網室設施 24 網目：---□---、露天栽培：---△---

Net house facilities (32 mesh): ---◇---, Net house facilities (24 mesh): ---□---, Open culture (CK): ---△---



圖三、網室設施與露天栽培光度日變化

Fig. 3. Daily changes of light intensity in net house facilities and open cultivation

上：2012/2/3、2012/4/1、下：2012/4/14、2012/5/25

網室設施 32 網目：---◇---、網室設施 24 網目：---□---、露天栽培：---△---

Net house facilities (32 mesh): ---◇---, Net house facilities (24 mesh): ---□---, Open culture (CK): ---△---

# 以 QuEChERS 法搭配液相及氣相層析 串聯質譜儀建立茶園土壤中農藥多重殘留 分析方法

楊小瑩<sup>1,\*</sup> 林蕙君<sup>2</sup> 林儒宏<sup>1</sup>

## 摘要

本研究建立之土壤中農藥多重殘留分析方法，以 QuEChERS 進行前處理，配合液相層析串聯質譜儀 (LC/MS/MS) 及氣相層析串聯質譜儀 (GC/MS/MS) 進行檢液分析。本方法可分析土壤中 311 項農藥殘留，以液相層析串聯質譜儀分析 195 項 (平均回收率範圍為 32.41-136.10%，相對標準偏差均小於 20%)、以氣相層析串聯質譜儀分析 116 項 (平均回收率範圍為 52.52-106.64%，相對標準偏差最高為 22.88%)，其中 308 項定量極限可達 0.02 $\mu\text{g}/\text{mL}$ ，其餘 3 項為 0.05 $\mu\text{g}/\text{mL}$ 。分析 36 個茶園土壤樣品，檢驗到 46 項農藥，以待克利檢出率最高 (30.56%)。

**關鍵字：**土壤、農藥殘留、液相層析串聯質譜儀、氣相層析串聯質譜儀

## 前言

茶樹是具經濟價值之作物，依據統計，2016 年臺灣茶葉產值約 76 億元，占農產品生產總值 147% (行政院農業委員會，2017)。為維持茶葉的品質及產量，目前茶園管理主要以化學農劑進行病蟲害防治，若不當使用農藥，除了造成茶葉產品農藥殘留問題，可能會造成茶園土壤農藥殘留、污染地下水，影響土壤質地及肥力 (Gevao et al., 2003)。茶葉上的農劑殘留，除了來自進行病蟲害防治直接施用的農藥之外，也可能來自茶樹吸收土壤及空氣中的農藥 (Paterson et al., 1994)。茶樹會經由根部吸收土壤中的化學物質，藉由輸導組織及蒸散作用運送到其它部位。前人研究指出，作物種植於受污染之土壤中，會自土壤中吸收農藥重新分布於作物體內 (Yi et al., 2013; Juraske et al., 2009)。依據本實驗室歷年茶葉農藥殘留監測結果，亦曾發現部份農劑 (如益達胺) 在茶園雖已多年未使用，但其生產之茶葉產品仍維持微量農藥殘留。

常見土壤農藥殘留前處理方法包含液固萃取 (liquid-solid extraction, LSE)、超音波溶劑萃取 (ultrasonic solvent extraction, USE)、加壓溶劑萃取 (pressurised liquid extraction, PLE)、QuEChERS (quick, easy, cheap, effective, rugged and safe)、微波輔助萃取 (microwave assisted extraction, MAE) 等 (Durovic et al., 2012; Lesueur et al., 2008; Miyawaki et al., 2018)。QuEChERS 最早由

---

1. 行政院農業委員會茶業改良場凍頂工作站 助理研究員、副研究員兼站長。臺灣 南投縣。  
2. 行政院農業委員會茶業改良場凍頂工作站 約聘人員。臺灣 南投縣。  
\* 通訊作者。

Anastassiades 等人於 European Pesticide Residue Workshop 會議中所提出的前處理技術，主要分為三大步驟，包含均質、萃取與淨化，由於淨化過程利用淨化粉劑添加並藉由搖晃及離心等步驟達到去除雜質的效果，又稱為分散式固相萃取法 (dispersive solid-phase extraction, dispersive-SPE)(黃，2013；Anastassiades et al., 2003)。QuEChERS 方法具有快速、簡單、便宜、有效、耐用及安全等優點，可減少實驗中有機溶劑使用量及前處理時間，有助於加速檢驗分析的進行及減少對環境造成的負荷。本研究室已於 2013 年應用 QuEChERS 前處理技術於茶葉中多重農藥殘留分析(黃等，2014)，為了解目前茶園土壤中農藥殘留情形及減少有機溶劑使用，本研究進一步利用 QuEChERS 前處理技術，配合液相層析串聯質譜儀 (LC/MS/MS) 及氣相層析串聯質譜儀 (GC/MS/MS)，建立土壤中農藥多重殘留分析方法。

## 材料與方法

### 一、試驗藥劑

冰醋酸、甲酸及醋酸銨均採試藥特級；丙酮及正己烷均採用殘留級；乙腈及甲醇均採用層析級；無水醋酸鈉、無水硫酸鎂、primary secondary amine (PSA)、octadecylsilane, end-capped (C18 EC) 及 graphitized carbon black (GCB) 均採用分析級；去離子水 (比電阻於 25°C 達 18 MΩ·cm 以上)；農藥對照用標準品包含 3-酮基加保扶等 311 項農藥 (詳見表一及表二)；磷酸三苯酯 (triphenyl phosphate, TPP) 為內部標準品。

### 二、分析儀器及條件

#### (一) 液相層析串聯質譜儀 (LC/MS/MS)

包含液相層析儀 (Agilent 1260 Infinity LC) 及串聯式質譜儀 (Agilent 6460C Triple Quadrupole LC/MS)。層析管柱使用 Poroshell 120 EC-C18，粒徑 2.7 μm，內徑 3.0 mm，柱長 150 mm。離子源為電灑離子化 (electrospray ionization, ESI)，層析管溫度 50°C，霧化氣體為氮氣，霧化氣體壓力為 40 psi。移動相溶液 A 為去離子水含 5 mM 醋酸銨；移動相溶液 B 為甲醇含 5 mM 醋酸銨；移動相梯度條件如表三。採用動態多重反應偵測模式 (dynamic multiple reaction monitoring, dynamic MRM) 進行掃描偵測。樣品注射量為 5 μL。

#### (二) 氣相層析串聯質譜儀 (GC/MS/MS)

包含氣相層析儀 (Agilent Technologies 7890A GC) 及串聯式質譜儀 (Agilent 7000B Triple Quadrupole GC/MS)。層析管柱使用 DB-5MS UI (Agilent) 毛細管柱，內膜厚度 0.25 μm，內徑 0.25 mm，柱長 30 m。層析管升溫程序為初溫 60°C，維持 1 分鐘，溫度上升速率 40°C/分鐘至 170°C，溫度上升速率 10°C/分鐘至 310°C，維持 1.75 分鐘。離子源為電子撞擊游離 (electron impact ionization, EI)，注入器溫度 280°C，攜帶氣體為氮氣，碰撞室氣體為氮氣，離子化電壓設定 70 eV，接口溫度 280°C，四極柱溫度 150°C，離子源溫度 300°C。採用多重反應偵測模式 (multiple reaction monitoring, MRM) 進行掃描偵測。樣品注射量為 1 μL。

### 三、土壤樣品前處理方法

參考 Fernandes 及 Bruzzone 等人 (Fernandes et al., 2013; Bruzzone et al., 2014) 發表之方法，取磨粉後之土壤樣品精秤至 5.00 g，加入去離子水 10 mL，靜置 20 分鐘，加入含 1%醋酸之乙腈溶液 10 mL 及 7.5 μg/ml 內部標準品溶液 100 μL，再依序加入陶瓷均質石及萃取粉劑 (含無

水硫酸鎂 4 g 及無水醋酸鈉 1 g)，以高速組織研磨振盪均質機於 1,000 rpm 振盪 1 分鐘，再於超音波震盪器內 5 分鐘後，以離心機 15°C，3000 × g 離心 5 分鐘。取上清液 6 mL，置於含 PSA 300 mg、C18 EC 300 mg 及無水硫酸鎂 900 mg 之離心管中，以高速組織研磨振盪均質機 1,000 rpm 振盪 1 分鐘，並於離心機 15°C，以 3,000 × g 離心 2 分鐘。取上清液 1 mL，以氮氣吹至剛乾，殘留物以 1 mL 含 0.05%甲酸之甲醇溶液溶解，經 0.22 μm PTFE 濾膜過濾，以液相層析串聯質譜儀 (LC/MS/MS) 分析。另取上清液 1 mL，以氮氣吹至剛乾，殘留物以 1 mL 含 0.05%甲酸之丙酮：正己烷 (1:1, v/v) 溶液溶解，經 0.22 μm PTFE 濾膜過濾，以氣相層析串聯質譜儀 (GC/MS/MS) 分析。

#### 四、農藥回收率及方法定量極限試驗

以農藥對照用標準品進行空白土壤基質添加試驗，添加藥劑包含 103 年衛生福利部公告食品中殘留農藥檢驗方法—多重殘留分析方法 (五)(以下簡稱公告方法五) 之 310 項藥劑 (衛生福利部, 2014) 及魚藤精 (rotenone)、氟大滅 (flubendiamide)、汰硫草 (dithiopyr)、單克素 (uniclazole)、三得芬 (tridemorph)、普拔根 (propazine)，共 317 項藥劑 (大克蟎及大克蟎代謝物分計 2 項)。添加混合農藥標準品至空白土壤樣品中，使樣品中農藥標準品最終濃度為 0.02 及 0.05 μg/mL，進行三重複 (基質匹配檢量線範圍 0.0025-0.25 μg/mL，決定係數  $r^2$  大於 0.9801)。樣品經前處理萃取後分別以液相層析串聯質譜儀及氣相層析串聯質譜儀進行分析，計算不同藥劑各濃度添加回收率及相對標準偏差 (relative standard deviation, RSD)，並以三重複樣品訊噪比 (S/N) 皆大於且最接近 10 的濃度為該藥劑之方法定量極限。

## 結果與討論

### 一、建立土壤農藥殘留檢驗分析方法

實地茶園取樣之土壤因帶有水份，進行前處理萃取前需先將土壤於室內乾燥後磨碎。由預備試驗中發現磨碎後之土壤仍有粒徑大小差別，因此，先以 50 目 (孔徑 0.297 mm) 篩網過篩後再進行秤重取樣。萃取過程中，為減少土壤結構的影響，在離心前先利用超音波進行物理分散以達到較好的分層效果 (Fernandes et al., 2013)。各項藥劑之多重反應偵測模式參數參考衛生福利部公告方法五進行修正 (衛生福利部, 2014)，詳如表一及表二。本研究建立之方法以液相層析串聯質譜儀 (LC/MS/MS) 可分析其中 227 項藥劑，以氣相層析串聯質譜儀 (GC/MS/MS) 可分析 174 項 (圖一及圖二)，有 90 項藥劑為兩種儀器皆可檢驗分析之項目。建議以液相層析串聯質譜儀分析土壤中 195 項農藥 (平均回收率範圍為 32.41-136.10%，僅芬佈賜 (fenbutatin-oxide) 及普拔克 (propamocarb) 平均回收率低於 50%，分別為 32.41%及 47.76%；相對標準偏差均小於 20%)、以氣相層析串聯質譜儀分析土壤中 116 項農藥 (平均回收率範圍為 52.52-106.64%，相對標準偏差最高為 22.88%-二氯松)，共計可分析土壤中 311 項農藥殘留，且僅其中 4 項農藥 ( $\beta$ -可氯丹 (trans-chlordane)、地特靈 (dieldrin)、得克利 (tebuconazole) 及二氯松 (dichlorvos) 相對標準偏差大於 20%，顯示本方法具有良好準確度與精密度 (圖三)。本方法評估土壤中 311 項農藥殘留定量極限，除必芬諾 (bifenox)、大克爛 (dicloran) 及賽扶寧 (cyfluthrin) 為 0.05 μg/mL 外，其餘 308 項皆可達 0.02 μg/mL。本試驗進行藥劑添加試驗時雖有添加衛生福利部公告方法五之全部品項 (衛生福利部, 2014)，但部份藥劑因平均回收率過低，顯示不適合以本方法進行分析，共計有蟎離丹 (chinomethionat)、丁基加保扶 (carbosulfan)、大克蟎 (dicofol)、免扶克 (benfuracarb)、美氟綜

(metaflumizone) 及必芬蟎 (bifenazate) 等 6 項藥劑。

## 二、茶園土壤農藥殘留情況調查

為了解茶園土壤實際農藥殘留情形，以採樣鏟採集茶樹樹冠面下表土 (地表下 0-15 cm)，於室內自然風乾 (行政院環境保護署，2015)。本研究共採集 36 件茶園土壤樣品，樣品來源包含南投縣名間鄉、竹山鎮、鹿谷鄉、仁愛鄉 (翠峰)、嘉義縣竹崎鄉 (石棹)、梅山鄉 (樟樹湖、瑞里)、桃園市楊梅區、新北市坪林區、臺東縣鹿野鄉及花蓮縣瑞穗鄉等茶區，依本研究建立之方法進行土壤農藥殘留分析。36 件土壤樣品中，有 21 件未檢出農藥殘留 (其中有 3 件茶園為有機耕作管理)，土壤農藥殘留檢出率為 41.67%，共檢驗到 46 種農藥，最常出現之前三名藥劑為待克利 (difenoconazole)(檢出率為 30.56%，檢出數值範圍為 21.86-2339.51 ng/mL)、益達胺 (imidacloprid) (檢出率為 27.78%，檢出數值範圍為 26.47-196.35 ng/mL)、克凡派 (chlorfenapyr)(檢出率為 22.22%，檢出數值範圍為 29.72-5841.39 ng/mL)、布芬淨 (buprofezin)(檢出率為 22.22%，檢出數值範圍為 26.39-260.63 ng/mL)、亞托敏 (azoxystrobin)(檢出率為 22.22%，檢出數值範圍為 23.17-463.63 ng/mL)，皆為茶樹上核准登記使用之藥劑種類 (表四)。本研究分析之 36 件茶園土壤樣品，共檢驗到 46 種農藥殘留，有 7 種為茶樹上未核准登記使用之藥劑，包含芬佈賜 (fenbutatin-oxide)、樂滅草 (oxadiazon)、普克利 (propiconazole)、撲克拉 (prochloraz)、腐絕 (thiabendazole)、新殺蟎 (bromopropylate) 及比達寧 (butralin)，以芬佈賜檢出率最高 (11.11%)，其中有 3 種為落花生核准登記使用之藥劑，包含樂滅草 (檢出 2 次)、腐絕 (檢出 1 次) 及比達寧 (檢出 1 次)。調查採集土壤樣品之茶園栽培管理情形，有檢出樂滅草、腐絕或比達寧之土壤樣品，其茶園皆有使用花生粕，後續可再探討研究上述殘留藥劑是否來自田間所使用的資材。

本研究分析土壤農藥殘留結果與茶園用藥情形進行比對，發現和田間實際用藥種類大致相符，但亦有農友表示已長時間無施用益達胺或陶斯松，卻仍然在土壤樣品中檢驗到有微量殘留，未來可再針對此類農藥進一步研究，以釐清藥劑實際在田間土壤的消退狀況，及是否可能會造成後期作物的農藥殘留污染。

## 參考文獻

1. 行政院農業委員會. 2017. 農產品生產量值. 105 年農業統計年報. p. 11。
2. 行政院環境保護署. 2015. 土壤採樣方法. 民國 104 年 2 月 2 日環署檢字第 1040009426 號公告. 23 頁。
3. 黃玉如. 2013. 安全、快速、低成本農殘分析新方法-QuEChERS 簡介. 茶業專訊 83: 8-10。
4. 黃玉如、巫嘉昌、黃正宗. 2014. QuEChERS 應用於茶葉中多重農藥殘留快速分析之評估. 出自“第二屆茶業科技研討會專刊”，郭芷君、邱喬嵩、陳國任、蔡憲宗 (合編). pp. 207-221. 桃園：茶業改良場。
5. 衛生福利部. 2014. 食品中殘留農藥檢驗方法-多重殘留分析方法 (五). 民國 103 年 7 月 3 日署授食字第 1031900615 號公告修正. 25 頁。
6. Anastassiades, M., Lehotay, S. J., Stajnbaher, D. and Schenck, F. J. 2003. Fast and easy multiresidue method employing acetonitrile extraction/partitioning and “dispersive solid-phase extraction” for the determination of pesticide residues in produce. *J. AOAC Int.* 86: 412–431.
7. Bruzzoniti, M. C., Checchini, L., Carlo, R. M. D., Orlandini, S., Rivoira, L. and Bubba, M. D. 2014.

- QuEChERS sample preparation for the determination of pesticides and other organic residues in environmental matrices: a critical review. *Anal. Bioanal. Chem.* 406: 4089–4116.
8. Durovic, R., Dordevic, T., Radivojevic, L., Santric, L. and Umiljendic, J. G. 2012. Multiresidue analysis of pesticides in soil by liquid-solid extraction procedure. *Pestic. Phytomed.* 27: 239–244
  9. Fernandes, V. C., Domingues, V. F., Mateus, V. and Delerue-Matos, C. 2013. Multiresidue pesticides analysis in soils using modified QuEChERS with disposable pipette extraction and dispersive solid-phase extraction. *J. Sep. Sci.* 36: 376–382.
  10. Gevao, B., Jones, K. C., Semple, K. T., Craven, A. and Burauel, P. 2003. How can we resolve conflicts in definition, regulatory requirements, and significance? *Environ. Sci. Technol.* 138–144.
  11. Juraske, R., Castells, F., Vijay, A., Muñoz, P. and Antón, A. 2009. Uptake and persistence of pesticides in plants: measurements and model estimates for imidacloprid after foliar and soil application. *J. Hazard. Mater.* 165: 683–689.
  12. Lesueur, C., Gartner, M., Mentler, A. and Fuerhacker, M. 2008. Comparison of four extraction methods for the analysis of 24 pesticides in soil samples with gas chromatography–mass spectrometry and liquid chromatography–ion trap–mass spectrometry. *Talanta.* 75: 284–293.
  13. Miyawaki, T., Tobiishi, K., Takenaka, S. and Kadokami, K. 2018. A rapid method, combining microwave-assisted extraction and gas chromatography–mass spectrometry with a database, for determining organochlorine pesticides and polycyclic aromatic hydrocarbons in soils and sediments. *Soil Sediment. Contam.* 27: 31–45.
  14. Paterson, S., Mackay, D. and McFarlane, C. 1994. A model of organic chemical uptake by plants from soil and the atmosphere. *Environ. Sci. Technol.* 28: 2259–2266.
  15. Yi, Z., Zheng, L., Guo, P. and Bi, J. 2013. Distribution of  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -, and  $\delta$ - hexachlorocyclohexane in soil–plant–air system in a tea garden. *Ecotox. Environ. Safe.* 91: 156–161.

表三、液相層析串聯質譜儀移動相梯度條件

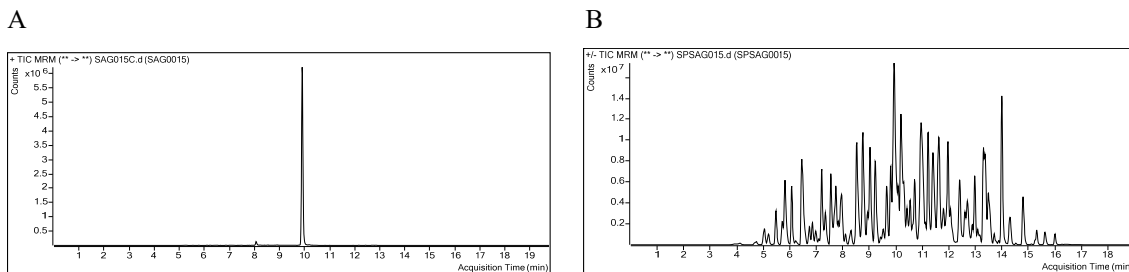
Table 3 Solvent gradient program used for elution during LC/MS/MS analysis

時間 (min)	流速 (μL/min)	移動相溶液 A (%)	移動相溶液 B (%)
Time	Flow rate	Mobile phase A	Mobile phase B
0	400	95	5
1	400	95	5
4	400	40	60
14	400	0	100
18	400	0	100

表四、36 件茶園土壤農藥殘留檢出次數排名前十名之藥劑

Table 4 Top ten detected pesticides in 36 soil samples

排名 Ranking	分析物 Analyte		檢出率 (%) Detection rate	檢出最大值 (ng/mL) Maximum detected value	檢出最小值 (ng/mL) Minimum detected value
	中文名 Chinese	英文名 English			
1	待克利	Difenoconazole	30.56	2339.51	21.86
2	益達胺	Imidacloprid	27.78	196.35	26.47
3	克凡派	Chlorfenapyr	22.22	5841.39	29.72
3	布芬淨	Buprofezin	22.22	260.63	26.39
3	亞托敏	Azoxystrobin	22.22	463.63	23.17
6	氟芬隆	Flufenoxuron	19.44	684.46	23.42
6	畢芬寧	Bifenthrin	19.44	727.59	21.52
6	百克敏	Pyraclostrobin	19.44	623.93	25.08
6	貝芬替	Carbendazim	19.44	217.03	22.83
10	陶斯松	Chlorpyrifos	16.67	4818.29	33.01
10	三得芬	Tridemorph	16.67	3205.09	27.40

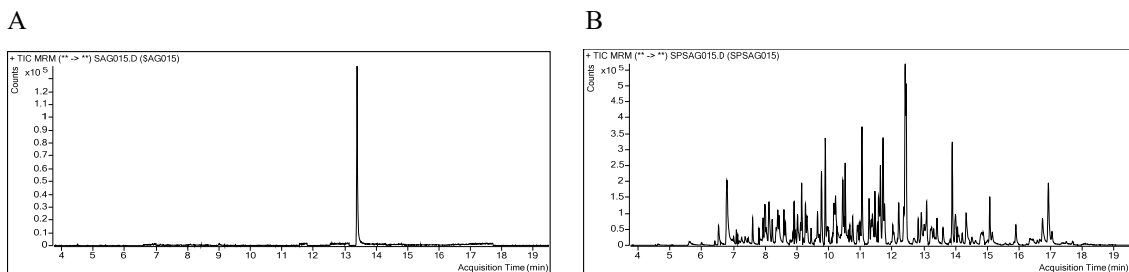


圖一、分析 227 種農藥標準品於土壤之 LC/MS/MS 總離子層析圖

Fig. 1. Total ion chromatograms from LC/MS/MS.

A: blank soil sample with internal standard (triphenyl phosphate);

B: soil sample spiked with 227 pesticides at 100 mg/kg.

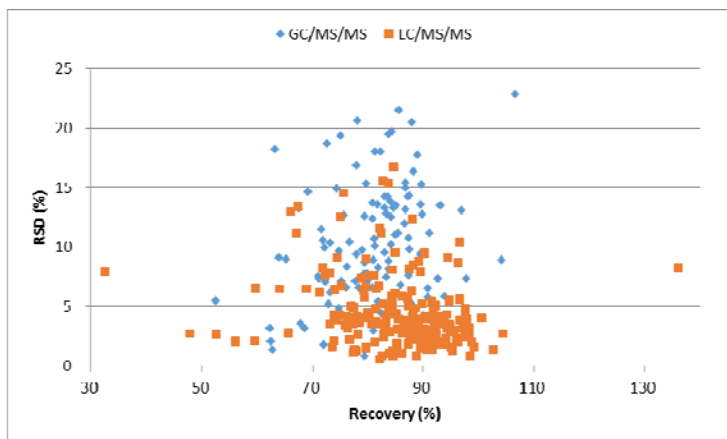


圖二、分析 174 種農藥標準品於土壤之 GC/MS/MS 總離子層析圖

Fig. 2. Total ion chromatograms from GC/MS/MS.

A: blank soil sample with internal standard (triphenyl phosphate);

B: soil sample spiked with 174 pesticides at 100 mg/kg.



圖三、添加 311 種農藥標準品於土壤中之平均回收率及相對標準偏差

Fig. 3. Mean recoveries and relative standard deviation (RSD, n=3) of 311 pesticides in soils (Spiked level = 0.05  $\mu\text{g/mL}$ )

表一、3-酮基加保扶等 195 項農藥及內部標準品以液相層析串聯質譜儀分析之多重反應偵測模式參數

項次 Item	分析物 Analyte		定量離子對 Quantitation ion pair				定性離子對 Qualitative ion pair				
	中文名 Chinese	英文名 English	前驅離子>產物離子 (m/z)	進樣錐電壓 (V)	碰撞能量 (eV)	前驅離子>產物離子 (m/z)	進樣錐電壓 (V)	碰撞能量 (eV)	前驅離子>產物離子 (m/z)	進樣錐電壓 (V)	碰撞能量 (eV)
1	3-酮基加保扶	3-keto Carbofuran	236.0 > 179.0	60	10	236.0 > 161.0	60	20			
2	3-羥基加保扶	3-OH Carbofuran	238.0 > 163.0	80	15	238.0 > 181.0	80	10			
3	阿巴汀	Abamectin	890.6 > 305.3	100	10	890.6 > 567.5	100	10			
4	毆殺松	Acephate	184.0 > 143.0	60	5	184.0 > 125.0	60	17			
5	亞滅培	Acetamiprid	223.0 > 126.0	140	20	223.0 > 56.0	140	1			
6	得滅克	Aldicarb	208.0 > 89.0	60	8	208.0 > 116.0	60	8			
7	得滅克颯	Aldicarb sulfone	223.0 > 76.0	80	5	223.0 > 148.0	80	5			
8	得滅克亞颯	Aldicarb sulfoxide	207.0 > 89.0	70	9	207.0 > 132.0	70	1			
9	亞烈寧	Allethrin	303.0 > 135.0	100	15	303.0 > 107.0	100	15			
10	亞汰草	Alloxydim (sodium)	324.0 > 234.0	70	15	324.0 > 266.0	70	11			
11	草殺淨	Ametryn	228.0 > 186.0	120	20	228.0 > 96.0	120	25			
12	安美速	Amisulbrom	466.0 > 227.0	112	13	466.0 > 148.1	112	57			
13	草脫淨	Atrazine	216.0 > 174.0	120	15	216.0 > 96.0	120	20			
14	谷達松	Azinphos-methyl	318.0 > 261.0	80	1	318.0 > 125.0	80	15			
15	亞托敏	Azoxystrobin	404.2 > 372.2	80	10	404.2 > 344.2	80	10			

(續表一)(Table 1 Continued)

16	本達樂	Benalaxyl	326.0 > 148.0	70	20	326.0 > 91.0	70	34
17	免敵克	Bendiocarb	224.2 > 109.2	80	20	224.2 > 81.0	80	35
18	免速隆	Bensulfuron-methyl	411.0 > 149.0	70	21	411.0 > 182.0	70	20
19	本達隆	Bentazone	239.0 > 132.0	-144	-25	239.0 > 197.0	-144	-17
20	佈生	Benthiazole (TCMTB)	239.0 > 180.1	82	5	239.0 > 136.2	82	25
21	比多農	Bitertanol	338.0 > 70.0	100	5	338.0 > 269.0	100	1
22	白克列	Boscalid	343.0 > 307.0	70	18	343.0 > 140.0	70	20
23	布瑞莫	Bupirimate	317.3 > 166.1	120	25	317.3 > 272.0	120	20
24	布芬淨	Buprofezin	306.3 > 57.0	120	15	306.3 > 201.0	120	10
25	佈嘉信	Butocarboxim	213.0 > 75.0	124	9	213.0 > 116.0	124	5
26	加保利	Carbaryl	202.0 > 145.0	80	5	202.0 > 127.0	80	20
27	貝芬替	Carbendazim	192.1 > 160.1	127	13	192.1 > 132.1	127	33
28	加保扶	Carbofuran	222.0 > 165.0	120	5	222.0 > 123.0	120	20
29	加普胺	Carpropamid	334.0 > 139.2	112	17	334.0 > 196.2	112	9
30	剋安勃	Chlorantraniliprole	483.7 > 452.7	70	20	483.7 > 111.9	70	75
31	克福隆	Chlorfluazuron	540.0 > 383.0	120	15	540.0 > 158.0	120	15
32	可芬諾	Chromafenozide	395.0 > 175.0	70	25	395.0 > 147.0	70	50
33	西速隆	Cinosulfuron	414.1 > 183.1	104	13	414.1 > 157.1	104	17
34	克芬麟	Clofentezine	303.0 > 138.1	87	9	303.0 > 102.1	87	20
35	克普草	Clomeprop	324.0 > 120.0	70	15	324.0 > 203.0	70	17
36	可尼丁	Clothianidin	250.0 > 169.0	77	9	250.0 > 131.9	77	9

(續表一)(Table 1 Continued)

37	施力松	Cyanofenphos	304.1 > 157.1	107	19	304.1 > 120.1	107	19
38	賽座滅	Cyazofamid	325.2 > 108.0	80	10	325.2 > 261.0	80	5
39	環磺隆	Cyclosulfamuron	422.0 > 261.0	70	16	422.0 > 218.0	70	27
40	賽芬蟎	Cyflumetofen	465.0 > 172.9	150	20	465.0 > 249.0	150	10
41	克絕	Cymoxanil	199.0 > 128.1	60	5	199.0 > 111.2	60	13
42	賽普洛	Cyprodinil	226.1 > 93.0	147	41	226.1 > 77.0	147	57
43	滅賜松	Demeton-S-methyl	231.1 > 89.1	70	5	231.1 > 61.1	70	29
44	雙特松	Dicrotophos	238.0 > 112.0	70	10	238.0 > 193.0	70	1
45	侍克利	Difenoconazole	406.0 > 251.0	160	15	406.0 > 337.0	160	15
46	二福隆	Diflubenzuron	309.0 > 288.9	-80	-1	309.0 > 156.0	-80	-5
47	汰草滅	Dimethenamid	276.0 > 244.2	92	9	276.0 > 168.2	92	25
48	大滅松	Dimethoate	230.0 > 199.0	70	5	230.0 > 125.0	70	15
49	產滅芬	Dimethomorph	388.1 > 301.1	120	20	388.1 > 165.1	120	25
50	產克利	Diniconazole	326.0 > 70.0	120	25	326.0 > 159.0	120	30
51	產特南	Dinotefuran	203.1 > 129.1	85	6	203.1 > 157.0	85	2
52	大芬滅	Diphenamid	240.2 > 134.2	100	15	240.2 > 167.1	100	15
53	產有龍	Diuron	233.0 > 72.0	120	20	233.0 > 160.0	120	20
54	汰草龍	Dymron	269.0 > 151.0	70	10	269.0 > 91.0	70	40
55	護粒松	Edifenphos	311.0 > 109.0	100	35	311.0 > 283.0	100	10
56	愛殺松	Ethion	385.0 > 199.0	80	5	385.0 > 171.0	80	15
57	益斯普	Ethiprole	397.0 > 351.0	70	18	397.0 > 255.0	70	36

(續表一)(Table 1 Continued)

58	依瑞莫	Ethirimol	210.0 > 140.2	164	21	210.0 > 98.2	164	29
59	依殺蟎	Etoxazole	360.2 > 141.1	124	33	360.2 > 113.1	124	69
60	凡殺同	Famoxadone	392.0 > 238.0	70	14	392.0 > 331.0	70	12
61	芬滅松	Fenamiphos	304.1 > 217.0	168	21	304.1 > 202.0	168	33
62	芬瑞莫	Fenarimol	331.1 > 81.0	120	30	331.1 > 268.0	120	25
63	芬殺蟎	Fenazaquin	307.2 > 57.2	124	13	307.2 > 161.2	124	21
64	芬佈賜	Fenbutatin-oxide	519.0 > 351.0	70	32	519.0 > 197.0	70	54
65	環菌胺	Fenhexamid	302.0 > 97.2	70	22	302.0 > 55.3	70	38
66	芬硫克	Fenothiocarb	254.1 > 160.0	88	11	254.1 > 107.0	88	26
67	芬諾克	Fenoxycarb	302.0 > 88.2	92	20	302.0 > 116.2	92	5
68	芬普蟎	Fenpyroximate	422.2 > 366.2	120	24	422.2 > 135.0	120	30
69	繁福松	Fensulfothion	309.0 > 157.0	120	25	309.0 > 253.0	120	15
70	芬普尼	Fipronil	434.9 > 330.0	-102	-9	434.9 > 250.0	-102	-25
71	伏速隆	Flazasulfuron	408.0 > 182.0	70	15	408.0 > 139.0	70	45
72	氟尼胺	Flonicamid	230.1 > 203.0	124	13	230.1 > 174.0	124	17
73	伏寄普	Fluazifop-P-butyl	384.1 > 282.1	124	17	384.1 > 91.1	124	41
74	扶吉胺	Fluazinam	462.9 > 415.9	-112	-13	462.9 > 397.9	-112	-13
75	氟大滅	Flubendiamide	681.0 > 254.0	130	20	681.0 > 214.0	130	50
76	護太寧	Fludioxonil	266.0 > 158.0	70	33	266.0 > 185.0	70	24
77	氟芬隆	Flufenoxuron	489.0 > 158.0	80	20	489.0 > 141.0	80	25
78	氟比來	Fluopicolide	385.0 > 175.1	112	25	385.0 > 147.0	112	60

(續表一) Table 1 Continued

79	護砂得	Flusilazole	316.2 > 247.2	140	15	316.2 > 165.1	140	25
80	福多寧	Flutolamil	324.2 > 242.0	120	20	324.2 > 262.0	120	20
81	護汰芬	Flutriafol	302.1 > 70.1	112	13	302.1 > 123.2	112	29
82	覆滅蟎	Formetanate	222.0 > 165.0	100	17	222.0 > 46.0	100	24
83	福拉比	Furametypr	334.0 > 157.0	70	32	334.0 > 131.0	70	24
84	合芬寧	Halfenprox	496.0 > 183.0	102	17	496.0 > 461.0	102	5
85	甲基合氣氟	Haloxyp-methyl	376.0 > 316.0	140	10	376.0 > 288.0	140	20
86	六伏隆	Hexaflumuron	458.9 > 438.9	80	20	458.9 > 275.9	80	20
87	合賽多	Hexythiazox	353.0 > 228.0	120	10	353.0 > 168.0	120	20
88	依滅列	Imazalil	297.0 > 159.0	70	22	297.0 > 69.0	70	22
89	易胺座	Imibenconazole	411.0 > 125.0	120	35	411.0 > 171.0	120	10
90	益達胺	Imidacloprid	256.0 > 209.0	92	9	256.0 > 175.0	92	17
91	因得克	Indoxacarb	528.2 > 150.1	107	17	528.2 > 190.0	107	20
92	丙基喜樂松	Iprobenfos	289.1 > 91.0	80	25	289.1 > 205.0	80	5
93	依殺松	Isazofos	314.1 > 162.1	107	13	314.1 > 120.0	107	25
94	亞芬松	Isofenphos	346.0 > 217.0	80	20	346.0 > 245.0	80	10
95	滅必蟲	Isoprocarb (MIPC)	194.0 > 95.0	72	13	194.0 > 137.0	72	5
96	亞賜圃	Isoprothiolane	291.0 > 231.1	80	5	291.0 > 189.1	80	15
97	愛速隆	Isouron	212.0 > 72.0	70	23	212.0 > 167.0	70	15
98	加福松	Isoxathion	313.9 > 105.0	100	10	313.9 > 97.0	100	30
99	克收欣	Kresoxim-methyl	314.1 > 116.1	72	9	314.1 > 131.1	72	17

(續表一)(Table 1 Continued)

100	理有龍	Linuron	249.1 > 182.1	80	10	249.1 > 159.8	80	15
101	祿芬隆	Lufenuron	509.0 > 326.0	-107	-13	509.0 > 175.0	-107	-41
102	馬拉松	Malathion	331.1 > 127.0	104	5	331.1 > 99.0	104	21
103	滅加松	Mecarbam	330.0 > 227.0	70	8	330.0 > 97.0	70	35
104	滅芬草	Mefenacet	299.2 > 148.0	80	10	299.2 > 191.7	80	5
105	滅爾蟲	Meobal (Xylycarb) (MPMC)	180.0 > 123.0	70	13	180.0 > 108.0	70	29
106	滅派林	Mepanipyrim	224.0 > 106.0	70	24	224.0 > 131.0	70	22
107	美福松	Mephofofan	270.0 > 140.0	100	25	270.0 > 168.0	100	15
108	滅普寧	Mepromil	228.0 > 119.1	160	15	228.0 > 91.2	160	35
109	滅達樂	Metaxyl	280.2 > 220.2	82	9	280.2 > 192.2	82	13
110	滅特座	Metconazole-cis	320.0 > 70.0	70	36	320.0 > 125.0	70	36
111	達馬松	Methamidophos	142.0 > 94.0	80	15	142.0 > 125.0	80	10
112	滅大松	Methidathion	303.0 > 145.0	80	5	303.0 > 85.0	80	10
113	滅賜克	Methiocarb	226.0 > 169.0	80	5	226.0 > 121.0	80	15
114	納乃得	Methomyl	163.0 > 88.0	100	1	163.0 > 106.0	100	1
115	滅芬諾	Methoxyfenozide	369.0 > 149.0	82	13	369.0 > 313.1	82	1
116	撲多草	Metobromuron	259.0 > 148.0	70	15	259.0 > 170.0	70	20
117	莫多草	Metolachlor	284.1 > 252.0	120	10	284.1 > 176.0	120	15
118	治滅蟲	Metolcarb	166.0 > 109.0	80	3	166.0 > 94.0	80	30
119	滅芬農	Metrafenone	409.0 > 209.0	70	17	409.0 > 227.0	70	29

(續表一) Table 1 Continued

120	滅必淨	Metribuzin	215.1 > 84.0	120	20	215.1 > 187.0	120	15
121	美文松	Mevinphos	225.1 > 193.0	80	1	225.1 > 127.0	80	15
122	亞素靈	Monocrotophos	223.9 > 127.0	60	5	223.9 > 192.9	60	5
123	邁克尼	Myclobutanil	289.0 > 70.0	120	25	289.0 > 125.0	120	30
124	滅落脫	Napropamide	272.3 > 129.2	100	10	272.3 > 171.2	100	15
125	氟草敏	Norflurazon	304.0 > 284.0	70	24	304.0 > 160.0	70	33
126	諾伐隆	Novaluron	493.0 > 158.0	70	20	493.0 > 141.0	70	46
127	歐滅松	Omethoate	214.0 > 183.0	60	5	214.0 > 155.0	60	10
128	歐殺滅	Oxamyl	237.0 > 72.0	80	10	237.0 > 90.0	80	10
129	嘉保信	Oxycarboxin	268.2 > 175.1	80	10	268.2 > 147.3	80	15
130	巴克素	Paclobutrazol	294.1 > 125.0	136	41	294.1 > 89.2	136	77
131	平克座	Penconazole	283.9 > 70.0	120	30	283.9 > 158.8	120	35
132	賓克隆	Pencycuron	329.1 > 89.1	168	77	329.1 > 218.0	168	10
133	平速爛	Penoxsulam	484.0 > 195.0	70	32	484.0 > 164.0	70	34
134	賽達松	Phenthoate	321.0 > 247.0	80	5	321.0 > 163.0	80	5
135	裕必松	Phosalone	368.0 > 182.0	100	10	368.0 > 111.0	100	40
136	益滅松	Phosmet	318.0 > 160.0	120	5	318.0 > 133.0	120	40
137	福賜米松	Phosphamidon	300.0 > 127.0	120	20	300.0 > 174.0	120	10
138	巴贊松	Phoxim	299.0 > 129.0	70	11	299.0 > 153.0	70	7
139	比加普	Pirimicarb	239.0 > 72.0	70	15	239.0 > 182.0	70	15

(續表一)(Table 1 Continued)

140	必滅松 (乙基亞特松)	Pirimiphos-ethyl	334.0 > 198.0	120	20	334.0 > 182.0	120	25
141	普拉草	Pretlachlor	312.0 > 252.2	120	10	312.0 > 176.1	120	25
142	撲克拉	Prochloraz	376.1 > 307.9	80	5	376.1 > 70.1	80	20
143	佈飛松	Profenophos	373.0 > 303.0	80	15	373.0 > 345.0	80	1
144	普滅克	Promecarb	208.0 > 109.0	80	30	208.0 > 151.0	80	10
145	普拔克	Propamocarb hydrochloride	189.0 > 102.0	70	17	189.0 > 144.0	70	13
146	除草靈	Propanil	218.0 > 127.0	70	20	218.0 > 162.0	70	20
147	加護松	Propaphos	305.0 > 221.0	80	10	305.0 > 263.0	80	10
148	毆蟪多	Propargite	368.0 > 231.0	70	10	368.0 > 175.0	70	20
149	安丹	Propoxur	210.0 > 111.0	100	15	210.0 > 168.0	100	1
150	普硫松	Prothiofos	345.0 > 241.0	100	25	345.0 > 161.0	100	40
151	派滅淨	Pymetrozine	218.0 > 105.0	70	16	218.0 > 79.0	70	32
152	白克松	Pyraclufos	361.0 > 257.0	120	25	361.0 > 138.0	120	35
153	百克敏	Pyraclostrobin	388.0 > 194.0	100	1	388.0 > 163.0	100	10
154	白粉松	Pyrazophos	374.0 > 222.0	120	20	374.0 > 194.0	120	30
155	畢達本	Pyridaben	365.0 > 147.1	80	20	365.0 > 309.2	80	1
156	必芬松	Pyridaphenthion	341.0 > 189.0	120	15	341.0 > 205.0	120	15
157	必汰草	Pyridate	379.0 > 207.0	70	18	379.0 > 351.0	70	10
158	比芬諾	PyrifenoX	295.1 > 93.0	92	21	295.1 > 66.0	92	60

(續表一) Table 1 Continued

159	畢汰芬	Pyrimidifen	378.2 > 184.1	120	20	378.2 > 150.1	120	40
160	百利普芬	Pyriproxyfen	322.2 > 96.1	108	13	322.2 > 185.1	108	21
161	拜裕松	Quinalphos	299.0 > 163.0	120	20	299.0 > 147.0	120	20
162	快伏草	Quizalofop-ethyl	373.0 > 299.0	70	25	373.0 > 181.0	70	45
163	魚藤精	Rotenone	395.2 > 192.0	124	25	395.2 > 213.1	124	21
164	殺力松	Salithion	217.0 > 121.0	140	20	217.0 > 65.0	140	35
165	草滅淨	Simazine	202.0 > 124.0	70	16	202.0 > 96.0	70	22
166	賜諾特 J	Spinetoram J	748.0 > 142.0	200	29	748.0 > 98.0	200	77
167	賜諾特 L	Spinetoram L	760.0 > 142.0	80	29	760.0 > 98.0	80	60
168	賜諾殺 A	Spinosad A (spinosin A)	732.6 > 142.0	70	31	732.6 > 98.0	70	59
169	賜諾殺 D	Spinosad D (spinosin D)	746.5 > 142.0	70	31	746.5 > 98.0	70	53
170	賜派芬	Spirodiclofen	411.1 > 313.0	120	10	411.1 > 71.1	120	40
170	賜派芬	Spirodiclofen	411.1 > 313.0	120	10	411.1 > 71.1	120	40
171	賜派滅	Spirotetramat	374.3 > 216.0	144	35	374.3 > 302.0	144	17
172	得芬諾	Tebufozide	353.0 > 133.1	82	13	353.0 > 297.1	82	1
173	得芬瑞	Tebufoxyrad	334.0 > 117.2	159	41	334.0 > 145.2	159	32
174	得福隆	Teflubenzuron	379.0 > 339.0	-92	-1	379.0 > 196.0	-92	-15
175	得殺草	Tepraloxydim	342.0 > 250.1	97	9	342.0 > 166.1	97	21
176	治滅寧	Tetramethrin	332.0 > 164.0	80	20	332.0 > 135.0	80	20
177	腐絕	Thiabendazole	202.0 > 175.0	168	30	202.0 > 131.0	168	77
178	賽果培	Thiacloprid	253.0 > 126.0	112	17	253.0 > 90.1	112	45

(續表一)(Table 1 Continued)

179	賽速安	Thiamethoxam	292.0 > 211.1	82	5	292.0 > 181.1	82	21
180	殺丹	Thiobencarb	258.1 > 125.0	104	13	258.1 > 89.1	104	57
181	硫敵克	Thiodicarb	355.0 > 88.0	80	15	355.0 > 108.0	80	15
182	脫芬瑞	Tolfenpyrad	384.0 > 197.0	70	28	384.0 > 145.0	70	28
183	三泰芬	Triadimefon	294.0 > 69.1	120	20	294.0 > 197.1	120	10
184	三泰隆	Triadimenol	296.0 > 70.0	80	10	296.0 > 99.0	80	10
185	三落松	Triazophos	314.0 > 162.0	112	17	314.0 > 119.0	112	37
186	三氣松	Trichlorfon	257.0 > 109.0	120	15	257.0 > 79.0	120	29
187	三賽唑	Tricyclazole	190.0 > 163.0	70	24	190.0 > 136.0	70	26
188	三得芬	Tridemorph	298.3 > 130.1	200	25	298.3 > 98.1	200	29
189	三氟敏	Trifloxystrobin	409.2 > 186.1	80	15	409.2 > 206.2	80	10
190	賽福座	Triflumizole	346.0 > 278.0	100	1	346.0 > 73.0	100	10
191	賽福寧	Triforine	437.0 > 392.1	82	5	437.0 > 98.0	82	36
192	繁米松	Vamidothion	288.0 > 146.0	100	5	288.0 > 58.0	100	40
193	滅克蟲	XMC (Macbal)	180.1 > 77.1	72	61	180.1 > 107.0	72	41
194	座賽胺	Zoxamide	336.0 > 187.0	70	25	336.0 > 159.0	70	38
195	賽洛寧	$\lambda$ -Cyhalothrin	467.1 > 224.9	120	15	467.1 > 180.8	120	35
-J	磷酸三苯酯	Triphenyl phosphate	327.1 > 77.1	160	49	327.1 > 152.1	160	49

-J: internal standard.

表二、大克蟪降解物等 116 項農藥及內部標準品以氣相層析串聯質譜儀分析之多重反應偵測模式參數

Table 2 The multiple reaction monitoring (MRM) parameters by GC/MS/MS for 116 pesticide items as DCBP and internal standard

項次 Item	分析物 Analyte		定量離子對 Quantitation ion pair				定性離子對 Qualitative ion pair			
	中文名 Chinese	英文名 English	前驅離子>產物離子(m/z) Precursor ion>Product ion	碰撞能量(eV) Collision energy	前驅離子>產物離子(m/z) Precursor ion>Product ion	碰撞能量(eV) Collision energy	前驅離子>產物離子(m/z) Precursor ion>Product ion	碰撞能量(eV) Collision energy		
1	大克蟪降解物	4,4'-dichlorobenzophenone (DCBP)	139.0 > 111.0	15	139.0 > 75.1	30				
2	乙草胺	Acetochlor	222.9 > 132.2	20	222.9 > 147.2	5				
3	阿納寧	Acrinathrin	288.9 > 92.8	10	246.7 > 67.9	30				
4	拉草	Alachlor	188.1 > 160.2	10	237.0 > 160.1	5				
5	阿特靈	Aldrin	263.0 > 193.0	40	254.9 > 220.0	20				
6	倍尼芬	Benfluralin	292.0 > 160.0	20	292.0 > 206.0	10				
7	必芬諾	Bifenox	311.0 > 279.3	10	311.0 > 216.3	20				
8	畢芬寧	Bifenthrin	181.2 > 165.2	25	181.2 > 166.2	10				
9	克草	Bromacil	205.0 > 188.0	15	205.0 > 162.0	15				
10	乙基溴磷松	Bromophos-ethyl	358.7 > 303.0	15	358.7 > 331.0	5				
11	甲基溴磷松	Bromophos-methyl	331.0 > 316.0	20	331.0 > 286.0	30				
12	新殺蟪	Bromopropylate	341.0 > 183.0	20	341.0 > 185.0	20				
13	溴克座	Bromuconazole	173.0 > 109.0	30	293.0 > 172.9	10				
14	丁基拉草	Butachlor	236.9 > 160.2	5	237.0 > 188.2	5				
15	比達寧	Butralin	266.0 > 220.2	10	266.0 > 190.0	10				
16	加芬松	Carbophenothion	342.0 > 157.0	10	199.0 > 47.1	20				
17	克凡派	Chlorfenapyr	246.9 > 227.0	15	327.8 > 246.8	15				

(續表二)(Table 2 Continued)

18	克氣蟻	Chloropropylate	251.0 > 139.0	15	250.9 > 111.1	35
19	四氣異苯腈	Chlorothalonil	265.8 > 133.1	40	263.8 > 229.0	20
20	氯苯胺靈	Chlorpropham	127.0 > 92.0	15	213.0 > 171.1	5
21	陶斯松	Chlorpyrifos	257.8 > 166.0	25	313.8 > 285.8	5
22	甲基陶斯松	Chlorpyrifos-methyl	286.0 > 93.0	20	287.9 > 92.9	20
23	大克草	Chlorthal-dimethyl	298.9 > 221.0	25	301.0 > 223.0	30
24	克氣得	Chlozolinate	186.0 > 145.0	15	330.9 > 258.8	5
25	$\alpha$ -可氣丹	cis-chlordane	374.9 > 265.9	20	373.0 > 266.0	25
26	可滅蹤	Clomazone	125.0 > 89.0	15	204.1 > 107.1	20
27	賽扶寧	Cyfluthrin	162.9 > 127.0	5	206.0 > 150.0	40
28	丁基賽伏草	Cyhalofop-butyl	256.2 > 120.1	10	357.1 > 256.1	10
29	賽滅寧	Cypermethrin	163.0 > 127.0	5	165.1 > 127.1	5
30	環克座	Cyproconazole	222.0 > 125.1	15	224.0 > 127.0	20
31	第滅寧	Deltamethrin	250.7 > 172.0	5	252.9 > 174.0	5
32	大利松	Diazinon	137.1 > 84.0	10	304.0 > 179.0	10
33	二氣松	Dichlorvos	185.0 > 93.0	15	185.0 > 109.0	15
34	大克爛	Dicloran	206.1 > 176.0	10	160.1 > 124.1	10
35	地特靈	Dieldrin	262.9 > 193.0	35	262.9 > 191.0	35
36	撻乃安	Dimtramine	261.0 > 241.0	10	261.0 > 195.0	20
37	二硫松	Disulfoton	88.0 > 60.0	5	274.0 > 88.0	5
38	普得松	Ditalimfos	148.0 > 130.1	10	242.9 > 148.1	10

(續表二)Table 2 Continued

39	汰除草	Dithiopyr	354.0 > 306.0	5	354.0 > 286.0	15
40	安殺番代謝物	Endosulfan-sulfate	273.8 > 238.9	15	272.0 > 235.0	15
41	安特靈	Endrin	262.9 > 193.0	35	262.9 > 191.0	35
42	一品松	EPN	141.0 > 77.1	15	157.0 > 110.0	15
43	依普座	Epoxiconazole	192.0 > 138.1	10	192.0 > 111.0	25
44	益仁利	Esfenvalerate	225.0 > 119.0	15	225.0 > 147.0	10
45	普伏松	Ethoprophos	157.9 > 114.0	5	157.9 > 96.9	5
46	依芬寧	Etofenprox	163.0 > 107.0	20	163.0 > 135.0	10
47	益多松	Etrinfos	292.0 > 181.0	5	292.0 > 153.0	20
48	芬克座	Fenbuconazole	197.9 > 129.0	5	198.0 > 102.0	35
49	撲滅松	Fenitrothion	277.0 > 260.1	5	260.0 > 125.0	10
50	丁基滅心蟲	Fenobucarb (BPMC)	121.0 > 103.1	15	149.9 > 121.1	5
51	芬殺草	Fenoxaprop-ethyl	360.9 > 288.0	10	288.0 > 119.0	10
52	芬普寧	Fenpropathrin	264.9 > 210.0	10	264.9 > 89.0	30
53	芬普福	Fenpropimorph	128.1 > 70.1	10	128.1 > 110.1	5
54	芬殺松	Fenthion	278.0 > 169.0	15	278.0 > 125.0	15
55	芬仁利	Fenvalerate	224.9 > 119.0	15	167.0 > 88.9	40
56	護賽寧	Flucythrinate	156.9 > 107.1	15	199.0 > 107.0	25
57	福仁利	Fluvalinate	250.0 > 55.0	40	250.0 > 200.0	40
58	大福松	Fonofos	246.0 > 109.1	15	245.9 > 137.0	5
59	福木松	Formothion	124.9 > 47.0	15	170.0 > 93.0	5

(續表二)(Table 2 Continued)

60	熱必斯	Fthalide	243.0 > 179.0	30	240.8 > 176.8	30
61	飛佈達	Heptachlor	272.0 > 237.0	20	273.7 > 238.9	15
62	環氧飛佈達	Heptachlor epoxide	352.8 > 262.9	15	354.8 > 264.9	15
63	飛達松	Heptenophos	124.0 > 89.0	10	124.0 > 63.0	35
64	菲克利	Hexaconazole	213.9 > 152.0	20	215.9 > 161.0	20
65	菲殺淨	Hexazinone	171.0 > 71.0	20	171.0 > 85.1	15
66	依普同	Iprodione	313.8 > 55.9	20	313.8 > 244.9	10
67	滅草胺	Metazachlor	209.0 > 132.2	15	209.0 > 133.2	10
68	滅克松	Methacrifos	207.9 > 93.0	10	239.8 > 180.1	5
69	五氯苯基甲基硫 化物	Methyl pentachlorophenyl sulfide	296.0 > 246.0	35	295.9 > 281.0	20
70	滅蟻樂	Mirex	271.8 > 236.8	15	273.8 > 238.8	15
71	稻得壯	Molinate	187.0 > 126.1	5	187.0 > 98.1	15
72	尼瑞莫	Nuarimol	203.0 > 107.0	10	235.0 > 139.0	15
73	2,4-滴滴滴	o,p'-DDD	235.0 > 200.2	10	199.0 > 163.1	35
74	2,4-滴滴依	o,p'-DDE	246.0 > 176.2	30	248.0 > 176.2	30
75	2,4-滴滴涕	o,p'-DDT	235.0 > 165.0	25	237.0 > 165.0	20
76	樂滅草	Oxadiazon	174.9 > 112.0	15	257.8 > 175.1	5
77	毆殺斯	Oxadixyl	163.0 > 132.1	5	232.9 > 146.1	10
78	復祿芬	Oxyfluorfen	252.0 > 146.0	40	252.0 > 196.0	20
79	4,4-滴滴滴	p,p'-DDD	235.0 > 165.0	25	237.0 > 165.0	20

(續表二)(Table 2 Continued)

80	4,4-滴滴依	p,p'-DDE	246.0 > 176.0	40	248.0 > 176.0	30
81	4,4-滴滴涕	p,p'-DDT	235.0 > 165.2	20	235.0 > 199.2	15
82	巴拉松	Parathion	290.9 > 109.0	10	290.9 > 80.9	25
83	甲基巴拉松	Parathion-methyl	262.9 > 109.0	10	263.0 > 79.1	30
84	五氯硝苯	PCNB (Quintozene)	249.0 > 214.0	12	295.0 > 237.0	15
85	施得圃	Pendimethalin	252.1 > 162.1	10	252.1 > 161.2	20
86	五氯苯胺	Pentachloroaniline	262.8 > 192.0	20	264.9 > 194.0	20
87	百滅寧	Permethrin	163.0 > 127.0	5	183.0 > 165.0	15
88	福瑞松	Phorate	230.9 > 128.9	25	260.0 > 75.2	5
89	亞特松	Pirimiphos-methyl	290.1 > 125.0	25	305.0 > 180.0	5
90	撲滅寧	Procymidone	283.0 > 96.0	10	284.8 > 96.0	10
91	佈滅淨	Prometryn	241.0 > 184.2	10	241.0 > 199.0	5
92	普拔根	Propazine	214.2 > 172.2	10	214.2 > 94.1	20
93	普克利	Propiconazole	258.8 > 69.0	10	259.0 > 173.0	15
94	派美尼	Pyrimethanil	198.0 > 118.1	35	198.0 > 158.1	20
95	百快隆	Pyroquilon	173.0 > 130.1	20	173.0 > 144.0	25
96	快諾芬	Quinoxifen	237.0 > 208.1	30	306.8 > 237.0	20
97	矽護芬	Silafloufen	286.0 > 258.1	10	286.0 > 207.1	10
98	得克利	Tebuconazole	250.0 > 125.0	20	250.0 > 153.0	10
99	托福松	Terbufos	231.0 > 128.9	25	231.0 > 174.9	10
100	四克利	Tetraconazole	336.0 > 217.9	20	336.0 > 203.8	30

(續表二)(Table 2 Continued)

101	得脫蟪	Tetradifon	158.9 > 111.0	20	354.0 > 159.0	10
102	欣克草	Thenylchlor	288.0 > 141.0	10	287.9 > 173.9	5
103	賽氟滅	Thifluzamide	193.9 > 166.0	10	194.0 > 125.0	30
104	脫克松	Tolclofos-methyl	265.0 > 250.0	15	265.0 > 93.0	25
105	$\beta$ -可氣丹	trans-chlordane	374.8 > 265.8	15	271.7 > 236.9	15
106	三地芬	Tridiphane	173.1 > 109.0	30	187.1 > 89.0	40
107	三福林	Trifluralin	306.0 > 264.0	5	305.9 > 43.2	15
108	單克素	Uniconazole	234.1 > 137.0	15	236.1 > 167.1	10
109	免克寧	Vinclozolin	285.0 > 212.0	10	285.0 > 178.0	15
110	$\alpha$ -蟲必死	$\alpha$ -BHC	180.9 > 145.0	15	218.9 > 183.0	5
111	亞滅寧	$\alpha$ -Cypermethrin	163.0 > 127.0	5	165.1 > 127.1	5
112	$\alpha$ -安殺番	$\alpha$ -Endosulfan	241.0 > 206.0	15	238.8 > 204.0	15
113	$\beta$ -蟲必死	$\beta$ -BHC	218.9 > 183.1	5	183.0 > 147.0	15
114	$\beta$ -安殺番	$\beta$ -Endosulfan	206.9 > 172.0	15	241.0 > 206.0	15
115	$\gamma$ -蟲必死(靈丹)	$\gamma$ -BHC (Lindane)	218.9 > 183.1	5	183.0 > 147.0	15
116	$\delta$ -蟲必死	$\delta$ -BHC	217.0 > 181.1	5	219.0 > 183.1	5
-	磷酸三苯酯	Triphenyl phosphate	214.9 > 168.1	15	326.0 > 169.0	30

l-: internal standard.

# Development of a Multi-residue Method for Pesticides in Tea Garden Soils Using a Modified QuEChERS Method Combined with LC/MS/MS and GC/MS/MS

Hsiao-Ying Yang<sup>1,\*</sup> Hui-Chun Lin<sup>2</sup> Ru-Hong Lin<sup>1</sup>

## Summary

The purpose of this study was to establish a multi-residue method for pesticides in soils. The QuEChERS method was used for sample preparation and analyzed by LC/MS/MS (liquid chromatograph tandem mass spectrometer) and GC/MS/MS (gas chromatograph tandem mass spectrometer). Totally 311 pesticide compounds were analyzed in this method, 195 pesticides analyzed by LC/MS/MS (recovery between 32.41-136.10%) and 116 pesticides by GC/MS/MS (recovery between 52.52-106.64%). 308 pesticide compounds obtained limit of quantitation of 0.02 µg/mL, and the other 3 compounds were 0.05 µg/mL. Analyzed 36 soil samples, there were 46 pesticides detected. The highest detected rates were difenoconazole (30.56%).

**Key words:** Soil, Pesticide residues, Liquid chromatograph tandem mass spectrometer, Gas chromatograph tandem mass spectrometer

---

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

2. Contract Employee, Dongding Branch of Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.

\* Corresponding author.

# 不同加工製程對桑葉茶品質及 $\gamma$ -氨基丁酸含量之影響

邱喬嵩<sup>1</sup> 廖久薰<sup>2</sup> 郭芷君<sup>1</sup> 吳姿嫻<sup>2</sup> 施佳宏<sup>2,\*\*</sup> 楊美珠<sup>1,\*</sup>

## 摘要

桑葉富含多種營養物質、微量元素及機能性成分，尤其含有高量  $\gamma$ -氨基丁酸 ( $\gamma$ -aminobutyric acid, GABA)。本研究將桑葉分別以直接乾燥及製作綠茶、烏龍茶、紅茶等模式進行加工，結果顯示，以鮮葉經 100°C 直接烘乾及紅茶製程處理之成品 GABA 含量最高，其次為綠茶製程，烏龍茶製程含量則最低；此外，以綠茶及烏龍茶製程加工的桑葉經由真空厭氧處理後，GABA 含量皆明顯高於未真空厭氧處理組。

**關鍵字：**桑葉、茶、 $\gamma$ -氨基丁酸

## 前言

桑樹 (*Morus alba* L.) 是桑科 (Moraceae) 桑屬 (Morus) 多年生木本植物，在熱帶及亞熱帶地區為常綠植物，溫帶地區則屬於秋冬落葉型植物。桑樹栽培歷史逾千年，主要以桑葉作為家蠶 (*Bombyx mori* L.) 及反芻動物之食物。一般而言，家蠶因生長階段不同，稚齡與壯齡期間所需的營養需求不盡相同，稚蠶多取食高水分及少量粗蛋白與粗脂肪的上位葉；壯蠶則取食高含量粗蛋白及粗脂肪的中下位葉，作為吐絲及產卵繁殖的基礎 (王等, 2010)。

臺灣地處熱帶與亞熱帶區域，除冬季 1、2 月外，幾乎整年皆可收穫桑葉。桑樹品系特性多樣化，除了葉大且柔軟可供養蠶外，冬天不易落葉、分枝多、豐產還可作為園藝造景之利用。桑葉富含多種營養物質、微量元素及具機能性成分，是全方位利用型植物。中國藥典《神農本草經》稱桑葉為「神仙草」，具有補血、疏風、散熱、益肝通氣、降壓及利尿之功效。尤以桑葉含有高量  $\gamma$ -氨基丁酸 ( $\gamma$ -aminobutyric acid, GABA)，是哺乳類動物中樞神經系統中的一種抑制性神經傳遞物質，具降血壓 (林等, 2001)、保持神經安定、改善大腦機能 and 增強記憶功能等有關係 (龔和周, 2016)。文獻指出，100g 乾桑葉平均含 GABA 226 mg (龔等, 2007)，不同品種間桑葉 GABA 含量差異達

- 
1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員、助理研究員、副研究員兼課長。臺灣 桃園市。
  2. 行政院農業委員會苗栗區農業改良場 助理研究員 (共同第一作者)、副研究員兼課長、研究員兼秘書。臺灣 苗栗縣。

\* 通訊作者。

\*\* 共同通訊作者。

1.21 倍；幼嫩葉高於老葉（馮等，2014）。經濟栽培之桑葉約占桑園 60% 以上產出，除飼養家蠶所消耗的桑葉外，開發作為機能性保健產品的原料，是目前極具潛力的研究素材。

佳葉龍茶也是一種富含 GABA 的茶葉種類，而佳葉龍茶中的 GABA 主要是麩胺酸 (Glutamic acid) 轉變而來。茶葉中的麩胺酸因麩胺酸脫羧酶 (Glutamic acid decarboxylase, GAD) 作用，轉變成 GABA (Tsushida & Murai, 1987)；麩胺酸脫羧酶為一種 Pyridoxal-5'-phosphate (PLP) 依賴型酵素，廣泛存在動植物中。未與 PLP 結合時的 GAD 稱為 apoGAD，當 apoGAD 與 PLP 結合後可形成 holoGAD (Chen *et al.*, 1998)。相關研究指出，GAD 於溫度 30-40°C、pH 值約 4.0-6.0 時具最適活性。累積的 GABA 如果在有氧條件下，很快就會再經由 GABA 轉胺酶 (GABA-Aminotransferase, GABA-T) 作用，轉變成琥珀酸半醛 (Succinic acid semialdehyde, SSA)，最終進入檸檬酸循環 (TCA cycle) 生化反應。然而在厭氧條件下，GABA 轉胺酶沒有活性，於是造成 GABA 大量累積，因此，厭氧處理是製造佳葉龍茶之必要條件 (蔡，2004)。由於傳統佳葉龍茶製程係將茶葉採收後，在厭氧環境下加工，茶葉較易具悶酸臭味，雖然富含 GABA，但消費者接受度不高。為解決此問題，茶葉改良場以傳統烏龍茶加工製程搭配厭氧發酵處理，已可明顯改善風味品質，並保留高含量 GABA，並將此類茶命名為 GABA 烏龍茶。

苗栗區農業改良場之桑樹種原圃共計收集 178 個葉桑品系，包括 3 個推廣品種 (台桑 1 號~3 號)，是國內唯一負責家蠶與桑樹種原維護及研發的公部門。根據苗改場調查，目前坊間販售的桑葉茶，採收後大都未經相關製茶流程，即直接進行高溫乾燥加工而成，商品具菁味且 GABA 含量不穩定。因此，本研究由苗改場與茶改場共同合作，導入茶葉加工技術，進行桑葉製茶試驗，期能開發風味佳且提高 GABA 含量的桑葉茶加工製程。

## 材料與方法

### 一、試驗材料：

於 107 年 3 月採摘苗改場於嘉義縣新港鄉之試驗田，品系代號 203 桑樹之一心 2 葉及一心 5 葉之桑葉進行試驗。

### 二、試驗處理：

將桑葉以不同的茶葉加工製程處理後，進行感官品評及化學成分分析，每處理 3 重複，各處理如下：

- (一) 直接乾燥 (CK)：鮮葉以 100°C 烘乾。
- (二) 綠茶製程 (G)：鮮葉-炒菁-揉捻-乾燥。
- (三) 萎凋綠茶製程 (WG)：鮮葉-室內萎凋-炒菁-揉捻-乾燥。
- (四) 烏龍茶製程 (O)：鮮葉-日光萎凋-室內萎凋及攪拌-炒菁-揉捻-乾燥。
- (五) 紅茶製程 (B)：鮮葉-室內萎凋-揉捻-補足發酵-乾燥。
- (六) GABA 綠茶製程 (GA-G)：鮮葉-真空厭氧-炒菁-揉捻-乾燥。
- (七) GABA 萎凋綠茶製程 (GA-WG)：鮮葉-室內萎凋-真空厭氧-炒菁-揉捻-乾燥。
- (八) GABA 烏龍茶製程 (GA-O)：鮮葉-日光萎凋-室內萎凋及攪拌-真空厭氧-炒菁-揉捻-乾燥。

### 三、品質分析：

- (一)、感官品評：秤取 3 克茶樣，以 150 毫升沸水沖泡，浸泡 5 分鐘後瀝出茶湯。由 4 位評審共同品評，評分項目以茶湯水色、香氣與滋味為主，各以 0-10 分表示，分數越高表示風味接受度愈高，並記錄其風味特質。

## (二)、化學成分分析：

1. 樣品處理：桑葉磨粉過篩，取 0.5 克粉末，加入 90°C 去離子水 45ml，以 90°C 水浴萃取 20 分鐘，抽氣過濾後將濾液定量至 50ml，取萃取液供分析。
2. 水分含量測定：取約 3 克樣品置於鋁盒中精秤重量至小數第三位，於 105 °C 烘箱乾燥至恆重後秤重，每個處理 3 重複。
3.  $\gamma$ -胺基丁酸含量分析 (Henderson *et al.*, 2000)：將濾液以 o-phthalaldehyde (OPA) 及 9-fluorenylmethyl chloroformate (FMOC) 進行衍生化後，以 Aglient 1100 螢光檢測器進行胺基酸含量分析，分離條件如下：

Column：The Zorbax Eclipse-AAA column 150-mm length columns 5 $\mu$ m

Mobil phase：Eluent A: 0.1% NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>; Eluent B: 100% methanol : acetonitrile : water = 45:45:10

Flow rate: 2 mL/min

Detector wave length: 338 nm

Injection volume: 10  $\mu$ l

## 結果與討論

試驗材料 (品系代號203) 桑樹，有不具休眠性及生長勢強等優點，尤其在臺灣北部地區栽種，冬季依舊可採收綠葉。本試驗採摘一心2葉及一心5葉之幼嫩葉 (圖一) 作為試驗材料，以不同茶葉製造方式進行加工，分析不同加工方式對不同採摘程度桑葉茶中， $\gamma$ -胺基丁酸 (GABA) 含量及品質的影響。

### (一) 不同加工製程對桑葉茶GABA含量比較 (表一)

1. 不同的茶葉加工製程比較：以一心2葉桑葉原料，分別以100°C直接烘乾、綠茶、萎凋綠茶、烏龍茶、紅茶的製程進行加工，製作成不同的桑葉茶成品。結果顯示，直接烘乾或經由紅茶製程方式之樣品，GABA含量遠高於綠茶、萎凋綠茶及烏龍茶製程處理組；進行萎凋處理的綠茶，其GABA含量低於無萎凋的綠茶處理；而烏龍茶製程處理組的GABA含量最低。一般而言，茶葉的紅茶製程中，補足發酵過程需要氧氣參與，促使GABA轉胺酶作用，因此，GABA紅茶含量會較綠茶、烏龍茶低，然而以桑葉原料試驗結果顯示，紅茶製程之GABA含量卻最高，綠茶次之，是否有其他的反應機制，有待進一步研究討論。
2. 桑葉厭氧處理之影響：相關文獻研究指出，茶葉中的GABA主要是麩胺酸 (Glutamate) 經酵素轉化而來，在厭氧環境下GABA可以累積於茶葉中，因此，製造GABA含量高的茶類，會進行厭氧過程；此外，厭氧-有氧交替處理技術也能提高茶葉中GABA的含量 (澤井等, 1999), 賀等 (2017) 利用此技術對桑葉進行處理，以提升GABA含量。本試驗以一心2葉之桑葉為原料，進行綠茶、萎凋綠茶及烏龍茶等製程並搭配真空厭氧處理，結果顯示，採取任何一種製程，經真空厭氧處理之成品，其GABA含量皆高於無真空厭氧處理組，顯示以真空厭氧處理可提升桑葉茶GABA含量 (圖二)。
3. 不同採摘標準比較：以一心2葉為原料的處理組，無論採取何種製程，其GABA含量皆高於一心5葉處理組 (圖二)。

### (二) 不同加工製程對桑葉茶風味之影響

1. 不同的茶葉加工製程比較：感官品評分析結果，一心2葉桑葉直接以100°C烘乾，茶湯稍具

- 火味，微帶糖香，然香氣滋味較差。桑葉以傳統綠茶製程，外觀呈淺墨綠色條索狀，香氣略帶綠豆氣味但略顯悶雜，其中又以一心 2 葉具有輕微之桑葉風味口感。桑葉經萎凋綠茶的製程，茶乾外觀呈黃綠色條索狀，茶湯無直接烘乾的火味，可提升茶湯滋味，桑葉特有風味更加明顯。桑葉經烏龍茶製程，外觀呈淺墨綠色條索狀，茶湯香氣滋味略佳，茶湯略帶微甜的滋味，且均能保持桑葉原味之風味口感。一心 2 葉桑葉若以紅茶製程加工，外觀呈深褐墨綠色條索狀，惟茶湯香氣滋味甚差，且具明顯酸澀雜味，風味口感較無法被接受。
2. 桑葉厭氧處理之影響：桑葉先進行真空厭氧處理後，再進行綠茶加工步驟，成品外觀呈淺墨綠色條索狀，茶湯香氣滋味提高，稍具甜味但略帶輕微酸味。桑葉以 GABA 萎凋綠茶製程處理，樣品外觀呈淺墨綠色條索狀，茶湯香氣滋味呈甘甜、微酸味之鮮活桑葉風味口感，且稍具人蔘茶滋味。桑葉以 GABA 烏龍茶製程處理，茶乾外觀呈淺墨綠色條索狀，茶湯香氣滋味甘甜度均適宜 (表二、表三)。
  3. 不同採摘標準比較：在相同的製程下，一心 5 葉桑葉加工的成品，與一心 2 葉成品具有相同的表現趨勢 (表三)，無論何種製程，一心 2 葉處理組茶湯水色皆較一心 5 葉處理組暗沉 (圖三、圖四)。

## 結 論

桑葉原料以 100°C 直接烘乾或經由紅茶製程之加工成品，其 GABA 含量最高，但在風味上以紅茶製程卻不如綠茶或烏龍茶製程之各處理組，因此，本研究建議，桑葉宜採摘較幼嫩的上位葉片，並以直接烘乾或紅茶製程方式，或桑葉經綠茶及烏龍茶製程同時進行厭氧處理，均可明顯提升桑葉中 GABA 含量；惟經感官品評結果，顯示桑葉茶在風味上仍需進一步改良。

## 參考文獻

1. 王在貴、方玉明、劉朝良、戶桂玲、張萌萌. 2010. 家蠶 5 齡幼蟲對桑葉常規營養成分消化率的研究. 飼料博覽技術版 8: 6-7。
2. 林智、大森正司. 2001. 氨基丁酸茶 (Gabaron Tea) 降血壓機理的研究. 茶葉科學 21(2): 153-156。
3. 馮勝利、尚歡、張以和. 2014. 桑葉中  $\gamma$ -胺基丁酸含量及富集方法的研究進展. 湖南農藥科學 24: 7-12。
4. 賀晶、張曉偉、孫軍燕、鄒德海、王德濤、孫芹芹、徐維華. 2017. 桑葉源  $\gamma$ -胺基丁酸定量分析及富集技術初探. 江西科學 35: 856-858。
5. 蔡永生. 2004. 佳葉龍茶之製造. 佳葉龍茶 (GABA TEA) 專輯. 興大農業 第 49 期。
6. 冀憲領、蓋英萍、陳恒文、王彥文、段組安、牟志美. 2007. 桑葉中  $\gamma$ -胺基丁酸含量的測定及其影響因素的研究. 蠶業科學 33: 176-180。
7. 龔鏢、周防震. 2016. 厭氧處理對桑葉 GABA 含量的影響. 安徽農業科學 44: 71-72。
8. 澤井祐典、許斐健一、小高保喜、吉富均、山口優一、深山大介和竹內敦子. 1999. 嫌氣-好氣交互處理による茶葉  $\gamma$ -アミノ酪酸の増加. 日本科學工學會誌 46: 462-466。
9. Chen, C. H., Wu, S. J. and Martin, D. L. 1998. Structural Characteristics of Brain Glutamate Decarboxylase in Relation to Its Interaction and Activation. *Archives of biochemistry and*

- biophysics*. 349: 175-182.
10. Henderson, J. W., Ricker, R. D., Bidlingmeyer, B. A. and Woodward, C. 2000. Amino Acid Analysis Using Zorbax Eclipse-AAA Columns and the Agilent 1100 HPLC. Agilent Technologies. Retrieved April 25, 2018, from <https://www.agilent.com/cs/library/chromatograms/59801193.pdf>
  11. Tsushida, T. and Murai, T. 1987. Conversion of Glutamic Acid to  $\gamma$ -Aminobutyric Acid in Tea Leaves under Anaerobic Conditions. *Agricultural and Biological Chemistry*. 51(11): 2865-2871.

# Effects of Different Processing Methods on the Quality and $\gamma$ -Aminobutyric Acid Content in Mulberry Leaf Tea

Chiao-Sung Chiou<sup>1</sup> Chiu-Hsun Liao<sup>2</sup> Chih-Chun Kuo<sup>1</sup> Tzu-Hsien Wu<sup>2</sup>  
Chia-Hung Shi<sup>2,\*\*</sup> Meei-Ju Yang<sup>1,\*</sup>

## Summary

Mulberry leaves are rich in many nutrients, trace elements and functional ingredients, especially rich in  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA). In this study, mulberry leaves by the various processing treatments of direct drying, green tea, Oolong tea and black tea. The results showed that the contents of GABA were higher when drying mulberry leaves directly by 100 °C and the processing of black tea. The second one is the green tea processing, and the lowest is the Oolong tea processing. In addition, the contents of GABA are higher by the processing of green tea and Oolong tea with vacuum and anaerobic treatments.

**Key words:** Mulberry leaves, Tea,  $\gamma$ -Aminobutyric acid (GABA)

---

1. Assistant Researcher, Assistant Researcher, Associate Agronomist & Chief of Tea Processing Section, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

2. Assistant Researcher (joint first author), Associate Agronomist, Senior Agronomist & Secretary of Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Miaoli, Taiwan, ROC.

\* Corresponding Author.

\*\* Co-corresponding Author.

表一、不同加工處理之一心 2 葉桑葉茶 GABA 含量

Table 1 The GABA content of mulberry leaf tea with one bud two leaves made by different processing treatments

Treatment	GABA (mg/100g)
100°C 乾燥 (CK)	302.90 <sup>a</sup>
綠茶 (G)	184.88 <sup>b</sup>
萎凋綠茶 (WG)	167.90 <sup>bc</sup>
烏龍茶 (O)	154.06 <sup>c</sup>
紅茶 (B)	310.19 <sup>a</sup>

備註：以 CoStat 軟體，最小顯著差異 (LSD) 法進行統計分析，英文字母相同者表示未達顯著性差異。

表二、不同加工方式處理之一心 2 葉桑葉茶感官品評分析

Table 2 Sensory evaluation of mulberry leaf tea with one bud two leaves made by different processing treatments

處理 (Treatment)	水色 (分*)	香氣 (分*)	滋味 (分*)	風味描述
100°C 乾燥 (CK)	5.67 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	糖香、火味
綠茶 (G)	6.33 <sup>a</sup>	6.67 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	桑葉味、悶雜
萎凋綠茶 (WG)	6.00 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	桑葉味重、滋味強
烏龍茶 (O)	5.00 <sup>a</sup>	7.33 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	微甜、微桑葉味
紅茶 (B)	4.00 <sup>a</sup>	3.33 <sup>b</sup>	4.00 <sup>a</sup>	微煙味、微酸
GABA 綠茶 (GA-G)	6.00 <sup>a</sup>	6.33 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	滋味微甜、微酸
GABA 萎凋綠茶 (GA-WG)	6.50 <sup>a</sup>	7.33 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	滋味甜
GABA 烏龍茶 (GA-O)	6.00 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>	6.50 <sup>a</sup>	滋味甜

備註：\*數字表示 4 位評審人員評分之平均值，分數由 0 到 10 分，分數越高表示滿意度越高。以 CoStat 軟體，最小顯著差異 (LSD) 法進行統計分析，英文字母相同者表示未達顯著性差異。

表三、不同加工處理之一心 5 葉桑葉茶 GABA 含量

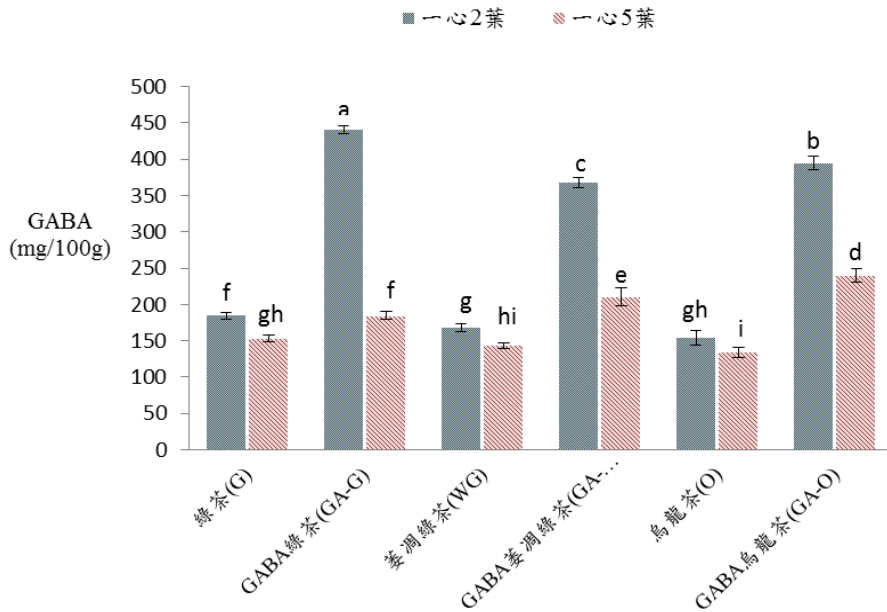
Table 3 The GABA content of mulberry leaf tea with one bud five leaves by different processing treatments

處理 (Treatment)	水色 (分*)	香氣 (分*)	滋味 (分*)	風味描述
100°C 乾燥 (CK)	6.00 <sup>b</sup>	5.33 <sup>b</sup>	6.00 <sup>a</sup>	滋味微淡
綠茶 (G)	7.00 <sup>ab</sup>	6.00 <sup>ab</sup>	5.00 <sup>a</sup>	悶雜、淡薄
萎凋綠茶 (WG)	8.00 <sup>a</sup>	7.67 <sup>a</sup>	6.00 <sup>a</sup>	桑葉味
烏龍茶 (O)	6.67 <sup>ab</sup>	6.67 <sup>ab</sup>	6.50 <sup>a</sup>	滋味淡甜
紅茶 (B)	3.50 <sup>c</sup>	4.66 <sup>b</sup>	4.50 <sup>a</sup>	滋味微酸
GABA 綠茶 (GA-G)	7.33 <sup>ab</sup>	6.67 <sup>ab</sup>	6.50 <sup>a</sup>	具特殊酸香
GABA 萎凋綠茶 (GA-WG)	8.50 <sup>a</sup>	6.67 <sup>ab</sup>	6.00 <sup>a</sup>	滋味微甜
GABA 烏龍茶 (GA-O)	7.00 <sup>ab</sup>	5.67 <sup>ab</sup>	5.50 <sup>a</sup>	滋味微酸甜

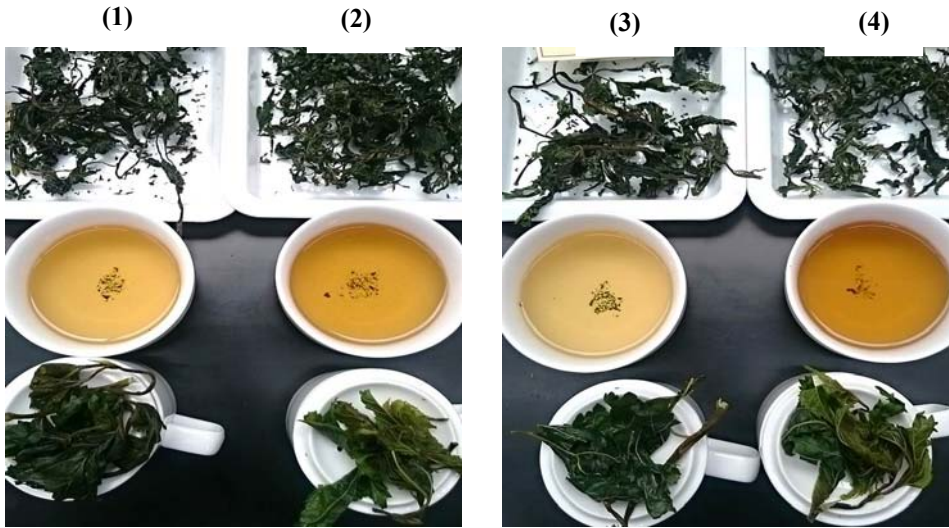
備註：\*數字表示 4 位評審人員評分之平均值，分數由 0 到 10 分，分數越高表示滿意度越高。以 CoStat 軟體，最小顯著差異 (LSD) 法進行統計分析，英文字母相同者表示未達顯著性差異。



圖一、不同採摘標準桑葉原料，左為一心二葉，右為一心五葉  
 Fig. 1. Different plucking standards of mulberry leaves. Left are one bud two leaves. Right are one bud five leaves.



圖二、厭氧處理及不同採摘標準對桑葉茶 GABA 含量之影響 (不同英文字母表示具有顯著性差異)  
 Fig. 2. Effects of anaerobic treatment and different plucking standards on GABA content of mulberry leaf tea. (Means with different letters are significantly different by LSD test at  $p \leq 0.05$ )



圖三、桑葉綠茶製程茶湯水色，左圖為無萎凋處理，右圖為室內萎凋處理。

杯 (1) & (3) 為一心五葉，杯 (2) & (4) 為一心二葉

Fig. 3. Liquor color of mulberry leaf teas by green tea processing. There is no withering treatment (left), and there is indoor withering treatment (right). The samples are one bud five leaves in cup (1) & (3), and the samples are one bud two leaves in cup (2) & (4).



圖四、桑葉烏龍茶製程 (左圖) 及紅茶製程 (右圖) 之茶湯水色。

杯 (5) & (7) 為一心五葉，杯 (6) & (8) 為一心二葉

Fig. 4. Liquor color of mulberry leaf teas by Oolong tea processing (left) and black tea processing (right). The samples are one bud five leaves in cup (5) & (7), and the samples are one bud two leaves in cup (6) & (8).

# 以追蹤資料探討比賽茶量與訂價關係之研究：以新竹縣夏季東方美人茶優良茶比賽為例<sup>1</sup>

羅麗卿<sup>2</sup> 蔡美華<sup>3</sup> 賴正南<sup>4</sup>

## 摘要

本研究為了解茶產業經濟的發展情況，以計量經濟模型之追蹤資料 (Panel Data) 方法，探討新竹縣夏季東方美人茶優良茶比賽茶量與訂價之關係，資料收集來源為 2008 年 7 月至 2017 年 7 月，針對這 10 年來影響新竹縣東方美人茶優良茶供給量與品質因子進行分析。經過研究實證顯示，新竹縣優良茶比賽總參賽量、新竹縣茶葉總產量、新竹氣象站每年 5 月日照時數及降雨量對新竹縣夏季東方美人茶優良茶比賽茶訂價呈顯著負相關；另新竹縣優良茶總得獎量、新竹縣優良茶比賽各等級得獎率、新竹站每年 5 月平均相對氣溫與相對濕度對新竹縣夏季東方美人茶優良茶比賽訂價呈顯著正相關。根據此研究結果與相關文獻資料，本文彙整關於茶園管理及優良茶比賽相關建議，期能作為未來規劃茶園及產業發展推廣之參考。

**關鍵字：**新竹縣、東方美人茶、優良茶比賽、訂價、追蹤資料

## 前言

不同季節產製之東方美人茶中以夏季產期品質最優，因為在端午節前後十天是小綠葉蟬<sup>5</sup>危害茶園的全盛時期<sup>6</sup> (約農曆芒種時期，國曆五月下旬至六月上旬左右)，採摘受小綠葉蟬危害之茶菁必須透過人工手採，採摘一心一葉或一心二葉之受小綠葉蟬危害後之芽葉，心芽壯碩成熟、芽葉呈微黃色且具白毫者為上品，品種以青心大有製造的白毫烏龍品質最佳；再透過精緻的加工工序：日光萎凋、室內萎凋、室內靜置攪拌 (浪菁)、炒菁、炒後悶 (靜置回潤)、揉捻、烘乾、篩分 (蔡永生等，2005) 等，方能成就飽含蜜香果香風味獨特的東方美人茶。

因為製作東方美人茶的茶菁原料需要人工採摘，且採摘期間以節氣『芒種』前後一週為上品，

<sup>1</sup> 本文為亞太創意技術學院茶陶創意研究所碩士論文一部分。

<sup>2</sup> 亞太創意技術學院茶陶創意研究所 碩士。臺灣 苗栗縣。

<sup>3</sup> 亞太創意技術學院觀光餐旅系 副教授。臺灣 新竹市。

<sup>4</sup> 行政院農業委員會茶業改良場 技佐兼本碩士論文共同指導教授。臺灣 桃園市。

<sup>5</sup> 蕭建興 (2004) 小綠葉蟬：學名：*Jacobiasca formosana* Paoli，成蟲體細長呈黃綠色，翅膀半透明，體長約 3 公厘。

<sup>6</sup> 茶業改良場《年報》陳右人主持：茶小綠葉蟬危害茶菁與製茶品質關係，臺灣茶業改良場編印，1990，頁 54-57。

再加上悶熱天氣配合，小綠葉蟬深度刺吸後，方能形成上選之東方美人茶原料，透過茶農間俗稱的製茶口訣「青蒂、綠腹、紅邊、白毫、鐵絲條」(李文炎，2015) 後，完成了珍貴的東方美人茶，其外觀上白毫顯著，茶乾擁有紅、白、褐、綠、黃等五色，形狀自然捲曲成鐵條狀，亦有「五色茶」的美稱 (薛雲峰，2003)。因上述的種種限制，目前臺灣僅新北市石碇區、桃園市龍潭區、新竹縣北埔與峨眉鄉、苗栗縣頭份與銅鑼地區，在夏季時有量產出售，為當地的特色茶。

若因天候因素致春茶季節提早、上述節氣間連續旱象或連續降雨，將降低東方美人茶上選原料數量；爰此，東方美人茶上選茶菁原料的稀缺性，2006 ~ 2017 年新竹縣東方美人茶優良茶比賽淘汰率約為 14.60%~61.8% (表一)，夏季優良茶得獎茶葉量每年約為 4,193~8,376 公斤，若與 2016 年臺灣農業年報<sup>7</sup>所載之臺灣茶葉總產量 13,018,000 公斤相比，夏季優良茶得獎茶葉量佔臺灣茶葉總產量比重甚微，產量相對稀少。徐英祥 (2010) 指出東方美人茶品評應要具備色、香、味，且具有熟果香、蜂蜜香，香氣高雅，且滋味醇厚方為上品。因此，東方美人茶的蜜香果香風味獨特，香氣層次迷人，茶色橙黃，茶湯清澈透亮，極受飲茶消費者喜愛。

根據新竹縣東方美人茶優良茶比賽執行機構提供資料顯示，自 2006 年統計以來，其夏季參賽樣本點數約在 896 點至 2,219 點 (表一)，根據「新竹縣 105 年度東方美人茶 (膨風茶) 優良茶評鑑實施計畫」第四條計畫內容之第四項規定評審茶樣為參加比賽之茶農、茶行或茶園，每一點提供 12 台斤成品茶，爰此，合計全年度新竹縣夏季東方美人茶優良茶比賽參賽茶樣約為 5,376 公斤至 13,314 公斤 (表一)。因為新竹縣東方美人茶優良茶比賽歷史悠久，茶葉單價亦為臺灣各類特色茶之冠，因此，將其做為本研究的主題對象，探討其量與價格之間的關係。

## 文獻探討

影響茶葉價格的因素簡要來說不外是供給與需求，需求面非為本研究主要探討範圍；供給量方面，新竹縣茶葉的收穫面積，透過表三可發現自 1961 年後逐年減少，至於產量上則可由表四明確觀察到自 1994 年後亦呈同步降低局面；惟東方美人茶風味的特殊性，該類茶葉產量除了受到了茶園種植面積影響之外，尚面臨到更多因素的挑戰，進一步使新竹縣東方美人茶優良茶的參賽量逐年下降，以新竹縣夏季東方美人茶優良茶比賽為例 (表五)，2010 年參賽量最高，共計有 13,314 公斤，當年度新竹縣茶葉總產量惟 553,760 公斤，然參賽量佔新竹縣茶葉總量比僅為 2.4%；嗣後新竹縣優良茶參賽量一路下滑，至 2016 年，僅餘 7,265 公斤，較最高參賽量縮幅 45.43%，參賽量減少了 6,049 公斤，同年參賽量佔新竹縣茶葉總產量進一步滑落至 1.80%。

綜上所述，可發現影響新竹縣東方美人茶優良茶之參賽量並非單與茶葉收穫面積有關，部分受氣候因子影響。根據陳惠藏等 (2004) 表示，東方美人茶供給量受限的原因，首先是茶菁原料必須有小綠葉蟬吸食過，而且危害<sup>8</sup>越嚴重茶葉品質愈好，危害程度輕者為茶芽嫩葉會黃化、萎縮，重者則呈船型彎曲、葉緣變褐，甚至脫落，使茶菁產量明顯降低。胡智益等 (2005) 研究結果顯示，經由小綠葉蟬危害過後，以受危害後的茶菁所製成東方美人茶，才具有熟果香與蜂蜜香，是東方美人茶特殊風味形成的主要因素。邱再發 (1990) 表示，受到小綠葉蟬危害的茶園，產量會減少百分之十至二十。林木連等 (2013) 以茶業改良場氣象站降雨資料，統計 2000 年至 2012 年芒種至大暑間降雨資料分析降雨情況對東方美人茶產製的影響，顯示 2003 年 6 月茶區嚴重旱害與 2006 年夏季常降雨，皆影響小綠葉蟬之危害情況，造成具蜜香型東方美人茶收量減少或品質不佳。透過表

<sup>7</sup> 行政院農業委員會農糧署農情報告資源網。

<sup>8</sup> 小綠葉蟬以成蟲和若蟲用刺吸式口器吸食茶樹芽葉幼嫩組織之汁液。

八亦可發現 2006 年新竹縣茶葉收穫面積較 2007 年多了 70 公頃，惟 2006 年之新竹縣優良茶比賽參賽量較 2007 年少了 2,898 公斤。

薛雲峰 (2003) 指出影響東方美人茶風味的主角-小綠葉蟬，在臺灣一年之內可傳承十四個世代，小綠葉蟬將卵產在茶芽內，約經十一天半後孵化，再經五天後羽化為成蟲，雌蟲生命週期約為四十八天半，雄蟲則僅為三十九天，每一雌蟲一個世代最多可產一百五十顆卵。小綠葉蟬危害情況最高峰期約落在每年的五月至七月之間。徐英祥 (2010) 指出東方美人茶正規生產期，以二十四節氣中的芒種 (約為國曆 6 月初) 前後一周最適合製作。

林木連等 (2012) 表示氣溫是影響茶樹產量的因子之一，一般認為茶樹生長的適宜溫度是 20°C-30°C。早春品種的萌芽溫度至少為 10°C，早生品種就稍低約為 7°C，晚生品種則稍高為 11°C。當氣溫超過 30°C，茶樹的光合作用能力開始下降，當氣溫超過 35°C，茶樹生長便會受到抑制，如果高溫持續不斷，再加上大氣與茶園土壤缺水乾旱，茶樹會因高溫乾旱而發育不良，影響茶葉產量，情況嚴重更使茶樹死亡。茶樹是性喜潮濕且排水良好之作物，茶園內相對濕度以 80%-90% 為宜，適宜的年降雨量約 1,500 毫升左右，最低年降雨量至少應有 1,000 毫升或每月 100 毫升，鄭混元等 (2015) 表示茶樹每日耗水量在 2.6-4.5 毫米之間，將隨月份而有所增減，例如 7 月份每日需水 10~13 毫米，8 月則降至 3.8~4.9 毫米，若連續數月降雨量少於 50 毫米，將影響茶菁產量及品質，若無法及時補充水分，茶樹可能發生旱害現象。

承如上所述，由於東方美人茶茶菁原料的取得受限於氣象因子頗多，除了茶樹本身需要的光合作用之外，其茶菁原料仍須經小綠葉蟬刺吸後，並且在芒種時期前後一週或十天內採摘，經過繁複的手工製茶工序後，方能成為參加新竹縣優良茶比賽的東方美人茶，加上茶葉生長期，從發芽起，到生長成熟至一芽一葉或一芽二葉，約需 45~50 天的成長期，因此，將每年 5 月的氣象因子做為本次探討研究的解釋變數。本研究除將探討新竹縣茶葉產量與收穫面積如何影響茶葉訂價之外，並將影響新竹縣東方美人茶優良茶參賽量之氣候因子，佐以該研究年度之每年 5 月平均相對氣溫、日照時數、相對濕度及降雨量作為與茶葉訂價發展趨勢間之探討分析。

追蹤資料模型的設定有許多不同的樣態，隨之產生不同類型的最適模型，然最基本的追蹤資料基本迴歸模型設定中，假設參數是不會隨著時間序列與橫斷面的樣本資料不同而改變，同時假設橫斷面樣本的殘差變異數為同質，縱斷面的樣本殘差項彼此不相關；亦即基本模型的原始假設僅是單純將時序和橫斷面的資料合併成一整體分析資料庫，並利用最小平方法 (OLS) 對該資料庫進行估計 (張紹勳, 2016)。以下是追蹤資料基本模型為：

$$Y_{it} = \alpha_i + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \dots + \beta_K X_{Kit} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

上式簡化後如下：

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{k=1}^K \beta_k X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

1. 被解釋變數  $Y_{it}$ ：第  $i$  個個體在時間點  $t$  之反應變數。
2. 式 1 的向量  $\alpha_i$ ：為截距項，屬於固定常數。
3. 向量  $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_K)$ ：代表所有解釋變數之參數，為固定係數向量。
4. 式 2 中的解釋變數  $X_{kit}$ ：為第  $i$  個個體在時間點  $t$  期第  $k$  個之解釋變數的值。
5. 向量  $\varepsilon_{it}$ ：第  $i$  個個體在時間點  $t$  之隨機殘差項。

本研究主要採用追蹤資料來探討新竹縣夏季東方美人茶優良茶比賽茶量與訂價之關係。

## 方法與分析

本研究主要針對新竹縣夏季東方美人茶優良茶比賽茶量與訂價之關係作探討，惟影響茶葉產量的因素甚多，非為單一因素所形成，加上本研究期間僅為十年，並且僅為年度資料，無法單純採用時間序列分析對其探討長期動態變化；因此，本研究方法將就新竹縣東方美人茶優良茶比賽下六個等級之當年度的訂價（個體數量），採以時間序列（即為縱斷面），及對影響茶葉訂價之供給面與品質因素（即橫斷面）作為主要分析的主體，以追蹤資料固定效果進行研究，採用 Eviews 統計分析軟體作分析探討，惟本研究範圍排除特等獎，主因每年賽事的特等獎僅有一名，量僅低於 6 公斤，以 2016 年為例，新竹縣夏季優良茶總參賽量為 7,265 公斤，特等獎茶葉量占整體賽事比重微小，加上該獎別之價格亦難取得，故該獎別之訂價非為本研究探討之範疇。

影響新竹縣東方美人茶優良茶比賽茶的供給面因素定義為解釋變數如：當年度總參賽茶葉量（公斤）、總得獎茶葉量（公斤）、各等級得獎率、總得獎率等，資料來源為辦理機構北埔鄉與峨眉鄉農會，囿於資料蒐集難度不低，因此，僅收集 2008 年起至 2017 年夏季比賽資料，共計 10 個年度的各等級與優良茶比賽相關資料；另依優良茶比賽之實施計畫，參賽資格為新竹縣縣民，因此，將新竹縣茶葉年總產量（公斤）作為優良茶比賽之供給面因素，資料來源為新竹縣政府當年度之統計年報；此外，如前所述，因東方美人茶茶菁原料的稀少性源自於氣候因素比重頗高，加上相關氣象因子統計資料取得困難，茲就交通部中央氣象局所設立新竹站氣象資料作為本研究之氣象因子的統計分析資料，經查交通部中央氣象局氣象報告彙編第七篇所載，中央氣象局轄下之新竹氣象觀測站自 1991 年起即設立於新竹縣竹北市光明五街 60 號（北緯 24°49'48"，東經 121°00'22"）的位置至今，海拔高度為 26.9 公尺；本研究的氣象因子主要有：新竹每年 5 月平均相對氣溫、新竹每年 5 月日照時數、新竹每年 5 月平均相對濕度及新竹每年 5 月降雨量（毫米）等；另外，在新竹縣東方美人茶優良茶每年供不應求的假設前提下，僅考量優良茶比賽供給面的變數，並將彙整成追蹤資料代號如下表，預設追蹤資料模型固定效果以求得本研究所需之實證模型，以確認實證模型針對新竹縣夏季東方美人茶優良茶比賽茶訂價的預測準確度。

本研究變數彙整表

變數定義	說明	資料來源
$Y_{it}$	新竹縣東方美人茶優良茶比賽各等級訂價	北埔鄉與峨眉鄉農會
X1	新竹縣優良茶比賽總參賽量（公斤）	北埔鄉與峨眉鄉農會
X2	新竹縣優良茶比賽總得獎量（公斤）	北埔鄉與峨眉鄉農會
X3	新竹縣優良茶比賽各等級得獎率	北埔鄉與峨眉鄉農會
X4	新竹縣茶葉總產量（公斤）	新竹縣統計年報
X5	新竹縣茶葉種植面積	新竹縣統計年報
X6	新竹站每年 5 月平均相對氣溫	中央氣象局氣象報告
X7	新竹站每年 5 月日照時數	中央氣象局氣象報告
X8	新竹站每年 5 月平均相對濕度	中央氣象局氣象報告
X9	新竹站每年 5 月降雨量（毫米）	中央氣象局氣象報告

## 結果與討論

本研究主要探討的是各等級在比賽當年的訂價，因此，採用的相關性選擇為 Cross-section SUR，其代表的意義為使用在概似無相關迴歸，以估計橫斷面之誤差共變異數矩陣，也就是橫斷面有差異質變異狀態適用之。經由 Eviews 9.0 軟體分析後，結果如表六所示，實證結果顯示，解釋變數 X1、X2、X3、X4、X6、X7、X8、X9 共計 8 個解釋變數之 P 值皆達 0.01 以下之極顯著水準，且代表模型配適度的 Adjusted R-squared 值亦同樣有 0.99 的顯著水準表現，其解釋力極高，且 DWd 值為 1.78，已無自我相關問題。以廣義最小平方法 (GLS)，相關性選擇採用 Cross-section SUR 的估計模型使用在概似無相關迴歸，以估計橫斷面之誤差共變異數矩陣，也就是橫斷面有差異質變異狀態時適用之；本模型對新竹縣夏季東方美人茶優良茶各等級的訂價有顯著水準的解釋能力，也就是代表橫斷面存在著差異質變異的情況。

本研究所探討影響新竹縣夏季東方美人茶優良茶比賽的價格，由上述實證結果表示，其中共有四個解釋變數 X1、X4、X7、X9 對新竹縣優良茶比賽茶價格的影響為負相關，餘解釋變數則為正相關 (表七)；表示新竹縣優良茶比賽總參賽量 (公斤，X1) 與新竹縣茶葉總產量 (公斤，X4) 等在新竹縣優良茶比賽的茶葉供給量方面與各獎項的茶葉訂價呈現負相關性，也代表著當新竹縣優良茶比賽總參賽量 (公斤) 與新竹縣茶葉總產量 (公斤) 愈多時，其當年度優良茶訂價將會呈現向下趨勢，即表示，假設需求不變情況下，供給越多，價格有向下調整之功能 (劉亞秋，2007)。

另在新竹縣優良茶比賽總參賽量與訂價呈負相關關係之前提下，假設需求不變情況下，若總參賽量減少的情況下，優良茶各等級訂價則是逆向上揚，因此，新竹縣總得獎量仍低於總參賽量，各等級得獎率雖然與茶葉訂價呈正相關關係，惟總供給量呈減少趨勢，因此，茶葉訂價將呈反向關係。

透過林木連等 (2013) 以茶業改良場氣象站降雨資料的研究顯示，2003 年 6 月茶區嚴重旱害與 2006 年夏季長降雨，皆影響小綠葉蟬之危害情況，造成具蜜香型東方美人茶收量減少或品質不佳。從實證結果顯示，新竹站每年 5 月日照時數 (X7) 與降雨量 (X9) 與新竹縣優良茶比賽茶訂價呈負相關，換言之，當新竹站每年 5 月日照時數愈長時，新竹縣優良茶比賽茶訂價呈下滑趨勢；當新竹縣每年 5 月日照時數越短時，新竹縣優良茶比賽茶訂價呈上漲趨勢。另，新竹站每年 5 月平均相對氣溫 (X6) 與濕度 (X8) 則與優良茶訂價呈正相關。

林木連等 (2012) 指出茶樹是性喜潮濕作物，一般適合茶樹生長的最適溫度為 20°C~30°C，超過 30°C 以上，茶樹生長便會受到抑制；如果再加上旱害，高溫持續且大氣與土壤缺水，茶樹更會因為高溫旱害而生長不良，茶園內相對濕度以 80%-90% 為宜，適宜的年雨量約 1,500 毫米左右，至少每年應有 1,000 毫米或每月 100 毫米，若每 2 個月內之降水量少於 50 毫米，茶樹可能發生旱害，影響茶樹生長或發育不良，所以，當日照時數過長或過短時，加上水份不足，將影響茶樹生長與品質，進而降低茶葉產量；惟仍有例外情形，即對於已建置灌溉設備的茶園而言，降雨量較不具影響力。

表八彙整了研究期間 2008~2017 年解釋變數：新竹縣優良茶比賽總參賽量 (X1)、新竹站每年 5 月日照時數 (X7)、新竹站每年 5 月降雨量 (X9) 的對照。觀察表八可發現，承前述，茶樹所需降雨量至少需每月 100 毫米，研究期間低於每月至少 100 毫米的年度為 2009 年與 2017 年，分別僅有 25 毫米、99 毫米，2009 年新竹縣茶葉產量由 2008 年之 555,298 公斤減少至 475,348 公斤，減少幅度約為 14.40%，新竹縣總茶葉產量雖然下降，惟新竹縣優良茶比賽的總參賽量仍增加；另 2017 年新竹站每年 5 月降雨量為 99 毫米，當年度新竹縣優良茶比賽總參賽量由 2016 年 7,265 公斤減少至 6,984 公斤，減少幅度為 3.87%；缺水的主因來自於氣候變遷，因此，當 5 月降雨量過低時，通常也代表著旱災發生，2017 年即為典型的旱災年，5 月的降雨量僅為 99 毫米，平均每日降雨量僅為 3.3 毫米，如此極低的水量，除了降低茶葉的採摘收穫產量外，更甚者，將導致茶樹的死亡，讓茶園的收穫面積直接減少，進而影響茶葉的供給量與品質。

此外，表九資料顯示 2014 年新竹站 5 月的日照時數是研究期間最少，陰雨天多，遠低於 2008~2017 年新竹站 5 月平均日照時數 145 小時，因此，也導致了 2014 年總參賽茶量較 2013 年減少了 1,922 公斤，減少幅度高達 17.17%；另外 2012 年、2016 年新竹站 5 月日照時數分別為 173 小時、157 小時，降雨量皆在 200 毫米上下，惟總參賽量分別為 11,059 公斤、7,265 公斤，分別較 2011 年、2015 年之 12,053 公斤、9,043 公斤減少 994 公斤、1,778 公斤，減少幅度分別為 8.24%、19.66%，實證結果該解釋變數對茶葉供給量影響比重頗高，假設需求不變情況下，供給量減少或品質下降，茶葉訂價將呈上揚趨勢，所以，上開兩解釋變數與茶葉訂價呈負相關。

因此，當解釋變數新竹站每年 5 月的降雨量 (X9) 與日照時數 (X7) 大幅減少或超過平均數時，旱災、日照時數不足或過多將導致東方美人茶無法正常收穫茶菁原料，進而影響了東方美人茶的參賽量，使得新竹縣優良茶比賽的茶葉訂價上揚。

另觀察表九資料顯示，2008~2017 年新竹站每年 5 月平均相對氣溫與濕度均值分別為 25.5°C、76.7%，雖上開兩種解釋變數對新竹縣優良茶訂價呈正相關，惟觀察研究期間之平均相對氣溫、濕度變化大部分分別在上下 5%、10% 以內，變化並不十分明顯，且對新竹縣東方美人茶優良茶比賽總參賽量之影響解釋能力不高，因此，上開兩種解釋變數對優良茶訂價之影響尚有待後續研究深入探明。

## 建 議

綜合上述，降雨量的不穩定、日照時數不足或過高，影響著新竹縣夏季東方美人茶優良茶的參賽總量，為了穩定降雨量，可考慮在茶園裝置灌溉設備，降低旱害的產生；另日照時數過高，可考慮透過建置遮蔭設備進行改善，並參考日本茶區的遮蔭裝置進行安裝，以穩定茶葉產量；惟無論是裝置灌溉設備，或是建置遮蔭裝置，皆須一定資金投入，至於是否能獲得經濟效益，仍有待後續研究者進一步研究。

新竹縣東方美人茶優良茶的訂價不低，以 2017 年頭等獎為例，每台斤訂價為 55,000 元，每一罐約為 13,750 元，惟外罐包裝已自 2007 年沿用至今，歷經十年之久；有鑑於偽冒技術之日新月異，對於新竹縣優良茶之外罐包裝及等級封籤防偽防換置之措施，除了加強封籤之防偽措施之外，比賽茶外罐包裝若採取傳統防偽辨識與電子防偽系統雙管齊下，相信將可有效降低偽冒品的出現，並提高消費者購買的信度，同時強化比賽茶品牌的信譽。

## 參考文獻

1. 交通部中央氣象局. 1991-2010. 氣象報告彙編. 台北市：交通部中央氣象局。
2. 李文炎. 2015. 苗栗縣東方美人茶產業之發展策略研究 (未出版之碩士論文). 苗栗：亞太創意技術學院。
3. 林木連、陳俊仁、姚銘輝. 2012. 鄉鎮天氣預報在茶葉產製上之應用. 台中市：行政院農委會農業試驗所。
4. 林木連、姚銘輝、陳俊仁. 2013. 東方美人茶生產與氣象之關係. 台中市：行政院農委會農業試驗所。
5. 邱再發. 1990. 影響臺灣半發酵茶生產與品質之因素. 臺灣茶業研究彙報 9: 141-148。
6. 胡智益、李志仁. 2005. 小綠葉蟬吸食茶菁對白毫烏龍茶香氣成份之影響. 臺灣茶業研究彙報

24: 65-76。

7. 徐英祥. 2010. 對冬季槿風茶比賽的感言. 臺灣區製茶工業同業公會 茶訊 884: 6-7。
8. 陳右人. 1990. 茶小綠葉蟬危害茶菁與製茶品質關係. 茶業改良場年報 pp. 54-57。
9. 陳惠藏、吳聲舜、陳信言. 2004. 小綠葉蟬吸食茶菁製茶試驗. 臺灣茶業研究彙報 23: 79-89。
10. 莊瑞蘭、楊師昇. 2014. 北埔茶 1964~2014. 新竹：日升生態文史工作室。
11. 張紹勳. 2016. Panel Data 迴歸模型: Stata 在廣義時間序列的應用. 台北：五南圖書出版。
12. 新竹縣主計處. 1950-2015. 新竹縣統計年報. 新竹縣：新竹縣主計處。
13. 農業委員會. 1992-2015. 農業統計年報. 台北市：行政院農業委員會。
14. 蔡永生、吳聲舜、陳國任. 2005. 膨風茶 (東方美人茶) 與蜜香茶之秘密. 臺灣茶協會會員通訊 第 8、9、10 期。
15. 鄭混元、余錦安、范宏杰. 2015. 茶樹旱害影響因子及其對芽葉生育之影響. 臺灣茶業研究彙報 34: 63-86。
16. 劉亞秋. 2007. 經濟學原理. 台北：智勝文化事業。
17. 薛雲峰. 2003. 槿風茶-東方美人，白毫烏龍. 台北：宇河文化出版。
18. 譚鴻仁. 2009. 膨風茶的地理學. 台北市：國立臺灣師範大學。
19. 關稅總局. 1922-2015. 進出口數量與價值統計. 台北市：關稅總局印行。

表一、新竹縣東方美人茶比賽2006年~2018年總得獎率與淘汰率統計表

Table 1 The total award and elimination ratios of famous tea competition for Oriental Beauty Tea, Hsinchu county, 2006-2018

年度	總參賽點數	總參賽量 (公斤)	總得獎量 (公斤)	總得獎率	總淘汰率
2006	896	5,376	4,193	78.00%	22.00%
2007	1,379	8,274	5,550	67.10%	32.90%
2008	1,273	7,638	6,522	85.40%	14.60%
2009	1,511	9,066	6,246	68.90%	31.10%
2010	2,219	13,314	8,376	62.90%	37.10%
2011	1,674	12,053	7,409	61.50%	38.50%
2012	1,536	11,059	6,552	59.20%	40.80%
2013	1,555	11,196	4,277	38.20%	61.80%
2014	1,288	9,274	5,983	64.50%	35.50%
2015	1,256	9,043	5,183	57.32%	42.68%
2016	1,009	7,265	4,522	62.24%	37.76%
2017	970	6,984	5,256	75.30%	24.70%
2018	1,115	7,610	5,487	72.10%	27.90%

註：因 2011 年之前，參賽點數每點為 10 台斤，2011 年起則為 12 台斤，2018 年則為 11 台斤 6 兩，已將總參賽點數及得獎點數換算成公斤。

資料來源：歷年新竹縣東方美人茶比賽執行機關及大自在空間茶行。

表二、1987~2017年茶葉種植面積、產量、進出口量、台灣總人口數與人均消費量統計表  
Table 2 Planted area, production, exports, imports, total population and per capita consumption of tea in Taiwan (1987-2017)

年度	種植面積 (公頃)	總產量 (公噸)	出口量 (公噸)	進口量 (公噸)	臺灣總 人口數	人均消費量 (公克/人)
1987	24,571	25,578	7,820	458	19,725,010	923
1988	25,595	23,557	7,633	867	19,954,397	841
1989	23,914	22,130	6,745	1,333	20,156,587	829
1990	24,315	22,299	5,834	2,454	20,401,305	927
1991	23,864	21,380	5,136	5,795	20,605,831	1,070
1992	22,620	20,164	5,296	6,435	20,802,622	1,024
1993	22,934	20,515	5,142	9,929	20,995,416	1,205
1994	21,439	24,485	4,382	10,388	21,177,874	1,440
1995	21,554	20,892	3,172	8,065	21,357,431	1,207
1996	21,223	23,131	3,475	7,365	21,525,433	1,255
1997	21,199	23,505	2,918	7,692	21,742,815	1,301
1998	20,659	22,641	2,482	8,700	21,928,591	1,316
1999	20,222	21,119	3,072	10,885	22,092,387	1,310
2000	19,701	20,349	3,035	12,236	22,276,672	1,326
2001	18,938	19,837	2,451	15,301	22,405,568	1,459
2002	19,342	20,345	2,592	17,282	22,520,776	1,556
2003	19,310	20,675	2,713	18,513	22,604,550	1,614
2004	18,208	20,192	2,388	19,568	22,689,122	1,647
2005	17,620	18,803	2,175	20,775	22,770,383	1,643
2006	17,205	19,345	2,031	24,319	22,876,527	1,820
2007	16,256	17,502	2,004	25,055	22,958,360	1,766
2008	15,744	17,384	2,341	25,713	23,037,031	1,769
2009	15,322	16,780	2,400	26,484	23,119,772	1,767
2010	14,739	17,467	2,632	31,113	23,162,123	1,984
2011	14,333	17,310	2,815	29,268	23,224,912	1,884
2012	13,486	14,902	3,143	29,918	23,315,822	1,787
2013	11,903	14,718	3,919	30,203	23,373,517	1,754
2014	11,906	15,200	3,737	32,376	23,433,753	1,871
2015	11,780	14,405	4,744	29,934	23,492,074	1,685
2016	11,814	13,018	5,758	26,344	23,539,816	1,428
2017	11,765	13,443	7,653	30,210	23,571,227	1,527

資料來源：歷年「臺灣農業年報」（農業委員會）、「茶訊」（臺灣區製茶工業同業公會）、行政院農業委員會農糧署農情報告資源網、內政部人口統計網站。

表 三、1961年至2016年新竹縣北埔鄉與峨眉鄉茶葉收穫面積佔新竹縣總收穫面積統計

Table 3 The ratio of tea harvest areas for Beipu &amp; Emei Townships to total tea harvest areas for Hsinchu county, 1961-2016

年份	北埔鄉 收穫面積 (公頃)	峨眉鄉 收穫面積 (公頃)	兩鄉合計 面積 (公頃)	新竹縣總收穫 面積 (公頃)	兩鄉面積佔 新竹縣總面 積比
1961	1,280	780	2,060	12,397	16.62%
1971	1,049	655	1,704	10,161	16.77%
1981	610	670	1,280	8,759	14.61%
1991	165	680	845	4,857	17.40%
1992	150	567	717	3,351	21.40%
1993	204	528	732	3,362	21.77%
1994	159	518	677	2,403	28.18%
1995	160	501	661	2,404	27.50%
1996	159	493	652	2,397	27.22%
1997	91	354	445	2,172	20.50%
1998	154	450	604	1,999	30.22%
1999	152	479	631	1,995	31.64%
2000	143	475	618	1,595	38.75%
2001	124	475	599	1,495	40.06%
2002	130	462	592	1,342	44.11%
2003	101	350	451	1,199	37.64%
2004	51	241	292	663	44.11%
2005	38	229	267	814	32.74%
2006	44	201	245	674	36.28%
2007	45	160	205	604	34.01%
2008	46	138	184	543	33.88%
2009	47	106	153	489	31.24%
2010	39	139	178	497	35.78%
2011	33	161	194	553	35.14%
2012	27	161	188	527	35.72%
2013	28	63	91	373	24.45%
2014	29	63	92	361	25.37%
2015	30	63	93	352	26.51%
2016	31	63	94	377	24.81%

資料來源：歷年新竹縣統計年報，研究者彙整。

表 四、1994 年至 2016 年新竹縣茶葉產量佔台灣茶葉總產量表

Table 4 The ratio of tea production for Hsinchu county to total tea production for Taiwan, 1994-2016

年份	北埔鄉 產量 (公噸)	峨眉鄉 產量 (公噸)	兩鄉 產量 合計	新竹縣 產量 (公噸)	臺灣茶葉 (公噸) 總產量	兩鄉產量 佔臺灣茶葉 比重	新竹縣產量 佔臺灣茶葉 比重
1994	302	984	1,286	4,551	24,485	5.25%	18.59%
1995	224	601	825	3,109	20,892	3.95%	14.88%
1996	159	690	849	3,540	23,131	3.67%	15.30%
1997	124	482	606	2,959	23,505	2.58%	12.58%
1998	123	495	618	2,153	22,641	2.73%	9.50%
1999	152	575	727	2,186	21,119	3.44%	10.35%
2000	143	618	761	1,817	20,349	3.74%	8.93%
2001	124	618	741	1,709	19,837	3.74%	8.62%
2002	130	591	721	1,528	20,345	3.54%	7.51%
2003	81	280	361	963	20,675	1.75%	4.66%
2004	51	326	377	695	20,192	1.87%	3.44%
2005	38	309	347	851	18,803	1.85%	4.53%
2006	44	241	285	627	19,345	1.47%	3.24%
2007	45	192	237	641	17,502	1.35%	3.66%
2008	46	164	211	555	17,384	1.21%	3.19%
2009	47	127	174	475	16,780	1.04%	2.83%
2010	39	181	220	554	17,467	1.26%	3.17%
2011	33	167	200	571	17,310	1.16%	3.30%
2012	27	193	220	558	14,902	1.48%	3.75%
2013	23	76	98	390	14,718	0.67%	2.65%
2014	23	76	98	381	15,200	0.64%	2.51%
2015	24	76	100	372	14,405	0.69%	2.58%
2016	24	76	100	404	13,018	0.77%	3.10%

資料來源：歷年「臺灣農業年報」（行政院農業委員會）、新竹縣統計年報，研究者彙整。

表五、2006 年至 2017 年新竹縣夏季東方美人茶優良茶參賽量彙整表

Table 5 The total volumes of famous tea competition for Oriental Beauty Tea, Hsinchu county, in summer season of 2006-2017

年度 夏季	執行機關	參賽 點數	每一賽點 台斤數	參賽量 (公斤)	新竹縣茶葉 產量 (公斤)	參賽量佔新竹縣 茶葉產量比
2006	北埔鄉農會	896	10	5,376	627,000	0.86%
2007	峨眉鄉農會	1,379	10	8,274	641,182	1.29%
2008	北埔鄉農會	1,273	10	7,638	555,298	1.38%
2009	峨眉鄉農會	1,511	10	9,066	475,348	1.91%
2010	北埔鄉農會	2,219	10	13,314	553,760	2.40%
2011	峨眉鄉農會	1,674	12	12,053	570,630	2.11%
2012	北埔鄉農會	1,536	12	11,059	558,246	1.98%
2013	峨眉鄉農會	1,555	12	11,196	390,362	2.87%
2014	北埔鄉農會	1,288	12	9,274	381,340	2.43%
2015	峨眉鄉農會	1,256	12	9,043	371,519	2.43%
2016	北埔鄉農會	1,009	12	7,265	404,040	1.80%
2017	峨眉鄉農會	970	12	6,984	423,900	1.65%

資料來源：歷年北埔鄉農會、峨眉鄉農會、新竹縣統計年報，研究者彙整。

表六、剔除解釋變數 X5 後以，GLS 之 Cross-section SUR 實證模型結果

Table 6 The empirical model results of Cross-section SUR for GLS after eliminate the explanatory variable X5

變數	係數	標準誤	t 值	P 值
截距項	-95892.96	4461.00	-21.50	0.0000
X1 新竹縣優良茶比賽總參賽量 (公斤)	-0.73	0.07	-10.69	0.0000
X2 新竹縣優良茶比賽總得獎量 (公斤)	0.67	0.12	5.50	0.0000
X3 新竹縣優良茶比賽各等級得獎率	8094.22	2366.69	3.42	0.0013
X4 新竹縣茶葉總產量 (公斤)	-0.04	0.00	-13.06	0.0000
X6 新竹氣象站每年 5 月平均相對氣溫	4182.25	158.38	26.41	0.0000
X7 新竹氣象站每年 5 月日照時數	-57.47	5.22	-11.01	0.0000
X8 新竹氣象站每年 5 月平均相對濕度	604.60	39.52	15.30	0.0000
X9 新竹氣象站每年 5 月降雨量 (毫米)	-23.07	1.16	-19.86	0.0000
Adj-R2	0.99			
DWd 值	1.78			
F 檢定			847.7	

表七、解釋變數對新竹縣優良茶比賽訂價之正負相關彙整

Table 7 The positive & negative correlations for explanatory variables vs. pricing of famous tea competition for Oriental Beauty Tea, Hsinchu county

變數定義	說明	與優良茶訂價之正負相關
X1	新竹縣優良茶比賽總參賽量 (公斤)	負相關
X2	新竹縣優良茶比賽總得獎量 (公斤)	正相關
X3	新竹縣優良茶比賽各等級得獎率	正相關
X4	新竹縣茶葉總產量 (公斤)	負相關
X6	新竹氣象站每年 5 月平均相對氣溫	正相關
X7	新竹氣象站每年 5 月日照時數	負相關
X8	新竹氣象站每年 5 月平均相對濕度	正相關
X9	新竹氣象站每年 5 月降雨量 (毫米)	負相關

表八、新竹縣優良茶比賽總參賽量、新竹氣象站每年 5 月日照時數與降水量的對照  
 Table 8 The correlation between annual sunshine hours & precipitation in May of Hsinchu Weather Station and the total volumes of the tea competition in Hsinchu county

年度	新竹縣優良茶比賽 總參賽量 (公斤) X1	新竹氣象站每年 5 月 日照時數 (時) X5	新竹氣象站 5 月 降雨量 (毫米) X9
2008	7638	216	210
2009	9066	223	25*
2010	13314	135	224
2011	12053	111	220
2012	11059	173	251
2013	11196	105	390
2014	9274	88	339
2015	9043	118	363
2016	7265	157	206
2017	6984	132	99*

註：1. 2008~2017 年平均 5 月降雨量為 232 毫米，平均 5 月日照時數 145 小時。

2. \*表示 5 月降雨量低於 100 毫米。

資料來源：北埔鄉、峨眉鄉農會、交通部中央氣象局，氣象報告彙編，研究者彙整。

表 9、新竹縣優良茶比賽總參賽量、新竹氣象站每年 5 月平均相對氣溫與濕度的對照  
 Table 9 The correlation between average relative temperature and relative humidity in May of Hsinchu Weather Station and the total volumes of the tea competition in Hsinchu county

年度	新竹縣優良茶比賽 總參賽量 (公斤) X1	新竹氣象站每年 5 月 平均相對氣溫 (°C) X6	新竹氣象站每年 5 月 平均相對濕度 (%) X8
2008	7638	25	73
2009	9066	25.2	64
2010	13314	25	77
2011	12053	24.3	84
2012	11059	25.8	79
2013	11196	26	78
2014	9274	25.3	80
2015	9043	25.7	81
2016	7265	26.7	76
2017	6984	25.7	75

註：2008~2017 年平均 5 月平均相對氣溫 25.5°C，平均 5 月平均相對濕度 76.7%。

資料來源：北埔鄉、峨眉鄉農會、交通部中央氣象局，氣象報告彙編，研究者彙整。

# Using Panel Data to Investigate the Effects of Tea Volume and Pricing: A Case of Famous Tea Competition of the Oriental Beauty Tea in Summer Season, Hsinchu County<sup>1</sup>

Li-Ching Lo<sup>2</sup>

Mei-Hua Tsai<sup>3</sup>

Cheng-Nan Lai<sup>4</sup>

## Summary

In this paper, we use the panel data method of the econometric model as the main research object for tea volume and pricing of the famous tea competition of the Oriental Beauty Tea in summer season, Hsinchu County. The data collection source is July 2008 to July 2017. The main supply and quality factors that affect tea pricing were analyzed.

The results of the study showed that the total tea volume of the famous tea competition in the Hsinchu County, total tea productivity of Hsinchu County, annual sunshine hours and precipitation in May of Hsinchu Weather Station, are significant negative correlation with the tea pricing in Hsinchu County's famous tea competition of the Oriental Beauty Tea; Hsinchu County's total awards of famous tea competitions of the Oriental Beauty Tea, a ratio of winning for each level of Hsinchu County's famous tea competitions of the Oriental Beauty Tea, the annual relative temperature and relative humidity at Hsinchu Weather Station in May have a significant positive correlation with the tea pricing in Hsinchu County's famous tea competitions of the Oriental Beauty Tea. This paper compiles related suggestions for tea garden managements and famous tea competition, and hopes to be references for the planning of tea garden and development & extension of tea industry.

**Key words:** Hsinchu County, Oriental Beauty tea, Famous tea competition, Pricing, Panel Data

- 
1. This paper is a part of the master thesis of Institute of Tea and Ceramic, Asia-Pacific Institute of Creativity, Miaoli, Taiwan, ROC.
  2. Master, Institute of Tea and Ceramic, Asia-Pacific Institute of Creativity, Miaoli, Taiwan, ROC.
  3. Associate Professor, Department of Tourism and Hospitality, Asia-Pacific Institute of Creativity, Miaoli, Taiwan, ROC.
  4. Co-Advisor of this master thesis & Junior Specialist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, ROC.



## 臺灣茶業研究彙報 第 37 期

發行人：李紅曦

編輯：賴正南

編輯委員：邱垂豐、史瓊月、林金池、楊美珠、  
蔡憲宗、劉天麟

審查委員：巫嘉昌、邱垂豐、林金池、林順福、  
陳玄、陳英玲、陳俊良、黃裕銘、  
黃正宗、劉天麟、蔡志賢、藍青玉  
(依姓氏筆劃序)

出版機關：行政院農業委員會茶業改良場

電話：03-4822059

地址：326 桃園市楊梅區埔心中興路 324 號

網址：<http://www.tres.gov.tw>

印刷所：采峰實業有限公司 電話：03-4595933

出版年月：中華民國 107 年 11 月

工本費：NT\$ 192 元

**ISSN: 0254-6590**

GPN: 2007100029 膠裝