

茶枝枯病病原菌及其生理特性之探討

林秀穗¹

摘 要

民國 92 年春末至秋初期間進行茶枝枯病樣品之採樣，共採得罹病枝條 103 枝，經組織分離後主要分出三大類菌株，分別為 *Colletotrichum* 屬菌株 24 株(分離率 23.3 %), *Phomopsis* 屬菌株 9 株(分離率 8.7 %) 及 A 菌株共 81 株(分離率 78.6 %)。此三大類菌株經人工接種至 18 個月大溫室盆栽之青心烏龍茶苗，進行病原性測試二個月後，發現 *Colletotrichum* 屬菌株及 *Phomopsis* 屬菌株之致病力皆相當弱，而 A 菌株方面雖各菌株間有致病力強弱的差異，但大體上具有相當高之致病性並可產生典型之枝枯病徵，其中 4 株之平均發病率更高達 100 %。而其亦可從接種發病枝條中再分離出 A 菌株，故推論台灣地區茶枝枯病之主要病原菌應為 A 菌株。而除青心烏龍罹病枝條外，由台茶 12、13 號等罹病茶樹枝條中亦可分離出 A 菌株。依據病徵上之病菌型態與前人研究結果比較，鑑定其為 *Macrophoma theicola* Petch。測試其生理特性發現，茶枝枯病菌絲之最適生長溫度範圍為 25 至 35℃ 之間，最適 pH 生長範圍於 pH5 至 pH7 範圍內，而茶枝枯病菌絲於近紫外光條件下生長最快，連續光照下次之，黑暗中生長最慢。

關鍵字：茶樹、茶枝枯病、病原性、*Macrophoma* 屬

前 言

茶枝枯病為一古老疾病，國內外各茶區皆有病例發生，而茶枝枯病病徵初期為罹病枝條的嫩梢及葉片呈淡綠色失去光澤，並向下垂似缺水萎凋狀，經太陽曝曬後整個枝迅速褐化乾枯，然褐色枯葉仍留於枝條上一段時間，解剖罹病枝條其皮層與木質部有褐化現象，但病株罹病枝條鄰近之其他枝條則似乎相當健旺。

據本場資料顯示，茶枝枯病曾經於民國 55 年間於台灣南投名間及鹿谷地區之茶園大流行，使茶作栽培面積由 700-800 公頃驟降至 200-300 公頃(王，1983)。民國 64 年前後南投縣鹿谷茶區永隆、鳳凰、彰雅等地再度發生嚴重枝枯病疫情，經採取緊急防治措施，耗時兩年而獲得控制。民國 80 年茶枝枯病又於南投縣照鏡山茶區出現疫情(廖及王，1996)。而民國 91 年春季適逢乾旱，台東鹿野地區茶枝枯病之發生率亦高達 83 % (蕭，2002)。而調查 69 個(魯及詹，1965) 及 104 個茶樹品種及品系(曾等，2002) 對茶枝枯病抗感性之研究，發現各茶樹品種及品系中，以台茶主要經濟命脈之青

心烏龍對茶枝枯病最感病，其感染茶枝枯病亦最嚴重。茶枝枯病發病輕微之茶園茶叢樹勢衰弱導致茶菁產量降低、茶樹壽命減短，發病嚴重之茶園則造成整叢茶樹枯死甚至廢園，故枝枯病對台灣茶業造成相當大的經濟損失。然而茶枝枯病病原菌之研究方面，據文獻指出台灣地區茶枝枯病之病原菌為 *Cryptomyces theae* Sawada (澤田, 1919)。日後之研究 (謝式及梁, 1975) 則認為茶枝枯病之病原菌為不整子囊菌亞綱 (Plectomycetes) 之一種未鑑定之子囊菌。而近來之研究 (Chen et al., 1987) 則認為 *Macrophoma theicola* Petch 為茶枝枯病之病原菌。然而目前之植物保護手冊 (費及王, 2004) 則認為茶枝枯病係由 *Glomerella cingulata* 所引起。因此，本研究對茶枝枯病及其病原菌再度進行研究，希冀能提供有關茶枝枯病更多之基礎資料，以供日後進行茶枝枯病防治時之參考。

材料與方法

(一) 採樣

民國 92-93 年春末至秋初茶枝枯病發病期間，分別自花蓮、台東、南投、桃園及文山地區共 20 處青心烏龍罹病茶園進行採樣工作，採樣時枝剪先以 75 % 酒精棉消毒後再進行，剪下之罹病枝條經編號後置於塑膠袋中，室溫下運送回實驗室進行病原菌分離工作，若樣品過多時則加以冷藏保存，並儘速進行分菌工作。

(二) 病原菌分離及保存

將罹病枝條經表面消毒約 5 分鐘後，切下病健部置於滅菌過之玻璃培養皿內細切成小片 (約 2 x 2 x 1 mm)，置於 2 % 水瓊脂培養基上 (Merck)，於 25°C 黑暗中培養，待菌絲長出後切取菌落邊緣菌絲塊 (1x1x1 mm) 移至馬鈴薯葡萄糖平板培養基 (PDA) 上 (Merck, 39g/L R.O 水)，置於 25°C 下培養，獲得純培養後再移至馬鈴薯葡萄糖斜面培養基上，待菌絲長滿斜面後，以石蠟膜封口置於冷藏保存。或利用罹患茶枝枯病之枝條於濕室中靜置產孢後，以挑單孢之方式進行分離。

(三) 鑑定

以挑針挑取田間罹病枝條上之柄子殼 (pycnidia)，進行冷凍切片及挑取柄子殼上之白色孢子角，分別置於含有一滴 1 % cotton blue lactophenol 之載玻片上，蓋上蓋玻片後，於光學顯微鏡下進行鏡檢及照相，並以顯微鏡測微尺量取 20 個柄子殼及 50 個孢子大小並記錄之。

(四) 接種源製備及病原性測試

切取馬鈴薯葡萄糖培養基上純培養菌株之菌落邊緣約 5 x 5 x 2 mm 大小菌絲塊，置於麥片培養基中 (燕麥粒浸水泡 3h 後，121°C、30 分鐘滅菌，隔日再滅菌 1 次)，於 25°C 下培養，待菌絲長滿整瓶培養基後作為接種源。

於民國 92 年 2 月自本場苗圃移植一年生青心烏龍茶苗，定植於含有本場紅土：3 號珍珠石：3 號蛭石=4：1：1 混合土之 3L (口徑 10 公分) 方形黑色塑膠盆中，每盆種植一株茶苗，並置於塑膠溫室中栽培，每日清晨定時由上方自動灌溉 15 分鐘，每月並定期噴灑殺蟲劑富克松 (500 ppm) 以實施藥劑保護。於同年夏、秋茶枝枯病發病期間進行三種主要分離菌株之病原性測試，步驟如下：將 18 個月大青心烏龍之枝條以 75 % 酒精噴濕，待風乾後，以經火焰消毒過之刮鬚刀片輕輕削下表皮露出呈綠色約 2x10 mm 大小之傷口，將長滿接種源之 4 片麥片培養基以二層石臘膜包裹固定於傷口處，並以未經接種之麥片培養基作為對照組，每一菌株接種 5 枝條，接種完套上透明塑膠袋保濕 2 天，去袋後同一般之溫室栽培方式照顧實驗植株，每天觀察並記錄其發病情況持續 2 個月；本實驗總共進行二重複。

(五) 病原菌之生理特性探討

1. 溫度對菌絲生長之影響

將茶枝枯病菌培養於 9cm PDA 平板上，置於 25℃ 恆溫生長箱中於黑暗中培養至菌絲生長至 9cm PDA 平板邊緣時，以直徑 4 mm 之鑽孔器切取菌落邊緣，將此菌絲塊移植至新的 9cm PDA 平板中央，每皿置入一菌絲塊，每一溫度處理共四皿，將培養皿分別置於 5、10、15、20、25、30、35 及 40℃ 之恆溫生長箱中於黑暗之環境下培養，5 天後量取菌落大小，計算其菌絲平均直線生長速率 (mm/day)。

2. pH 對菌絲生長之影響

滅過菌之 PDA 培養基待其溫度降至約 55℃，於無菌操作下以 0.1N HCl 及 pH 試紙調整至 pH 3、4、5 及 pH 6，另外，以 0.1 N NaOH 調整 pH 至 pH 7、8、9 及 pH 10 後，以分注器分別吸取 20 mL 分注於塑膠培養皿中，待凝固後備用。將茶枝枯病菌培養於 9cm PDA 平板上，置於 25℃ 恆溫生長箱中於黑暗中培養至菌絲生長至 9cm PDA 平板邊緣時，以直徑 4 mm 之鑽孔器切取菌落邊緣，將此菌絲塊移植至上述 9 cm 平板中央，每皿置入一菌絲塊，每一 pH 處理共四皿，將培養皿分別置於 25℃ 恆溫生長箱中於黑暗之環境下培養 5 天後，量取菌落大小並計算菌絲平均直線生長速率 (mm/day)。

3. 光照對菌絲生長之影響

將茶枝枯病菌培養於 9cm PDA 平板上，置於 25℃ 恆溫生長箱中於黑暗中培養至菌絲生長至 9cm PDA 平板邊緣時，以直徑 4 mm 之鑽孔器切取菌落邊緣，將此菌絲塊移植至上述 9 cm 平板中央，每皿置入一菌絲塊後，分別將培養皿分別置於黑暗、黑燈管(NUV)及連續光照之 25℃ 恆溫生長箱中，每一光照條件處理共四皿，培養 5 天後量取菌落大小並計算菌絲平均直線生長速率 (mm/day)，所得結果以單向變異數 (oneway ANOVA) 及鄧肯氏多重變域法 (Duncan MRT) 進行分析。

結 果

圖一為枝枯病徵，其中 A 為剛發病枝條呈缺水萎凋狀，而 B 為枯枝帶有枯葉典型病徵，本研究自民國 92 年春末至秋初茶枝枯病發病期間，分別自花蓮、台東、南投、桃園及文山地區之 20 處青心烏龍罹病茶園進行採樣工作，總共採集到罹病枝條樣品 103 枝。經組織分離出之菌株可歸為三大類(詳表一)，其中 A 菌株有 81 株，平均分離率約 78.6 %；*Colletotrichum* 屬菌株共 24 株，平均分離率約 23.3 %；*Phomopsis* 屬菌株共 9 株，平均分離率約 8.7 %。

分離出三大類菌株其形態特性詳述於下，其中分離最多的菌株係為外觀如圖二 A 之菌株，此菌於馬鈴薯葡萄糖培養基上之菌落形態初呈白色後逐漸轉成墨綠至黑色菌落，菌落中央易有棉絮狀氣生菌絲產生，菌落邊緣較不規則，其在一般培養基上不產孢。第二類菌株其於馬鈴薯葡萄糖培養基上之菌落形態初呈白色後逐漸轉成墨綠至黑色菌落 (圖二 C)，菌落邊緣較規則，其在一般培養條件下可泌出淡粉紅色黏性孢子液，經比對文獻 (Sutton, 1980; Barnett et al., 1998) 鑑定其為 *Colletotrichum* 屬菌株。第三類菌株於馬鈴薯葡萄糖培養基上之菌落形態呈白色 (圖二 D)，一般人工培養條件下易有灰至黑色顆粒狀構造產生，菌落邊緣較規則，其在一般人工培養條件下可泌出黏性孢子液，沾出於光學顯微鏡下鏡檢可見卵圓形至橢圓形之 α 孢子及細長微彎型之 β 孢子，經比對文獻 (Sutton, 1980; Barnett et al., 1998) 鑑定其為 *Phomopsis* 屬菌株。

將三大類菌株以人工接種至 18 個月大之青心烏龍茶苗，二個月後統計其病原性測試結果詳表二，可知所挑選出以進行人工接種試驗之三大類菌株中，在所測試之 A 菌株部分，由來自各地之 16

株 A 菌株之病原性測試結果可知其致病力隨菌株不同而有差異，除 4 株 A 菌株平均發病率較低，分佈於 20 % 至 30 % 外，其餘 A 菌株之人工接種平均發病率皆大於等於 50 %，而且所有接種發病之枝條皆出現典型之茶枝枯病病徵（圖二 B）。再將其進行病原菌分離，皆可再度分離出 A 菌株。由各地區挑選出來進行病原性測試之 10 株 *Colletotrichum* 屬菌株部分，有 6 菌株使實驗植株發病而產生枝枯之症狀，其平均發病率皆相當低，分佈於 20 % 至 30 % 左右（表二）。將發病實驗植株進行病原菌再分離時，有其中 2 株 *Colletotrichum* 屬菌株可被再分離出，再分離比例並不高。另外，所挑選出來進行病原性測試之 6 株 *Phomopsis* 屬菌株部分，有 1 菌株使實驗植株發病產生枝枯之症狀，將發病實驗植株進行病原菌再分離時，可再度分離出 *Phomopsis* 屬菌株，其平均發病率相當低只有 20 %，顯示此二菌株亦有造成茶枝枯病之潛力。

然而 *Phomopsis* 屬菌株雖其可再度由人工接種之發病枝條分離出，但由表一之結果顯示茶枝枯病罹病枝條中 *Phomopsis* 屬菌株之平均分離率（8.7 %）相當低且分布亦不均勻，於文山及南投地區之枝枯樣品中皆未有 *Phomopsis* 屬菌株被分離出，而且病原性測試結果亦顯示其相較於其他二類菌株致病力相當弱，因此根據柯霍氏法則推論此 *Phomopsis* 屬菌株應非茶枝枯病之主要病原菌。而 *Colletotrichum* 屬菌株雖於罹病枝條有較高之平均分離率，但平均分離率（23.3 %）亦不高，而由人工接種試驗枝結果顯示其致病力亦相當弱，平均發病率皆未超過 50 %，又進行病原菌再分離試驗時只有少部分菌株可被再分離出，故根據柯霍氏法則推論此 *Colletotrichum* 屬菌株亦非為茶枝枯病之主要病原菌。而 A 菌株不僅在各地茶枝枯病罹病枝條樣品中皆可被分離出，且為最主要之分離菌種，有高達將近八成之平均分離率，而且病原性測試結果亦顯示大部分 A 菌株具有相當強之致病力，又進行病原菌再分離試驗時 A 菌株皆可被再分離出，上述結果相當符合柯霍氏法則中病原菌判定之要件。又將罹患茶枝枯病之枝條於濕室中，經室溫培養後可產生白色孢子角（圖三 A），將白色孢子角沾取後以挑單孢之方式，亦可如組織表面消毒法一般從罹患茶枝枯病之枝條中分離出 A 菌株；而除青心烏龍罹病枝條外，由本場採得之台茶 5 號、台茶 12 號、台茶 13 號、武夷及四季春等出現枝枯症狀之茶樹枝條中亦分別分離出 A 菌株，故推論台灣地區茶枝枯病之主要病原菌應為 A 菌株。

將 A 菌株進行鏡檢結果描述下：茶枝枯病菌其菌絲為墨綠色，有隔膜，表生性（superficial）或長於培養基（immersed）中；圖三 B 及 C 為挑取罹病枝條上之柄子殼（pycnidia）置於冷凍切片機上進行冷凍切片後，於光學顯微鏡下進行鏡檢之結果，可見柄子殼長於基質中（immersed）或表生性、單生或聚生、球狀、深褐色、單腔（unilocular）、由深褐色角狀厚壁細胞形成厚厚的腔壁，直徑約 160-260 μm ，高度平均約 170-300 μm ，單一、圓形、乳狀突起之孔口（ostiole）位於柄子殼中央，直徑約 20-30 μm 。圖三 D 為茶枝枯病菌之孢子形態，孢子透明（hyaline）、單胞、長橢圓形（oblong）至棒狀（clavate）、長直形（straight）、截底，大小平均約 26（23-30） $\times$ 7（5-8） μm ，依據上述特徵對照檢索表（Sutton, 1980；Barnett et al., 1998）鑑定其屬於不完全菌綱之 *Macrophoma* 屬（*Sphaeropsis* 屬之同物異名（synonym）），將其柄子殼及分生孢子特徵與前人之文獻（Petch, 1917 & 1923；Thseng, 2004）進行比對結果相符合，故所分離之茶枝枯病菌應為 *Macrophoma theicola* Petch。

利用本場所分離得之 3 株茶枝枯病菌株來進行其生理特性探討，其中 SP1 係為單孢分離株，而 PP7-1 及 PP7-3 則為田間分離株，發現所測試之菌株其菌絲於 5-40℃ 之溫度範圍內皆可生長，而其最適生長溫度範圍為 25 至 35℃ 之間（圖四）。而溫度低至 5℃，7 天後其菌絲平均仍有 0.1mm 之生長量。溫度高至 40℃，7 天後平均仍有 0.3mm 之菌絲直線生長量，顯示其菌絲對極端溫度之忍受性相當高。而 pH 值對菌絲生長試驗方面，茶枝枯病菌絲於 pH3-10 之範圍內皆可生長，而最適 pH 生長範圍為 pH5 至 pH7 之間（圖五）。而進行光照條件對其生長之影響測試，結果發現茶枝枯病菌絲於近紫外光條件下其生長速率最快，而連續光照條件下次之，黑暗中生長速率最慢（表三）。

討 論

在枝枯病之病原學研究方面，台灣地區有關茶枝枯病原菌研究之紀錄，最早報告（澤田，1919）認為此種古老之茶樹病害係由子囊菌亞門黑脂菌亞科隱菌屬之 *Cryptomyces theae* Sawada 所引起，此篇報告開啟了日後台灣地區有關茶枝枯病原菌一連串相關研究。本場前身平鎮茶業試驗分所之年報（1959）中指出枝枯病原菌可能為 *Macrophoma* 或 *Phoma* 屬之真菌。之後研究（胡及王，1963）發現田間病枝上有 *Macrophoma* spp. 及 *Nectria* spp. 二類真菌性病原菌存在。進行枝枯病原菌之分離研究（王，1964）時，共分離出 *Macrophoma* spp.、*Nectria* spp.、*Botryodiplodia* spp.、*Fusarium* spp.、*Colletotrichum* spp. 及 *Pestalotia* spp. 等六屬真菌，但其進行人工接種實驗未成功，而其認為枝枯病原菌為 *Macrophoma* spp. 的可能性較大。後續之研究（魯及詹，1965）發現枯死枝條之縱切面大多呈褐色，且枯枝上可見 *Nectria* spp. 及 *Macrophoma* spp. 之病兆。又進行茶枝枯部之菌類調查（魯，1966），結果發現有 *Macrophoma* spp.、*Nectria* spp.、*Pestalotia* spp.、*Phoma* spp.、*Cercospora* spp. 及一種未知之子囊菌及二種不完全菌。而枝梢處進行切片鏡檢之結果顯示其菌類主要為 *Macrophoma* spp.，偶可發現 *Pestalotia* spp. 與 *Phoma* spp.。而且發現以 1 % Eosin Y 測定茶樹輪導組織吸水情形時，發現大部分枯枝未呈現染色現象。之後之研究（胡等，1967），則分離出 *Helminthosporium* spp.、*Penicillium* spp.、*Aspergillus* spp.、*Phomopsis* spp. 等真菌，然其人工接種試驗皆未成功。而後續之研究（胡等，1968）則分離出 *Macrophoma* spp.、*Phoma* spp.、*Phomopsis* spp.、*Pestalotia* spp.、*Nectria* spp.、*Rhizoctonia* spp.、*Fusarium* spp. 及 *Diplodia* spp. 等真菌，但是以刺傷法、扭傷法、菌絲埋入法及孢子噴霧法等方式進行人工接種，雖然有產生類似之枝枯病徵，然而皆未曾再分離出病原菌。而後之研究（簡，1969），則分離出 *Macrophoma* spp.、*Phoma* spp.、*Phomopsis* spp.、*Pestalotia* spp.、*Nectria* spp.、*Fusarium* spp. 及 *Helminthosporium* spp. 等真菌，分離菌株中以 *Macrophoma* spp. 最易出現，然而其接種試驗不論利用嫁接法或其他人工接種方法仍未獲成功。首先成功分離出並人工接種成功產生茶枝枯病病徵之研究為 70 年代之報告（謝式及梁，1975），其發現茶枝枯病之病原菌屬於不整子囊菌亞綱（*Plectomycetes*）之一種子囊菌，但可惜此報告中並未將其菌種鑑定出。陳際松（1983）指出將枝枯病罹病枝條進行組織切片，並以 safranin 進行初染與 fastgreen 複染後，發現有疑似病原真菌沿導管蔓延之現象，此現象於罹病之各品種茶樹中皆存在，其於發病初期之出現率約一成而後期可高達七成五。而 80 年代茶枝枯病病原學之研究（Chen et al., 1987）：從 104 株罹病之各品系茶樹枝條中，共分離出 102 株相同菌株，經以 wheat-oat grain 培養基人工接種至茶樹後，有 86 % 產生枝枯現象，並且再度從罹病枝條中分離出病原菌，而成功地完成茶枝枯病之人工接種試驗，此病原菌經鑑定後為 *Macrophoma theicola* Petch。此研究並發現枝枯病原菌於 38°C 下 2 天，仍可直線生長 0.3 cm，於 -71 bar 之高滲透壓下 5 天，亦可生長 0.3 cm，顯示其相當耐旱及耐熱。然而植物保護手冊（費及王，2004）則認為茶枝枯病係由 *Glomerella cingulata* 所引起，並認為此病原菌係為藉由分生孢子經摘茶及剪枝之傷口侵入而感染茶樹。而 Thseng 等則再度發表文獻（Thseng et al., 2004）認為茶枝枯病病原菌為 *Macrophoma theicola* Petch。

所查閱到之國外有關茶枝枯病最早之文獻（Petch, 1923）為於斯里蘭卡發現茶枯枝上有 *Macrophoma theicola* Petch 之病兆。而在印度引起茶枝枯之病原菌（王，1983）主要有 *Nectria cinnabarina*（Tode ex Fr.）Fr. 及 *Nectria* spp.，*Macrophoma theicola* Petch 亦可引起枝枯病。據大陸文獻（陳及陳，1990）記載 *Macrophoma theicola* Petch 可引起與茶枝枯病類似之茶胴枯病，造成茶樹局部枝條枯死，尤其是一年生枝條發病最普遍。越南之資料（Zeiss et al., 2001）中則列出多種病原菌，如 *Aglaspora aculeata*、*Botryodiplodia theobromae*、*Corticium salmonicolor*、*Hypoxyton serpens*、*Macrophoma theicola*、*Nectria* spp. 及 *Phomopsis theae* 等，皆可造成亞洲地區之茶樹枝枯現象。

另外，歐美方面雖只栽種與茶同屬之茶花，但亦有報導 (Baxter et al., 1983; Cook, 1989a) 在美國、英國、法國、義大利等地由 *Glomerella cingulata* (Ston.) Spauld & Schrenk 所引起之茶花枝枯病 (*Camellia dieback or twig blight*) 發生。此病原菌可造成多種茶花病徵 (Baxter, 1984; Baxter et al., 1987; Cook, 1989b): 1. 枝枯 (dieback): 茶花新芽突然死亡，帶有褐色枯葉之枯萎枝條為其特徵，尤其是夏初時節常可見到此種病徵，其亦為茶花枝枯病名稱之由來。2. 莖部潰瘍 (canker): 若潰瘍擴大造成莖部環剝，可造成環剝處後端枝條全數枯死。3. 葉斑 (leaf spots)。4. 扦插及嫁接 (grafting) 失敗等。又其於美國北方各州主要出現潰瘍 (canker) 病徵 (West, 1946)，而於南方地區則以典型枝枯病徵為主。

而本研究之結果發現由台灣各主要茶區所採得之 103 株罹病枝中條所分離出之三大類主要菌株中，*Colletotrichum* 屬及 *Phomopsis* 屬由所瀏覽之相關文獻中記載前二大類菌株雖皆能使寄主產生枝枯症狀，然而本研究之結果顯示 *Phomopsis* 屬及 *Colletotrichum* 屬菌株之分離率不高，其對最感病之青心烏龍茶苗致病力及再分離率亦不高，故其雖有造成試驗茶苗產生枝枯病症之潛力，但此二者應非台灣地區茶枝枯病之主要病原菌。而另外一大類 *Macrophoma* 屬菌株不論在分離率、致病性及再分離試驗方面皆符合柯霍氏法則，故推論台灣地區茶枝枯病之主要病原菌應為 *Macrophoma* 屬，經比對相關文獻後鑑定其為 *Macrophoma theicola* Petch。而對其生理特性進行研究結果顯示，其菌絲呈墨綠色具有黑色素對極端溫度及 pH 條件皆有耐受性，近紫外光及連續光照條件下其生長速率較黑暗中快，上述特性與茶枝枯病於夏季高溫、乾旱、強光時發病等特性亦相當吻合。

參考文獻

1. 王兩全.1983.茶樹枝枯病致病因素之探討暨防治試驗.台灣茶業研究彙報 2: 62-71。
2. 王國強.1964.茶樹枝枯病之研究.台灣省農業試驗所平鎮茶業試驗分所.五十二年年報: 13-14。
3. 胡家儉、王兩全.1962.茶樹病害試驗.台灣省農業試驗所平鎮茶業試驗分所.五十年年報: 6。
4. 胡家儉、王國強.1963.茶樹枝枯病防治試驗.台灣省農業試驗所平鎮茶業試驗分所.五十一年年報: 11-12。
5. 胡家儉、黃超群、畢仁三.1967.茶樹病蟲害試驗：茶樹枝枯病之研究.台灣省農業試驗所平鎮茶業試驗分所.五十五年年報: 20-21。
6. 胡家儉、畢仁三、鍾森原.1968.茶樹病蟲害試驗：茶樹枝枯病之研究.台灣省茶業改良場.五十六年工作簡報: 34-35。
7. 茶樹病害試驗.1959.台灣省農業試驗所平鎮茶業試驗分所.四十七年年報: 179。
8. 蕭建興.2002.茶枝枯病疫情警報.茶業改良場台東分場茶樹病蟲害疫情警報.第 02 號。
9. 陳宗懋、陳雪芬.1990.茶朮枯病.茶樹病害的診斷和防治.上海科學技術出版社.上海. p. 116。
10. 陳際松.1983.茶樹保護研究成果與檢討.台灣茶業研究彙報 2: 112-133。
11. 費雯綺、王玉美 (編).2004.特用作物病蟲害－茶樹病害.一、茶枝枯病.植物保護手冊.行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所.台中.p. 569。
12. 黃超群、畢仁三、王兩全.1967.茶樹枝枯病之研究.五十五年度植物保護試驗報告.農林廳編印.pp. 369-370。
13. 曾方明、陳坤龍、陳際松.2002.茶樹品種對枝枯病抗病性之調查與防治.農政與農情 119: 86-88。
14. 廖增祿、王兩全.1996.茶樹枝枯病緊急防治用藥劑篩選田間試驗疾病害管理研究.台灣茶業研究彙報 15: 47-56。
15. 魯世雄、詹清隆.1965.茶樹枝枯病之研究.台灣省農業試驗所平鎮茶業試驗分所.1964 年報: 20-21。

16. 魯世雄.1966.茶樹枝枯病之研究.台灣省農業試驗所平鎮茶業試驗分所.1965 年報: 19-20。
17. 澤田兼吉.大正八年(1919).茶樹枝枯病菌.台灣產菌類調查報告第一編.pp. 204-205。
18. 謝式垠鈺、梁文進.1975.茶樹枝枯病病因之探討.台灣植物保護中心年報 2: 89-91。
19. 簡昭一.1969 茶樹病蟲害試驗 1.茶樹枝枯病之研究.台灣省茶業改良場.五十七年年報: 44-49。
20. 蕭素女.2005.病害與防治.一、茶枝枯病.茶園常見病蟲害防治手冊.行政院農業委員會茶業改良場.桃園.pp. 1-4。
21. Barnett, H. L. and B. B. Hunter, 1998. Illustrated genera of imperfect fungi. 4th ed. APS press, St. Paul, Minnesota, USA. pp. 8-57, 164-165, and 188-189.
22. Baxter, L. W. Jr. and S. G. Fagan. 1983. Dieback of *Camellia* caused by *Glomerella cingulata*. *Camellia J.*, 38(3): 35-37.
23. Baxter, L. W. Jr. 1984. Diseases of *Camellias*. *Camellia J.*, 39(4): 18-24.
24. Chen, J. S., F. M. Thseng and W. H. Ko. 1987. Twig die-back of tea caused by *Macrophoma theicola* in Taiwan. *Ann. Phytopathol. Soc. Japan* 53: 198-202.
25. Baxter, L. W. Jr. 1987. Use of the term dieback in relation to *Camellia* diseases, *Camellia J.*, 42(2): 16.
26. Cook, R. T. A. 1989a. *Glomerella cingulata* on *Camellia*. *Plant Pathol.*, 38: 75-85.
27. Cook, R. T. A. 1989b. Control of *Glomerella cingulata* f. sp. *Camellia* with fungicides. *Plant Pathol.*, 38: 514-519.
28. Petch, T. 1917. *Ann. R. Bot. Gdns Peradeniya*. 6: 234.
29. Petch, T. 1923. Diseases of the tea bush. *McMillan. London*. p. 216.
30. Sutton, B. C. 1980. The Coelomycetes-Fungi Imperfecti with pycnidia, acervuli and stromata. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England. pp. 95-121.
31. Thseng, F. M., J. S. Chen and W. H. Ko. 2004. The relationship between branch canker and twig dieback of tea caused by *Macrophoma theicola*. *J. Phytopathol.* 152: 423-426.
32. West, E. 1946. *Camellia* dieback, The American camellia yearbook 1946. American Camellia Society. Gainesville. Florida. pp. 46-48.
33. Zeiss, M. R. and K. Braber. 2001. Major diseases of tea in Vietnam. Tea, Integrated pest management, Ecological guide. CIDSE. Vietnam. pp. 202-226.

表一、茶枝枯病罹病枝條所分離出三大類主要菌株之統計結果

Table 1. List of 3 major fungi isolated from twigs of diseased tea

地區 area	樣品數 sample No.	A 菌株 A strain	<i>Colletotrichum</i> spp.	<i>Phomopsis</i> spp.
花東 Hualien & Taitung	27	23 (85.2 %)	8 (29.6 %)	6 (22.2 %)
南投 Nantou	28	19 (67.9 %)	2 (7.1 %)	0 (0 %)
桃園 Taoyuan	21	16 (76.2 %)	12 (57.1 %)	3 (14.3 %)
文山 WenShan	27	23 (85.2 %)	2 (23.3 %)	0 (0 %)
總計 Sum	103	81 (78.6 %)	24 (23.3 %)	9 (8.7 %)

表二、三大類菌株之病原性測試結果

Table 2. The results of pathogenicity tests of 3 major fungi isolated from twigs of diseased tea

來源 Source	編號 No. of strain	形態描述 Morphology	平均發病比例 ¹ (%) Average disease rate	菌株再分離 ² reisolation
花東 Hualien & Taitung	E1-3	A 菌株 Strain A	30	N.D.
花東 Hualien & Taitung	E1-22	A 菌株 Strain A	20	N.D.
花東 Hualien & Taitung	E1-24	A 菌株 Strain A	30	N.D.
花東 Hualien & Taitung	E1-26	A 菌株 Strain A	70	N.D.
埔心 Pusin	P1-1	A 菌株 Strain A	50	N.D.
埔心 Pusin	P2-1	A 菌株 Strain A	70	N.D.
埔心 Pusin	P3-1	A 菌株 Strain A	100	N.D.
南投 Nantou	C1-1	A 菌株 Strain A	30	+
南投 Nantou	C1-7	A 菌株 Strain A	100	+
南投 Nantou	C1-11	A 菌株 Strain A	60	+
南投 Nantou	C1-14	A 菌株 Strain A	80	+
文山 WenShan	N1-1	A 菌株 Strain A	70	+
文山 WenShan	N1-7	A 菌株 Strain A	100	+
文山 WenShan	N1-10	A 菌株 Strain A	70	+

(續表二) Table 2. (continued)

來源 Source	編號 No. of strain	形態描述 Morphology	平均發病比例 ¹ (%) Average disease rate	菌株再分離 ² reisolation
文山 WenShan	N1-16	A 菌株 Strain A	50	+
文山 WenShan	N1-21	A 菌株 Strain A	100	+
花東 Hualien & Taitung	CE1-1	<i>Colletotrichum</i> spp	0	N.D.
花東 Hualien & Taitung	CE1-3	<i>Colletotrichum</i> spp.	0	N.D.
花東 Hualien & Taitung	CE1-6	<i>Colletotrichum</i> spp.	20	—
埔心 Pusin	CP1-1	<i>Colletotrichum</i> spp.	20	—
埔心 Pusin	CP2-2	<i>Colletotrichum</i> spp.	20	—
埔心 Pusin	CP3-1	<i>Colletotrichum</i> spp.	0	N.D.
南投 Nantou	CC1-1	<i>Colletotrichum</i> spp.	30	+
南投 Nantou	CC1-2	<i>Colletotrichum</i> spp.	0	N.D.
文山 Wenshan	CN1-1	<i>Colletotrichum</i> spp.	30	+
文山 WenShan	CN1-2	<i>Colletotrichum</i> spp.	20	—
花東 Hualien & Taitung	PE1-1	<i>Phomopsis</i> spp.	20	+
花東 Hualien & Taitung	PE1-3	<i>Phomopsis</i> spp.	0	N.D.
花東 Hualien & Taitung	PE1-4	<i>Phomopsis</i> spp.	0	N.D.
花東 Hualien & Taitung	PE1-5	<i>Phomopsis</i> spp.	0	N.D.
埔心 Pusin	PP1-1	<i>Phomopsis</i> spp.	0	N.D.
埔心 Pusin	PP1-2	<i>Phomopsis</i> spp.	0	N.D.

註：1. 每一菌株接種 5 枝條，共二重複。

2. +：代表再分離出菌株，—：代表未再分離出菌株，N.D：代表未進行病原菌再分離。

1. 5 replicate per isolate, repeat twice.

2. +: reisolation of isolate, —: fail of reisolation, N.D: not detected.

表三、不同光照條件對茶枝枯病菌菌絲生長之影響

Table 3. The effects of different illumination conditions on the mycelial growth of tea die-back pathogens

光照條件 Illumination condition	平均菌絲生長量(mm/day) ¹ Average of mycelial growth		
	連續光照 Continuous light	NUV Near ultraviolet light	黑暗 Dark
SP1	3.9±0.3 Bab ²	4.1±0.2 Ab	2.6±0.2 Ca
PP7-1	3.8±0.3 Bb	4.2±0.5 Ab	2.6±0.3 Ca
PP7-3	4.2±0.2 Ba	4.7±0.3 Aa	2.8±0.4 Ca

註：1. 25℃, 3 天.

2. Mean±SD, Duncan MRT ($\alpha=0.05$) 分析之結果, 大寫字母代表同列間之比較結果, 小寫字母代表同欄間比較之結果

1. 25℃, 3days.

2. Mean±SD is the result of Duncan MRT ($\alpha=0.05$). Capital letters representing the results of comparasion of same row. Lowercase letters representing the results of comparasion of same column.

A

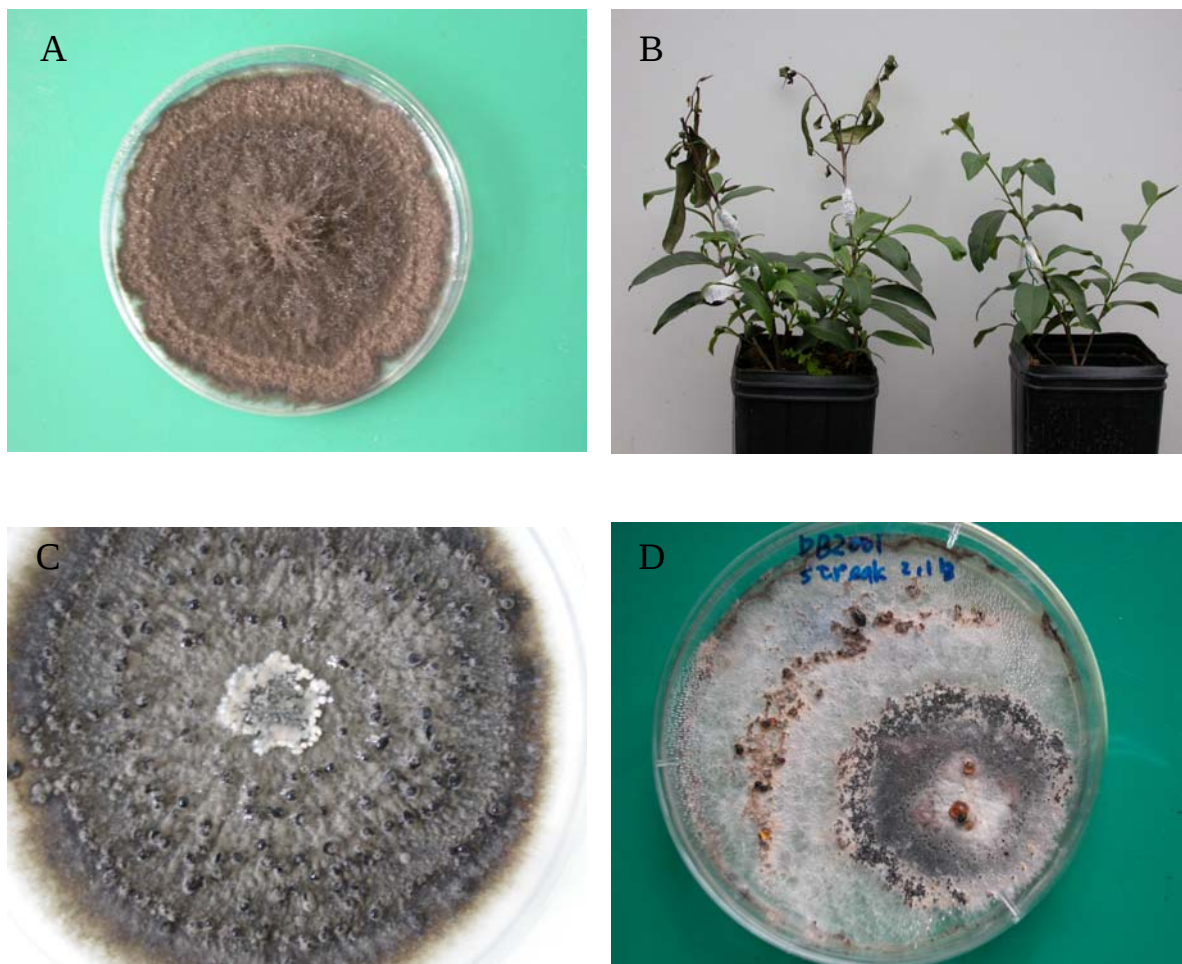


B



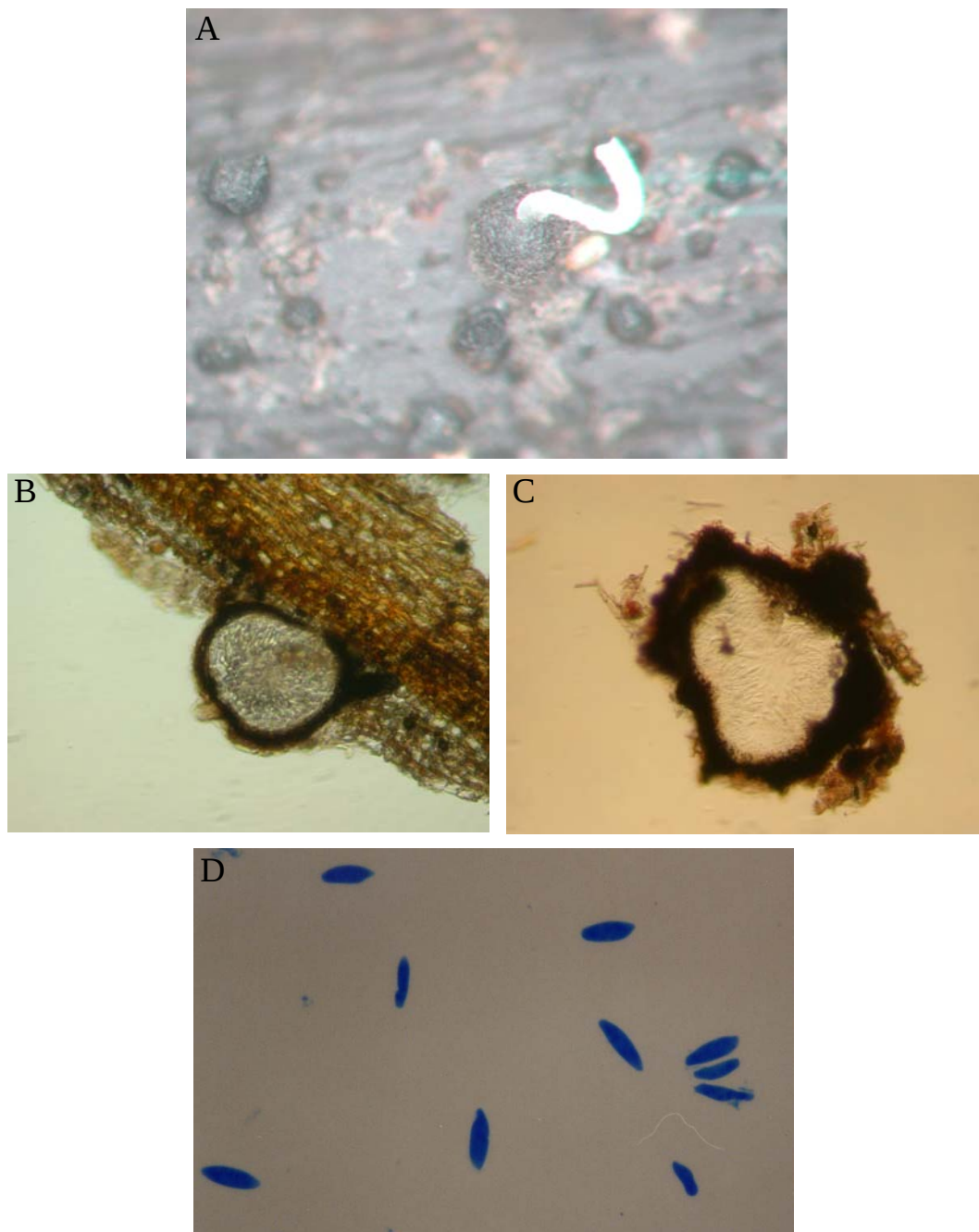
圖一、茶枝枯病徵，A、剛發病枝條呈缺水萎凋狀 B、枯枝帶有枯葉之典型病徵

Fig. 1. The symptoms of tea die-back disease. A, The initial symptom, the infected shoot showed a little bit of wilting. B. The typical symptom of die-back.



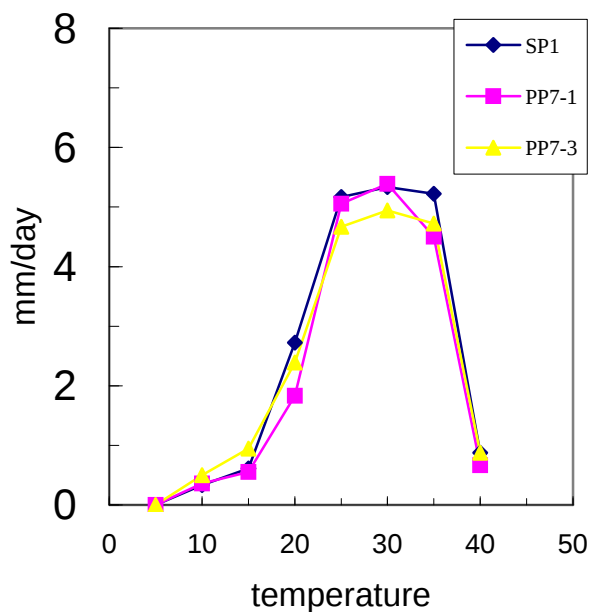
圖二、A、馬鈴薯葡萄糖培養基上之 *Macrophoma* 菌落形態；B、茶枝枯病病原性測試結果：左邊為 *Macrophoma* 菌株人工接種於 18 個月青心烏龍茶苗所產生之枝枯病徵，右邊為對照組；C、馬鈴薯葡萄糖培養基上 *Colletotrichum* 屬菌株之菌落形態，中間粉紅色為黏性孢子液；D、馬鈴薯葡萄糖培養基上 *Phomopsis* 屬菌株之菌落形態

Fig. 2. A, The morphology of *Macrophoma* spp. on PDA plate. B, The result of pathogenicity test of tea die-back. The symptom produced by artificial inoculation of *Macrophoma* spp. of 18-month-old tea seedlings of Chin-Shin Oolong was on the left side, and the control was on the right side. C, The morphology of *Colletotrichum* spp. on PDA plate, the pink area in the center was spore oozes. D, The morphology of *Phomopsis* spp. on PDA plate.



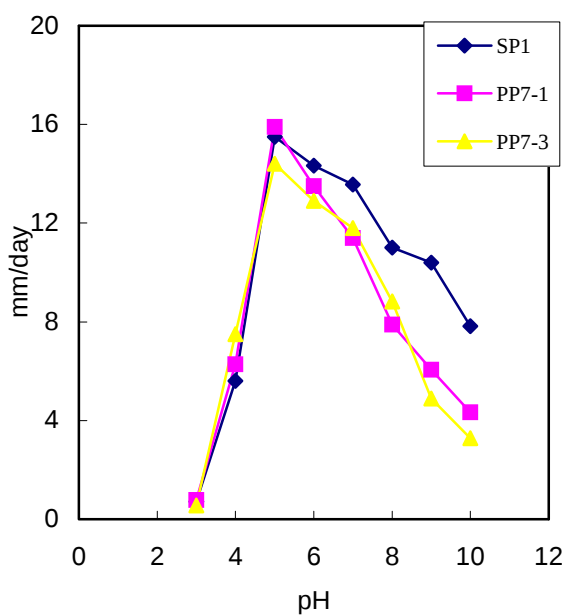
圖三、茶枝枯病菌之形態，A、茶枝枯病枝上之柄子殼口冒出白色孢子角；B、柄子殼之冷凍切片圖，其內腔充滿透明之孢子（200X）；C、柄子殼內腔之孢子著生方式與 *Macrophoma* 屬（200X）相同；D、經 1% 棉藍染色之茶枝枯病菌之孢子（200X）

Fig. 3. The morphology of the tea die-back pathogen. A, white spore horn sprung from the ostiole of a pycnidium on the twig of tea die-back. B, Cryosection of the pycnidium of tea die-back pathogen, which is full of hyaline conidiospores inside. (200X) C, The way of conidiospore produced is similar to *Macrophoma* spp. D, the morphology of conidiospores of tea die-back stained by 1% cotton blue.



圖四、茶枝枯病菌之溫度生長曲線，以 SP1、PP7-1 及 PP7-3 三菌株進行試驗之結果

Fig. 4. The temperature growth curves of tea die-back pathogens, tested with isolates SP1, PP7-1 and PP7-3



圖五、茶枝枯病菌之 pH 生長曲線，以 SP1、PP7-1 及 PP7-3 三菌株進行試驗之結果

Fig. 5. The pH growth cruves of tea die-back pathogens, tested with isolates SP1, PP7-1 and PP7-3

Study of the Causal Pathogens of Tea Dieback Disease

Hsiu-Sui Lin¹

Summary

One hundred-and-three twigs of die-back diseased tea plants were sampled during the spring to autumn period of 2003 in Taiwan. Three kinds of fungi were frequently isolated from those diseased twigs, including 24 isolates of *Colletotrichum* spp. (isolation ratio 23.3 %), 9 isolates of *Phomopsis* spp. (isolation ratio 8.7%) and 81 *Macrophoma* spp. The pathogenicity tests were executed by artificially inoculating the 18-month-old seedlings of one of the most sensitive cultivar of *Camellia sinensis* planted in pots in a plastic greenhouse. After 2 months of observation, the results of pathogenicity test revealed that the virulence of all isolates of both *Colletotrichum* spp. and *Phomopsis* spp. were quite low. Meanwhile, the virulence of most isolates of *Macrophoma* spp., although varied, was much higher than the other two fungi. When artificially inoculated to the tea seedlings, *Macrophoma* isolates could produce the typical symptoms of tea die-back and could be successfully re-isolated from diseased twigs. Therefore, the major pathogen of tea die-back disease in Taiwan should be *Macrophoma* spp and they were identified as *Macrophoma theicola* Petch, according to the previous reference of Petch and Chen. The results of physiological tests showed that the optimum temperature range for the mycelial growth of *Macrophoma theicola* Petch were in the range of 25-35°C and the optimum pH range are between pH5 and pH7. The mycelial growth rate of *Macrophoma theicola* Petch is fastest under NUV, then in continuous light and slowest in darkness.

Key words: *Camellia sinensis*, Tea die-back, Pathogenicity, *Macrophoma*

1. Assistant Biochemist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

茶白紋羽病及其病原性測試之探討

林秀穗¹ 謝煥儒²

摘 要

於南投之茶園發現有立枯茶樹，採其根腐檢體並分離出白紋羽菌。其於馬鈴薯葡萄糖培養基上之年輕菌落呈白色絨毛狀，老化菌落有黑色素產生，鏡檢發現其部分菌絲明顯具有隔膜處呈梨形膨大特徵，故認定其為白紋羽菌之無性世代 (*Dematophora necatrix* Hartig)；將其進行人工接種後可從罹病之實驗株中再度分離出白紋羽菌完成柯霍式法則。另外，春季及秋季時於塑膠溫室內以青心烏龍茶苗為材料，在室溫、潮濕環境下進行各種接種源與寄主之組合，以尋求最適之病原性測試條件；在時間與成本雙重考量下，茶白紋羽菌之病原性測試最適條件為：使用 25°C 黑暗中培養 1 個月之燕麥粒接種源 20g 來進行 1 年生之青心烏龍扦插茶苗之人工接種，此組合下人工接種約 1 個月後可開始產生急性或慢性萎凋之二種茶白紋羽病徵，而 2 至 3 個月內適於進行病害評估。

關鍵字：茶、茶樹根部病害、白紋羽病、病原性測試

前 言

白紋羽病 (White root rot) 為一種土媒病害，可危害寄主植物之根部及地際部，在潮濕的環境下，可產生大量白色羽毛狀的菌絲，覆蓋在病組織表面。若將罹病根表皮剝離後可發現羽毛般放射狀菌絲存在，故得名。其所造成之根部腐朽種類屬於白根腐 (white root rot)。茶白紋羽病急性發病時可造成植株迅速萎凋，慢性發病時植株黃化而枝葉稀疏漸漸枯死。白紋羽病寄主範圍相當廣泛，可危害多種果樹 (Szejnberg, 1980；林及段，1988；呂，1995) 如枇杷、梨、蘋果、李、杏、橄欖、柑橘及葡萄等，造成許多林木及行道樹如松樹 (Watanabe, 1992) 及櫻花 (張等，2006) 等之根腐病。據國內 (林及段，1988)、日本 (本場，1955；廣川，1968；田村及小野，1971)、大陸 (陳及陳，1990)、越南 (Zeiss et al., 2001) 及英國 (Petch, 1923) 之文獻記載其亦可感染茶樹而產生危害，以往國內亦報導有案例發生，然而台灣以往除了枇杷 (林及段，1988；段等，1990) 有進行深入研究及梨幼苗白紋羽病有推薦防治藥劑 (費及王，2004) 以外，茶白紋羽病方面之研究僅止於台灣植物病害名彙 (徐等，2002) 之紀錄或於其他相關文獻 (林及段，1988；段等，1990) 中被提及，據記載指出茶白紋羽病亦為茶樹根部重要病害之一 (田村及廣川，1968；小野，1971；陳及陳，1990)，然而未曾有人對其進

1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員。台灣 桃園縣。

2. 國立台灣大學植物病理暨微生物學系 副教授。台灣 台北市。

行深入之研究，故其對茶樹之實際危害情況仍有待瞭解，況且由白紋羽病對其他作物之危害經驗顯示茶白紋羽病實在不容忽視。

近來，報載中部茶區有茶白紋羽病引起多起茶樹立枯之訊息，故本研究擬從此茶樹致命性根部病害 - 茶白紋羽病著手進行研究，期能確立茶白紋羽病之病徵發展過程並建立茶白紋羽病之實驗室基本診斷鑑定技術以及進行其最適病原性測試條件，以實際瞭解此病原菌對茶樹所造成之危害，希冀本研究之成果可提供日後作為防治茶白紋羽病之基礎。

材料與方法

(一) 培養基製備：

(1) 馬鈴薯葡萄糖培養基 (Potato dextrose agar, PDA)：

秤取 31.2 g 馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基粉末 (Merck) 置於 1L 三角瓶中加入 800 mL 蒸餾水，加熱攪拌使瓊脂完全溶解後經 121°C 滅菌 15 分，取出置於 50°C 烘箱中保溫，待溫度降低後於無菌操作台內，倒入 20 mL 於 9 cm 滅菌塑膠培養皿中，俟凝固後開蓋 10 分吹乾水氣製成馬鈴薯葡萄糖平板培養基。欲配製酸化馬鈴薯葡萄糖培養基 (Acidified potato dextrose agar) 時，則於倒入培養皿前，加入已經過 0.22 μ m 過濾之 0.1N HCl 及 pH 試紙調整至 pH 4；配試管斜面培養基時則於加熱攪拌使瓊脂完全溶解後，待溫度略下降以分注器分注 5 mL 至每一試管中，蓋上透氣矽膠塞後，經 121°C 滅菌 15 分，取出後斜放靜置待凝固後備用。

(2) 2 % 水瓊脂平板培養基 (Water agar, WA)：

秤取 16 g 之瓊脂粉末 (Sigma) 置於 1L 三角瓶中加入 800 mL 蒸餾水，加熱攪拌使瓊脂完全溶解後經 121°C 滅菌 15 分，取出置於 50°C 烘箱中保溫，待溫度降低後於無菌操作台內，倒入 20 mL 於 9 cm 滅菌塑膠培養皿中，俟凝固後開蓋 10 分吹乾水氣備用。

(3) 燕麥培養基 (oat grains) 及茶枝條培養基 (tea twig fragments) 之製備：

燕麥培養基由燕麥粒泡水過夜後秤取約 100 g 置於 250 mL 三角瓶中，蓋上透氣矽膠塞後以 121°C 30 分隔日滅菌二次後備用；另外，自本場苗圃採取茶苗枝條 (直徑約 5-7mm) 剪成約 1 吋長，秤取約 100g，置於 250 mL 三角瓶中同上法製備出茶枝條培養基。

(二) 採樣：

自民國 92 年至 93 年間於宜蘭、台北、花蓮、台東、南投及嘉義等茶區有呈區塊狀立枯茶樹之茶園進行採樣，採得之樣品經編號後置於塑膠袋中，室溫下運送回實驗室後儘速進行病原菌分離工作，另外，由各地茶農所寄送之疑似根腐病檢體亦一併進行分菌工作。

(三) 病原菌分離：

根腐檢體以自來水沖去泥砂後，於無菌操作台內以經火燄消毒之解剖刀將病健部切成約 $10 \times 2 \times 1 \text{ mm}^3$ ，以 1 % NaClO 表面消毒 5 分後，以滅菌之濾紙吸乾，以解剖刀細切成 $2 \times 2 \times 1 \text{ mm}^3$ 後，置於酸化馬鈴薯洋菜培養基平板，於 24°C 黑暗中培養，每天觀察待菌絲由罹病組織長出時切取其邊緣菌落塊置於 2 % 水洋菜培養基平板中，於 24 °C 黑暗中培養，每天觀察，待菌絲長出後，於立體顯微鏡下切取單菌絲，置於馬鈴薯洋菜培養基平板中做成純培養。

(四) 鑑定

切取其菌落塊置於載玻片上，滴上一滴 1 % 棉藍乳酚 (cotton blue lactophenol) 進行固定及染色，蓋上蓋玻片後，於相位差光學顯微鏡下進行菌絲鏡檢，觀察其是否為白紋羽菌絲。

(五) 菌株保存：

將所分離出之茶白紋羽菌純培養於 24℃黑暗中至菌落快長滿 PDA 培養皿時，以直徑 6 mm 之鑽孔器切取菌落邊緣，將 1 菌絲塊移植至 PDA 螺旋試管斜面中，繼代培養至菌落長滿基質後，旋緊螺旋蓋以石蠟膜封口置於 4℃冷藏保存。

(六) 病原性測試

(1) 實驗茶苗之來源及管理

1 年生青心烏龍 (Chin Shin Oolong) 扦插苗購自南投茶苗供應商，2 年生及 3 年生青心烏龍由本場苗圃移植至盆栽中，置於塑膠溫室中隔日自動噴灌並定期噴施殺蟲劑 10% 美文松 (400X 稀釋) 保護，生長適應 2 個月後進行接種試驗。

(2) 人工接種方法

接種用土為本場紅壤：3 號蛭石：3 號珍珠石 = 3:1:1 混合均勻之混合土，接種時於 5 吋塑膠盆中，先置入 5 cm 深之混合土，將接種源置入後鋪上 3cm 深混合土，然後小心移植入一株茶苗並覆蓋混合土，每一重複三盆，共三重複；另外，以未接種之各種類培養基作為對照組，一同進行病原性測試，盆栽澆水後完全隨機 (CRD) 置於塑膠溫室內，接種後每天觀察並依照下列病害等級 (disease index) 記錄發病情形，植株死亡或試驗結束時將測試植株連根拔起，觀察記錄其根腐情形，並挑取病根上菌絲於光學顯微鏡下鏡檢以確認其確實為白紋羽菌感染。

病害等級定義如下：

0：地上部及根系健康之植株。

1：地上部外表健康，但根系已被菌絲感染，地上部開始出現不正常的黃化落葉現象。

2：地上部黃化落葉小於樹冠二分之一。

3：地上部黃化落葉大於等於樹冠二分之一小於四分之三，或葉色褪綠捲曲略呈缺水狀。

4：地上部黃化落葉大於四分之三，或植株葉色褪綠下垂失去生氣呈嚴重缺水狀。

5：植株整株褐化枯死或呈青枯狀。

而病害嚴重度 (Disease severity) 之計算公式如下：

$$\text{病害嚴重度 (\%)} = (\sum n X / YN) \times 100 \% = (\sum n X / 15) \times 100 \%$$

X：病害等級

Y：最高病害等級

n：各病害等級之植株數

N：總植株數

(3) 不同量接種源之比較

依上法分別以 20g、40g、60g、80g 及 100g 之燕麥粒接種源於 93 年春季進行接種，進行不同接種量下之病原性測試。

(4) 不同接種源之比較

以直徑 6 mm 之鑽孔器切取培養於 25℃黑暗中之 PDA 平板上白紋羽菌落邊緣菌絲塊 3 塊，分別置入 PDA 培養基、茶枝條培養基及燕麥粒培養基中，於 25℃黑暗中培養至菌絲長滿培養基約一個月 (1M) 後作為接種源，依上法進行不同型式接種源之病原性測試。

(5) 不同培養時間之接種源之比較

以直徑 6 mm 之鑽孔器切取培養於 25℃黑暗中之 PDA 平板上白紋羽菌落邊緣菌絲塊 3 塊，置入燕麥粒培養基中，於 25℃黑暗中分別培養 1M、2M、3M 及 4M 後作為接種源，依上法進行不同接種量下之病原性測試。

(6) 接種不同齡期茶苗之比較

依上法分別以 1 年生、2 年生及 3 年生之青心烏龍茶苗，於 93 年春及秋季進行接種試驗，以進行不同齡期茶苗之病原性測試。

(7) 統計分析

病害嚴重度之結果，經角度轉換後以 SAS 統計軟體 (Proc ANOVA) 進行變異數及鄧肯氏新多變域測驗法 (Duncan's new multiple range) 分析，顯著機率水準 (P.S.) 為 5%。

角度轉換公式如下：

$$Y = \sin^{-1} \sqrt{x}; \quad x \text{ 為病害嚴重度 (\%)}。$$

結果與討論

自民國 92 至 93 年間於台灣地區宜包括宜蘭、台北、花蓮、台東、南投及嘉義等主要茶區中有呈區塊狀缺株及有多處立枯狀茶樹之茶園內進行採樣，並收集由各地茶農所寄送之疑似根腐病檢體，一併進行茶白紋羽菌之分離，結果除南投一處茶園所採得之茶樹根腐檢體，經組織表面消毒法進行分菌後，分離出疑似白紋羽菌之菌落外，其他檢體均未分離出白紋羽菌。圖一為罹病茶園之田間茶白紋羽病株之外觀，圖圈內為罹患茶白紋羽病之茶叢 (圖一上)，其相較於二旁枝葉茂盛葉色濃綠之植株，可見此茶叢上半部枝葉顏色褪綠且略呈缺水狀下垂，而其下半部則有大量不正常開花之現象，挖開根腐茶樹後檢視其根際部 (圖一中)，可見其上有白色菌絲索 (箭號) 存在，圖一下則為所挖出之罹患茶白紋羽病之茶樹病根片段之近照，可見罹病根之皮層容易剝落，暴露出之木植部上可見到白色扇骨狀菌絲 (箭號)，而且其木質部因為白紋羽病產生之白腐朽而較健康茶樹根部易於斷裂。

圖二為所分離出之白紋羽菌於馬鈴薯葡萄糖培養基上之菌落外觀，其年輕菌絲呈白色絨毛狀，25 °C 光照培養下約 14 天左右可長滿 9 cm PDA 培養基，其老化菌絲有些會產生黑色素並形成薄片狀微菌核 (microsclerotia) 之構造 (圖中)，年老菌落有時可產生大量之黑色微菌核構造。由菌落中挑出菌絲經 1 % 棉藍乳酚染色後置於光學顯微鏡下鏡檢，可發現其部分菌絲明顯具有隔膜 (septa) 處呈梨形膨大 (pear-shape swelling) 之特徵 (圖三)，尤其是較老化之菌絲較易觀察到此現象，此種菌絲型態特徵與文獻中 (Petch, 1923; 田村及小野, 1971; 林及段, 1988; 陳及陳, 1990) 所描述之白紋羽無性世代 (*Dematophora necatrix*) 典型菌絲特徵相符。

在茶白紋羽病徵發展方面，觀察人工接種之青心烏龍茶苗之病徵發展結果發現，於春季或秋季時於一般室溫、潮濕之塑膠溫室環境下進行病原性測試，其地上部樹冠之病徵發展可略分為二類：1. 急性萎凋狀病徵：植株於接種白紋羽菌後，短期內全株出現葉色褪綠缺水狀，澆水不但無法復原反而更加重病勢發展，而且通常在植株出現缺水狀現象後約 1-2 星期之短時間內，整株茶苗之葉片即迅速下垂、萎凋、呈青枯狀而死亡，枯死植株上往往仍懸掛著枯葉 (圖四上)，2. 慢性萎凋狀病徵：人工接種之實驗株，首先出現下位枝條上之老葉黃化落葉現象，逐漸頂端新葉出現生長不良或發不出新芽之現象，而後成熟葉片開始大量掉落現象 (圖四下)，造成下方枝條或頂端枝條葉稀疏甚至光禿毫無葉片之情況 (圖四中)，最後頂芽完全褐化而萎凋死亡。

觀察實驗株之地際部及根部病徵發展 (圖五)，在潮濕環境下人工接種之茶苗地際部常出現白色至灰白色菌絲 (圖五左上)，將病株拔起可見到大量白色菌絲佈滿整個根系 (圖五右上)，然而對照組健株之根系健旺未見到任何菌絲，相較之試驗株根系稀疏且主根上明顯有灰白色菌絲蔓延 (圖五左中)，檢視病株地際部發現有皮層黑色壞疽現象且其產生之環剝效應造成茶苗死亡 (圖五右中)，而病根皮層極易剝落而暴露出木質部 (圖五左下)，將地際部縱剖之發現此病株之皮層內亦含有白色菌絲 (箭號)，又其因為白紋羽菌造成之白腐朽而使地際部最外圍一層木質部與皮層一起被剝離 (圖五右下)。上述人工接種苗茶所產生之地上部與地下部病徵與田間實際觀察所得之罹病茶樹病徵一致；而

從上述之罹病株中皆可再度分離出相同之茶白紋羽菌完成柯霍式法則。

在病原性測試條件探討方面，以不同量茶白紋羽菌燕麥接種源進行 2 年生青心烏龍茶苗人工接種之結果詳表一，可發現接種源量為 20g 和 40g 時，試驗株即可於接種後約 1 個月開始產生地上部病徵，並適合於 2-3 個月內進行病害發展評估，而其對照組方面，20g 接種滅菌燕麥粒源之對照組於試驗期間皆維持健康狀態，但是 40g 接種源之對照組有 2 株對照組有輕微之落葉病徵產生；而接種源高達 60g 以上之燕麥粒時：60g 有 1 試驗株、80g 有 3 試驗株，而 100g 時有 2 試驗株，接種後發生 2 星期內立即萎凋死亡之情況，而高接種源之對照組方面，其亦出現類似之狀況，60g 有 1 株、80g 有 2 株，而 100g 時有 2 株之對照組茶苗發生迅速萎凋死亡情形，而拔除死亡之對照組時發現其整個根系變黑、腐爛且盆土有惡臭，因此，使用高劑量接種源時，雖然其病原性測試反應乍看之下進行較快，但是試驗植株之死亡因素可能較複雜，非單純由於接種白紋羽菌所引起，故並不適用，考量上述結果後選擇以 20g 燕麥接種源進行下列各項試驗，另外，由表一之結果可知所有處理組之茶苗於接種約 2 個月後之病徵發展已適用於病原性評估，而且於 4 個月內全數死亡，故病原性評估選擇於人工接種後 2-3 個月內進行之。

在不同接種源之比較方面，將所分離出之白紋羽菌分別培養於 PDA 培養基、燕麥培養基及茶樹枝條培養基三種基質，產生之不同接種源進行人工接種 2 年生青心烏龍茶苗觀察紀錄其疾病等級結果如表二，經變異數分析試驗結果有極顯著差異 ($F=28.77$, $P.S.=0.0008 < 0.01$)，而其中 PDA 接種源之平均病害嚴重度最低為 13.3 %，而茶樹枝條接種源之平均病害嚴重度次之為 31.1 %，燕麥粒接種源之平均病害嚴重度最高為 66.7 %，而且此處理之茶苗發病程度亦較其他處理均一，故往後試驗皆使用燕麥粒接種源進行之。

在不同培養期間之燕麥接種源比較方面，經變異數分析試驗結果有顯著差異 ($F=14.86$, $P.S.=0.012 < 0.05$)，而其中培養 1 個月接種源之平均病害嚴重度為 93.3 %，培養 2 個月接種源平均病害嚴重度為 97.8%，培養 3 個月接種源病害平均嚴重度為 68.9 %，培養 3 個月接種源平均病害嚴重度為 51.1 %，經鄧肯氏分析得知培養 1 個月及 2 個月之接種源較培養 3 個月及 4 個月之接種源之致病性為高，基於時間考量故選用培養 1 個月之接種源進行試驗。

在接種不同齡期青心烏龍茶苗之比較方面 (表四)，可知 1 年生茶苗之病害嚴重度分別為 80.0 % 及 73.3%，2 年生病害嚴重度分別為 93.3% 及 86.7 %，3 年生茶苗病害嚴重度分別為 93.3% 及 100.0%，經變異數分析試驗結果無顯著差異 ($F=14.37$, $P.S.=0.051 > 0.05$)，而且觀察發現不論接種至 1 年生、2 年生或 3 年生茶苗上，皆可使其產生黃化落葉或迅速萎凋之二種典型白紋羽病病徵，而各齡期對照組之青心烏龍茶苗則於試驗期間仍然維持健康狀態，在試驗材料取得之方便性以及栽培管理成本之雙重考量下，選擇以 1 年生之茶苗進行茶白紋羽病之病原性測試。

結 論

綜言之，本研究中描述了茶白紋羽病之田間病徵，並建立了茶白紋羽病之實驗室診斷鑑定技術，並以人工接種方式來瞭解其在茶樹上之實際發病過程，並對其病徵發展進行詳細之描述，本研究並探討各種病原性測試條件而建立出茶白紋羽病之最佳病原性測試條件為春季及秋季時於塑膠溫室內以青心烏龍茶苗為材料，在室溫、潮濕環境下進行各種接種源與寄主之組合，以尋求最適之病原性測試條件；在時間與成本雙重考量下，茶白紋羽菌之病原性測試最適條件為：使用 25°C 黑暗中培養 1 個月之燕麥粒接種源 20g 來進行 1 年生之青心烏龍扦插茶苗之人工接種，此組合下大約於人工接種 1 個月後可開始產生急性或慢性萎凋之二種茶白紋羽病病徵，而 2 至 3 個月內適於進行病害評估，上述之研究成果將可提供作為日後進行茶白紋羽病防治研究之基礎。

參考文獻

1. 田村市太郎、小野小三郎.1971.茶病害.原色作物 病虫害診斷.pp. 80-81.農山漁村文化協會.東京。
2. 本場三郎.1955.多犯性病害、茶病害.作物病害 診斷 防除. pp. 52; 384-390.養賢堂.東京。
3. 呂理樂.1995.果樹病害 (一) 落葉果樹病害 - 梨病害.台灣農家要覽農作篇 (三) .p. 70.豐年社.台北市。
4. 林益昇、段中漢.1988.枇杷白紋羽病及其病原菌.中華農業研究 37(3): 305-312。
5. 段中漢、蔡武雄、杜金池.1990.枇杷白紋羽病及其病原菌.中華農業研究 39(1): 47-54。
6. 張東柱、謝煥如、張瑞璋、傅春旭.1999.白紋羽病.台灣常見樹木病害.pp. 118-119.行政院農業委員會林業試驗所.臺北。
7. 徐世典、張東柱、張清安、蔡進來、蔡東纂.2002.台灣植物病害名彙.第四版.pp. 44-46.中華民國植物病理學會。
8. 陳宗懋、陳雪芬.1990.茶樹根病.茶樹病害的診斷和防治.pp. 180-181.上海科學。
9. 費雯綺、王喻其 (編) .2004.果樹病蟲害 - 梨.五、梨幼苗白紋羽病.植物保護手冊.pp. 444 , 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所.台中。
10. 廣川敢.1968.白紋羽病.茶、特用作物、農業總覽、原色病虫害 診斷 防除編 2.pp. 29-33.農山漁村文化協會.東京。
11. Petch, T. 1923. Chapter V. Root disease. The diseases of the tea bush. pp. 127-141. MacMillan, London, Great Britain.
12. Szejnberg, A. 1980. Host range of *Dematophora necatrix*, the cause of white root rot disease in fruit trees. Plant disease. 7: 662-664.
13. Watanabe, T. 1992. Sporulation of *Dematophora necatrix* in vitro and its pathogenicity. Ann. Phytopath. Soc. Japan. 58: 65-71.
14. Zeiss, M. R. and K. Braber. 2001. Major diseases of tea in Vietnam. Tea, Integrated pest management, Ecological guide. pp. 202-226. CIDSE, Vietnam.

Study on the Pathogenicity of *Dematophora necatrix* Isolated from *Camellia sinensis*

Hsiu-Sui Lin¹ Huann-Ju Hsieh²

Summary

White root rot pathogen was isolated from root rot sample of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze gathered in one dieback disease from a suffering tea garden in Nantou. The young colony of pathogen on PDA appeared white and velvety, while colony aged melanin was produced. Since some aged hypha had the characteristic pear-shape swellings near septa, the pathogen was identified as *Dematophora necatrix* Hartig. Pathogenicity tests were performed with a variety of conditions in a plastic greenhouse using Chin Shin Oolong tea cuttings as the material for artificial inoculations under room temperature and a humid environment in the spring and autumn of 2004, separately. *Dematophora necatrix* could be re-isolated from the diseased tea cuttings to fulfill the Koch's postulates. As time and costs are considered, the optimum condition for pathogenicity test is 20g of 1M old oat grain as inoculum with 1 year-old Chin Shin Oolong tea cuttings as the host, incubated in a plastic greenhouse under an ambient environment. Both the acute and chronic symptoms of white root rot were initialized around 1month after the artificial inoculations and the disease development was suitable for evaluation during 2 to 3 months.

Key words: *Camellia sinensis*, Tea root disease, *Dematophora necatrix*, Pathogenicity test

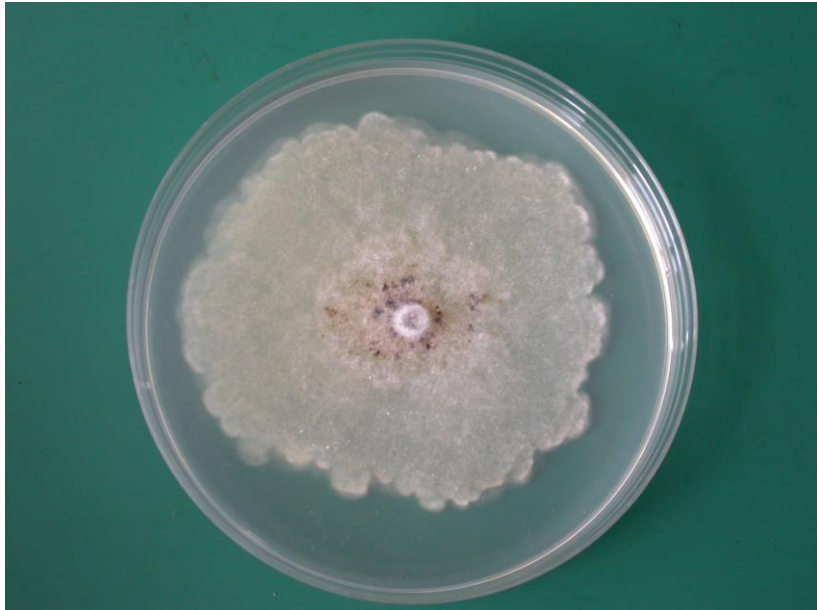
1. Assistant Biochemist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

2. Associate Professor, Dept. of Plant Pathology and Microbiology, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

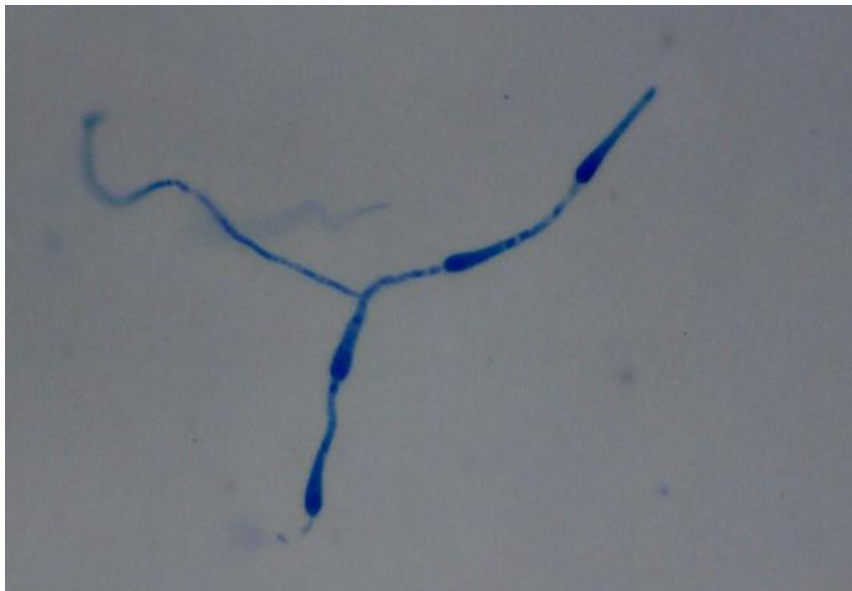


圖一、茶白紋羽病田間病徵：最上圖為罹患茶白紋羽病之茶樹外觀（圓圈）；中間圖為挖開之根腐茶樹檢體根際部，可見其上有白色菌絲索（箭號）；最下圖則為所挖出之罹患茶白紋羽病之茶樹病根近照，可見病根根皮剝落處有白色扇骨狀菌絲（箭號）。

Fig. 1. The field symptoms of white root rot of *Camellia sinensis*: Upper panel: the tea tree infected by *Rosellinia* pathogen (circle) ; Middle panel : the diseased tea collar part with some white mycelial strands on the surface (arrows) . Lower panel: the diseased root with typical white fan-like mycelia on its partial cortex peeled part (indicated by arrows).



圖二、白紋羽菌於馬鈴薯葡萄糖培養基上之菌落外觀
Fig. 2. The colony of white root rot pathogen on PDA



圖三、隔膜處具有梨形膨大特徵之茶白紋羽菌絲 (200X)
Fig. 3. The characteristic pear-shape hypha near the septa of white root rot pathogen isolated from *Camellinia sinensis* (200X)



圖四、人工接種茶白紋羽病至青心烏龍茶苗之地上部病徵，上：一年生、中：二年生、下：三年生茶苗，上二圖：左邊為處理，右邊為對照組，最下圖：左邊對照組右邊為處理。

Fig. 4. The canopy symptoms of artificial inoculated Chin Shin Oolong tea cuttings. Upper panel: 1 year old cuttings; middle panel: 2 years old cuttings. Treatment (left) and control (right) ; Lower panel: 3 years old cuttings. Treatment (right) and control (left).



圖五、人工接種青心烏龍茶苗病徵：左上：潮濕時茶苗根際部之灰白色菌絲（箭號）；右上：白色菌絲佈滿整個罹病茶苗之根系，左中：有白色菌絲之接種茶苗根部（左）及根部健康之對照組（右）；右中：有白色菌絲及黑色壞疽之接種茶苗根部近照；左下：接種茶苗根部根皮易剝落上有灰白色菌絲，右下：接種茶苗根際部剖面，部分成白腐朽之木質部與皮層一同剝離，箭頭處之皮層內有白色菌絲。

Fig. 5. The root and collar symptoms of artificial inoculated Chin Shin Oolong tea cuttings. Upper Left : whitish grey mycelia in the collar parts under the humid environments ; Upper Right : white grey mycelia covered all over the root system ; Middle Left: the treatment (left) with whitish grey mycelia on its rare root system compared with the healthy root system of control (right); Middle Right: Closer observation of the previous panel. Black necrosis is on its collar part ; Lower Left: easily peeled-off cortex of diseased primary root ; Lower Right : cross-section of the infected collar part with partial xylem peeled off together with the cortex, which had the white mycelia inside (indicated by arrows).

表一、以不同量之茶白紋羽菌燕麥接種源進行 2 年生青心烏龍茶苗人工接種之結果

Table 1. The result of pathogenicity test of Chin Shin Oolong tea cuttings with different amount of oat grains white root rot pathogen inoculi

Inoculum amount (g)	Disease index							
	1M		2M		3M		4M	
	Treatment	control	Treatment	control	Treatment	control	Treatment	control
20	2,2,1,1	0,0,0,0	3,4,2,3	0,0,0,0	5,5,4,4	0,0,0,0	5,5,5,5	0,0,0,0
40	3,1,3,2	0,2,2,0	4,3,5,4	0,2,2,0	5,4,5,5	0,2,2,0	5,5,5,5	0,2,2,0
60	3,2,5,3	3,1,2,5	5,3,5,4	3,1,2,5	5,4,5,5	3,1,2,5	5,5,5,5	3,1,2,5
80	5,5,5,4	3,5,2,5	5,5,5,5	3,5,2,5	5,5,5,5	3,5,2,5	5,5,5,5	3,5,2,5
100	5,4,5,4	5,5,3,2	5,5,5,5	5,5,3,3	5,5,5,5	5,5,3,3	5,5,5,5	5,5,3,3

註 1：民國 93 年春季人工接種之結果。

1：The result of artificial inoculation in spring of 2004.

表二、不同白紋羽菌接種源進行青心烏龍茶苗人工接種之結果

Table 2. Result of pathogenicity test of Chin Shin Oolong tea cuttings with different kinds of white root rot pathogen inoculi

Inoculum	Disease Severity (%)			
	I	II	III	Average
PDA	20.0	6.7	13.3	13.3c
Oat grains	53.3	73.3	60.0	66.7a
Tea twig fragments	26.7	33.3	33.3	31.1b

註 1：民國 93 年春季人工接種三重複之結果。

1：Triplicate results of artificial inoculations in spring of 2004.

表三、不同培養時間茶白紋羽菌接種源進行青心烏龍茶苗人工接種之結果

Table 3. Result of pathogenicity test of Chin Shin Oolong tea cuttings with different incubation time of white root rot pathogen inoculi

Inoculum incubation period	Disease Severity (%)			
	I	II	III	Average
1M	100.0	93.3	86.7	93.3a
2M	100.0	100.0	93.3	97.8a
3M	80.0	66.7	60.0	68.9b
4M	40.0	60.0	53.3	51.1b

註 1：民國 93 年秋季人工接種三重複之結果。

1：Triplicate results of artificial inoculations in autumn of 2004.

表四、不同齡期青心烏龍茶苗進行白紋羽菌人工接種之結果

Table 4. Result of utilizing different age Chin Shin Oolong tea cuttings for white root rot pathogenicity test

Age of tea cutting	Disease Severity (%)			
	I	II	III	Average
1Y	80.0	73.3	73.3	77.8
2Y	93.3	86.7	86.7	88.9
3Y	93.3	100.0	100.0	95.5

註 1：民國 93 年秋季人工接種三重複之結果。

1 : Triplicate results of artificial inoculations in autumn of 2004.

茶樹的開花習性

邱垂豐¹ 朱德民²

摘 要

台茶 12 號及青心烏龍茶樹每株花蕾數目多達二千個以上，茶果實亦有十多粒。當春茶萌芽時，花芽即已形成及發育，但大部份的花蕾均會敗育而脫落，僅少部份繼續生長發育至開花。茶樹枝條花蕾著生及開花順序，以第三或第四葉位為最優先，其次再往上、下位葉逐漸著生與開放。茶樹植株無論是花蕾或開花數目，茶樹採摘面上部位均較下部位為多。花蕾數目以夏茶（夏梢）為最多，其次是春茶（春梢）或六月白（第二次夏梢），冬茶（冬梢）為最少。二供試品種開花盛期為 11 月中、下旬；花蕾至開花所需時間，分別約為 117 及 123 天左右。茶樹花朵開花時間以七至八時為最多，九時以後即逐漸減少。茶樹花朵的壽命相當短，一般在開花後四十八小時，大部份均已枯萎或脫落。

關鍵字：茶樹、開花習性、花蕾

前 言

茶是山茶科山茶屬植物中較為原始的種（吳，1963；Paul *et al.*, 1997），茶花屬短軸總狀花序，且為兩性花（hermaphrodite flower）（黃，1997；楊，1998）。茶樹開花結實是為繁殖後代的生殖生長，茶樹的一生中經過多次開花與結實，直到植株死亡，每年均在進行（潘，1981；徐，1986）。

茶樹生長具有多輪性，每年均能抽發多次新梢，生長發育成枝條，並且任何枝條均會著蕾及開花（王等，2001；官澤，1937；Barua, 1970）。茶樹在一年當中，一方面是當年生花芽分化及開花授粉，另一方面又有上年度所授粉發育的果實，這種花和果相會情形是茶樹生物學特點之一（黃，1997）。

一般茶樹的花芽分化後從五、六月份以後，就陸續發生在當年生長之嫩枝條開面（對口芽）的頂芽部份或著生於各葉片之葉腋，每個腋芽均保持三個生長點，通常以中心的生長點發育成新芽，兩側的生長點多半發育成花蕾，故大部份茶樹品種於開花盛期中，每腋芽有二朵花（吳，1963；高橋，1958；梁瀨，1975；Barua, 1970）。從花芽分化到果實成熟，約需一年半的時間，生殖生長期特別長（夏和東，1978；曾等，1997）。

中國大陸及臺灣地區的茶樹開花期大部份在九～十二月，盛花期從十月中、下旬至十一月上旬（胡，1954；徐，1986）。茶樹之開花期，一般比較早期開花者，乃是從第一季茶（春茶）生長之嫩枝開始，依次為第二季茶（夏茶）及第三季茶（秋茶）之枝條依序進行開花（Barua, 1970）。茶樹開花量多寡與時間早晚，主要與茶樹的品種特性、氣候環境及茶園栽培管理等等之因素有相當密切關係

1. 行政院農業委員會茶業改良場魚池分場分場長。臺灣 南投縣。

2. 國立中興大學農藝學系教授。臺灣 台中市。

(胡, 1954; 夏與束, 1978; 虞與王, 1983; 陳, 1995; 梁瀨, 1975)。

茶樹植株每年著生花蕾及開花數量相當多, 但茶樹由於屬於異交作物, 且具自交不親和性, 故能結果實數量卻相當少 (吳, 1963; 楊, 1998)。茶樹在放任生長的情形下, 其花朵之生命極短 (吳, 1963); 陳右人 (1995) 指出茶樹花朵在開放 5 至 10 天後即會完成脫落, 若有授粉的花朵就會慢慢形成果實。

有關茶樹開花習性之觀察研究, 雖早期在臺灣 (胡, 1954) 中國大陸 (夏與束, 1978) 日本 (宮澤, 1937; 志村和中山, 1953; 高橋和梁瀨, 1958) 及北東印度 (Barua, 1970) 等學者有所調查研究, 但因茶樹品種、地區特性及氣候環境等之不同, 其開花習性亦互有差異, 況且開花習性將會影響到茶葉生產及茶樹雜交育種時間。因此, 本試驗即在調查研究目前臺灣地區主要栽培品種台茶 12 號和青心烏龍之開花習性, 以做為從事茶樹品種改良與栽培管理及其他有關茶樹開花試驗研究之參考。

材料與方法

試驗一：茶樹花蕾生育之調查

一、試驗材料

台茶 12 號及青心烏龍 15 年生茶樹。

二、調查地點

茶業改良場文山分場。

三、處理方法及調查項目

二供試品種植株冬季修剪後, 各選取 10 棵植株, 並於翌年春茶萌芽時, 調查其花蕾著生部位及生育之情形。

試驗二：茶樹植株著生花蕾及果實數目之調查研究

一、試驗材料

台茶 12 號及青心烏龍 16 年生茶樹。

二、調查地點

茶業改良場文山分場。

三、處理方法及調查項目

二供試品種植株冬季修剪後, 各選取 10 棵植株, 春、夏茶及六月白按一般慣行法採摘, 並於秋及冬茶採摘後, 分別以人工摘取每棵茶樹之花蕾, 計算每棵茶樹著蕾數目; 且於秋茶採摘後一併摘取茶果實計算其數量。

試驗三、茶樹花蕾著生情形之調查研究

一、試驗材料

台茶 12 號及青心烏龍栽植於 1/2,000 英畝容積之 7 年生茶樹盆栽為材料。

二、調查地點

茶業改良場文山分場。

三、處理方法及調查項目

- (一) 台茶 12 號冬季修剪後，春茶不採摘任其生長至夏茶時，選取 20 個中等枝條，並於春梢腋芽鱗片展開現蕾時分別給予掛牌，標定枝條花蕾著生及開花順序與時間。
- (二) 六月白（第二次夏茶）時，二供試品種各選取 20 個中等枝條，調查葉腋間著生花蕾之數量；隨後並調查葉腋間各花朵開花順序及時間。
- (三) 二供試品種冬季修剪後，各選取 9 棵植株，春、夏茶及六月白按一般慣行法採摘，並於秋及冬茶採摘後，以前年冬季修剪面為中心，將茶樹植株區分為上下部位，分別以人工摘取花蕾，計算茶樹植株不同部位著生花蕾數量之多寡。
- (四) 二供試品種冬茶修剪後，各選取 9 棵植株，春、夏、六月白、秋及冬茶均按一般慣行法採摘，對於各茶季採後留梢著生之花蕾，分別以人工摘取花蕾，調查計算各季茶採後留梢所著生花蕾數量之多寡。

試驗四、茶樹花朵生育之調查研究

一、試驗材料

台茶 12 號及青心烏龍栽植於 1/2,000 英畝容積之 8 年生茶樹盆栽為材料。

二、調查地點

茶業改良場文山分場。

三、處理方法及調查項目

- (一) 二供試品種冬季修剪後，春茶不採摘任其生長至夏茶時，選取中等枝條，並於春梢腋芽鱗片展開現蕾時分別給予掛牌，調查 20 個花蕾從現蕾至開花必需多少時間。
- (二) 二供試品種冬季修剪後，春茶不採摘任其生長至六月白（第二次夏茶）時，各選取 9 棵植株，自八月份開始每隔十天調查茶樹植株不同部位開花數量與時期。
- (三) 二供試品種冬季修剪後，春茶不採摘任其生長至秋茶時，選取中等枝條之 20 個花蕾，待茶花為全白（fully white）時給予掛牌：1、調查花朵開花時間，觀察時期自始花起以迄其終，分別於每日早晨五時至中午十二時止，每隔一小時調查其開花數，已調查之花隨即摘除，藉此便於鑑別與計算。2、調查花朵開花壽命：觀察時期自始花起以迄其終，分別於每日上午八時、中午十二時及下午五時，調查其開花情形，已調查之花隨即摘除，藉此便於鑑別與計算。

結果與討論

一、茶樹花蕾生育之調查

茶樹生長具有多輪性，在臺灣地區一年能抽發三至七次新梢，並且所發育形成之枝條，均能著生花蕾及開花。由調查結果顯示一般茶樹的花蕾主要著生在當年生枝條每個葉腋之間（圖 1、A）或枝條停梢的頂芽部份（圖 1、B）。茶樹的花蕾生育是從春芽（春茶）萌發即開始（圖 2、A），換言之，早在去年冬季的休眠芽（腋芽）就已經保有三個生長點，當春天萌芽時，中心的生長點發育成新芽，兩側的生長點多半發育成花蕾；大部分的花蕾在未現蕾前即已敗育（圖 2、B 和 C），或萌芽現蕾時已

經枯死而脫落，僅留新芽部份繼續生長發育為春茶 (圖 2、D)；雖然二供試品種均有相類似結果，但是亦有少部份青心烏龍的花蕾能夠繼續生長發育甚至開花。因此，在三月中旬以後亦可發現開花現象 (圖 2、E 和 F)。

茶樹開花結實是為繁殖後代的生殖生長，茶樹的一生經過多次開花結實，直到植株枯死每年均在進行 (莊，1984)。據調查結果顯示在臺灣地區從高海拔茶區至低海拔茶區，每年均能抽發三至七次新梢，所生長發育之新枝條，均能著生花蕾及開花，並且花蕾著生在當年枝條各葉處之葉腋間或枝條頂端部位之腋芽 (圖 1、A 和 B)，此結果與官澤 (1937)、Barua (1970) 和王等 (2001) 等亦有相同結果。此外，志村 (1954) 亦指出茶樹的新梢可分為結果枝、發育枝和徒長枝三種，此三種枝條亦均會有花芽著生。胡 (1954) 調查指出茶樹花蕾之發育乃開始於春茶之末，亦即於五月中下旬，當第一次夏茶萌發之際，花芽亦隨之開始抽發，花芽發生之初外包被褐色多毛之鱗片，不久鱗片脫落，花蕾顯露如小珠，色綠，隨後花蕾逐漸長大。

二、茶樹植株著生花蕾及果實數目之調查研究

二供試品種茶樹植株花蕾著生數量相當多，台茶 12 號每株約有 2,298 粒花蕾，青心烏龍每株更高達 2,429 粒花蕾，花蕾鮮重分別為 172.4 公克及 60.8 公克。至於每株茶樹果實數量及重量，台茶 12 號為 14.7 粒，57.3 公克；青心烏龍為 12.2 粒，45.7 公克 (表一)。由此可知茶樹植株每年確實著生相當多的花蕾，並且花和果實同時著生在同一植株上。

茶樹在一年發育週期中，多次萌發新芽，亦多次開花結實，故茶樹的生殖生長週期相當長，其數量亦相當多。高橋和梁瀨 (1958) 以一般慣行採摘之茶園為材料，調查八個綠茶品種，其中發現大和綠 () 和紅譽 () 為茶樹花朵較多之品種。夏和束 (1978) 調查鳩坑茶樹開花品種數目，每株茶樹約有 2,000~3,000 朵花，每畝茶園以 300 株計算，其鮮花重可達 840~1,260 斤。梁等 (2002) 亦調查指出一般成木茶園，每畝茶園可採取茶花鮮花重量 201 斤之多。本試驗二供試品種亦有類似調查結果。

三、茶樹花蕾著生情形之調查研究

茶樹的花蕾主要是著生在當年生的枝條上，一般茶芽之萌發，仍從各葉腋處之腋芽鱗片展開，茶芽萌發後，鱗片會脫落，首先長出的是魚葉，接著往上依序為第 1，第 2，...本葉等，一般春梢約到第 5、6 葉即已對口芽 (開面)。由台茶 12 號春梢調查結果發現，茶樹枝條花蕾著生之優先順序，以枝條中央部位，即第 3 本葉處之腋芽為最優先，第 1 本葉及春梢對口部位之腋芽為最晚 (圖 3)，此與王等 (2001) 田間觀察發現有相同結果。至於茶樹枝條開花之順序，亦是以春梢第 3、4 本葉處之花朵最先開花，隨後依序再往上下開花 (圖 4)，隨後再依序夏、六月白及秋梢，直至冬梢為止，此與官澤 (1937)、Barua (1970) 調查結果相類似。至於花蕾著生部位與開花時期之關係，胡 (1954) 指出初期以枝條下部位為多，盛花期以枝條中間部位為最多，終期則以枝條頂部為多。本研究亦同時發現，一般枝條以中間部位開花數量最多，枝條下部位次之，枝條頂部更次之，造成此種現象可能與枝條老嫩度、光合產物運送等內外因素有關。

此外，就茶樹採摘週期 (春、夏、六月白、秋及冬茶) 而言，各季採後留梢部份所著生花蕾數目，以夏梢著生花蕾數量最多，其次是春梢，依次為六月白 (第二次夏梢) 及秋梢，冬梢為最少 (表二)。造成不同季節花蕾著生數量之差異，推究其原因可能與採留葉的多寡及氣候環境有密切的關係。梁瀨 (1975) 指出不同的採摘方法，其留葉的多寡會影響到花芽 (蕾) 著生之數量，無論第一、第二及三季茶，各季茶若採摘至留二葉以下的嫩枝條，其花蕾數則較少，留葉四節以上及漏採之枝條則花蕾數比較多。至於冬梢花蕾數量最少，除留葉多寡之外，主要原因可能是低溫，造成花蕾枯萎脫落，導致花蕾數減少。

一般主要是當年生的茶樹枝條，無論是強或弱枝條，均會著生花蕾，只是數量多寡之不同。以茶樹整株而言，二供試品種約有 60% 以上的花蕾是著生在茶樹植株的上半部，相對地，植株下半部僅佔 20~30% (表三)。對於茶樹植株不同部位著生花蕾數目的差異，可能與日照或日照量有關。黃 (1997) 認為一般在茶樹叢行間，邊緣枝條上方所著生花蕾數目，總比茶縫中間部位枝條的花蕾數還多。楊和朱 (1999) 更進一步指出茶樹個體所受到光照減少，使生殖生長受到抑制，則可減少茶樹花果數量。由此可知光照與茶樹花蕾及開花數量有著十分密切的關係。

同時就開花數量而言，開花初期以植株中下部位開花數量較上部位為多，至盛花期則以中上部位較下部位為多 (圖五)，胡 (1954) 指出一般茶樹品種以中部位為中心向上下漸次開放。至於山茶開花初期以植株下方及植株中間部位開花最多，盛期以植株頂部為最多。另外，阿薩姆 (Assam) 種經常以植株頂部開花最多，植株中間部分較頂部為少。由上述可知，茶樹植株不同部位之開花數多寡除受環境影響之外，更受品種特性之影響。

對於各葉腋間著生花蕾數目，一般著生一至四個花蕾，亦有超過四個以上。由表四得知，台茶 12 號各葉腋間以著生二粒花蕾佔 64.8%；青心烏龍亦有 51.1%，至於著生四粒以上，所佔比例相當少 (表四)。此外，葉腋間所著生之各花朵之開花時間，經調查結果發現台茶 12 號最初第一朵開花至第二朵開花所需時間約為 11.5 天，第二與第三朵約 12.9 天，第三與第四朵約 8.2 天 (圖六和表五)。志村和中山 (1953) 調查三個茶樹品種 (A-5、C-5 及 U-12) 各葉腋間花朵之開花時間，從最初第一個開花至第二個花所需時間，以 U-12 品種為約 30 天最長，A-5 和 C-5 品種約 10~15 天。胡 (1954) 亦調查指出葉腋間具有二至四朵花蕾者，其開花次序多呈不規則性。本調查研究同時亦發現較遲開放者，大部分是短軸總狀花序頂部及背光處之花蕾。由此可知葉腋間各花朵開花所需時間及次序頗不一致，且就整個葉腋間花朵開放時間長達一個多月時間。

四、茶樹花朵生育之調查研究

茶樹從花芽分化、花蕾發育至開花與凋謝，這段期間花朵生育時間相當長。從春梢枝條調查發現，台茶 12 號之花朵從現蕾至開花所需時間約 117 天；青心烏龍約 123 天 (表六)。胡 (1954) 發現花芽發育至小蕾最長須經 20 天，平均 7.2 ± 0.3 天，小蕾至中蕾平均為 24.9 ± 1.2 天，中蕾至大蕾平均為 26.4 ± 0.5 天，大蕾至開花平均為 22.2 ± 0.6 日，開放至凋謝平均為 3.5 ± 0.2 日，全部生育過程，1948 年調查者為 92.2 天；1949 年為 76.6 天，平均為 84.1 天，此為九月份所調查的資料，至於九月份以前調查或許所需時間較長，九月份以後或許就較短些。本研究調查亦發現春梢、夏梢、秋梢及冬梢之花朵生育期間長短不一，其中以春梢花朵之生育時間最長，冬梢最短，因此，似乎不能一概而論，此與梁瀨 (1975) 調查結果類似。

茶樹開花時期，除受外在環境因子影響之外，更受品種特性之影響。台茶 12 號八月中旬即已開花，但初期開花數量並不多，主要以植株中下部位為多；青心烏龍直至八月下旬以後才開花，隨後每月逐漸開放。至於開花盛期，台茶 12 號為十一月上旬至下旬；青心烏龍則為十一月中旬至下旬，主要以植株中上部位為最多，隨後至十二月下旬而達終期 (圖七)，主要以枝條頂部為多，此與胡 (1954) 觀察研究有相同結果。胡 (1954) 進一步指出臺灣山茶及阿薩姆品種之開花期，自九月中下旬至十月下旬為其初期，十一月上旬至次年一月中旬為盛期，一月中旬至二月下旬為後期；鐵觀音品種於十一月下旬始見開花；此外，亦有皋盧品種則全年未見開花，由此可見開花時期的早晚，茶樹各品種間差異性頗大。此外，就茶樹花朵開放時間而言，二供試品種從早上六時即開始開放，七至八時達高峰期，九時以後隨後即下降，直至中午十二時以後幾乎沒有開放 (表七)。胡 (1954) 在林口地區研究七十一個品種，調查指出各時間平均開花數之百分比，仍以四至六時佔 35.1% 為最多，六至八時佔 31.0%，八至十時佔 13.3%，隨後即漸減少。此外，在魚池地區茶樹開花初期主要分散於早晨六至十時，其中以六至八時為最多。莊 (1984) 亦指出在大陸地區，茶樹每天開花時間從早晨六至七時開始增多，十

一至十三時是開花盛期，午後逐漸減少。由此可知地區及氣候環境之不同，茶花開花的時間亦略有所差異。至於茶樹花朵開花之壽命，胡 (1954) 和吳 (1963) 研究調查指出，茶樹花朵從開花至凋謝僅需一至二天時間，茶樹的生殖器官「茶花」之生命極為短。由表八調查結果顯示二供試品種在開花後二至三天即已枯萎脫落，由此可知茶樹花朵的壽命確實是相當短。此亦與莊 (1984) 指出每朵花從乳白色的花蕾 (全白) 到花瓣完全張開，需二至五小時不等；從花瓣張開到凋落約五十小時有相類似結果。

結 論

綜合上述結果及討論得知，茶樹的開花習性，會因品種的特性、地區氣候環境及栽培經營管理等之不同而有所差異，這些資料將可提供吾人從事茶樹育種及栽培管理之參考，更可提供做為有關從事茶樹開花研究之基本資料。

參考文獻

1. 王為一、廖慶樑、陳玄.2001.茶樹芽體分化與發育之觀察研究.中國園藝 47: 291-300。
2. 吳振鐸.1963.茶樹花部形態研究.中華農學會報新 44: 34-52。
3. 胡家儉.1954.茶樹開花習性之觀察研究.茶葉研究論文集.pp. 102-128.桃園：平鎮茶業試驗所。
4. 夏春華、束際林.1978.茶樹開花、結實的規律及其控制途徑.中國農業科學院茶葉研究所 1975-1977 年科研資料.pp. 20-29.杭州：中國農業科學院茶葉研究所。
5. 徐紅寶.1986.中國茶樹栽培學.初版.上海：上海科學出版社.pp. 72-141。
6. 莊晚芳.1984.茶樹栽培學.第二版.北京：農業出版社.pp. 29-82。
7. 陳右人.1995.茶樹生長與發育.茶業技術推廣手冊 (茶作篇) .pp. 89-98.臺灣省茶業改良場。
8. 黃亞輝.1997.淺析控制茶樹生殖生長的途徑.中國茶葉 19: 6-7。
9. 曾 貞、黃亞輝、粟本文、劉霞林、鄭紅發.1997.茶樹成花前後內源激素含量的變化研究.茶葉通訊 3: 7-9。
10. 梁名志、浦紹柳、孫榮琴.2002.茶花綜合利用初探.中國茶葉 24: 16-17。
11. 楊美珠.1998.茶樹自交不親和性之研究.碩士論文(未出版).台北：國立臺灣大學園藝學研究。
12. 楊昌雲、朱永興.1999.茶樹生殖生長的影響及控制方法.中國茶葉 21: 6-7。
13. 虞富蓮、王雲霞.1983.茶樹開花結實特性與有性雜交.中國茶葉 4: 16-17。
14. 潘根生.1981.茶花結構形態特徵的初步觀察.茶葉 1: 13-16。
15. 志村 喬和中山 仰.1953.茶 花蕾 著方 開花 關係.茶業研究報告 1: 7-11。
16. 官澤文吾.1937.茶樹 花芽分化期.農業及園藝 121: 1084-1092。
17. 高橋恒二和梁瀨好充.1958.茶樹 花芽分化 關係 研究 (第 1 報): 分化時期及 分化習性 . . . 茶業研究報告 11: 9-11。
18. 梁瀨好充.1975.茶蕾著生 影響 對策.茶 28: 49-54。
19. Barua, P. K. 1970. Flowering habit and vegetative behaviour in (*Camellia sisensis* L) seed trees in North-East India. Ann. Bot., 34: 721-735.
20. Paul, S., F. N. Wachira, W. Powell, and R. Waugh. 1997. Diversity and genetic differentiation among populations of Indian and Kenyan tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) revealed by AFLP markers. Theor. Appl. Genet., 94: 255-263.

Flowering Habits of Tea Plant

Chui-Feng Chiu¹ Dhe-Ming Chu²

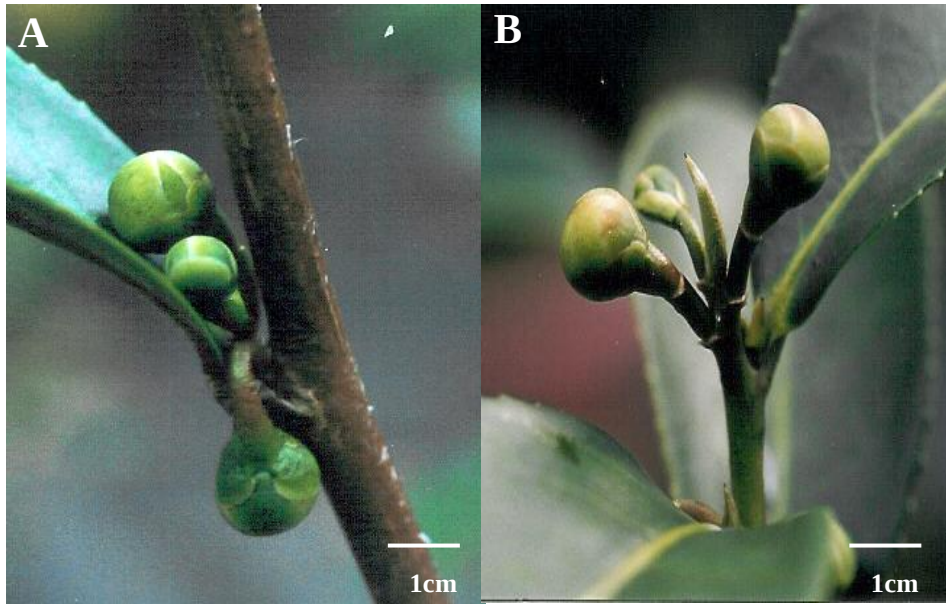
Summary

The field experiment results showed that there are over two thousand flower buds and a few fruits in both tea cultivars. When the leaf buds sprout in spring, so does the flower buds. But most of them aborted and then abscised, only a few keep growing and develop into flowers. As for the flowering sequence on the tea branch, it starts at the 3rd or 4th leaf position and then proceeds gradually upward and downward. The number of the flower buds and the number of the blossomed flowers above the plucking surface are larger than those under it. Furthermore, the tea tree has the largest number of the flower buds in summer, fewer in the spring or later summer (second summer tea season), and the least in the winter. The top flowering season is in the mid or late November in both cultivars. In TTES No.12 and Chin-Shin Oolong, it takes about 117 and 123 days respectively for the flower buds to bloom. Within a day, most of the flowers blossom around 7 or 8 AM and cease to bloom after 9 AM. The flowers of the tea tree are short-lived that most of them wilt or abscise within 48 hours after flowering.

Key words: Tea, Flowering habits, Flower bud

1. Chief, Yuchih Branch, Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, ROC.

2. Professor, Department of Agronomy, National Chung-hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.



圖一、茶樹花蕾著生之部位

Fig. 1. Located position of flower buds in tea plant

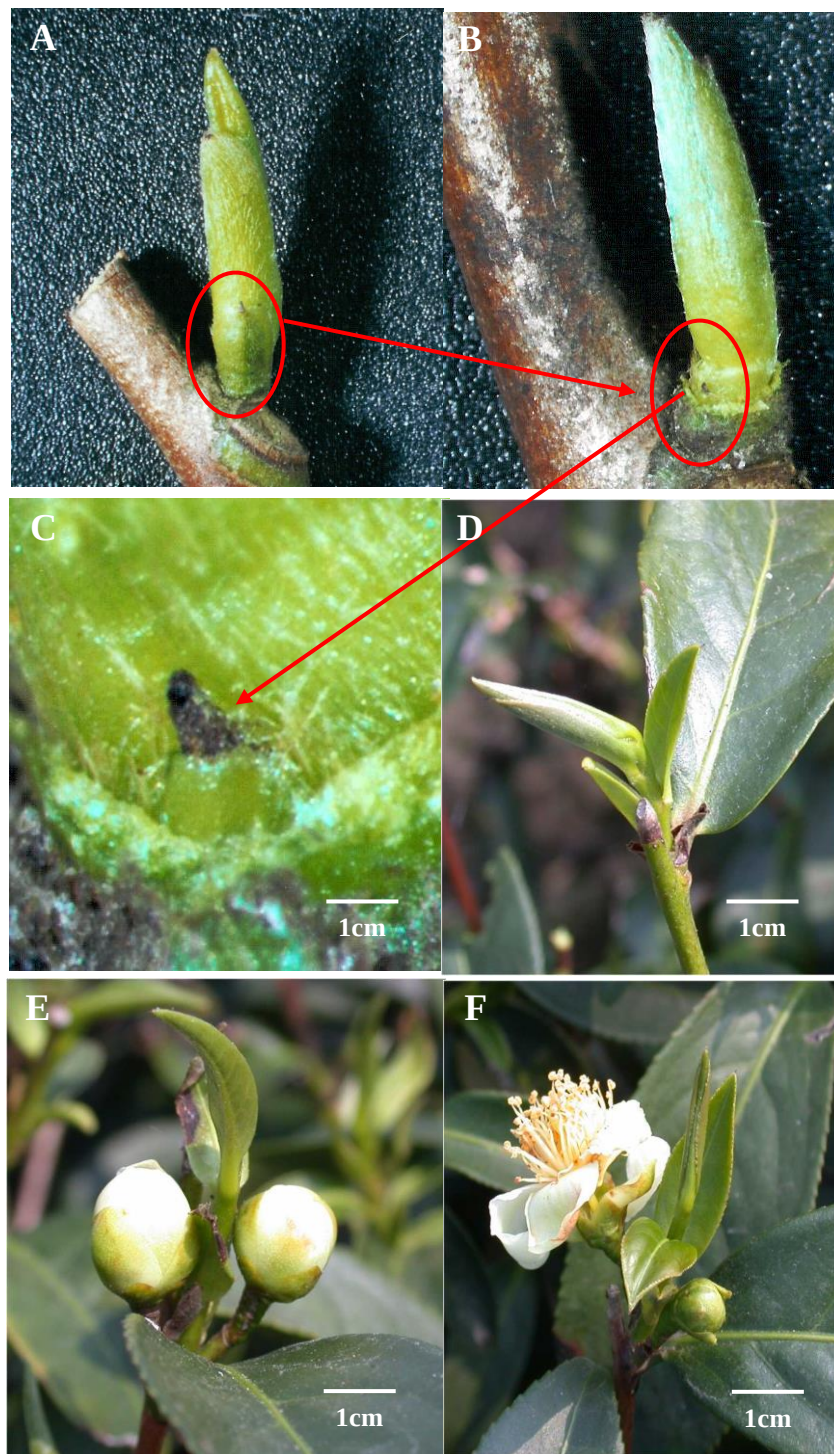
A: The flower buds located at leaf axillary

B: The flower buds located at shoot apical tip of tea branch

表一、茶樹植株著生花蕾及果實之數量及重量

Table 1. Number and weight of flower bud and fruit in two cultivars

Cultivar	Flower bud		Fruit	
	(number/plant)	(g/plant)	(number/plant)	(g/plant)
TTES No.12	2298.9 ± 100.8	172.4	14.7 ± 1.5	57.3
Chin-Shin Oolong	2429.9 ± 79.1	60.8	12.2 ± 1.6	45.7



圖二、茶樹春茶花蕾生育之情形

Fig. 2. Growth of flower bud in Spring tea

A: Spring tea bud

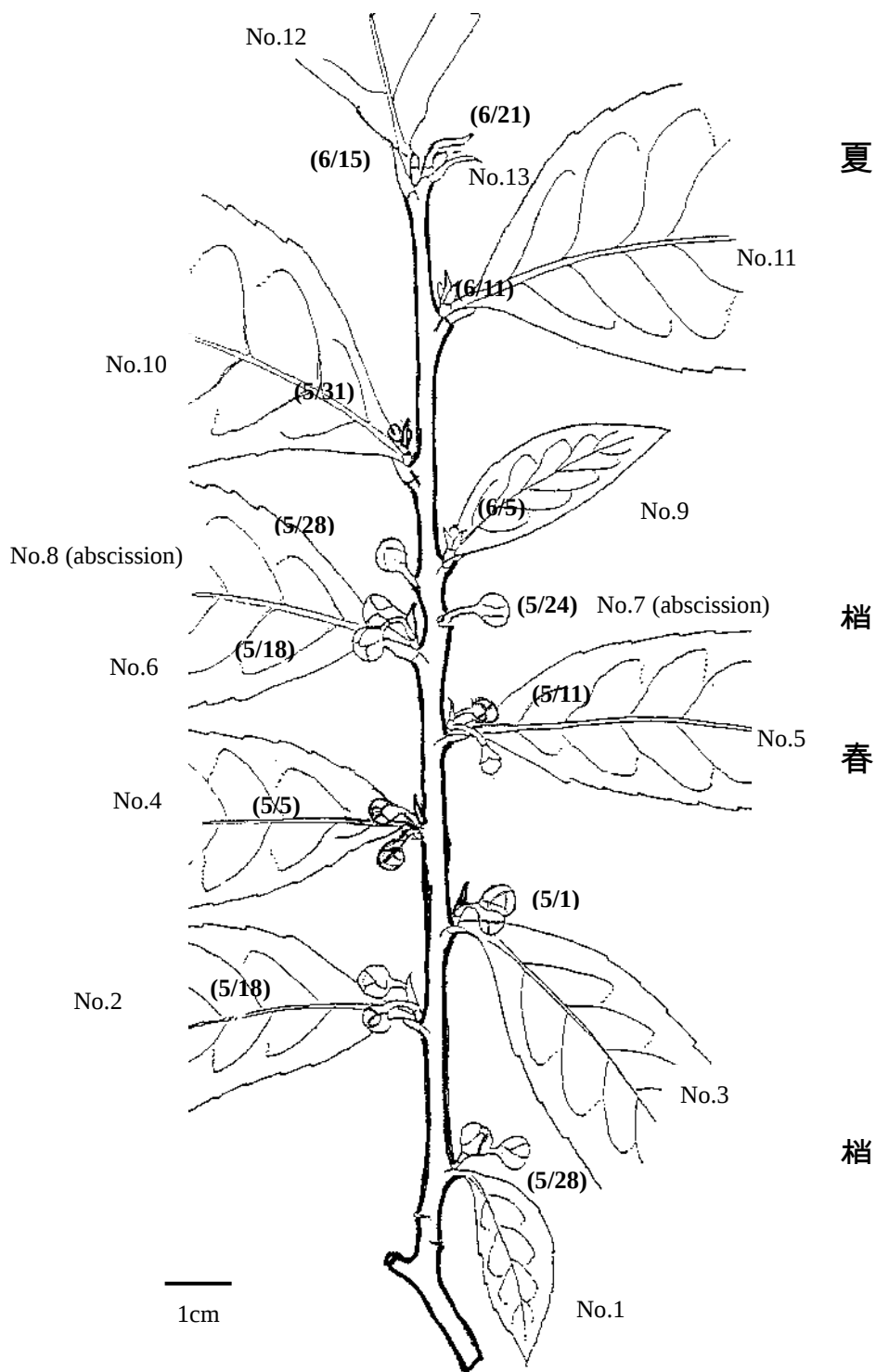
C: Abortive flower bud

E: Growth of leaf bud and flower buds

B: Two scales were exfoliation

D: Growth of leaf bud

F: Flowering

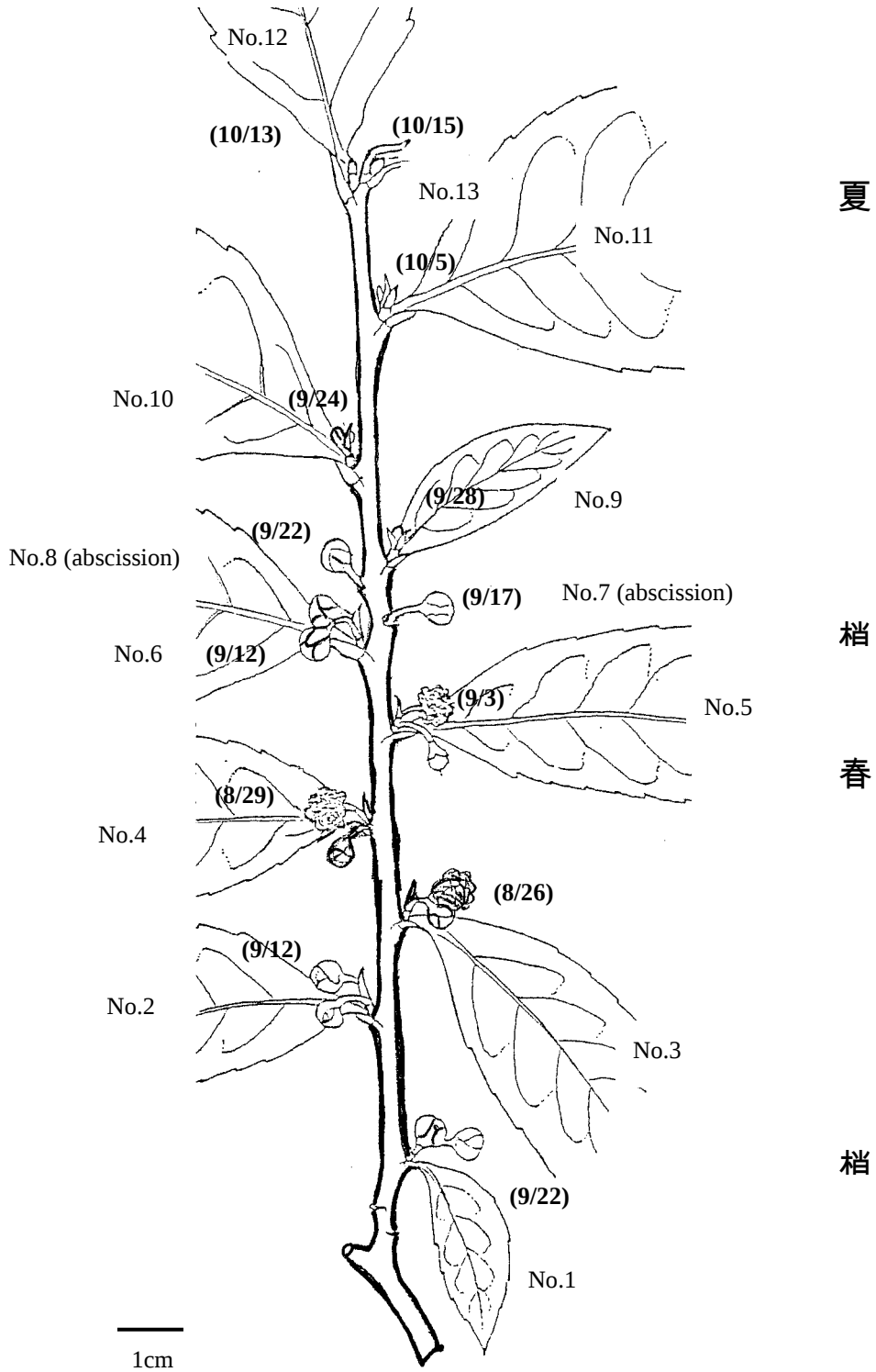


圖三、 台茶 12 號茶樹枝條花蕾著生之順序

Fig. 3. The flower bud sequence in branch of TTES No.12 tea plant

Note: (1) No.1, 2, 3...showed the sequence of leaf

(2) () indicated the date of flower bud appearance



圖四、台茶 12 號茶樹枝條開花之順序

Fig. 4. The flowering sequence in branch of TTES No.12 tea plant

Note: (1) No.1, 2, 3...showed the sequence of leaf

(2) () indicated the date of flowering appearance

表二、茶樹植株在不同季節著生花蕾數之比率

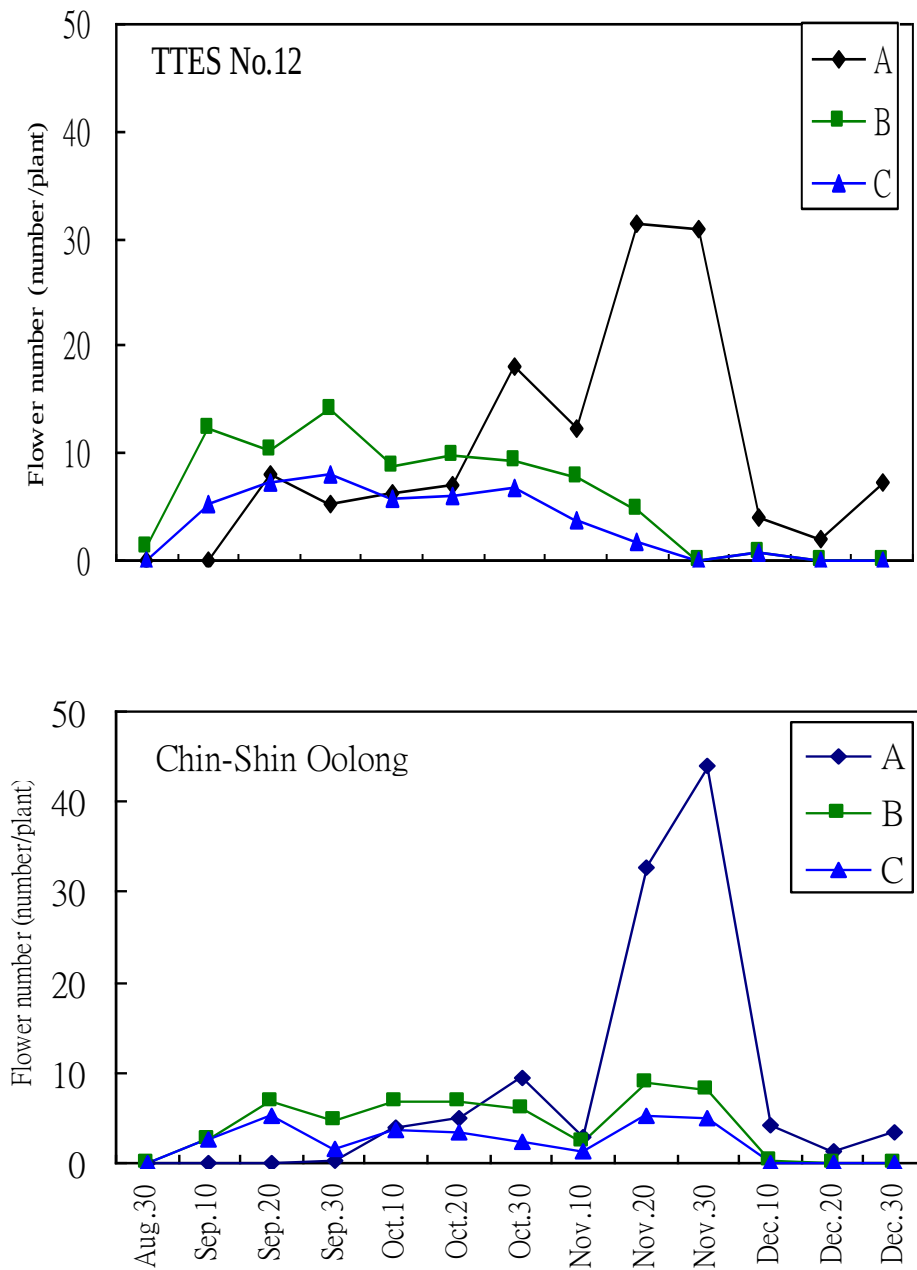
Table 2. Percentage of floral bud of tea plant in different seasons

Cultivar	Season					Total
	Spr. tea	Sum. tea	2 nd . Sum. tea (%)	Aut. Tea	Win. tea	
TTES No.12	25.3	37.2	22.2	9.0	6.3	100
Chin-Shin Oolong	27.1	30.7	22.2	11.5	8.5	100

表三、茶樹植株在不同部位著生花蕾數之比率

Table 3. Percentage of flower bud number in different position of tea plant

Cultivar	Position	
	below plucking surface (%)	above plucking surface (%)
TTES No.12	38.6	61.4
Chin-Shin Oolong	20.3	79.7



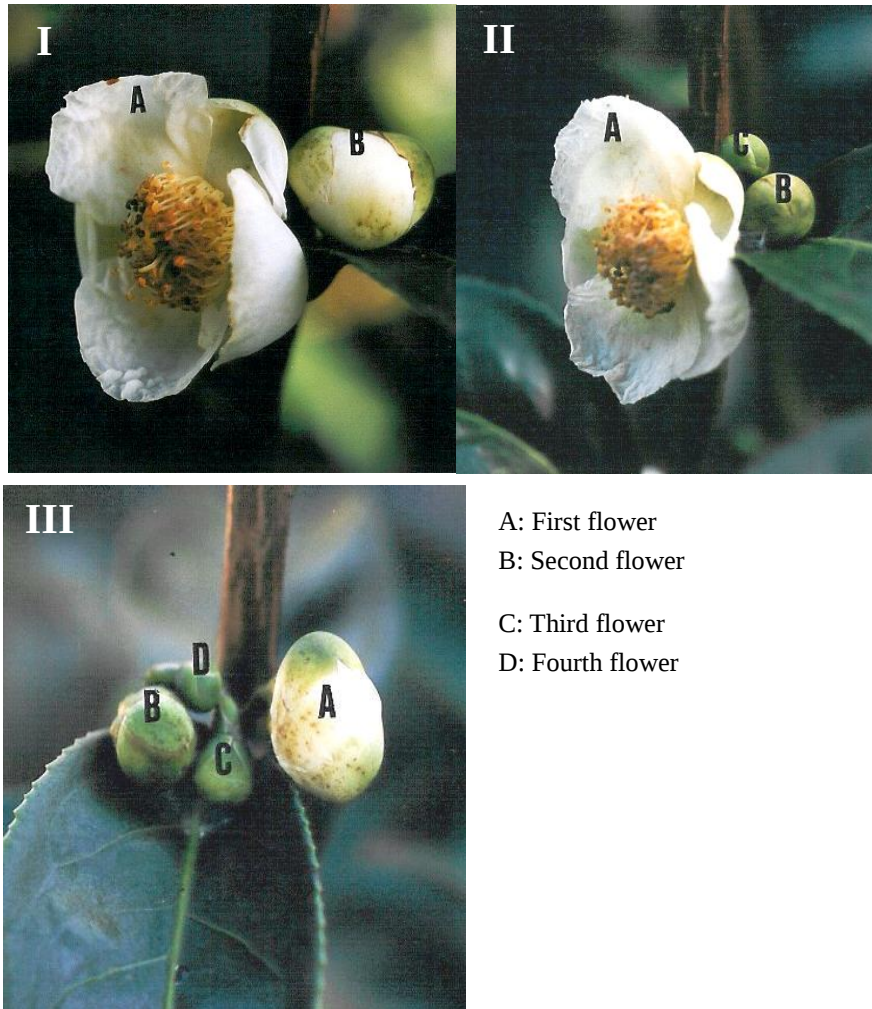
圖五、茶樹植株在不同部位開花情形

Fig. 5. Changes of flowering in different position of tea plant

A: Upper of plucking surface

B: Mid of plucking surface

C: Lower of plucking surface



圖六、台茶 12 號葉腋間開花之順序

Fig. 6. The sequence of flowering in leaf axillary of TTES No.12 tea plant

表四、茶樹枝條葉腋間著生花蕾數之比率

Table 4. Percentage of flower bud number in leaf axillary of tea plant

Cultivar	Flower bud number					Total
	1	2	3	4	5	
	(%)					
TTES No.12	27.0	64.8	6.3	1.9	-	100
Chin-Shin Oolong	28.2	51.1	16.0	4.0	0.7	100

表五、台茶 12 號茶樹葉腋間花朵開花之順序及時間

Table 5. The sequence and interval of flowering in leaf axillary of TTES No.12 tea plant

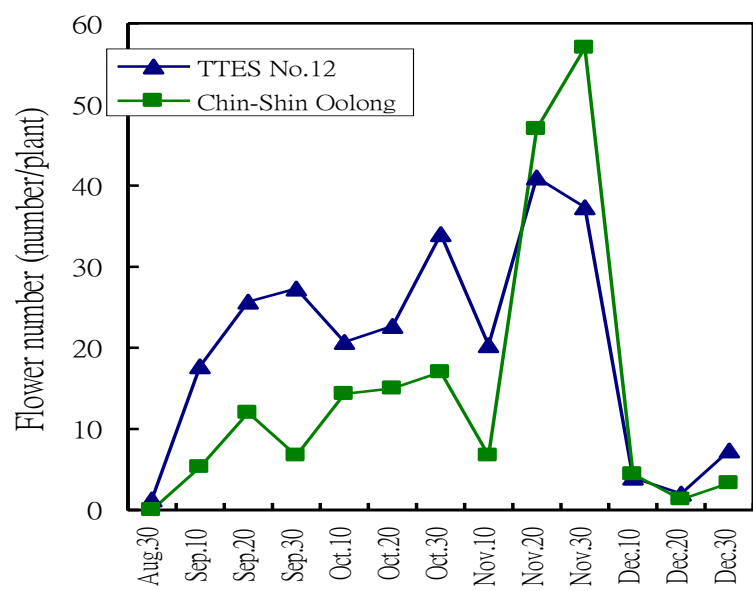
Sequence	Flowering
	(day)
A ~ B	11.5 ± 10.7
B ~ C	12.9 ± 9.8
C ~ D	8.2 ± 3.4

A: First flower; B: Second flower; C: Third flower; D: Fourth flower

表六、茶花從花蕾至開花生長發育所需時間

Table 6. The time from flower bud till flowering in two cultivars

Cultivar	Flower bud till flowering
	(day)
TTES No.12	117.0 ± 15.4
Chin-Shin Oolong	122.5 ± 12.6



圖七、茶樹植株在不同月份開花情形
Fig. 7. Changes of flowering of tea plant in different months

表七、茶花在不同時間開花比率
Table 7. Percentage of flowering of tea plant in different time

Cultivar	Times (AM)								Total
	5	6	7	8	9	10	11	12	
	(%)								
TTES No.12	0	8	28	36	12	16	4	4	100
Chin-Shin Oolong	0	8	40	20	16	12	4	-	100

表八、茶樹花朵開花之壽命
Table 8. The longevity period of flower in two cultivars

Cultivar	Status	Time (hr)			
		0	24	48	72
		(%)			
TTES No.12	Flowering	100	100	4	
	Wilting		0	88	
	Abscission		0	8	100
Chin- Shin Oolong	Flowering	100	48	0	
	Wilting		52	48	
	Abscission		0	52	100

不同覆蓋作物對茶園土壤環境 及茶樹生長之影響

I、對茶園環境之影響

陳信言¹ 鄭混元¹ 范宏杰¹ 謝清祥²

摘 要

本研究利用 Golden Glory 及 Amarillo 二種多年生花生品系、大葉爬地藍及雷公根與無覆蓋處理（對照），進行不同覆蓋作物對於茶園土壤環境及茶樹生長影響之探討。結果顯示，Golden Glory 的根系於土壤中呈密實網狀分佈，應可防止茶園土壤沖蝕，且植株快速生長的特性，也提供了能忍受高密度割刈，並迅速恢復地表覆蓋，達到控制雜草生長的目的，使雜草年生長量較對照區減少 78.1%~85.4%，Amarillo 品系則次之。又 Golden Glory 覆蓋區下 10 cm 及 20 cm 土壤的夏季降溫效果分別達 7.74% 及 6.66%，大葉爬地藍次之。地表下 10 cm 的日夜高低溫差變化亦以 Golden Glory 最小，變動率為 3.08%，但在大葉爬地藍及對照區的變動率則分別為 5.15% 及 9.79%。在台茶 12 號茶園內種植 Golden Glory 及大葉爬地藍一年後，不論表土或底土之酸鹼度及有機質含量，均較其他處理區顯著增加。又 Golden Glory 及大葉爬地藍在改善茶園土壤硬度，均有良好表現。

關鍵字：茶樹、覆蓋作物、多年生花生、土壤環境

前 言

覆蓋作物有助於改善耕地土壤環境，包括穩固土壤減少雨水侵蝕、抑制雜草萌生、維持土壤水分、降低土壤高低溫差、增加土壤有機質、養分及礦物元素、土壤團粒構造孔隙度等（鄭，2001；陳及王，2004；柯，2004）。茶園坡面植草後，土壤流失量以植百喜草區流失最少為 0.125 公分/年，較部分自然植被處理為低，而淨耕區流失最多可達 1.125 公分/年（陳等，1996）。茶園種植百喜草割取覆蓋茶樹根部，實測土壤硬度僅 3.4 kg/cm² 最鬆，但噴殺草劑（對照）土壤硬度達 9.375 kg/cm² 最硬化，可見種植百喜草因根部伸入土層有改善土壤物理性效果，土壤水分及春茶收量較覆蓋稻草為低，可能百喜草因天旱與茶樹競爭水分有關（馮及莊，1992）。茶園間種百喜草加圓葉決明（*Chamaecrista*

1. 行政院農業委員會茶業改良場台東分場 副研究員兼製茶課長、副研究員兼茶作課長、助理研究員。台灣 台東縣。

2. 國立屏東科技大學農園生產系教授。台灣 屏東縣。

rotundifolia), 經三年對茶園土壤流失量觀測結果, 確實能逐年減少園區的土壤流失量, 茶園土壤流失厚度, 三年來依次比對照組減少流失 25.71%、36.84% 及 63.16%。因所選用覆蓋作物地下根量大、分佈廣, 地上生物量大, 覆蓋率高, 可有效阻截雨水, 降低逕流流速, 有效地減緩地表水土流失, 增加土層蓄水量 (黃等, 2002)。

覆蓋作物會消耗土壤養分, 但適當的經營管理, 可使土壤養分的淨損失為零, 且覆蓋作物的殘株, 可增加土壤有機質 (Jackman, 1964; Leason and Clapp, 1972)。以豆科植物做為綠肥作物, 因豆科植物根部有根瘤菌共生, 可固定空氣中的游離氮素, 使土壤在不施加氮肥的情況下, 即可以自行固定空氣中氮素, 以及截取土壤中流失或淋洗的養分, 無須額外補充肥料 (吳及連, 2005; Chung et al., 2000)。近年來國外把多年生花生 *Amarillo* 推廣於果園草生栽培, 作為覆蓋作物, 頗為成功, 例如在夏威夷就有許多咖啡、香蕉、棕櫚園種植 *Amarillo* 花生。可與根瘤菌共生, 固定空氣中氮素, 增加土壤氮素來源, 最適合缺氮肥或缺有機質的土壤應用 (College of Tropical Agriculture and Human Resources, 2005)。而且多年生花生 *Amarillo* 被覆地表, 可截阻雨點打擊, 不僅抑制土壤沖蝕, 同時防除雜草, 降低管理成本, 並且在新陳代謝過程中, 增加土壤有機質, 根系枯死腐爛後, 增加土壤的孔隙度, 使土壤透氣性及雨水入滲率提高, 改良土壤理化性質, 緩和微氣候及地溫之變化, 有益果樹生長 (吳及連, 2005)。

茶園間種多年生花生 *Arachis pintoi* 對土壤溫度的影響, 試驗結果顯示在炎熱的夏季 (7、8 月), 能有效降低茶園土壤溫度及不同土層的土壤平均溫度, 地表及地下 5 cm、10 cm、15 cm 和 20 cm 的土壤平均降溫率分別為 20.17%、7.52%、9.78%、2.93% 和 2.84% (黃等, 2002)。覆蓋作物具有緩和地溫波動之效果, 於冬寒季更具有保持土壤溫度之效, 因而對作物之生長有所助益 (鄭, 1989)。因此本試驗目的在於瞭解不同覆蓋作物在茶園的適應性及其對茶園環境的影響, 期找出能形成良好覆蓋、耐熱、耐旱、耐蔭、可多年自行繁延、不攀爬茶樹、不與茶樹養分競爭, 甚至可提高土壤肥力、增進茶葉品質的茶園覆蓋作物。

材料與方法

一、試驗材料

以蒐集並經篩選評估適合茶園種植之覆蓋作物多年生花生 *Golden Glory* (A) 多年生花生 *Amarillo* (B)、大葉爬地藍 (C)、雷公根 (D) 等 4 種材料。多年生花生 *Golden Glory*、*Amarillo* 及大葉爬地藍事先以 104 格穴盤扦插育苗, 每穴扦插 3 苗, 每苗長度約 10 cm (至少 2 個節間), 以提高育苗及定植成活率。育苗期為 40 天。

二、試區茶園之建立

試驗地點為茶業改良場台東分場, 位於台東縣鹿野鄉龍田村, 地理位置為東經 121 度 7 分 25 秒, 北緯 22 度 54 分 37 秒, 海拔高度 175 公尺。試區茶園為 2001 年 1 月新植茶園, 開闢茶園前該處為荒地雜木林。試區分為二區均為二年生幼木茶園, 分別種植台茶 12 號及青心烏龍品種。茶樹行株距均為 18 cm×50 cm。其中台茶 12 號茶園採有機栽培管理; 青心烏龍則為一般栽培管理茶園。田間試驗處理包括經篩選之覆蓋作物及無覆蓋對照區。試驗規劃二試區均採逢機完全區集設計 (RCBD), 4 重複, 試驗處理包括: (A) 多年生花生 *Golden Glory*、(B) 多年生花生 *Amarillo*、(C) 大葉爬地藍、(D) 雷公根、(CK) 對照區 (無覆蓋區), 共 5 處理。每一小區茶樹 10 株。茶園管理模式採茶業改良場編訂茶作栽培技術手冊推薦方法管理。多年生花生 *Golden Glory*、*Amarillo* 及大葉爬地藍定植茶園行間, 其行株距為 20 cm×20 cm。雷公根則於茶園周邊掘取裸根苗, 每 3 株一穴定植於茶園行間, 行株距為 20 cm×20 cm。每一處理小區計定植 480 穴。

三、調查方法

(一) 不同覆蓋作物試區土壤溫度變化

土壤溫度以自記式太陽能地溫感應器，分別埋設感應器於 10 cm、20 cm，分別於 2004 年 8 月 21 日及 10 月 2 日記錄不同覆蓋作物試區之地溫日變化，另於 2004 年 7 月 1 日至 31 日記錄不同覆蓋作物試區之地溫月變化情形。

(二) 不同覆蓋作物試區土壤水分變化

分別於 2004 年 8 月 10 日及 10 月 12 日與 2005 年 8 月 29 日測定不同覆蓋作物試區之土壤水分含量。土壤表土 (0~20 cm) 及底土 (20~40 cm) 取樣稱重、烘乾、再稱重，換算土壤含水量。

(三) 不同覆蓋作物試區土壤理化性質變化

試驗前 (2003 年 10 月) 及種植後一年 (2004 年 10 月) 採取土壤，依張愛華 (2000) 之方法分析，項目包括表土 (0-20 cm) 及底土 (20-40 cm) 有機質、pH、P、K、Ca、Mg、土壤硬度等。

- 1、土壤 pH：以玻璃電極法 (Glass electrode method) 測定，土壤取樣 20 gm 加蒸餾水 20 ml，充分攪拌後放置 1 小時，並間斷予以充分攪拌 2 次，即可用 pH 計測定其 pH 值，在插入電極前時需再予充分攪拌。
- 2、土壤有機質含量：秤取經過 1 mm 篩子篩過之風乾土壤 1 gm，置於 125ml 三角瓶中，加 10 ml 的 1N $K_2Cr_2O_7$ ，搖勻，再加 10 ml 的濃硫酸，搖勻，待冷加 80ml 蒸餾水，搖勻、靜置，待溶液澄清後，即可以 600 nm 波長進行比色，讀取讀數。
- 3、磷的測定：土壤中磷有效指數以白雷氏第一法 (Bray P_1 method) 測定之。秤取經過 1 mm 篩子篩過之風乾土壤 5 gm，置於 50 ml 三角瓶中，用吸管加入 10 ml 的 0.025N HCl-0.03N NH_4F ，加塞置於搖動機中搖動 40 秒，隨即過濾，取 5 ml 濾液於 5 ml 試管中，加入 5 滴鉬酸銨液，搖勻，次加 5 滴的還原劑溶液，搖勻、靜置 20 至 30 分鐘後，用分光比色計 650 nm 之波長測定，並由標準曲線讀取其濃度。還原劑溶液之配製為 5 gm 的 1-amino-2-naphthol-4-sulfonic acid，10 gm 的偏亞硫酸鈉 (Sodium pyrosulfite, $Na_2S_2O_5$) 于研鉢中研細混勻，再取混勻細粉 1.6 gm 溶于 10 ml 溫水中 (60°C) 溶解冷卻備用。
- 4、鉀、鈣、鎂之測定：土壤中鉀、鈣及鎂有效指數以孟立克氏法 (Mehlich's method) 測定之。秤取經過 1 mm 篩子篩過之風乾土壤 5 gm，置於 50 ml 三角瓶中，加 20ml 的 0.05N HCl-0.025N H_2SO_4 ，加塞置於搖動機中搖動 5 分鐘，隨即過濾 (濾液需澄清，否則應重濾)。此澄清液可用火焰分光計測定鉀，用原子吸光儀測定鈣、鎂。
- 5、土壤硬度：以土壤硬度計 (山中式 No.351) 測表土 (0-20 cm) 及底土 (20~40 cm) 之硬度。

(四) 不同覆蓋作物試區雜草量比較

於 2004 至 2005 年試驗期間定期以人工拔草，量稱各處理區所有雜草重量，量稱後之雜草搬離試區。

四、統計分析

各項試驗分析之數據，以 RCBD 4 重複設計，用 SAS (statistical analysis system) 電腦程式統計分析，先經變方分析確認處理間達 5% 顯著差異時，再以鄧肯氏多變域測驗法 (Duncan's multiple range test) 比較各處理間之差異。

結果與討論

不同覆蓋作物對茶園環境之影響，包括土壤溫度變化、表底土水分含量、土壤理化性質、表土硬度及雜草量比較等。除土壤溫度變化資料外，各項調查資料經進行變方分析，處理間的差異均達顯著

水準，另以鄧肯氏多變域測驗法 (Duncan's multiple range test) 比較各處理間之差異。

一、不同覆蓋作物試區土壤溫度變化

以自記式太陽能地溫感應器，分別埋設感應器於 10 cm、20 cm，記錄地溫。夏季台茶十二號茶園不同覆蓋作物試區土壤溫度日變化情形，以 2004 年 8 月 21 日 (圖一) 記錄之日溫度顯示在地下 10 cm 及 20 cm 處，都以多年生花生 Golden Glory 降溫效果最明顯，其次為大葉爬地藍覆蓋區。多年生花生 Amarillo 覆蓋區由於生長不佳覆蓋率較低，其土壤溫度變化與對照區呈現相近的趨勢。多年生花生 Golden Glory 覆蓋區，日平均溫度地下 10 cm 為 27.65 °C、地下 20 cm 為 27.33 °C，相較於對照區 29.97 °C 及 29.28 °C，降溫效果分別達 7.74% 及 6.66%。土壤地下 10 cm 日夜高低溫差以多年生花生 Golden Glory 覆蓋區變化最小，變動率為 3.08%；大葉爬地藍覆蓋區次之，變動率為 5.15%，其餘與對照區呈現相近的趨勢，對照區變動率為 9.79%；地下 20 cm 處呈現與 10 cm 處相同的趨勢。土壤溫度月變化與日變化情形有同樣趨勢 (圖二)。其與大陸所作地下 10 cm 和 20 cm 的土壤平均降溫率分別為 9.78% 和 2.84% 有同樣降溫的效果 (黃等，2002)。

秋季青心烏龍茶園之土壤溫度變化、日夜高低溫差 (圖三)，亦以多年生花生 Golden Glory 降溫效果最明顯、日夜高低溫差最小，多年生花生 Amarillo 及大葉爬地藍覆蓋區次之，其餘與對照區呈現相近的趨勢 (圖四)。多年生花生 Amarillo 在本試區降溫效果之表現較在台茶十二號試區為好，係因為其生長覆蓋率較佳的緣故。所以茶園在綠肥作物的遮蔽作用下，可以保持土壤濕度又會產生一定程度的保溫效果，使土壤的溫度變動率降低，減少土壤高低溫度差異 (Teasdale and Mohler, 1993)。巫 (1996) 在茶園間植田菁，隨著田菁高度的增加，日照強度、葉片溫度及土壤溫度都有逐漸下降趨勢。據研究茶樹適宜根溫亦受氣溫高低影響甚大，大致而言根溫相近於氣溫，較有利於新梢葉芽的生長與發育，但在過高氣溫下略為降低根溫，或在低氣溫 (15°C) 下略為提高根溫最能顯著促進新梢葉芽的生長與發育，適度維持根溫是必要的 (李，2002)。

二、不同覆蓋作物試區土壤水分變化

在台茶十二號茶園或青心烏龍茶園，種植不同覆蓋作物後，不論表土或底土其土壤水分變化差異並不顯著，顯示覆蓋作物區土壤水分含量並未因種植覆蓋作物而減少 (表一)。推測係因覆蓋時間尚短，土壤的孔隙度、團粒化構造及有機質含量增加有限，尚不能使土壤水分產生顯著差異變化，如繼續延長覆蓋作物種植時間，對於土壤水分含量應會有增高效果。據研究水份特性曲線受土壤構造之影響甚大，團粒化構造較佳者其水份特性曲線愈向上，表示土壤保水力愈強，土壤飽和導水率之高低與孔隙率成正相關 (黃，1990)。而覆蓋作物根系枯死腐爛後，可以增加土壤的孔隙度，使土壤透氣性及雨水入滲率提高，改良土壤理化性質 (陳，1979)。所以土壤表面經覆蓋與敷蓋後，會提高土壤的有效水分含量 (涂，1999)。

表一、茶園種植不同覆蓋作物土壤水分含量比較 (2004、2005)

Table 1. Comparison of the soil moisture contents among different cover crops planted in tea farm in 2004 and 2005

Date M / D /Y	Treatment	TTES No.12		Chin-Shin Oolong	
		Topsoil	Subsoil	Topsoil	Subsoil
		%			
8/10/04	A	9.83a	11.46a	16.20a	17.64a
	B	10.99a	12.07a	14.67a	15.35a
	C	7.88a	9.53a	15.92a	16.61a
	D	9.42a	10.84a	16.14a	17.51a
	CK	8.94a	9.32a	15.81a	16.01a
10/12/04	A	13.58a	14.32a	14.33a	13.75ab
	B	16.35a	10.35ab	16.37a	17.25ab
	C	14.30a	8.89b	14.16a	13.26ab
	D	11.57a	11.94ab	13.29a	12.42b
	CK	11.87a	7.52b	16.15a	17.68a
8/29/05	A	11.97ab *	12.17a	18.79a	17.24a
	B	10.94ab	10.13a	17.19a	17.42a
	C	13.08a	12.28a	15.60a	15.56a
	D	9.70b	8.83a	14.62a	15.18a
	CK	11.05ab	9.83a	16.29a	16.07a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo;

D: Asiatic Pennywort; CK: uncovered field; Topsoil: 0-20 cm, Subsoil: 20-40 cm

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

三、不同覆蓋作物試區土壤理化性質變化

連續兩年包括兩種耕作方式以及五種不同覆蓋作物處理區茶園土壤理化性質，綜合變方分析結果，表土酸鹼度、有機質、鈣、鎂與底土酸鹼度、有機質、有效性磷、鈣、鎂在年度間均有顯著或極顯著差異。表土酸鹼度、有機質、鈣、鎂與底土有效性磷、鈣、鎂在耕作間均有顯著或極顯著差異。不同覆蓋作物之表土酸鹼度、有機質與底土有機質有極顯著差異。由此顯示年度、耕作方式及不同覆蓋作物處理區土壤理化性呈明顯的變化。年度與耕作之交感顯著或極顯著，顯示不同年度在不同耕作方式表土有效性鉀與底土有效性磷及鉀也不相同。年度與覆蓋作物處理區之交感顯著，顯示不同年度在覆蓋作物處理區表土酸鹼度也不相同 (表二、三)。

台茶 12 號茶園種植不同覆蓋作物土壤理化性比較，不論表土或底土之酸鹼度在種植覆蓋作物一年後有增加之趨勢。有機質有同樣的趨勢，可以看出以多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍覆蓋區之有機質含量增加最為明顯，而且也比其他處理區呈現較高的有機質含量。覆蓋作物處理間之有效性磷、鈣、鉀及鎂含量在處理間沒有明顯的差異 (表四、五)。

青心烏龍茶園種植不同覆蓋作物土壤理化性比較，不論表土或底土之酸鹼度及有機質含量在種植覆蓋作物一年後有增加之趨勢，但未達顯著差異，與在茶園行間種植田菁、太陽麻、青皮豆綠肥作物，

有相同的結果(巫及朱, 1996)。雖然青心烏龍茶園之酸鹼度及有機質含量在處理間變化不明顯, 但也可看出土壤有機質含量在多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍處理區高於其他處理區。有效性鉀含量以種植大葉爬地藍覆蓋區呈現較高之現象。有效性磷、鈣及鎂含量在處理間則變化不明顯。從年度間可看出以慣行栽培之青心烏龍茶園有效性磷、鉀、鈣及鎂含量均有增加之趨勢, 而且高於有機栽培之台茶十二號試區, 顯然在慣行栽培區化學肥料的施用明顯增加土壤肥力, 而且呈現較高之現象(表六、七)。茶園間植綠肥作物可緩和土壤中酸鹼度變化, 土壤中有機質含量有增加現象(巫及朱, 1996)。

大陸茶園連續三年間種圓葉決明, 並進行翻埋處理, 土壤有機質含量比對照有所提高, 土壤團粒結構性狀得到改善, 有效磷和有效鉀分別比對照提高 147.0% 和 20.3% (黃等, 2002)。鄭 (1979) 在坡地芒果園, 利用百喜草作覆蓋, 土壤有機質因而提高, 配合敷蓋時有效磷、鉀之含量亦增加。陳 (1981) 在桑園敷蓋稻草, 經過三年有機質亦明顯增加, 此乃敷蓋及覆蓋區其表土土壤有較多之殘株, 經腐化而增加之故。覆蓋作物之生長及其蒸散作用, 可將淋洗至土壤底層的養分藉由毛細作用重新往上移動 (黃, 1978)。而植體經掩埋後, 形成了水穩性土壤結構的腐植酸 (humic acids), 增加了多醣類物質, 提高了土壤孔隙度和水穩性結構, 降低了土壤容重, 從而使土壤微生物成倍增長, 增強了土壤的礦化能力, 致使土壤肥力提高 (黃等, 2002)。新生成的有機質可與金屬離子、微量元素及磷等形成複合物, 有機質在分解過程中能將無機養分逐漸釋放出來, 而增加土壤養分的有效性 (Singh and Jones, 1976)。所以土壤經長期敷蓋及覆蓋處理均能改善土壤理化性質並有保肥增肥之效益 (邱, 2004)。

茶園種植不同覆蓋作物一年後, 比較各處理之土壤表土硬度, 顯示在覆蓋處理區其表土硬度, 低於無覆蓋處理區達到顯著差異。以多年生花生 Golden Glory 處理區最低, 大葉爬地藍土壤硬度次之, 無覆蓋處理區最高, 在台茶 12 號及青心烏龍茶園有同樣的結果 (表八)。巫及朱 (1996) 於 1992 年起至 1994 年止連續 3 年在青心烏龍茶園, 每年春茶採收後, 在茶園行間種植田菁、太陽麻、青皮豆綠肥作物, 並進行翻耕, 試驗結果顯示茶園間植綠肥作物, 確實有改善土壤物理性質作用, 土壤硬度有明顯下降趨勢, 以田菁綠肥區效果較佳, 太陽麻綠肥區則次之。本研究由於多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍處理區地上覆蓋完整, 所以覆蓋良好區域有利於促進土壤鬆軟, 對茶樹根系的生長有所幫助。如能仿照茶園間植綠肥作物, 採取翻耕模式管理, 對土壤硬度的改善效果應該會更好, 但需要考量覆蓋作物的再生能力。

綜合上述結果, 覆蓋良好區域有助於改善土壤酸鹼度及增加土壤有機質含量, 但土壤中有效性磷、鉀、鈣及鎂含量則未有顯著差異, 由另一觀點則顯示種植這些覆蓋作物, 並不會大量與茶樹競爭肥料, 而發生某一養分嚴重不足現象。可能需要再繼續延長覆蓋時間, 其對土壤理化性質的改善效果才會更加顯著。

表二、不同年度表土理化性質合併變方分析 (F 值)(2003、2004)

Table 2. The combined analysis(F-values) of topsoil physical and chemical characters in 2003 and 2004

Source of variance	DF	pH	Organic matter	P	K	Ca	Mg
Year	1	54.1**	22.9*	8.6	0.1	22.1*	35.3**
Block	3	12.0*	6.0	1.1	0.5	2.9	49.1**
Error (1)	3						
Cultivation	1	6.2*	0.9	4.5	0.2	14.7**	11.1*
Year×Cul.	1	4.2	0.6	6.8	8.1*	0.3	0.1
Error (2)	6						
Cover crops	4	5.1**	5.1**	2.2	1.1	1.4	1.3
Year×C. crops	4	3.7*	0.8	1.7	2.2	0.4	0.3
Cul. ×C. crops	4	1.7	1.6	2.0	1.2	1.0	0.8
Y. ×Cul. ×C. crops	4	2.0	0.2	1.7	1.5	1.6	1.4
Error (3)	48						
Tatol	79						

*, **: Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

表三、不同年度底土理化性質合併變方分析 (F 值)(2003、2004)

Table 3. The combined analysis(F-values) of subsoil physical and chemical characters in 2003 and 2004

Source of variance	DF	pH	Organic matter	P	K	Ca	Mg
Year	1	18.7*	760.7**	10.5*	0.6	11.1*	30.6*
Block	3	6.9	5.9	1.0	1.4	0.9	21.8**
Error (1)	3						
Cultivation	1	4.2	1.5	11.3*	0.1	23.4**	16.5*
Year×Cul.	1	1.7	0.01	23.6**	7.5*	0.7	0.3
Error (2)	6						
Cover crops	4	2.4	4.5**	1.7	2.0	0.8	0.7
Year×C. crops	4	0.7	1.0	1.6	1.7	0.1	0.5
Cul. ×C. crops	4	2.3	1.5	0.4	1.7	0.8	1.0
Y. ×Cul. ×C. crops	4	1.0	0.4	1.0	1.2	0.2	0.2
Error (3)	48						
Tatol	79						

*, **: Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

表四、台茶 12 號茶園種植不同覆蓋作物表土理化性質比較

Table 4. Comparison of topsoil physical and chemical characters among different cover crops planted in tea farm of cultivar TTES No. 12

Year	Treatment	pH	Organic	P	K	Ca	Mg
			matter				
			%	ppm			
2003	A	3.68a	2.23a	20.8a	87.8a	144.8a	139.4a
	B	3.62a	1.84a	13.2ab	64.3a	51.9a	152.6a
	C	3.56a	1.98a	16.0ab	74.4a	98.1a	161.4a
	D	3.70a	1.65a	10.2b	76.4a	101.0a	186.8a
	CK	3.65a	1.84a	14.6ab	59.5a	85.5a	146.5a
2004	A	4.11a	2.53a *	26.9a	69.6a	273.4a	263.8a
	B	4.03a	1.99abc	15.7a	64.6a	160.3a	227.4a
	C	4.14a	2.32ab	22.9a	62.0a	198.1a	205.0a
	D	4.12a	1.68c	12.3a	47.5a	112.2a	197.8a
	CK	4.20a	1.93bc	17.6a	68.4a	277.9a	270.8a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表五、台茶 12 號茶園種植不同覆蓋作物底土理化性質比較

Table 5. Comparison of subsoil physical and chemical characters among different cover crops planted in tea farm of cultivar TTES No. 12

Year	Treatment	pH	Organic	P	K	Ca	Mg
			matter			ppm	
			%				
2003	A	3.83a *	1.78a	13.7a	72.8a	118.1a	158.0a
	B	3.58b	1.17a	11.5a	50.1a	23.5a	110.6a
	C	3.76ab	1.87a	13.3a	65.5a	75.3a	135.6a
	D	3.85a	1.25a	16.5a	48.2a	49.6a	104.3a
	CK	3.71ab	1.49a	8.3a	47.7a	44.5a	90.4a
2004	A	4.10a	2.60a	20.4a	52.5a	184.3a	187.9a
	B	3.86b	1.98a	12.9a	54.6a	98.6a	162.4a
	C	4.06a	2.17ab	13.6a	48.0a	116.7a	144.3a
	D	4.00ab	1.65b	13.6a	42.6a	99.2a	144.3a
	CK	4.06a	1.74b	12.9a	53.6a	127.0a	193.6a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表六、青心烏龍茶園種植不同覆蓋作物表土理化性質比較

Table 6. Comparison of topsoil physical and chemical characters among different cover crops planted in tea farm of cultivar Chin-Shin Oolong

Year	Treatment	pH	Organic matter %	P	K ppm	Ca	Mg
2003	A	4.23ab *	2.00a	10.1a	65.4a	334.5a	274.1a
	B	4.08ab	1.97a	12.7a	61.1a	278.8a	243.4a
	C	3.95b	1.85a	11.6a	56.8a	276.8a	227.8a
	D	3.98b	1.74a	10.4a	65.4a	271.2a	284.8a
	CK	4.31a	2.08a	11.9a	61.6a	367.0a	290.6a
2004	A	4.00bc	2.46a	68.6a	65.2b	393.9a	264.2a
	B	3.95c	2.35a	57.1ab	64.6b	398.7a	286.4a
	C	4.20ab	2.44a	45.5ab	104.4a	515.1a	314.7a
	D	4.29a	2.20a	66.2a	67.8b	562.2a	375.0a
	CK	4.40a	2.20a	35.3a	80.4b	524.8a	368.4a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表七、青心烏龍茶園種植不同覆蓋作物底土理化性質比較

Table 7. Comparison of subsoil physical and chemical characters among different cover crops planted in tea farm of cultivar Chin-Shin Oolong

Year	Treatment	pH	Organic matter %	P	K ppm	Ca	Mg
2003	A	3.99a	1.68a	7.7a	48.9a	222.2a	212.0a
	B	3.99a	1.59a	9.8a	45.1a	190.3a	174.7a
	C	3.93a	1.79a	9.7a	47.6a	239.8a	221.4a
	D	3.91a	1.76a	10.1a	45.0a	174.3a	215.4a
	CK	4.14a	1.61a	10.6a	50.8a	280.1a	261.8a
2004	A	3.88a	2.39a	40.9a *	50.0b	283.2a	248.2a
	B	3.98a	2.12a	36.5ab	58.6ab	333.1a	285.6a
	C	4.15a	2.27a	28.2ab	76.0a	403.8a	293.4a
	D	4.11a	2.01a	29.7ab	51.0b	301.2a	278.3a
	CK	4.24a	2.10a	21.8b	71.4ab	389.3a	355.8a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表八、茶園種植不同覆蓋作物一年後土壤表土硬度比較

Table 8. Comparison of soil hardness among different cover crops planted in tea farm one year later

Treatment	TTES No. 12	Chin-Shin Oolong
	kg/cm ²	
Golden Glory	1.56b *	1.34c
Amarillo	2.40b	2.20bc
Trailing Indigo	1.89b	2.14bc
Asiatic Pennywort	2.35b	2.65ab
Uncovered field (CK)	3.69a	3.35a

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

四、不同覆蓋作物試區雜草量比較

不同覆蓋作物試區雜草量比較結果顯示，不同覆蓋作物都具有減少雜草發生之功用，整體而言以多年生花生 Golden Glory 抑制雜草之效果最佳，在台茶 12 號茶園全年雜草量可較對照區減少 85.4%，在青心烏龍茶園可減少達 78.1%，且不受季節間的影響，雜草量隨著覆蓋時間的增長而減少。其他處理區則因覆蓋作物在不同季節生長勢的差異，雜草量呈現高低不同的反應，並不隨著覆蓋時間的增長而有一致減少的趨勢（表九、十）。邱（1997）在覆蓋作物敷蓋及不整地栽培對青割玉米產量之影響中指出，田間栽培綠肥作物所產生的覆蓋效果，可以在土壤表層產生遮蔽作用，使接受太陽中紅光照射的程度降低，抑制雜草種子萌芽。大部分的雜草種子因紅光刺激而萌芽滋生快速，而在遠紅光或黑暗的環境下，雜草細胞中的雜色體處於不活化狀態，使種子萌芽受抑制，顯示雜草種子的萌發，受日照影響的程度很大（Taiz and Zeiger, 1991；Mohler and Teasdale, 1993）。所以茶園中的雜草量亦與隨著覆蓋作物的覆蓋良否而有不同的表現。

表九、台茶 12 號茶園種植不同覆蓋作物雜草量比較（2004、2005）

Table 9. Comparison of weed biomass among different cover crops planted in tea farm of cultivar TTES No. 12 in 2004 and 2005

Treatment	Date (M / D / Y)						Total	Compare to CK
	11/23/04	3/7/05	4/27/05	6/6/05	8/3/05	9/4/05		
	g/m ²							
A	80.6c *	116.7d	82.0b	12.5b	16.7b	9.7a	318.2	- 85.4
B	93.1bc	710.0ab	148.6ab	136.1ab	105.6ab	36.1a	1229.5	- 43.9
C	241.7ab	505.6bc	645.9a	226.4a	227.8a	115.3a	1962.7	- 10.4
D	105.6bc	262.8cd	523.6a	181.9ab	125.0ab	79.2a	1278.1	- 41.7
CK	372.2a	848.9a	615.3a	156.9ab	133.3ab	63.9a	2190.5	0.0

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表十、青心烏龍茶園種植不同覆蓋作物雜草量比較 (2004、2005)

Table 10. Comparison of weed biomass among different cover crops planted in tea farm of cultivar Chin-Shin Oolong in 2004 and 2005

Treatment	Date (M / D / Y)						Total	Compare to CK ±%
	8/23/04	3/7/05	4/27/05	6/6/05	7/26/05	9/13/05		
	g/m ²							
A	476.7b *	288.9c	275.0d	405.6b	201.4b	151.4c	1799.0	- 78.1
B	680.0b	107.9b	821.1cd	663.9b	634.7a	398.6bc	3306.2	- 59.7
C	431.7b	1029.2b	1686.1ab	1047.2a	640.3a	447.2bc	5281.7	- 29.0
D	1176.7b	907.0b	1165.6bc	1140.3a	837.5a	600.0ab	5827.1	- 29.0
E	2063.3a	1579.0a	1845.9a	1050.0a	886.1a	780.6a	8204.9	0.0

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;
CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

誌 謝

本研究承行政院農業委員會 92 農科-1.1.1-茶-T2、93 農科-1.1.1-茶-T2、94 農科-1.3.1-茶-T2 補助經費，試驗期間並獲陳秀慧小姐、柯憲達及陳清海先生協助調查及分析工作，特此誌謝。

參考文獻

1. 李淑美.2002.根溫對茶樹生育及茶菁品質之影響.國立台灣大學園藝學研究所碩士論文(未出版).p. 129。
2. 巫嘉昌.1996.茶園間植田菁對茶樹生育與品質之影響 I. 茶園微氣候變化與茶葉化學成分和品質之關係.中華生質能源學會會誌 15: 121-130。
3. 巫嘉昌、朱鈞.1996.茶園間植綠肥作物對土壤肥力之影響.中華農藝 6: 241-253。
4. 吳昭慧、連大進.2005.豆科綠肥作物在果園的栽培與利用.台南區農業專訊 51: 11-14。
5. 邱怡詮.1997.覆蓋作物敷蓋及不整地栽培對青割玉米產量之影響.國立台灣大學農藝學研究所碩士論文(未出版). p. 91。
6. 邱勝範.2004.覆蓋與敷蓋對坡地茶園水土保持效益與生長之影響.國立屏東科技大學水土保持研究所碩士論文(未出版). p. 72。
7. 柯天雄.2004.多年生豆科綠肥作物長期間作可行性評估.國立嘉義大學農學研究所碩士論文(未出版). p. 56。
8. 涂展台.1999.茶園不同水土保持處理下土壤水份特性曲線之量測.國立中興大學水土保持研究所碩士論文(未出版). p. 115。
9. 陳右人、蔡俊明、蔡右任、馮鑑淮、黃元村、李淑美.1996.坡地茶園覆蓋草類生長及管理方法之研究.農委會林業特刊(50): 84 年度水土保持及集水區經營研究計畫成果彙編. pp. 87-94。
10. 陳世雄、王淑敏.2004.有機栽培體系之雜草管理學.行政院農業委員會農業試驗所編印.雜草學與雜草管理.pp. 54-72。

11. 陳清茂.1979.覆蓋與敷蓋對坡地土壤物理性質之影響.國立中興大學水土保持研究所碩士論文(未出版). p. 49。
12. 陳慶雄.1981.覆蓋與敷蓋對台東坡地土壤理化性質之影響.中華水土保持學報 12: 37-44。
13. 張愛華.2000.本省現行土壤測定方法.作物需肥診斷技術.行政院農業委員會農業試驗所編印.pp. 9-26。
14. 馮鑑淮、莊瓊昌.1992.茶園覆蓋草類生長及管理方法之觀察.農委會林業特刊(40) : 80 年度水土保持及集水區經營研究計畫成果彙編.pp. 72-75。
15. 黃東風、林新堅、羅濤.2002.茶園牧草技術套種應用及其生態效應分析.中國茶葉 24: 16-18。
16. 黃俊義.1978.覆蓋與敷蓋對坡地土壤肥力之影響.中華水土保持學報 9: 83-92。
17. 黃國鋒.1990.水土保持處理對坡地土壤性質之影響.國立中興大學水土保持研究所碩士論文(未出版).p. 59。
18. 鄭混元.2001.植草及敷蓋對茶園土壤環境及茶芽生育、產量及製茶品質之影響.台灣茶業研究彙報 20: 13-28。
19. 鄭慶生.1979.坡地檬果園覆蓋作物與敷蓋研究.中華水土保持學報 10: 131-144。
20. Chung, R.S., C. H. Wang, C. W. Wang and T. P. Wang. 2000. Influence of organic matter and inorganic fertilizer on the growth and nitrogen accumulation of corn plants. Journal of Plant Nutrition.23: 297-311.
21. College of Tropical Agriculture and Human Resources. 2005. Cover crop: Legumes, Perennial Peanut *Arachis pinto*. Hawaii. Retrieved 20th October 2005, from the Website: <http://www2.ctahr.hawaii.edu/sustainag/CoverCrops>
22. Jackman, R. H. 1964. Accumulation of organic matter in some New Zealand under permanent pasture. N. Z. J. A. R. 7: 445-447.
23. Leason, W. E. and C. E. Clapp. 1972. Effect of increasing amount of organic residues on continues crops. J. Amer. Soc. Agron., p. 64.
24. Mohler, C. L. and J. R. Teasdale. 1993. Response of weed emergency to rate of hairy vetch and rye residue. Weed Res., 33: 487-499.
25. Singh, B. B. and J. P. Jones. 1976. Phosphorus sorption and desorption characteristics of soil as affected by organic residue. SSAP 40: 389-394.
26. Taiz, L. and E. Zeiger. 1991. Photosynthesis: Physiological and ecological considerations. In: "Plant Physiology". The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., USA. pp. 249-264.
27. Teasdale, J. R. and C. L. Mohler. 1993. Light transmittance, soil temperature and soil moisture under residue of hairy vetch and rye. Agron. J., 85: 673-680.

Effects of Different Cover Crops on the Soil Environment and Growth of Tea Trees,

I: Influence on Soil Environment in Tea Farms

Shin-Yan Chen¹ Hun-Yuan Cheng¹ Horng-Jey Fan¹ Ching-Hsiang Hsieh²

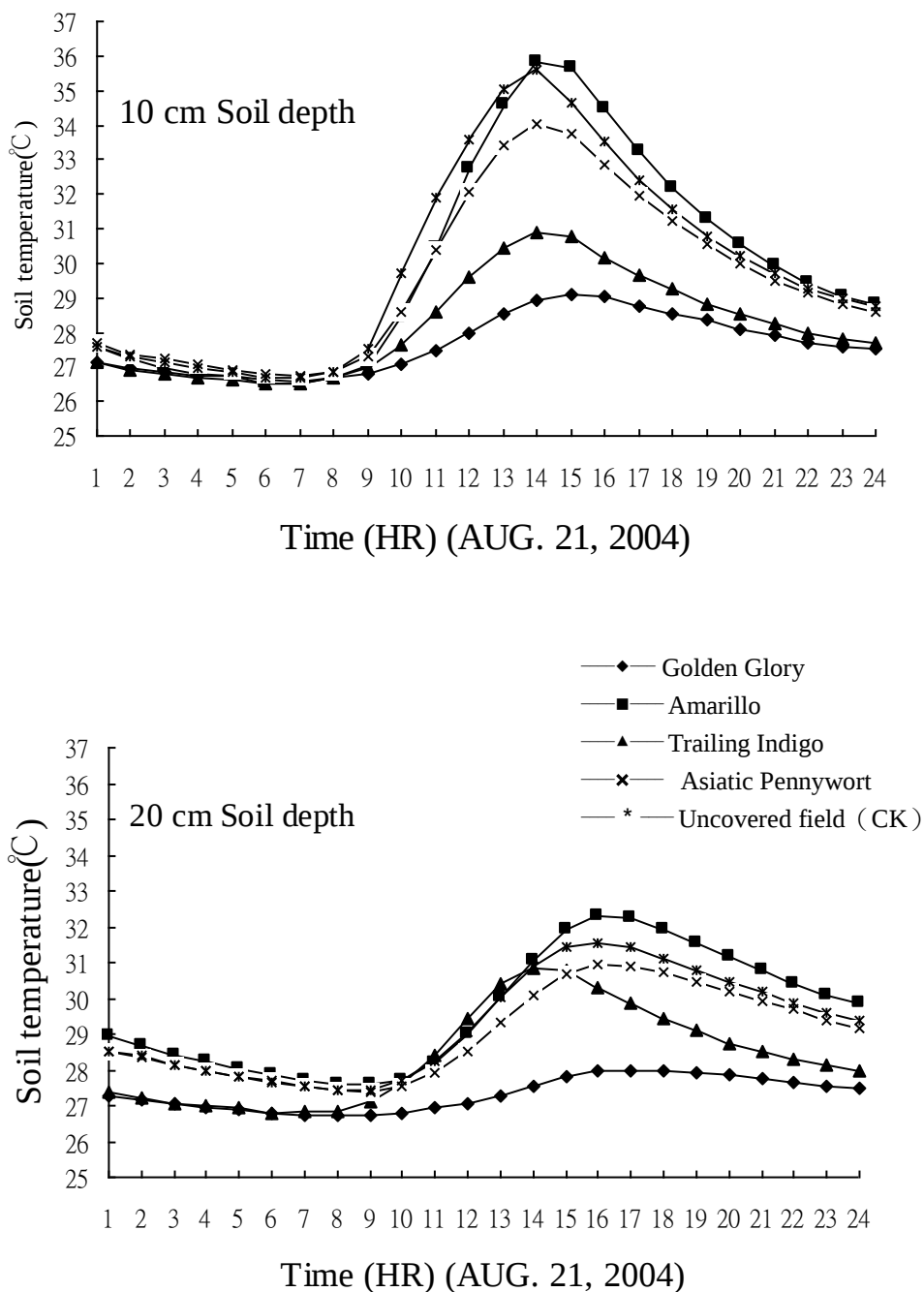
Summary

The study was conducted to investigate the influence of different cover crops on the soil environment in tea farms and growth of tea trees. Four entries of cover crops were chosen, included perennial peanut Golden Glory (treatment A), perennial peanut Amarillo (treatment B), Trailing Indigo (treatment C), Asiatic Pennywort (treatment D), and cultivated in a tea farm along with the control treatment (uncovered field, CK).

The results showed that the root of perennial peanut (Golden Glory) formed a dense inter-mingled network in soil, which can prevent soil erosion efficiently. Its rapid growth character was able to endure high mowing frequency, and with a rapid recuperative rate to inhibit weed growth. The percentage of weed biomass per year was lower than control treatment at 78.1 to 85.4% and treatment B was next efficient to show such effect. Variation of soil temperature in treatment A, showed that the soil temperature dropped to 7.74 and 6.6% at 10 and 20 cm underground in summer. This was followed by treatment B. The day and night temperature difference (3.08%) in treatment A, was minimum at 10 cm underground, and the difference of treatment C and control were 5.15 and 9.79%, respectively. In tea farm of cultivar TTES No. 12, both perennial peanut Golden Glory and Trailing Indigo were cultivated for 1 year, the result showed significant increase in pH and organic matter contents of topsoil and subsoil. In the preservation of soil water and improvement of soil hardness in tea farms, both treatment A and C performed excellently.

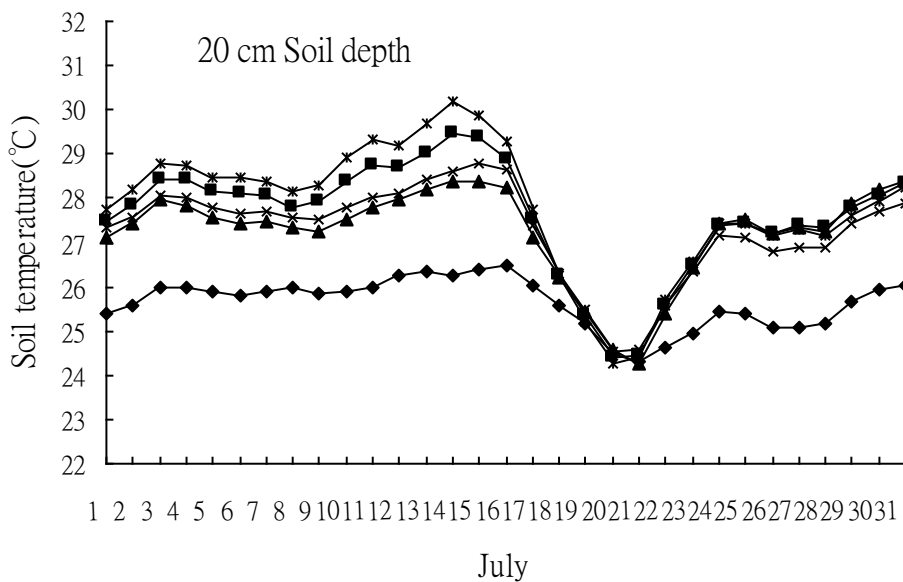
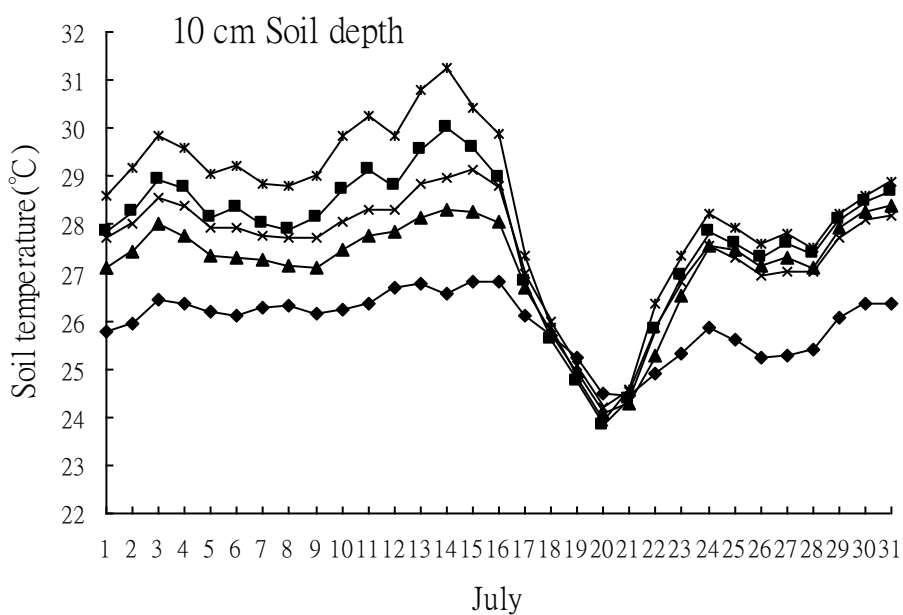
Key words: Tea tree, Cover crop, Perennial peanut, Soil environment

-
1. Associate Biochemist, Associate Agronomist, Assistant Agronomist, Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan, R.O.C.
 2. Professor, Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science & Technology, Pingtung, Taiwan, R.O.C.



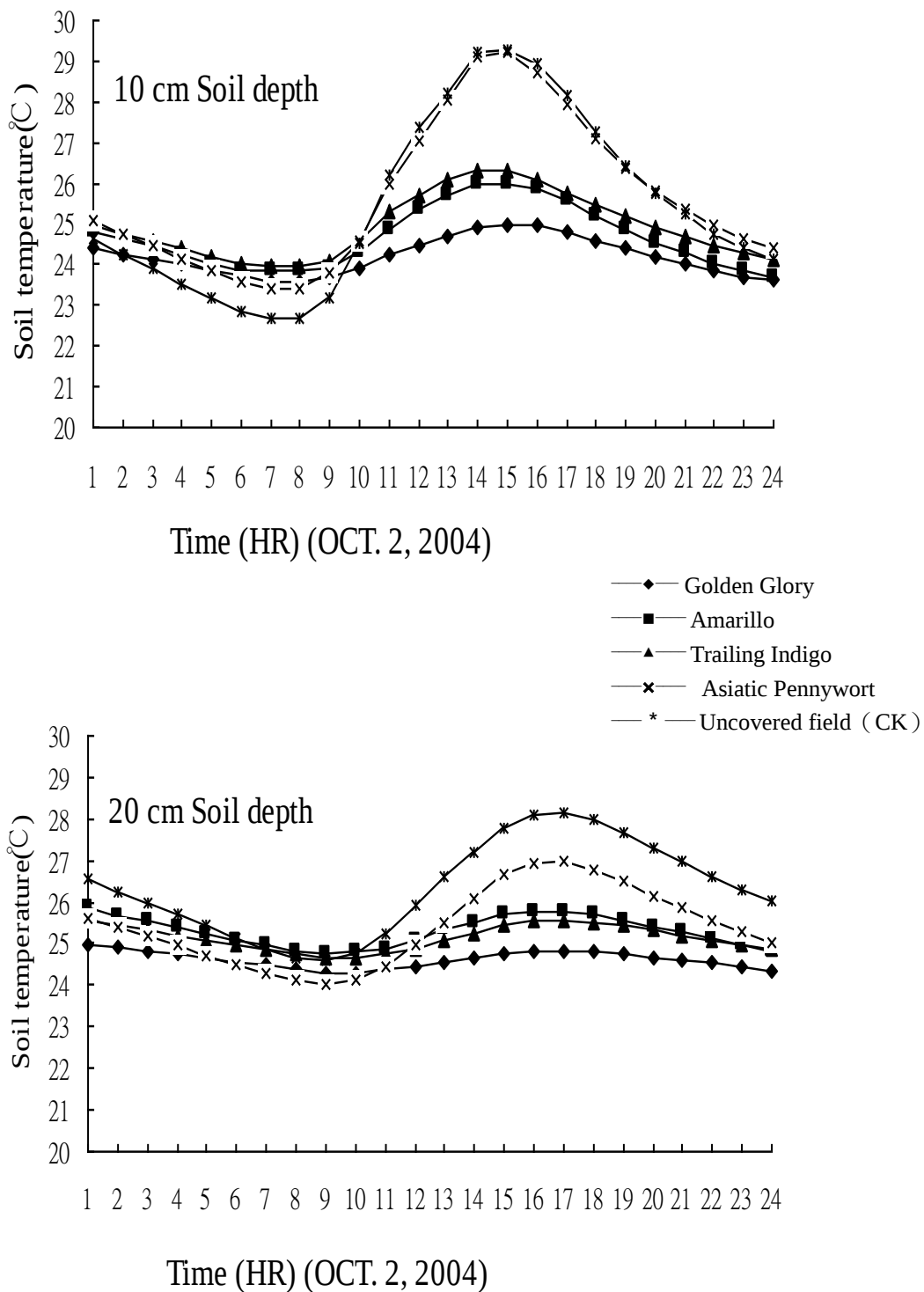
圖一、台茶十二號茶園種植不同覆蓋作物土壤日溫度每小時變化

Fig.1. Hourly changes of soil temperature under the different cover crops in tea farm of cultivar TTES No.12 on August 21, 2004



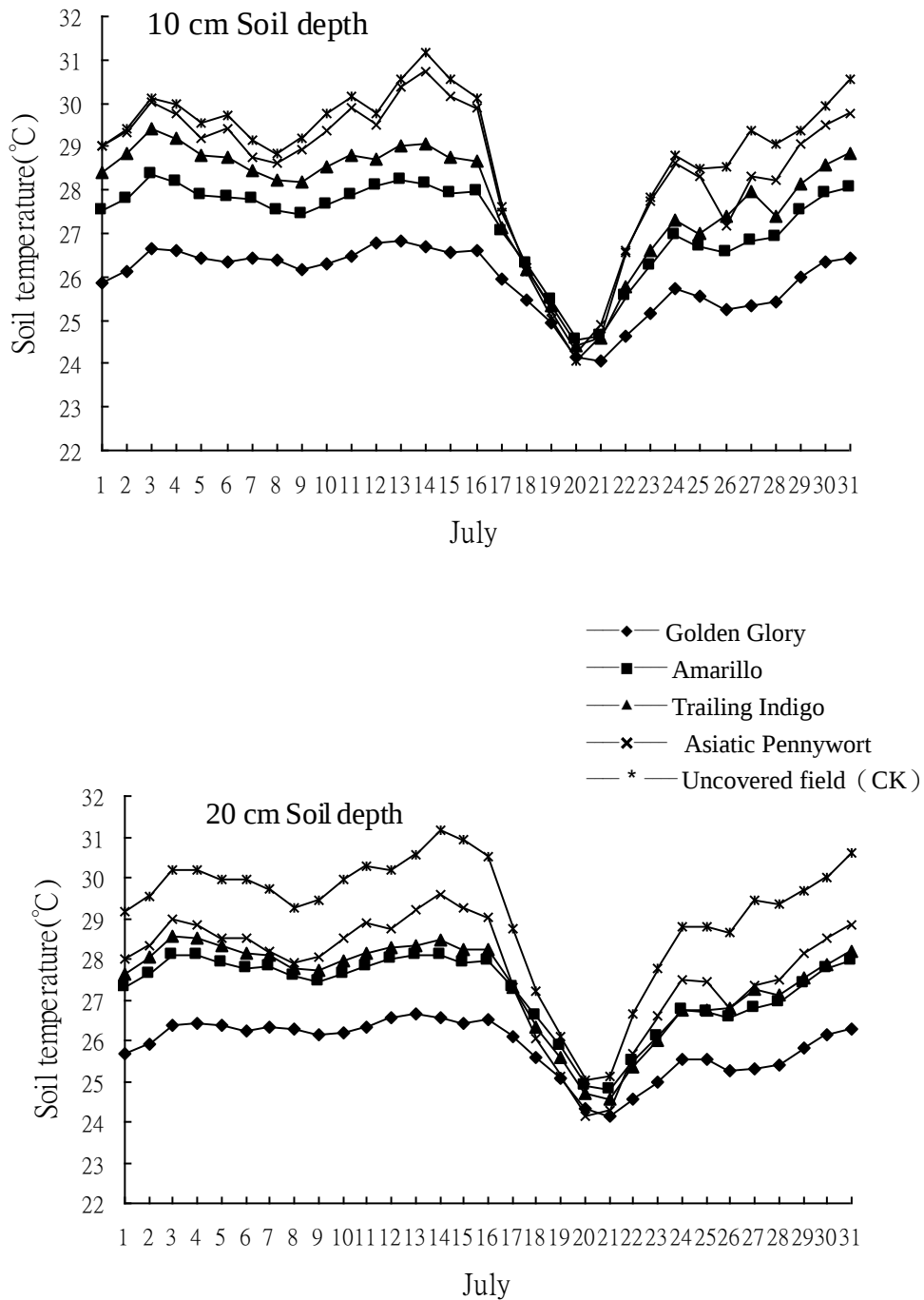
圖二、台茶十二號茶園種植不同覆蓋作物土壤月溫度每日變化

Fig.2. Daily changes of soil temperature under the different cover crops in tea farm of cultivar TTES No.12 on July, 2004



圖三、青心烏龍茶園種植不同覆蓋作物土壤日溫度每小時變化

Fig.3. Hourly changes of soil temperature under the different cover crops in tea farm of cultivar Chin-Shin Oolong on October 2, 2004



圖四、青心烏龍茶園種植不同覆蓋作物土壤月溫度每日變化

Fig.4. Daily changes of soil temperature under the different cover crops in tea farm of cultivar Chin-Shin Oolong on July, 2004

不同覆蓋作物對茶園土壤環境 及茶樹生長之影響

II、對茶樹生長及品質之影響

陳信言¹ 范宏杰¹ 鄭混元¹ 謝清祥²

摘 要

本研究利用 Golden Glory 及 Amarillo 二種多年生花生品系、大葉爬地藍、雷公根與無覆蓋處理 (對照)，進行不同覆蓋作物對茶樹生長及品質之影響。結果顯示茶葉產量在覆蓋第二年，各季節間 Golden Glory 覆蓋區增產 25.06%至 81.14%，大葉爬地藍覆蓋區增產 38.50%至 90.57%，雷公根覆蓋區則有減產現象。茶芽品質 Golden Glory 及大葉爬地藍覆蓋區優於無覆蓋處理區；茶樹葉片礦物元素分析、芽葉和綠茶化學成分分析及製茶品質品評結果，處理間則無顯著差異，顯示茶葉品質並不因種植不同覆蓋作物，而有顯著改變。多年生花生 Golden Glory 為茶園良好覆蓋作物，未來值得更進一步探討，長期間作為茶園的耕作管理模式，以做為日後推廣應用之參考。

關鍵字：茶樹、覆蓋作物、多年生花生

前 言

茶園常用的覆蓋作物或敷蓋資材有植生草類、綠肥作物及稻草、稻殼、花生殼、薏仁殼，在茶園的利用上各有優劣。鄭 (2001) 於 1994 至 1997 年在台東縣鹿野鄉龍田台地台茶 12 號茶園，於夏冬季節進行茶行間行覆蓋及敷蓋，包括植生百喜草、稻草、黑色塑膠布敷蓋及無敷蓋區，試驗結果顯示，夏茶及冬茶均有明顯的增產效果，但百喜草植生區產量最低且無增產效果。邱 (2004) 於南投縣鹿谷鄉境內山坡地茶園，利用薏仁殼、百喜草殘株敷蓋與百喜草全園覆蓋，農藝性狀調查及葉片分析結果，二個敷蓋處理區茶樹之百芽重及每株茶芽數，均優於淨耕對照區及百喜草覆蓋區，得知長期的敷蓋處理對茶樹生長有利。張等 (2000) 在坡地幼木茶園不同地表處理茶樹生育及土壤沖蝕影響研究中指出，茶園於幼木期植生百喜草，會形成水份競爭造成不利影響。另有許多文獻亦指出在缺乏灌溉之山坡地茶園利用百喜草全園覆蓋，百喜草可能有與茶樹產生水分競爭現象，而影響茶樹生長，故運用百喜草

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場台東分場 副研究員兼製茶課長、助理研究員、副研究員兼茶作課長。台灣 台東縣。
 2. 國立屏東科技大學農園生產系教授。台灣 屏東縣。

覆蓋是否應再做適當之配合處理，值得再深入研究 (鄭，2001；邱，2004；鄭，2004)。

理想地被植物的前提包括易於建立及維持，對作物的干擾最小及可得最大永續性生產，一些禾草不易維持單一草相或生長勢太強，具有相剋潛勢或需較大生產成本，因此認為禾草類並非理想的地被植物 (Skroch and Shribbs, 1986)。一些綠肥作物及水土保持運用的草類，在生長期間易與茶樹發生競爭水分、養分、日照等，有的會造成通風不良提高病蟲害或影響茶園田間作業，且需每年重新種植，費時、費工，並不甚理想。而多年生花生在台灣以往只有用 Amarillo 做果園覆蓋研究，其生長勢及冬季表現較差，有必要進一步瞭解其在茶園的表現。近年來園藝業者引進的地被植物多年生花生 Golden Glory 和本土在自然環境下形成良好地被的鍊莢豆 (山土豆)、雷公根、蠅翼草、大葉爬地藍等植物，可一併探討其在茶園的表現。因此本試驗目的在於瞭解不同覆蓋作物在茶園的適應性及其對茶樹生長的影響，期找出能形成良好覆蓋、耐熱、耐旱、耐蔭、可多年自行繁衍、不攀爬茶樹、不與茶樹養分競爭，甚至可提高土壤肥力、增進茶葉品質的茶園覆蓋作物。

材料與方法

一、試驗材料與試區茶園之建立

台茶 12 號茶園採有機栽培管理，青心烏龍則為一般栽培管理茶園。田間試驗處理包括經篩選之覆蓋作物及無覆蓋對照區。試驗規劃二試區均採逢機完全區集設計 (RCB)。試驗處理包括：(A) 多年生花生 Golden Glory、(B) 多年生花生 Amarillo、(C) 大葉爬地藍、(D) 雷公根、(CK) 對照區 (無覆蓋區)，共 5 處理，4 重複。其他詳述如本期彙報另一篇報告：不同覆蓋作物對茶園土壤環境及茶樹生長之影響 I、對茶園環境之影響。

二、調查方法

(一) 茶樹樹形及花朵數量

(A) 樹高：地面至枝條最高部位。

(B) 樹寬：茶樹枝葉擴展寬度調查，選擇樹冠面生育整齊者為調查點。

(C) 花朵：計算每平方公尺樹冠面花朵數量。

(二) 茶樹產量

調查小區面積內產量，換算為單株產量。

(三) 茶樹茶芽性狀及葉片農藝性狀

芽葉性狀依茶業改良場茶樹育種程序 (臺灣省茶業改良場，1993) 所訂定之項目及方法調查，4 重複，每一重複隨機取 10 個芽葉調查。

(A) 萌芽密度：以 30 cm×30 cm 密度框，量測樹冠中心茶芽數，隨機量取 4 處平均。

(B) 百芽重：測量 100 個採摘茶芽之乾、鮮重。

(C) 葉片濃綠值 (leaf greenness)：以 Minolta 公司 SPAD-502 型葉綠素計 (Soil-Plant Analyses Development unit) 測量葉片中間主脈兩旁葉身之讀值。

(D) 葉片數：計算茶芽之葉片數。

(E) 芽長：量測全芽長度，由芽葉基部至頂端之長度。

(F) 採摘芽長：量測一心三葉茶芽之枝葉基部至頂端長度。

(G) 葉長：測量第二葉、三葉片最長之長度。

(H) 葉寬：測量第二葉、三葉片最寬之寬度。

(I) 葉厚：以厚度計測量葉片中間主脈兩旁厚度。

(J) 葉面積：葉長×葉寬×0.7。

(K) 節間徑：第二及第三節間枝梗直徑。

(L) 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。

(四) 茶樹芽葉無機元素含量

芽葉無機元素分析，將茶樹芽葉烘乾後磨粉，分析氮 (N)、磷 (P)、鉀 (K)、鈣 (Ca)、鎂 (Mg) (Chapman and Pray, 1961 ; 張，2000)。

(A) 氮含量測定：秤取烘乾樣品 0.2 g 置入 50 ml 分解瓶中，加入等量催化劑 (K_2SO_4 : $CuSO_4 \cdot 5H_2O$: Se = 50 : 10 : 1)，及 4ml 濃硫酸，加熱分解至澄清，冷卻後加水稀釋，置於 Kjeldahl 蒸餾瓶中蒸餾，以 4% 硼酸吸收蒸餾液，再以 0.01N 的 HCl 滴定，由滴定量換算全氮含量。

(B) 磷含量測定：秤取烘乾樣品 0.2 g 置入 50 ml 分解瓶中，加三酸混合液 (HNO_3 : $HClO_4$: H_2SO_4 = 4 : 1 : 1, V/V) 3ml，放置一夜後分解之，冷卻後加蒸餾水定量至 50ml 以供磷、鉀、鈣、鎂之測定。磷以鉬黃法測定，取分解液及標準液各 4 ml 於試管中，加入 1 ml 的 HNO_3 -Vanadate-Molybdate 試劑，混合均勻後放置 20 分鐘，在 420 nm 以光電比色計測 O.D. 值，並換算為磷含量。

(C) 鉀含量測定：自上述三酸分解液中取出 2ml 稀釋至適當濃度，再使用焰光比色計 (Corning, Model 400) 測其透光度，換算鉀含量。

(D) 鈣含量測定：自上述分解液及鈣標準液中各取出 5 ml，分別加入一滴 10% lanthanum acetate，攪拌後使用原子吸光儀 (IL157 Model) 測定，換算鈣含量。

(E) 鎂含量測定：分解液稀釋後，利用原子吸光儀測定，並由標準曲線換算鎂含量。

(五) 茶樹芽葉及綠茶化學成分

茶樹芽葉化學成分分析，包括鮮葉及成品 (綠茶) 之可溶成分、多元酚、兒茶素、咖啡因、可溶糖、胺基酸含量。

(A) 可溶成分 (Soluble solid)：秤取經過 70 °C 烘乾 48 小時後磨粉之鮮葉、茶乾樣品 1 g，置於 100 ml 之定量瓶中，加入煮沸之蒸餾水 80 ml，再放入 100 °C 之水浴鍋加熱 1 小時，取出茶湯以濾紙過濾後定量至 100 ml。再量取 50 ml 於蒸發皿，置於烘箱乾燥至恆重，稱重並換算為乾物重百分比 (AOAC, 1983)。

(B) 多元酚 (Polyphenol)：由上述之濾液經稀釋後取 1 ml，加 1 ml 酒石酸鐵溶液 (Fe-tartrate) 及 3 ml 磷酸鉀鈉緩衝液，呈色後以分光光度計 (ANTHELIE) 測其在波長 540 nm 之吸光度，另以 Ethyl gallate 製備標準曲線，換算多元酚類為乾物重百分比。酒石酸鐵溶液配製為 100 mg $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ + 500 mg K.Na-tartrate (酒石酸鉀鈉) 加蒸餾水定量至 100 ml。磷酸鉀鈉緩衝液 (pH7.5) 為配製 (A) 稱取 23.876 g $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$ 溶於 1 L 之蒸餾水。(B) 稱取 9.078 g KH_2PO_4 溶於 1 L 之蒸餾水。取 (A) 85 ml + (B) 15 ml，pH 調至 7.5 (Iwasa, 1975)。

(C) 兒茶素 (Catechins)：取經過稀釋後之澄清濾液 1 ml 於包有鋁箔紙之試管中，置於冰浴中，加入 6 ml Vanillin 試劑 (4% w/v，溶於甲醇)，再加 3 ml 鹽酸充分振盪混合，靜置 15 分鐘。以分光光度計 (ANTHELIE) 測其波長 500 nm 之吸光度，另以 (+) catechin 製備標準曲線，換算兒茶素類含量為乾物重百分比 (Sakar and Howarth, 1976)。

(D) 咖啡因 (Caffeine)：取濾液稀釋至適當濃度置於三角瓶中，加入 0.8 g 之 PVPP (Polyvinylpoly-pyrrolidone) 去除茶湯之多元酚類，經振盪後靜置 30 分鐘過濾，以分光光度計 (ANTHELIE) 測波長 276 nm 之吸光度，另以 caffeine 製備標準曲線，換算咖啡因含量為乾物重百分比 (蔡及阮，1987)。

(E) 總游離胺基酸 (Total free amino acids): 稀釋液加PVPP充分混合, 靜置 30 分鐘過濾, 取澄清濾液 1 ml 於試管中, 加入 1 ml ninhydrin 試劑, 蓋緊試管, 置於 100 °C 水浴中加熱 20 分鐘, 冷卻後加入 5 ml 50% 2-propanol 混合液, 均勻後以分光光度計 (ANTHELIE) 測波長 570 nm 之吸光度, 以 theanine 製備標準曲線, 換算總游離胺基酸含量為乾物重百分比。藥劑配製為: (A) Citric buffer 為 4.2 g citric acid 加 40 ml 1N NaOH, 以蒸餾水定量至 100 ml, 調 pH 至 5.0。 (B) 0.04 g SnCl_2 加 citric buffer 至 25 ml。 (C) 1 g ninhydrin 加 methyl cellulose 至 25 ml。 (D) 為 (B) 加 (C) 即 ninhydrin 試劑 (Moore and Stein, 1948)。

(F) 可溶糖 (Soluble sugar): 稱取 0.1 g 樣品置於 10 ml 試管中, 加入 10 ml 80% 乙醇溶液, 經 80 °C 水浴鍋加熱 20 分鐘萃取過濾, 重複萃取三次。萃取液置於燒杯, 放入 100 °C 水浴鍋中去除乙醇, 剩約 5 ml 萃取液, 再加蒸餾水定量至 50 ml, 取 0.2 ml 加 1.8 ml 蒸餾水, 放在冰浴中加 4 ml anthrone 溶液 (0.2%, 0.2 g anthrone 加濃硫酸至 100 ml), 振盪後於 100 °C 水浴中加熱 7.5 分鐘, 取出置於冰浴中冷卻。以分光光度計 (ANTHELIE) 測波長 630 nm 之吸光度, 另以 glucose 製備標準曲線, 換算可溶糖含量為乾物重百分比 (Somogyi, 1945)。

(六) 茶菁品質

利用葉綠素計測定濃綠值; 色差計測定葉片色澤, 包括 L (亮度)、a 值 (紅綠)、b 值 (黃藍)。

(七) 製茶品質

以採收之茶菁製作條型綠茶; 樣品製備方法沿用茶業改良場現行茶葉品質鑑定法製備, 取成茶 3 公克, 經 150 ml 沸水沖泡, 靜置 5 分鐘後倒出茶湯, 供官能品評。品評員由 3 位研究人員組成, 品評項目分為外型 (10%)、色澤 (10%)、水色 (20%)、滋味 (30%)、香氣 (30%) 五項, 合計總分最高 100 分 (蔡等, 1990)。

三、統計分析

各項試驗分析之數據, 以 RCBD 4 重複設計, 用 SAS (statistical analysis system) 電腦程式統計分析, 先經變方分析確認處理間達 5% 顯著差異時, 再以鄧肯氏多變域測驗法 (Duncan's multiple range test) 比較各處理間之差異。

結果與討論

覆蓋作物對茶樹生長及品質之影響, 包括茶樹樹形、花朵數量、茶樹萌芽密度、百芽重、產量、茶樹茶芽性狀、農藝性狀、芽葉化學成分、色澤及製茶品質等。各項調查資料經進行變方分析, 處理間的差異均達顯著水準, 另以鄧肯氏多變域測驗法 (Duncan's multiple range test) 比較各處理間之差異。

一、對茶樹樹形及花朵數量之影響

覆蓋作物對茶樹樹形之影響, 處理間之青心烏龍茶樹樹高及樹冠沒有顯著差異, 季節間有相同的結果。台茶 12 號之樹高及樹冠在不同處理間有明顯的差異, 其中以夏茶、秋茶及冬茶之樹高與秋茶及冬茶之樹冠達顯著差異, 多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍覆蓋區樹勢較強壯, 樹高及樹冠高於其他處理區 (表一、二)。雷公根覆蓋區數據雖未達 5% 差異顯著, 但由田間觀察可發現其樹勢為最弱, 樹高及樹冠低於其他處理區。由表、底土理化性質比較, 雷公根覆蓋區有機質偏低, 酸鹼度、磷、鉀、鈣、鎂含量並無顯著差異 (陳, 2006)。再觀察雷公根於自然狀態下的生長群落, 常呈現較高的單一草相, 有抑制棲地其他植物生長的現象, 推測茶園雷公根覆蓋區茶樹生長勢較弱, 可能與其具有

植物相剋作用 (Allelopathy) 有關，值得進一步探討。

表一、不同覆蓋作物對台茶 12 號茶樹樹形之影響 (2004、2005)

Table 1. Influence on tree-form of cultivar TTES No. 12 under different cover crops in tea farm in 2004 and 2005

Treatment	Date (M / D) 2004				Date (M / D) 2005			
	03/24	05/12	09/30	12/01	03/07	04/28	06/20	08/11
Plant height (cm)								
A	76.0a	88.2a *	101.2ab	83.8ab	82.3a	82.5a	93.3ab	103.1a
B	77.8a	84.4a	91.8c	81.4b	78.1a	80.8ab	90.8ab	93.1b
C	76.2a	88.8a	104.8a	86.5a	82.4a	83.8a	98.8a	104.1a
D	75.9a	77.9b	90.6c	80.4b	75.3a	77.2b	88.2b	91.0b
CK	77.3a	82.8ab	93.9bc	81.6b	79.7a	79.5ab	91.8ab	95.3ab
Plant canopy width (cm)								
A	88.3a	100.8a	102.5ab	99.6ab	101.4a	110.8a	118.8a	127.9a
B	95.0a	102.9a	97.9ab	99.6ab	99.8a	112.1a	109.6ab	117.1ab
C	90.9a	102.6a	104.2a	105.7a	99.6a	112.6a	115.4a	125.3a
D	92.2a	95.8a	90.3b	97.7b	93.3a	106.7a	99.5b	107.8b
CK	100.4a	105.0a	94.2ab	100.4ab	95.0a	109.6a	117.9a	121.0a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表二、不同覆蓋作物對青心烏龍茶樹樹形之影響 (2004、2005)

Table 2. Influence on tree-form of cultivar Chin-Shin Oolong under different cover crops in tea farm in 2004 and 2005

Treatment	Date (M / D) 2004			Date (M / D) 2005			
	03/24	05/12	09/21	03/31	05/16	06/30	08/18
Plant height (cm)							
A	62.7a	69.5a	81.3a	56.8a	68.8a	78.3a *	82.3a
B	64.3a	70.2a	78.0a	58.3a	65.5a	75.8ab	80.0a
C	62.9a	71.3a	79.8a	58.7a	66.3a	73.5ab	76.6a
D	62.8a	69.1a	79.4a	53.7a	64.6a	70.8b	75.9a
CK	63.9a	70.0a	79.8a	58.8a	64.4a	74.8ab	80.0a
Plant canopy width (cm)							
A	77.7a	81.7a	89.6a	84.2a	92.1a	102.1a	102.3a
B	72.9a	79.6a	86.4a	82.1a	86.4a	98.9a	96.0a
C	76.9a	81.7a	97.1a	81.1a	86.9a	95.9a	98.0a
D	75.8a	78.7a	89.6a	83.1a	83.0a	98.0a	100.7a
CK	74.6a	83.3a	91.7a	84.2a	91.1a	102.5a	105.7a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

再由種植覆蓋作物翌年冬季之台茶 12 號花朵數量調查，可看出多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍覆蓋區花朵數量低於其他處理區，呈現顯著差異；多年生花生 Amarillo 及雷公根覆蓋區花朵數量則較對照區為多（表三）。茶樹在個體發育中，當營養生長旺盛時，植株體內養分大部分供給營養生長所需，生殖生長即相對受到抑制；反之，在某種條件下，茶樹花蕾或開花結實過多時，則嫩芽葉的營養生長就相對減少（楊及朱，1999）。生殖生長只會給營養生長帶來負面的影響，因為生殖生長所需的光合產物和能量均來自葉片的光合作用，同時亦會大量消耗從根部所吸收的無機養分，花蕾的存在與否，將會改變對礦物元素的吸收及分配（邱，2005）。由上述可知多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍覆蓋區，因茶樹樹勢較為強壯，所以花蕾花苞數量較少；多年生花生 Amarillo 及雷公根覆蓋區則因茶樹樹勢較弱，以致開花量有增多的現象。

表三、茶園種植不同覆蓋作物台茶 12 號茶樹花朵數量比較（2004，冬）

Table 3. Comparison of flower numbers of cultivar TTES No. 12 under different cover crops in tea farm in winter, 2004

Treatment	Flower and flower bud number/ m ²
A	395.8c *
B	887.5ab
C	254.2c
D	954.2a
CK	691.7b

A, B, C, D, CK: Same as table 1

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

二、對茶樹產量之影響

台茶 12 號試區茶樹萌芽密度、百芽重及產量，隨著覆蓋時間增長而有提高，呈現較明顯的差異。2004 年（覆蓋第一年）4 次調查，處理間之萌芽密度、百芽重及產量沒有明顯的差異或一致性（資料未列）。2005 年（覆蓋第二年）4 次調查，多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍覆蓋區之百芽重及芽葉產量高於其他處理區達顯著差異，萌芽密度則未達顯著差異，但亦可看出有較高之趨勢，不同季節間有相同的趨勢（表四）。

以 2005 年 4 次產量調查比較，多年生花生 Golden Glory 分別高出對照區 81.14%、38.93%、25.06% 及 42.89%；大葉爬地藍覆蓋區亦分別高出對照區 90.57%、41.33%、38.50% 及 41.47%；多年生花生 Amarillo 覆蓋區則依季節不同有所增減，分別為 40.57%、12.24%、16.02%、- 21.78%；雷公根覆蓋區則呈現減產現象分別為 - 15.14%、- 11.16%、- 10.34% 及 - 16.86%（表四）。青心烏龍試區各處理間之萌芽密度、百芽重及產量則沒有明顯的差異，季節間呈現相同之趨勢（表五）。

邱（2004）利用薏仁殼、百喜草殘株敷蓋與百喜草全園覆蓋等不同處理下，二個敷蓋處理區茶樹之百芽重及每株茶芽數，均優於淨耕對照區及百喜草覆蓋區，得知長期的敷蓋處理對茶樹生長有利。1994 至 1997 年在台東縣鹿野鄉龍田台地台茶 12 號茶園於夏冬季節進行茶行間覆蓋與敷蓋，包括植生百喜草、敷蓋稻草、黑色塑膠布及無敷蓋區，試驗結果亦顯示各季節無論敷蓋區或植生區之萌芽密

度有較高之趨勢，百芽重則較低。乾旱季節以稻草敷蓋區效果最好，而且夏茶或冬茶均有明顯的增產效果，百喜草植草區則無增產效果（鄭，2001）。由上述可以知道茶園長期以覆蓋或敷蓋處理，大都能夠有增產效果，而百喜草、雷公根則有減產現象。

表四、不同覆蓋作物對台茶 12 號茶樹萌芽密度、百芽重及產量之影響（2005）

Table 4. Influence on bud density, weight of 100 buds and yield of cultivar TTES No.12 under different cover crops in tea farm, 2005

Plucking date (M / D)	Treatment	Bud density (bud/900cm ²)	Weight of 100 buds (g)	Yield (g/plant)
3/7	A	33.0a	99.3a	63.4a
	B	34.5a	94.3a	49.2ab
	C	33.5a	95.5a	66.7a
	D	33.8a	86.3a	29.7b
	CK	27.5a	91.3a	35.0b
4/28	A	39.8a *	101.8a	150.6a
	B	35.8ab	90.8a	121.8a
	C	36.3ab	96.3a	153.2a
	D	30.3b	97.5a	96.3a
	CK	28.8b	95.5a	108.4a
6/20	A	30.5a	79.8a	96.8ab
	B	31.0a	82.3a	89.8ab
	C	28.8a	82.3a	107.2a
	D	30.5a	80.8a	69.4b
	CK	28.5a	85.0a	77.4b
8/11	A	39.8a	60.8ab	150.9a
	B	29.3b	70.3ab	82.6b
	C	36.8ab	79.5a	149.4a
	D	33.5ab	65.5b	87.8b
	CK	30.0ab	72.0ab	105.6ab

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表五、不同覆蓋作物對青心烏龍茶樹萌芽密度、百芽重及產量之影響 (2005)

Table 5. Influence on bud density, weight of 100 buds and yield of cultivar Chin-Shin Oolong under different cover crops in tea farm, 2005

Plucking date (M / D)	Treatment	Bud density (bud/900cm ²)	Weight of 100 buds (g)	Yield (g/plant)
3/31	A	42.8a	68.3a	74.4a
	B	41.8a	69.0a	59.8bc
	C	40.5a	71.0a	74.4ab
	D	35.8a	67.0a	58.3c
	CK	37.3a	72.3a	62.6abc
5/16	A	52.3a	58.5a	63.1a
	B	49.0a	58.5a	63.4a
	C	47.3a	58.0a	70.2a
	D	46.3a	60.0a	52.0a
	CK	54.0a	60.5a	60.9a
6/30	A	38.5a	57.8a	74.4a
	B	34.5a	61.8a	59.9a
	C	35.8a	59.5a	69.6a
	D	32.5a	61.5a	72.7a
	CK	34.5a	62.3a	73.3a
8/18	A	41.5a *	55.0a	80.1a
	B	34.0b	53.8a	65.0a
	C	31.8b	53.0a	68.9a
	D	38.0ab	50.8a	71.5a
	CK	34.8b	51.0a	69.0a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

三、對茶樹茶芽性狀及葉片農藝性狀之影響

不同覆蓋作物對茶樹茶芽性狀之影響，整體而言差異性小，僅在有機耕作區之台茶 12 號試區，部分之茶芽性狀達顯著差異。在覆蓋第二年可看出多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍覆蓋區部分茶芽生長表現較佳。而雷公根覆蓋區在第二年八月夏茶茶芽性狀表現較差，呈現顯著差異（表六）。慣行法耕作之青心烏龍試區之茶芽性狀則沒有顯著差異（表七）。

在葉片農藝性狀的表現上，在有機耕作之台茶 12 號試區，僅大葉爬地藍覆蓋區，在覆蓋第一年九月（資料未列）及第二年八月有較佳表現，達顯著差異。雷公根覆蓋區於覆蓋第二年八月表現較差，達顯著差異，但整體而言差異性亦小（表八）。慣行法耕作之青心烏龍試區，各處理間葉片農藝性狀之差異並不顯著，季節間有不同的變化，並無相同的趨勢可循（表九）。

覆蓋作物對主作物生長之影響，除水分、養分及日照等的競爭外，另一項導致主作物減產的主要

因素便是毒他作用。早期推廣的覆蓋作物中，有不少的豆科植物，此乃因豆科植物多有良好的固氮能力，可以兼收水土保持及土壤肥力增加的雙重優點。但有不少豆科植物都含具有毒性的氨基酸，可能藉由根部的分泌或是植物殘株的分解釋放至土中，進而影響主作物的生長或產量。張等 (1979) 於覆蓋與敷蓋處理之樣果根系分佈調查中指出，大葉爬地藍不但易老化，覆蓋率不高，且含植物毒質較高，使樣果生育不佳，根系有扭曲現象。但在本試驗中大葉爬地藍定植茶園近二年，除其莖葉會攀爬茶樹，造成遮陽妨礙生長及管理作業外，採取定期清除攀爬枝條的管理方式，到目前數據顯示其對茶芽、葉片農藝性狀及產量，並未產生不良之影響。而在田間茶樹整體外觀上，以雷公根覆蓋區的茶樹生長表現較差，惟後續生長狀況是否有改變，值得再長期繼續觀察。

表六、不同覆蓋作物對台茶 12 號茶樹茶芽性狀之影響 (2005)

Table 6. Influence on bud characters of cultivar TTES No.12 under different cover crops in tea farm, 2005

Plucking date (M / D)	Treatment	Bud characters						
		Leaves per bud flush	Length of bud cm	Length of 1 bud & 3 leaves cm	Internode diameter		Internode length	
					1 st	2 nd	1 st	2 nd
3/7	A	4.3a *	13.7a	9.7a	1.59a	2.40a	1.56a	2.50a
	B	4.0ab	12.6a	9.3a	1.65a	1.95a	1.37a	2.05ab
	C	4.1ab	12.7a	9.2a	1.67a	1.99a	1.53a	2.11ab
	D	3.9ab	11.7a	9.0a	1.60a	1.86a	1.34a	1.85b
	CK	3.8b	11.7a	9.0a	1.66a	1.95a	1.36a	1.91b
4/28	A	4.6ab	17.4a	10.2a	1.64a	1.94a	1.69a	3.19a
	B	4.6ab	16.7a	9.7a	1.58a	1.86a	1.75a	3.02a
	C	4.6ab	17.6a	9.8a	1.62a	1.87a	1.74a	3.14a
	D	4.3b	15.5a	9.7a	1.61a	1.88a	1.71a	2.85a
	CK	4.5ab	16.1a	9.8a	1.57a	1.84a	1.51a	2.89a
6/20	A	5.6a	18.9a	8.4a	1.66a	1.91a	1.41a	2.51a
	B	5.4a	18.6a	8.8a	1.62a	1.87a	1.48a	2.70a
	C	5.4a	18.8a	8.6a	1.69a	1.95a	1.61a	2.56a
	D	5.2a	17.6a	8.6a	1.63a	1.86a	1.39a	2.52a
	CK	5.4a	18.5a	8.7a	1.67a	1.91a	1.53a	2.61a
8/11	A	6.6a	20.4ab	7.6ab	1.69b	1.81b	1.30b	2.11a
	B	6.1ab	18.6ab	7.5ab	1.67b	1.84b	1.29b	2.09a
	C	6.4ab	21.1a	8.0a	1.77a	2.01a	1.50a	2.24a
	D	5.9b	16.8b	7.3b	1.66b	1.86b	1.24b	1.92a
	CK	6.1ab	17.8ab	7.5ab	1.69b	1.89b	1.28b	1.87a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表七、不同覆蓋作物對青心烏龍茶樹茶芽性狀之影響 (2005)

Table 7. Influence on bud characters of cultivar Chin-Shin Oolong under different cover crops in tea farm, 2005

Plucking date (M / D)	Treatment	Bud characters						
		Leaves per bud flush	Length of bud cm	Length of 1 bud & 3 leaves cm	Internode diameter		Internode length	
					1 st	2 nd	1 st	2 nd
					mm		cm	
3/31	A	4.2a *	11.0a	7.8a	1.58a	1.85a	0.91a	1.60a
	B	3.8b	9.9c	8.0a	1.56a	1.78c	0.89a	1.49a
	C	4.0ab	10.9a	8.1a	1.61a	1.85ab	1.02a	1.64a
	D	3.8b	10.1bc	7.9a	1.56a	1.79bc	0.95a	1.56a
	CK	4.2a	10.9ab	8.0a	1.58a	1.83abc	0.92a	1.73a
5/16	A	4.5a	13.3a	7.7a	1.31b	1.51b	1.11a	2.00a
	B	4.4ab	13.2a	7.8a	1.33ab	1.51ab	1.07a	2.05a
	C	4.1b	12.0ab	7.7a	1.38ab	1.56ab	1.18a	2.06a
	D	4.1b	11.4b	7.6a	1.39ab	1.59ab	1.19a	1.94a
	CK	4.4ab	12.4ab	7.7a	1.42a	1.62a	1.20a	2.12a
6/30	A	4.8a	14.8a	7.5a	1.60a	1.84a	1.19a	2.16a
	B	4.8a	15.1a	7.8a	1.62a	1.87a	1.31a	2.34a
	C	4.8a	14.6a	7.7a	1.61a	1.87a	1.18a	2.04a
	D	4.8a	15.0a	7.6a	1.60a	1.85a	1.23a	2.14a
	CK	4.9a	15.0a	7.8a	1.63a	1.87a	1.27a	2.27a
8/19	A	4.8a	12.5a	7.1a	1.61a	1.84a	1.17a	1.89a
	B	4.8a	12.6a	7.2a	1.56a	1.82a	1.11ab	1.89a
	C	4.8a	11.7a	6.8a	1.57a	1.81a	1.02ab	1.65a
	D	4.7a	12.3a	6.9a	1.56a	1.79a	1.02ab	1.78a
	CK	4.9a	12.6a	6.9a	1.54a	1.75a	0.98b	1.81a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表八、不同覆蓋作物對台茶 12 號茶樹葉片農藝性狀之影響 (2005)

Table 8. Influence on leaf agronomic characters of cultivar TTES No. 12 under different cover crops in tea farm, 2005

Plucking date (M / D)	Treatment	Leaf agronomic characters							
		Leaf length		Leaf width		Leaf area		Leaf thickness	
		2 nd	3 rd	2 nd	3 rd	2 nd	3 rd	2 nd	3 rd
		cm		cm		cm ²		mm	
3/7	A	6.1a	6.9a	2.5a	3.1a	10.7a	15.1a	0.227a	0.270a
	B	6.1a	6.3ab	2.5a	2.8a	10.8a	12.9a	0.233a	0.276a
	C	5.9a	6.5ab	2.5a	2.9a	10.1a	13.6a	0.231a	0.279a
	D	5.9a	5.8b	2.5a	2.7a	10.6a	11.2a	0.229a	0.271a
	CK	6.0a	6.0ab	2.5a	2.8a	10.9a	12.5a	0.236a	0.281a
4/28	A	5.7a	7.4a	2.4a	3.2a	9.7a	16.6a	0.209ab	0.244b
	B	5.5a	7.1a	2.3a	3.0a	8.9a	15.2a	0.208b	0.244b
	C	5.5a	7.3a	2.2a	3.1a	8.8a	16.2a	0.210ab	0.245b
	D	5.8a	7.2a	2.4a	3.1a	9.9a	15.7a	0.217a	0.254a
	CK	5.7a	7.3a	2.3a	3.2a	9.4a	16.2a	0.212ab	0.251ab
6/20	A	4.8a	6.2a	2.0a	2.7a	6.8a	11.7a	0.216a	0.248a
	B	4.8a	6.0a	2.1a	2.7a	7.0a	11.4a	0.218a	0.261a
	C	4.8a	6.0a	2.1a	2.7a	7.1a	11.5a	0.221a	0.255a
	D	4.8a	6.1a	2.1a	2.7a	7.1a	11.6a	0.219a	0.257a
	CK	4.9a	6.2a	2.1a	2.8a	7.3a	12.1a	0.226a	0.265a
8/11	A	4.2ab *	5.5ab	1.9ab	2.5ab	5.7ab	9.7ab	0.217b	0.255b
	B	4.1b	5.3ab	1.9b	2.4ab	5.5b	9.0ab	0.230ab	0.270ab
	C	4.5a	5.7a	2.1a	2.6a	6.6a	10.4a	0.225ab	0.266b
	D	4.1b	5.1b	1.8b	2.3b	5.2b	8.5b	0.227ab	0.272ab
	CK	4.3ab	5.4ab	1.9ab	2.5ab	5.9ab	9.4ab	0.237a	0.283a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表九、不同覆蓋作物對青心烏龍茶樹葉片農藝性狀之影響 (2005)

Table 9. Influence on leaf agronomic characters of cultivar Chin-Shin Oolong under different cover crops in tea farm, 2005

Plucking date (M / D)	Treatment	Leaf agronomic characters							
		Leaf length		Leaf width		Leaf area		Leaf thickness	
		2 nd	3 rd	2 nd	3 rd	2 nd	3 rd	2 nd	3 rd
		cm		cm		cm ²		mm	
3/31	A	5.4a	5.9a	2.1a	2.3ab	7.9a	9.6ab	0.245a	0.293a
	B	5.5a	5.7a	2.2a	2.2b	8.5a	9.1b	0.248a	0.292ab
	C	5.4a	5.8a	2.2a	2.3ab	8.5a	9.5ab	0.243a	0.284ab
	D	5.4a	5.7a	2.1a	2.3b	8.0a	9.1b	0.237a	0.280b
	CK	5.4a	5.9a	2.2a	2.4a	8.2a	10.1a	0.237a	0.283ab
5/16	A	4.5a	6.1a [*]	1.6a	2.2a	5.1a	9.6a	0.218a	0.270a
	B	4.7a	6.1a	1.6a	2.2a	5.5a	9.5a	0.219a	0.275a
	C	4.6a	5.8ab	1.6a	2.8a	5.1a	8.9a	0.218a	0.263a
	D	4.7a	5.6b	1.7a	2.2a	5.6a	8.8a	0.224a	0.280a
	CK	4.5a	5.9ab	1.6a	2.2a	5.1a	9.2a	0.219a	0.277a
6/30	A	4.1a	5.3a	1.5a	2.0a	4.4a	7.5a	0.219a	0.269a
	B	4.4a	5.4a	1.6a	2.0a	4.8a	7.7a	0.225a	0.279a
	C	4.2a	5.4a	1.7a	2.0a	4.9a	7.7a	0.225a	0.268a
	D	4.3a	5.5a	1.6a	2.1a	4.8a	8.2a	0.229a	0.282a
	CK	4.3a	5.5a	1.6a	2.1a	4.7a	8.0a	0.228a	0.277a
8/19	A	4.2a	5.2a	1.5a	1.9a	4.4a	6.9a	0.236a	0.284a
	B	4.2a	5.2a	1.5a	1.9a	4.4a	6.9a	0.228a	0.270ab
	C	4.0a	5.1a	1.4a	1.9a	4.1a	6.8a	0.223b	0.276ab
	D	4.0a	5.1a	1.5a	1.9a	4.1a	6.7a	0.222b	0.268b
	CK	4.0a	5.2a	1.4a	1.9a	4.0a	7.0a	0.216b	0.264b

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

四、茶樹芽葉無機元素含量比較

茶園種植不同覆蓋作物一年後茶樹芽葉無機元素含量比較，有機栽培區之台茶 12 號茶園，大量元素氮、磷、鉀、鈣、鎂含量，由分析結果顯示均無顯著差異，但多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍處理區之葉片氮含量略高於其他處理區。微量元素以多年生花生 Golden Glory 鐵含量最高，雷公根覆蓋區及對照區含量較低，銅含量以大葉爬地藍處理區最高，達顯著差異，其餘錳、鋅、硼均無顯著差異（表十）。慣行栽培區之青心烏龍茶園，不同覆蓋作物處理間之芽葉無機元素含量，微量元素鐵、錳、銅、鋅、硼均無顯著差異，其他大量元素含量則沒有一致的趨勢（表十一）。

據研究氮在多方面直接或間接影響茶樹的代謝和生長發育，特別是形成茶芽的成分，也是構成茶

香氣、滋味的胺基酸、茶單寧的主要成分，含量高有助於增進茶葉品質。銅可以增加葉綠素的穩定性，促進光反應進行，所以在茶樹地上部凡是葉綠素高的部位，其銅含量也高（王，1993）。對照表十四可以發現大葉爬地藍覆蓋區之濃綠值亦高於其他處理區。

表十、台茶 12 號茶園種植不同覆蓋作物一年後茶樹芽葉無機元素含量比較

Table 10. Comparison of mineral elements in tea leaves of cultivar TTES No.12 planted different cover crops one year later in tea farm

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	%D.W.					ppm				
A	3.89a	0.17a	1.20a	0.15a	0.17a	85.0a*	470.5a	45.3b	57.0a	20.8a
B	3.26a	0.15a	1.14a	0.16a	0.15a	70.5bc	454.8a	45.5b	67.8a	19.8a
C	4.39a	0.14a	1.29a	0.08a	0.13a	78.8ab	461.5a	49.0a	70.0a	22.6a
D	3.57a	0.14a	1.42a	0.14a	0.13a	59.0c	434.0a	44.5b	66.3a	39.9a
CK	3.76a	0.11a	0.85a	0.09a	0.09a	64.0c	442.0a	43.3b	66.0a	51.5a

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表十一、青心烏龍茶園種植不同覆蓋作物一年後茶樹葉片礦物元素含量比較

Table 11. Comparison of mineral elements in tea leaf of cultivar Chin-Shin Oolong planted different cover crops one year later in tea farm

Treatment	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	B
	%D.W.					ppm				
A	3.57a	0.17a*	1.20a	0.20ab	0.23a	69.5a	682.8a	47.8a	42.0a	24.6a
B	3.76a	0.17a	1.14a	0.24a	0.25a	74.5a	661.0a	49.3a	43.5a	22.0a
C	3.38a	0.08b	0.76a	0.11bc	0.11c	71.3a	688.5a	50.0a	44.5a	23.0a
D	3.75a	0.16a	0.88a	0.28a	0.22ab	72.0a	587.0a	43.3a	35.5a	29.0a
CK	3.45a	0.10a	0.82a	0.10c	0.14bc	62.5a	564.8a	42.5a	34.8a	50.5a

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

五、對茶樹芽葉及綠茶化學成分之影響

茶樹行間種植不同覆蓋作物後的第二年，在台茶 12 號試區春季兩次採茶對芽葉化學成分分析結果，第一次春茶芽葉化學成分僅雷公根及對照區之咖啡因較低，達顯著差異；第二次春茶芽葉化學成分，以雷公根及對照區兒茶素含量較高、雷公根之咖啡因較低及雷公根與對照區之胺基酸含量較低，達顯著差異，其他成分則無顯著差異。但在青心烏龍試區則又無一致性的變化（表十二）。

在綠茶化學成分分析結果也是一樣，可溶成分、多元酚、兒茶素、咖啡因、可溶糖及胺基酸偶有顯著差異，但並無一致性的變化（表十三）。顯示茶樹芽葉及綠茶化學成分並不因種植不同覆蓋作物，而有顯著影響。但由表中可以看出咖啡因含量隨著季節氣溫升高而提高，可溶糖含量則是隨著季節氣溫升高而降低。

茶葉滋味是人的味覺對茶葉中呈味成分的綜合反應，酚類物質特別是兒茶素及其氧化物，是澀味主要成分；呈苦味的物質有嘌呤類，特別是其中的咖啡因，以及花青素、皂素等；胺基酸是鮮味的來

源；可溶糖、部分胺基酸，特別是低分子胺基酸是產生甜味的要素（王，1993）。在正常生育環境下，兒茶素類含量隨著溫度下降而下降（陳及蔡，1992）。在鮮葉中的兒茶素類含量與土壤溫度呈顯著正相關（吳及高，1954）。咖啡因含量在中、高溫（30/25、25/20°C）條件下較高（陳及蔡，1992）。所以夏季氣溫高，兒茶素類與咖啡因含量相對提高，使夏茶滋味苦澀；春茶全氮量及胺基酸含量較夏茶高，使茶湯較為甘醇（蔡等，1990）。

表十二、不同覆蓋作物對茶樹芽葉化學成分之影響（2005）

Table 12. Influence on bud chemical compositions under different cover crops, 2005.

Date (M/D)	Treatment	Soluble solids	Polyphenol	Catechins	Caffeine	Soluble sugars	Amino acid
% D.W.							
TTES No. 12							
3/7	A	28.72a	6.52a	3.26a	3.05a	4.11a	2.16a
	B	31.50a	7.52a	3.65a	2.83ab	4.34a	1.95a
	C	28.53a	6.75a	3.34a	2.90ab	3.91a	1.92a
	D	29.39a	6.94a	3.32a	2.76b	4.36a	1.52a
	CK	28.39a	6.61a	3.19a	2.72b	4.47a	1.77a
4/29	A	28.09a	7.50ab	3.72b	3.38a	2.92a	1.47ab
	B	29.01a	7.75ab	3.71b	3.30a	2.71a	1.34ab
	C	27.70a	7.23b	3.62b	3.48a	3.17a	1.49a
	D	29.15a	8.15a	4.28a	2.98b	3.37a	1.11c
	CK	28.51a	7.78ab	4.08a	3.26a	2.77a	1.30b
Chin-Shin Oolong							
4/1	A	29.10a	6.86a	5.22a	2.23a	4.79bc	1.24ab
	B	28.21a	6.51a	5.20a	2.14a	5.14a	1.40ab
	C	28.64a	6.63a	5.18a	2.20a	5.32a	1.29ab
	D	27.50a	5.97a	5.03a	2.23a	4.65c	1.20b
	CK	29.05a	6.35a	4.39b	2.08a	4.90b	1.44a
5/6	A	30.83a *	8.92a	5.69a	3.32a	3.47a	1.23a
	B	29.37b	8.06b	5.01b	3.25a	3.24a	1.28a
	C	29.86ab	8.37ab	5.00b	3.35a	3.85a	1.49a
	D	29.34b	8.59ab	5.32ab	3.23a	2.84a	1.50a
	CK	29.92ab	8.20b	4.88b	3.36a	3.25a	1.35a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

六、對茶菁品質之影響

由芽葉色澤可看出，覆蓋第一年（2004）的秋茶多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍覆蓋區的葉片濃綠值（leaf greenness）高於其他處理區（表十四）。冬茶之台茶 12 號老葉則無顯著差異，但在嫩葉之濃綠值亦以多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍覆蓋區高於其他處理區，而且處理間達顯著差異；青心烏龍試區處理間之嫩葉濃綠值，亦以多年生花生 Golden Glory 及大葉爬地藍覆蓋區高於其他處理區，並達顯著差異（表十五）。

葉片色澤會影響葉綠素含量及綠茶品質，不論葉綠素 a、b 或總量均以深色系品種有較高含量，而且隨著葉片綠色漸淺而下降，可溶成分、兒茶素及咖啡因含量隨著葉片綠色加深而降低，但總游離

胺基酸及可溶性糖含量則呈相反的趨勢，因此綠茶品質以深綠色系者較淺綠色系品種為佳（鄭，1999）。同樣的在同一品種中濃綠值愈高，表示葉綠素含量高且製茶品質亦較佳。

表十三、不同覆蓋作物對綠茶化學成分之影響（2005）

Table 13. Influence on green tea chemical compositions under different cover crops, 2005

Date (M/D)	Treatment	Soluble solids	Polyphenol	Catechins	Caffeine	Soluble sugars	Amino acid
% D.W.							
TTES No. 12							
3/7	A	34.17a *	12.23b	10.62a	3.05a	5.08a	1.15a
	B	34.78a	13.12ab	11.07a	2.95a	4.73a	1.11a
	C	33.07ab	13.39ab	12.27a	3.17a	4.74a	1.23a
	D	32.56ab	14.26a	12.43a	2.95a	5.34a	1.04a
	CK	31.28b	12.83ab	10.95a	2.78a	4.87a	0.97a
4/29	A	31.09a	13.48ab	9.72ab	3.52a	3.87a	1.10a
	B	32.68a	13.67a	10.45ab	3.30a	3.60a	0.97ab
	C	31.29a	12.77ab	9.41b	3.44a	3.64a	1.13a
	D	31.37a	13.78a	10.52a	3.03a	3.68a	0.83b
	CK	33.66a	12.15b	9.38b	3.13a	3.81a	0.89b
Chin-Shin Oolong							
4/1	A	29.95ab	10.71a	11.38a	2.29ab	6.14a	0.675a
	B	29.51b	10.63a	11.21a	2.22b	5.70b	0.703a
	C	30.9ab	10.48a	10.36a	2.31ab	6.04ab	0.782a
	D	30.77ab	10.82a	10.58a	2.26ab	5.88ab	0.679a
	CK	31.79a	10.87a	11.21a	2.35a	5.70b	0.645a
5/6	A	32.14a	12.77a	10.56a	3.31a	4.16a	1.16a
	B	32.61a	12.70a	10.96a	3.14a	4.37a	1.13a
	C	32.81a	12.94a	10.64a	3.30a	4.37a	1.09a
	D	32.79a	13.36a	11.04a	3.20a	4.26a	0.87b
	CK	32.76a	13.40a	11.06a	3.23a	4.58a	0.66c

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表十四、茶園種植不同覆蓋作物台茶 12 號茶樹芽葉色澤比較（秋茶，2004）

Table 14. Comparison of bud tincture of cultivar TTES No.12 under different cover crops in tea farm in autumn, 2004

Treatment	Leaf greenness	L	a	b	△E
A	58.5a *	32.5ab	- 10.3b	12.4bc	62.7ab
B	48.6b	33.4a	- 11.0a	13.4ab	62.2b
C	62.0a	31.1b	- 9.8b	11.3c	63.8a
D	41.4c	34.6a	- 11.4a	14.5a	61.3b
CK	43.3bc	34.1a	- 11.0a	14.0ab	61.5b

L: luminosity (0 is black, 100 is white). a: color coordinates, + is red, - is green.

b: color coordinates, + is yellow, - is blue. △E: color differences.

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表十五、茶園種植不同覆蓋作物茶樹葉片濃綠值比較 (冬茶, 2004)

Table 15. Comparison of leaf greenness value of tea tree under different cover crops in tea farm in winter, 2004

Treatment	Leaf greenness			
	TTES No.12		Chin-Shin Oolong	
	Mature leaf	3 rd leaf	Mature leaf	3 rd leaf※
A	83.9a	52.2a *	79.0a	51.2a
B	83.8a	46.6b	73.0ab	42.9b
C	85.0a	52.4a	80.9a	53.3a
D	82.9a	46.7b	69.2b	40.7b
CK	85.2a	44.4b	69.7b	41.4b

※: The Chin-Shin Oolong 3rd leaf examine in spring, 2005., the other examine in winter, 2004.

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

表十六、不同覆蓋作物對台茶 12 號茶樹製茶品質之影響 (2005)

Table 16. Influence on tea quality of cultivar TTES No. 12 under different cover crops in tea farm, 2005

Date (M/D)	Treatment	Tea quality					
		Appearance	Color	Liquor %	Aroma	Taste	Total
3/7 Spring tea	A	6.8a	7.0a	12.5ab	20.3a	21.0a	67.5a
	B	6.8a	6.8a	12.0b	19.5a	19.5b	64.5b
	C	7.0a	7.0a	13.0a	20.3a	18.0c	65.3b
	D	6.5a	6.8a	12.0b	18.8a	18.0c	62.0c
	CK	6.8a	6.8a	13.0a	19.5a	21.0a	67.0a
4/28 Spring tea	A	7.3a	7.5a *	15.5a	21.6a	21.8ab	73.6a
	B	6.8a	6.8b	16.0a	21.0a	22.5a	72.9a
	C	6.8a	7.5a	15.5a	20.4a	20.3b	70.4a
	D	7.5a	7.3ab	15.0a	19.0a	21.0ab	69.8a
	CK	7.0a	7.5a	15.5a	21.0a	21.6ab	72.6a
6/20 Summer tea	A	7.5a	7.5a	12.9a	19.1b	19.1c	66.1c
	B	6.8a	7.0b	13.9a	19.7a	19.3bc	66.6abc
	C	6.8a	6.8b	13.5a	19.7a	19.7ab	66.4bc
	D	7.0a	7.5a	13.9a	19.9a	19.5bc	67.8a
	CK	7.0a	7.1ab	13.8a	19.9a	19.9a	67.6ab
8/11 Summer tea	A	6.5a	6.5a	14.3a	19.3b	19.8a	66.3a
	B	6.7a	6.7a	14.3a	19.5ab	19.8a	67.0a
	C	6.5a	6.6a	14.0a	19.3b	19.5a	65.9a
	D	6.4a	6.6a	14.3a	17.8a	19.3a	66.3a
	CK	6.5a	6.6a	13.8a	19.8a	19.8a	66.4a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;
CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

七、對製茶品質的影響

茶園行間種植覆蓋作物對製茶品質的影響，以官能品評總分來看，在台茶 12 號茶園覆蓋第一年秋茶，大葉爬地藍覆蓋區製茶品質優於其他處理區，冬茶反而是雷公根及對照區優於其他處理區，並達顯著差異，其餘則無顯著差異（資料未列）。覆蓋第二年第一次春茶品質以多年生花生 Golden Glory 覆蓋區最佳，雷公根覆蓋區表現最差；但到了夏茶反而是雷公根覆蓋區表現最佳，而多年生花生 Golden Glory 覆蓋區最差（表十六）。青心烏龍試區之製茶品質在各季節處理間並沒有明顯差異（表十七）。由上述結果顯示製茶品質並沒有一致性的變化，所以茶園不因種植了不同覆蓋作物，而對製茶品質有顯著的影響。

表十七、不同覆蓋作物對青心烏龍茶樹製茶品質之影響（2005）

Table 17. Influence on tea quality of cultivar Chin-Shin Oolong under different cover crops in tea farm, 2005

Date (M/D)	Treatment	Tea quality					
		Appearance	Color	Liquor %	Aroma	Taste	Total
3/31 Spring tea	A	6.8a	7.0b *	15.0a	21.0a	20.5a	70.3a
	B	7.0a	7.0b	14.0a	20.5b	20.5a	69.0a
	C	6.3a	7.5a	14.0a	21.0a	19.5b	68.3a
	D	6.5a	6.3c	14.5a	19.8c	20.0ab	67.0a
	CK	6.0a	6.5c	14.8a	19.5c	20.5a	67.3a
5/16 Spring tea	A	6.6a	6.6a	15.0a	19.6a	19.6a	67.5a
	B	6.6a	6.5a	14.4a	20.3a	20.3a	68.0a
	C	7.3a	6.6a	14.0a	20.3a	20.9a	69.0a
	D	7.1a	6.4a	14.5a	19.5a	19.5a	67.0a
	CK	7.0a	7.0a	14.5a	19.5a	21.1a	69.1a
6/30 Summer tea	A	7.3a	7.4b	15.1a	21.2a	21.0b	71.9ab
	B	7.1a	7.1c	15.0a	21.2a	21.0b	71.4b
	C	7.5a	7.4ab	14.9a	21.4a	21.2b	72.4ab
	D	7.4a	7.5ab	15.0a	21.6a	21.8ab	73.3ab
	CK	7.4a	7.6a	15.0a	22.1a	22.1a	74.2a
8/18 Summer tea	A	6.9a	6.9a	13.7ab	21.0a	21.5a	69.5a
	B	6.9a	6.9a	13.0b	20.8a	21.5a	69.1a
	C	7.1a	7.1a	13.5ab	20.5a	22.0a	70.2a
	D	7.1a	7.1a	14.0a	20.8a	21.5a	70.5a
	CK	7.2a	7.2a	14.0a	21.0a	21.0a	70.4a

A: Perennial peanut Golden Glory; B: Perennial peanut Amarillo; C: Trailing Indigo; D: Asiatic Pennywort;

CK: uncovered field

*: Means followed by the same letters within each column are not significantly different at 5% level according to Duncan's multiple range test.

誌 謝

本研究承行政院農業委員會 92 農科-1.1.1-茶-T2、93 農科-1.1.1-茶-T2、94 農科-1.3.1-茶-T2 補助經費，試驗期間並獲陳秀慧小姐、柯憲達及陳清海先生協助調查及分析工作，特此誌謝。

參考文獻

1. 王立.1993.茶樹所需的大量礦質元素及其生理功能.中國茶經 (陳宗懋主編) .pp. 73-75.上海文化出版社。
2. 吳振鐸、高銘俊.1954.氣候因素對茶鮮葉中乾物量及茶單寧含量之影響.茶葉研究論文集.pp. 177-190.平鎮茶業試驗所報告。
3. 邱垂豐.2005.茶樹開花之研究.國立中興大學農藝學研究所博士論文(未出版).pp. 15-49。
4. 邱勝範.2004.覆蓋與敷蓋對坡地茶園水土保效益與生長之影響.國立屏東科技大學水土保持研究所碩士論文(未出版).p. 72。
5. 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.台灣茶業研究彙報 11: 33-44。
6. 陳信言.2006.參試覆蓋作物對茶園土壤環境及茶樹生長之影響.國立屏東科技大學熱帶農業暨國際合作研究所碩士論文(未出版).p. 100。
7. 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。
8. 張清寬、廖慶樑、江正享.2000.坡地幼木茶園不同地表處理茶樹生育及土壤沖蝕影響研究.臺灣茶業研究彙報 19: 89-100。
9. 張賢明、于慧珍、鄭慶生.1979.覆蓋與敷蓋處理之樣果根系分佈調查.中華水土保持學報 10: 145-161。
10. 楊昌雲、朱永興.1999.茶樹生殖生長之影響因素及控制方法.中國茶葉 21: 6-7。
11. 臺灣省茶業改良場.1993.臺灣省茶業改良場茶樹育種程序.台灣茶業研究彙報 12: 147-154。
12. 蔡右任、阮逸明.1987.茶葉中咖啡因快速簡便測定法之研究.台灣茶業研究彙報 6: 1-7。
13. 蔡永生、區少梅、張如華.1990.不同品種包種茶官能品質與化學組成之特徵與判別分析.台灣茶業研究彙報 9: 79-97。
14. 鄭混元.1999.葉色及葉綠素含量與綠茶品質之關係研究.台灣茶業研究彙報 18: 77-84。
15. 鄭混元.2001.植草及敷蓋對茶園土壤環境及茶芽生育、產量及製茶品質之影響.台灣茶業研究彙報 20: 13-28。
16. 鄭慶生.2004.坡地果園覆蓋作物之水土保持效益研究.國立屏東科技大學水土保持研究所碩士論文(未出版).p. 70。
17. Association of Official Agricultural Chemists. 1983. Official methods of analysis. Ed. by Horwitz, W., A.O.A.C., Washington D. C., U.S.A.
18. Chapman, H. D. and P. F. Pray. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. p. 170. Univ. Calif., U. S. A.
19. Iwasa, K. 1975. Methods of chemical analysis of green tea. JARQ 9: 161-164.
20. Moore, S. and W. H. Stein. 1948. Photometric ninhydrin method for use the chromatograph of amino acid. J. Biol. Chem., 176: 376-388.
21. Sakar, S. K. and R. E. Howarth. 1976. Specificity of the vanillin in test for flavanols. J. Agric. Food. Chem., 24: 317-320.
22. Skroch, W. A. and J. M. Shribbs. 1986. Orchard floor management: an overview. HortScience 21: 390-394.
23. Somogyi, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. J. Biol. Chem., 160: 61-68.

Effects of Different Cover Crops on the Soil Environment and Growth of Tea Trees, II: Tea Growth and Tea Quality

Shin-Yan Chen¹ Horng-Jey Fan¹ Hun-Yuan Cheng¹ Ching-Hsiang Hsieh²

Summary

The study was conducted to investigate the influence of different cover crops on soil environment in tea farms and growth of tea trees. Four entries of cover crops were chosen, including perennial peanut Golden Glory (treatment A), perennial peanut Amarillo (treatment B), Trailing Indigo (treatment C), Asiatic Pennywort (treatment D), and cultivated in tea farm along with the control treatment (uncovered field, CK).

The fresh tea leaves yield in treatment A of different seasons increased significantly from 25.06 to 81.14%, and 38.5 to 90.57% in treatment C, but decreased in treatment D in the 2nd year of the experiment. The quality of tea buds in treatment A and C were better than control. Chemical contents (including minerals) of tea bud and green tea, and evaluation of manufactured tea quality showed no obvious differences among all treatments. There was no distinct variation in tea quality among all treatments.

In summary, perennial peanut Golden Glory was the best cover crop in a tea farm for this experiment, and a recommendation can be made to investigate the model of long-term cover crops on tea cultivation management. This information provides consultations to farmers for application and promotion of this system in the future.

Key words: Tea tree, Cover crop, Perennial peanut

-
1. Associate Biochemist, Assistant Agronomist, Associate Agronomist, Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan, R.O.C.
 2. Professor, Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science & Technology, Pingtung, Taiwan, R.O.C.

茶樹採摘芽葉量測色澤數值化之建立

I、建立茶樹各品種芽葉色澤色差計數值的基本資料

范宏杰¹ 鄭混元¹ 古明萱²

摘 要

建立茶樹品種芽葉色澤之數值資料庫，並作歸類分群。由歸類分群中篩選不同葉片色澤之茶樹品種，品種園編號 1~121 號（實際 117 個）品種之一心三葉茶芽，經利用色差計測量，以第三芽葉色澤區分為四個色系區域：第一區段為深綠色系、第二區段為綠色色系、第三區段為淺綠色系、第四區段為黃綠色系。各區域品種數因季節性略有差異。茶葉芽葉色澤綠色強度，隨生育期進展而增強；葉片之葉綠素總量和葉綠素計讀值均隨生育期進展亦上升趨勢。SPAD（Soil-Plant Analyses Development unit）讀值與色相角 hue（ $H^*(ab)$ ）呈正相關，相關係數為 0.94。以葉綠素計及色差計測得的 CMR（SPAD 讀值）亦提高、 a^* 值更偏（負）綠色值，色相角越大。

關鍵字：茶樹、芽葉色澤、色相角、色差計

前 言

茶樹是多年生採摘嫩芽葉的作物。依分枝性狀的差異，可分為喬木、半喬木及灌木型等三類型，目前台灣栽植之茶樹大多屬灌木型。在台灣的氣候條件及栽培管理下，一年採摘次數往往達四至七次之多（馮等，1993；鄭，1995；李與陳，2001）。茶樹可由頂芽、腋芽及枝條上的不定芽發育生長出新梢，俗稱芽葉，其幼嫩之一心二葉或三葉為採摘加工利用的部分。芽依生長型態可分生長芽（growing shoot）、對口芽（banjhi shoot）及休眠芽（dormant shoot）（陳，1994）。對口芽又稱駐芽，駐芽兩側的葉隨即開面，此種形成駐芽的幼枝俗稱「對口枝」，所採摘的芽俗稱「對口芽」、「對口葉」為休眠芽的一種（林等，2003）。

茶芽按生長季節可分為春芽、夏芽、秋芽及冬芽；春夏形成者在夏秋季生長，夏秋季形成者在秋

1. 行政院農業委員會茶業改良場台東分場 助理研究員、副研究員兼茶作課長。台灣 台東縣。
2. 國立屏東科技大學農園生產系教授。台灣 屏東縣。

冬季生長，由於芽葉生長易受到氣溫、日照、水分及養分狀態等環境因子影響，致新生芽葉之外部形態及化學成分變異頗大，影響產量及品質（陳，1994）。新生芽葉發育成無托葉、單葉互生、多鱗片，可分為魚葉和真葉兩種。魚葉是發育不完全的葉片，一般所稱的葉片是指真葉，屬於完整的葉片，由葉柄及葉基組成。其形狀有橢圓形、長橢圓形、卵形及披針形。葉色有淡綠色、綠色、濃綠色、黃綠色及紫綠色之分。葉背則密生茸毛，葉開度一般為 2/5。每一成熟葉片的壽命大約為 324 天（莊，1979；劉，1985a 及 1985b；林等，2003）。

吳與馮等研究茶芽茸毛、嫩葉細胞組成、石核細胞、茶芽色澤與製茶品質的關係，已有初步結果可應用（馮，1988）。茶樹品種及其生長環境對茶葉色澤有很大影響，不同的茶樹品種其鮮葉色澤及葉綠素、茶多酚的含量不同。同時，茶樹因生長季節不同，其鮮葉的葉綠素及茶多酚等生化成分含量也有較大差異（王，2003）。芽葉的顏色與製茶品質關係十分密切（馮，1988；鄭，1999）。茶芽芽色（bud color）調查的判別區分：1. 濃綠（dark green）；2. 綠（green）；3. 綠中帶黃（yellowish green）；4. 綠中帶紫（purple green）；5. 黃中帶綠（greenish yellow）；6. 黃（yellow）；7. 淡黃（pale yellow）；8. 紫（purple）；9. 紫紅（red purple）（行政院農業委員會茶業改良場，2003）等幾種。一般葉色淡的宜製紅茶、葉色濃綠的宜製綠茶、而紫色茶芽製紅、綠茶品質不佳。根據茶業改良場魚池分場（2003 及 2004）試驗，在茶樹育種後代單株選拔過程中，茶園內常會發現不同比例的紫色芽新個體，紫色芽因富含花青素，茶葉中花青素含量一般約佔乾物重的 0.01% 左右，但紫色芽葉可高至 0.5-1.0%。有的品種在較強的光照和較高的氣溫下，常使茶葉中花青素含量增高，茶的芽葉也呈紫色，若製成不發酵或輕發酵茶類，沖泡後茶湯之湯色較暗呈褐綠色，葉底為靛藍色，滋味苦澀，品質欠佳，所以一般均會在選拔過程中加以淘汰。但近年來研究顯示，花青素具有很強的抗氧化保健效果，隨著人們對健康意識的訴求不斷增強，富含花青素的產品的開發研究漸漸受到重視（林等，2005）。印度 Assam 大葉種的花青素含量均極低，茶芽帶黃綠色，而中國小葉種花青素的含量均較高，茶芽多帶紫紅色適製綠茶、包種茶或烏龍茶以含有花青素為宜（吳，1966、1991；陳與李，2000）。茶的芽葉呈紫色，若製成不發酵或輕發酵茶類，茶湯之湯色較暗呈褐綠色，葉底為靛藍色，滋味苦澀，品質均差。

茶葉色澤是茶葉在自然狀態下所表現出來的顏色狀況（王，2003）。會因品種的不同各有其特色，無論在育種先期指標（馮，1998）或製茶品質的關係（吳，1980、1992；馮，1988；鄭，1999；吳與陳，2000）、茶樹病蟲害預測與防治（巫等，2003），必須具備品種芽葉色澤色差計數值的基本資料，因此本研究擬利用較不受人為因素影響之色澤判定的色差儀器來建立茶樹各品種芽葉色澤的基本資料。

材料與方法

（一）試驗材料

本研究選用行政院農業委員會茶業改良場台東分場歷年搜集之台灣地區現有栽培品種（表一）三年生茶樹之芽葉。

（二）試驗方法

1. 於春、夏、秋三季茶芽採摘期時，每一試驗品種隨機採取 10 個一心三葉茶芽測定。

(1) 茶芽芽葉色澤測定：以色差計（Simple Spectrophotometer, Nippon Denshoku NF-333）測定數值資料。

(2) 茶芽芽葉色澤測定：以葉綠素測計（chlorophyll-meter, SPAD-502, Minolta Co, Ltd., Japan.）測定數值資料。

2. 並參考鄭（1999）研究方法，依當時葉片色澤之深淺，利用色票分為深綠、綠、淺綠、黃綠色

系四類。

3. 依據(1)(2)芽葉色澤之數值資料區間分組；並探討適製綠茶、包種茶、紅茶等品種及野生茶等之色澤數值特性。

(三) 試驗統計

採隨機取十芽重複計算迴歸。結果利用均值±標準差($\bar{X} \pm SE$)表示。

(四) 試驗期間

自 93 年 1 月 1 日至 93 年 12 月 31 日。

表一、選測品種及其編號

Table 1. Tested cultivars and their serial number

No. Cultivar	No. Cultivar	No. Cultivar	No. Cultivar	No. Cultivar
1 台茶一號	26 白心武夷	51 白葉	76 黃柑	101 樂野山茶
2 台茶二號	27 紅心武夷	52 蒔茶	77 大紅袍	102 永康山山茶
3 台茶三號	28 武夷	53 平水	78 香櫞	103
4 台茶四號	29 大藤	54 駿河生	79 瑞穗大葉烏	104 福雲七號
5 台茶五號	30 楓仔林	55 藪北	80 烏骨	105
6 台茶六號	31 梅占	56 竹葉	81 牛埔	106 早種
7 台茶七號	32 水仙	57 小葉竹葉	82 大吉嶺	107 青心烏龍
8 台茶八號	33 皋盧	58 宇治	83 緬甸	108 黃心烏龍
9 台茶九號	34 香耳	59 黑面早種	84 山茶	109 白心烏龍
10 台茶十號	35 橫這大葉	60 青心早種	85 赤芽山茶	110 紅心烏龍
11 台茶十一號	36 鹽川	61 基隆白種	86 Shan	111 大葉烏龍
12 台茶十二號	37 小粗坑	62 刺種	87 Manipuri	112 青心大有
13 台茶十三號	38 天公	63 伸蔓種	88 Kyang	113 紅心大有
14 台茶十四號	39 薄葉	64 晚種	89 Jaipuri	114 大有
15 台茶十五號	40 桂花	65 四季春	90 Assam indigenous	115 毛仔
16 台茶十六號	41 柑仔	66 不知春	91 祁門	116 烏金
17 台茶十七號	42 柑仔(黃)	67 基隆金龜	92 FKK-22	117 白毛猴
18 台茶十八號	43 黃枝	68 金龜	93 瀨頭山茶	118 大滴灣白毛猴
19	44 三叉枝蘭	69 桃仁烏	94 龍頭山茶	119 兔仔坑白毛猴
20	45 文山枝蘭	70 桃仁種	95 南鳳山山茶	120 黑毛猴
21 含笑	46 枝蘭	71 牛屎烏	96 鳳凰山茶	121 福州
22 硬枝紅心	47 淡水青心	72 湖南	97 德化社山茶	
23 硬枝早種	48 大湖尾	73 漢口	98 眉原山茶	
24 鐵觀音	49 文山大葉烏	74 紅尾仔	99 鳴海山山茶	
25 小葉鐵觀音	50 林口大葉烏	75 貓耳	100 水井山山茶	

結 果

(一) 茶樹品種芽葉色差值

分別於春季 (93 年 4 月 7 日)、夏季 (93 年 7 月 29 日)、秋季 (93 年 9 月 30 日) 在茶業改良場台東分場品種園各品種隨機選取十個芽葉, 以色差計測量葉片色澤值。各品種春茶編號及其色差數值詳如表二 (夏茶與秋茶資料未列出)。

本試驗選測品種編號由 1~121 號, 共 117 個品種 (系), 其中編號 19、20、103、105 無種植品種, 故無取樣, 而部分品種因生育情形不佳, 亦未取樣, 春季時 58 宇治 (Uji)、夏秋兩季時 58 宇治 (Uji) 和基隆金龜 (Keelung Jin Guei) 未取樣。本試區種植 117 個品種 (系) 粗略編號分類可分為: 1~18 為台茶系列 (TTES No.1~18), 共 18 個品種。不發酵茶 (綠茶) 為 41~58, 共 18 個品種。部分發酵茶 (包種茶、烏龍茶、鐵觀音) 為 21~40、59~81、106~121, 共 59 個品種。完全發酵茶 (紅茶) 為 82~83、86~92、104, 共 10 個品種。野生山茶為 84~85、93~102, 共 12 個品種。本試驗時依推廣手冊註冊的台茶系列適製性再將其分別歸納於各茶類; 即不發酵茶 (綠茶) 包括 22 個品種 (編號: 6、9、10、16、41~58)。部分發酵茶 (包種茶、烏龍茶、鐵觀音) 包括 65 個品種 (編號: 5、12、13、14、15、17、21~40、59~81、106~121)。完全發酵茶 (紅茶) 包括 18 個品種 (編號: 1、2、3、4、7、8、11、18、82~83、86~92、104)。野生山茶包括 12 個品種 (編號: 93~102)。

(二) 茶樹品種在不同季節之葉片色澤色差範圍:

分別於春、夏及秋三季於適採期時, 進行不同品種茶樹採隨機取十個茶芽以色差計測量葉片色澤值, 並參考鄭 (1999) 研究方法, 依當時葉片色澤之深淺, 利用色票分為深綠、綠、淺綠及黃綠色系四類。

1. 春季: 不同茶樹品種隨機取適採期茶芽一心三葉十個茶芽, 以色差計測量第三葉葉片色澤值 (圖一), 其 L^* 值平均在 26~50 之間, a^* 值平均在 -32~-7 之間, b^* 值平均則在 19~56 之間, $dE(H)$ 值在 57.79~83.18 之間 (表二)。以 $dE(H)$ 值分為四區段: 第一區段~70 為深綠、第二區段 69~66 為綠、第三區段 65~61 為淺綠色、第四區段 60~為黃綠色。以第三芽葉色澤區分 (表三): 第一區段為深綠 (13 個品種)、第二區段為綠 (47 個品種)、第三區段為淺綠色 (38 個品種)、第四區段為黃綠色 (18 個品種)。

2. 夏季: 不同茶樹品種隨機取適採期茶芽一心三葉十個茶芽以色差計測量第三葉葉片色澤值 (圖 1), 其 L^* 值平均在 32~55 之間, a^* 值平均在 -23~-9 之間, b^* 值平均則在 16~49 之間, $dE(H)$ 值在 54.02~67.11 之間。以 $dE(H)$ 值分為四區段: 第一區段~64 為深綠、第二區段 63~61 為綠、第三區段 60~57 為淺綠色、第四區段 57~為黃綠色。以第三芽葉色澤區分 (表三): 第一區段為深綠 (12 個品種)、第二區段為綠 (45 個品種)、第三區段為淺綠色 (42 個品種)、第四區段為黃綠色 (16 個品種)。

3. 秋季: 不同茶樹品種隨機取適採期茶芽一心三葉十個茶芽以色差計測量第三葉葉片色澤值 (圖一), 其 L^* 值平均在 25~52 之間, a^* 值平均在 -22~1.12 之間, b^* 值平均則在 8~40 之間, $dE(H)$ 值在 72.89~54.45 之間。以 $dE(H)$ 值分為四區段: 第一區段~64 為深綠、第二區段 63~62 為綠、第三區段 61~60 為淺綠色、第四區段 59~為黃綠色。以第三芽葉色澤區分 (表 5): 第一區段為深綠 (11 個品種)、第二區段為綠 (33 個品種)、第三區段為淺綠色 (51 個品種)、第四區段為黃綠色 (20 個品種)。

就不同季節而言, 茶葉芽葉所測得的色差值中的 L^* 值由春季至夏季逐漸增加, 夏季後至秋季則又稍稍下降。 b^* 值亦有相同趨勢。 a^* 、 ΔE 值則呈相反走勢, 夏季反而較低 (圖一)。

春季各品 (系) 種第三嫩葉色澤色差值資料 (表二) 中的明度與彩度統計分析作圖 (圖二), 明顯可見 116 個品 (系) 種主要分佈於圖左上及圖偏右下兩大群組, 圖偏左上的群組 L^* 值分佈在 33~45

間，C 值在 23~38 間，共 38 個品（系）種。圖偏右下的群組 L* 值分佈在 26~40 間，C 值在 39~65 間，共 78 個品（系）種。不發酵茶品（系）種，主要分佈在圖偏左上的群組，全發酵茶品（系）種，主要分佈在圖偏右下中左下的群組，野生茶品（系）種，主要分佈在圖偏右下中右上的群組。部分發酵茶則兩個群組均有分佈。

春季各品（系）種第三嫩葉色澤色差值資料（表二）中的色相角度與色度 -b* 值統計分析作圖結果（圖三），亦可看出各茶樹品（系）種分佈在圓形圖的第二象限，並分別以 120° 角軸線兩旁，配合 b 值在 15~35 間成一個群組。及 110° 角軸線兩旁，配合 b 值在 15~35 間成一個群組。大部分的不發酵茶品（系）種分佈在於以 120° 角軸線兩旁，所成的群組，共包括：編號 41、50、49、48、51、44、47、56、46、43、53、57、52、55、45、42、6、54 等 18 種。及部分發酵茶共包括：編號 79、61、76、69、81、60、80、67、66、78、71、70、65、73、75、62、63、68、64、74、59、77 等共 23 種，亦分佈此群組。另外部分發酵茶及全發酵茶與野生茶則分佈在另一以 110° 角軸線兩旁所成的群組。

春季各品（系）種第三嫩葉色澤色差值資料（表二）中的色相角度與色度 -a* 值統計分析作圖結果（圖四），各茶樹品（系）種分佈在圓形圖的第二象限，其結果與以色度 -b* 值所作成圖三結構相仿。

春季各品（系）種第三嫩葉色澤色差值資料（表二）中的色相角度與本試驗依製茶類別分 1：不發酵茶。2：部分發酵茶。3：全發酵茶。4：野生茶之統計分佈繪圖（圖五）。可發現 1：不發酵茶的 H 值在 127.35~75.35 間。2：部分發酵茶的 H 值在 138.58~89.95 間。3：完全發酵茶的 H 值在 111.90~100.56 間。4：野生茶的 H 值在 119.43~99.97 間。

討 論

本試驗測定 116 個品種。L* a* b* 表色系的值，春季的 L* 值平均在 26~50 之間，a* 值平均在 -32~-7 之間，b* 值平均則在 19~56 之間（表二）。夏季的 L* 值平均在 32~55 之間，a* 值平均在 -22~-9 之間，b* 值平均則在 16~49 之間。秋季的 L* 值平均在 25~52 之間，a* 值平均在 -22~1.12 之間，b* 值平均則在 8~40 之間。此與日高 保在 1992 年。茶遺傳資源中國種新芽的葉色測定研究中，測定 94 個體的一番茶（春茶）新芽鮮葉 L* 值為 34.8~61.0、a* 值為 -16.9~-7、b* 值為 7.7~41.1，有相似結果。

日高 保（1992）尚指出以 a*、b* 值色度座標繪圖，測定值除最上部分外，呈現由左上向右下（負斜率）的直線關係，最上部為接近黃色、接著為黃綠色、淡綠色、綠色、然後為暗綠色，最下部分為暗綠褐色及紫褐色。本試驗由春季表二資料及圖三亦有相似結果。另在茶芽生育期間不同採摘期與芽葉色澤之變化試驗中不論第二嫩葉或第三嫩葉，以不同時間採摘所測得的 a*、b* 值色度座標繪圖亦呈相似結果。

以 dE (H) 所排列區分深綠、綠、淺綠和黃綠四個色系，亦隨著 dE 而有所變動，造成季節性變化品種歸屬色系的差異。然芽色與品種密切相關，變異不大（陳與李，2000）。以色相角 hue (H*(ab))（柯，2000；古與柯，2004；Nassau, 1998）圖來紀錄茶芽色澤實況較能有色系區劃的概念。例如綠茶系列色相角多在 121°~127° 間，紅茶系列色相角多在 100°~111° 間，野生山茶系列色相角多在 99°~102° 間，半發酵茶系列色相角分佈較廣多在 88°~138° 間（圖三、四、五）。就茶葉芽葉色澤中彩度而言，綠茶系列彩度多在 21~38 間，紅茶系列色相角多在 40~53 間，野生山茶系列色相角多在 50~65 間，半發酵茶系列色相角分佈較廣多在 24~50 間（圖三、四、五）。由上述及圖三、四、五可發現，利用色差計測定值計算所得色相角作圖，可明確的區分出適製綠茶（不發酵茶）茶樹品種及屬於適製紅茶（全發酵茶）的大葉種及野生茶等茶樹品種。

此種茶樹品（系）種的特性與蔡（2003）所研究探討的台灣茶樹種源遺傳歧異度的結果相同。大

葉種(阿薩姆種)、大葉種的雜交育成品系的紅茶類品(系)種與野生茶有較相近的分群歸類,其芽葉色澤較偏黃;綠茶品(系)種其芽葉色澤較濃綠。半發酵茶其芽葉色澤則如同其發酵程度般地廣泛分佈。

結 論

各品種芽葉利用色差計測定色澤數值可分為 L^* 、 a^* 、 b^* 、 ΔL^* 、 Δa^* 、 Δb^* 、 ΔE 、 H^* 、 C^* ...等表示方式,其中 H^* 、 C^* 與葉綠素計測定讀值關係較密切(相關係數分別為 0.811 及 -0.851),另則 H 為角度值,配合色相品圖可使觀測者清晰明瞭樣品顏色分布的位置。其所建立之品種芽葉色澤色差計數值化資料,較能讓使用者體會出基本色彩位置。利用色差計測定值計算所得色相角作圖,可明確的區分出適製綠茶(不發酵茶)茶樹品種及屬於適製紅茶(全發酵茶)的大葉種及野生茶等茶樹品種。

誌 謝

本研究承行政院農業委員會 93 農科-1.1.1-茶- T2、94 農科-1.3.1-茶-T2 補助經費,試驗期間並獲陳秀慧小姐、柯憲達及陳清海先生協助調查及分析工作,特此誌謝。

參考文獻

1. 王文杰.2003.茶葉色澤研究概況及其前景.福建茶葉 4: 31-32。
2. 行政院農業委員會茶業改良場.2003.台灣茶樹種原圖誌.桃園。
3. 古明萱、柯碧珍.2004.包裝處理對葉用甘藷採收後品質之影響.作物、環境與生物資訊 1: 55-66。
4. 巫嘉昌、林木連、黃文達、許明晃、楊志維、蔡養正、張新軒、楊棋明.2003.以衛星遙測監測茶枝枯病之可行性研究:(一)罹病茶樹葉片之色素與反射光譜特徵分析.中華農學會報.13: 283-293。
5. 李淑美、陳右人.2001.溫度對茶樹芽葉生育之影響.臺灣茶業研究彙報 20: 175-184。
6. 吳振鐸.1966.茶樹雜種優勢之利用的研究.中華農學會報 新 55: 1-17。
7. 吳振鐸.1968.茶樹葉部解剖及其與茶葉品質的關係研究.中華農學會報 新 64: 29-44。
8. 吳振鐸.1980.茶葉.台灣農家要覽.pp. 502-563.農林廳農業試驗所平鎮分所抽印。
9. 吳振鐸.1992.從茶樹“著葉姿態”談新品種之鑑定及其展望.科學農業 40(5, 6): 254-258。
10. 林木連、蔡右任、張清寬、陳國任、楊盛動、陳英玲、賴正南、陳玄、張如華.2003.台灣的茶葉.遠足文化事業有限公司.台北。
11. 林金池、邱垂豐、蔡俊明.2005.紫芽茶之選育與利用.94 農科-茶-1.3.1--T2(6).<http://web.aac.org.tw/pds/detail1.asp?CTRL=941198>
12. 柯碧珍.2000.葉菜甘藷採收後之生理與品質反應.國立屏東科技大學熱帶農業研究所碩士論文(未出版).p. 134。
13. 陳右人、蔡俊明.1999.臺灣現有茶樹品種嫩梢與葉片性狀調查臺灣茶業研究彙報 18: 1-21。
14. 陳坤龍、李淑美.2000.茶樹芽葉色澤標定及應用.中國園藝 46(3): 331-335。
15. 陳國任.1994.東部茶區早春及晚冬時期茶樹芽葉生長模式與化學成分之研究.臺灣茶業研究彙報 13: 27-40。
16. 馮鑑淮.1988.茶樹育種提早選種指標的研究 I.品種芽葉農藝性狀與產量及部分發酵茶品質的路徑

分析研究.臺灣茶業研究彙報 7: 79-90。

17. 馮鑑淮、蔡俊明、施金柯、陳右人.1993.海拔高度與茶樹採摘週期芽葉農藝性狀及包種茶品質的影響研究.臺灣茶業研究彙報 12: 47-64。
18. 馮鑑淮、陳國任、陳右人.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。
19. 馮鑑淮、陳國任.1995.東部茶樹品種產期、產量、化學成分與包種茶品質之比較研究.臺灣茶業研究彙報 14: 27-45。
20. 馮鑑淮.1997.東部冬季淺剪枝時期對茶樹產期調整及產量之影響.臺灣茶業研究彙報 16: 37-50。
21. 莊晚芳.1979.茶樹栽培學. 浙江農業大學農業出版社。
22. 葉速卿、吳振鐸.1976.茶葉中葉綠素之含量與綠茶品質之關係研究.台灣農業季刊 12(4): 1-12。
23. 劉熙.1985a.茶樹生理與種植.五洲出版社.台北市。
24. 劉熙.1985b. 茶樹栽培與茶葉初製.五洲出版社.台北市。
25. 蔡依真.2003.台灣茶樹種源遺傳歧異度研究與分子指紋之建立.國立台灣大學農藝學研究所碩士論文(未出版).p. 81。
26. 鄭混元.1995.東部茶區氣象條件對茶樹芽葉生育之影響.臺灣茶業研究彙報 14: 47-64。
27. 鄭混元.1999.葉色及葉綠素含量與綠茶品質之關係研究.臺灣茶業研究彙報 18: 77-84。
28. 日高保.1992.茶遺傳資源中國種新芽 葉色測定。茶研報 76(別): 6-7。
29. Nassau, K. 1998. Color for science, art and technology. The Netherlands.

Establishment of Numerical Measurement Method for Plucking Shoot Color in the Tea Plant, I: Establishment of Numerical Databank for Bud and Leaf by Color Difference Measurement

Horng-Jey Fan¹ Hun-Yuan Chen¹ Ming-Shaiun Guu²

Summary

In this study numerical databank for tea bud and leaf color was set up for different tea cultivars. Tea cultivars were sorted and divided into groups to screen different blades color. Color difference measurement was conducted on the three-leaf bud of tea cultivars in Cultivar Field No. 1 ~ 121 (actually 117). The best position of measurement was the down-left of the third leaf. There were four parts of the bud color. The first was deep-green, second part was green, third part was light-green, and the fourth part was yellow-green. There is a slight difference according to the region's cultivars and season. The color of tea bud became greener as it grew. The content of chlorophyll also increased. The SPAD value increased with the development of tea bud. SPAD value and Hue angle ($H^*(ab)$) presented a positive correlation. Correlation coefficient was 0.94. The values of SPAD and color difference meter were high. The a^* value was more negative, and the color was dark green. So the hue angle was nearing 130 degrees.

Key words: Tea tree, Color of bud and leaf, Hue, Color difference meter

-
1. Assistant Agronomist, Associate Agronomist, Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan, R.O.C.
 2. Professor, Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science & Technology, Pingtung, Taiwan, R.O.C.

表二、春季芽葉第三嫩葉色差值

Table 2. The color difference of the third leaf in the spring

No.	Cultivars	L*	a*	B*	dE*(ab)	C*	H*	spad
trg		94.89	-0.63	1.47	0.00	1.60	113.03	
1	TTES No. 1	40.13	-15.42	44.68	71.30	47.26	109.04	16.1
2	TTES No. 2	33.32	-15.90	41.27	74.89	44.23	111.07	20.3
3	TTES No. 3	30.29	-15.69	39.03	76.22	42.06	111.90	22.0
4	TTES No. 4	28.69	-15.80	41.30	78.73	44.22	110.94	20.1
5	TTES No. 5	27.72	-15.21	38.09	77.88	41.01	111.76	21.8
6	TTES No. 6	33.06	-23.70	43.28	78.12	49.35	118.71	36.1
7	TTES No. 7	43.05	-11.23	60.25	79.09	61.29	100.56	1.4
8	TTES No. 8	35.46	-18.27	51.65	79.76	54.78	109.48	17.0
9	TTES No. 9	35.43	-10.29	45.66	74.71	46.81	102.70	3.0
10	TTES No. 10	33.46	-17.54	48.59	79.25	51.66	109.84	17.8
11	TTES No. 11	31.40	-16.75	45.84	79.12	48.80	110.07	18.3
12	TTES No. 12	29.84	-14.88	42.68	78.31	45.20	109.22	16.5
13	TTES No. 13	30.79	-14.70	42.57	77.44	45.04	109.06	16.2
14	TTES No. 14	35.21	-19.81	45.39	76.54	49.53	113.58	25.5
15	TTES No. 15	36.28	-15.80	48.26	76.51	50.78	108.13	14.3
16	TTES No. 16	36.28	14.44	48.26	76.49	50.37	73.35	3.3
17	TTES No. 17	34.22	0.04	47.01	75.86	47.01	89.95	7.6
18	TTES No. 18	39.91	-17.61	53.41	77.52	56.24	108.25	14.5
19	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—
21	Harn Shiaw	31.85	-13.67	40.40	75.23	42.65	108.69	15.4
22	Ying Jy Horng Shin	31.26	-14.02	40.18	75.67	42.55	109.24	16.5
23	Ying Jy Tzao Joong	34.51	-15.23	48.56	77.95	50.90	107.41	12.8
24	Tiee Guan In	32.64	-11.76	41.34	74.76	42.98	105.88	9.6
25	Sheau Yeh Tiee Guan In	29.68	-10.87	40.63	76.75	42.06	104.98	7.8
26	Bair Shin Wu Yi	38.62	-14.41	46.47	73.36	48.65	107.22	12.4
27	Horng Shin Wu Yi	36.59	-10.82	48.63	75.67	49.81	102.54	2.7
28	Wu Yi	37.20	-10.26	46.79	73.99	47.90	102.37	2.4
29	Dah Terng	33.55	-14.61	46.23	77.21	48.48	107.54	13.0
30	Fehg Tzy Lin	32.81	-5.16	42.08	74.32	42.40	96.99	-8.7
31	Mei Jan	29.23	-15.19	41.90	78.48	44.57	109.93	18.0
32	Shoei Shian	29.75	-14.42	41.54	77.71	43.97	109.15	16.4
33	Gau Lu	43.18	-12.00	58.18	77.58	59.41	101.65	3.9
34	Shiang Eel	26.94	-12.34	37.02	77.57	39.03	108.43	14.9
35	Herng Jeh Dah Yeh	33.27	-8.01	42.43	74.36	43.18	100.69	1.1

(續表二) Table 2. (continued)

No.	Cultivars	L*	a*	B*	dE*(ab)	C*	H*	spad
36	Yan Chuan	37.56	-15.26	46.23	74.18	48.68	108.26	14.5
37	Shiaau Tsu Keng	32.59	-14.86	42.18	75.77	44.72	109.41	16.9
38	Tian Gong	33.98	-14.12	46.68	77.04	48.77	106.83	11.6
39	Bor Yeh	34.92	-17.17	47.91	77.63	50.89	109.72	17.5
40	Guey Hua	32.76	-14.73	44.57	76.92	46.94	108.29	14.6
41	Gan Tzy	39.52	-16.16	21.18	60.79	26.64	127.35	53.9
42	Gan Tzy (Yellow)	44.73	-18.83	34.12	62.56	38.97	118.89	36.5
43	Hwang Jy	41.14	-16.84	25.94	61.24	30.92	122.99	44.9
44	San Cha Jy Len	40.33	-18.34	27.63	63.05	33.16	123.58	46.2
45	Wen Sun Jy Len	44.13	-17.98	30.63	61.06	35.52	120.41	39.6
46	Jy Len	41.41	-19.27	29.67	63.26	35.38	123.00	45.0
47	Dann Shoei Chin Shin	42.56	-15.04	22.74	58.30	27.27	123.48	46.0
48	Dah Hwu Woei	36.84	-15.66	22.39	63.51	27.32	124.97	49.0
49	Wen Sun Dah Yeh Wu	35.85	-14.56	20.71	63.64	25.31	125.11	49.3
50	Lin Koou Dah Yeh Wu	37.85	-14.03	19.01	61.17	23.63	126.42	52.0
51	Bair Yeh	40.79	-16.68	24.34	60.89	29.51	124.43	47.9
52	Shyr Cha	44.98	-16.24	26.06	57.79	30.70	121.93	42.7
53	Pyngshoei	42.05	-17.60	27.58	61.33	32.71	122.54	44.0
54	Surugasho	50.47	-20.29	40.11	62.07	44.95	116.83	32.2
55	Yabukita	43.50	-19.34	31.26	62.28	36.76	121.75	42.4
56	Jwu Yeh	41.68	-16.89	25.57	60.63	30.65	123.45	45.9
57	Sheau Yeh Jwu Yeh	44.34	-16.95	27.03	58.95	31.91	122.09	43.1
58	Uji	—	—	—	—	—	—	—
59	Hei Miann Tzao Joong	38.41	-15.20	25.70	63.17	29.86	120.60	40.0
60	Chin Shin Tzao Joong	40.09	-17.20	24.24	61.61	29.72	125.36	49.8
61	Keelung Bair Joong	36.38	-14.71	19.17	62.73	24.16	127.51	54.3
62	Tsh Joong	40.00	-18.43	28.66	63.78	34.07	122.74	44.4
63	Shen Mann Joong	39.29	-19.22	29.96	65.18	35.59	122.68	44.3
64	Woan Joong	42.08	-19.36	31.45	63.55	36.93	121.61	42.1
65	Shy Jih Cuen	37.14	-16.81	25.08	64.46	30.20	123.82	46.7
66	Buh Jy Chuen	38.44	-15.91	23.16	62.38	28.09	124.49	48.0
67	Keelung Jin Guei	40.33	-15.56	22.41	60.31	27.28	124.77	48.6
68	Jin Guei	39.29	-20.77	32.56	66.81	38.62	122.53	44.0
69	Taur Ren Wu	39.74	-16.68	23.35	61.47	28.70	125.54	50.2
70	Taur Ren Joong	37.71	-16.92	25.16	64.00	30.32	123.93	46.9

(續表二) Table 2. (continued)

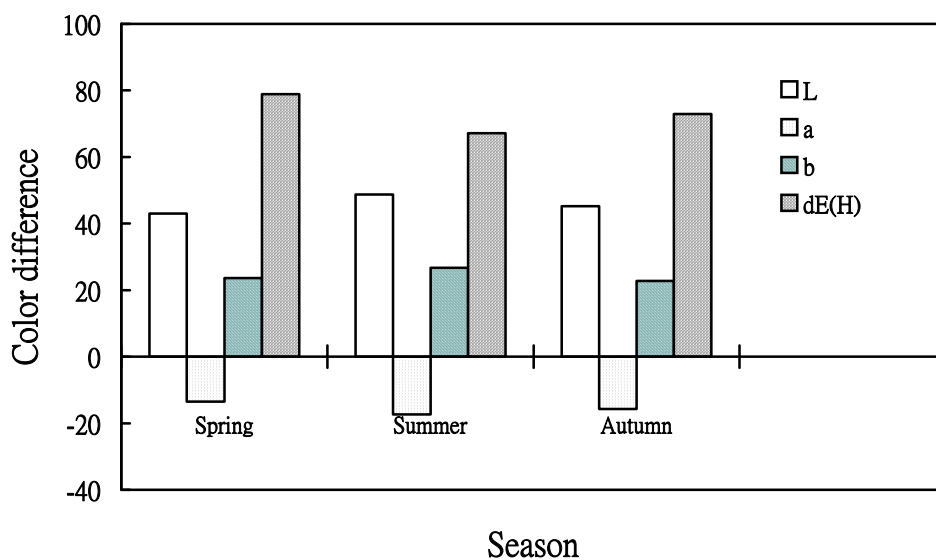
No.	Cultivars	L*	a*	B*	dE*(ab)	C*	H*	spad
71	Niou Shyy Wu	39.02	-13.64	20.25	60.36	24.42	123.97	47.0
72	Hunan	42.84	-17.88	29.76	61.70	34.71	121.00	40.8
73	Hannkoou	39.40	-16.01	24.78	62.12	29.50	122.87	44.7
74	Horng Woei Tzy	40.27	-16.56	27.08	62.39	31.74	121.45	41.8
75	Mhau Eel	38.05	-12.62	19.56	60.84	23.28	122.83	44.6
76	Hwang Gan	34.39	-16.27	21.92	65.75	27.30	126.58	52.3
77	Dah Horng Paur	36.80	-21.51	39.60	72.55	45.06	118.51	35.7
78	Shjang Yuan	41.19	-17.42	25.48	61.17	30.86	124.35	47.8
79	Ruey Suey Dah Yeh Oolong	34.02	-19.60	17.29	65.69	26.13	138.58	77.1
80	Wu Guu Tzy	38.78	-16.55	23.53	62.36	28.76	125.12	49.3
81	Niou Buu	37.17	-14.52	20.41	62.31	25.05	125.44	50.0
82	Dar Jeeling	36.92	-17.56	51.32	78.31	54.24	108.89	15.8
83	Burma	28.57	-12.47	41.06	78.14	42.92	106.90	11.7
84	Sun Cha	40.56	-18.60	53.41	77.28	56.56	109.20	16.5
85	Chyh Ya Sun Cha	30.58	-12.52	44.48	78.27	46.21	105.71	9.3
86	Shan	36.59	-18.23	50.16	77.96	53.37	109.97	18.1
87	Manipuri	38.75	-20.47	56.88	81.33	60.45	109.79	17.7
88	Kyang	35.77	-18.69	52.11	79.91	55.36	109.73	17.6
89	Jaipuri	38.88	-18.90	53.33	78.49	56.58	109.52	17.1
90	Assam indigenous	35.71	-20.23	51.79	80.12	55.60	111.34	20.9
91	Keemon	34.48	-19.06	47.81	78.33	51.46	111.73	21.7
92	Fkk 22	34.98	-16.22	45.25	75.82	48.07	109.72	17.5
93	Lay Tour Sun Cha	30.00	-8.98	40.99	76.44	41.97	102.36	2.3
94	Long Tour Sun Cha	38.05	-18.57	54.57	79.82	57.64	108.80	15.6
95	Nan Fenq Sun Cha	38.85	-17.31	50.16	76.09	53.07	109.03	16.1
96	Fenq Hwang Sun Cha	38.63	-17.56	49.60	75.95	52.61	109.49	17.1
97	Der Huan Sheh Sun Cha	34.96	-15.88	45.65	76.00	48.33	109.18	16.4
98	Mei Yuan Sun Cha	42.23	-16.06	48.15	72.05	50.76	108.45	14.9
99	Ming Hae Sun Cha	41.34	-32.06	56.82	83.18	65.24	119.43	37.6
100	Shoei Jiing Sun Cha	31.68	-7.41	42.14	75.46	42.78	99.97	2.6
101	Yueh Yee Sun Cha	37.17	-16.39	50.54	77.38	53.13	107.97	13.9
102	Yeong Kang Sun Cha	38.82	-18.08	55.83	80.02	58.68	107.94	13.9
103	—	—	—	—	—	—	—	—
104	Fwu Yun No.7	32.84	-16.69	45.37	77.69	48.34	110.19	18.5
105	—	—	—	—	—	—	—	—

(續表二) Table 2. (continued)

No.	Cultivars	L*	a*	B*	dE*(ab)	C*	H*	spad
106	Tzao Joong	31.85	-16.90	42.66	77.04	45.88	111.61	21.4
107	Chin Shin Oolong	39.83	-12.19	41.49	69.04	43.25	106.38	10.6
108	Hwang Shin Oolong	27.33	-15.35	38.37	78.38	41.33	111.80	21.8
109	Bair Shin Oolong	30.96	-16.91	42.73	77.81	45.96	111.59	21.4
110	Horng Shin Oolong	27.21	-16.96	41.04	80.08	44.40	112.46	23.2
111	Dah Yeh Oolong	33.17	-18.12	45.89	78.03	49.34	111.55	21.3
112	Chin Shin Dah Pan	27.94	-14.25	37.88	77.41	40.47	110.62	19.4
113	Hoing Shin Dah Pan	28.11	-16.02	40.38	78.80	43.45	111.64	21.5
114	Dah Pan	29.49	-16.09	40.57	77.75	43.64	111.64	21.5
115	Mau Tzy	33.87	-15.87	43.95	75.89	46.73	109.85	17.8
116	Wu Jin	27.88	-15.59	40.04	78.75	42.97	111.27	20.8
117	Bair Mau Hour	33.25	-15.02	44.23	76.39	46.71	108.75	15.5
118	Dah Nan Wan Bair Mau Hour	28.32	-16.59	41.14	79.12	44.36	111.96	22.2
119	Tun Tzy Keng Bair Mau Hour	26.75	-13.01	36.63	77.67	38.87	109.55	17.2
120	Heh Mau Hour	26.93	-17.76	40.40	80.17	44.13	113.72	25.8
121	Fwu Jou	32.04	-15.70	44.00	77.36	46.71	109.63	17.4

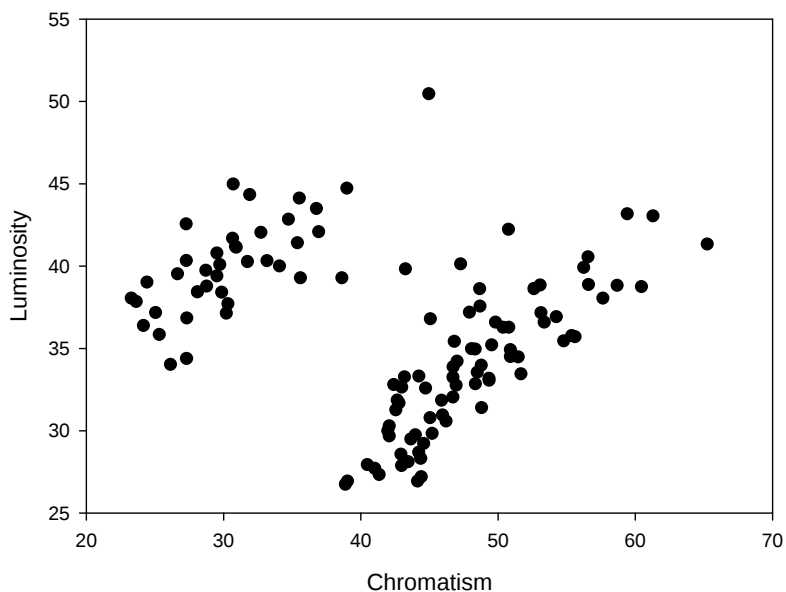
No.19, 20, 58, 103 and 105 are not sampling.

The color differences of the third leaf in the summer and autumn omit in here.



圖一、各季節色差 L、a、b 值分佈圖

Fig. 1. The L, a and b value of color difference in different seasons



圖二、茶品種明度與彩度的分佈圖

Fig.2. The distribution of the L (luminosity) and C (chromatism) in different tea cultivars

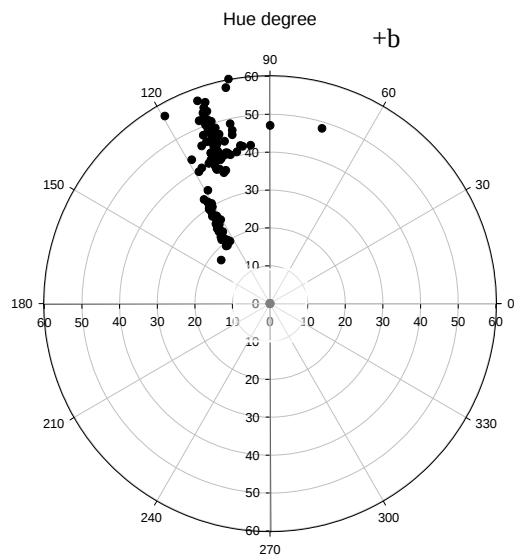
表三、不同季節各色系之品種別及數量

Table 3. Different appearance color of cultivars in different seasons

Color	春季 Spring	夏季 Summer	秋季 Autumn	三季相同 Same color in three seasons
濃綠色 Dark green	4, 5, 31, 34, 83, 108, 110, 112, 113, 116, 118, 119, 120 【13】	3, 4, 5, 21, 22, 36 39, 77, 79, 83, 114 116 【12】	3, 4, 5, 21, 30, 41, 48, 60, 61, 77, 79 【11】	4, 5
綠色 Green	2, 3, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 23, 24, 25, 29, 30, 32, 35, 37, 38, 39, 40, 76, 77, 79, 82, 85, 86, 88, 90, 91, 92, 93, 97, 100, 104, 106, 109, 111, 114, 115, 117, 121 【47】	6, 9, 13, 16, 23, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 35, 38, 41, 43, 47, 49, 57, 60, 61, 62, 64, 65, 70, 71, 74, 75, 78, 80, 81, 89, 92, 93, 97, 100, 102, 107, 108, 111, 112, 113, 115, 120, 121, 【45】	1, 9, 23, 24, 26, 28, 31, 35, 36, 38, 39, 40, 49, 50, 51, 56, 64, 65, 66, 83, 75, 92, 100, 106, 108, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 118, 120, 【33】	9, 23, 49, 92, 100, 108, 111, 115
淺綠色 Light green	1, 18, 26, 27, 28, 36, 41, 44, 48, 49, 50, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 68, 69, 70, 71, 73, 74, 75, 80, 81, 84, 87, 89, 94, 95, 96, 98, 99, 101, 102, 107, 【38】	1, 8, 11, 12, 17, 24, 25, 27, 37, 40, 44, 45, 46, 48, 50, 51, 52, 55, 56, 59, 63, 66, 68, 69, 72, 73, 76, 82, 84, 85, 86, 88, 94, 99, 104, 106, 109, 110, 117, 119, 【42】	6, 8, 10, 12, 13, 16, 22, 25, 27, 29, 32, 34, 37, 43, 44, 46, 47, 52, 53, 55, 57, 59, 62, 63, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 80, 81, 85, 87, 89, 90, 91, 93, 97, 99, 102, 104, 107, 109, 113, 117, 119, 121 【51】	27, 44, 59, 63, 68, 69, 73, 76, 99
黃綠色 Yellow green	7, 33, 42, 43, 45, 46, 47, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 64, 67, 72, 78, 【18】	2, 7, 10, 14, 18, 26, 33, 42, 53, 54, 87, 90, 91, 96, 98, 101, 【16】	2, 7, 11, 14, 15, 17, 18, 33, 42, 45, 54, 82, 84, 86, 88, 94, 95, 96, 98, 101 【20】	7, 5, 4
未取樣 No sampling	19, 20, 58, 103, 105【5】	19, 20, 58, 67, 103, 105 【6】	19, 20, 58, 67, 103, 105 【6】	19, 20, 58, 103, 105

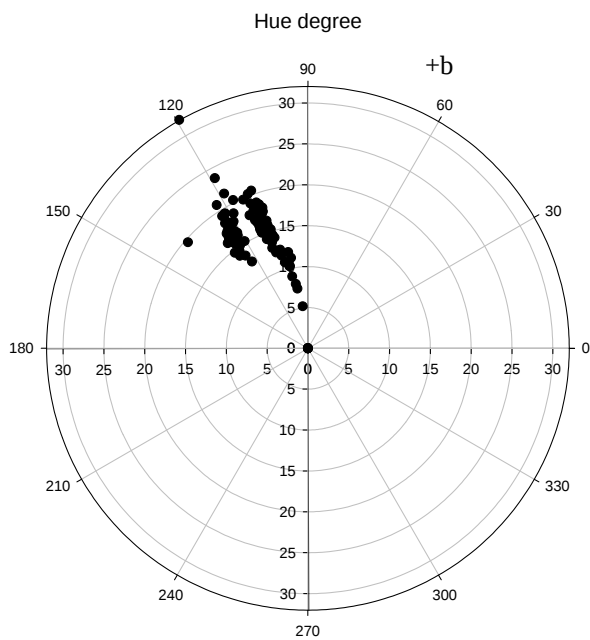
【】: the amount of cultivars in the same color.

Sampling the 3rd leaf to measure in spring, summer and autumn.



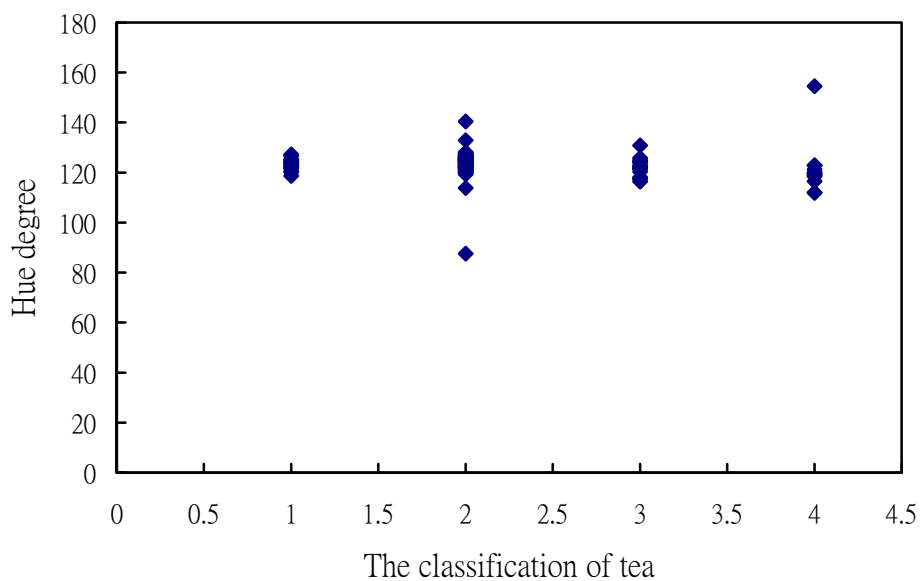
圖三、茶品種色相角與色度的分佈圖

Fig. 3. The distribution of the H (hue degree) vs. b^* (chromatism) in different tea cultivars



圖四、茶品種色相角與色度的分佈圖

Fig. 4. The distribution of the H (hue degree) vs. a^* (chromatism) in different tea cultivars



圖五、不同茶品種的色相角分布

Fig. 5. Classification of tea cultivars in the hue degree distribution

1: Green tea; 2: Paochung or Oolong tea; 3: Black tea; 4: Wild tea.

茶樹採摘芽葉量測色澤數值化之建立

II、茶芽生育期間芽葉色澤之變化

范宏杰¹ 鄭混元¹ 古明萱²

摘 要

自冬季剪枝後第 67 天以後，隨生育天數的增加，採摘日期的延後，製茶品質之TQS隨之降低，至第 88 天時顯著地不再能製作出品質佳的茶葉製品。芽葉色澤SPAD (Soil-Plant Analyses Development unit) 值之對應產量預估式為 $y = -36.62x^2 + 237.68x - 165.67$ ($R^2 = 0.988^{**}$)；其中， y = 產量， x = SPAD 值。芽葉色澤SPAD的測值在 49 時，採摘可得最高收益。芽葉色澤Hue值之對應產量預估式為 $y = -5.43x^2 + 1337.1x - 82325$ ($R^2 = 0.993^{**}$)；其中， y = 產量， x = H* 值。芽葉色澤Hue 的測值在 124 時，採摘可得最高收益。綜合以上的結果顯示，二次式迴歸方程式為茶芽色澤對應茶芽生長模式，此乃茶芽色澤配合芽葉生長呈現出的生命現象。茶芽生育期間不同採摘日對茶芽化學成分之影響，茶芽生育期間芽葉色澤之變化，可謂為茶葉內容化學成分變化的體現。隨著嫩採程度的不同，其芽葉色澤的色差計測定數值不同，故適採期仍會因所製成茶品種類略有差異。

關鍵字：茶芽、採摘、色澤、色差計

前 言

新梢生育期，係指芽膨大至鱗片開展並始向上伸長為新梢萌芽期，魚葉開展至駐芽開始形成為新梢伸長期，駐芽開始出現以後即進入成熟期。影響茶樹芽葉鮮嫩及化學成分的因子，主要為品種、溫溼度、雨量、日照及採摘成熟度等（李與陳，2003）。茶芽鮮葉中含有各種色素，主要有葉綠素、葉黃素、胡蘿蔔素和花青素（安徽農學院，1994），芽葉顏色可分淡綠、綠、濃綠、黃綠、紫綠等幾種。茶芽葉色受葉中所含之花青素、葉黃素、及葉綠素的比率所支配（陳與李，2000）。

芽葉化學成分中可溶分、胺基酸、兒茶素類、咖啡因及可溶性醣類是影響製茶品質之主要成分（Nakagawa and Ishima, 1971）。兒茶素類是多元酚類的主要成分，帶澀味（蔡等，1990），約占多元酚類成分總含量的 70~80%，其含量與品種及製茶過程有關（阮，1987）。多元酚類（polyphenols）

1. 行政院農業委員會茶業改良場台東分場 助理研究員、副研究員兼茶作課長。台灣 台東縣。
2. 國立屏東科技大學農園生產系教授。台灣 屏東縣。

為無色，含量約佔乾物重 10~30% (Bokuchava and Soboleva, 1969)，主要成分包括 (一) -epicatechin (EC)，epigallocatechin-3-gallate (EGCG)，epicatechin-3-gallate (ECG) 和 epigallocatechin (EGC) 四種兒茶素。近年來在紅茶及紅茶製作發酵過程中發現其他族群的多元酚混合物 (Xiao et al., 1998)；這些混合物是兒茶素二聚合物 (dimer)、三聚合物 (trimer) 及多聚合物 (multipolymer) (Nursten, 1997)。在製茶過程中兒茶素的氧化聚合物是主要的茶葉發酵化學反應，其主要生成物與茶湯滋味及水色有關，由於它們呈現黃色或暗褐色，通常稱為茶色素 (tea pigment) (王，2003) 多元酚類。根據 Zhao Yaping 等 (2003) 的研究指出茶色素的自由基排除能力和活力與多元酚類相近。不同茶類製品總量兒茶素的萃取量：不發酵茶 (綠茶) > 部分發酵茶 (烏龍茶) > 全發酵茶 (紅茶) > 其他茶類 (普洱茶)；而兒茶素中則 EGCG > EGC > ECG > EC > C；在抗基因中毒效果上則為烏龍茶 > 紅茶 > 蒸青綠茶 > 其他茶類 > 普洱茶 (Takeshi Ohe et.al., 2001)；茶葉浸泡液 (tea flush)、綠茶等不發酵茶的抗菌力較鐵觀音、包種和烏龍茶等部分發酵茶強，而紅茶為全發酵茶展現的抗菌能力最弱。就季節性而言烏龍茶的抗菌能力以夏茶最強，依序為春茶、冬茶和秋茶 (Chou et al., 1999)。兒茶素的氧化產物以及咖啡因是可以用來決定茶葉品質的重要生化指標。像是兒茶素的氧化物—茶黃質與茶紅質，就是決定紅茶品質的重要因子 (Magoma, 2000)。綠茶品質由於品種間及生育期間芽葉葉綠素含量及化學成分而有差異。葉與吳 (1976) 指出綠茶品質較佳之品種，其葉綠素含量亦高。葉片色澤也影響葉綠素含量及綠茶品質，深綠色系品種芽葉葉綠素之含量高於黃綠色系品種，並且製茶品質亦較佳 (和田等，1988)。茶芽生育期間不同採摘期其芽葉色澤之變化對茶葉製茶品質特性是否存在著指引的關鍵，值得吾人加以探究。

材料與方法

(一) 試驗材料

1. 材料：

本研究選用茶業改良場台東分場 5-2 區栽培 16 年生之台茶 12 號品種茶樹。

2. 試驗儀器：

- (1) 色差計 1：測定茶芽鮮葉色澤。
- (2) 色差計 2：Nippon Denshoku Kogyo 之 ND-300A 型桌上型。測定茶湯水色。
- (3) 葉綠素測計：CHLOROPHYLL METER SPAD-502. MINOLTA Co, Ltd., Japan.
- (4) 光電比色計：ANTHELLIE No.107, SECOMAM Co., France.

(二) 試驗方法

1. 茶芽生育期間不同採摘日期之選定，係依據馮鑑淮 (1997) 試驗及配合茶芽實際生育情形，並於採摘適期前後每隔 7 天採摘調查，即選取冬季剪後第 67 天 (3 月 2 日)、第 74 天 (3 月 9 日)、第 81 天 (3 月 16 日)、第 88 天 (3 月 23 日) 等採摘芽葉進行農藝性狀調查、茶葉色澤測定、芽葉化學成分分析、製作綠茶、包種茶及紅茶。

2. 芽葉農藝性狀調查方法

於採摘前隨機取各茶樹第一葉已完全展開之一心三葉標準芽，每重複取 10 芽，四重複共取 40 芽調查

- (1) 百芽重 (weight of 100 young shoots)：逢機取一心三葉之嫩芽 10 芽，以微量天平秤重，所得實重除以芽數再乘以 100，重複 4 次，求其平均值。
- (2) 生葉產量 (yield of fresh leaf, g/bush)：每小區茶菁採摘總量。所得實重除以小區內茶樹採摘總株數，重複 4 次，求其平均值。

- (3) 密度 (bud density, No./900cm²): 隨機採 900cm²之茶樹採摘面, 將此面積內全部茶芽總數。
- (4) 第一節間徑 (diameter of 1st internode, cm): 實測第一嫩葉葉柄至第二嫩葉葉柄中間, 莖之直徑。
- (5) 第二節間徑 (diameter of 2nd internode, cm): 實測第二嫩葉葉柄至第三嫩葉葉柄中間, 莖之直徑。
- (6) 第一節間長 (length of 1st internode, cm): 實測第一嫩葉葉柄至第二嫩葉葉柄間之長度。
- (7) 第二節間長 (length of 2nd internode, cm): 實測第二嫩葉葉柄至第三嫩葉葉柄間之長度。
- (8) 第二嫩葉長 (length of 2nd leaf, cm): 實測第二嫩葉葉基部至葉尖長度。
- (9) 第二嫩葉寬 (width of 2nd leaf, cm): 實測第二嫩葉葉幅最寬部位之寬度。
- (10) 第二嫩葉厚 (thickness of 2nd leaf, mm): 實測第二嫩葉葉片中間主脈兩旁厚度。
- (11) 第三嫩葉長 (length of 3rd leaf, cm): 實測第三嫩葉葉基部至葉尖長度。
- (12) 第三嫩葉寬 (width of 3rd leaf, cm): 實測第三嫩葉葉幅最寬部位之寬度。
- (13) 第三嫩葉厚 (thickness of 3rd leaf, mm): 實測第三嫩葉葉片中間主脈兩旁厚度。
- (14) 第二嫩葉面積 (area of 2nd leaf, cm²): 第二嫩葉之葉長×葉寬×0.7。
- (15) 第三嫩葉面積 (area of 3rd leaf, cm²): 第三嫩葉之葉長×葉寬×0.7。

(楊與曾, 1991; 馮等, 1993; 馮等, 1994)

3. 化學成分分析

將一心二葉新鮮芽葉置 70℃烘乾 48 小時, 進行下列化學成分分析, 包括可溶分、多元酚、兒茶素、咖啡因、可溶糖、胺基酸。

(1) 可溶分 (soluble solid) 含量測定:

稱取經過 70 °C 烘乾 48 小時之鮮葉、茶乾 1g, 置於 100 ml 之定量瓶中, 加入煮沸之蒸餾水 80ml, 再放入 100 °C 之水浴鍋加熱 1 小時, 取出茶湯以濾紙過濾後定量至 100 ml。再取出 50 ml 於蒸發皿, 置於烘箱乾燥至恆重, 稱重並換算為乾物重百分比 (Sarkar and Howarth, 1976;)。

$$\text{乾物重百分比} = (\text{蒸發皿乾物重} - \text{蒸發皿空重}) \times \frac{nV}{1000 \times FW}$$

(2) 多元酚 (polyphenol) 含量測定:

由上述之濾液經稀釋後取 1 ml, 加 1 ml 酒石酸鐵溶液 (Fe-tartrate) 及 3 ml 磷酸鉀鈉緩衝液, 呈色後以分光光度計 (ANTHELIE) 測其在波長 540 nm 之吸光度, 另以 ethyl gallate 製備標準曲線, 換算多元酚類為乾物重百分比。

酒石酸鐵溶液之配製: 100 mg FeSO₄ · 7H₂O + 500 mg K.Na-tartrate 加蒸餾水定量至 100 ml。

磷酸鉀鈉緩衝液 (pH7.5) 配製: (A) 稱取 23.876 g Na₂HPO₄ · 2 H₂O 溶於 1L 之蒸餾水。(B) 稱取 9.078 g KH₂PO₄ 溶於 1L 蒸餾水。取 (A) 85 ml + (B) 15 ml, pH 調整至 7.5 (馮與陳, 1995)。

(3) 兒茶素 (catechins) 含量測定:

取經過稀釋後之澄清濾液 1 ml 於包有鋁箔紙之試管中, 置於冰浴中, 加入 6 ml vanillin 試劑 (4% W/V, 溶於methanol), 再加 3 ml H₂SO₄ 充分振盪混合, 靜置 15 分鐘。以分光光度計 H₂SO₄ 測其波長 500 nm 之吸光值, 另以 (+) catechin 製備標準曲線, 換算兒茶素含量為乾物重百分比 (馮與陳, 1995; Sarkar and Howarth, 1976; Iwasa, 1977)。

(4) 咖啡因 (caffeine) 含量測定:

取濾液稀釋至適當濃度置於三角瓶中，加入 0.8 g 之 PVPP (polyvinylpolypyrrolidone) 去除茶湯之多元酚類，經振盪後靜置 30 分鐘過濾，以分光光度計測其波長 276nm 之吸光值，另以 caffeine 製備標準曲線，換算咖啡因含量為乾物重百分比(蔡右任、阮逸明, 1987)。

(5) 總游離胺基酸 (total free amino acid) 含量測定：

稀釋液加 PVPP 充分混合，靜置 30 分鐘過濾，取澄清液 1ml 於試管中，加入 1 ml ninhydrin 試劑，蓋緊試管，置於 100℃ 水浴中加熱 20 分鐘，冷卻後加入 5ml 5% 2-propanol 混合液，均勻後以分光光度計測其波長 570nm 之吸光度，另以 theanine 製備標準曲線，換算總游離胺基酸含量為乾物重百分比。

藥劑配製為 (A) citric buffer 為 4.2g citric acid 加 40 ml 1N NaOH，以蒸餾水定量至 100 ml，調整 pH 至 5.0。(B) 0.04 g SnCl₂ 加 Citric buffer 至 25ml (C) 1g ninhydrin 加 methylcellulose 至 25ml。(B) 加 (C) 即 ninhydrin 試劑 (Moore and Stein, 1948)。

(6) 可溶糖 (soluble sugar) 含量測定：

稱取 0.1 g 樣品置於 10ml 試管中，加入 10 ml 80% ethanol 溶液，經 80℃ 水浴鍋加熱 20 分鐘萃取過濾，重複萃取三次。萃取液置於燒杯，放入 100℃ 水浴鍋中去除 ethanol，剩約 5 ml 萃取液，再加蒸餾水定量至 50 ml，取 0.2 ml 加 1.8 ml 蒸餾水，放在冰浴中加 4 ml anthrone 溶液 (0.2%，0.2 g anthrone 加 H₂SO₄ 至 100 ml)，振盪後於 100℃ 水浴中加熱 7.5 分鐘，取出置於冰浴中冷卻。以分光光度計測其波長 630nm 之吸光值，另以 glucose 製備標準曲線，換算可溶糖含量為乾物重百分比 (Somogyi, 1945)。

(7) 葉綠素 (chlorophyll) 與類胡蘿蔔素 (carotenoid) 含量測定：

將同一橫茶樹隨機採取一心三葉茶芽，依芽葉位置分別以直徑 0.6 cm 打孔機剪取葉圖片各 5 片，合計葉面積為 1.414cm²。用精密 (四位) 天秤稱重後，放入試管中，重複 4 次。再加入 80% ethanol 10 ml，在 80℃ 水浴鍋萃取 20 分鐘，萃取液過濾後用 80% ethanol 定量至 10 ml，以鋁箔紙包裹，取萃取液盛於光電比色管中，在波長為 440、645、663 及 652 nm 時之吸光值 (OD) (陳及蔡, 1992; Arnon, 1949)。

(8) SPAD 值測定：

採用輕巧可攜帶的葉綠素測計，該產品由 Minolta 公司之土壤暨植物分析研發小組 (Soil-Plant Analyses Development unit, SPAD) 所開發，可量測扁平樣品之點測值，並可計算多點平均值。其原理乃量測穿透葉片之光輻射，經由樣品吸收後的光輻射量，反饋估算葉片葉綠素量。由測計兩臂夾住葉片樣區，一臂為具有放射光輻射二極體之光源端，另一臂為具有矽質光極體之受光端，由入射光源輻射量與穿透過葉片後光軸射量之差值，輸入經二參考值建立之內建檢量線換算測計值。簡言之，可視為量測植體葉片之綠度，或稱葉綠素的相對含量 (楊, 2003; Inada, 1963 & 1985; Kariya et al., 1982)。

測計由 2 個 AA (鹼性) 電池提供能源操作，二測值之間約間隔 2 秒以上。光源端內有兩個放射光輻射之二極體，分別設定約在 650 及 940nm 波長位置，其中 650nm 為葉綠素 a 與葉綠素 b 之主要吸收峰之一 (另一約於 430nm)，940nm 則幾乎完全穿透而不被吸收 (Minolta, 1989)。前者用於量測葉綠素濃度，後者作為葉片水分及厚度補償之參考值，受光端測得之穿透值經內建程式算出測計讀值 (楊, 2003)。

(9) 色彩反射率的明暗度測定：

採用輕巧可攜帶的色差計，是一簡便的分光光度計，它利用一多色彩 LED 光源和一 0/45° 聚光方式的光學視覺系統。其使用 400 到 700 nm 可視光譜照射在樣品上，然後經內部計算，並以數值化顯示出對基礎色彩反射率的明暗度。

由 Nippon Denshoko 專利開發的 0/45°聚光方式的光學視覺系統，從彩色 LCD 發射光聚集在投射在樣品某些點上，如此所有的色彩跟著光從樣品呈現出來，利用 0/45°聚光方式的光學視覺系統以多個 LCD 依 45°角環狀排列，由角度的關係可顯示出樣品色彩差距，解決色彩測度的問題。

測計可由 4 個 AA (鹼性) 電池提供能源，亦可外接市電提供能源操作，採作僅需將測度鏡頭緊貼於樣品表面，按下黃色測量按鍵即可立即顯示知色差數值，NF-333 並提供多種色彩系統數值，如 XYZ, $L^*a^*b^*$, $L^*u^*v^*$ 。

(10) 茶湯水色測定：

以 Nippon Denshoko Kogyo Nd300A 型色差計測定，沖泡方法比照現行茶葉官能品評法沖泡，即取 150 mL 沸水沖泡 3 g 茶樣，再靜置 5 分鐘後濾出茶湯，待茶湯稍冷（約 5 分鐘）後以色差計進行透光分析測定，色差測定參考樣品以蒸餾水為對照、設定 $X=94.2$ 、 $Y=92.4$ 、 $Z=110.8$ ，測色值 L 、 a 、 b 、 ΔE 分別為亮度值、紅綠值、黃藍值和色差值。 L 質愈大表示愈亮， a 值正時表偏紅、負時表偏綠， b 值正時表偏黃、負時表偏藍， ΔE 為茶湯測色值 L 、 a 、 b 與對照（蒸餾水）兩者之間的色差（吳等，1995）。

(三) 試驗製茶

1. 製茶：依茶業技術推廣手冊——製茶篇（台灣省茶業改良場，1999）規範，製作條型綠茶、包種茶、紅茶及進行製茶品質之官能品評。
2. 官能品評：稱取 3 g 茶葉置於品評杯，用沸水 150 ml 沖泡 5 分鐘後茶湯倒出於審茶杯，茶湯再經 5 分鐘靜置後，請本分場三位品評人員分別依形狀 10%、色澤 10%、水色 20%、香氣 30%、滋味 30%（合計 100%）評定分數（TQS: total quality scores）。

(四) 統計分析

測量所得數據之平均值進行變方分析後，以鄧肯氏多變域法測定差異顯著性。

(五) 試驗期間

自 93 年 12 月 27 日（冬季剪枝）至 94 年 10 月 31 日。

結 果

測定觀察茶樹品種台茶 12 號（TTES No.12）生育期間芽葉色澤變化與不同採摘期芽葉形態及內含物的差異，於 93 年 12 月 27 日冬季剪枝作業後，分別於第 60 天（94 年 2 月 23 日）、67 天（3 月 2 日）、74 天（3 月 9 日）、81 天（3 月 16 日）、88 天（3 月 23 日），摘取一心三葉茶芽之第二、三葉進行測定，但因第 60 天茶芽生育明顯地葉片尚未展開，不適於採摘製茶。故本組調查之各項數值不列計比較，而第 88 日後茶芽已老化，芽葉色澤濃綠，對口葉已達 100%，即表示此時茶芽已過採摘製茶的標準適期。因而本研究僅針對第 60~87 天間的茶芽生育狀況做茶芽生育期間芽葉色澤變化與不同採摘期芽葉形態及內含物差異的探討。

(一) 茶芽生育期間不同採摘日對芽葉色澤的影響

剪枝後第 67、74、81 及 88 天調查生育期間第二、三嫩葉 SPAD 讀值（圖一）其結果可清楚看出基本上不論任何時點，第三嫩葉的濃綠程度均明顯較第二嫩葉高。就採摘時間的不同，第二、三嫩葉的濃綠程度隨間隔時間的增加而提高，且調查間隔時間上差異顯著（達 5%）顯著水準。

茶芽生育期間芽葉葉綠素 a 含量（圖二），調查期間第二嫩葉及第三芽葉第 67 天、74 天、81 天

及 88 天測定之葉綠素 a 含量，由結果可清楚看出基本上第三嫩葉的葉綠素 a 含量較第二嫩葉高。就採摘時間的不同，第二、三嫩葉的葉綠素 a 含量隨間隔時間的增加而提高，且調查間隔時間上差異顯著。

茶芽生育期間芽葉葉綠素 b 含量 (圖三 A、B)，調查第二嫩葉及第三芽葉第 67 天、74 天、81 天及 88 天測定之葉綠素 b 含量，其結果看出基本上第三嫩葉的葉綠素 b 含量較第二嫩葉高。就採摘時間的不同，第二、三嫩葉的葉綠素 b 含量隨間隔時間的增加而提高。且調查間隔時間上初期差異達 5% 顯著水準；但到芽葉成熟後期則未達 5% 顯著水準，但仍有緩慢提升現象。

茶芽生育期間芽葉總葉綠素含量 (圖四 A、B)，調查第二嫩葉及第三芽葉第 67 天、74 天、81 天及 88 天測定之葉綠素含量，其結果可看出基本上第三嫩葉的葉綠素總量較第二嫩葉高。就採摘時間的不同，第二、三嫩葉的葉綠素含量隨間隔時間的增加而提高。且調查間隔時間上初期差異呈顯著，到芽葉生育中後期則未達 5% 顯著水準，但仍有緩慢提升現象。

茶芽生育期間芽葉類胡蘿蔔素含量 (圖五 A、B)，調查第二嫩葉及第三芽葉第 67 天、74 天、81 天及 88 天測定之類胡蘿蔔素含量，其結果可看出基本上第三嫩葉的類胡蘿蔔素含量較第二嫩葉高。就採摘時間的不同，第二、三嫩葉的類胡蘿蔔素含量隨間隔時間的增加而提高。且調查間隔時間上差異顯著。

茶芽生育期間芽葉色澤色差 ($L^*a^*b^*$) 值 (圖六)，調查第二嫩葉第 67、74、81 及 88 天測定之葉色澤色差 ($L^*a^*b^*$) 值，按日期， L^* 值分別為 34.12 ± 1.49 、 33.08 ± 1.21 、 35.13 ± 1.12 及 33.61 ± 0.71 。第三嫩葉測定之葉色澤色差 L^* 值分別為 33.82 ± 1.37 、 32.00 ± 1.38 、 34.89 ± 1.61 及 34.09 ± 1.55 。 a^* 值分別為 -16.55 ± 1.91 、 -15.65 ± 0.55 、 -14.78 ± 1.05 及 -15.52 ± 0.48 。第三嫩葉測定之葉色澤色差 a^* 值分別為 -15.72 ± 1.62 、 -14.57 ± 0.79 、 -15.39 ± 0.54 及 -14.17 ± 0.70 。 b^* 值分別為 32.86 ± 4.90 、 27.76 ± 2.32 、 25.72 ± 3.07 、 22.64 ± 1.26 。第三嫩葉測定之葉色澤色差 b^* 值分別為 30.78 ± 4.40 、 26.07 ± 1.71 、 25.86 ± 0.78 及 9.75 ± 1.40 。其結果可看出基本上第三嫩葉的明暗度較第二嫩葉低。就採摘時間的不同，第二、三嫩葉的 a^* 值量隨間隔時間的增加而提高。且調查間隔時間上初期差異顯著。第二、三嫩葉的 b^* 值量會隨間隔時間的增加而降低。

茶芽生育期間芽葉葉色澤色差 $H^*(ab)$ 值 (圖七)，調查第二嫩葉第 67、74、81 及 88 天測定之葉色澤色相角 $H^*(ab)$ 值， $H^*(ab)$ 值分別為 116.73 ± 1.49 、 119.41 ± 1.21 、 119.88 ± 1.12 及 124.49 ± 0.71 。第三嫩葉測定之葉色澤色相角值分別為 117.05 ± 1.37 、 119.21 ± 1.38 、 120.75 ± 1.61 及 127.06 ± 1.55 。

茶芽生育期間芽葉色澤色差 $dE^*(ab)$ 值 (圖八)，調查期間第二嫩葉第 67、74、81 及 88 天測定之葉色澤色差 $dE^*(ab)$ 值， $dE^*(ab)$ 值分別為 70.23 ± 1.49 、 68.83 ± 1.21 、 66.03 ± 1.12 及 66.53 ± 0.71 。第三嫩葉測定之葉色澤色差 $dE^*(ab)$ 值分別為 69.40 ± 1.37 、 68.95 ± 1.38 、 66.43 ± 1.61 及 65.07 ± 1.55 。

茶芽生育期間芽葉色澤彩度 $C^*(ab)$ 值 (圖九)，調查第二嫩葉測定之葉色澤彩度值，按日期第 67、74、81、88 天， $C^*(ab)$ 值分別為 36.80 ± 1.49 、 31.87 ± 1.21 、 29.67 ± 1.12 、 27.45 ± 0.71 。第三嫩葉測定之葉色澤 $C^*(ab)$ 值分別為 34.57 ± 1.37 、 29.86 ± 1.38 、 30.09 ± 1.61 、 24.75 ± 1.55 。

(二) 茶芽生育期間不同採摘時間對芽葉農藝性狀的影響

在冬季剪枝後第 67 天調查芽葉密度，其茶芽密度在 900cm^2 內有 69 個茶芽，爾後隨生育天數的增加；即採摘日期的延後，可採摘芽數遞減 (表二)。

茶芽生育期間芽葉百芽重在冬季剪枝後第 67 天時，為 $64.67 \pm 4.04 \text{ g}/100 \text{ shoots}$ ，第 74 天時為 $76.70 \pm 2.08 \text{ g}/100 \text{ shoots}$ ，第 81 天時為 $81.60 \pm 6.65 \text{ g}/100 \text{ shoots}$ ，第 88 天時提高為 $106.00 \pm 3.46 \text{ g}/100 \text{ shoots}$ 。整體而言。自冬季剪枝後第 67 天以後隨生育天數的增加，採摘日期的延後，芽葉百芽重隨之增加 (表二)。

茶芽生育期間每株茶樹芽葉平均產量，在冬季剪枝後第 67 天時，採摘茶菁產量為 38.80 ± 5.36

g/plant、第 74 天時為 152.00 ± 21.32 g/plant、第 81 天時為 228.30 ± 30.18 g/plant、第 88 天時為 195.00 ± 25.53 g/plant。整體而言，自冬季剪枝後第 67 天以後隨生育天數的增加，採摘日期的延後，茶菁產量重隨之增加。至第 81 天茶菁產量達到高點，再則隨採摘日期的延後，產量逐漸稍微下降（表二）。

茶芽生育期間芽葉全芽長，在冬季剪枝後第 67 天時採摘時，為 12.20 ± 0.39 cm、第 74 天時為 15.70 ± 0.48 cm、第 81 天時為 16.40 ± 1.55 cm，而第 88 天時提高為 14.00 ± 0.33 cm。整體而言，自冬季剪枝後第 67 天以後隨生育天數的增加，採摘日期的延後，芽葉全芽長隨之增加。至第 81 天達到高點，再則隨採摘日期的延後，芽葉全芽長逐漸稍微下降（表二）。

茶芽生育期間調查一心三葉芽長，在冬季剪枝後第 67 天時，採摘一心三葉芽長為 7.80 ± 0.11 cm、第 74 天時為 8.80 ± 0.11 cm、第 81 天時為 8.90 ± 0.13 cm、而第 88 天時提高為 10.10 ± 0.19 cm。整體而言，自冬季剪枝後第 67 天以後隨生育天數的增加，採摘日期的延後，一心三葉芽長隨之增加（表二）。

茶芽生育期間第二、三葉冬季剪枝後第 67 天時，第二葉葉厚度為 0.21 ± 0.10 mm、第 74 天時為 0.21 ± 0.001 mm、第 81 天時為 0.21 ± 0.01 mm、第 88 天時提高為 0.27 ± 0.08 mm；在冬季剪枝後第 67 天時，第三葉葉厚為 0.23 ± 0.01 mm、第 74 天時為 0.25 ± 0.01 mm、第 81 天時為 0.25 ± 0.01 mm、而第 88 天時提高為 0.29 ± 0.002 mm。基本上第三嫩葉的葉片厚度較第二嫩葉厚。整體而言，自冬季剪枝後第 67 天以後隨生育天數的增加，採摘日期的延後，葉厚隨之增加。但前三週（67~81 天）間葉厚差異不顯著，而第 88 天調查時葉厚與前期調查結果呈顯著差異（表二）。

茶芽生育期間茶樹芽葉第二、三嫩葉葉面積，在冬季剪枝後第 67 天時，採摘第二葉葉面積為 4.81 ± 0.36 cm²、第 74 天時為 8.49 ± 0.49 cm²、第 81 天時為 8.93 ± 1.27 cm²、第 88 天時提高為 16.91 ± 0.34 cm²；在冬季剪枝後第 67 天時，第三葉葉面積為 8.64 ± 0.59 cm²、第 74 天時為 12.3 ± 0.28 cm²、第 81 天時為 14.50 ± 1.71 cm²、而第 88 天時提高為 15.38 ± 0.88 cm²。整體而言，自冬季剪枝後第 67 天以後隨生育天數的增加，採摘日期的延後，葉面積隨之增加（表二）。

（三）茶芽生育期間不同採摘日對製茶品質的影響

茶芽生育期間分別在冬季剪枝後第 67、74、81、88 天時，採摘一心三葉茶芽分別製造不發酵的綠茶、半發酵的包種茶及完全發酵的紅茶。經研究人員以感官品評，分別依形狀 10%、色澤 10%、水色 20%、香氣 30%及滋味 30%（合計 100 分），官能評審評定分數。其結果綠茶之 TQS 分別為 68.25、68.75、64.65、59.75。包種茶之 TQS 分別為 66.25、69.5、67.5、59.5。紅茶之 TQS 分別為 69.82、69、61、58.3。整體而言，自冬季剪枝後第 67 天以後，隨生育天數的增加，採摘日期的延後，製茶品質之 TQS 隨之降低，至第 88 天時顯著地不再能製作出品質佳的茶葉製品（表三、四）。

製作的各類茶品其茶湯以色差計測定水色，L* 值綠茶在 85.35~91.96、包種茶在 86.09~89.19、紅茶在 79.86~83.36。a* 值綠茶在 -0.64 ~ -1.25、包種茶在 -1.17 ~ -1.32、紅茶在 0.05~1.61。b* 值綠茶在 3.68~6.6、包種茶在 5.12~8.12、紅茶在 20.98~26.38。H 值綠茶在 95.96~102.08、包種茶在 98.97~102.0、紅茶在 86.39~91.11。隨著採摘日數的增加，茶芽的色澤與葉綠素亦隨之增加，在綠茶茶湯水色中的 a* 值可顯著測得。

茶芽生育期間不同採摘日對茶芽化學成分之影響（表五），茶芽生育期間在冬季剪枝後第 67、74、81、88 天時，採摘一心三葉芽葉分別製作綠茶、包種茶、紅茶及取鮮葉烘乾後，取樣品磨粉作化學分析，分別探討可溶分、多元酚、兒茶素、咖啡因、總游離胺基酸、可溶糖。其含量百分比分別為可溶分約在 24.26~33.81%、多元酚約在 4.23~14.03%、兒茶素約在 1.84~9.75%、咖啡因約在 2.219~3.728%、總游離胺基酸約在 0.723~2.162%、可溶糖約在 2.138~6.661%。整體而言自冬季剪枝後第 67 天以後隨生育天數的增加；採摘日期的延後，其茶葉芽葉內容物含量除可溶糖外，其他化學成分隨之遞減。

討 論

本研究分別以葉綠素計及色差計對不同採摘期之芽葉做測定，發現嫩採時芽葉色澤較淡為淡綠偏黃（圖二、三、四、六），其葉綠素計 SPAD 讀值（葉綠素計讀值）較低（圖一）， b^* 值為正且為四個採摘期中最高（圖六）。隨生育日數增加，採摘期延後，至成熟老採時，芽葉色澤轉為濃綠色，其葉綠素計 SPAD 讀值較高（圖一）， b^* 值為正且為四個採摘期中最低（圖六）。SPAD 讀值與 b^* 、 $\Delta E^*(ab)$ 色差值、 $C^*(ab)$ 彩度呈負相關，相關係數為 -0.978、-0.883 及 -0.974；再分別探討 SPAD 讀值與 $H^*(ab)$ 色相角呈正相關，相關係數為 0.936（表五）。此結果與松尾喜義、岡野邦夫在 1980 年之研究相符。

（一）由不同採摘期芽葉色澤變化探討光合色素

由不同採摘期芽葉色澤變化探討光合色素，茶芽鮮葉中含有各種色素，主要有葉綠素、花黃素、葉黃素、類胡蘿蔔素和花青素（安徽大學，1994）。高等植物葉片進行光合作用時補捉日光輻射能所需的色素均由葉綠素和類胡蘿蔔素擔任。這些光合色素均以非共價鍵結合（non-covalent bridging）方式與特定蛋白質結合成所謂的色素蛋白複合體（pigment-protein complexes），而位於葉綠體之類囊體膜上（Markwell et al., 1979）。高等植物的葉綠素（Chlorophyll）分為 Chl a 及 Chl b，正常植物的葉片均可合成，而其 Chl a/b 比值在正常狀況下約為 3（Chang and Trounston, 1972）。本試驗 4 次採摘之 Chl a/b 比值分別 7.130、2.957、2.067、2.489（第二葉）（圖二）；4.435、3.069、1.914、2.675（第三葉）（圖三）。植物 Chl a/b 比值大於 4，葉色為淡黃綠色；Chl a/b 比值為 3，葉色為綠色；Chl a/b 比值小於 3，葉色為濃綠（黃秀鳳等，2004）。黃博富（2000）指出植物的遺傳與外在環境均會影響植物葉片色素之量或組成（Ottander et al., 1995）。在遺傳方面，植物本身葉片顏色的主要差異在植物色素之缺乏或葉綠素 a/b 之比值不同，然而部分葉綠素缺乏與淡綠色突變種者，其共同特性為葉綠素濃度大幅度減少、葉綠素 a/b 比值較高、類囊體膜（thylakoid membranes）上蛋白質組成較少或類囊體膜發育不全。此更說明嫩採時係因芽葉發育尚不足，類囊體膜發育不全、葉綠素 a/b 比值較高，故茶芽色澤淡綠色；而茶芽成熟度高時採摘，類囊體膜發育完全、葉綠素 a/b 比值降低，葉綠素濃度大幅度提高，茶芽色澤較濃綠。

葉綠素計讀值（鍾與張，2003）和葉綠素含量之線性迴歸分析，顯示兩者間具有顯著相關，決定係數（ R^2 ）=0.847，此結果與 Tunner and Jund（1991）以矮生稻試驗、鍾與張（2003）以地毯草進行試驗、楊（2003）利用水稻植株試驗結果提出，稻株葉片葉綠素總量與葉綠素計讀值之關係十分密切，可適用於直線關係，一、二期稻作之決定係數（ R^2 ）分別為 0.758 及 0.862 的結果相符，即說明所測得的葉綠素計讀值和葉綠素含量有明顯相關性。但楊（2003）利用水稻植株試驗結果，發現葉片之葉綠素總量、氮素含量或葉綠素計讀值均隨稻株生育進展而呈下降趨勢，此與本試驗之結果相左。本試驗茶葉芽葉色澤綠色強度，隨生育期進展而增強；而葉片之葉綠素總量、葉綠素計讀值均隨生育期進展亦有上升趨勢。此乃作物種類及測定生育期間不同所造成。

葉綠素計讀值和胡蘿蔔素含量之線性迴歸分析，顯示兩者間具有顯著相關（ $R^2=0.693$ ）（圖五）。在綠色植株中所含之類胡蘿蔔素主要為 α 、 β 及 γ 胡蘿蔔素和一些氧化類胡蘿蔔素（鄭永祥等，2000）。光合色素在葉綠體內組成所謂「光體系 II（Photosystem II, PS II）」、「光體系 I（Photosystem I, PS I）」以及「光吸收葉綠素 a/b 蛋白質複合體（Light-harvesting chlorophyll a/b protein complex, LHC 或 LHCP）」。光體系係由天線色素（Antenna pigments）及反應中心（Reaction center）所組成，而 LHC 則由葉黃素（Xanthophylls）、Chl b 及 Chl a 三種色素所組成（黃，2002）。光體系天線色素中的 Chl 主要吸收藍色光及紅色光，而 LHC 中的類胡蘿蔔素則吸收藍色光，而綠色光則不被各種色素吸收，大多反射出來，所以我們所看到的葉或葉綠體的顏色才成為綠色（黃，2002）。再從本試驗可發現隨著採摘期延後、生育期增加，芽葉內光合色素隨之增加，吸收紅、藍色光的率增加，反射出更多綠色光，

我們感受到的芽色更濃綠，同時以葉綠素計及色差計測得的CMR值亦提高、 a^* 值更偏（負）綠色值，色相角（Nassau, 1998）越大（圖九）。

茶菁品質是決定茶葉品質的基礎，而茶葉品質與某些茶菁芽葉的性狀有極佳的相關性，在芽葉農藝性狀調查中其葉片厚度、百芽重、節間徑與製茶品質間呈顯著正相關（馮，1995；陳與蔡，1999；蔡與陳，2001），本試驗中得到不同採摘期芽葉色澤之 SPDA 值由 36.83 上升至 56.2（圖一），而芽葉色澤由黃中帶綠向綠、濃綠色系偏移。另研究中得芽葉色澤指標 SPAD 值與 H^* 色相角彼此間具有極顯著的正相關（ $r=0.969^{**}$ ），而 SPAD 值與百芽重（ $r=0.975^{**}$ ）、密度（ $r=0.825^*$ ）、葉片數（ $r=0.894$ ）、一心三葉（ $r=0.973^{**}$ ）、第二葉厚（ $r=0.821^*$ ）、第三葉厚（ $r=0.897^*$ ）、第二葉長（ $r=0.950^{**}$ ）、第三葉長（ $r=0.932^{**}$ ）、第二葉寬（ $r=0.882^*$ ）、第三葉寬（ $r=0.979^{**}$ ）、第二葉面積（ $r=0.952^{**}$ ）、第三葉面積（ $r=0.951^{**}$ ）。上述各觀察調查農藝特性項目亦均隨茶芽生育期而增加，故芽葉色澤變化與茶芽生育期上述部分農藝性狀呈正相關。

由於東部茶區氣候溫和，日照長，在每年二月早春時期即有芽葉可供採摘，在茶葉市場上捷足先登，以致早春及晚冬兩季茶菁價格高，為東部茶區茶農重要收入來源。不同採摘期茶菁的產量呈『 Ω 』字形，於冬季剪枝後第 81 天，每株茶樹茶菁產量 228.30 ± 30.18 克為最高。試驗期間調查發現台茶 12 號茶菁價格分別為：冬季剪枝後第 67 天為 110 元/公斤、第 74 天及第 81 天為 100 元/公斤、第 88 天為 90 元/公斤。其收益分別為：冬季剪枝後第 67 天為 4.27 ± 0.59 元/株、第 74 天為 15.28 ± 2.13 元/株、第 81 天為 22.83 ± 3.02 元/株、第 88 天為 17.61 ± 2.31 元/株。因此採摘期過早、芽葉太嫩，則產量過低、收益太少。採摘期過遲、芽葉過度成熟，則產量亦非最高。故適當採摘期才能獲得最高的收益，其芽葉色澤 SPAD 值之對應產量預估式為 $y = -36.62x^2 + 237.68x - 165.67$ （ $R^2=0.988^{**}$ ）， y = 產量， x = SPAD 值。芽葉色澤 SPAD 的測值在 49 時，採摘可得最高收益。芽葉色澤 Hue 值之對應產量預估式為 $y = -5.43x^2 + 1337.1x - 82325$ （ $R^2=0.993^{**}$ ）， y = 產量， x = H^* 值。芽葉色澤 H_u 的測值在 124 時，採摘可得最高收益。綜合以上的結果顯示，二次式迴歸方程式為茶芽色澤對應茶芽生長模式，此與陳（1994）指出以二次式指數適合東部茶區芽葉生長模式略有差異，然均反映春茶萌芽初期生長慢，中期快而末期又趨於緩慢。芽葉生長末期呈「生理上」易形對口狀態，而生長趨於緩慢，必須掌握採摘期而避免芽葉原料完熟老化，其採摘期控制較早春茶嚴格（陳，1994）。

（二）由不同採摘期芽葉色澤變化探討製茶品質

產量來自頂芽及採摘面下的腋芽所產生新梢芽葉（稱為茶菁）而所組成，其品質對製茶品質影響很大。品質佳的茶菁在一般正常的製茶條件下，所製成茶葉滋味甘醇香氣宜人；而品質差的茶菁，即使有再好的製茶技術也難以製成佳品。因此茶菁品質是決定茶葉品質的基礎，而茶葉品質與某些茶菁的性狀及內容物有極密切的相關性（馮等，1993）。橘與庄山（1978）報告指出綠茶的色澤與茶芽的葉綠素的含量有密切關係。冬季剪枝後第 67 天採摘為嫩採、第 74 天採摘為稍嫩採其茶菁芽葉之兒茶素類、總游離胺基酸含量較高，製作綠茶、紅茶所得的成茶製品品質較佳。欲製作包種茶必須茶芽未行對口時即行採摘，而兒茶素類含量不宜過高，因此在冬季剪枝後第 74 天及第 81 天間採摘製作包種茶可得較優質的產品。第 88 天後採摘茶芽色澤濃綠葉片已過度成熟，因此所製作各類成茶產品品質均不佳。

芽葉化學成分中可溶分、胺基酸、兒茶素類、咖啡因及可溶性糖類是影響製茶品質的主要化學成分（Nakagawa and Ishima, 1971）。可溶分含量以春茶最高；夏茶次高；秋茶、冬茶及早春茶較低，此可能與東部早春茶及晚冬茶滋味淡薄有關；試驗結果冬季剪枝後第 67 天嫩採時所得到的可溶分，不論在鮮葉或製成綠茶、包種茶及紅茶均最高，此乃芽葉幼嫩時期生長最活躍，可溶分含量比冬季剪枝後第 88 天採摘成熟對口葉片平均高出 10.42%，多元酚平均高出 34.72%，兒茶素類平均高出 21.15%，咖啡因平均高出 31.61%，總游離胺基酸平均高出 46.77%，而可溶糖平均減少 45.37%。陳與蔡（1992）

指出茶葉葉片間以咖啡因含量變動較大，兒茶素類含量次之。而以可溶分 and 胺基酸含量變異範圍較小。此試驗結果略微出入，可能為採摘生育期與茶芽葉片生育情形，在內容物成分移轉上的差異。

結 論

自冬季剪枝後第 67 天以後，隨生育天數的增加，採摘日期的延後，製茶品質之 TQS 隨之降低，至第 88 天時顯著地不再能製出品質佳的茶葉製品。

芽葉色澤 SPAD 值之對應產量預估式為 $y = -36.62x^2 + 237.68x - 165.67$ ($R^2 = 0.988^{**}$)， y = 產量， x = SPAD 值。芽葉色澤 SPAD 的測值在 49 時，採摘可得最高收益。芽葉色澤 Hue 值之對應產量預估式為 $y = -5.43x^2 + 1337.1x - 82325$ ($R^2 = 0.993^{**}$)， y = 產量， x = H* 值。芽葉色澤 Hu 的測值在 124 時，採摘可得最高收益。綜合以上的結果顯示，二次式迴歸方程式為茶芽色澤對應茶芽生長模式，此乃茶芽色澤配合芽葉生長呈現出的生命現象。

茶芽生育期間不同採摘日對茶芽化學成分之影響，茶芽生育期間芽葉色澤之變化，可謂為茶葉內容化學成分變化的體現。隨著嫩採程度的不同，其芽葉色澤的色差計測定數值不同，故適採期仍會因所製成茶品種類略有差異。

誌 謝

本研究承行政院農業委員會 93 農科-1.1.1-茶-T2、94 農科-1.3.1-茶-T2 補助經費，試驗期間並獲陳秀慧小姐、柯憲達及陳清海先生協助調查及分析工作，特此誌謝。

參考文獻

1. 王文杰.2003.茶葉色澤研究概況及其前景.福建茶葉 4: 31-32。
2. 安徽農學院.1994.茶樹中多酚類物質及其代謝.茶葉生物化學(第二版).pp. 86-118。
3. 李淑美、陳右人.2001.溫度對茶樹芽葉生育之影響.臺灣茶業研究彙報 20: 175-184。
4. 李淑美、陳右人.2003.溫度對茶樹茶菁產量和品質之影響.臺灣茶業研究彙報 22: 43-56。
5. 呂新廣.2002.包裝色彩學.鄭州大學包裝工程學系。
6. 吳聲舜、陳國任、莊瓊昌.1995.水質對茶湯水色之影響.臺灣茶業研究彙報 14: 89-99。
7. 阮逸明.1987.包種茶水色形成與速溶茶萃取及抗結塊之研究.國立台灣大學食品科技研究所博士論文 (未出版)。
8. 陳右人、蔡俊明.1999.臺灣現有茶樹品種嫩梢與葉片性狀調查.臺灣茶業研究彙報 18: 1-21。
9. 陳坤龍、李淑美.2000.茶樹芽葉色澤標定及應用.中國園藝 46(3): 331-335。
10. 陳國任、黃資國.1984.不同採摘法對茶樹品種及季節間茶芽特性之影響.臺灣茶業研究彙報 3: 81-90。
11. 陳國任.1994.東部茶區早春及晚冬時期茶樹芽葉生長模式與化學成分之研究.臺灣茶業研究彙報 13: 27-40。
12. 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。
13. 馮鑑淮、蔡俊明、施金柯、陳右人.1993.海拔高度與茶樹採摘週期芽葉農藝性狀及包種茶品質的影響研究.臺灣茶業研究彙報 12: 47-64。

14. 馮鑑淮、陳國任、陳右人.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。
15. 馮鑑淮、陳國任.1995.東部茶樹品種產期、產量、化學成分與包種茶品質之比較研究.臺灣茶業研究彙報 14: 27-45。
16. 黃秀鳳、黃文達、許明晃、楊志維、趙璧玉、張新軒、蔡養正、楊棋明.2004.三種不同顏色甘藷葉片葉綠素合成能力分析.作物、環境與生物資訊 1: 47-54。
17. 黃啟穎.2002.植物對光照刺激的反應.科學農業 50(1,2): 55-68。
18. 黃博富.2000.不同葉色芥藍菜品種之光合作用特性及硝酸態氮含量.國立中興大學植物研究所碩士論文 (未出版).p 61。
19. 楊純明.2003.利用葉綠素測計估測水稻植株葉綠素及氮素.中華農業研究 52: 73-83。
20. 楊盛勳、曾富生.1991.茶樹產量、發酵力與農藝性狀之相關研究 I.臺灣茶業研究彙報 10: 129-140。
21. 葉速卿、吳振鐸.1976.茶葉中葉綠素之含量與綠茶品質之關係研究.台灣農業季刊 12(4): 1-12。
22. 劉熙.1985.茶樹生理與種植.台北市：五洲出版社。
23. 蔡永生、區少梅、張如華.1990.不同品種包種茶官能品質與化學組成之特徵與判別分析.臺灣茶業研究彙報 9: 79-97。
24. 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: 1-8。
25. 鍾翊嫻、張育森.2003.氮肥施用對地毯草生育之影響與應用葉綠素計於氮素狀態診斷之討論.中國園藝 49(4): 361-374。
26. 中野敬之.1993. 冬芽 芽長 幼葉數 推移.茶研報 77: 1-4。
27. 和田光正、中田典男、本莊吉男、家弓 行、岡田文雄.1988. 含量 綠茶 品質. 茶研報 68: 22-32。
28. 橘 尚、庄山孝義.1978.茶葉 測色 葉綠素量 關係.茶研報 84 (別) 49: 56-60
29. Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenol oxidase in *Beta vulgaris*. *Plant physiol.* 24: 1-15.
30. Bokuchava, M. A. and N. I. Skobeleva.1969. The chemistry and biochemistry of tea and tea manufacture. *Advances in Food Research*. 17: 215-229.
31. Chang, F. H. and J. H. Troughten.1972. Chlorophyll a/b ratios in C3-C4-plants. *Photosynthetica*. 6: 57-65.
32. Chou, C. C., L. L. Lin and K. T. Chung .1999. Antimicrobial activity of tea as affected by the degree of fermentation and manufacturing season. *International Journal of Food Microbiology*. 48: 125-130.
33. Inada, K. 1963. Studies on a method for determining deepness of green color and chlorophyll content of intact crop leaves and its practical applications. 1. Principle for estimating the deepness of green color and chlorophyll content of whole leaves. *Proceedings Crop Scientific Society Japan*. 32: 157-162.
34. Iwasa, K. 1977. Biosynthesis of catechins in tea plant. *Bulletin of the National Research Institute of tea*. 13: 101-126.
35. Inada, K. 1985. Spectral ratio of reflectance for estimating chlorophyll content of leaf. *Japan Journal Crop Science*. 54: 261-265.
36. Kariya, K., A. Matsuzaki and H. Machida. 1982. Distribution of chlorophyll content in leaf blade of rice plant. *Japan Journal Crop Science*. 51: 134-135.
37. Markwell, J. P., J. P. Thornber and R. T. Boggs. 1979. Higher plant chloroplasts: evidence that all the chlorophyll exists as chlorophyll-protein complexes. *Proceedings National Academic Science United*

- States of America. 76: 1233-1235.
38. Minolta Company. 1989. Chlorophyll meter SPAD-502 Instruction Manual. Minolta Co., Ltd., Japan. p. 22.
39. Moore, S. and W. H. Stein. 1948. Photometric ninhydrin method for use the chromatograph of amino acid. J. Biol. Chem., 176: 376-388.
40. Nakagawa, M. and Ishima, N. .1971. Evaluation of green tea liquor. Study of Tea. 41: 41-44.
41. Ottander, C. Campbell and G. Oquist. 1995. Seasonal changes in photosystem II organization and pigment composition in *Pinus sylvestris*. Planta. 197: 176-183.
42. Sakar, S. K. and N. Howarth. 1976. Specificity of the vanillin in test for flavanols. Journal Agriculture Food Chemistry. 24: 317-320.
43. Somogyi, M. 1945. A new reagent for the determination of Sugars. Journal Boil. Chemistry. 160: 61-68.
44. Turner, F. T. and M. F. Jund. 1991. Chlorophyll meter to predict nitrogen topdress requirement for semi-dwarf rice. Agronomy Journal. 83: 926-928.

Establishment of Numerical Measurement Method for Plucking Shoot Color in the Tea Plant, II: The Varied Hues of Tea Buds during the Tea Shoots Development

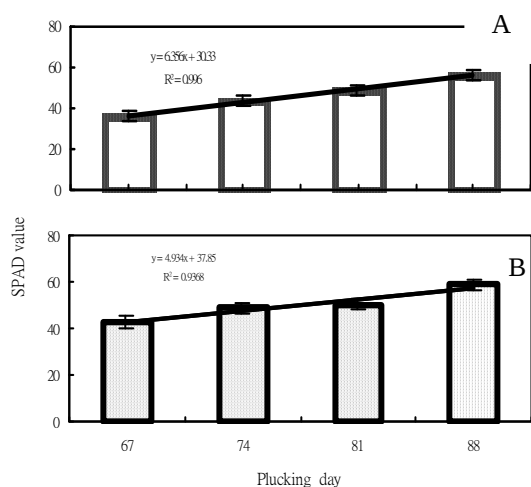
Horng-Jey Fan¹ Hun-Yuan Chen¹ Ming-Shaiun Guu²

Summary

From winter pruning after 67 days, TQS of made tea decreased with the increase of development period and extension of plucking period. After 88 days, good quality tea cannot be made. The yield mode of SPAD was $y = -36.62x^2 + 237.68x - 165.67$ ($R^2 = 0.988^{**}$), y = yield, x = SPAD. The highest plucking yield was when the SPAD of bud hues was 49. The yield mode of hue was $y = -5.43x^2 + 1337.1x - 82325$ ($R^2 = 0.993^{**}$), y = yield, x = H^* value. The highest plucking yield was when the Hue of bud hues was 124. The development mode of tea shoots was a quadratic equation. It displayed the phenomenon of life. The chemical compositions of made tea were affected by different plucking days. The varied hues and the different plucking period of tea buds were expressed in the chemical compositions of tea during the development period of tea shoots. The values were differentiated by color difference measurement. The qualities were differentiated by the kind of made tea.

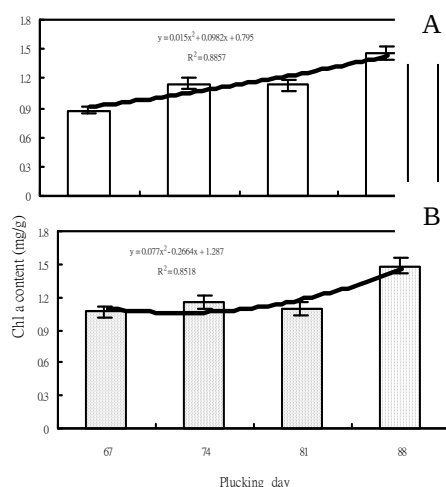
Key words: Tea bud, Pluck, Hue, Color difference meter

-
1. Assistant Agronomist, Associate Agronomist, Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan, R.O.C.
 2. Professor, Department of Plant Industry, National Pingtung University of Science & Technology, Pingtung, Taiwan, R.O.C.



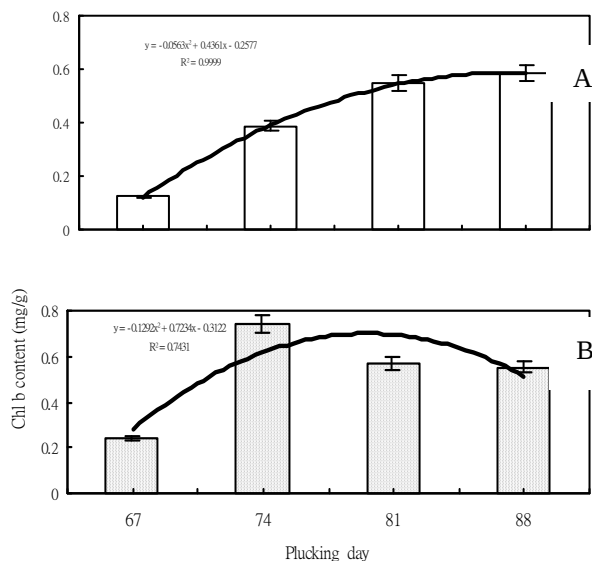
圖一、茶芽生育期間不同採摘日之 SPAD 值
Fig. 1. The SPAD value of the different plucking days during tea bud development

A: 第 2 葉 ; B : 第 3 葉
A: the 2nd leaf; B: the 3rd leaf



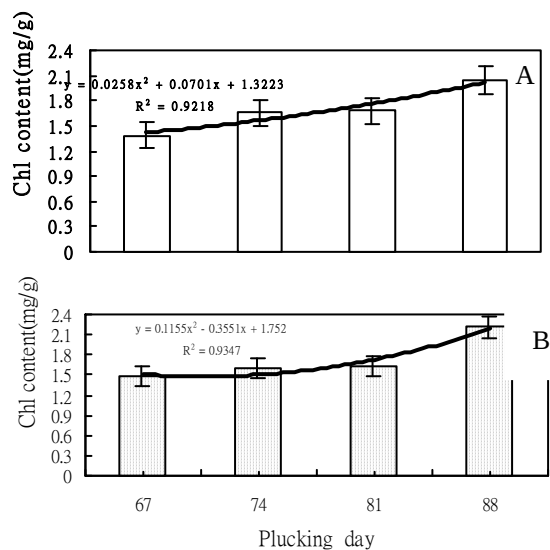
圖二、茶芽生育期間不同採摘日之葉綠素 a 含量
Fig. 2. The chlorophyll a content of the different plucking days during tea bud development

A: 第 2 葉 ; B : 第 3 葉。
A: the 2nd leaf; B: the 3rd leaf



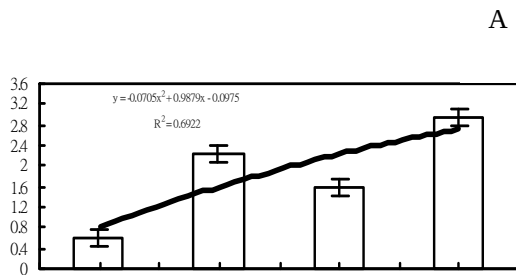
圖三、茶芽生育期間不同採摘日之葉綠素 b 含量
Fig. 3. The chlorophyll b content of the different plucking days during tea bud development

A: 第 2 葉 ; B : 第 3 葉
A: the 2nd leaf; B: the 3rd leaf



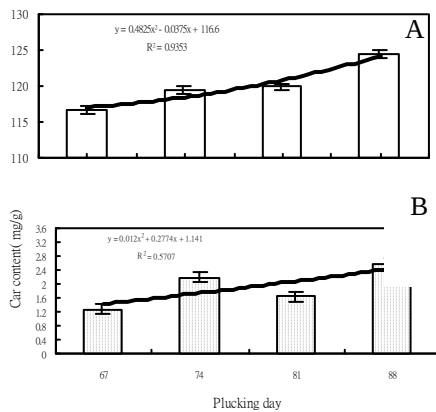
圖四、茶芽生育期間不同採摘日之總葉綠素含量
Fig. 4. The total chlorophyll content of the different plucking days during tea bud development

A: 第 2 葉 ; B : 第 3 葉。
A: the 2nd leaf; B: the 3rd leaf



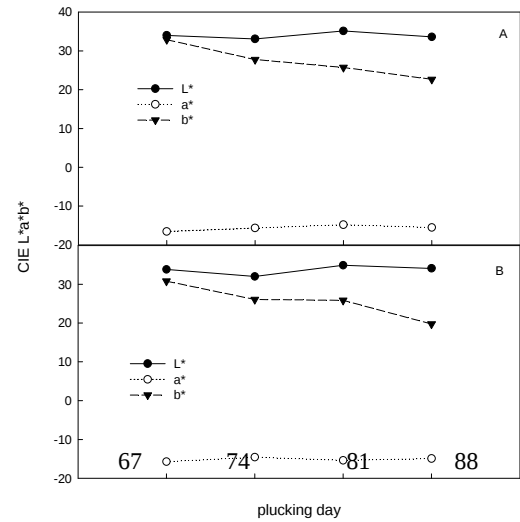
圖五、茶芽生育期間不同採摘日之類胡蘿蔔素含量
Fig. 5. The carotenoid content of the different plucking days during tea bud development

A:第2葉；B：第3葉
A: the 2nd leaf; B: the 3rd leaf



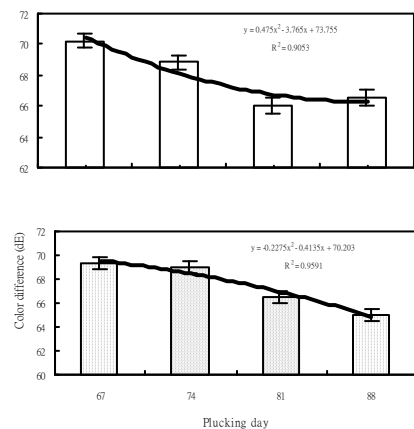
圖七、茶芽生育期間不同採摘日之色相角度
Fig. 7. The hue degree of the different plucking days during tea bud development

A:第2葉；B：第3葉
A: the 2nd leaf; B: the 3rd leaf



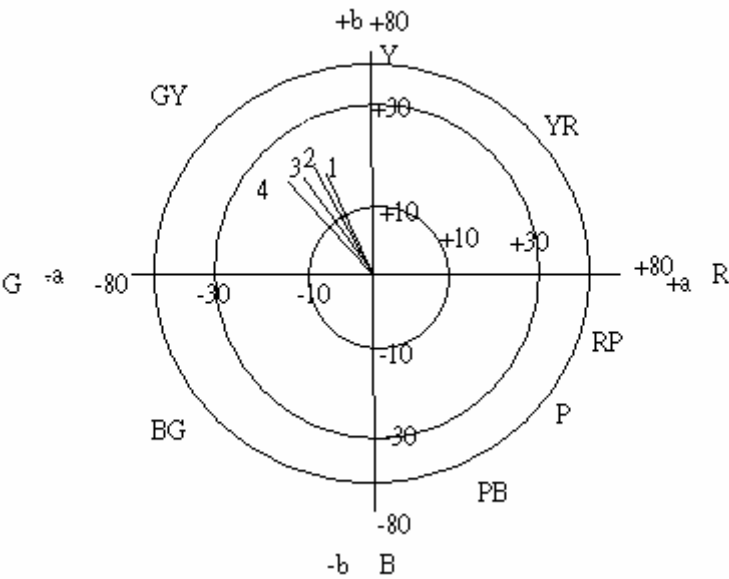
圖六、茶芽生育期間不同採摘日之色差 L* a* b*值
Fig. 6. The L*, a* and b* value of the different plucking days during tea bud development

A:第2葉；B：第3葉。
A: the 2nd leaf; B: the 3rd leaf



圖八、茶芽生育期間不同採摘日之色差值
Fig. 8. The color value difference (dE*) of the different plucking days during tea bud development

A:第2葉；B：第3葉。
A: the 2nd leaf; B: the 3rd leaf



圖九、不同採摘期茶芽葉色之色相圖
Fig. 9. Hue of pigment from a issue of color and luster of bud at different plucking date

(1: the plucking date on 3/2; 2: the plucking date on 3/9; 3: the plucking date on 3/16; 4: the plucking date on 3/23;
Y: yellow at 90°; YR: yellow red; R: red at 0°; RP: red purple; P: purple; PB: purple blue; B: blue at 270°;
BG: blue green; G: green at 180°; GY: green yellow).

表一、不同採摘日茶芽色澤差異
Table 1. Effect of different plucking days of tea buds

Leaf position	Plucking day	L*	a*	b*	$\Delta E^*(ab)$	H*(ab)	C*(ab)	SPAD
2nd leaf	67	34.12a	-16.55a	32.87a	70.23a	116.73c	36.80a	36.82d
	74	33.08a	-15.65a	27.76b	68.83b	119.41b	31.87b	43.2c
	81	35.15a	-14.78a	25.72bc	66.03bc	119.88b	29.67b	48.65b
	88	33.60a	-15.32a	22.64c	65.53c	124.44a	27.45c	56.2a
3 rd leaf	67	33.82a	-15.72a	30.79a	69.40a	117.25c	34.57a	42.4d
	74	32.00a	-14.57a	26.07b	68.95b	119.21b	29.86b	48.75c
	81	34.39a	-15.39a	25.86b	66.43bc	120.75b	30.09b	50.705b
	88	34.09a	-14.92a	19.75c	65.07c	127.06a	24.75c	58.825a

The mean values in each column followed by the same letter are not significantly different as 5% level with Duncan's multiple range test.

表二、不同採摘日茶芽之農藝性狀

Table 2. The agronomic characters of tea buds on the different plucking days

Characters	Plucking day				Regression equation	Correlation coeff. R^2
	67	74	81	88		
Bud density (buds/900cm ²)	69a	52bc	61.3ab	47.7c	$Y = -7.5x + 74.5$	0.6469
Weight of 100 young shoots (g/100 shoots)	64.7c	76.7b	81.6b	106a	$Y = 3.1x^2 - 2.62x + 65.5$ 5	0.9608**
Yield (g/plant)	38.8d	152c	228.3a	195ab	$Y = -36.57x^2 + 237.54x - 165.7$	0.9874**
Sum of leaf (leaves)	4.07b	4.43a	4.70a	4.67a	$Y = -0.097x^2 + 0.695x + 3.463$	0.9913**
Length of the shoot (cm)	12.2c	15.7a	16.4a	14.0b	$Y = -1.46x^2 + 7.95x + 5.713$	1**
Length of 1-bud-3-leaf (cm)	7.8c	8.8b	8.9b	10.1a	$Y = 0.05x^2 + 0.45x + 7.4$	0.9248**
Diameter of 1-2 internode (mm)	1.55b	1.49b	1.50b	1.79a	$Y = 0.0875x^2 - 0.3645x + 1.837$	0.9629**
Diameter of 2-3 internode (mm)	1.83a	1.78a	1.81a	1.85a	$Y = 0.0225x^2 - 0.1035x + 1.908$	0.9084**
Length of 1-2 internode (cm)	1.19a	1.23a	1.04a	1.05a	$Y = -0.0075x^2 - 0.0235x + 1.243$	0.6707
Length of 2-3 internode (cm)	1.91b	2.41a	2.22a	1.58c	$Y = -0.285x^2 + 1.307x + 0.9$	0.9928**
Length of 2 nd leaf (cm)	4.64c	5.27b	5.48b	7.22a	$Y = 0.2775x^2 - 0.5925x + 5.053$	0.948**
Width of 2 nd leaf (cm)	2.1c	2.26b	2.29b	3.32a	$Y = 0.2175x^2 - 0.7185x + 2.678$	0.9316
Thickness of 2 nd leaf (mm)	0.21b	0.21b	0.21b	0.27a	$Y = 0.016x^2 - 0.061x + 0.259$	0.9653**
Length of 3 rd leaf (cm)	4.98c	6.0b	6.65a	6.65a	$Y = -2.55x^2 + 1.841x + 3.38$	0.9797**
Width of 3 rd leaf (cm)	2.45c	2.9b	3.07b	3.33a	$Y = 0.0275x^2 + 0.1735x + 2.22$	0.9719**
Thickness of 3 rd leaf (mm)	0.23b	0.25b	0.25b	0.29a	$Y = 0.0102x^2 + 0.0329x + 0.2642$	0.9415**
Area of 2 nd leaf (cm ²)	4.81c	8.49b	8.93b	16.91a	$Y = 1.0975x^2 - 1.8405x + 6.178$	0.9258**
Area of 3 rd leaf (cm ²)	8.64c	12.3b	14.5a	15.38a	$Y = -0.6975x^2 + 5.728x + 3.618$	0.9999**

The mean values in each row followed by the same letter are not significantly different at 5% level with Duncan's multiple range test.

表三、不同採摘日對製茶品質之影響

Table 3. Effect of different plucking day on the tea quality

Kind	Plucking		Appearance	Color	Infusion	Aroma	Taste	TQS
	day							
Green tea	67		7.75a	7a	14.5a	19.5ab	19.5b	68.25a
	74		6.75ab	7a	13a	20.25a	21.75a	68.75a
	81		6.5ab	6.25ab	14.5a	19.5ab	18b	64.65ab
	88		5.75b	5.5b	12.5a	18b	18b	59.75b
Paochung tea	67		7.75a	6.5b	13ab	19.33b	19.4c	66.25b
	74		7.25a	7.25a	11.5c	21a	22.5a	69.5a
	81		6.75ab	6.75ab	13.5a	19.5b	21b	67.5ab
	88		5.75b	5.75c	12bc	18c	18d	59.5c
Black tea	67		8.5a	8a	13b	20.82a	19.5a	69.82a
	74		7.5b	8.5a	14a	19.5b	19.5a	69a
	81		6.75bc	6.25b	12c	18c	18b	61b
	88		6.25c	6.25b	11d	18.38c	16.5c	58.3c

The mean values in each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level with Duncan's multiple range test.

TQS: Total quality scores.

表四、不同採摘日之茶湯水色色差值之影響

Table 4. The color difference of the tea liquor at the different plucking days

Kind	Plucking		L*	a*	b*	ΔE	H	C
	day							
Green tea	67		85.81b	-0.64a	4.57bc	4.19b	97.91a	4.56bc
	74		87.87ab	-0.75a	3.68c	2.77b	101.55a	3.75c
	81		91.96a	-1.32b	6.18ab	6.4a	102.08a	6.35ab
	88		85.35b	-1.25b	6.6a	6.22a	95.96a	6.71a
Paochung tea	67		89.19a	-1.17a	5.12b	4.16c	102.0a	5.22a
	74		86.09b	-1.32a	7.73a	6.96ab	99.68b	7.84a
	81		86.17b	-1.2a	6.24ab	5.55bc	101.16ab	6.36a
	88		86.89b	-1.28a	8.12a	7.35a	98.97b	7.73a
Black tea	67		80.53b	0.55ab	26.38a	26.29a	89.32ab	26.39a
	74		79.86b	1.61a	25.88a	26.07a	86.39b	26.13a
	81		82.11ab	0.05b	20.98a	20.66a	89.08a	20.66a
	88		83.36a	0.49b	23.72a	23.02a	91.11a	23.73a

The mean values in each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level with Duncan's multiple range test.

表五、不同採摘日對茶化學成分之影響

Table 5. Chemical compositions of made tea on the different plucking days

Kind	Plucking day	Soluble solid	Polyphenol	Catechins	Caffeine	T-AA	Soluble sugar
% FW							
Fresh leaves	67	29.26a	9.468a	5.432a	3.519a	1.185b	2.962c
	74	24.26b	5.462b	2.454b	2.929b	1.687a	4.334b
	81	25.03ab	5.029b	2.687b	2.475c	1.618a	6.126a
	88	26.22ab	5.195b	3.177b	2.219d	1.253b	6.661a
% DW							
Green tea	67	33.4a	12.379a	9.069bc	3.085a	1.096ab	2.629c
	74	32.47a	11.527b	8.793c	2.953a	1.301a	3.973b
	81	31.61a	10.202c	9.754a	2.445b	1.017b	5.389a
	88	30.47a	10.024c	9.379ab	2.276b	0.723c	4.378b
Paochung tea	67	33.81a	14.036a	9.468a	3.728a	1.410a	2.138b
	74	32.32a	11.066b	8.177a	3.048b	1.123b	3.135ab
	81	30.67ab	9.858bc	8.114a	2.707c	0.836c	3.785a
	88	28.63b	9.023c	8.294a	2.404d	0.791c	4.089a
Black tea	67	26.32a	7.101a	3.342a	3.529a	2.162a	2.557b
	74	25.7a	5.053b	2.211ab	2.859b	1.468b	4.436a
	81	26.29a	4.261b	1.848b	2.687b	1.147c	4.840a
	88	24.42a	4.237b	2.202ab	2.549b	0.922d	4.146a

The mean values in each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level with Duncan's multiple range test.

T-AA: Total free amino acid.

茶仙草配方產品之開發

林秀穗 林木連¹

摘 要

以箱型焙茶機分別進行不同溫度 80°C、100°C、110°C 與 120°C 及不同時間 2、4、6、8、10 小時之仙草烘焙處理時，就香氣滋味而言，110°C 4 小時為最佳仙草烘焙條件，而 110°C 2 小時至 6 小時之烘焙條件下對仙草之香氣滋味並無負面影響。綠茶添加仙草產品時，隨仙草添加比例之增加大致上產品有較酸化，水色較暗、較紅、較黃之效果，而仙草添加比例在仙草：綠茶為 3：1 風味最好，而仙草：綠茶為 2：1 之添加比例次之。而烏龍茶添加仙草時，產品之水色隨烏龍茶種類及產品型式之不同而異，而且其風味皆不若其他茶種；紅茶添加仙草產品時，隨仙草添加比例之增加，與紅茶相較，有往酸度低、水色變淡、變黃偏移之效果，仙草添加比例以仙草：紅茶為 3：1 之風味最好，而仙草：紅茶為 2：1 之添加比例則次之。總言之，在所測試之茶與仙草配方中，綠茶或紅茶與仙草之搭配性較好，所調配出之產品於水色及風味上為較佳之組合。而使用烏龍茶添加仙草時，在所測試之配方中，其水色風味皆不若前述之茶種。

關鍵字：茶葉、仙草、烘焙、水色測定、感官品評

前 言

仙草 (*Mesona procumbens*; *Mesona chinesis*; *Mesona elegans*) 別名洗草、涼粉草、仙草凍、仙草乾，其分類地位屬於唇形科 (*Labiatae*) 仙草屬 (*Mesona*) (姜，1995)，為一種短日照植物，性喜溫暖濕潤之氣候及水力良好之壤土。早期野生種遍佈於台灣海拔 1000 公尺以下陰濕處，近年來經馴化育種後以人工進行大宗栽培。仙草為民間傳統百草茶之一種，中藥大辭典中亦將仙草收載其中，其性味澀、甘、寒，消暑解渴，具解熱毒之功，可治中暑、消渴、高血壓、肌肉及關節疼痛。近年來之研究顯示，仙草具有抗氧化力 (antioxidative activity) (Hung et al., 2001 ; Lai et al., 2001 ; Yen et al., 2000)、抗突變力 (antimutagenic effect) 及清除超氧離子 (Yen et al., 2001) 之效果。仙草兼具藥用與飲料作物之特性，在今日養生保健風潮盛行之時，仙草也愈來愈受重視。本研究嘗試以不同的烘焙方式對仙草進行加工，並藉由產品水色及感官品評結果來探討仙草烘焙產品運用於仙草與茶葉調配飲料產品開發之適用性。

1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員、場長。台灣 桃園縣。

材料與方法

(一) 試驗材料

1. 田間採收新鮮仙草經水洗淨後，晾乾。
2. 採收後經一年貯存之市售仙草乾，去葉後洗淨曬乾。將上述材料剪成長約 5 公分左右備用。
3. 茶粉來源：由茶農及超市分別購買得二種綠茶粉，另外，由超市購得二種烏龍茶與二種紅茶，利用磨粉機將其磨成茶粉後備用。
4. 仙草粉來源：由關西農會所購得之即溶仙草粉。

(二) 仙草烘焙試驗

秤取經過前處理之仙草材料各 200 克，均勻散置於網狀托盤中，放入箱型焙茶機(崧羽公司) 中，以定溫攝氏 80 度分別以 2、4、6、8、10 小時 5 種烘焙時間進行處理後取出，即為攝氏 80 度系列之仙草烘焙成品；同上述方式另外進行定溫攝氏 100、110 及 120 度之三種系列之仙草烘焙處理，本試驗重複進行二次，總共完成 20 組不同之仙草烘焙成品。

(三) 茶仙草產品之調配

1. 自製仙草乾與茶葉之調配：將經過 110°C 4h 烘焙處理之仙草乾，與市售之綠茶、烏龍茶及紅茶各二種，以仙草乾：茶葉 = 3 : 1、2 : 1、1 : 1、1 : 2 及 1 : 3 等，五種比例進行調配後備用。
2. 仙草粉與茶粉之調配：將即溶仙草粉分別與市售之二種綠茶粉，及上述方法所製備出之二種烏龍茶粉及二種紅茶粉，以仙草粉：茶粉 = 3 : 1、2 : 1、1 : 1、1 : 2 及 1 : 3 五種比例進行調配後備用。

(四) 水色測定

秤取各烘焙處理之仙草產品或茶仙草配方產品各 3 克，以 150 mL 煮沸之蒸餾水沖泡 5 分鐘後，以 Whatman No.42 號濾紙過濾，過濾之仙草湯以 Nippon Denshoku 300A 色差計依其使用說明進行水色測定如下：打開電源溫機 30 分鐘後，於試料台上放置標準白板，依螢幕指示打開試料室上蓋將黑色 O-ADJ 板放入直徑 30 mm 之試料夾中以遮斷所有光源，蓋上試料室上蓋並按下「O-ADJ」按鍵調零點，打開試料室上蓋放入乾淨之測光管於試料夾中，蓋上試料室上蓋並按下「S-ADJ」按鍵作標準調，打開試料室上蓋放入裝有煮沸過之蒸餾水之測光管於試料夾中，蓋上試料室上蓋並按下「Start」按鍵作參考樣品測定，打開試料室上蓋取出測光管，倒出蒸餾水及清洗後吸乾水分後裝入待測樣品液，以拭鏡紙輕輕拭乾後置於試料夾中，蓋上試料室上蓋並按下「Start」按鍵進行樣品水色之測定，所得數據以 ANOVA 及 Duncan 新多變域法 (Duncan's New Multiple Range Test, Duncan's MRT) 進行分析。

(五) pH 值測定

依水色測定步驟製備出各種湯後，待其冷卻至室溫，以 pH 測定儀進行 pH 值測定，所得數據以 ANOVA 及 Duncan 新多變域法進行分析。

(六) 感官品評

1. 仙草烘焙產品之感官品評之進行比照現行茶葉品質鑑定法 (蔡等, 1991a; 蔡等 1991b)：秤取經過各種烘焙處理之仙草乾 3 克於標準品評沖泡杯中，共二重複，以 150 mL 沸水沖泡後蓋上杯蓋，5 分鐘後倒入品評杯中，由本場 3 位評審委員所組成之品評小組，評分時將香氣滋味一併計分，滿分為 100 分，未經烘焙處理之仙草沖泡出之仙草湯為 80 分作為評分基準，對其他

各種烘焙處理之仙草產品之香氣滋味進行評審。

- 仙草乾與茶葉調配產品之沖泡步驟同前，仙草粉與茶粉調配產品之沖泡步驟為秤取各種調配處理之材料 1 克於標準品評杯中，以上法沖泡後，由本場 3 位評審委員所組成之品評小組進行評審，評分標準採 10 分制，共有香氣、滋味二項目，滿分為 20 分，來對各種茶仙草配方產品進行評審。

結果與討論

一、仙草烘焙部分

當季新鮮仙草自田間採收後經清水洗淨、晾乾後，均勻散置於網狀托盤中，放入電熱式焙茶機中，以定溫 80、100、110 及 120℃分別以 2、4、6、8、10 小時 5 種時間進行烘焙處理後取出，取 10 克加入 15 倍水煮成仙草湯，品嚐後發現所有烘焙處理之新鮮仙草產品皆無傳統之仙草香味滋味，而具有類似酸梅湯之滋味，因此改用採收一年以上之仙草乾進行仙草烘焙試驗。由於貯存一年以上之仙草乾材料其葉子極易脫落，材料本身莖葉比例相當不均勻，加上葉子於前處理、烘焙及沖泡時易脫落，而且仙草之莖與葉經烘焙後，葉子較莖部會使仙草湯之顏色變成較暗紅褐色，為避免日後與茶葉搭配時有使產品茶湯水色暗濁之虞，故本試驗以貯存一年之仙草乾莖部進行烘焙處理。

20 組仙草烘焙成品之水色測定結果，如表一，其中 L 值代表仙草湯水色之明亮度，其值愈大表示水色愈澄清明亮，值愈小表示水色愈暗淡混濁；可知以 80℃進行烘焙 2 與 4 小時及 100℃ 2 小時之產品其明亮度與未經烘焙處理之對照組無差異；而 120℃進行 8 小時以上之烘焙處理時仙草湯水色與未經烘焙處理之對照組間在 1%顯著水準上有差異存在，其 L 值加深約 3 個單位左右。而其他烘焙處理大致上可使 L 值略降，水色稍加深。

a 與 b 值皆為色相 (Hue) 之指標，a 值為正值時表示水色偏紅，a 值為負值時表示水色偏綠；由結果可知仙草湯之 a 值皆為正，亦即水色帶紅色，而烘焙處理除 80℃2 小時烘焙處理與對照組間無差異存在外，其他之烘焙處理可使 a 值增大，亦即使仙草湯水色更向紅色方向偏移，而其中 120℃8 小時以上之烘焙處理與對照組間在 1% 顯著水準上有差異存在，其可使 a 值向紅色偏移約 1 單位左右。而 b 值方面，b 值為正值時表示水色偏黃，b 值為負值時表示水色偏藍，仙草湯之 b 值皆為正，因此其水色帶有黃色，100℃及 110℃系列之烘焙處理大致具有使仙草湯水色更往黃色方向變化之結果，而 120℃6 小時以上之烘焙處理與對照組間則在 1% 顯著水準上有差異存在，這些烘焙處理可使仙草湯水色往黃色方面偏移約 3 單位左右。

E 為色差值，代表以 L、a、b 三值所構成之三度空間座標上二點之距離 ($\Delta E = ((\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2)^{0.5}$)，亦即 ΔE 為同時以 L、a、b 值對色作描述的一種綜合指標，而本實驗因為以蒸餾水作為參考樣品，故所測得之 ΔE 值係為仙草湯水色與蒸餾水之色差值，其值越小表示與蒸餾水之差異性愈小，其值越大表示與蒸餾水之差異性愈大，可知 80℃ 4、6、8 小時之烘焙處理與對照組之 ΔE 值間無差異，而 120℃8 小時以上之烘焙處理與對照組之 ΔE 值間在 1% 顯著水準上有差異存在，這些烘焙處理可使仙草湯水色往黃色方面偏移約 4.5 單位左右。其他之烘焙處理可使仙草湯之 ΔE 值略增。

由上述之結果可知 80℃、100℃及 110℃系列之烘焙處理，大致上對仙草湯水色產生之變化不大，但當溫度上升至 120℃及烘焙時間增長至 8 小時以上時，仙草湯水色顯然有變成較暗濁，又因為 a 值往紅偏，b 值往黃偏，二者相互作用將導致仙草湯水色具有更往暗褐色方向偏移之效果。

表一、仙草烘焙產品之水色測定結果

Table 1. The results of color measurements of the liquors of roasted hsien-ts'ao products

Treatment	L	a	b	△E
control	85.74±1.48 ^b	3.77±0.50 ^a	13.05±1.77 ^{ab}	16.36±2.37 ^{ab}
80°C 2h	86.32±0.79 ^b	3.79±0.36 ^a	12.15±0.62 ^a	15.36±0.98 ^a
80°C 4h	85.60±1.24 ^b	3.93±0.29 ^{ab}	13.90±1.46 ^{abc}	16.68±2.05 ^{ab}
80°C 6h	85.20±0.70 ^{ab}	4.49±0.27 ^{abc}	12.56±0.55 ^a	16.52±0.89 ^{ab}
80°C 8h	85.51±0.49 ^{ab}	4.36±0.14 ^{abc}	12.05±0.83 ^a	16.07±0.73 ^{ab}
80°C 10h	84.44±0.89 ^{ab}	4.77±0.07 ^{abc}	13.60±1.13 ^{abc}	17.81±1.44 ^{abc}
100°C 2h	85.95±1.50 ^b	4.47±0.84 ^{abc}	12.18±0.51 ^a	17.07±0.86 ^{abc}
100°C 4h	83.89±0.84 ^{ab}	4.79±0.40 ^{abc}	13.94±0.20 ^{abc}	17.26±1.08 ^{abc}
100°C 6h	85.00±0.75 ^{ab}	4.23±0.12 ^{abc}	13.70±1.06 ^{abc}	17.47±1.24 ^{abc}
100°C 8h	84.69±1.91 ^{ab}	4.55±0.63 ^{abc}	13.46±2.10 ^{abc}	17.56±2.90 ^{abc}
100°C 10h	85.92±1.86 ^b	4.22±0.18 ^{abc}	13.91±1.08 ^{abc}	17.79±0.97 ^{abc}
110°C 2h	85.24±1.54 ^{ab}	4.06±0.25 ^{abc}	13.92±1.10 ^{abc}	17.54±1.96 ^{abc}
110°C 4h	84.97±1.43 ^{ab}	4.51±0.43 ^{abc}	13.45±2.23 ^{abc}	17.37±2.58 ^{abc}
110°C 6h	85.04±1.25 ^{ab}	4.55±0.52 ^{abc}	13.58±1.28 ^{abc}	17.43±1.83 ^{abc}
110°C 8h	84.84±1.08 ^{ab}	4.37±0.29 ^{abc}	13.72±1.16 ^{abc}	17.61±1.58 ^{abc}
110°C 10h	84.64±0.57 ^{ab}	4.43±0.36 ^{abc}	14.66±0.76 ^{abc}	18.45±0.81 ^{abc}
120°C 2h	83.58±1.24 ^{ab}	4.99±0.82 ^c	15.46±0.59 ^{bc}	19.85±1.41 ^{bc}
120°C 4h	84.40±1.12 ^{ab}	4.03±0.82 ^{abc}	14.68±0.84 ^{abc}	19.23±1.58 ^{abc}
120°C 6h	83.73±1.00 ^{ab}	4.64±0.38 ^{abc}	15.81±1.00 ^c	19.93±1.44 ^{bc}
120°C 8h	82.70±1.90 ^a	4.95±0.47 ^{bc}	15.99±1.01 ^c	20.88±2.22 ^c
120°C 10h	82.94±1.82 ^a	4.91±0.56 ^{bc}	15.93±1.65 ^c	20.75±3.13 ^c

註：*直行英文字母相同者表示未達到鄧肯氏多變域分析 1 % 顯著水準。

* Means in the same column followed by the same letter are not significantly different at 1 % level by Duncan's Multiple Range Test.

仙草烘焙產品之感官品評結果如表二，可知 120°C 系列之烘焙處理與對照組之香氣滋味間差異較大，尤其 120°C 4 小時以上之烘焙處理與對照組間差異皆達到 7 分以上，遠高於其他處理與對照組間之差異，約在 3 分以內，而且這些烘焙處理會使產品帶有火焦味及酸味，故這些烘焙條件對產品之香氣滋味顯然毫無助益，反而有使品質降低之反效果。而其餘之烘焙處理與對照組在統計上雖無差異，但以對照組為 80 分做為標準予以劃分，可知 110°C 2 小時至 6 小時之平均分數較對照組略高，而其中 110°C 4 小時之平均分數最高，因此，110°C 4 小時為本實驗中香氣滋味之最佳仙草烘焙條件，而 110°C 2 小時至 6 小時之烘焙條件下對仙草之香氣滋味並無負面影響。而其他 80°C 及 100°C 系列之烘焙條件產品香氣滋味之平均分數則比對照組為低，顯示這些烘焙條件雖在統計上與對照組間無差異，但評審對其香氣滋味並不夠滿意，另外就烘焙時間而言，可知烘焙溫度超過 100°C 以上及烘焙時間超過 8 小時以上之條件下皆會使產品帶有火味，故這些仙草烘焙條件於與茶葉搭配上應較不適用。

綜合上述之結果顯示以 80°C、100°C、110°C 及 120°C 分別進行 2、4、6、8、10 小時之仙草烘焙處理時，就香氣滋味而言，110°C 4 小時為本實驗中之最佳仙草烘焙條件，而 110°C 2 小時至 6 小時之

烘焙條件下對仙草之香氣滋味並無負面影響，然而前述條件與未經烘焙處理之對照組間在統計上差異並不明顯。而經統計後發現與對照組間有差異存在之烘焙條件為 120℃ 8 小時以上之烘焙條件，因為會使產品有水色變暗褐、香氣滋味帶有火焦味及變酸等劣變之不利影響，故並不十分適用於仙草與茶葉搭配加工方面。以往本場研究不同烘焙溫度與時間對包種茶化學成份與品質之影響時（阮等，1989），亦發現有烘焙溫度高至 120℃ 以上時水色有往紅色方向位移之趨勢。

表二、仙草烘焙產品之感官品評結果

Table 2. The results of sensory evaluation of roasted hsien-ts'ao products

處理	香氣滋味	備註
control	80.00±0.00	評分標準品
80℃ 2h	79.00±1.67	仙草味淡薄
80℃ 4h	78.67±1.51	仙草味淡薄
80℃ 6h	79.33±2.34	仙草味淡薄
80℃ 8h	79.00±2.37	仙草味淡薄
80℃ 10h	79.50±2.17	仙草味淡薄
100℃ 2h	78.83±2.86	仙草味淡薄
100℃ 4h	77.83±4.58	仙草味淡薄
100℃ 6h	77.67±5.28	仙草味淡薄
100℃ 8h	77.67±5.32	仙草味淡薄，微火味
100℃ 10h	78.67±4.27	仙草味淡薄，微火味
110℃ 2h	80.50±2.43	仙草味較濃郁
110℃ 4h	81.67±3.44	仙草味較濃郁，滋味佳
110℃ 6h	81.17±3.19	仙草味及滋味較佳
110℃ 8h	79.67±3.39	仙草味濃，帶微火味
110℃ 10h	78.33±4.63	帶火味
120℃ 2h	77.33±5.85	帶微火味及微酸味
120℃ 4h	72.83±3.13	帶火味及酸味
120℃ 6h	72.33±3.67	鮮活性降低，帶火味及酸味
120℃ 8h	71.33±5.13	鮮活性降低，帶濃火味及酸味
120℃ 10h	69.67±3.83	鮮活性降低，帶火焦味及酸味

二、茶葉添加仙草烘焙產品部分

各組茶葉添加烘焙仙草產品之水色測定結果如表三，由二種綠茶添加烘焙仙草乾產品之水色測定結果可知 A 及 B 二種綠茶中隨仙草乾添加比例之增加有 pH 值下降，L 值降低，a 值增加，b 值增加之現象，亦即隨仙草添加比例之增加，有使產品比 A 及 B 綠茶往較酸、明亮度較低、水色往較紅、較黃偏移之效果；而二種市售綠茶粉添加烘焙仙草粉之產品水色測定結果詳如表四，可知在綠茶粉部份，隨仙草粉添加比例之增加亦有 L 值降低，a 值增加，b 值增加之現象，亦即隨仙草添加比例之增加也有使產品比綠茶粉之往明亮度較低、水色往較紅、較黃偏移之效果。另外，表五為綠茶添加仙草產品之感官品評結果，可知二種綠茶及二種綠茶粉中添加仙草之比例以仙草：綠茶為 3：1 風味最好，總分平均皆超過 10 分，而仙草：綠茶為 2：1 之添加比例次之，總分平均皆超過 8 分，顯示綠茶與仙

草適宜彼此搭配。

表三、綠茶添加仙草乾產品之 pH 及水色測定結果

Table 3. The results of pH and color measurements of green tea and roasted hsien-ts'ao combined products

添加比例	pH	L	a	b	△E
仙草：A 綠茶 = 3:1	5.50±0.05 ^a	81.40±1.28 ^a	3.62±0.11 ⁱ	27.30±1.19 ^{bc}	26.39±1.16 ^{bc}
仙草：A 綠茶 = 2:1	5.52 ±0.07 ^a	82.37±0.76 ^{ab}	3.25±0.13 ^h	27.54±26.42 ^{bc}	29.65±1.17 ^d
仙草：A 綠茶 = 1:1	5.57 ±0.10 ^a	83.37±0.82 ^{abc}	2.28±0.12 ^e	26.42±1.19 ^b	28.31±0.96 ^{cd}
仙草：A 綠茶 = 1:2	5.50 ±0.11 ^a	84.40±0.86 ^{bcd}	1.16±0.15 ^c	26.34±1.14 ^b	27.48±0.88 ^{cd}
仙草：A 綠茶 = 1:3	5.60 ±0.09 ^{ab}	85.57±0.80 ^{cd}	0.54±0.16 ^{ab}	25.79±0.85 ^{ab}	29.49±1.16 ^d
仙草：B 綠茶 = 3:1	5.55 ±0.06 ^a	82.63±0.90 ^{ab}	2.95±0.14 ^g	26.49±0.81 ^b	23.51±1.14 ^a
仙草：B 綠茶 = 2:1	5.66 ±0.11 ^{ab}	82.55±1.16 ^a	2.61±0.11 ^f	26.49±0.79 ^b	28.21±0.90 ^{cd}
仙草：B 綠茶 = 1:1	5.75 ±0.07 ^{bc}	84.50±1.11 ^{bcd}	1.86±0.09 ^d	25.40±0.71 ^{ab}	28.38±1.02 ^{cd}
仙草：B 綠茶 = 1:2	5.87 ±0.06 ^{cd}	86.42±1.20 ^d	0.85±0.14 ^{bc}	23.78±0.85 ^a	24.21±1.04 ^{ab}
仙草：B 綠茶 = 1:3	5.94 ±0.07 ^d	86.96±1.76 ^d	0.42±0.16 ^a	23.53±1.17 ^a	26.24±1.20 ^{bc}

註：三重複之測定結果，直行英文字母相同者表示未達到鄧肯氏 1 % 顯著水準。

The results of triplicate. Values within the columns with the same alphabet are not significantly different at 1 % level according to Duncan's multiple range tests.

表四、綠茶粉添加仙草粉產品之 pH 及水色測定結果

Table 4. The results of pH and color measurements of green tea powder and roasted hsien-ts'ao powder combined products

添加比例	pH	L	a	b	△E
仙草粉：A 綠茶粉 = 3:1	5.73±0.14 ^a	83.76±0.81 ^{abc}	1.29±0.14 ^f	18.58±0.66 ^c	20.64±0.74 ^{bc}
仙草粉：A 綠茶粉 = 2:1	5.72±0.08 ^a	84.28±0.97 ^{bc}	0.96±0.14 ^e	18.18±0.77 ^b	19.37±0.95 ^a
仙草粉：A 綠茶粉 = 1:1	5.70±0.10 ^a	84.37±1.14 ^{bc}	0.06±0.03 ^c	17.57±0.75 ^b	19.59±0.98 ^{ab}
仙草粉：A 綠茶粉 = 1:2	5.74±0.06 ^a	85.32±0.89 ^{bcd}	-0.42±0.14 ^b	17.57±0.93 ^b	19.74±1.15 ^{ab}
仙草粉：A 綠茶粉 = 1:3	5.78±0.09 ^{ab}	85.41±1.27 ^{bcd}	-0.97±0.09 ^a	16.58±1.06 ^a	19.44±0.80 ^{ab}
仙草粉：B 綠茶粉 = 3:1	5.73±0.12 ^a	82.24±1.17 ^a	1.16±0.08 ^{ef}	18.57±0.96 ^c	21.40±1.10 ^c
仙草粉：B 綠茶粉 = 2:1	5.74±0.08 ^a	83.33±0.82 ^{ab}	0.94±0.15 ^e	18.38±0.97 ^c	21.36±1.26 ^c
仙草粉：B 綠茶粉 = 1:1	5.78±0.10 ^{ab}	85.45±1.31 ^{bcd}	0.33±0.09 ^d	18.26±1.09 ^b	20.44±1.12 ^b
仙草粉：B 綠茶粉 = 1:2	5.80±0.06 ^{abc}	87.33±1.41 ^{de}	0.03±0.01 ^c	16.53±0.90 ^a	19.04±0.92 ^a
仙草粉：B 綠茶粉 = 1:3	5.86±0.10 ^{bc}	87.45±0.94 ^{de}	-0.15±0.05 ^c	18.40±0.72 ^b	19.25±0.98 ^a

註：三重複之測定結果，直行英文字母相同者表示未達到鄧肯氏 1 % 顯著水準。

The results of triplicate. Values within the columns with the same alphabet are not significantly different at 1 % level according to Duncan's multiple range tests.

表五、綠茶添加仙草產品之感官品評結果

Table 5. The results of sensory evaluation of green tea and roasted hsien-ts'ao combined products

添加比例	香氣	滋味	總計
仙草：A 綠茶 = 3:1	6.3 ±1.2	6.3 ±1.2	12.7 ±2.3
仙草：A 綠茶 = 2:1	5.0 ±0.0	5.0 ±0.0	10.0 ±0.0
仙草：A 綠茶 = 1:1	3.7 ±1.2	3.7 ±1.2	7.3 ±1.2
仙草：A 綠茶 = 1:2	3.0 ±0.0	3.0 ±0.0	6.0 ±0.0
仙草：A 綠茶 = 1:3	3.7 ±1.2	3.0 ±0.0	6.7 ±1.2
仙草：B 綠茶 = 3:1	6.3 ±1.2	6.3 ±1.2	12.7 ±2.3
仙草：B 綠茶 = 2:1	5.0 ±0.0	4.3±1.15	9.3±1.2
仙草：B 綠茶 = 1:1	4.3 ±1.2	3.7 ±2.3	8.0 ±3.5
仙草：B 綠茶 = 1:2	3.7 ±1.2	2.3 ±1.2	6.0 ±2.0
仙草：B 綠茶 = 1:3	2.3 ±1.2	1.7 ±1.2	4.0 ±2.0
仙草粉：A 綠茶粉 = 3:1	5.0 ±2.0	5.0 ±2.0	10.0 ±4.0
仙草粉：A 綠茶粉 = 2:1	4.3 ±1.2	4.3 ±1.2	8.7 ±2.3
仙草粉：A 綠茶粉 = 1:1	3.0 ±0.0	3.0 ±0.0	6.0 ±0.0
仙草粉：A 綠茶粉 = 1:2	3.0 ±0.0	3.0 ±0.0	6.0 ±0.0
仙草粉：A 綠茶粉 = 1:3	2.3 ±1.2	2.3 ±1.2	4.7 ±2.3
仙草粉：B 綠茶粉 = 3:1	5.7 ±2.3	5.7 ±2.3	11.3 ±4.6
仙草粉：B 綠茶粉 = 2:1	4.3 ±1.2	4.3 ±1.2	8.7 ±2.3
仙草粉：B 綠茶粉 = 1:1	3.0 ±0.0	3.0 ±0.0	6.0 ±0.0
仙草粉：B 綠茶粉 = 1:2	3.7 ±1.2	3.7 ±1.2	7.3 ±2.3
仙草粉：B 綠茶粉 = 1:3	2.3 ±1.2	2.3 ±1.2	4.7 ±2.3

二種烏龍茶添加烘焙仙草乾產品之水色測定結果如表六，可知 A 烏龍茶部分，仙草乾添加對其 pH 值、L 值及 a 值影響不大，但隨著仙草粉添加比例之增加有 b 值降低之現象，亦即隨仙草粉添加比例之增加，有使產品比 A 烏龍茶之水色往較淡黃偏移之效果；在 B 烏龍茶部分，隨著仙草粉添加比例之增加則有 pH 值增加，L 值降低，a 值增加之現象，亦即隨仙草添加比例之增加，有使產品比 B 烏龍茶之往較不酸、明亮度較低、水色往較紅偏移之效果；二種烏龍茶粉添加烘焙仙草粉之產品水色測定結果如表七，可知在 A 烏龍茶粉部份，隨仙草粉添加比例之增加有 pH 值稍增加，L 值增加，a 值稍增加，b 值降低之現象，亦即隨仙草粉添加比例之增加有使產品比 A 烏龍茶粉水色往明亮度較高、稍紅、往淡黃偏移之效果。在 B 烏龍茶粉部份，隨仙草粉添加比例之增加，有 pH 值稍增加，a 值稍增加，b 值稍增加之現象，亦即隨仙草添加比例之增加有使產品比 B 烏龍茶粉水色往稍紅、較黃偏移之效果；另外，表八為烏龍茶添加仙草產品之感官品評結果，可知二種烏龍茶中以 B 烏龍茶添加仙草比例為 3：1 時風味較好，茶乾及茶粉產品總分平均皆超過 8 分，而 A 烏龍茶添加仙草系列產品則風味較差，總分平均皆小於 8 分，顯示烏龍茶種類和仙草之搭配性有關。

表六、烏龍茶添加仙草乾產品之 pH 及水色測定結果

Table 6. The results of pH and color measurements of Oolong tea and roasted hsien-ts'ao combined products

添加比例	pH	L	a	b	△E
仙草:A 烏龍茶 = 3:1	5.44±0.05 ^{cd}	79.43±1.09 ^a	4.65±0.15 ^e	31.30±0.63 ^{cd}	34.53±1.01 ^c
仙草:A 烏龍茶 = 2:1	5.37±0.08 ^{bc}	79.40±0.81 ^a	4.82±0.18 ^e	32.65±0.99 ^{de}	35.84±0.94 ^{cd}
仙草:A 烏龍茶 = 1:1	5.33±0.07 ^{abc}	79.35±0.94 ^a	4.79±0.20 ^e	34.47±0.61 ^{ef}	37.16±1.03 ^{de}
仙草:A 烏龍茶 = 1:2	5.30±0.10 ^{abc}	79.66±0.82 ^a	4.82±0.14 ^e	35.46±0.85 ^f	38.27±1.15 ^{de}
仙草:A 烏龍茶 = 1:3	5.29±0.10 ^{abc}	79.56±0.96 ^a	4.84±0.14 ^e	36.31±0.92 ^{fg}	38.34±0.96 ^e
仙草:B 烏龍茶 = 3:1	5.39±0.10 ^{bc}	81.32±1.19 ^{ab}	3.52±0.08 ^d	28.50±0.96 ^{ab}	30.41±0.93 ^b
仙草:B 烏龍茶 = 2:1	5.29±0.08 ^{abc}	82.36±0.97 ^{bc}	3.25±0.05 ^d	28.70±1.08 ^{ab}	30.67±1.10 ^b
仙草:B 烏龍茶 = 1:1	5.25±0.05 ^{abc}	82.79±0.91 ^{bc}	2.76±0.09 ^c	28.46±1.07 ^{ab}	30.46±0.95 ^b
仙草:B 烏龍茶 = 1:2	5.25±0.07 ^{abc}	84.26±0.72 ^c	2.07±0.09 ^b	28.73±0.88 ^{ab}	29.31±0.96 ^{ab}
仙草:B 烏龍茶 = 1:3	5.21±0.10 ^{ab}	84.54±0.95 ^{cd}	1.63±0.14 ^a	28.35±0.84 ^{ab}	28.75±0.98 ^{ab}

註：三重複之測定結果，直行英文字母相同者表示未達到鄧肯氏 1 % 顯著水準。

The results of triplicate. Values within the columns with the same alphabet are not significantly different at 1 % level according to Duncan's multiple range tests.

表七、烏龍茶粉添加仙草粉產品之 pH 及水色測定結果

Table 7. The results of pH and color measurements of Oolong tea powder and roasted hsien-ts'ao powder combined products

添加比例	pH	L	a	b	△E
仙草粉:A 烏龍茶粉 = 3:1	5.59±0.10 ^{ab}	85.16±1.08 ^c	1.53±0.13 ^f	21.32±1.03 ^{ab}	25.61±1.05 ^d
仙草粉:A 烏龍茶粉 = 2:1	5.57±0.08 ^{ab}	84.45±0.93 ^{bc}	1.46±0.08 ^f	22.31±0.78 ^{abc}	26.77±0.70 ^e
仙草粉:A 烏龍茶粉 = 1:1	5.55±0.05 ^{ab}	83.18±1.10 ^{ab}	1.18±0.10 ^e	22.50±1.38 ^{abc}	24.54±1.44 ^{cd}
仙草粉:A 烏龍茶粉 = 1:2	5.52±0.09 ^{ab}	82.46±0.82 ^{ab}	1.00±0.12 ^{de}	23.44±1.04 ^{bc}	22.67±1.00 ^a
仙草粉:A 烏龍茶粉 = 1:3	5.45±0.08 ^a	82.14±0.99 ^a	0.85±0.14 ^{cd}	24.57±1.05 ^{cd}	23.63±1.30 ^{bc}
仙草粉:B 烏龍茶粉 = 3:1	5.55±0.05 ^{ab}	83.06±1.09 ^{abc}	1.46±0.09 ^f	22.52±1.15 ^{cde}	23.59±0.18 ^{bc}
仙草粉:B 烏龍茶粉 = 2:1	5.54±0.11 ^{ab}	83.54±0.84 ^{abc}	1.07±0.10 ^{de}	22.58±1.16 ^{abc}	23.33±1.09 ^b
仙草粉:B 烏龍茶粉 = 1:1	5.55±0.07 ^{ab}	84.52±1.02 ^{bc}	0.64±0.18 ^{bc}	21.42±1.20 ^{ab}	23.57±0.68 ^{bc}
仙草粉:B 烏龍茶粉 = 1:2	5.52±0.13 ^{ab}	84.27±1.02 ^{bc}	0.44±0.06 ^b	20.41±1.03 ^{ab}	22.60±1.01 ^a
仙草粉:B 烏龍茶粉 = 1:3	5.46±0.06 ^a	83.65±1.34 ^{abc}	0.10±0.04 ^a	20.68±1.18 ^{ab}	22.62±1.30 ^a

註：三重複之測定結果，直行英文字母相同者表示未達到鄧肯氏 1 % 顯著水準。

The results of triplicate. Values within the columns with the same alphabet are not significantly different at 1 % level according to Duncan's multiple range tests.

表八、烏龍茶添加仙草產品之感官品評結果

Table 8. The results of sensory evaluation of Oolong tea and roasted hsien-ts'ao combined products

添加比例	香氣	滋味	總計
仙草：A 烏龍茶 = 3:1	3.0 $\pm$ 2.0	2.3 $\pm$ 1.2	5.3 $\pm$ 3.1
仙草：A 烏龍茶 = 2:1	4.3 $\pm$ 1.2	3.0 $\pm$ 0.0	7.3 $\pm$ 1.2
仙草：A 烏龍茶 = 1:1	3.0 $\pm$ 0.0	3.0 $\pm$ 0.0	6.0 $\pm$ 0.0
仙草：A 烏龍茶 = 1:2	1.7 $\pm$ 1.2	2.3 $\pm$ 1.2	4.0 $\pm$ 2.0
仙草：A 烏龍茶 = 1:3	2.3 $\pm$ 1.2	1.7 $\pm$ 1.2	4.0 $\pm$ 2.0
仙草：B 烏龍茶 = 3:1	4.3 $\pm$ 2.3	3.7 $\pm$ 2.3	8.0 $\pm$ 4.0
仙草：B 烏龍茶 = 2:1	4.3 $\pm$ 1.2	4.3 $\pm$ 1.2	8.7 $\pm$ 2.3
仙草：B 烏龍茶 = 1:1	3.7 $\pm$ 1.2	3.0 $\pm$ 0.0	6.7 $\pm$ 1.2
仙草：B 烏龍茶 = 1:2	3.0 $\pm$ 2.0	3.0 $\pm$ 0.0	6.0 $\pm$ 2.0
仙草：B 烏龍茶 = 1:3	3.0 $\pm$ 2.0	2.3 $\pm$ 1.2	5.3 $\pm$ 3.1
仙草粉：A 烏龍茶粉 = 3:1	3.7 $\pm$ 1.2	3.7 $\pm$ 1.2	7.3 $\pm$ 2.3
仙草粉：A 烏龍茶粉 = 2:1	3.0 $\pm$ 0.0	3.0 $\pm$ 0.0	6.0 $\pm$ 0.0
仙草粉：A 烏龍茶粉 = 1:1	3.0 $\pm$ 0.0	2.3 $\pm$ 1.2	5.3 $\pm$ 1.2
仙草粉：A 烏龍茶粉 = 1:2	2.3 $\pm$ 1.2	2.3 $\pm$ 1.2	4.7 $\pm$ 2.3
仙草粉：A 烏龍茶粉 = 1:3	2.3 $\pm$ 1.2	2.3 $\pm$ 1.2	4.7 $\pm$ 2.3
仙草粉：B 烏龍茶粉 = 3:1	4.3 $\pm$ 1.2	4.3 $\pm$ 1.2	8.7 $\pm$ 2.3
仙草粉：B 烏龍茶粉 = 2:1	3.7 $\pm$ 1.2	3.0 $\pm$ 0.0	6.7 $\pm$ 1.2
仙草粉：B 烏龍茶粉 = 1:1	3.7 $\pm$ 1.2	3.0 $\pm$ 0.0	6.7 $\pm$ 1.2
仙草粉：B 烏龍茶粉 = 1:2	3.0 $\pm$ 2.0	2.3 $\pm$ 1.2	5.3 $\pm$ 3.1
仙草粉：B 烏龍茶粉 = 1:3	3.7 $\pm$ 3.1	3.0 $\pm$ 2.0	6.7 $\pm$ 5.0

二種紅茶添加烘焙仙草乾產品之水色測定結果如表九，而二種紅茶粉添加烘焙仙草粉之產品水色測定結果如表十，可知隨仙草添加比例之增加，不論 A 或 B 紅茶、茶乾或茶粉大致有 pH 值增高，L 值增加，a 值降低，b 值降低之現象，亦即隨仙草添加比例之增加，有使產品比紅茶往酸度較低、顏色較淡、水色往較淡紅、較淡黃偏移之效果。表十一為紅茶添加仙草產品之感官品評結果，可知除 A 紅茶乾之搭配效果較差為 8.7 分以外，其餘之系列產品中仙草：紅茶為 3：1 之風味最好，總分平均皆超過 10 分，而仙草：紅茶為 2：1 之添加比例則次之，顯示紅茶與仙草搭配性也不錯，而且紅茶與仙草所調配出之產品於水色及風味上穩定性亦相當高。

表九、紅茶添加仙草乾產品之 pH 及水色測定結果

Table 9. The results of pH and color measurements of black tea and roasted hsien-ts'ao combined products

添加比例	pH	L	a	b	△E
仙草：A 紅茶 = 3:1	5.17±0.07 ^{de}	69.60±0.88 ^d	13.15±0.72 ^d	36.96±0.14 ^d	50.27±1.26 ^e
仙草：A 紅茶 = 2:1	5.13±0.08 ^{de}	66.31±1.15 ^c	16.66±0.86 ^e	36.48±0.32 ^c	47.23±0.92 ^{cd}
仙草：A 紅茶 = 1:1	5.02±0.07 ^{bcd}	61.66±0.74 ^b	22.24±1.13 ^f	38.45±0.16 ^{gh}	54.54±1.00 ^f
仙草：A 紅茶 = 1:2	4.91±0.10 ^{bc}	58.34±1.11 ^a	27.00±0.69 ^g	38.12±0.12 ^{fg}	59.17±1.01 ^g
仙草：A 紅茶 = 1:3	4.88±0.08 ^{ab}	56.38±1.02 ^a	28.41±1.06 ^g	38.64±0.07 ^h	58.38±1.04 ^g
仙草：B 紅茶 = 3:1	5.23±0.08 ^{ef}	76.29±0.89 ^h	7.44±0.98 ^a	33.16±0.18 ^a	37.44±1.07 ^a
仙草：B 紅茶 = 2:1	5.17±0.07 ^{de}	75.46±0.89 ^{gh}	8.61±0.93 ^{ab}	34.45±0.21 ^b	39.45±1.06 ^a
仙草：B 紅茶 = 1:1	5.07±0.06 ^{cde}	73.43±0.86 ^{fg}	10.53±0.72 ^{bc}	36.30±0.22 ^c	42.40±1.09 ^b
仙草：B 紅茶 = 1:2	4.93±0.13 ^{abc}	72.35±0.81 ^{ef}	12.33±0.90 ^{cd}	37.58±0.24 ^e	45.39±0.93 ^c
仙草：B 紅茶 = 1:3	4.89±0.10 ^{abc}	70.54±1.02 ^{de}	13.19±1.15 ^d	37.95±0.13 ^{ef}	46.34±0.92 ^c

註：三重複之測定結果，直行英文字母相同者表示未達到鄧肯氏 1 % 顯著水準。

The results of triplicate. Values within the columns with the same alphabet are not significantly different at 1 % level according to Duncan's multiple range tests.

表十、紅茶粉添加仙草粉產品之 pH 及水色測定結果

Table 10. The results of pH and color measurements of black tea powder and roasted hsien-ts'ao powder combined products

添加比例	pH	L	a	b	△E
仙草粉：A 紅茶粉 = 3:1	5.46±0.06 ^{bc}	80.41±1.05 ^b	2.56±0.10 ^{ab}	27.67±1.01 ^{cd}	29.90±0.36 ^c
仙草粉：A 紅茶粉 = 2:1	5.42±0.10 ^b	81.42±1.09 ^{bc}	2.94±0.10 ^c	29.45±1.12 ^d	31.91±0.97 ^c
仙草粉：A 紅茶粉 = 1:1	5.39±0.10 ^b	81.62±0.89 ^{bcd}	3.31±0.10 ^d	32.71±1.16 ^e	34.68±1.07 ^d
仙草粉：A 紅茶粉 = 1:2	5.30±0.10 ^{ab}	77.55±1.06 ^a	4.90±0.13 ^f	35.35±0.77 ^f	38.60±0.92 ^e
仙草粉：A 紅茶粉 = 1:3	5.21±0.12 ^a	76.36±1.09 ^a	5.94±0.16 ^g	37.28±0.89 ^f	41.29±1.20 ^f
仙草粉：B 紅茶粉 = 3:1	5.34±0.06 ^{ab}	83.94±1.07 ^{de}	2.34±0.11 ^a	23.23±1.09 ^a	25.31±0.82 ^a
仙草粉：B 紅茶粉 = 2:1	5.36±0.05 ^{ab}	84.25±0.92 ^e	2.45±0.10 ^{ab}	24.25±1.11 ^{ab}	25.68±0.74 ^a
仙草粉：B 紅茶粉 = 1:1	5.29±0.09 ^{ab}	82.28±0.81 ^{bcd}	2.65±0.12 ^b	25.34±1.09 ^{abc}	27.45±1.16 ^{ab}
仙草粉：B 紅茶粉 = 1:2	5.39±0.13 ^b	81.66±0.96 ^{bcd}	2.97±0.11 ^c	26.31±0.80 ^{bc}	28.60±0.97 ^{bc}
仙草粉：B 紅茶粉 = 1:3	5.32±0.08 ^{ab}	81.20±0.80 ^{bc}	4.00±0.13 ^e	29.07±1.04 ^d	31.65±1.01 ^c

註：三重複之測定結果，直行英文字母相同者表示未達到鄧肯氏 1 % 顯著水準。

The results of triplicate. Values within the columns with the same alphabet are not significantly different at 1 % level according to Duncan's multiple range tests.

表十一、紅茶添加仙草產品之感官品評結果

Table 11. The results of sensory evaluation of black tea and roasted hsien-ts'ao combined products

添加比例	香氣	滋味	總計
仙草：A 紅茶 = 3:1	4.3 ±2.3	4.3 ±1.2	8.7 ±3.1
仙草：A 紅茶 = 2:1	3.7 ±1.2	3.0 ±0.0	6.7 ±1.2
仙草：A 紅茶 = 1:1	3.7 ±1.2	3.0 ±0.0	6.7 ±1.2
仙草：A 紅茶 = 1:2	3.0 ±0.0	3.0 ±0.0	6.0 ±0.0
仙草：A 紅茶 = 1:3	3.0 ±0.0	2.3 ±1.2	5.3 ±1.2
仙草：B 紅茶 = 3:1	5.7 ±2.3	6.3 ±1.2	12.0 ±3.5
仙草：B 紅茶 = 2:1	5.2 ±2.0	5.7 ±1.2	10.7 ±3.1
仙草：B 紅茶 = 1:1	3.7 ±1.2	5.0 ±0.0	8.7 ±1.2
仙草：B 紅茶 = 1:2	3.0 ±0.0	3.7 ±1.2	6.7 ±1.2
仙草：B 紅茶 = 1:3	3.0 ±0.0	3.7 ±1.2	6.7 ±1.2
仙草粉：A 紅茶粉 = 3:1	5.0 ±0.0	5.0 ±0.0	10.0 ±0.0
仙草粉：A 紅茶粉 = 2:1	4.3 ±1.2	4.3 ±1.2	8.7 ±2.3
仙草粉：A 紅茶粉 = 1:1	3.7 ±2.3	3.7 ±2.3	7.3 ±4.6
仙草粉：A 紅茶粉 = 1:2	3.0 ±2.0	3.0 ±2.0	6.0 ±4.0
仙草粉：A 紅茶粉 = 1:3	3.0 ±2.0	2.3 ±1.2	5.3 ±3.1
仙草粉：B 紅茶粉 = 3:1	5.7 ±1.2	6.3 ±1.2	12.0 ±2.0
仙草粉：B 紅茶粉 = 2:1	5.0 ±2.0	5.0 ±2.0	10.0 ±4.0
仙草粉：B 紅茶粉 = 1:1	3.7 ±1.2	3.7 ±1.2	7.3 ±2.3
仙草粉：B 紅茶粉 = 1:2	3.7 ±1.2	3.7 ±1.2	7.3 ±2.3
仙草粉：B 紅茶粉 = 1:3	3.0 ±0.0	2.3 ±1.2	5.3 ±1.2

致 謝

本計畫承蒙行政院農業委員會 92 農科-1.1.1-茶-T1 及 93 農科-5.1.4.-茶 T1 補助研究經費，試驗期間並獲本場陳課長國任、黃課長騰鋒、楊課長盛勳予以感官品評及邱子養先生於實驗上之協助，特此致謝。

參考文獻

1. 阮逸明、張如華、張連發.1989.不同烘焙溫度與時間對包種茶化學成份與品質之影響.台灣茶業研究彙報 8: 71-82。
2. 姜金龍.1995.特用作物.五、仙草、台灣農家要覽農作篇 (一).台北市：豐年社,pp.183-186。
3. 蔡永生、區少梅、張如華.1991a.包種茶茶湯水色(I)：包種茶水色與酚類化物之關係.台灣茶業研究彙報 10: 65-75。
4. 蔡永生、區少梅、張如華，1991b，包種茶茶湯水色(II)：包種茶水色之判別分析.台灣茶業研究彙報 10: 77-89。

5. Hung, C. Y. and G. C. Yen. 2001. Extraction and identification of antioxidative components of Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.). Food Sci. Technol., 34: 306-311.
6. Lai, L. S., S. T. Chou and W. W. Chao. 2001. Studies on the antioxidative activities of Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.) leaf gum. J. Agric. Food Chem., 49: 963-968.
7. Yen, G. C. and C. Y. Hung. 2000. Effects of alkaline and heat treatment on antioxidative activity and total phenolics of extracts from Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.) Food Res. Intern., 33: 487-492.
8. Yen, G. C., P. D. Duh and Y. L. Hung. 2001. Contributions of major components to the antimutagenic effect of Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.). J. Agric. Food Chem., 49: 5000-5004.

Developments of Tea and Hsien-Ts'ao Combination Products

Hsiu-sui Lin Mu-Lien Lin¹

Summary

The best treatment, among the four different temperatures (80°C, 100°C, 110°C and 120°C) with five separate time courses (2h, 4h, 6h, 8h, and 10h), for hsien-ts'ao products was 110°C for 4h. A temperature of 110°C with 2h to 6h roast periods would not cause negative effects to hsien-ts'ao flavor. By ascending the hsien-ts'ao ratios, the green tea and roasted hsien-ts'ao combination products became more acidified, more reddish, yellowish and with deeper liquor colors. The best-flavored combination product was at the ratio of hsien-ts'ao to green tea of 3 to 1. The flavor at the ratio of the hsien-ts'ao to green tea of 2 to 1 also tasted well. The flavors of Oolong tea and hsien-ts'ao combination products were dependent on the sources and types of Oolong tea. However, their flavors were inferior to the others. With ascending roasted hsien-ts'ao ratio, the soups of black tea and hsien-ts'ao combination products became less acidified, less reddish, yellowish and lighter in color. The best-flavored combination product was the 3 to 1 ratio of roasted hsien-ts'ao to black tea. The flavor of the ratio of the roasted hsien-ts'ao to black tea of 2 to 1 also tasted fine. In summary, it was indicated the green tea and hsien-ts'ao combination might be a good idea. The black tea and roasted hsien-ts'ao combination products tasted good and showed the best stability in liquor colors and flavors. The flavors of Oolong tea and hsien-ts'ao combination products were inferior to the others.

Key words: Tea, Hsien-ts'ao, Roast, Color measurements, Sensory evaluation

1. Assistant Biochemist, Director, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, ROC.

小綠葉蟬與三輪薊馬吸食茶菁 製作之白毫烏龍茶揮發性成份 比較

胡智益 李志仁¹

摘 要

本試驗利用茶樹品種青心烏龍為材料，採固相微萃取法，經 GC/MS 分析鑑定，比較小綠葉蟬及三輪薊馬危害茶菁製作之白毫烏龍茶的揮發性成份，小綠葉蟬危害組的成茶具有多量 Linalool oxide (furanoid type)、Linalool 及 Benzaldehyde；其次為 Linalool oxide (pyranoid type)、Methyl Salicylate 及 2-Phenylethanol，應為小綠葉蟬與三輪薊馬危害茶菁後，製成成茶之差異揮發性成份。本試驗同時發現在三輪薊馬危害組的成茶樣品含有 2,6-dimethyl-3,7-Octadiene-2,6-diol，且與小綠葉蟬危害組無顯著差異存在，此問題值得進一步試驗深入討論。

關鍵字：揮發性成份、氣相層析質譜儀、固相微萃取法、白毫烏龍茶、椶風茶、東方美人茶、小綠葉蟬、三輪薊馬

前 言

白毫烏龍茶為台灣特產的茶類，具有熟果味及蜂蜜香，屬於部分發酵茶類中，萎凋程度最重的茶類，其高級品需經過小綠葉蟬吸食過的茶芽所產製的才具有特殊的香味（阮，1998）。

白毫烏龍茶的揮發性最早由日本學者 Kawakami 等人(1995)，分析認為含有高比例的 2,6-dimethyl-3,7-octadiene-2,6-diol、2-phenylethanol、benzyl alcohol、linalool oxides I, II, III 和 hexanoic acid 等成份。而後中國大陸學者趙等人(2002)比較正常茶芽、機械損傷茶芽（利用昆蟲針針刺）和假眼小綠葉蟬（*Empoasca vitis*）取食之複合體揮發物，發現 Linalool 在機械損傷茶芽和假眼小綠葉蟬取食複合體揮發物中的含量大於正常茶芽揮發物中的含量，而 Geraniol 含量在三處理中變化不大。胡與李（2005）比較未受小綠葉蟬危害及受到危害的茶菁所製成的茶，發現受到危害的茶菁所製成的茶，其顯著增加的揮發性成份為：Benzaldehyde、Benzyl alcohol、Linalool oxide 1 (furanoid type)、Linalool oxide 2 (furanoid type)、Linalool、3,7-dimethyl-1,5,7-octatriene-3-ol、2-Phenylethanol、Linalool oxide 3 (pyranoid type)、Linalool oxide 4 (pyranoid type)、Methyl salicylate、2,6-dimethyl-3,7-octadiene-2,6-diol，揮發性成份主要為單萜烯醇類物質，其中又以 Linalool 衍生物組成為主，應為構成白毫烏龍茶之蜜香

1. 行政院農業委員會茶業改良場文山分場 助理研究員、助理研究員。台灣 台北縣。

及熟果味的主因。

茶樹嫩芽在生長時期會釋放出一些揮發性氣體，但部分氣體會吸引害蟲前來危害嫩稍。當茶樹遭受危害時，受到害蟲口腔分泌物的刺激，會依不同種類的害蟲釋放出不同類型的獨特揮發性氣體，如茶尺蠖 (*Ectropis obliqua*) 危害茶芽後易生成 5-6 碳的醛類化合物，茶蚜蟲 (*Toxoptera aurantii*) 危害茶芽後易生成苯甲醛等 (許等人, 1998 ; Han & Chen, 2002 ; 陳等人, 2003)，此說明不同蟲害危害茶菁會影響茶葉的揮發性，產生不同的茶葉揮發性成分。

在台灣危害茶樹的薊馬類主要有兩種，分別是茶黃薊馬 (*Scirtothrips dorsalis*) 及三輪薊馬 (*Dendrothrips minowai*)，兩者若蟲及成蟲均在嫩葉及芽葉的背面銼吸汁液，使嫩葉變形且生長不良，其中三輪薊馬在夏季高溫乾旱時，嚴重危害桃園縣楊梅茶區及茶業改良場文山分場茶區 (台北縣石碇鄉) (蕭, 2004ab)。

根據品茶人士經驗，經過薊馬類危害茶菁製成的茶之茶湯帶有悶異味，與小綠葉蟬危害製作的白毫烏龍茶具有熟果味及蜂蜜香截然不同，有鑑於此，本研究比較茶樹品種青心烏龍經過三輪薊馬危害茶菁後，製成成茶之揮發性特徵與傳統小綠葉蟬危害製作的白毫烏龍茶之差異，做為未來進一步探討小綠葉蟬與其他蟲害之間與白毫烏龍茶品質關聯性之參考。

材料與方法

一、試驗材料：

品種：青心烏龍。

茶菁取得時間及地點：

- (一) 三輪薊馬危害組：民國 93 年 6 月 7 日於茶業改良場文山分場 (台北縣石碇鄉) 採收經由三輪薊馬 (*Dendrothrips minowai*) 危害之茶菁。
- (二) 小綠葉蟬危害組：民國 93 年 6 月 15 日於台北縣坪林鄉漁光村採收經由小綠葉蟬危害之茶菁。

二、茶園蟲數監測：

利用民國 93 年茶業改良場文山分場於台北縣石碇鄉文山分場及台北縣坪林鄉的疫情調查資料作為參考，其中文山分場的疫情資料與採茶地點相同，台北縣坪林鄉的疫情資料調查地點位於大林村連魚窟，與採茶地點的漁光村不同，僅作為參考用，蟲數監測方式如下：

- (一) 小綠葉蟬的監測法：為利用三張尺寸為 21.5 cm X 15 cm 的黃色黏紙誘引成蟲，將其掛於樹叢中段，經過一段時間 (夏季約 15 日，冬季約 30 日) 取回後，以解剖顯微鏡觀察計數，成蟲密度數 (以『隻/張』或『隻/月』表示)。
- (二) 三輪薊馬的監測法：在監測茶區逢機摘取茶芽嫩葉 50 片，利用目測觀察葉片背面是否具有薊馬類的咬痕傷口，計數其平均發生率 (以 % 表示)。

三、茶菁製茶：

以手工採摘方式採收茶菁，經過傳統槌風茶的製造法製成成茶，方法如下：茶菁→日光萎凋→室內萎凋及攪拌 (前兩次為人工攪拌，後兩次為攪拌機攪拌，每次室內萎凋間隔約兩小時，攪拌次數及動作逐次加重) →殺菁→靜置回潤 (利用濕布巾悶置) →揉捻→初乾→再乾→成茶。

四、揮發性成分的萃取：

成茶樣品磨粉後以 40 mesh 過篩，秤取 0.1 公克粉末置入 10 ml 玻璃瓶內，加入 50 ppm 葵酸乙酯 (Ethyl Decanoate) 2.5 μ l 作為內標物，密封後樣品連瓶以 55 °C 加熱 20 分鐘後，以 65 μ m CW/DVB

固相微萃取探針 (solid phase microextraction, SPME) (Supelco, Bellefonte, PA, USA) 萃取茶葉揮發性成分 12 分鐘，並以 Varian CP-3800 氣相層析儀及 Saturn 2200 質譜儀進行揮發性分析。

五、揮發性成分分析：

使用與 Varian CP-3800 氣相層析儀連接之 Saturn 2000 series 來分析鑑定揮發性化合物。GC 之 Oven 初溫為 40 °C，初溫維持 5 min.，而後以 2 °C/min. 之升溫速率升至終溫 220 °C；注射器與檢測器之溫度設定為 250°C；管柱使用 WCOT fused silica CP-Sil8 CB Low Bleed，管柱長度為 30 m，管徑 0.25 mm，膜厚 0.25µm；Carrier gas 為氮氣，initial 分流比為 0，5 分鐘後分流比為 1:100，流速 1.0 ml/min.。質譜儀之離子強度為 70 ev，離子源溫度為 250 °C。

以氣相層析質譜儀對每一成份進行分析，所得質譜圖再依據標準物及 NIST 資料庫鑑定揮發性成分結構，而各主要揮發性成份之相對含量以下列方式表示：

各主要揮發性成份之相對含量 = 各揮發性成份之波峰面積/內部標準品之波峰面積。

本研究之試驗數據均為三重複所得之平均值，統計採用 SPSS 套裝軟體 (Statistical Package for Social Science) 系統進行分析。

結果與討論

一、蟲相及茶菁危害程度判斷：

參考茶樹病蟲害圖鑑(蕭，2004ab；蕭，2004) 在田區觀察主要害蟲種類及受到危害的茶菁徵狀，可觀察該兩試驗地主要蟲相及受害茶菁徵狀明顯不同。比較兩種蟲害危害之茶菁 (圖一)，經過小綠葉蟬吸食後的茶菁，其節間變短，葉面積縮小，葉肉質地較硬，茶芽發育受阻，較嚴重的部位葉緣變褐色 (圖一左)；經過三輪薊馬吸食後的茶菁，其節間長稍短，葉面積較大，成葉表面灰白且崎嶇不平，茶芽及嫩葉背面具有明顯銼狀傷口，形成褐色條形斑紋，且芽葉背面皆有成蟲及若蟲蟲體出現(圖一右)，兩種茶菁危害狀具有明顯不同的徵狀。



圖一、經小綠葉蟬危害 (左圖) 與經三輪薊馬危害 (右圖) 之青心烏龍茶菁比較圖

Fig. 1. Comparison of the tea buds sucked by smaller green leafhoppers (left) and black tea thrips (right)

葉蟬類為同翅目昆蟲，具有刺吸式口器，取食時以口器插入植物組織內，常深入導管部或篩管部吸收養分，先分泌唾液進入寄主組織內，即行凝固而成口刺之外鞘，被害部位細胞因此膨大、失色，之後出現枯萎之斑點，遂致寄主之組織運輸阻塞，根部吸收水分不能上升，養分無法下傳(鄧, 1942)，嚴重時，茶芽捲縮不伸長，葉緣褐變，終至脫落。

薊馬類為纏翅目昆蟲，具有銼吸式口器，取食時以大顎針刺開植物表皮，繼之以小顎針刺置於開孔處，靠口部肌肉收縮以吸取汁液，其棲身於葉背的薊馬(如三輪薊馬)，首先會破壞葉片下表皮與表皮內的海綿組織，接續破壞柵狀組織，吸食葉肉細胞，並讓空氣進入，造成葉肉組織崩解，且同時分泌其唾液刺激植物細胞，產生葉片因伸展不良而扭曲變形，表面也形成各種突起或凹陷等畸形物，時間一久，薊馬所在的葉片背面出現紅褐色銹斑，正面成灰白色(王, 2002)。

二、茶業改良場文山分場及台北縣坪林鄉監測蟲數調查：

參考民國 93 年茶業改良場文山分場的疫情調查資料(表一)，6 月 8 日的監測資料顯示，小綠葉蟬為 15.3 隻/張(30.6 隻/月)，三輪薊馬平均發生率為 94%；5 月 24 日的監測資料顯示，小綠葉蟬為 22.0 隻/張(47.1 隻/月)，三輪薊馬平均發生率為 40%；6 月 23 日的監測資料顯示，小綠葉蟬為 46.3 隻/張(92.6 隻/月)，三輪薊馬平均發生率為 44%。由此資料可知茶業改良場文山分場於採收茶菁日當時(6 月 7 日)，為三輪薊馬全年度(民國 93 年)發生密度最高的時期，而小綠葉蟬的食物來源與三輪薊馬均為茶芽及嫩葉，兩者發生食物競爭下，因而導致小綠葉蟬的族群數量明顯降低(與 5 月 24 日及 6 月 23 日比較)。

參考民國 93 年台北縣坪林鄉的疫情調查資料(表二)，在 6 月 17 日的監測資料顯示，小綠葉蟬為 11.3 隻/張(26.1 隻/月)，三輪薊馬平均發生率為 0%；6 月 4 日的監測資料顯示，小綠葉蟬為 4.3 隻/張(9.2 隻/月)，三輪薊馬平均發生率為 0%；7 月 5 日的監測資料顯示，小綠葉蟬為 0 隻/張(0 隻/月)，三輪薊馬平均發生率為 0%。由此資料可知台北縣坪林鄉於採收茶菁日當時(6 月 18 日)，小綠葉蟬的族群數量為一波小高峰期(與 5 月 24 日及 6 月 23 日比較)，且其節氣為芒種，相當適合傳統白毫烏龍茶的製作。

三、經小綠葉蟬及三輪薊馬危害的茶菁製作之成茶揮發性成份比較：

利用 GC/MS 分析比較小綠葉蟬及三輪薊馬危害茶菁製作之成茶的揮發性成份，結果找到 12 個相對含量較高的揮發性成分，詳如表三，其中小綠葉蟬危害組之相對含量為三輪薊馬危害組兩倍的成分有 Linalool oxide 1 (furanoid type)、Linalool oxide 2 (furanoid type)、Linalool 及 Benzaldehyde 等四種成分；約 1.5 倍的成分為 Linalool oxide 3 (pyranoid type)及 Methyl Salicylate；約 1.3 倍的成分為 2-Phenylethanol 及 Linalool oxide 4 (pyranoid type)；但兩組在 3,7-dimethyl-1,5,7-octatrien-3-ol、2,6-dimethyl-3,7-Octadien-2,6-diol、Geraniol 及 Benzyl alcohol 四種成分差異不大。

由本試驗結果可觀察到兩種蟲害差異較大的揮發性成份為 Linalool 及其 furanoid type 的氧化物為主，此與作者前篇研究報告(2005)指出 Linalool 及其氧化物應為小綠葉蟬危害茶菁後的關鍵成分相似，但其中 2,6-dimethyl-3,7-Octadien-2,6-diol 及 3,7-dimethyl-1,5,7-octatrien-3-ol 在本試驗的兩種蟲害組間差異不大。趙等人(2002)認為 2,6-dimethyl-3,7-Octadien-2,6-diol 是由於茶芽經過小綠葉蟬危害後，通過異常的生物合成途徑形成的化合物，但本試驗在薊馬類危害組同樣有此種成份產生，且其含量與小綠葉蟬組無顯著差異，造成薊馬危害組也出現此成分的可能原因有二：一是本試驗在三輪薊馬危害組為 6 月進行，雖採摘茶菁具有明顯的薊馬危害狀，然根據疫情調查的資料(表一)，文山分場仍有部分小綠葉蟬出現，說明此兩種蟲害都有在採茶期時出現，而茶菁經過少量小綠葉蟬的危害足以影響該組白毫烏龍茶的揮發性成分；二是代表此成分並非專指由小綠葉蟬危害所造成之成份。此疑慮需經過進一步的試驗(如隔離試驗等)才能做出更精確的判斷。

Han 和 Chen (2002) 比較利用針刺茶菁 (機械傷害) 與茶蚜蟲 (*Toxoptera aurantii*) 危害茶芽後的揮發性物質, 發現茶蚜蟲危害茶芽易生成 Benzaldehyde 等, 本試驗同樣觀察到小綠葉蟬及三輪薊馬危害茶菁製成茶後, 也會生成 Benzaldehyde, 且小綠葉蟬組的生成量較多, 達顯著差異。

本試驗在小綠葉蟬危害組產生量較多的 Methyl salicylate 是一種植物內生賀爾蒙, 和植物生理功能如開花、病蟲害抗性有關, 在抗性方面扮演著系統性抗性之誘導因子的必要信號 (Han *et al.*, 2005)。Han 等人 (2005) 研究指出經過假眼小綠葉蟬 (*Empoasca vitis*) 危害的茶芽會釋放出大量 Methyl salicylate, 且會吸引葉蟬的天敵如草蛉、瓢蟲、寄生蜂、蜻蛉及豆娘等前來捕食。

不同蟲害危害茶菁釋放出不同的揮發性氣體, 此應與不同蟲害的危害口器不同, 而造成物理性的傷害不同, 加上不同蟲害的口腔分泌物 (唾液) 不同, 造成其刺激茶芽後產生的化學性反應不同有關。據中國大陸學者指出, 不同蟲害危害茶芽後會產生特異性的揮發物, 而此類型揮發物又會吸引該害蟲的天敵前來捕食, 可說是一種間接抗蟲機制 (許等, 1998; 陳和許, 2000; 陳等, 2003)。

結 論

白毫烏龍茶為台灣特產的茶類, 需經過小綠葉蟬吸食過的茶芽所產製的才具有特殊的熟果味及蜂蜜香。本試驗利用青心烏龍為材料, 比較小綠葉蟬及三輪薊馬危害之茶菁, 兩者受害外觀具明顯差異。

利用 GC/MS 分析比較小綠葉蟬及三輪薊馬危害茶菁製作之成茶的揮發性成份, 在 12 個相對含量較高的揮發性成分中, 小綠葉蟬危害組之相對含量為三輪薊馬危害組兩倍的成分有 Linalool oxide 1(furanoid type)、Linalool oxide 2(furanoid type)、Linalool 及 Benzaldehyde 等四種成分; 約 1.5 倍的成分為 Linalool oxide 3(pyranoid type)及 Methyl Salicylate; 約 1.3 倍的成分為 2-Phenylethanol 及 Linalool oxide 4(pyranoid type); 且兩組的 3,7-dimethyl-1,5,7-octatrien-3-ol、2,6-dimethyl-3,7-Octadien-2,6-diol、Geranio 及 Benzyl alcohol 等四種成分含量相當接近。有關 2,6-dimethyl-3,7-Octadien-2,6-diol 是否確實為小綠葉蟬危害茶菁後產生的專一性產物, 仍待進一步試驗持續探討。

誌 謝

感謝台北縣坪林鄉王有里農戶提供小綠葉蟬危害之青心烏龍茶菁。

參考文獻

1. 王清玲.2002.薊馬對於植物之影響.台灣薊馬生態與種類.pp. 19-34.行政院農業委員會農業試驗所。
2. 阮逸明.1998.部分發酵茶製造法.茶業推廣手冊製茶篇.pp. 17-21.行政院農業委員會茶業改良場。
3. 胡智益、李志仁.2005.小綠葉蟬吸食茶菁對白毫烏龍茶揮發性成份之影響.臺灣茶業研究彙報 24: 65-76。
4. 許寧、陳宗懋、游小清.1998.三級營養關係中茶樹間接防禦茶尺蠖危害的生化機制.茶葉科學.188(1): 1-5。
5. 陳宗懋、許寧.2000.茶樹釋放的揮發性互利素是一種間接抗蟲機制.海峽兩岸茶葉科技學術研討會論文集.pp. 143-147。
6. 陳宗懋、許寧、韓寶瑜、趙冬香.2003.茶樹-害蟲-天敵間的化學信息聯繫.茶葉科學.23(增): 38-45。
7. 鄒鐘琳.1942.植物受蟲害後在生理上所發生的各種影響.經濟昆蟲學.pp. 15-23.重慶中央大學農學

院。

8. 趙冬香、陳宗懋、程家安.2002.茶樹假眼小綠葉蟬-白斑獵蛛間化學通訊物的分離與活性鑑定.茶葉科學.22(2): 109-114。
9. 蕭素女. 2004a. 三輪薊馬.植物保護圖鑑系列 4 : 茶樹保護.pp. 17-19.行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。
10. 蕭素女.2004b.茶黃薊馬.植物保護圖鑑系列 4 : 茶樹保護.pp. 20-22.行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。
11. 蕭建興.2004.小綠葉蟬.植物保護圖鑑系列 4 : 茶樹保護.pp. 17-19.行政院農業委員會動植物防疫檢疫局。
12. Han, B. Y. and Z. M. Chen. 2002. Composition of the volatiles from intact and mechanically pierced tea aphid-tea shoot complex and their attraction to natural enemies of the tea aphid. J. Agric. Food Chem., 50: 2571-2575.
13. Han, B. Y., J. M. Zhang, H. G. Qin and P. Zhou. 2005. Inducement of methyl salicylate from tea shoots by leafhopper-injuring and its attracting effect on various natural enemies from tea gardens. 2005 International Symposium on Innovation in Tea Science and Sustainable Development in Tea Industry. pp. 789-796.
14. Kawakami, M., S. N. Ganguly, J. Banerjee and A. Kobayashi. 1995. Aroma composition of Oolong tea and black tea by brewed extraction method and characterizing compounds of Darjeeling tea aroma. J. Agric. Food Chem., 43(1): 200-207.

Comparing the Volatile Compounds of Formosa Oolong Tea Sucked by Smaller Green Leafhoppers and Black Tea Thrips

Chih-Yi Hu Chih-Jen Lee¹

Summary

Using *Camellia sinensis* cv. Chin-Shin-Oolong as plant material to compare the volatile compounds of Formosa Oolong Tea made of tea leaves with feeding damage by smaller green leafhoppers and black tea thrips, by the SPME extraction and GC/MS analysis, we found that the treatment of smaller green leafhoppers contained more linalool oxide (furanoid type), linalool, and benzaldehyde, and to a lesser extent linalool oxide (pyranoid type), methyl salicylate, and 2-phenylethanol. Those are the different volatile compounds found between smaller green leafhoppers and black tea thrips treatments. We also found the treatment of black tea thrips contained 2,6-dimethyl-3,7-Octadien-2,6-diol which was almost the same amount as in the treatment of smaller green leafhoppers. Further experiments should be applied for confirmation.

Key words: Volatile compounds, GC/MS, SPME, Formosa Oolong tea, Smaller green leafhopper (*Jacobiasca formosana*), Black tea thrip (*Dendrothrips minowai*)

1. Assistant Agronomist & Assistant Agronomist, Wunshan Branch, Tea Research and Extension Station, Taipei, Taiwan, R.O.C.

表一、民國 93 年茶業改良場文山分場之小綠葉蟬及三輪薊馬監測數量表

Table 1. Monitoring of tea leafhoppers and thrips in Wunshan Branch, TRES in 2004

調查日期※ Date	放置天數※ Days	小綠葉蟬 (隻/張) * Leafhoppers per Paper	小綠葉蟬(隻/月) * Leafhoppers per Month	三輪薊馬(%) [○] Thrips (%)
1 月 15 日	31	6.3	6.1	2%
2 月 12 日	28	5.3	5.7	2%
3 月 15 日	32	1.3	1.2	0%
4 月 20 日	36	5.7	4.8	0%
5 月 10 日	20	3.3	5.0	56%
5 月 24 日	14	22.0	47.1	40%
6 月 8 日	15	15.3	30.6	94%
6 月 23 日	15	46.3	92.6	44%
7 月 8 日	15	15.7	31.4	0%
7 月 22 日	14	23.7	50.8	0%
8 月 5 日	14	16.3	34.9	0%
8 月 23 日	18	0.7	1.2	4%
9 月 9 日	17	2.0	3.5	4%
9 月 24 日	15	3.0	6.0	2%
10 月 6 日	12	3.0	7.5	0%
10 月 21 日	15	0.7	1.4	4%
11 月 29 日	39	7.7	5.9	0%
12 月 27 日	28	6.3	6.8	0%

註 1：※『調查日期』意指收回黃色黏紙及採摘嫩葉以調查蟲數的日期；『放置天數』意指與前一次監測所相隔的天數。

註 2：*小綠葉蟬的監測法為利用三張尺寸為 21.5 cm X 15 cm 的黃色黏紙誘引成蟲，將其掛於樹叢中段，經過一段時間（夏季約 15 日，冬季約 30 日）取回後，以解剖顯微鏡觀察計數，其中『小綠葉蟬（隻/張）』意指每張黃色黏紙的平均成蟲數；『小綠葉蟬(隻/月)』意指每張黃色黏紙的平均成蟲數除以放置天數再乘以 30 天，所得到的每月成蟲密度數。

註 3：[○]三輪薊馬的監測法為在監測茶區逢機摘取茶芽嫩葉 50 片，以目測葉片是否具有咬痕傷口，計數其平均發生率。

註 4：監測地點與採收茶菁地點相同。

表二、民國 93 年台北縣坪林鄉之小綠葉蟬及三輪薊馬監測數量表

Table 2. Monitoring of tea leafhoppers and thrips in Pinglin, Taipei County in 2004

調查日期 Date	放置天數 Days	小綠葉蟬 (隻/張) Leafhoppers per Paper	小綠葉蟬(隻/月) Leafhoppers per Month	三輪薊馬(%) Thrips (%)
1 月 14 日	27	7.0	7.8	0%
2 月 13 日	30	6.0	6.0	0%
3 月 12 日	28	2.7	2.9	0%
4 月 22 日	41	7.0	5.1	0%
5 月 7 日	15	0.0	0.0	0%
5 月 21 日	14	0.7	1.5	0%
6 月 4 日	14	4.3	9.2	0%
6 月 17 日	13	11.3	26.1	0%
7 月 5 日	18	0.0	0.0	0%
7 月 19 日	14	4.3	9.2	0%
8 月 5 日	17	3.3	5.8	0%
8 月 19 日	14	1.7	3.6	0%
9 月 9 日	21	1.0	1.4	0%
9 月 23 日	14	1.7	3.6	0%
10 月 7 日	14	46.0	98.6	0%
10 月 21 日	14	1.0	2.1	0%
11 月 26 日	36	2.3	1.9	0%
12 月 24 日	28	3.3	3.5	0%

註 1：監測方式與表一相同。

註 2：監測地點為台北縣坪林鄉大林村遠魚窟，採茶地點為台北縣坪林鄉漁光村。

表三、經小綠葉蟬及三輪薊馬危害茶菁製作之成茶的揮發性成份比較表

Table 3. The comparison of the aroma components of made tea made of the tea leaves sucked by smaller green leafhoppers and thrips

波峰 順序 Peak Seq.	滯留 時間 R. T. (min)	揮發性成分 Aroma Content	小綠葉蟬 危害組 Smaller Green Leafhoppers	三輪薊馬 危害組 Black Tea Thrips	葉蟬組 / 薊馬組 Leafhoppers to Thrips
1	16.0	Benzaldehyde	0.950 ± 0.166	0.469 ± 0.088	2.0
2	21.5	Benzyl alcohol	5.847 ± 0.526	6.159 ± 0.860	0.9
3	23.8	Linalool oxide 1 (furanoid type)	1.009 ± 0.135	0.285 ± 0.046	3.5
4	25.0	Linalool oxide 2 (furanoid type)	0.997 ± 0.115	0.398 ± 0.061	2.5
5	26.1	Linalool	1.251 ± 0.387	0.597 ± 0.202	2.1
6	26.3	3,7-dimethyl-1,5,7-octatrien-3-ol	2.316 ± 0.114	1.865 ± 0.057	1.1
7	27.0	2-Phenylethanol	2.136 ± 0.114	1.865 ± 0.057	1.3
8	31.1	Linalool oxide 3 (pyranoid type)	1.364 ± 0.186	0.900 ± 0.172	1.5
9	31.5	Linalool oxide 4 (pyranoid type)	1.260 ± 0.170	0.999 ± 0.215	1.3
10	32.5	Methyl salicylate	2.964 ± 0.281	2.000 ± 0.215	1.5
11	32.7	2,6-dimethyl-3,7-octadien-2,6-diol	1.436 ± 0.185	1.487 ± 0.078	1.0
12	36.8	Geraniol	2.032 ± 0.095	1.983 ± 0.216	1.0

註：各揮發性含量表示為各成份與內標物（葵酸乙酯）的相對含量。

白毫烏龍茶製程色素成分變化之研究

陳俊良¹ 陳國任¹ 楊志維²
許明晃² 黃文達³ 楊棋明^{2,3*}

摘 要

本計畫之目的在於了解白毫烏龍茶製程中，各個製茶步驟中茶葉色素含量之變化。試驗的結果顯示，未被小綠葉蟬叮咬的茶菁，其葉綠素含量較被危害的茶菁為高，而葉綠素含量在白毫烏龍茶製作過程中，並無明顯變化。而類胡蘿蔔素、花青素、類黃酮之含量，隨著攪拌及萎凋次數而增加，而多酚類則減少。

關鍵字：青心大有、官能評鑑、白毫烏龍茶、色素

前 言

近年來，利用小綠葉蟬叮咬的茶菁所製作的茶類，受到台灣甚至是外國人士的注意，包括「東方美人茶」、「蜜香紅茶」、「蜜香綠茶」等。而目前在台灣較受消費大眾歡迎的是青茶類，它屬部分發酵茶，其中台灣高級烏龍茶俗稱「椗風茶」即「東方美人茶」，是目前台灣所產製部分發酵茶中屬重萎凋重攪拌之茶類，因其白毫明顯故又稱「白毫烏龍茶」。製作過程中如何掌控萎凋及攪拌製程而發酵程度適宜，是烏龍茶色、香、味表現之關鍵所在。白毫烏龍茶是台灣特有的茶類，為部分發酵茶中發酵程度最深的一種，其水色為琥珀色（橙紅色），滋味醇和具熟果味及蜂蜜香。每年芒種至大暑期間為最適產期，且茶芽受小綠葉蟬危害者其品質較佳，產量有限且成本高，因此市售價格昂貴（阮等，1990；徐等，1993）。在包種茶方面，目前已知藉由外觀、香氣、色澤等官能評鑑經統計分析方法後可以有效將包種茶的品質加以分類（蔡與張，1986；蔡等，1991）；但關於白毫烏龍茶方面其製造方法不若包種茶已作一系列有系統的探討，本場曾以不同攪拌次數控制茶葉發酵程度，對白毫烏龍茶之水色與香味品質進行探討（陳與陳，2004）。本報告擬進一步針對白毫烏龍茶萎凋及攪拌過程中，色素含量之變化進行研究。

1. 行政院農業委員會茶業改良場助理研究員、研究員兼課長。台灣 桃園縣。

2. 中央研究院生物多樣性研究中心助理、助理、副研究員。台灣 台北市。

3. 台灣大學農藝學系講師、兼任副教授。台灣 台北市。

*. 通訊作者：cmyang@gate.sinica.edu.tw

材料與方法

一、試驗材料

於六月份芒種時節前後，採收遭小綠葉蟬叮咬及未被叮咬之青心大冇茶菁，以下列七種不同攪拌次數製造白毫烏龍茶，合計十四種處理。

1. 茶菁→炒菁→悶置→揉捻→乾燥 (H-0, I-0)
2. 茶菁→日光萎凋→炒菁→悶置→揉捻→乾燥 (H-Su, I-Su)
3. 茶菁→日光萎凋→一次攪拌及萎凋→炒菁→悶置→揉捻→乾燥 (H-1, I-1)
4. 茶菁→日光萎凋→二次攪拌及萎凋→炒菁→悶置→揉捻→乾燥 (H-2, I-2)
5. 茶菁→日光萎凋→三次攪拌及萎凋→炒菁→悶置→揉捻→乾燥 (H-3, I-3)
6. 茶菁→日光萎凋→四次攪拌及萎凋→炒菁→悶置→揉捻→乾燥 (H-4, I-4)
7. 茶菁→日光萎凋→五次攪拌及萎凋→炒菁→悶置→揉捻→乾燥 (H-5, I-5)

未被小綠葉蟬叮咬的材料分別以 H-0, H-Su, H-1, H-2, H-3, H-4, H-5 代表七種處理。

已被小綠葉蟬叮咬的材料分別以 I-0, I-Su, I-1, I-2, I-3, I-4, I-5 代表七種處理。

二、針對不同製程之白毫烏龍茶進行葉綠素 a，葉綠素 b，類胡蘿蔔素、花青素、類黃酮及多酚類等進行定量。

1. 葉綠素 (Chl) 及類胡蘿蔔素 (Car) 的測定

根據 Yang *et al.* (1998) 所建立之方法進行測定。茶葉葉片以液態氮急速冷凍，並以研鉢磨成細粉後進行冷凍乾燥。然後秤取 0.01 g 樣品細粉，以 80% 丙酮萃取色素，在 4,500 rpm 離心 5 分鐘，取上清液，以 Hitachi U-2000 光譜儀 (spectrophotometer) 測定 $A_{663.6}$ 、 $A_{646.6}$ 及 $A_{440.5}$ 的吸收值。三者分別為 Chl a、Chl b 及 Car 的強吸收處。以 Porra *et al.* (1989) 的公式計算 Chl a 與 Chl b 的含量；以 Holm (1954) 的方法計算 Car 的含量。

2. 花青素及類黃酮之測定

花青素 (anthocyanin) 的含量以 Mancinelli *et al.* (1975) 方法測定，以 1% HCl 的甲醇溶液萃取花青素後測定 A_{530} 及 A_{657} 的吸收值，並計算含量。類黃酮素 (flavonoid) 的含量根據 Geisman (1955) 的方法，以酒精萃取類黃酮素再加入 1 滴 1% HCl 後測定 A_{540} 的吸收值。

3. 多酚類化合物測定

多酚類化合物含量以 Taga *et al.* (1984) 方法測定，標準品 gallic acid 及適量甲醇萃取物分別以 0.3% HCl 酸化的 ethanol/water (60:40, v/v) 溶液溶解至一定濃度，各取 100 μ L 加入 2 mL 2% Na_2CO_3 ，混合均勻，放置 2 分鐘後，加入 50% Folin-Ciocalteu reagent 2 mL，混合均勻後於室溫下放置 30 分鐘，於 750 nm 下測定吸光度，由 gallic acid 的標準曲線計算樣品總多酚類化合物含量。

三、進行不同發酵程度的白毫烏龍茶的官能品評比較。品質官能評鑑之方法，比照現行茶葉品質官能鑑定法沖泡與評審，秤取茶樣 3 公克，加入 100℃ 沸水 150ml 沖泡，靜置 5 分鐘後濾過茶湯，進行形狀、色澤、水色、香氣滋味之評分。評審員為茶業改良場具有優良茶評審實務經驗之 3 名評審員。

結果與討論

一、不同攪拌次數對白毫烏龍茶色素含量之影響

本試驗中針對被小綠葉蟬叮咬及未被叮咬的茶菁原料進行 7 個不同製程所製造之白毫烏龍茶，進

行各色素含量之分析。結果顯示，在葉綠素方面，並未隨著製茶過程的進行而有明顯的趨勢性變化，未叮咬的茶其葉綠素含量比有被叮咬的茶為高（圖一 A、圖一 B）。在類胡蘿蔔素方面（圖二 A、圖二 B）、花青素（圖三 A、圖三 B）、類黃酮（圖四 A、圖四 B），則是無論原料是否被叮咬，皆有隨著攪拌及萎凋的次數增加而含量增加的趨勢。而花青素的含量則是以被叮咬的茶較多。多酚類（圖五 A、圖五 B）的含量則是隨著製茶過程的進行而逐漸減少，顯示多酚類的含量隨著發酵程度的增加而減少。

葉綠素與類胡蘿蔔素兩者皆為脂溶性色素，均參與光合作用的反應。葉綠素分為藍綠色的葉綠素a和黃綠色的葉綠素b，約占茶葉乾重的 0.6%左右，類胡蘿蔔素為黃色色素，在茶樹葉片中葉綠素含量約為類胡蘿蔔素的四倍，使葉片在正常情況下呈現綠色。在本試驗中，隨著白毫烏龍茶製作過程，類胡蘿蔔素含量逐漸增加（圖二），正好說明了白毫烏龍茶外觀顏色隨著攪拌次數的增加，由綠轉黃變成黃褐色的現象（表一）。而類胡蘿蔔素在茶葉製造過程中受到酵素及熱作用的影響轉化成為紫羅蘭酮（Ionone, $C_{13}H_{20}O$ ）、二氫海葵內酯（Dihydroactinidiolide, $C_{11}H_{16}O_2$ ）及茶螺烯酮（Theaspirone, $C_{12}H_{20}O$ ）等增進香氣的芳香物質，與成茶的品質有關（李，1984）。花青素在茶葉中的含量約占乾物重的 0.01%左右，在紫色茶芽葉含量可達 0.5-1%（李，1984）。其顏色呈現紅紫色，在本試驗中、花青素的含量隨著白毫烏龍茶的製作而逐漸增加，花青素的累積造成了白毫烏龍茶的外觀顏色逐漸的變紅變褐。多酚類隨著製作過程逐漸降低，主要是因為佔茶葉乾重約 12-24%的兒茶素，隨著發酵程度的增加，轉化為其他物質的緣故。

二、不同攪拌次數之白毫烏龍茶的官能品評結果

官能品評的結果（表一）顯示，未被小綠葉蟬叮咬的茶菁，依照白毫烏龍茶的製程，到攪拌第四次的時候可以形成熟果味，但沒有蜜香味。可知熟果味是因為發酵作用而形成，因此重發酵的白毫烏龍茶，及本試驗中未被小綠葉蟬叮咬的茶菁所製得的茶，和全發酵的紅茶都具有熟果味。而蜜香是因為小綠葉蟬叮咬所形成的特殊風味，無論是白毫烏龍茶，或是其他由小綠葉蟬叮咬茶菁製成的蜜香綠茶或蜜香紅茶，其製程雖不盡相同，卻同樣可以形成蜜香味。在本試驗中，茶葉的顏色隨著製程的演進，發酵程度的增加，由綠色逐漸轉為黃色，最後成為紅褐色。而水色則是由淡綠色，轉變成黃色，最後變成橙紅色。這些結果和各色素含量的變化趨勢相符合。

由表一可知白毫烏龍茶之製作，需取小綠葉蟬叮咬過的茶菁，起碼需經過四次攪拌以上，其特有的蜂蜜熟果香的味道才能形成。

表一、不同製程白毫烏龍茶之品質官能評審成績

Table 1. The sensory evaluation of Bai-hau Oolong teas made by different manufacturing processes

處理 編號	形狀 10%	色澤 10%	水色 20%	香氣滋味 60%	總分 100%	色澤評語	水色評語	滋味評語
H-0	7	3	10	30	50	翠綠	淡綠	綠茶味
H-Su	7	3	10	30	50	暗綠	淡綠	綠茶味，淡
H-1	7	3	10	30	50	暗綠帶黃	淡黃	綠茶味，菁味，淡
H-2	7.5	5	12	32	56.5	黃綠	黃紅	淡，澀，菁味
H-3	7.5	7	16	38	68.5	黃紅褐	黃紅	澀，菁味
H-4	7.5	8	18	40	73.5	紅褐多	橙紅清澈	熟果味形成
H-5	7.5	8	18	44	77.5	褐帶紅	橙紅清澈	熟果香
I-0	7.5	4	8	30	49.5	黃綠	淡綠	綠茶味
I-Su	7.5	4.5	10	30	52	暗綠	淡綠	綠茶味
I-1	8	4.5	10	34	56.5	暗綠帶黃	淡黃	蜜香形成，綠茶味，菁味
I-2	8	5	12	36	61	黃綠偏黃	黃紅	蜜香，菁，澀
I-3	8	8	15	40	71	黃紅	黃紅	熟果味形成，蜜香，淡，澀
I-4	8	9	18	46	81	黃紅	橙紅清澈	蜜香，熟果味
I-5	8	8	18	50	86	黃紅帶褐	橙紅清澈	蜜香，熟果味，味強清純

結 論

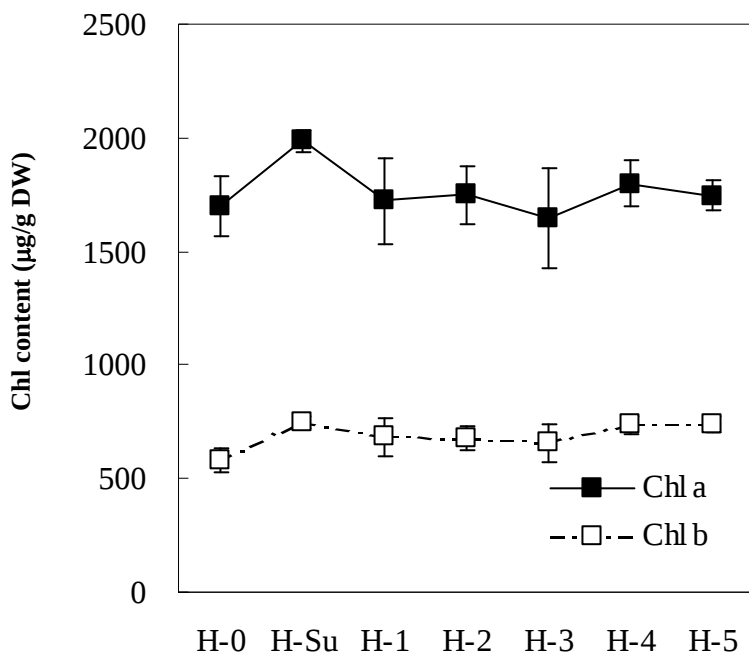
本試驗分析結果顯示，未被小綠葉蟬叮咬的茶菁，無法形成白毫烏龍茶之特有蜜香，其葉綠素含量較被危害的茶菁為高；但葉綠素含量在白毫烏龍茶製作過程中，並無明顯變化。而類胡蘿蔔素、花青素、類黃酮之含量，隨著製作過程而增加。多酚類則隨著製作過程而減少。

至於色素含量之變化與白毫烏龍茶官能品評成績之相關，本試驗將繼續收集比賽茶之茶樣來進一步進行分析。

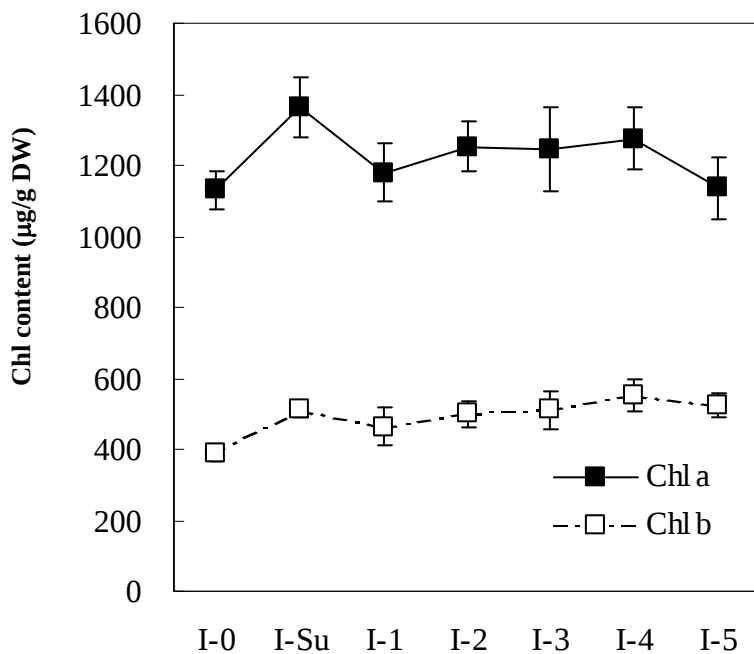
參考文獻

1. 李世君.1984.茶葉生物化學.pp. 89-154。
2. 井上房邦.不同茶樹品種之茶葉製造法（烏龍茶-番庄）.pp. 239-262。
3. 阮逸明、陳英玲、陳惠藏. 1990.白毫烏龍茶製造過程改進及香味成分變化之研究.茶業改良場 79 年年報.pp. 64-66。
4. 吳聲舜、陳國任、莊瓊昌.1995.水質對茶湯水色的影響.台灣茶業研究彙報 14: 9-99。
5. 邱再發.1990.製茶技術研究開發.台灣茶業研究彙報 9: 121-139。
6. 林金池、陳世雄.1999.萎凋溫度與濕度對白茶品質的影響（II）萎凋條件白茶化學成份的影響.台灣茶業研究彙報 18: 101-118。
7. 林金池、陳世雄.2000.萎凋溫度與濕度對白茶品質的影響（II）萎凋條件白茶品質的影響.台灣茶業研究彙報 19: 1-28。

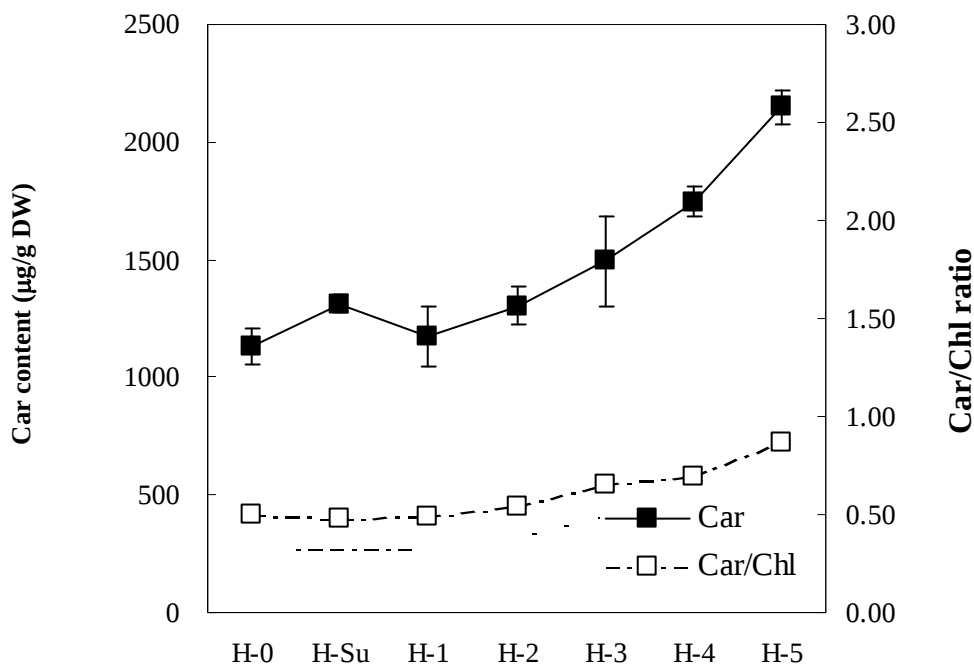
8. 徐英祥、阮逸明、蔡永生、張連發.1993.夏季剪採茶菁製造烏龍茶（番庄）之研究.台灣茶業研究彙報 12: 137-145。
9. 陳國任、謝邦昌.1996.集群分析法在製茶品質分類的應用.台灣茶業研究彙報 15: 57-70。
10. 陳國任、林雅慧、吳柏林、謝邦昌.1998.模糊統計分類及其在茶葉品質評定的應用.台灣茶業研究彙報 17: 19-37。
11. 陳國任、陳俊良.2004.不同攪拌次數對白毫烏龍茶感官品評與水色色差值的影響.台灣茶業研究彙報 23: 107-114。
12. 蔡永生、張如華.1986.茶葉品質鑑定科學化之研究 I.烏龍茶化學成分與茶湯滋味的關係.台灣茶業研究彙報 5: 127-134。
13. 蔡永生、區少梅、張如華.1991.包種茶茶湯水色 II.包種茶水色之判別分析.台灣茶業研究彙報 10: 77-87。
14. Geisman, M. F. 1955. Modern Method of Plant Analysis. p. 420.
15. Holm, G. 1954. Chlorophyll mutations in barley. Acta Agric. Scand., 4: 457-461.
16. Mancinelli, A. L., C. P. Huang-Yang, P. Lindquist, O. Anderson and I. Rabino. 1975. Photocontrol of anthocyanin synthesis, III. The action of streptomycin on the synthesis of chlorophyll and anthocyanin. Plant Physiol., 55: 251-257.
17. Porra, R. J., W. A. Thompson and P. E. Kriedelman. 1989. Determination of accurate extraction and simultaneously equation for assaying chlorophyll a and b extracted with different solvents: verification of the concentration of chlorophyll standards by atomic absorption spectroscopy. Biochem. Biophys. Acta., 975: 384-394.
18. Taga, M. S., E. E. Miller and D. E. Pratt. 1984. Chia seeds as a source of natural lipid antioxidants. J. Am. Oil. Chem. Soc., 61: 928-931.
19. Yang, C. M., K. W. Chang, M. H. Yin and H. M. Huang. 1998. Methods for the determination of the chlorophylls and their derivatives. Taiwan. 43: 116-122.



圖一 A、未被小綠葉蟬叮咬茶菁之葉綠素 a 及葉綠素 b 含量在白毫烏龍茶製程中的變化
 Fig. 1A. The changes of chlorophyll a (chl a) and chlorophyll b (chl b) content during tea manufacturing of Bai-hau Oolong without leaf hoopers infecting

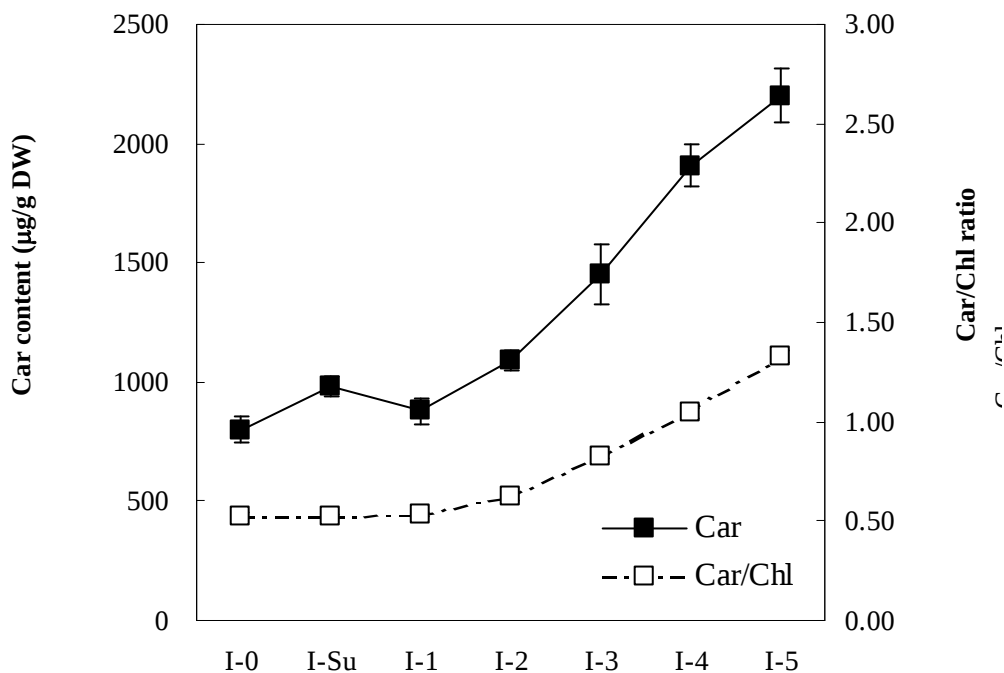


圖一 B、被小綠葉蟬叮咬茶菁之葉綠素 a 及葉綠素 b 含量在白毫烏龍茶製程中的變化
 Fig. 1B. The changes of chlorophyll a (chl a) and chlorophyll b (chl b) content during tea manufacturing of Bai-hau Oolong that infected by leaf hoopers



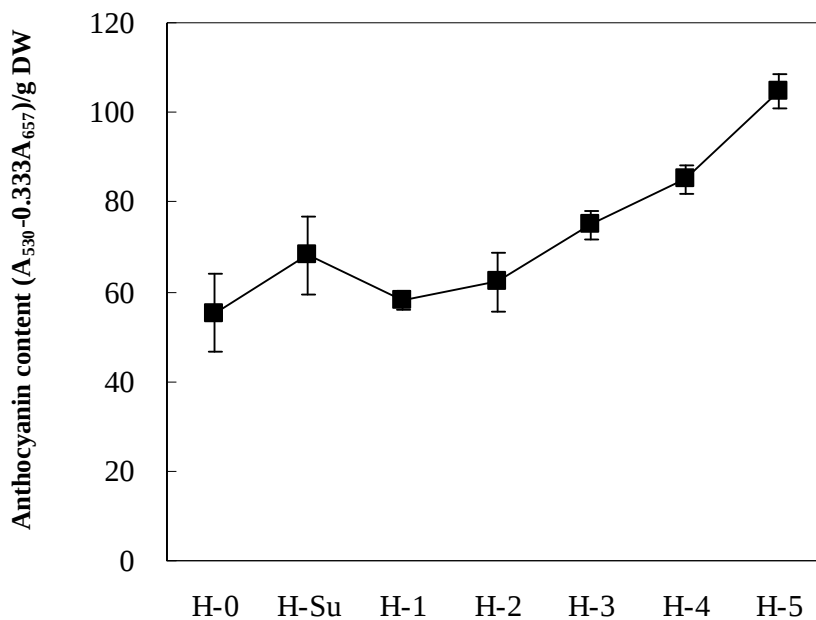
圖二 A、未被小綠葉蟬叮咬茶菁之類胡蘿蔔素含量在白毫烏龍茶製程中的變化

Fig. 2A. The changes of carotenoid content and Car/Chl ratio during tea manufacturing of Bai-hau Oolong without leaf hoopers infecting



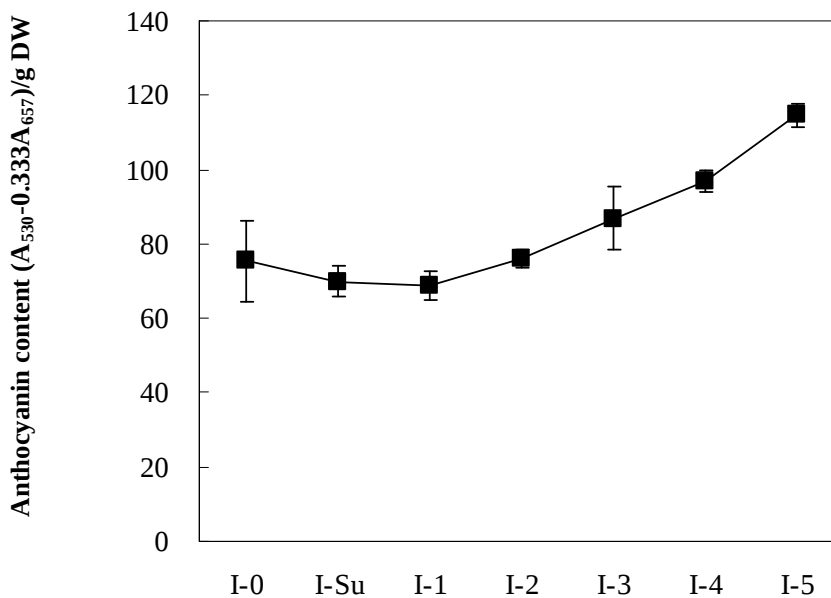
圖二 B、被小綠葉蟬叮咬茶菁之類胡蘿蔔素含量在白毫烏龍茶製程中的變化

Fig. 2B. The changes of carotenoid content and Car/Chl ratio during tea manufacturing of Bai-hau Oolong that infected by leaf hoopers



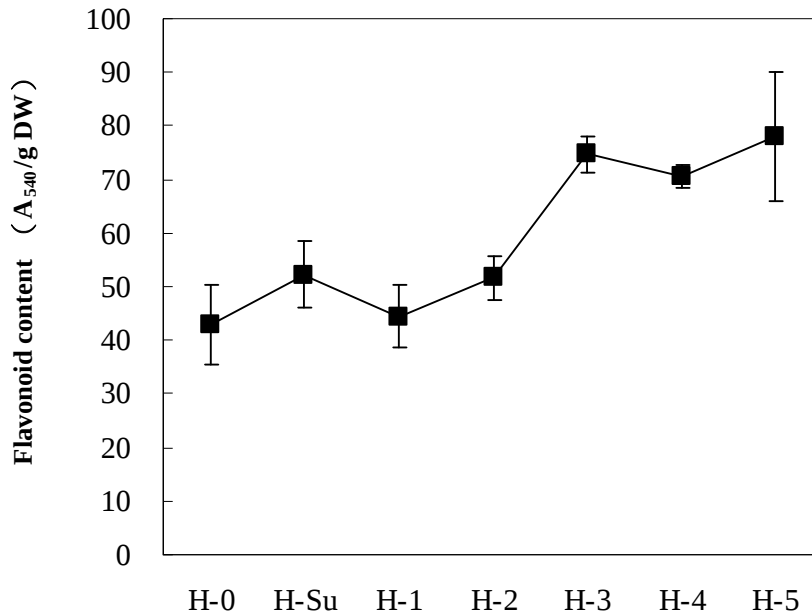
圖三 A、未被小綠葉蟬叮咬茶菁之花青素含量在白毫烏龍茶製程中的變化

Fig. 3A. The changes of anthocyanin content during tea manufacturing of Bai-hau Oolong without leaf hoopers infecting



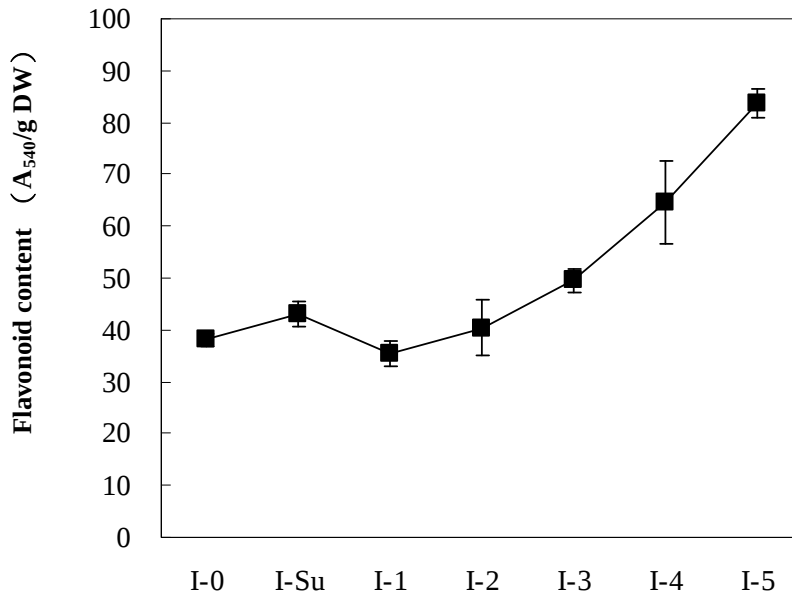
圖三 B、被小綠葉蟬叮咬茶菁之花青素含量在白毫烏龍茶製程中的變化

Fig. 3B. The changes of anthocyanin content during tea manufacturing of Bai-hau Oolong that infected by leaf hoopers



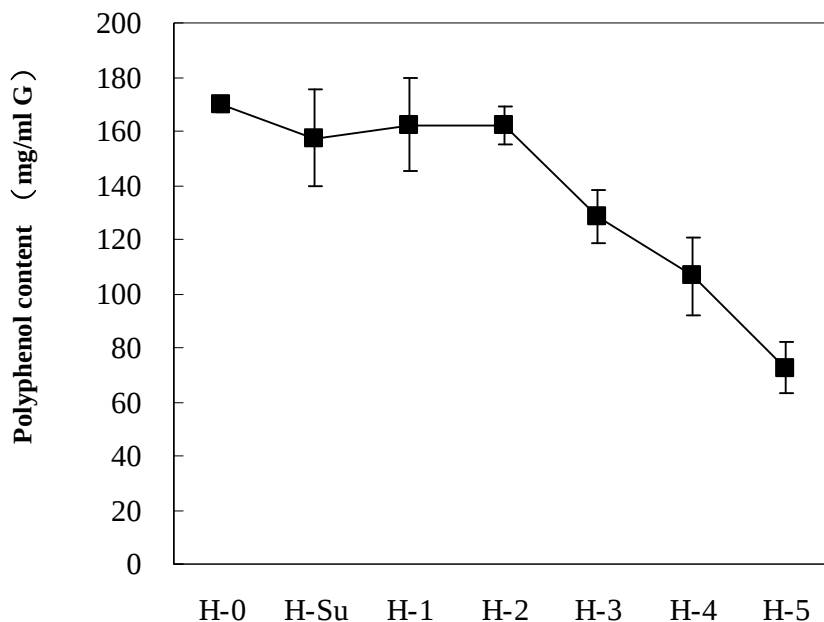
圖四 A、未被小綠葉蟬叮咬茶菁之類黃酮含量在白毫烏龍茶製程中的變化

Fig. 4A. The changes of flavonoid content during tea manufacturing of Bai-hau Oolong without leaf hoopers infecting



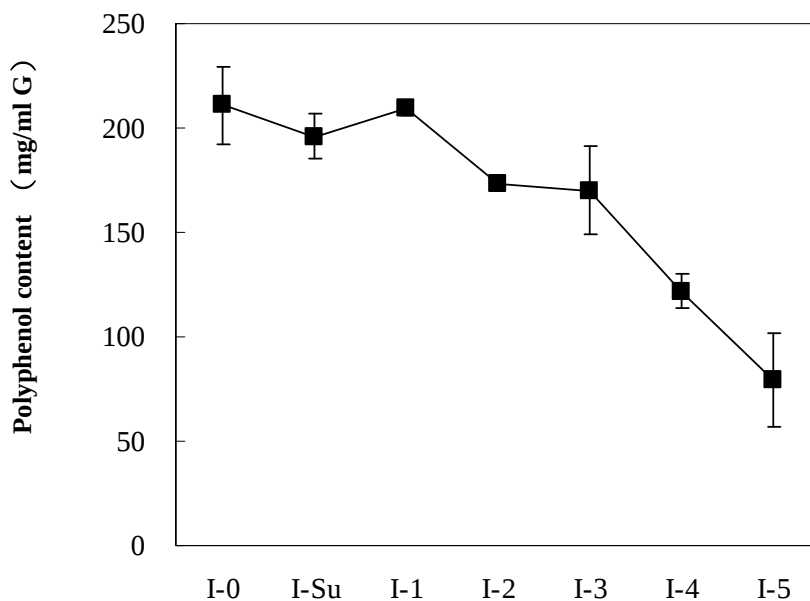
圖四 B、被小綠葉蟬叮咬茶菁之類黃酮含量在白毫烏龍茶製程中的變化

Fig. 4B. The changes of flavonoid content during tea manufacturing of Bai-hau Oolong that infected by leaf hoopers



圖五 A、未被小綠葉蟬叮咬茶菁之多酚類含量在白毫烏龍茶製程中的變化

Fig. 5A. The changes of polyphenol content during tea manufacturing of Bai-hau Oolong without leaf hoopers infecting



圖五 B、被小綠葉蟬叮咬茶菁之多酚類含量在白毫烏龍茶製程中的變化

Fig. 5B. The changes of polyphenol content during tea manufacturing of Bai-hau Oolong that infected by leaf hoopers

Study on the Relation Among Pigments and Manufacturing Process of Bai-hau Oolong Tea

Chun-Liang Chen¹ Kuo-Renn Chen¹ Zhi-Wei Yang² Ming-Huang Hsu²
Wen-Dar Huang³ Chi-Ming Yang^{2,3*}

Summary

The object of this research is to understand the withering and shaking effect on tea fermentation, appearance of tea, and the change of the pigments and liquor color, to help us to judge the flavor quality and grade the tea.

Experimental results showed that the teas that are not infected by green leaf hoppers that contain more chlorophyll than teas that are infected. The chlorophyll content did not change significantly during the manufacture process. The carotenoid content, anthocyanin content, and flavonoid content increase during the manufacturing process while the polyphenol content decreases during the manufacturing process.

Key words: Tea, Chin-Shin Dapang, Sensory Tasting, Bai-hau Oolong tea, Pigments

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

2. Research Center for Biodiversity, Academia Sinica, Nankang, Taipei, Taiwan, R.O.C.

3. Department of Agronomy, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

* Corresponding author

紅茶小型揉捻機之研發與改良

林金池 邱垂豐 黃正宗 簡靖華 林儒宏¹

摘 要

本研究主要目的是研發小型紅茶揉捻機，及進行紅茶製造性能測試，藉由小型紅茶揉捻機之研發，期能協助茶農自行製造高品質條型工夫紅茶，減少代工費用支出，節省加工成本，提高收益。研發成果如下：

- 一、本研究已完成兩款中小型紅茶揉捻機，揉茶量為 5-10 公斤及 30-50 公斤，揉捻盤設計已取得新型專利（新型第 M 266708 號）。
- 二、試驗已針對 93 年測試缺失進行改善，將揉捻筒加大、加長連桿懸臂長度、揉盤改用細型銅條、降低桶與機身之高度及各項安全控制開關等，有效強化機身結構及利於茶葉翻動揉捻擠壓。製成紅茶之條索外觀勻整，茶湯水色金紅鮮明，帶鮮爽清花香，滋味甘醇甜鮮。
- 三、茶葉化學分析結果顯示，新型揉捻機與傳統揉捻處理除了可溶性成分差異不顯著外，其他如咖啡因、總游離胺基酸與多元酚類含量處理間差異顯著，含量比對照處理高。

關鍵字：紅茶、茶葉揉捻機

前 言

日月潭是台灣阿薩姆紅茶主要產地，日治時代大正 14 年（1925）12 月，日本人首先從印度阿薩姆省引進茶種，在日月潭所在地魚池鄉試種，試驗結果成效卓著，於是廣為推廣，成為日月潭最出名的特色茶。過去產製的日月紅茶盛極一時，近幾年來因大環境的變遷，隨著國際紅茶價格走貶及農民紛紛改用機器採收，也因此降低了紅茶的品質，在市場緊縮的窘境下，到最後乾脆放棄茶園改種檳榔。最近在政府相關單位積極輔導下，為重振昔日紅茶美譽，期待阿薩姆紅茶能「一泡而紅」，進而促進茶產業轉型。因此，茶農相互交流，推動利用手工採摘一心二葉茶菁原料製造高品質紅茶。產製的精緻紅茶，沖泡時保有芽葉完整，飲用時香味醇厚，順口回甘的特色，可謂紅茶中的極品，價格也大幅提昇，更深獲消費者喜愛。

但目前茶農尚無揉捻設備供製造之用，只能販售茶菁或委託魚池僅存一、兩家紅茶製茶工廠代工。因此，本研究擬研發小型紅茶揉捻機，及進行紅茶製造性能測試，藉由小型紅茶揉捻機之研發，期能協助茶農自行製造高品質條型工夫紅茶，減少代工費用支出，節省加工成本，提高收益。另外，藉舉辦示範觀摩機會將試驗成果提供茶農參考，進而提昇茶農紅茶製造技術。

1. 行政院農業委員會茶業改良場魚池分場 茶作課長、分場長、製茶課長、約僱助理、約僱助理。台灣 南投縣。

材料與方法

- 一、進行小型紅茶揉捻機性能測試及研發改良作業，使紅茶揉捻機性能更臻完善。本機設計目標為每次揉茶量約 30~50 公斤，揉捻時間約 120 分鐘之間。另設計研發 10 公斤以下揉茶量之紅茶揉捻機，利用夏秋茶小葉種茶菁原料產製紅茶，本機具也能提供辦理紅茶製茶體驗或教育訓練之用。
- 二、利用研發之小型紅茶揉捻機進行大葉種紅茶之試製。採摘大葉種茶菁進行萎凋，萎凋率控制在 40、50、60% 之間，揉捻時間為 90、120 或 150 分鐘，發酵時間 90、120 或 150 分鐘。試驗依照研發而成之小型紅茶揉捻機實際之性能進行調整。
- 三、官能品評分析：每處理秤取茶葉三克，以沸水 150cc 浸泡 5 分鐘，濾出茶湯，由本場品評小組成員協助進行官能品評分析，由製成之紅茶外觀（20%）、水色（20%）、香氣與滋味（50%）及葉底（10%）等茶葉品質，做為小型紅茶揉捻機性能改良之基礎。
- 四、化學分析：測定可溶性成分、咖啡因、總游離胺基酸與多元酚類含量。
- 五、舉辦示範觀摩會 1~2 場將試驗成果提供茶農參考，提昇紅茶製造技術。
- 六、統計分析：本試驗將品評各項評分結果使用 SAS 等軟體進行變方分析（ANOVA）。

結果與討論

- 一、紅茶是一種經過完全發酵的茶，其特點是紅湯紅葉，沖泡後的湯色講求鮮紅明亮，香味芬芳濃醇。揉捻發酵是紅茶的重要製造技術關鍵，須配合「重揉捻」完成。因為紅茶的揉捻是要求葉片細胞損傷率達 80% 以上，才算達到充分揉捻，然後再進行發酵。發酵的技術因素在於溫度、濕度和供氧的配合，發酵從揉捻開始算起一般約需 4~6 小時。紅茶製造過程主要為採摘大葉種茶樹幼嫩芽葉，經由萎凋→揉捻→發酵→乾燥製造而成。新鮮茶葉內含物質，能在製茶過程中參與化學轉化，影響紅茶色、香、味及品質。揉捻是使萎凋葉在揉捻機內承受擠、壓、搓、撕、捲等機械力的作用。萎凋葉經揉捻後，葉肉細胞損傷，茶汁外溢，促使多元酚類化合物氧化，形成紅茶特有的色、香、味。揉捻也使萎凋葉搓揉捲成條索緊結之外型，揉後茶汁粘著葉表，乾燥後色澤烏潤有光澤，沖泡時可溶性物質易溶於茶湯，增進茶湯濃稠度。
- 二、本研究先研擬調查茶農對紅茶揉捻機性能需求，再針對問題進行茶葉揉捻機相關資料的收集整理分析。小型紅茶揉捻機設計規劃，以每次揉茶量 5-10 及 30-50 公斤，揉捻及發酵時間各為 120 分鐘為設計目標。小型紅茶揉捻機的設計理念是提供一種『維持長捲狀茶葉形狀完整之揉捻機』，其主要用途係可將茶葉揉捻成緊實而形狀完整之長捲狀，並同時使茶葉組織獲得適當的裂解，迫使茶汁溢出，以利於後續發酵，並使沖泡後之茶湯色香味俱全。本機係改良傳統包種茶望月式揉捻機，茶葉經長時間揉捻易使茶葉破碎及捲繞不足，致茶葉葉形不美觀，及茶湯滋味濃較易苦澀等缺點。因此，本揉捻試驗機設計主要係將供茶葉磨擦擠壓之盤體上，由外環往中心設一至數層環狀而間隔排列之擠壓條，該各層之單一擠壓條係設為弧形體，各擠壓條間之距離係由外朝圓心成漸縮狀而間隔排列，各層之擠壓條間係成交錯設置；該盤體之上方係設一可依圓形軌跡轉動之置料筒，當置料筒轉動時，茶葉於置料筒中係不斷的與盤體面及擠壓條磨擦擠壓，使茶葉沿擠壓條之形狀，朝圓心方向位移，及同時捲曲變形，於各層擠壓條間之間隙，乃進行一扭捲之動作，使茶葉之捲度紮實，位於置料筒較上層之茶葉則不斷遞補空下之位置而下降，內層之茶葉則不斷的受到外圍茶葉之擠壓而被向上推擠，且隨著置料筒之轉動，乃使上層之茶葉不斷的下降、外層之茶葉不斷的往內層移動，內層之茶葉不斷往上移位，而構成一循環，使置料筒中之茶葉均勻的揉捻（圖一、二）。本設計於 94 年 6 月 11 日已取得新型專利（新型第 M 266708 號）。

三、本試驗進行小型揉捻機之研發組裝，並進行運轉測試，因係新研發機組，在運作過程發現下列缺失，並已逐一修正改善：

1. 投料筒高度太高，茶菁在筒內不易翻動，修正為筒直徑與筒之高度比例為 1:1 ~ 1.2 之間。
2. 機身太高，且機架以四支小型圓柱支撐，在運轉過程由於筒內茶菁隨傳動軸帶動，由於離心力之影響，機身嚴重晃動。因此，修正改良降低機身高度，使機體重心降低增加穩定度。小支架改在機體定位後，直接在地面鋪設彈性塑膠墊，機體置於墊上，改善晃動情形。
3. 盤體內擠壓條粗細調整：擠壓條愈粗，茶菁在筒內摩擦揉切壓力愈大，紅茶經兩小時長時間揉捻，茶菁易成細碎狀。為使茶菁揉搓較緊結圓整，改用小銅條製成擠壓條，改善茶菁破碎問題。
4. 擠壓條密度與角度調整：擠壓條密度高，茶菁翻動運轉不易，已依筒徑調整適當密度，開口約 12~18 公分，依機械圓周運轉軌跡漸近式收縮，使茶菁順利翻轉擠壓。擠壓條彎曲角度應配合機械運轉軌跡調整，使茶菁原料順著軌跡滑動翻轉。若角度不對，茶菁易切碎，且翻動不易。
5. 為配合試驗需求，配置變速馬達，使轉速控制在 30~50 rpm 之間。一般揉捻機轉速在 38~42 rpm 之間。
6. 為增加茶菁在置料筒內之擠壓力量，本機配置氣壓缸，在茶菁揉捻 15~30 分鐘後可透過壓缸桿將頂蓋下壓，增加茶菁在筒內摩擦力。但壓缸桿單臂操作，在置物筒運轉過程中，頂蓋會碰撞筒壁，為避免壓缸桿折損，在頂蓋另加裝支柱，減少滑動，以延長氣壓缸壽命。

四、本次新研發設計之小型紅茶揉捻機之揉捻盤分為平面(A)及凹面(B)兩種設計。茶菁投入量分為 5 和 8 公斤兩種試驗處理，揉捻時間 120 分鐘，中間解塊三次，發酵 120 分鐘後進行乾燥作業。本次試驗品種為台茶十八號（紅玉）。試驗結果顯示，揉茶筒直徑 30 公分及連桿懸背較短，相對揉茶筒回轉半徑小，揉盤銅條太粗且因桶之高度過高，茶菁在揉捻過程翻轉程度較差。試驗結果顯示，此機型以 5 公斤揉捻後品質較佳，茶菁於桶內受機械力作用翻動均勻，製成紅茶之外觀勻整烏黑油亮，8 公斤處理過程茶菁過多，茶菁翻動差，製成紅茶之外觀勻整條索較粗且略帶紅褐色。傳統高林式筒徑大，茶菁翻轉勻順，製成紅茶條索緊結烏黑油亮。在水色方面，5 公斤處理顯現紅艷清澈明亮，8 公斤處理水色淡紅明亮，且茶渣均較高林式少，水色以高林式最深（圖四）。香氣滋味方面，五種處理中以平揉 5 公斤之處理較清香且具有台茶 18 號略帶肉桂香及淡淡薄荷之涼爽感且滋味甘醇，其他處理香氣稍帶悶味且收斂性強，但以傳統高林式之滋味濃稠收斂性最強。葉底方面，除了平揉 5 公斤及高林式葉底鮮紅，其他處理均為微綠紅色（表一）。由平面與凹面揉盤比較顯示，茶菁原料在揉捻機內承受擠、壓、搓、撕、捲等機械力的作用以凹面揉盤較強，茶湯滋味及收斂性相對較平面揉盤強。但香氣較平面揉盤處理差，此結果與慣行紅茶製造法相吻合。

化學成分變方分析結果顯示，咖啡因及可溶性成分處理間差異不顯著，但總游離胺基酸與多元酚類處理間則差異顯著（表二）。以高林式揉捻機處理之多元酚類含量明顯高於其他處理；但在總游離胺基酸方面，凹揉盤 5 公斤之處理明顯低於其他處理，此與官能評審滋味濃稠度結果趨於一致。

五、新型紅茶揉捻機經一再修正揉盤、銅條粗細、擠壓條密度與角度調整及機組高度等，再進行運轉測試與微調。並採摘台茶 8 與 18 號進行紅茶製造試驗。試驗結果顯示，台茶 8 號以新型紅茶揉捻機製造，置茶筒內茶菁因氣壓缸有上下壓縮彈性，茶菁在置茶筒內承受翻轉擠壓力量較對照輕，製成紅茶之茶湯水色呈明亮之黃褐色，帶鮮爽清花香，滋味甘醇甜鮮。以高林式揉捻機處理之對照組，茶菁揉捻 30 分鐘後開始陸續加壓，在筒內受揉搓壓擠力道較大，製成之紅茶茶湯紅艷，帶有濃郁甜香，滋味濃稠醇厚（表三）。各項化學成分經變方分析結果顯示，傳統高林式之揉捻機及新型揉捻機兩者間並無明顯差異（表四）。

台茶 18 號採摘分成四種製造處理，茶葉品質經官能品評結果顯示，研發完成之紅茶揉捻機處理之品質與傳統之 24 吋 CCC 紅茶揉捻機近似，茶湯水色呈明亮之黃褐色，帶清純鮮爽之花香，滋味甘醇甜香；高林式因揉捻時茶菁量少（10 公斤以內）又加重壓處理，茶湯紅艷明亮，清香鮮爽且滋味濃稠醇厚（表三）。

茶葉化學分析結果顯示，四種揉捻處理除了可溶分差異不顯著外，其他如咖啡因、總游離胺基酸與多元酚類含量處理組與對照組間差異顯著（表五）。咖啡因與游離胺基酸含量三種揉捻處理均比對照高，多元酚類則以高林式揉捻處理之含量最低，其次是對照組，24 吋 CCC 揉捻機處理之含量最高（表五）。

- 六、本研發小型紅茶揉捻機已完成兩種規格設計及施作。完成揉茶量在 5-10 公斤之間之小型揉捻機已提供魚池國中做為紅茶製造教學之用。另針對茶農需求開發之中型揉捻機，每次可揉 30-50 公斤茶菁，經逐步之測試改良已達到預期之效果，性能幾近於傳統大型揉捻機。為求盡善盡美，本分場將於 95 年春茶期間再進行紅茶製造及運轉測試，並進行最後修正，預定於 95 年度夏秋季舉辦兩場示範觀摩會，將試驗成果提供茶農參考，期能做為改進紅茶製造技術之參考，達到茶農自產自製自銷之目標。

結論與建議

- 一、本研究以二年時間內完成，第一年進行小型紅茶揉捻機之研發與改良，試驗機委託廠商依設計圖施工，並進行紅茶製造性能測試。第二年則進行小型紅茶揉捻機性能改良、製茶與品質比較試驗，期能將試驗成果提供茶農做為改進紅茶製造技術之參考，達到茶農自產自製自銷之目標。
- 二、藉由小型紅茶揉捻機之研發，期能協助茶農自行製造高品質條型工夫紅茶，減少代工費用支出，節省加工成本，提高收益。另外，希望能帶動相關的揉捻設備不斷研發創新，95 年度夏秋季預定舉辦兩場示範觀摩會，將試驗成果提供茶農參考，提昇茶農紅茶製造技術，嘉惠茶農。

誌 謝

感謝財團法人中正農業科技社會公益基金會經費贊助。

參考文獻

1. 林木連.2001.紅茶製造.茶業改良場茶業技術推廣手冊-製茶技術.pp. 22-31。
2. 邱瑞騰、黃正宗.2002.水沙連紅茶簡介.茶情雙月刊 第二期。
3. 高麗萍.1994.祁門紅茶化學審評的定量分析.茶葉科學 14: 55-58。
4. 陳宗懋主編.2000.中國茶葉大辭典.pp. 437-440.北京：中國輕工業出版社。
5. 陳椽.1984.製茶技術理論.pp. 327-347. 上海：上海科學技術出版社。
6. Owuor, P. O. and J. E. Orchard. 1989. Changes in the biochemical constituents of green leaf and black tea to withering: A review. Tea 10: 53-59.
7. SAS Institute. 1988. SAS/STAT User's guide. 6.03ed. SAS Institute, Cary. NC.

Development and Improvement on the Miniature Rolling Machine of Black Tea

Jin-Chih Lin Chui-Feng Chiu Cheng-Chung Huang
Ching-Hua Chien Ru-Hong Lin¹

Summary

The objectives of this study were to develop a small rolling machine for black tea, and to improve it by the results of a performance test. Development of this machine was expected to help the tea farmers to produce high quality striped Kong-Fu black tea, reduce the manufacturing costs, and increase their earnings. Results of this study showed that:

1. Two medium and small rolling machines of black tea had been designed, with a rolling volume of 5-10 kg and 30-50kg respectively. The new design patent (No. 266708) was permitted.
2. Some improvements were done in this research such as enlarging the rolling can, elongating the connecting cantilever, changing the material of rolling plan to thinner copper strips or stainless steel, lowering the height of rolling can and setting security control switches. Through these improvements the machine structure can be strengthened effectively, and the tea leaves are turned, rolled and pressed more easily. Produced black tea had a neat strip shape, golden red and freshly bright color infusion, fresh floral aroma; and the flavor was mellow and fresh.
3. Compared to the new design rolling machine and the traditional rolling methods, the chemical analysis results of caffeine, total free amino acids and polyphenols of the new design of rolling machine are significantly higher than the traditional rolling methods, however, the difference in soluble contents are not significant.

Key words: Black tea, Tea rolling machine

1. Head of Tea Processing Section, Director, Head of Tea Agronomy Section, Assistant, Assistant, Yuchih Branch, Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.

表一、兩種新型紅茶揉捻機與傳統高林式揉捻機之品質比較分析

Table 1. Quality comparison with two new rolling machines of black tea and traditional rolling machine

處理	外觀(20%)	水色(20%)	香氣(25%)	滋味(25%)	葉底(10%)
A-5kg	15	15	21	20	8
A-8kg	14	14	19	18	7
B-5kg	15	15	20	19	7
B-8kg	14	14	19	18	7
對照	16	15	18	22	8

品質描述分析					
A-5kg	條索勻整烏黑油亮	紅艷明亮、渣少	清香	甘醇甜香	紅
A-8kg	條索勻整略帶紅褐	淡紅明亮、渣少	香氣稍悶	微菁澀	微綠紅色
B-5kg	條索勻整烏黑油亮	紅艷明亮、渣少	微清香	甘醇微澀	微綠紅色
B-8kg	條索勻整略帶紅褐	淡紅明亮、渣少	香氣稍悶	甘醇稍淡	微綠紅色
對照	條索緊結烏黑油亮	深紅艷明亮、渣多	香氣悶	濃稠微澀	紅

備註 A:平面揉盤、B:凹型揉盤、對照：高林式揉捻機

表二、兩種新型紅茶揉捻機與傳統高林式揉捻機之化學成分之比較

Table 2. Comparison of the chemical components of black tea that rolled by two new rolling machines of black tea and traditional rolling machine

處理	咖啡因%	總游離胺基酸 mg/g	多元酚類 mg/g	可溶分%
平揉盤 5kg	5.3a	1.68 ab	192.7 ab	34.5a
平揉盤 8kg	5.3a	1.79 a	184.8 c	34.6a
凹揉盤 5 kg	5.4a	1.58 b	191.0 b	33.3a
凹揉盤 8kg	5.4a	1.78 a	191.4 b	34.0a
高林式(CK)	5.5a	1.80 a	193.5 a	33.7a

表三、新型紅茶揉捻機與傳統 24 吋 CCC 和高林式揉捻機處理之茶葉品質之比較分析

Table 3. Comparison of black tea quality that treated with new rolling machine, CCC rolling machine (24 inch) and traditional rolling machine

處理	水色(20%)	香氣(25%)	滋味(25%)
台茶 8 號 新揉捻機	14	21	20
台茶 8 號 高林式	15	22	21
台茶 18 號 (新機)	14	22	20
台茶 18 號 (高林)	15	21	21
台茶 18 號 24 吋	14	21	21
台茶 18 號 高林對照	15	21	20
處理	品質描述分析		
台茶 8 號 新揉捻機	明亮黃褐色	清新淡香	甘醇甜香
台茶 8 號 高林式	紅艷油光	清純濃郁甜香	濃稠醇厚
台茶 18 號 (新機)	明亮黃褐色	清香鮮爽花香	清香甘醇
台茶 18 號 (高林)	紅艷明亮	清香	清香醇厚
台茶 18 號 24 吋	明亮黃褐色	清純幽雅	清香甘醇甜鮮
台茶 18 號 高林對照	紅褐色	清爽甜鮮	甘醇

表四、新型紅茶揉捻機與傳統高林式揉捻機之揉捻處理對台茶八號茶葉化學成分之影響

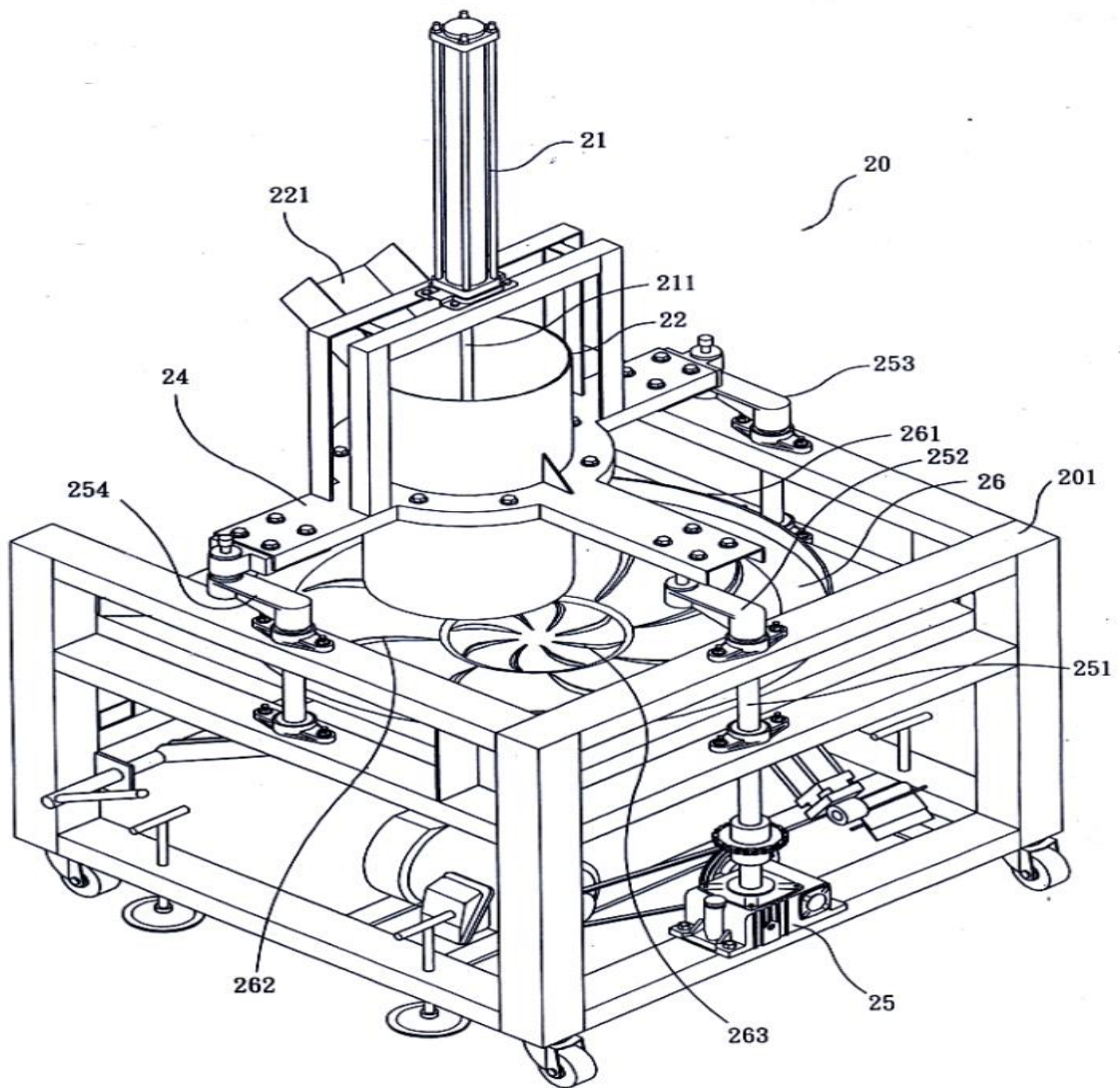
Table 4. Effect of rolling with new black tea rolling machine and traditional rolling machine on chemical component of TTES No. 8

處理	咖啡因%	總游離胺基酸 mg/g	多元酚類 mg/g	可溶分%
台茶 8 號 新揉捻機	6.16a	2.42a	171.2a	32.8a
台茶 8 號 高林式	6.17a	2.54a	175.0a	33.5a

表五、新型紅茶揉捻機與傳統 24 吋 CCC 和高林式揉捻機之揉捻處理對台茶十八號茶葉化學成分之影響

Table 5. Effect of rolling with new black tea rolling machine, CCC rolling machine (24 inch) and traditional rolling machine on chemical components of TTES No. 18

處理	咖啡因%	總游離胺基酸 mg/g	多元酚類 mg/g	可溶分%
台茶 18 號 (新型)	4.55a	1.51a	215.1b	34.7a
台茶 18 號 (高林)	4.41b	1.47a	208.2d	33.9a
台茶 18 號 24 吋	4.53a	1.54a	223.1a	34.5a
台茶 18 號 對照	4.03c	1.09b	212.4c	33.9a

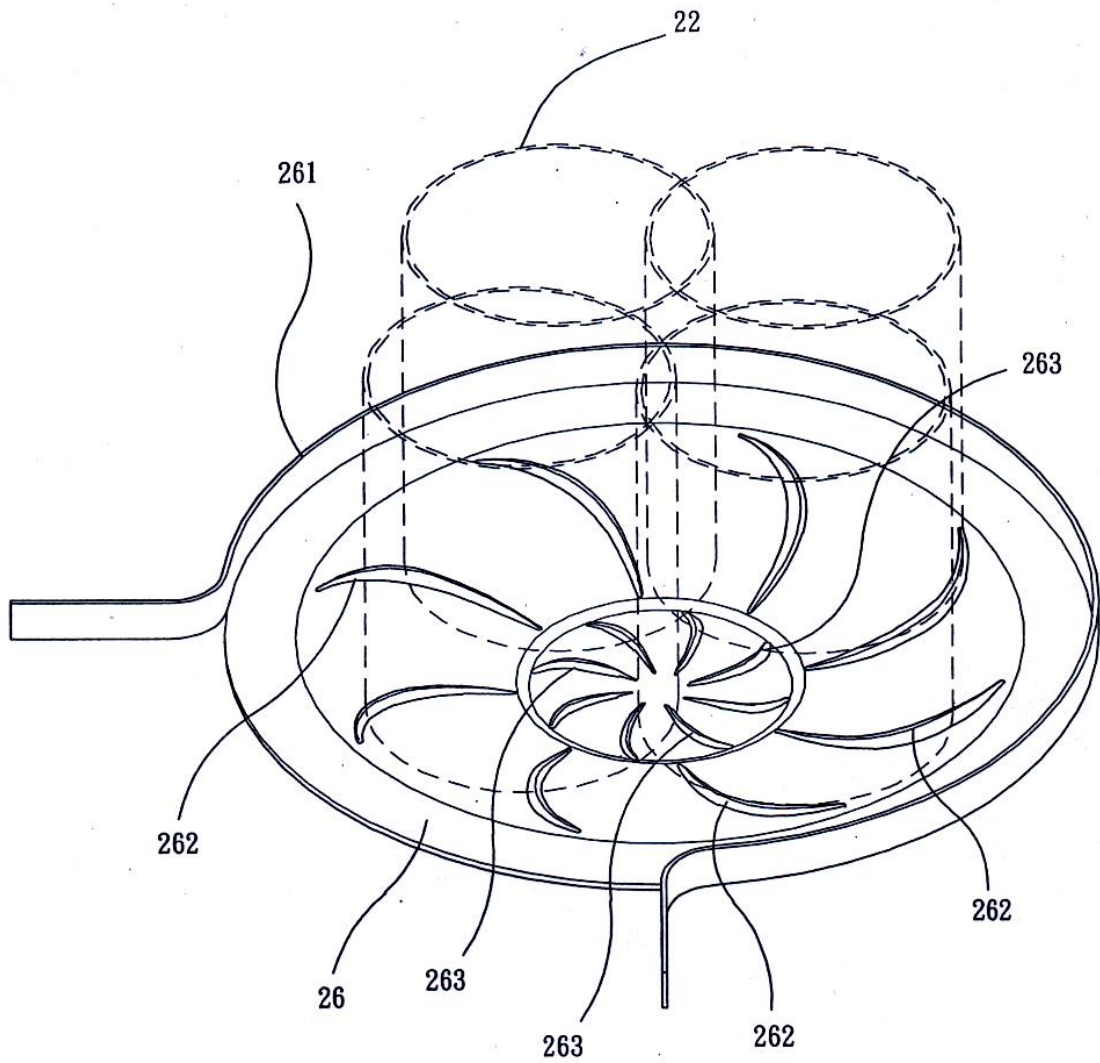


各部位構造說明：

20 揉捻機 201 機架 21 氣壓缸 211 壓缸桿 22 置料筒 221 入料座 24 固定架 25 減速機
251 傳動軸 252 主動曲柄 253、254 從動曲柄 26 盤體 261 限制牆 262、263 擠壓條

圖一、小型紅茶揉捻機之立體外觀圖

Fig. 1. The three-dimensional picture of the miniature rolling machine of black tea



構造說明：22 置料筒 26 盤體 261 限制牆 262、263 擠壓條

圖二、小型紅茶揉捻機置料筒轉動時之軌跡示意圖

Fig. 2. The rotated track diagram of the miniature rolling machine of black tea



圖三、小型紅茶揉捻機工作情形

Fig. 3. The operation of the miniature rolling machine of black tea



圖四、兩種新型紅茶揉捻機與傳統高林式揉捻機（左一）之品質比較分析

Fig. 4. Quality comparison with two new rolling machines of black tea and traditional rolling machine (left)

臺灣地區茶農對農藥使用知識調查

林正偉¹ 巫嘉昌^{2*} 侯金日³

摘要

本研究針對臺灣產茶之鄉鎮茶農，在茶樹安全使用農藥講習會所進行之問卷調查，問卷數據以 SPSS 進行分析，結果顯示茶農年齡大都介於 31~60 歲間，教育程度以介於國小至高中之比例最大。農藥使用知識調查方面，茶農在問卷上選擇正確答案比例，以農藥註冊號碼認知最高，其正確率為 71%，次之為農藥調配計算方面 58%，最低為農藥毒性分類 32%，高於 60%以上正確率者明顯為低；交叉分析結果得知茶農對農藥知識之了解與年齡、教育程度有關，隨著茶農年齡的降低與教育程度的提高而升高；茶農田間管理技術與製茶經驗，與茶農農藥使用知識無關連性。農藥殘留檢驗對茶葉買賣有正面之影響，高達 81%的茶農認為賣的比較安心，8%的受訪者則無影響。茶農參加組織以產銷班最多（75%），因此農藥使用之推廣教育可透過產銷班進行輔導，能快速有效率的達到輔導目的。

關鍵字：農藥殘留檢驗、產銷班、茶

研究動機與目的

臺灣位於亞熱帶屬海島型氣候環境，高溫多濕，茶樹在生育期間容易遭受病蟲、草害。茶農為了降低危害增加茶葉產量，減少生產成本，施用農藥以防治病蟲害，為目前最經濟便捷的方法（巫，2003）。茶農在茶葉農藥的施用每年每公頃約 2.8 萬元（嚴等，2006），用藥量較其它作物偏高，然而不當用藥會造成農藥殘留及環境污染，如有機氯農藥，臺灣雖已禁用二十餘年，但當年噴灑在農田裡的有機氯農藥，最後都滲入殘留在土壤、匯流入河川而沉積於底泥，迄今我們仍可在土壤、河川底泥檢測出微量的昔日所噴灑之 DDT、HCH、Dieldrin、Heptachlor...等殘存污染於環境介質中（王等，2001）；1980 年代美國佛州 Lake Apoka 鱷魚曝露於 dicofol, DDT, DDD, DDE 及 chloro-DDT，造成族群數量下降，導致新生鱷魚較高的致死率，所以農藥殘留潛在威脅不容忽視。根據榮民醫院急診室統計顯示，許多的農藥中毒與農民對農藥的認知不足、稀釋農藥方式錯誤、殘藥分裝容器錯誤及農藥管理不當有關（黃，2005）。農林廳（1999）所發表的報告中認為，農民長期施用相同藥劑防治，易造成病蟲抗藥性；此外農民自行提高藥劑濃度及施用次數、農藥販賣業者誤導販售農民使用偽劣農藥、

1. 國立嘉義大學農學研究所 碩士班研究生。臺灣 嘉義市。

*2. 行政院農業委員會茶業改良場凍頂工作站 助理研究員。臺灣 南投縣。（通訊作者）

3. 國立嘉義大學農學研究所 副教授。臺灣 嘉義市。

或部分農民未依「植物保護手冊」之核准登記農藥使用，常發生農作物農藥殘留違規事件。

農民自行購買非推薦藥劑防治等，均為導致農藥殘留超過衛生標準之潛在因子。在農藥的品質方面，截至 93 年 5 月底止，查獲違反登記與販賣規定者 1 件；取締標示不符及違規廣告者 1 件；另抽檢市售成品農藥 370 件，查獲偽農藥 8 件、劣農藥 67 件（周等，2004）。所以農藥殘留潛在威脅不容忽視。因此農民對農藥認知就更加重要，更需輔導茶農正確用藥。鑑於近年來消費者對農產品安全的重視，曾有研究人員針對推廣人員及農民對農藥認知進行研究（黃和費，2002），另外費等（2004）則針對消費者對農藥認知情形進行調查。國內目前對農民用藥認知及用藥行為尚未進行研究，故有研究探討之必要。因此本研究主要目的在調查臺灣茶農農藥使用知識，並作為茶業推廣人員辦理推廣教育參考依據，期望能提升茶農用藥知識，以減少農藥殘留及農藥中毒事件發生，確保消費者健康安全。

研究方法

本研究針對臺灣產茶鄉鎮，於茶農參加茶樹安全用藥講習會課程中進行問卷調查。以問卷方式作定性定量分析，將受訪者的意見以問卷方式呈現，問卷設計方式採以下三種設計方式（張和姜，2005）：

- （一）封閉式設計：以預擬定好之選項讓受訪者填選，受訪者較容易填寫問卷，但難以表達其他看法或意見。
- （二）開放式設計：不先擬定選項，以問答方式或讓受訪者填寫，受訪者可自由表達其意見。
- （三）混合式設計：以預先擬定好之選項讓受訪者填選，再加上「其他意見表達」的自由填寫空間，讓受訪者更能充分表達其意見。

問卷結果以 SPSS 統計分析軟體（10.0.7C 版）進行統計分析，以交叉分析進行顯著性分析（吳，2005），再綜合以上之結果做出結論。本研究總計共發出 500 份問卷，主要對象為參加茶樹安全用藥講習會之茶農，共回收 467 份，回收率為 93.4%。剔除填寫不完全者或是無效問卷，有效問卷共 445 份，佔總回收率 97.4%，參加問卷調查之各茶區樣本分配及茶農基本資料如表一、二。

結果與討論

一、問卷統計分析

（一）參與問卷茶區樣本

本次參與問卷共 500 位農友，以名間鄉最多共 130 位，其次為梅山鄉共 100 位農友，此二區域為中部及南部最大茶葉生產區，故農友參加講習會人數踴躍（表一）。

（二）受試樣本基本資料分配表

445 位受訪者中，男性共有 408 位（92%）為最多；年齡主要分佈於 31~60 歲，其中為 41~50 歲（34%）為最多；教育程度主要分佈於國小至高中，其中以高中（34%）為最高；茶葉栽培面積以 1 公頃以下（47%）為最多，其次為 2~5 公頃；茶園管理經驗主要分佈於 2~15 年間，其中以 11~15 年（29%）最多；製茶經驗以 1 年以下（27%）為最多，其次為 11~15 年（25%）。由以上數據可以了解臺灣的茶園經營都屬小農制，茶農年齡有老化趨勢，教育程度則偏低，然而在茶園管理與製茶技術等方面皆相當有經驗（表四、五、六、七）。

（三）參加茶業產銷組織情形

445 位受訪者中，共有 333 位（75%）參加產銷班組織，而加入廠農合作組織共 193 位（43%）。根據郭（1998）研究報告指出，農民參加產銷班可以促進班員的農藥知識增長，減少農藥使用金額和次數，針對本次問卷結果顯示，茶農參加組織團體意願高，因此建議往後茶業推廣教育可針對產銷班

或廠農合作組織進行輔導（圖一）。

（四）農民對於農藥的知識

1. 農民噴藥情形

在農民噴藥習性方面，以農民單獨於茶園噴藥比例最高為 62%，其次為兩人共同噴藥，包括與配偶一起噴藥為 40%，與子女一起噴藥為 18%（圖二）。針對本次問卷結果顯示，農民以自己噴藥最多，考量噴藥安全性。為避免造成不幸事件發生，建議噴藥必須至少二個人以上，如果農友噴藥發生中毒或是意外，便可以馬上向外求救。

2. 農民對農藥名稱的認知

445 位受訪者中，農民對農藥名稱有正確認識僅 244 位（55%）（表二），此數據顯示，農民對農藥名稱標示的認知尚不足。然而農藥名稱可分為「商品名稱」及「普通名稱」二種，每一種農藥在不同的工廠製造出來，會有不同的商品名稱，但僅有一個統一被學界及產業界所公認的普通名。若農民藉由普通名稱選購農藥，則不易被商品名稱混淆不清，而造成重複購買相同化學構造或成份之農藥，導致增加農藥施用量，產生茶葉農藥殘留情形。關於此點，仍需加強輔導農民。

3. 農民對農藥註冊號碼的認知

農藥註冊號碼就像是農藥的身份證，農藥的註冊號碼，可分為農藥製造***號，或是農藥進口***號，除了這二種字號外，均不是政府核准之農藥登記字號，合格的產品才有註冊的號碼，每一種農藥只有一個編號。於本次問卷中，445 位受訪者選擇農藥製造編號的農民為 71%，選擇農藥進口編號 41.3%（圖三）。由此結果可推論：農民對於農藥註冊號碼還是有認知上的不足，因此必需針對此現象加強輔導農民。

4. 農民對農藥毒性的認知

445 位受訪者中，選擇對人體毒性高的氨基甲酸鹽類、有機磷類、有機氯類，分別為 205 位（46%）、200 位（44%）及 143 位（32%）（圖四），這些藥劑主要作用機制在干擾神經系統，而對人體傷害較高，因此會直接影響農民自身的安全或是間接影響消費者。由上述結果得知：農民對農藥毒性的了解是不足的，選擇正確答案都低於五成，因此在這方面亦需要加強宣導。

5. 農民調配農藥濃度諮詢

445 位受訪者中，248 位（56%）是由農藥行提供者比率為最高，其次為 190 位（43%）自己計算（圖五）。針對本次問卷結果顯示，農民農藥調配通常是由農藥行提供，然而農藥行所提供調配農藥倍數往往超過政府推薦濃度，而在郭（1998）之研究指出農民利用農藥零售商諮詢管道並不會增加農藥使用的次數和金額，結果與本研究不同，有待進一步探討。農藥調配的濃度，直接影響防治效果與茶葉品質，因此需要輔導農民對調配農藥的正確計算方法。

6. 農民對農藥調配計算

445 位受訪者中，農藥的調配計算方面只有 58%的受訪者作答正確（表二）。水量及稀釋倍數使用錯誤，易造成農藥濃度太高而造成茶樹發生藥害或農藥殘留，或濃度太低影響病蟲害防治效果，或是間接影響消費者健康。由此項結果可推論：農民對農藥調配計算知識還是不足的，需要再加強輔導。

7. 農民對於農藥分類認知

445 位受訪者之中，只有 35%的農民作答正確（表二），而農藥的分類係依據本身的化學成分作為基準，而每一類的藥劑，其作用機制或是對人體的毒害有很大的差異，往往由農藥

名稱即可推論出農藥的毒性或作用機制等，因此分類認知是非常重要的。由以上數據可以了解臺灣近六成農民對於農藥分類認知還是不足的，且會影響農民噴藥安全，因此必須加強農民對農藥分類的宣導。

(五) 農藥殘留檢驗

近幾年內幾起農產品殘留農藥引起食用者食物中毒之案例，更讓消費大眾對食用作物中農藥殘留之安全性存疑，因此越來越多的人非常擔心食品中農藥殘留。根據美國食品市場研究報告顯示，72%的消費者非常關心食品中之農藥殘留安全性，此一比例遠超過對於抗生素、荷爾蒙、硝酸鹽和添加物之關心程度（荊，2000）。因此本研究針對茶農所生產之茶葉經過農藥檢驗後對銷售量之影響、與茶農是否主動展示茶葉農藥殘檢驗報告給客戶和消費者詢問茶葉農藥殘留檢驗情形進行調查。

1. 茶葉檢驗對銷售之影響

在 445 位受訪者中，81%的受訪者認為茶葉經過農藥殘留檢測後會賣得較安心，另 34%則認為茶葉銷路比較好（圖六）。故此項之結果顯示，茶農大部分認為茶葉產品經過農藥檢驗後對產品之銷售是有正面影響的。

2. 客戶對茶葉檢驗詢問次數

445 位受訪者中，以客戶常常詢問農藥殘留檢驗報告者佔 50%，偶爾詢問者亦達 4 成（表三）。由上述結果推論：客戶對於茶葉的農藥殘留非常重視，消費者亦認為檢驗合格報告之茶葉產品對自己健康有更進一步的保障。因此推論茶葉經過農藥殘留檢驗後，對於茶葉銷售具有正面影響。

3. 茶農是否主動展示檢驗報告

445 位受訪者中，農民偶爾展示檢驗報告者為 43%，常常展示者佔約 4 成（表三）。由此項結果推論：農民通常會主動展示檢驗報告，告知消費者該批茶葉是安全產品，以增加消費者對茶農生產之茶葉產生信心。

二、交叉分析

(一) 農民教育程度是否會影響農民對農藥的認知

1. 農藥標示：由表四可知農民教育程度與農藥標示上之認知，選擇正確率最高為專科（72%），其次為大學（64%），未接受教育者則為 35%最低。由此結果顯示：受教育程度越高，對於農藥標示認知也越高。
2. 農藥毒性：由表四可知茶農教育程度與農民對農藥毒性的認知，選擇正確率最高為專科（79%），其次為高中（77%），未接受教育者則為 53%。由以上數據可以了解臺灣茶農教育程度越高對於農藥毒性的認知越高。
3. 農藥計算：由表四可知茶農教育程度與農民對農藥計算的認知，選擇正確率最高為專科（76%），其次為高中（69%），大學教育程度僅 36%為最低。由此項結果顯示：農藥的調配計算正確性與教育程度無顯著相關性。

(二) 農民年齡是否會影響農民對農藥的認知

1. 農藥標示：由表五可知農民年齡對農藥標示認知，選擇正確率最高為 20 歲以下（100%），其次為 21-30 歲（69%），最低為 71 歲以上（36%）。由此項結果可知：低年齡層之農民愈瞭解農藥的標示。
2. 農藥毒性：由表五可知農民年齡對農藥毒性的認知，選擇正確率最高為 71 歲以上（77%），其次為 41-50 歲以下（75%），最低為 61-70 歲（63%）。由以上數據可以了解臺灣茶農年齡對於農藥毒性認知上沒有影響。
3. 農藥計算：由表五可知農民年齡對農藥調配計算之知識，選擇正確率最高為 31-40 歲（68%），

其次為 51-60 歲 (58%)，最低為 71 歲以上 (40%)。由此項結果可知：農藥的調配計算正確性與農民年齡無顯著相關性。

(三) 農民茶園管理經驗是否會影響農民對農藥的認知

1. 農藥標示：由表六可知農民茶園管理經驗對農藥標示認知，選擇正確率最高為 6-10 年 (58%)，其次為 21 年以上 (57%)，最低為 16-20 年 (52%)。由上述結果得知：農民不會因管理經驗多，對於農藥標示認知更瞭解，因此農民茶園管理經驗與農藥標示知識無直接影響。原因可能是標示太複雜，或是經常以訛傳訛。此項結果值得政府單位在輔導農藥安全用上加以重視。
2. 農藥毒性：由表六可知農民茶園管理經驗對農藥毒性認知，選擇正確率最高為 16-20 年 (81%)、21 年以上 (79%)，最低為 1 年以下 (65%)。針對本次問卷結果顯示，對於農民管理經驗較久者對農藥毒性的認知有較深之認識，但差異並不大。
3. 農藥計算：由表六可知茶園管理經驗對於農藥的調配計算是沒有顯著的差異性，選擇正確率最高為 11-15 年 (65%)、6-10 年 (65%)，21-30 歲者佔 51%，最低為 2-5 年 (40%)。由上述結果得知：農藥計算不因農民管理經驗多而對農藥調配計算正確性越高。

(四) 農民製茶經驗是否會影響農民對農藥的認知

1. 農藥標示：由表七可知農民製茶經驗對農藥標示認知，選擇正確率最高為 21 年以上 (59%)、2-5 年 (58%)，最低為 16-20 年 (48%)。針對本次問卷結果顯示，農民農藥標示認知與製茶經驗無顯著差異性。
2. 農藥毒性：由表七可知農民製茶經驗對農藥毒性認知，選擇正確率最高為 21 年以上 (81%)、11-15 年 (79%)，最低為 2-5 年 (68%)。由此項結果可推論：對於製茶經驗較久農民對農藥毒性的認知有較深之認識，但差異並不大。
3. 農藥計算：由表七可知農民製茶經驗對於農藥的調配計算知識，選擇正確率最高為 16-20 年 (70%)、6-10 年 (64%)，但 21 年以上者僅 59%，最低為 2-5 年 (49%)。針對本次問卷結果顯示，農民對農藥的調配計算知識正確性與製茶經驗沒有差異性。

結 論

由問卷統計數據得知，茶農的年齡主要介於 31-60 歲左右，茶農年齡呈現老化現象，而教育程度以國小至高中之間最多，因此農政單位應提出政策讓年輕族群返回農村耕作及提升農民教育水準是當務之急。此外周等人 (2004) 之研究指出，抽檢 370 件市售成品農藥，查獲偽農藥 8 件及劣農藥 67 件，不合格率達 20%。雖然本研究顯示，農民對農藥註冊號碼的認知正確率達 71%，但是為避免買到不合格的農藥，農民在購買農藥時必需認清農藥註冊號碼。農民中毒與農民對於農藥的調配計算有關 (黃，2005)，在本研究發現，農民調配農藥諮詢對象達 56% 是由農藥行提供農藥調配方法，此外針對農藥調配計算僅有 58% 農民正確，因此推測部份農民造成農藥中毒事件可能與和噴藥未能作好妥善防護措施，及未能正確調配農藥有關。而在農藥分類調查方面，作答正確者僅達 35%。黃 (2005) 研究亦提到農民通常不會將農藥分類存放；故由上述結果顯示農民對於農藥使用知識仍需加強，此跟郭 (1998) 及黃 (2005) 和 Crissman *et al.* (1994) 所作農民之研究結果相同。而 McCauley *et al.* (2002) 以農場工作的美國青少年作為調查對象，調查結果顯示，青少年的農藥知識也是不足的。由於茶農對農藥知識不足可能造成農民錯誤用藥，因而造成茶樹藥害或是農民自身健康的危害，所以需加強農民安全用藥知識。在農民教育程度方面，農藥標示與農藥毒性進行交叉分析是有顯著性影響，會因教育年齡的增加選擇正確比例逐漸增加；在農民年齡與農藥標示之交叉分析是有顯著影響，隨著年齡降低

而對農藥的知識也就越高；而農民茶園管理經驗與農民製茶經驗對於農藥標示、農藥調配計算則未達顯著差異，不會因為經驗愈久而對於農藥認知程度提高。由數據我們可以推論，年輕的茶農的教育程度比較高，對於農藥的知識也就相對的提高，在田間的管理經驗愈久與製茶經驗愈久的茶農，是屬於較高年齡層教育程度相對較低，因此對農藥的知識明顯較匱乏。而茶葉農藥殘留檢驗對茶葉銷售之影響，具正面之影響，高達 81% 的農民皆認為茶葉經過農藥殘留檢驗會賣的比較安心。綜合本研究結果建議相關單位應編列經費，持續加強農民安全用藥教育及進一步探討農民茶園用藥行為與農藥消退安全性，並輔導茶農生產安全品質茶葉，以確保消費者健康與安全。

誌 謝

本研究承蒙行政院農委會茶業改良場賴正南先生，及臺灣大學朱鈞教授提供寶貴修正意見。凍頂工作站梁玉珠小姐、及各轄區農會植物保護指導員協助問卷調查，謹致謝忱。

參考文獻

1. 王正雄. 2001. 臺灣地區土壤及地下水污染來源與途徑. 臺灣土壤及地下水環境保護協會簡訊. 2: 14-15。
2. 巫嘉昌. 2003. 茶菁中有機磷殺蟲劑之殘留量研究. 臺灣茶業研究彙報 22: 101-112。
3. 周泳成、鄒慧娟、張弘毅. 2004. 我國植物防疫現況與展望. 動植物防疫檢疫季刊 1: 10-13。
4. 吳明隆. 2005. SPSS 統計應用學習實務-問卷分析與應用統計. 第二版. 臺北市: 知城數位科技. pp. 114-142。
5. 荊海強. 2000. 美國對食品中農殘的管制. 食品科學 21: 20-24。
6. 郭豐忠. 1998. 影響農民農藥使用行為之因素探討—以卓蘭鎮和東勢鎮葡萄果農為例. 國立中興大學農業推廣教育研究所碩士論文(未出版)。
7. 黃嫻珠、費雯綺. 2002. 農藥安全使用研習班效果評估研究. 行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所技術專刊第 127 號. pp. 1-12。
8. 黃興舒. 2005. 安全健康社區報. 第七版. 台中市: 台中縣安全暨健康促進協會. pp. 8-11。
9. 張淑君、姜禮恩. 2005. 中二高建設對農村社區之影響研究-以臺中縣霧峰鄉南勢社區為例. 農林學報 54(2): 129~145。
10. 農林廳. 1999. 農林廳積極推動防制蔬果殘留農藥整體措施. 花蓮區農業專訊 23: 2-3。
11. 費雯綺、鄭政宗、潘錫龍. 2004. 消費者農藥安全認知教育之行動研究. 行政防農業委員會農業藥物毒物試驗所 93 年度科技研究計畫研究報告. pp. 1-4。
12. 嚴滄涼、鄭貴珠、許淑賢、孫圃芬、楊毓貞、黃玉馨. 2005. 農產品生產費用與收益. 臺灣農產品生產成本調查報告. 南投縣: 行政院農業委員會農糧署編印. pp. 60-67。
13. Crissman, C. C., D. C. Cole and F. Carpio. 1994. Pesticide Use and Farm Worker Health in Ecuadorian Potato Production. Am. J. Agric. Econ., 76 (3): 593-597.
14. McCauley, L. A., D. Sticker, C. Bryan, M. R. Lasarev and J. A. Scherer. 2002. Pesticide knowledge and risk perception among adolescent latino farmworkers. J. Agric. Safe. Heal., 8(4): 397-409.

Investigate the Knowledge of Pesticide Application for Tea Farmers in Taiwan

Zheng-Wei Lin¹ Chia-Chang Wu^{2*} Chin-Jin Hou³

Summary

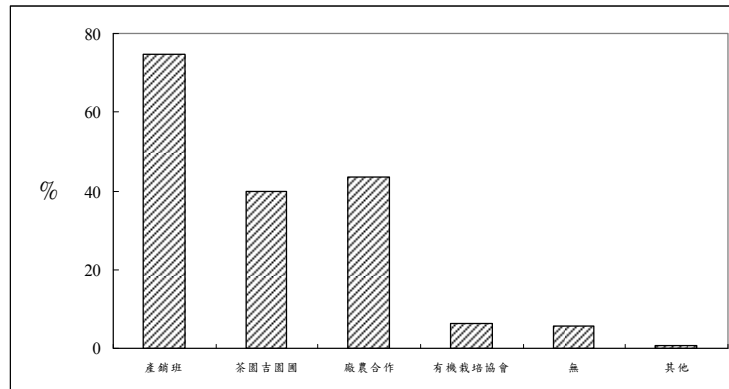
This research focused on the knowledge of pesticide applications for tea farmers in Taiwan. Using the statistical package of SPSS analyzed questionnaires, the results indicated that the tea farmer's age is mostly situated between 31~60, and most have an education level somewhere between elementary school to senior high school. The sequencing of farmers selecting the correct answer in questionnaires in accession number of pesticides, preparation of pesticides, and classification of pesticides, the ratio were 71%, 57.8%, and 32%, respectively. The level of understanding of pesticides by tea farmers was related to their age and educational degree. The tea farmer's age and the education level were negatively correlated; either in the experiences of field management and tea-making technology there was no obvious correlation. They were positively correlated with tea pesticide residue analyzed reports and tea selling process. There 81% of farmers that sell teas without hesitation, and 8% think that there are no influences. The most popular organization the farmers take part in was an agriculture production and marketing group. In order to reach the guidance purposes effectively, the extension education of pesticide application just could proceed the guidance through this organization.

Key words: Pesticide residue analysis, Agriculture production and marketing group, Tea

1. Master student, Graduate Institute of Agriculture, National Chiayi University, Chiayi, R.O.C.

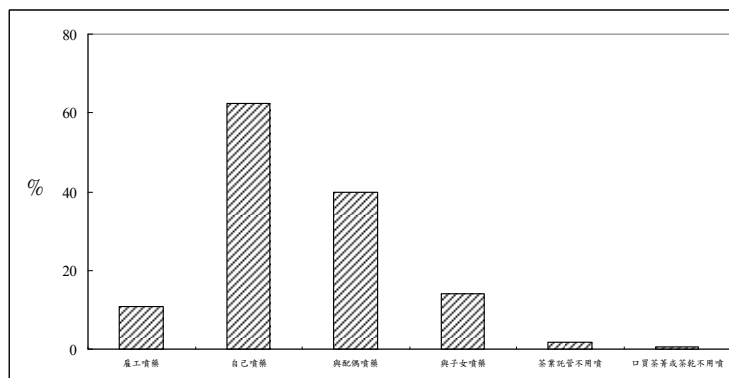
*2. Assistant Agronomist, Tungding Branch of TRES, Nantou, Lukou, R.O.C. (Corresponding Author)

3. Associate Professor, Graduate Institute of Agriculture, National Chiayi University, Chiayi, R.O.C.



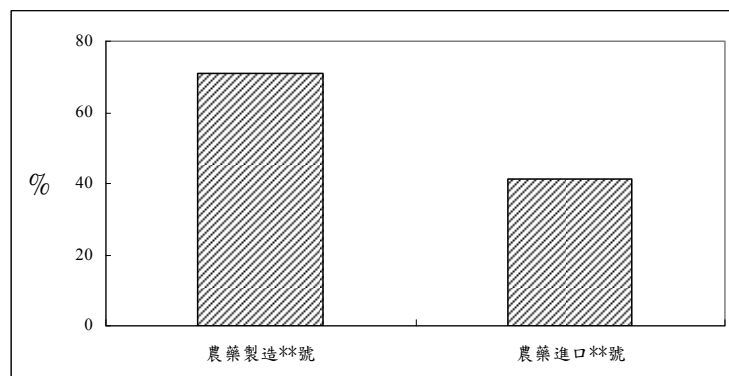
圖一、農民參加農業產銷組織情形

Fig. 1. Joined different agricultural organizations by farmers



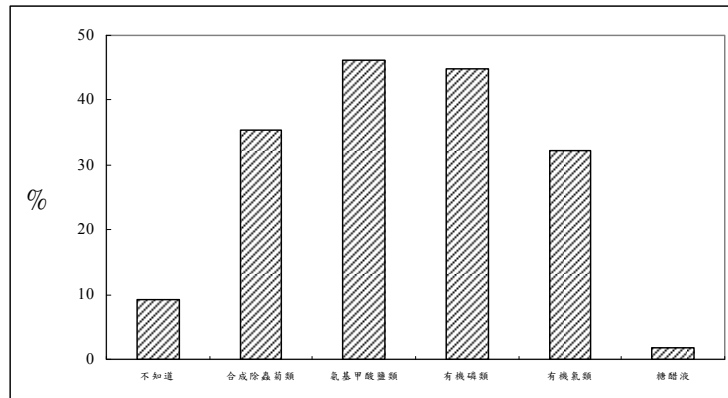
圖二、農民田間噴藥之情況

Fig. 2. Different spraying method of pesticides in tea garden



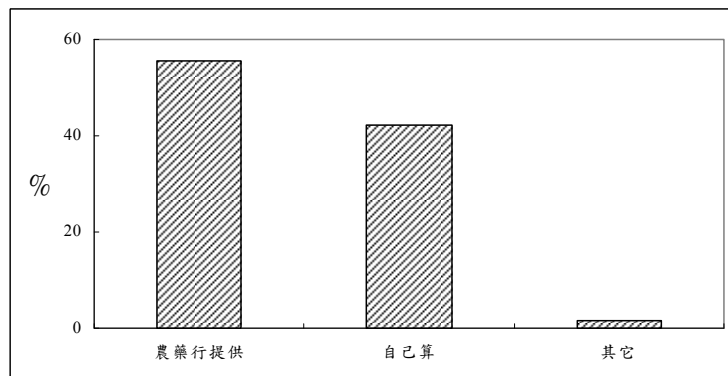
圖三、農民對農藥註冊號碼的認知程度

Fig. 3. The recognition extent of the accession number of pesticide for tea farmers



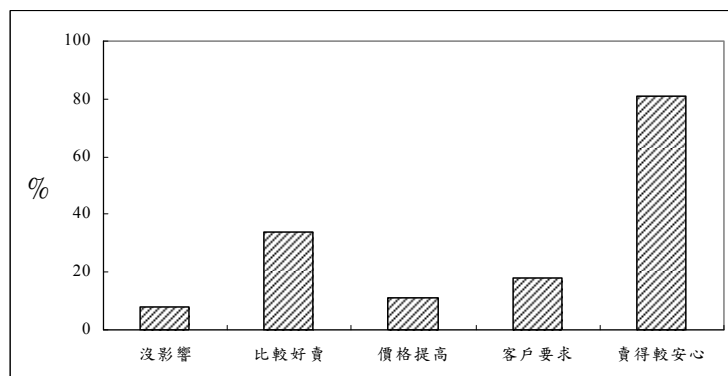
圖四、農民對農藥毒性認知程度

Fig. 4. The recognition extent of the pesticides toxicity for tea farmers



圖五、農民調配農藥的諮詢

Fig. 5. The consultation ways of preparing pesticide for tea farmers



圖六、茶葉農藥檢驗對農民茶葉銷售情形

Fig. 6. Effects of the pesticide residual detection on the tea marketing

表一、參加問卷之茶區樣本

Table 1. The numbers of samples whom participate this questionnaire survey in various tea districts

茶區	區別	分配問卷份數(%)	實際回收數(%)	有效問卷數(%)
北區	礁溪鄉	15(3%)	11(2.4%)	10(2.2%)
	冬山鄉	20(4%)	19(4%)	17(3.8%)
	三星鄉	20(4%)	17(3.6%)	15(3.4%)
中區	和平鄉	10(2%)	9(1.9%)	9(2%)
	南投市	25(5%)	23(4.9%)	22(4.9%)
	名間鄉	130(26%)	127(27.2%)	123(27.6%)
	竹山鄉	30(6%)	26(5.6%)	23(5.2%)
南區	梅山鄉	110(22%)	105(22.5%)	100(22.5%)
	竹崎鄉	85(17%)	81(17.3%)	78(17.5%)
	番路鄉	35(7%)	34(7.3%)	34(7.6%)
	阿里山鄉	20(4%)	15(3.2%)	14(3.1%)
合計		500(100%)	467(100%)	445(100%)

表二、農民對農藥使用知識之情形

Table 2. The ratio of the knowledge of pesticide application for tea farmers

項目	選擇正確		選擇錯誤	
	樣本數	比例	樣本數	比例
農藥名稱	244	55%	201	45%
農藥調配計算	257	58%	188	42%
農藥分類	156	35%	289	65%

表三、客戶詢問茶葉農藥殘留檢驗與報告展示情形

Table 3. The frequency by customers consulted the tea pesticide residues analyzed results an presented by tea farmers

項目	未曾		偶爾		常常	
	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例
客戶詢問農藥檢驗	29	6.3%	197	43.4%	229	50.3%
農民展示檢驗報告	87	19.1%	194	42.7%	174	38.2%

表四、農民的教育程度對農藥標示、農藥毒性與農藥調配的認知之關係

Table 4. Relationship between the farmers' educational level with pesticides label, toxicity and preparation

項目	基本資料		農藥名稱標示				農藥毒性				農藥調配計算			
			選擇正確		選擇錯誤		選擇正確		選擇錯誤		選擇正確		選擇錯誤	
教育分類	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例
無	17	3.8%	6	35%	11	65%	12	54%	10	46%	10	59%	7	41%
國小	103	23.1%	47	46%	56	54%	97	68%	46	32%	48	47%	55	43%
國中	127	28.5%	66	52%	61	48%	117	68%	56	32%	64	50%	63	50%
高中	156	35.1%	95	61%	61	39%	244	77%	73	23%	108	69%	48	31%
專科	29	6.5%	21	72%	8	28%	57	79%	15	21%	22	76%	7	24%
大學	11	2.5%	7	64%	4	36%	18	75%	6	25%	4	36%	7	64%
研究所	2	0.4%	2	100%	0	0%	3	100%	0	0%	1	50%	1	50%
總計	445	100.0%	244	55%	201	45%	548	73%	206	27%	257	58%	188	42%

表五、農民的年齡對農藥標示、農藥毒性與農藥調配的認知之關係

Table 5. Relationship between the farmers' age with pesticides label, toxicity and preparation

項目	基本資料		農藥名稱標示				農藥毒性				農藥調配計算			
			選擇正確		選擇錯誤		選擇正確		選擇錯誤		選擇正確		選擇錯誤	
年齡分類	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例
20歲以下	1	0.2%	1	100%	0	0%	1	100%	0	0%	1	100%	0	0%
21-30歲	33	7.5%	21	64%	12	36%	44	70%	19	30%	17	51%	16	49%
31-40歲	116	26.1%	75	65%	41	35%	166	74%	59	26%	79	68%	37	32%
41-50歲	149	33.5%	74	50%	75	50%	195	75%	65	25%	84	56%	65	44%
51-60歲	91	20.4%	51	56%	40	44%	92	71%	37	29%	53	58%	38	42%
61-70歲	45	10.1%	19	42%	26	58%	40	63%	23	37%	19	42%	26	58%
71歲以上	10	2.2%	3	30%	7	70%	7	77%	3	23%	4	40%	6	60%
總計	445	100.0%	244	58%	201	42%	548	73%	206	27%	257	58%	188	42%

表六、農民的管理經驗對農藥標示、農藥毒性與農藥調配的認知之關係

Table 6. Relationship between the farmers' experience of tea garden management with pesticides label, toxicity and preparation

項目	基本資料		農藥名稱標示				農藥毒性				農藥調配計算			
			選擇正確		選擇錯誤		選擇正確		選擇錯誤		選擇正確		選擇錯誤	
管理經驗	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例
1年以下	48	10.8%	26	54%	22	46%	55	65%	30	35%	27	56%	21	54%
2-5年	107	24.0%	58	54%	49	46%	123	69%	56	31%	43	40%	64	60%
6-10年	106	23.8%	61	58%	45	42%	134	72%	53	28%	69	65%	37	35%
11-15年	130	29.2%	70	54%	60	46%	164	77%	49	23%	85	65%	45	35%
16-20年	31	7.0%	16	52%	15	58%	46	81%	11	19%	19	61%	12	39%
21年以上	23	5.2%	13	57%	10	43%	26	79%	7	21%	14	61%	9	39%
總計	445	100%	244	58%	201	42%	548	73%	206	27%	257	58%	188	42%

表七、農民的製茶經驗對農藥標示、農藥毒性與農藥調配的認知之關係

Table 7. Relationship between the farmers' experience of tea manufacture with pesticides label, toxicity and preparation

項目	基本資料		農藥名稱標示				農藥毒性				農藥調配計算			
			選擇正確		選擇錯誤		選擇正確		選擇錯誤		選擇正確		選擇錯誤	
製茶經驗	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例	樣本數	比例
1年以下	119	26.7%	59	50%	60	50%	128	69%	57	31%	61	51%	58	49%
2-5年	90	20.2%	52	58%	38	42%	106	68%	49	32%	44	49%	46	51%
6-10年	81	18.2%	46	57%	35	43%	108	72%	43	28%	52	64%	29	36%
11-15年	111	24.9%	64	58%	47	42%	147	79%	39	21%	71	64%	40	36%
16-20年	27	6.1%	13	48%	14	52%	38	75%	13	25%	19	70%	8	30%
21年以上	17	3.8%	10	59%	7	41%	21	81%	5	19%	10	59%	7	41%
總計	445	100%	244	58%	201	42%	548	73%	206	27%	257	58%	188	42%

附錄 問卷調查表

(一) 基本資料

1. 性別：☐1.男。☐2.女。
2. 年齡：_____年。
3. 教育：☐1.無。☐2.國小。☐3.國中。☐4.高中。☐5.專科。☐6.大學。☐7.研究所以上。
4. 茶園種植面積_____公頃。
5. 茶園管理經驗_____年。
6. 製茶經驗_____年。

(二) 農藥使用知識調查

1. 您是否有參加下列組織(可複選)？
☐1.產銷班。☐2.茶園吉園圃。☐3.廠農合作。☐4.有機栽培協會。
☐5.無。☐6.其它(請寫出:_____)。
2. 茶園噴藥(含有機防治藥劑)情形(可複選)？
☐1.雇工噴藥。☐2.自己噴藥。☐3.自己與配偶噴藥。☐4.自己與子女噴藥。
☐5.茶園委託管理不用噴藥。☐6.只買茶菁製茶或茶乾不用噴藥。
3. 鐵殺掌(地王星或靈等農藥)您認為應該是？
☐1.不知道。☐2.公司名稱。☐3.商品名稱。☐4.農藥的普通名稱。
4. 農藥註冊號碼您認為應該是(可複選)？
☐1.經濟部***號。☐2.省農會***號。☐3.興農***號。☐4.農藥製造***號。
☐5.農藥進口***號。☐6.其它(請寫出:_____)。
5. 那幾類農藥毒性對人體比較毒(可複選)？
☐1.不知道。☐2.合成除蟲菊類。☐3.氨基甲酸鹽類。☐4.有機磷類。☐5.有機氯類。
☐6.糖醋液。
6. 用 100 公斤的水配 2000 倍農藥您認為配多少農藥？
☐1.不會配。☐2. 200cc (克)。☐3. 100cc (克)。☐4. 50cc (克)。☐5. 20 cc (克)。☐6. 10cc (克)。
7. 農藥調配 2000 倍通常是如何配的？
☐1.農藥行提供。☐2.自己算。☐3.其它(請寫出:_____)。
8. 美文松乳劑您認為應該是那一類型農藥？
☐1.不知道。☐2.氨基甲酸鹽類。☐3.有機磷類。☐4.有機氯類。☐5.合成除蟲菊類。
☐6.其它(請寫出:_____)。
9. 您的茶菁接受農藥殘留檢驗後對銷售之影響(可複選)？
☐1.沒影響。☐2.比較好賣。☐3.價格提高。☐4.客戶要求需檢驗才購買。☐5.賣的較安心。
10. 客戶購買茶葉是否曾詢問茶葉農藥殘留問題？
☐1.未曾。☐2.偶爾。☐3.常常。
11. 在茶葉銷售過程您是否曾經主動展示茶葉農藥殘留檢驗報告給消費者？
☐1.未曾。☐2.偶爾。☐3.常常。

消費者對茶飲料購買習慣及 消費認知之研究

陳世英¹ 巫嘉昌^{2*} 侯金日³

摘 要

本研究針對臺灣 19 個縣市消費者進行問卷調查，探討飲料的購買習慣及飲用安全的認知。以填寫式問卷發出 2000 份，回收 1700 份，其中有效問卷 1583 份，並以 SPSS 進行統計分析。結果發現有 53% 的受訪者最常購買的飲料為茶飲料，而綠茶的被接受性最高佔茶飲料之 41%。另外不同教育程度對茶飲料的喜好性則以大學生最高佔 21.9%，其次為高中生佔 18.7%，大多數消費者對茶飲料飲用頻率以 1 天 1 瓶最高，且以青少年為主。而製造日期、保存期限、農藥殘留等因素都是影響消費者購買茶飲料的主要因素，有 7 成的受訪者認為茶飲料中可能有農藥殘留，有 9 成的受訪者希望茶飲料包裝上需要註明農藥殘留檢驗字樣。本研究可以提供農政單位及飲料製造商在生產與製造管理參考，以建立安全品牌茶飲料，確保消費者的健康與安全。

關鍵字：茶飲料、農藥殘留

研究緣起與目的

茶起源於中國，是一種嗜好性飲料，從古流傳至今，茶以生活化、自然的方式融入到社會的每一個角落，飲茶已經成為生活文化中的一部分，所以將飲茶又稱為「國飲」。由於社會環境變遷，生活變的忙碌與緊湊，飲食習慣的改變，為因應消費者需求，產業界研發出便利與健康的茶飲料，加上業者廣告訴求成功，促使茶飲料市場快速成長（楊，2004）。臺灣每年飲料產值達 500 多億元，而茶飲料於 2004 年銷售量產值達 150 億元，其中綠茶類飲料銷售產值就佔了 50 億元（台灣區飲料業同業公會，2005）。

近年來「食品安全」和「食品標示」等議題備受注意，如食品的有效期限、農藥殘留及添加物等事項，皆是近年來消費者討論的話題，在 1997 年歐洲農藥殘留研討會中，Coscolla 等學者指出歐洲地區之農產品被檢驗出農藥殘留情形逐年有增加趨勢，此外亦有報告指出橘子汁、葡萄汁與茶等中檢驗出有機磷類農藥（Tadeo *et al.*, 2004），而在涂（2005）報告中也提出葡萄汁中檢驗出有氨基甲酸鹽類農藥殘留。此外亦有文獻指出茶葉經高溫沖泡後的茶湯中檢驗出有農藥殘留的情形（Jaggi *et al.*,

1. 國立嘉義科技大學農學研究所 碩士班研究生。臺灣 嘉義市。

*2. 行政院農業委員會茶業改良場凍頂工作站 助理研究員。臺灣 南投縣。（通訊作者）

3. 國立嘉義科技大學農學研究所 副教授。臺灣 嘉義市。

2001; Kumar *et al.*, 2004; Tewary *et al.*, 2005)。鑑於國人對食品安全的重視，在茶飲料市場蓬勃發展，且是極具發展潛力的農業加工產品，有必要建立茶飲料之產品安全性資料。

本研究透過問卷方式針對茶飲料在市場中被選擇性、和消費者對茶飲料認知及安全等問題進行探討，期望可作為農政及衛生單位在農產品安全管控之依據。

材料與方法

一、研究對象

本研究以臺灣 19 個縣市，12 歲以上消費者為問卷對象。在 2005 年 10 月 1 日至 11 月 30 日以學校和公司行號、公家機關為單位共計發出 1700 份問卷，以郵寄方式寄出，回收之問卷經逐一檢查後，剔除 117 份無效問卷，實際分析問卷共 1583 份，問卷有效比率 93%，信賴水準區間在 95%信心水準下，且抽樣誤差 2%以內，符合有效樣本要求。

二、問卷設計

(一) 問卷設計流程

問卷設計流程參考黃俊英(1999)所著之「行銷研究概論」中的九個步驟逐步修改完成。

(二) 問卷設計的類型

考慮問卷填答者的方便性，問卷採「封閉式問卷」(close-ended questionnaire)，使受訪者不能隨便回答，必須從研究者預先設計編製好的選項中勾選答案。

(三) 問卷內容

問卷分為消費購買行為調查、消費(飲用)者對茶飲料正式因素調查及人口統計資料三部分，皆為單選題，第二部分採用李克特(Likert)的五尺度量表，得分程度依序為 1、2、3、4、5，分數愈高表示愈重要或同意程度越高。

三、統計分析

針對台灣 19 個縣市消費者以問卷方式作定性及定量分析。將受訪者的意見以問卷方式呈現，採用 SPSS 統計分析軟體，以交叉及 T 檢定進行顯著性分析、對應分析，瞭解各問題之關聯性及偏好性，分析各類變因之次數分配及平均數，並綜合以上結果做出研究結論。

結果與討論

一、受訪者之人數特徵及比率

受訪者性別及年齡層，如表一所示，年齡分 5 個年齡層在 13-18 歲及 19-24 歲參與問卷的比例最高，共佔 83.58%；而教育程度方面分為 6 個程度，以高中及大學生(33%和 39%)族群較高，其次是國中生佔 18.89%；每月開銷金額分為 5 個層級，而以 1 萬元以下的消費者為居多，佔 74%，因受訪者族群大多為學生(75%)。

二、不同職業、教育程度、年齡的消費者對飲料和茶飲料選擇差異性

利用卡方測驗分析和次數百分比法，針對 8 種不同種類飲料，進行消費者喜好性調查，由表二中可知，茶飲料被選擇性最高達 53.6%，其次為果汁飲料 17.8%，而機能飲料最少人選擇只佔 1.1%。此外亦發現茶飲料被選擇性較果汁飲料高出 3 倍，因此可預測茶飲料將是未來的飲料市場的主流。而性別對茶飲料的選擇性呈顯著性差異($P < 0.01$)，男性對茶飲料之選擇明顯比女性高。而不同年齡層對

茶飲料選擇性亦呈顯著性差異 ($P<0.05$)，選擇茶飲料的主要年齡層在 13-18 歲之間者佔 23.7%，其次為 19-24 歲者佔 21.6%，最少則是 31 歲以上者僅佔 2.3%，而在王 (2004) 報告中提到茶飲料飲用方便、解渴、健康等趨向，是造成茶飲料主要消費對象以青少年層為主佔 44.3%，而在 30 歲以上青壯年茶飲料市場則偏低，可能此年齡層大多飲用沖泡茶。

不同教育程度對茶飲料的選擇亦顯著差異 ($P<0.01$)，高中和大學程度對茶飲料需求性最高佔 40.6%，而研究所以以上程度對茶飲料需求有下降趨勢，可能是教育程度和年齡提高對生活品質越講究，因此對瓶裝茶飲料的需求性降低。

利用對應分析將不同消費群職業與飲料種類之間進行偏好性分析，由圖一中可知，學生族群對茶飲料的偏好性較高，而與表二中年齡層顯示茶飲料主要消費群在 13-24 歲青年層的學生族群，其次是上班族群，結果一致。

由表三中可知受訪者茶飲料飲用頻率最高是每天喝 1 瓶，佔 44%；其次是一天飲用 2 瓶，佔 28%；此外從表中可看出男性飲用茶飲料頻率較女性高 6%；而在年齡部分，茶飲料飲用頻率最高是 13-18 歲，其次是 19-24 歲，兩者合計佔總調查之 82%，而在 12 歲以下和 31 歲以上之年齡層對茶飲料飲用頻率偏低，兩者合計不超過 10%。此結果之原因推論可能是低年齡層偏好含糖類型飲料，而高年齡層則是偏好傳統茶葉沖泡方式。

利用對應分析將不同消費群年齡層與飲料種類之間的偏好性分析，由圖二中可知 19-24 歲和 25-30 歲對綠茶的偏好性較高，而 13-18 則歲對紅茶和奶茶的偏好性較高，而 30 歲以上則對烏龍茶的偏好性較高。可能是市售之紅茶及奶茶大部分有添加糖或調味，因此比較受到較低年齡族群喜愛，而在王 (2004) 報告中提到年齡層對茶飲料種類需求上是有差異，與本研究結果相符。

利用對應分析將不同消費群職業與茶飲料種類之間的偏好性分析，由圖三中可知學生對綠茶和奶茶的偏好性較高，其綠茶口味被選擇達 41%，此與飲料工會在 2004 年統計綠茶為銷售量最高之茶飲料相符 (台灣區飲料工業同業公會，2005)，而在林 (2004) 報告中也提到綠茶的熱量低、兒茶素高、解渴，故綠茶被選擇和接受度高。

由圖四中可知消費者最常選用的飲料包裝為寶特瓶佔 40%，其次為鋁箔包裝飲料佔 28%，此結果與飲料工會於 2004 年統計寶特瓶銷量最高結果一致 (臺灣區飲料工業同業公會，2005)，造成此現象係寶特瓶可重複利用及近年來寶特瓶之茶飲料外觀造型變多樣化和視覺效果提高，因此容易吸引年輕消費者購買。

由圖五中可知消費者在購買茶飲料時候最優先考量因素主要是新鮮度佔 43%，其次是無糖茶飲料佔 21%。可能是近年來媒體報導健康飲食概念，使得消費者對飲食更加注重，所以消費者對於新鮮度和無負擔要求增加。

由圖六中可知消費者飲用茶飲料主要動機是解渴佔調查比例 67%，其次為生活習慣佔 18%，主要推測可能因近年來罐裝礦泉水價格與茶飲料價格相近，部分消費者以飲料茶取代礦泉水，因此造成茶飲料市場需求提高，且需求量超過罐裝礦泉水，與臺灣區飲料工業同業公會 (2005) 統計結果一致。

三、影響消費者購買茶飲料的因素

由表四中可知影響消費者購買茶飲料因素中，製造日期及保存期限是影響消費者購買茶飲料最重要因素，平均值皆在 4.66 以上；而關於農藥殘留及香料添加平均值分別為 4.3 和 4.24，因此可瞭解消費者對食品安全之關注程度高，而茶飲料之外觀包裝因子影響低，平均值只有 3.51，因此可知食品上之有效期限和製造日期是消費者最重視而且影響購買最大之因素，此與林 (2001) 之研究結果相符。

四、消費者對茶飲料安全的認知

利用次數百分比法針對不同年齡與教育程度的消費者認為茶飲料中是否有農藥殘留之調查，由表

五可知在 25-30 歲的受訪者，高達 81.8%認為茶飲料中可能含有農藥殘留。而在 13-18 歲的受訪者，亦有 63.6%認為茶飲料中可能含有農藥殘留，故以整體來看，在不同年齡層均有近 7 成的受訪者認為茶飲料中有農藥殘留的可能。而針對不同教育程度認為茶飲料中是否有農藥殘留的情形，結果顯示研究所以上學歷的受訪者高達 83.6%認為茶飲料中可能含有農藥殘留，其他學歷認為茶飲料中可能含有農藥殘留者均達 5 成以上。由此結果推論消費者對茶飲料安全上是有疑慮的，故政府單位及製造商應該重視此問題。

針對消費者對茶飲料包裝上標示農藥殘留檢驗與否之需求性，由表六可知 46.4%的受訪者認為茶飲料包裝上非常需要標示農藥殘留檢驗字樣，而有 45.4%的人則認為需要。不同教育程度對茶飲料包裝上標示農藥殘留檢驗字樣需求，結果顯示隨著受訪者教育程度的提升，認為茶飲料包裝上需要標示農藥殘留檢驗字也跟著增加，從 33.3 升至 50.9%。故由以上結果可瞭解受訪者對茶飲料包裝上需要標示農藥殘留檢驗字之需求是非常迫切的。

結 論

茶飲料市場日益成長，消費者對茶飲料飲用安全也逐漸重視。經由本研究發現在眾多飲料中茶飲料是被購買性最高的，但是有 7 成的消費者對茶飲料的安全性仍存有質疑。期望藉由本研究可供作為農政、衛生單位及飲料製造商在安全管控上之參考依據，並建議相關單位加強飲料茶安全調查與抽檢，以確保消費者健康與安全。

誌 謝

本研究承行政院農委會農業試驗所呂秀英研究員協助統計工作、茶業改良場賴正南先生及台灣大學朱鈞教授提供修正意見，凍頂工作站梁玉珠小姐及與協助問卷調查和填寫人員等表學校及民眾，特此誌謝。

參考文獻

1. 台灣區飲料工業同業公會.2005. <http://www.bia.org.tw/>。
2. 王聖博.2004.影響消費者購買決策因素之探討-以茶飲料消費者為例.國立成功大學碩士論文（未出版）。
3. 林柏岳.2001.優酪乳消費者行為之研究-以台中地區居民為例.私立東海大學高階管理研究所碩士論文（未出版）。
4. 林顯銘.2004.綠茶飲料產品市場區隔與定位之研究.私立淡江大學國際貿易研究所碩士論文（未出版）。
5. 吳明龍.2005.SPSS 統計應用學習實務：問卷分析與應用統計.台北：知城數位科技股份有限公司。
6. 涂美楓.2004.探討葡萄及其製品中氨基甲酸鹽農藥殘留毒性生物檢測可行性.國立屏東科技大學食品科學研究所碩士論文（未出版）。
7. 楊加敬.2004.台灣常溫茶飲料新品市佔率成功因素探討.私立長庚大學企業管理研究所碩士論文（未出版）。
8. 黃俊英.1999.行銷研究概論.台北：華泰文化有限公司。

9. Coscolla, R., and M. Gamon. 1997. Extended summaries pesticides in food and drink. *Pesticides Science*. 50: 155-159.
10. Jaggi, S. C., S. V. Kumar, S. D. Ravindranath and A. Shanker. 2001. Leaching of pesticides in tea brew. *American Chemical Society*. 49: 5479-5483.
11. Kumar, V. D., K. Tewary and S. D. Ravindranath. 2004. Investigation in tea on fate of fenazaquin residue and its transfer. *Food and Chemical Toxicology*. 42: 423-428.
12. Tadeo, J. L., C. S. Brunete and B. Albero. 2004. Analysis of pesticide residues in juice and beverages. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*. 34: 121-131.
13. Tewary, D. K., V. Kumar, S. D. Ravindranath and A. Shanker. 2005. Dissipation behavior of bifenthrin residues in tea and its brew. *Food Control*. 16: 231-237.

Studies on Consumer's Habit and Recognition for Tea Beverages

Shi-Ying Chen¹ Chia-Chang Wu² Chin-Jin Hou³

Summary

The purpose of this paper is to investigate the habits of consumers and the security recognition for tea beverages of 19 cities in Taiwan. A total of 1,583 consumers completed questionnaires. Using the statistical package of SPSS analyzed questionnaires, the results indicated that the tea farmer's age is mostly between 31~60, the proportion of education level is mostly between elementary school to senior high school. Results indicated that there was 53% of consumers who often bought the tea beverages and 41% of consumers chose green tea beverages. There was 21.9% of college student's that chose tea beverages while the number was 18.7% for high school students. The consumers that drank the most tea beverages everyday were young people primarily at one pot per day. The date of manufacture, shelf life and residues of pesticides are the main factors influencing consumers when buying tea beverages. Seventy percent of the interviewees think about the possibility of pesticide residues in tea beverages and ninety percent of interviewees hope to find indication of pesticides listed on tea beverage packaging. This research can offer a reference to the agricultural policy unit and beverage manufacturers about production and management of manufacture, and to insure the health and safety of consumer.

Key words: Tea beverage, Pesticide residue

1. Master student, Graduate Institute of Agriculture, National Chiayi University, Chiayi, R.O.C.

*2. Assistant Agronomist, Tungding Branch of TRES, Nantou, Lukou, R.O.C. (Corresponding Author)

3. Associate Professor, Graduate Institute of Agriculture, National Chiayi University, Chiayi, R.O.C.

表一、受訪者之人口特徵資料

Table 1. Characteristic of attendants' personal data

項目	類別	人數	比率 (%)
性別	男	785	49.59
	女	798	50.41
年齡	12 歲以下	45	2.84
	13~18 歲	686	43.34
	19~24 歲	637	40.24
	25~30 歲	145	9.16
	31 歲及以上	70	4.42
教育程度	無	3	0.19
	國小	9	0.567
	國中	299	18.89
	高中	534	33.73
	大學	632	39.92
	研究所及以上	106	6.7
職業	軍警人員	50	3.16
	公務人員	41	2.59
	教職人員	26	1.64
	學生	1197	75.61
	自由業	55	3.47
	民營企業受僱人員	168	10.61
	自營生意者	24	1.52
	家管	15	0.95
	其他	7	0.44
一個月開銷	10,000 元以下	1178	74.42
	10,001 至 20,000 元	316	19.96
	20,001 至 30,000 元	51	3.22
	30,001 至 40,000 元	12	0.76
	40,001 元以上	26	1.64

表二、受訪者對不同飲料種類的選擇差異性，%

Table 2. Comparison of the consumers' choice in the different kinds of beverages (%)

項目	果汁類	碳酸類	茶類	運動類	咖啡類	機能類	乳製品	其他
性別								
男	8.7	3.6	27.5	6.0	1.6	0.8	3.6	0.7
女	9.1	1.9	26.1	2.8	1.8	0.3	5.0	0.6
年齡								
12 歲以下	0.8	0.1	1.3	0.3	0.0	0.1	0.3	0.0
13~18 歲	7.9	2.5	23.7	4.9	1.1	0.4	3.1	0.4
19~24 歲	6.5	2.1	21.6	2.5	1.3	0.3	3.5	0.7
25~30 歲	1.6	0.4	4.7	0.6	0.4	0.3	0.8	0.2
31 歲及以上	1.0	0.4	2.3	0.6	0.5	0.1	0.9	0.0
教育程度								
無	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
國小	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.0	0.1	0.0
國中	3.8	1.5	8.3	3.2	0.3	0.3	1.5	0.2
高中	6.3	1.4	18.7	2.7	1.3	0.3	2.7	0.4
大學	6.7	2.0	21.9	2.7	1.6	0.5	3.8	0.4
研究所以上	0.9	0.5	4.4	0.1	0.3	0.1	0.6	0.2
總計	17.8	5.5	53.6	8.8	3.4	1.1	8.6	1.3

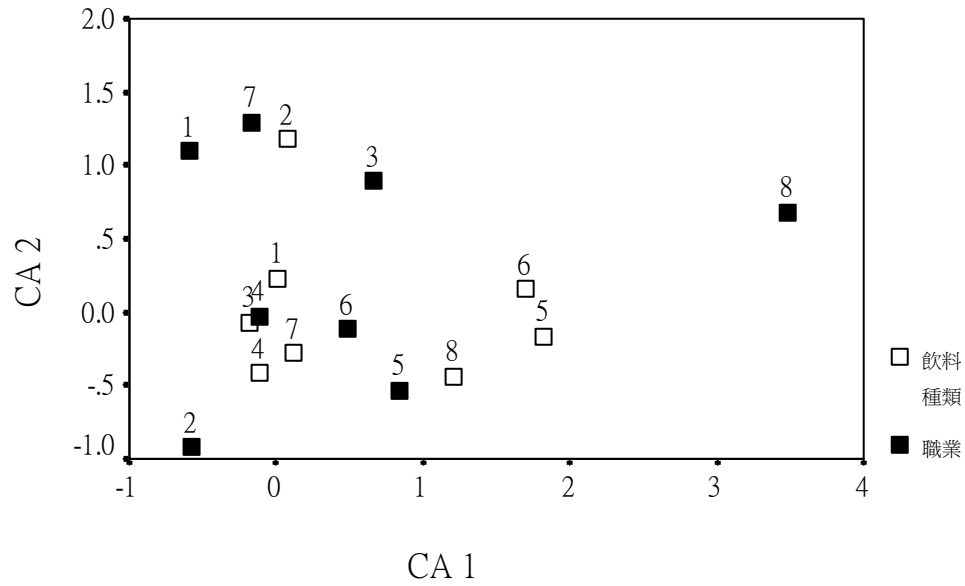
性別： $\chi^2=31.27$ $P<0.01$ ；年齡： $\chi^2=47.47$ $P<0.05$ ；教育程度： $\chi^2=111.04$ $P<0.01$ ，分別為不同飲料間的顯著性差異值

表三、受訪者一天飲用茶飲料頻率

Table 3. Drinking frequency of tea beverages by consumers perday

	1 天 1 瓶	1 天 2 瓶	1 天 3 瓶	1 天 4 瓶	其他	總計
性別						
男性	359	257	61	20	135	832 (53%)
女性	334	195	38	14	170	751 (47%)
年齡						
12 歲以下	15	29	1	1	8	54 (3%)
13~18 歲	306	195	58	15	121	695 (44%)
19~24 歲	275	146	28	9	142	600 (38%)
25~30 歲	62	47	10	5	19	143 (9%)
31 歲及以上	35	35	2	4	15	91 (6%)
總計	693 (44%)	452 (28%)	99 (6%)	34 (2%)	305 (19%)	

性別： $\chi^2=17.15$ $P<0.01$ ；年齡： $\chi^2=42.496$ $P<0.01$ ，分別為不同飲料間的顯著性差異值



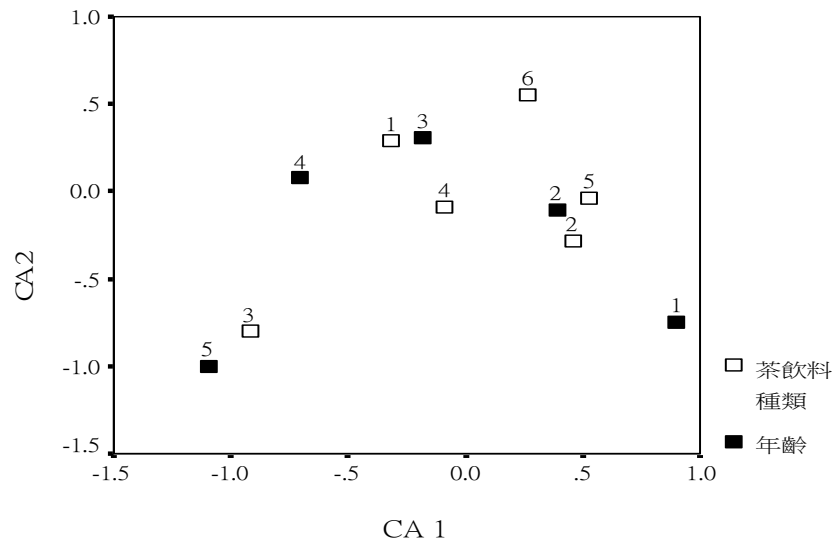
圖一、不同職業的受訪者對飲料種類之偏好性

Fig. 1. The preference of beverages in the different careers of consumers

□：飲料種類：1.果汁類 2.碳酸類 3.茶類 4.運動類 5.咖啡類 6.機能類 7.乳製品 8.其他

■：職業：1.軍警人員 2.公務人員 3.教職人員 4.學生 5.自由業 6.民營企業受僱人員 7.自營生意者 8.管家 9.其他

CA1：對應軸1 CA2：對應軸2 (CA：對應分析)



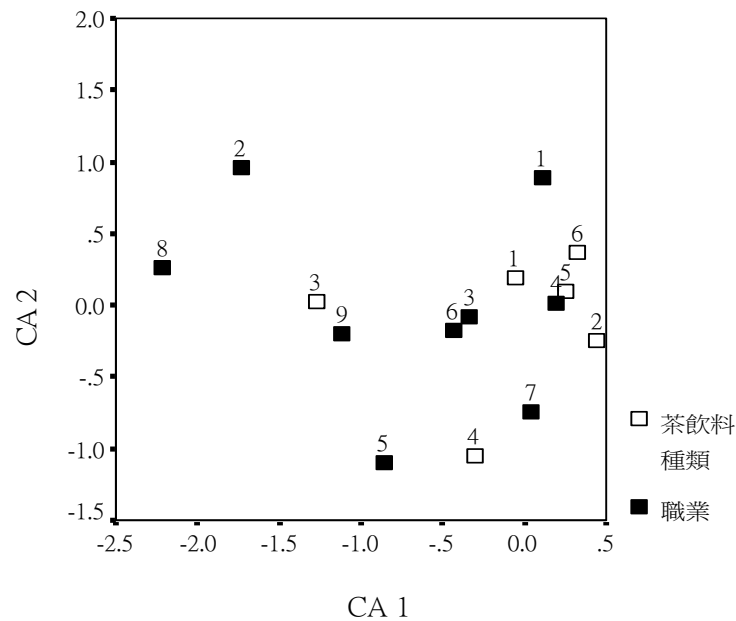
圖二、不同年齡的消費者對茶飲料種類之偏好性

Fig. 2. The preference of tea beverages for the different consumers' age

□：茶飲料種類：1.綠茶 2.紅茶 3.烏龍茶 4.花果茶 5.奶茶 6.其他

■：年齡：1. 12 歲以下 2. 13-18 歲 3. 19-24 歲 4. 25-30 歲 5. 31 歲以上

CA1：對應軸1 CA2：對應軸2 (CA：對應分析)



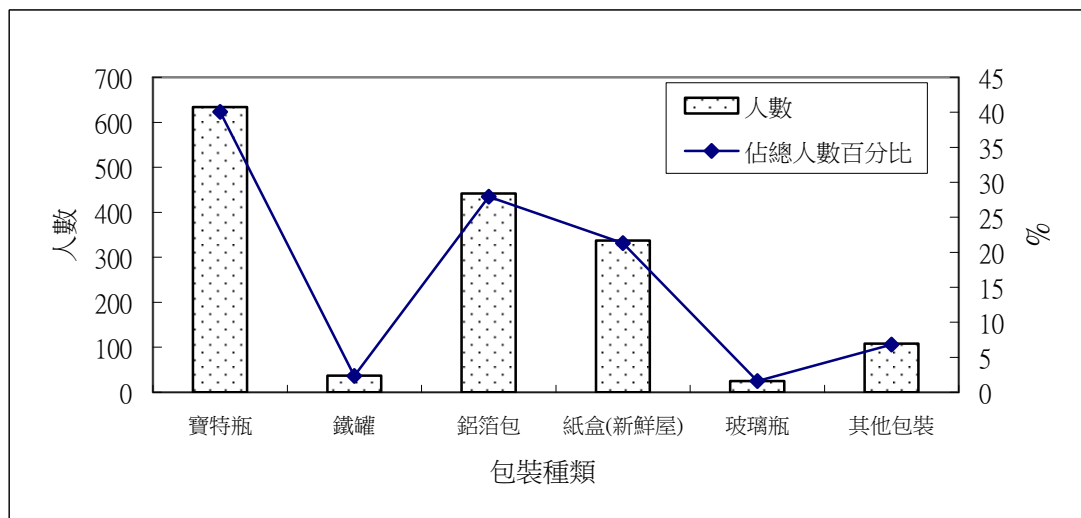
圖三、不同職業的消費者對茶飲料種類之偏好性

Fig. 3. The preference of tea beverages for the different consumers' career

□：茶飲料種類：1.綠茶 2.紅茶 3.烏龍茶 4.花果茶 5.奶茶 6.其他

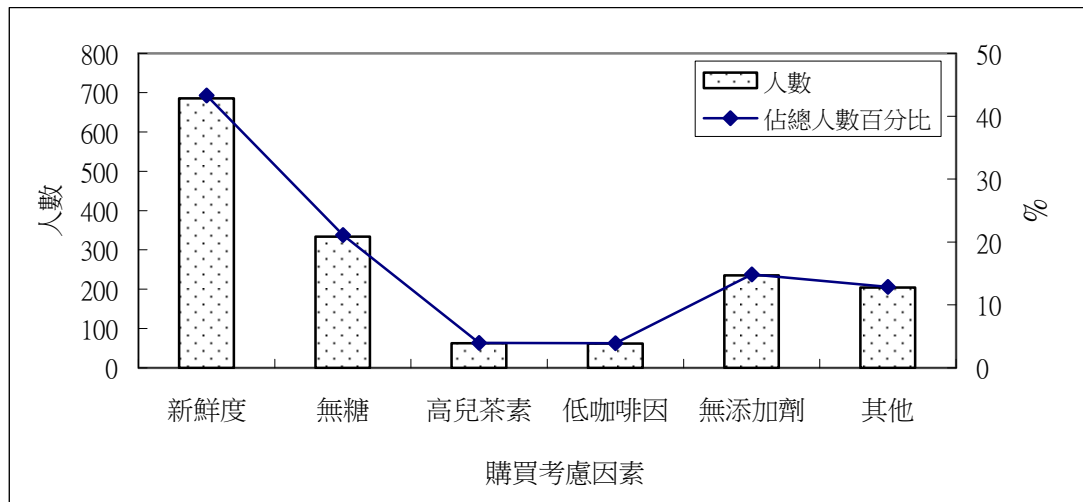
■：職業：1.軍警人員 2.公務人員 3.教職人員 4.學生 5.自由業 6.民營企業受僱人員 7.自營生意者 8.管家 9.其他

CA1：對應軸 1 CA2：對應軸 2 (CA：對應分析)



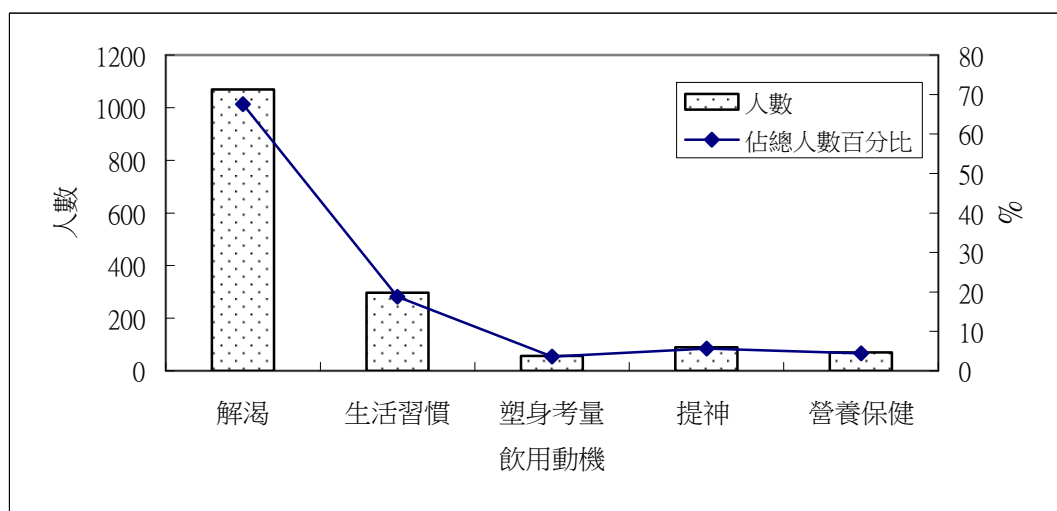
圖四、消費者最常購買或飲用茶飲料包裝

Fig. 4. The tea beverage packages that were purchased or drunk by consumers



圖五、受訪者購買茶飲料考量因素

Fig. 5. The consideration factor of purchasing tea beverages by consumers



圖六、受訪者飲用茶飲料動機

Fig. 6. The motivation of drinking tea beverages by consumers

表四、影響茶飲料消費行為因素的比較

Table 4. Comparison of the factors on tea beverage consumption

項 目	平均數*	排 名
製造日期	4.69	1
保存期限	4.66	2
國家健康食品認證	4.42	3
農藥殘留量	4.38	4
注意事項	4.29	5
健康考量	4.25	6
香料添加物	4.24	7
口味口感	4.09	8
營養成分	4.08	9
購買便利性	4.05	10
茶葉種類	4.03	11
價 格	3.94	12
茶葉產地	3.8	13
品 牌	3.63	14
外觀包裝	3.51	15

*問卷評分平均數

表五、不同年齡與教育程度的消費者認為茶飲料中是否有農藥殘留調查

Table 5. Investigate the ages and educational level of consumers' consideration to be whether there are pesticide residues in tea beverage

	有 (%)	沒有 (%)
年齡		
12 歲以下	72.7	27.3
13~18 歲	63.6	36.4
19~24 歲	74.4	25.6
25~30 歲	81.8	18.2
31 歲及以上	74.7	25.2
教育程度		
無	100.0	0.0
國小	50.0	50.0
國中	61.8	38.2
高中	64.8	35.2
大學	77.0	23.0
研究所及以上	83.6	16.4

表六、不同教育程度的消費者對茶飲料包裝上是否需要標示農藥殘留字樣調查

Table 6. Investigate the educational level of consumers' attitudes about tea beverage package with the label of pesticide residues

項目	非常需要		需要		不需要	
	總合%	教育程度%	總合%	教育程度%	總合%	教育程度%
無	0.1	33.3	0.1	33.3	0.1	33.3
國小	0.3	40.0	0.3	40.0	0.1	20.0
國中	10.8	56.8	6.1	31.9	2.1	11.3
高中	14.5	42.9	15.9	47.2	3.3	9.9
大學	17.4	44.2	19.6	49.6	2.5	6.2
研究所及以上	3.3	48.2	3.5	50.9	0.1	0.9

Pearson $\chi^2=21.821$ P<0.01

附註：

親愛的受訪者：

您好，這是一份學術用的問卷，目的在於探討消費者對於茶飲料的意見及所持觀點。本問卷採不記名之作答方式，請您安心填寫。您的寶貴意見將使本研究更加完善，感謝您於百忙之中填此問卷！

敬祝 平安快樂！

嘉義大學農學研究所

指導教授：侯金日 老師

巫嘉昌 助理研究員

研 究 生：陳世英 敬上

一、以下是您對茶飲料購買行為和飲用認知的描述，請依實際情況在最適當的空格中打勾

1. 請問您在市面上銷售眾多飲料中您最常購買和飲用飲料是那一種？（單選）

（若您選擇非茶類飲料時，仍請您繼續作答）

☐ 1.果汁類 ☐ 2.碳酸類 ☐ 3.茶類 ☐ 4.運動類 ☐ 5.咖啡類

☐ 6.機能類 ☐ 7.其他（請註明：_____）

2. 當您選擇的飲料是茶類飲料時候，請問您最常購買和飲用的是那一種茶類？（單選）

☐ 1.綠茶 ☐ 2.紅茶 ☐ 3.烏龍茶 ☐ 4.花果茶 ☐ 5.奶茶

☐ 6.其他（請註明：_____）

3. 請問您最常購買和飲用的是那一種茶類的包裝？（單選）

☐ 1.寶特瓶 PEG ☐ 2.鐵罐 ☐ 3.鋁箔包 ☐ 4.紙盒(新鮮屋)

☐ 5.玻璃罐 ☐ 6.其他包裝（請註明：_____）

4. 請問您在何種情況(動機)下購買茶類飲料？（單選）

☐ 1.每天必喝的習慣下 ☐ 2.看到廠商的廣告下 ☐ 3.看到朋友喝過下

☐ 4.看到促銷商品 ☐ 5.看到明星代言下 ☐ 6.看到媒體報導喝茶有益健康

☐ 7.看到飲料包裝 ☐ 8 其他（請註明：_____）

5. 請問您飲用茶飲料的主要動機？（單選）

☐ 1.解渴 ☐ 2.生活習慣 ☐ 3.塑身考量 ☐ 4.提神 ☐ 5.營養保健

6. 請問當您在選購茶飲料時以何者是您最優先考量？（單選）

☐ 1.新鮮度 ☐ 2.無糖 ☐ 3.高兒茶素 ☐ 4.低咖啡因 ☐ 5.無其他添加劑

☐ 6. 其他（請註明：_____）

7. 請問您最常在何種情況下喝茶飲料？（單選）

☐ 1.用餐前 ☐ 2.用餐後 ☐ 3.和朋友聊天時候 ☐ 4.運動後

☐ 5.熬夜時 ☐ 6.口渴時 ☐ 7.看電影和逛街時 ☐ 8.工作和讀書時

☐ 9.心情不好時 ☐ 10.其他（請註明：_____）

8. 請問您一天飲用茶飲料的頻率為何？（單選）

☐ 1.1 天 1 瓶 ☐ 2.1 天 2 瓶 ☐ 3.1 天 3 瓶 ☐ 4.1 天 4 瓶 ☐ 5.其他 1 天☐瓶

9. 請問您覺得茶飲料是否還有其他香料添加物嗎？（單選）

☐1.有 ☐2.沒有

10. 請問您覺得茶飲料中有農藥殘留的可能嗎？（單選）

☐1.有 ☐2.沒有

11. 您覺得茶飲料商品上需要標示添加量或殘留量嗎？（單選）
☐1.非常需要 ☐2.需要 ☐3.不需要
12. 請問您對目前茶飲料的香料添加和農藥殘留的檢驗認知清楚嗎？（單選）
☐1.清楚 ☐2.不清楚 ☐3.非常不清楚
13. 您覺得廠商需要在茶飲料商品上表示原料產地嗎？（單選）
☐1.非常需要 ☐2.需要 ☐3.不需要

二、請問您在購買或飲用茶飲料時，下列因素重視程度如何？請在適當的選項圈選
 （例： 1 2 ③ 4 5 ）

	非 常 不 重 要	不 重 要	普 通	重 要	非 常 重 要
1. 國家健康食品認證.....	1	2	3	4	5
2. 營養成分	1	2	3	4	5
3. 製造原物料.....	1	2	3	4	5
4. 茶葉產地	1	2	3	4	5
5. 香料添加物.....	1	2	3	4	5
6. 農藥殘留量.....	1	2	3	4	5
7. 保存期限	1	2	3	4	5
8. 製造日期	1	2	3	4	5
9. 健康考量	1	2	3	4	5
10. 注意事項	1	2	3	4	5
11. 價 格	1	2	3	4	5
12. 口味口感	1	2	3	4	5
13. 品 牌	1	2	3	4	5
14. 外觀包裝	1	2	3	4	5
15. 購買便利性.....	1	2	3	4	5

三、請填寫您的基本資料：

1. 居住地_____縣_____鄉鎮市
2. 性別：☐ 1.男 ☐ 2.女
3. 年齡：☐ 1. 12 歲以下 ☐ 2. 13~18 歲 ☐ 3. 19~25 歲 ☐ 4. 25~31 歲 ☐ 5. 31 歲及以上
4. 教育程度：☐ 1.無 ☐ 2.國小 ☐ 3.國中 ☐ 4.高中（職） ☐ 5.大學（專科）
☐ 6.研究所及以上
5. 職業：☐ 1.軍警人 ☐ 2.公務人員 ☐ 3.教職人員 ☐ 4.學生 ☐ 5.自由業
☐ 6.民營企業受僱人員 ☐ 7.自營生意者 ☐ 8.家管（家庭主婦）
☐ 9.其他（ ）
6. 個人平均一個月開銷多少？
☐ 1. 10,000 元以下 ☐ 2. 10,001 至 20,000 元 ☐ 3. 20,001 至 30,000 元
☐ 4. 30,001 至 40,000 元 ☐ 5. 40,001 元以上

7. 個人平均一個月收入多少？

- ☐1. 沒有收入 ☐2. 1 至 10,000 元 ☐3. 10,001 至 20,000 元
☐4. 20,001 至 30,000 元 ☐5. 30,001 至 40,000 元 ☐6. 40,001 至 50,000 元
☐7. 50,001 至 60,000 元 ☐8. 60,001 至 70,000 元 ☐9. 70,001 元以上

.....本問卷至此全部結束，請您檢視是否有漏答之處（每題都必須填寫），並再次謝謝您的協助 !!

不同製程處理對臺茶 18 號紅茶 化學成分變化之影響

黃正宗¹ 柯淳涵²

摘 要

紅茶製造過程中，不同製造方法與製程的控制，會造成茶葉化學成分的變化，進而影響紅茶的品質。本研究以行政院農委會茶業改良場魚池分場所選育之紅茶品種 - 臺茶 18 號，進行傳統條形紅茶製造。在製程中對揉捻及發酵二段製程進行「時程」控制，以 60、90 及 120 min 揉捻(R)時間，配合 60、90 及 120 min 的發酵(F)時間，分別製得 R60-F90、R60-F120、R90-F60、R90-F90、R120-F60 等五種紅茶，與新鮮茶菁比較下，探討其化學成分的差異，以瞭解不同揉捻與發酵時間之配合，對成茶化學成分的影響。

試驗結果顯示，各化學成分中，春、夏茶的總游離胺基酸、咖啡因及春茶的總可溶成分等各處理間無顯著變化；但是夏茶的總兒茶素隨揉捻處理時間增加，有下降的趨勢；春茶則無顯著差異且無明顯之變化趨勢；總多元酚類在春、夏二季僅部分處理間達顯著效果；茶黃質總量在夏茶時，當揉捻時間增加，茶黃質總量有增加之趨勢，其中以 R120-F60 處理最高，含量為 11.98 $\mu\text{mol/g}$ ；此外，揉捻時間增加同時也有助於紅茶總水色百分比提高。

關鍵字：紅茶、臺茶 18 號、化學成分

前 言

1970 年以前是臺灣茶葉外銷的輝煌時期，生產製造之茶葉有 80% 為外銷，1970 年茶葉總輸出量為 21,135 公噸，紅茶佔總輸出量的 53%。1970 年後，臺灣茶業受工商業發展之影響，生產成本提高，直到 1990 年臺灣紅茶輸出量僅剩 561 公噸，國內紅茶消費市場反而仰賴進口(林，2001)。雖然紅茶式微，但是茶業改良場等茶業研究單位仍然承繼前人使命，持續進行紅茶種原保存、育種及製造技術改良等工作，將臺灣紅茶的根繼續紮下。

本研究中，特別選擇行政院農委會茶業改良場所選育之紅茶品種 - 臺茶 18 號進行研究，透過不同的加工過程處理與化學成分分析，探討臺茶 18 號製造紅茶時其主要化學成分，例如，總可溶成分(Total soluble solids)、兒茶素(Catechins)、多元酚(Polyphenols)、游離胺基酸(Free amino acids)、咖啡因(Caffeine)、茶黃質(Theaflavin)及總水色(Total colour)等之差異，再藉由分析的結果，進行不同處理所製成紅茶化學成分的比較。

1. 行政院農業委員會茶業改良場魚池分場 製茶課長。台灣 南投縣。

2. 國立臺灣大學森林暨環境資源系 助理教授。台灣 台北市。

材料與方法

一、試驗設備及材料：

以臺茶 18 號 (TTES No. 18) 為材料，茶樹種源自民國 40 年開始進行人工雜交育種，育種編號 B-40-58，母本為編號 729 茶樹 (緬甸種 Burma 雜交後代)，父本為編號 607 茶樹 (山茶品系)。種植於行政院農業委員會茶業改良場魚池分場的試驗茶園。茶園位於南投縣魚池鄉，北緯 23.52°、東經 120.54°，海拔 850 公尺，年平均氣溫約 20°C，平均相對濕度約 85%，年平均雨量 2000 mm ~ 2500 mm，土壤屬日月潭系灰化紅黃黏壤土，土壤 pH 值介於 4.0 ~ 4.8。本試驗選擇臺茶 18 號茶菁以不同製程處理製造紅茶後，分析化學成分的差異。

二、試驗方法：

(一) 茶菁採摘

依茶業改良場魚池分場茶園常態管理方式，分別於春季 (五月) 及夏季 (七月) 採摘一心二葉茶菁 (Eden, 1976) 製作成紅茶。

(二) 紅茶製造

茶葉製造方式採傳統條形製造法 (Orthodox processing)，主要製程控制分別對揉捻及發酵時間進行不同處理之變化組合。

製程分述如下：

1. 室內萎凋：萎凋方式為室內自然萎凋，攤菁厚度 0.8 kg/m^2 ，萎凋室溫度控制在相對濕度 60% ~ 70% 之間，溫度 23 ~ 26°C。全程萎凋控制在 22 小時之內，平均萎凋率為 45% ~ 55% (茶菁減重 55% ~ 45%)
2. 揉捻 (Rolling: R)：以高林式揉捻機進行揉捻，茶菁投入量為 5 kg，揉捻時間進行 60、90 及 120 分鐘之處理。
3. 解塊：每揉捻 30 分鐘用手解塊一次。
4. 發酵 (Fermentation: F)：最後一次解塊完成後，進行立即發酵，時間為 60、90 及 120 分鐘，濕度控制在 85% ~ 95% 之間。
5. 乾燥：以伊達式熱風乾燥機進行乾燥，乾燥溫度為 100°C，乾燥過程茶葉每 30 分鐘翻拌一次，避免茶葉受熱不均。乾燥至茶葉含水率約 3% ~ 5% 時結束乾燥製程。完成茶葉製造後，等待進行各項化學成分分析。
6. 試驗處理：一般紅茶製造時，揉捻與發酵時間因季節、氣候、品種而有所差異，二者時間一般皆約為 60 ~ 120 分鐘之間。因此，本試驗採以揉捻加發酵總時間為 150 分鐘及 180 分鐘二種進行試驗，各處理如下：

150 分鐘：R60-F90、R90-F60。

180 分鐘：R60-F120、R90-F90、R120-F60。

(三) 化學成分分析

1. 總可溶成分測定

- (1) 稱取 2 g 茶末置於 500 ml 三角瓶中，加入 200 ml 熱純水，於水浴槽上加熱 2 小時。用 Whatman No.2 濾紙過濾後定量到 250 ml。
- (2) 取濾液 50 ml 於蒸發皿 (蒸發皿每次洗經乾燥後秤重並記錄之)，置於 $103 \pm 2^\circ \text{C}$ 烘箱中，烘乾約 4 小時後稱重，直至恆重 (W)。
- (3) 總可溶成分% = $W \times 2.5 \times 100\%$

2. 總兒茶素測定：酸化香草精法 (Broadhurst and Jones, 1978)，以 catechin 為標準品，配成 0.1、

- 0.2、0.3、0.4 mg/ml 等四種濃度，測定其波長 500 nm 吸光值並制訂標準曲線。然後將各處理樣本測得之濃度，依樣本稀釋比例將總多元酚類含量換算成 mg/g，每試驗處理重複三次。
3. 總多元酚類測定：酒石酸鐵呈色法 (林, 1996; 區等, 1988; Iwasa, 1975)，以 ethyl gallate 為標準品，配成 0.1、0.2、0.3、0.4 mg/ml 等四種濃度，測定其波長 540 nm 吸光值並制訂標準曲線。然後將各處理樣本測得之濃度，依樣本稀釋比例將總多元酚類含量換算成 mg/g，每試驗處理重複三次。
 4. 咖啡因含量測定 (蔡及阮, 1987)：以咖啡因標準品配製標準液 (濃度為 0、2.5、5、10、15 ppm)，測定波長 276 nm 吸光值。然後測定各處理茶樣之咖啡因濃度，並將測得之濃度換算成重量百分比 (w/w)，每處理重複三次。
 5. 總游離胺基酸含量測定：Ninhydrin 呈色法 (Rosen, 1957)，以茶胺酸配製標準液 (濃度為 5、10、20、30、40 µg/ml)，測定波長 570 nm 吸光值。然後測定各處理茶樣之總游離胺基酸濃度，並將測得之濃度換算成重量百分比 (w/w)，每處理重複三次。
 6. 茶樣乾物重百分比測定
稱 15 g 茶樣，精確度至 0.001 g，然後置於 103±2°C 烘箱中 16 小時以上，直到達恆重。計算乾物重量百分比 (DM)，每處理重複三次。
$$DM\% = \text{茶樣乾物重} / \text{乾燥前茶樣重} \times 100$$
 7. 總茶黃質測定：Flavognost 法 (Hilton, 1973)，測定波長 625 nm 吸光值 (A_{625})，每處理重複三次。
$$TF (\mu\text{mol/g}) = A_{625} \times 47.9 \times 100 / DM$$
 8. 總水色測定 (Roberts & Smith, 1963)，測定波長 460nm 吸光值，每處理重複三次。
 - (1) 取自總茶黃質測定之標準茶湯 5 ml，加入 45 ml 二次蒸餾水於 100 ml 錐形瓶中搖晃混合均勻。
 - (2) 測定波長 460 nm 吸收光值 (A_{460})；空白液為二次蒸餾水。
$$\text{Liquor colour \%} = (A_{460} \times 10) / (DM / 100)$$

結果與討論

本研究中進行春茶及夏茶二季的紅茶製茶試驗，製茶方式採用傳統條型紅茶製程 (室內萎凋、揉捻、解塊、發酵、乾燥)。製程中對揉捻及發酵製程做不同時間的調控，揉捻加上發酵總時程，分為 150 分鐘 (R60-F90、R90-F60) 與 180 分鐘 (R60-F120、R90-F90、R120-F60) 二種，共五種處理，製成紅茶後，分別進行不同化學成分的分析。試驗結果如下：

將試驗紅茶茶樣，進行總兒茶素、總多元酚類、咖啡因、總游離胺基酸、茶黃質以及總可溶成分與總水色等多項化學成分分析，並對各處理之化學成分含量進行變異數分析 (ANOVA)，比較所有處理彼此間各化學成分的差異性，分析結果如表一、二、三所示。

(一) 總兒茶素

春、夏茶新鮮茶菁相對於各處理具顯著差異性，而且其總兒茶素含量皆高於各處理成茶之含量。

不同時程處理部分：春茶時，五種處理成茶之總兒茶素含量僅 R60-F120、R120-F60 二處理達顯著差異之結果。在夏茶時，試驗處理 150 分鐘之 R60-F90、R90-F60 以及 180 分鐘三種處理均分別達顯著差異。由上述春、夏茶之結果顯示，雖然總時程相同，但是若將揉捻與發酵調控時間交換，對總兒茶素含量變化影響明顯。

不同的揉捻時間處理 (揉捻時間 60、90 及 120 分鐘) 之夏茶樣品，其總兒茶素含量，隨著揉捻

時間增加而有降低之趨勢，而所有 R60 處理的總兒茶素含量皆高於 R90、R120 的處理。探究其因，可能是因為 R90、R120 處理的揉捻時間較長，葉肉細胞破壞程度與比率較高，相對上，其可滲出較多量的汁液，兒茶素氧化的程度相對提高，生成的茶黃質含量也隨之增加，這可由茶黃質含量 R90 處理、R120 處理高於 R60 的處理來加以說明之。而在相同的揉捻時間處理，當揉捻時間為 90 分鐘時，發酵時間增加，總兒茶素含量相對減少；但是揉捻時間為 60 分鐘時，卻無此現象，此因可能就本次試驗品種台茶 18 號而言，揉捻製程 60 分鐘時，其對葉肉細胞破壞程度不足，所以既使發酵時間由 90 分鐘增加為 120 分鐘，亦無法使其總兒茶素含量有顯著變化。

(二) 總多元酚類

根據分析結果，春茶總多元酚類含量方面，新鮮茶菁與各處理具差異性，其含量亦高於各處理。夏茶茶菁總多元酚類含量則是除了 R60-F90 處理之外，相對於其他四個處理有顯著差異性。

春茶五個成茶處理中，雖然有部分處理間達顯著差異之程度，但是各處理間含量之變化無明顯之規則性。夏茶則是不同的揉捻時間處理（揉捻時間 60、90 及 120 分鐘）其含量隨著揉捻時間增加而有降低之趨勢，而所有 R60 處理的總多元酚類含量皆高於 R90、R120 的處理。

(三) 咖啡因

經比對春茶及夏茶化學分析的結果，春茶茶菁咖啡因含量與各成茶處理比較時，皆無顯著差異。夏茶茶菁則是分別與 R60-F120、R90-F60、R120-F60 等處理具差異性。此外，春茶及夏茶成茶處理間幾乎皆差異不明顯，且無規則之變化趨勢

(四) 總游離胺基酸

春茶茶菁總游離胺基酸含量與 R90-F90、R120-F60 二處理達顯著差異。但是夏茶之鮮葉與各處理比較時則差異顯著，而且鮮葉製成紅茶後，總游離胺基酸百分比有增加的現象。在五種處理之間，春、夏茶無明顯變化趨勢，含量變化亦未達顯著差異之程度。顯示在本試驗中，調控揉捻及發酵時程對總游離胺基酸成分變化之影響不大。

(五) 總可溶成分

根據表一、表二的數據顯示，春、夏茶菁總可溶成分含量對五種處理則達顯著差異，其中茶菁之總可溶成分含量（春茶 45.65%、夏茶 45.15%）皆高於各處理。但是當五個處理相比較時，春茶各處理彼此間則差異不明顯，夏茶則是 150 分鐘的二個處理與 R120-F60 之處理有顯著差異。

在本試驗中，茶菁製成紅茶之後，各處理的總可溶成分含量與新鮮茶菁對照之下，有降低之現象。其原因有可能是揉捻製程將茶葉汁液擠壓出來之後，汁液於後續各製程中沾留於器械上而減損，進而降低成茶的總可溶成分含量。

(六) 茶黃質總量

就以調控揉捻與發酵二個製程時間為試驗處理而言，茶黃質總量變化在本試驗中的差異明顯，春茶及夏茶皆達 $p < 0.01$ 之極顯著差異，顯示製造紅茶時，調控揉捻與發酵時間會影響茶黃質總量。

由於茶黃質於揉捻時生成較多，揉捻完後，化學成分變化最大，水色變化最大（朱與邱，1984；阮，1981；蔡，1983）。同樣的，在本試驗中，我們發現夏茶時，揉捻時間越長的處理，其茶黃質總量有愈高之趨勢。而且當發酵時間相同時，揉捻時間增加，茶黃質含量亦提高（發酵 60 分鐘，揉捻 90、120 分鐘以及發酵 90 分鐘，揉捻 60、90 分鐘之處理）。

此外，同樣總時間為 180 分鐘，R60-F120 之處理（春：7.07 $\mu\text{mol/g}$ 、夏：8.96 $\mu\text{mol/g}$ ）因揉捻時間不足，所以既使發酵時間最長，其茶黃質總量亦低於揉捻時間足夠、發酵時間最短之 R120-F60 處理（春：8.96 $\mu\text{mol/g}$ 、夏：11.98 $\mu\text{mol/g}$ ）。這結果顯示，在紅茶製程中對於茶黃質的形成，揉捻製程的影響性高於發酵製程。總時間為 150 分鐘的二個處理（R60-F90 及 R90-F60）亦發現相同之結果。

在夏茶試驗亦發現 R120-F60 之處理（11.98 $\mu\text{mol/g}$ ）與其他試驗處理皆有顯著差異，但是此現象

在春茶中並未發現，推論其原因可能是其揉捻時間最為足夠，加上夏季氣溫較高，發酵時的溫度提高，促進氧化的效率，所以即使發酵時間僅為 60 分鐘，其茶黃質的形成仍高於其他處理。

(七) 總水色百分比

春、夏茶分析結果如表三，春茶五個成茶處理中 R60-F90、R60-F120 及 R90-F60 三個處理的總水色百分比未達顯著差異效果，夏茶不同處理的成茶茶湯總水色百分比則是差異顯著。但是試驗發現，無論是春茶或夏茶，當發酵時間相同時，增加揉捻時間，會提升紅茶總水色百分比。

在夏茶的試驗中發現，揉捻時間遞增（揉捻 60、90 及 120 分鐘）亦有助於紅茶總水色百分比提高，而且當揉捻時間相同時，發酵時間延長，總水色百分比隨之增加（揉捻 60 分鐘，發酵 90、120 分鐘以及揉捻 90 分鐘，發酵 60、90 分鐘之處理）。此外，總時間為 150 分鐘的處理，總水色百分比低於 180 分鐘的處理。這是否說明了較長的揉捻與發酵時間，對紅茶茶湯總水色百分比有提升的作用，此結果亦與紅茶製造時，在實作經驗上發現，適度延長揉捻及發酵時間可增加紅茶水色的結果相對應，但仍需待進一步進行探討其相關性。

結 論

揉捻、發酵為影響紅茶總兒茶素、總多元酚類、茶黃質等含量變化之主要因子，但是揉捻過程卻是影響兒茶素在發酵過程中是否能夠足量轉化為茶黃質等成分之重要推手。因為揉捻不足，會造成鮮葉細胞破壞程度不夠，細胞汁液滲出量較少，兒茶素等化學成分能與氧氣結合形成茶黃質的比率降低。

Millin 等人在 1969 年的研究指出，茶黃質與紅茶的滋味、水色有密切的關係。本試驗的結果顯示揉捻製程對茶黃質總量變化的影響高於發酵製程，據此推斷揉捻製程對紅茶品質具有極高的關鍵性。所以在製造紅茶時，揉捻與發酵時程調控時，建議應以足夠的揉捻時間為優先考量。

不同季節製造紅茶時，為了達到最佳茶葉品質，應根據各季節特性加以調整揉捻及發酵時間。相對於夏季，春季的氣溫較低，需較長揉捻及發酵時間；夏季因為氣溫較高，提高了發酵時的溫度，因此促進茶葉中多元酚氧化酵素及過氧化酵素作用，總兒茶素、總多元酚類等化學成分氧化速率加快，應酌量調整縮短揉捻與發酵時程及其配比。

誌 謝

本研究試驗期間獲茶業改良場魚池分場製茶課同仁先生協助，特此誌謝。

參考文獻

1. 朱湧岳、邱瑞騰.1984.臺茶七號及八號新品種之紅茶製造法研究.臺灣茶業研究彙報 3: 39-52。
2. 阮逸明.1981.紅茶製造過程 TF 及 TR 含量變化及其品質之關係研究.臺灣省茶業改良場六十九年年報.pp. 49-50。
3. 林金池.1996.萎凋溫度與溼度對白茶品質之影響.中興大學農藝學研究所碩士論文（未出版）。
4. 區少梅、蔡永生、張如華.1988.包種茶酚類化合物分析方法之比較與評估.臺灣茶業研究彙報 7: 43-46。
5. 林木連.2001.茶業技術推廣手冊—製茶技術.行政院農委會茶業改良場編印。
6. 蔡永生.1983.不同發酵時間處理對茶葉主要之變化與成茶品質之關係研究.臺灣省茶業改良場七十

一年年報,pp. 53-55。

7. 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: 1-8。
8. Broadhurst, R. B., and W. T. Jones. 1978. Analysis of condensed tannins using acidified vanillin. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 29: 788-794.
9. Eden, T. 1976. Tea. In: *Tropical Agriculture Series*. Ed. D. Rhind. Longman, London, UK. p. 66.
10. Hilton, P. J. 1973. In *Encyclopedia of industrial chemical analysis Vol. 8*, F. D. Snell and I. S. Ettre (Eds.) pp. 455-526. New York: John Willey.
11. Iwasa, K. 1975. Methods of chemical analysis of green tea. *Japan Agricultural Research Quarterly*. 9: 161-164.
12. Millin, D. J., D. J. Crispin and D. Swaine. 1969. Non-volatile components of black tea and their contribution to the character of the beverage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 17: 117-122.
13. Roberts, E. A. H. and R. F. Smith. 1963. Phenolic substances of manufactured tea. II. Spectrophotometric evaluation of tea liquors. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 14: 689-700.
14. Rosen, H. 1957. A modified ninhydrin colorimetric analysis for amino acids. *Arch. Biochem. Biophys.*, 67: 10-15.

Impact of Chemical Composition of TTES No. 18 Due to Variations of Processing Treatments

Cheng-Chung Huang¹ Chun-Han Ko²

Summary

Manufacturing procedures and process control profoundly influence the chemical composition of black tea. In this study, orthodox black teas were produced from TTES No. 18, selected by Yuchih branch, Tea Research and Extension Station, COA. Tea leaf chemical composition analysis was conducted for temporal control of rolling (R, R=60, 90 and 120 min) and fermentation (F, F=60, 90 and 120 min) process. There were five kinds of black tea, which produced with different treatments (F60-R90, F60-R120, F90-R60, F90-R90, F120-R60)

From the chemical composition analysis of tea leaf, total free amino acids and caffeine were not significantly changed with respect to various treatments both spring and summer teas. Total soluble solids are showed the same situation in spring tea. However, total catechins of summer tea decreased with increasing duration of rolling process. And the same situation is not showed in spring tea. For summer tea, total theaflavin increased with increasing duration of rolling process. R120-F60 treatment of summer tea has highest total theaflavin of 11.98 $\mu\text{mol/g}$. In addition, percentage of total colour increased with increasing duration of rolling process too.

Key words: Black tea, TTES No.18, Chemical composition

-
1. Head of Tea Processing Section, Yuchih Branch, Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.
 2. Assistant Professor, Department of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University, Taipei, R.O.C.

表一、臺茶 18 號春茶不同處理各化學成分含量

Table 1. Chemical contents of spring tea of TTES No.18 among different treatments

Parameters Treatments	Total soluble solids %	Caffeines %	Free amino acid %	Total catechins mg/g	Total polyphenols mg/g	Theaflavins μmol/g
Fresh leaf	45.65 ^a	6.28 ^{ab}	1.45 ^b	37.55 ^a	29.74 ^a	-
R60-F90	42.15 ^{bc}	6.69 ^a	1.94 ^{ab}	28.65 ^{bc}	24.98 ^{bc}	6.21 ^d
R60-F120	41.75 ^c	6.46 ^{ab}	1.82 ^{ab}	30.20 ^b	24.42 ^c	7.07 ^{dc}
R90-F60	41.75 ^c	6.62 ^{ab}	1.91 ^{ab}	28.15 ^{bc}	25.25 ^b	7.76 ^{bc}
R90-F90	42.75 ^{bc}	6.16 ^b	2.01 ^a	28.15 ^{bc}	24.26 ^c	8.27 ^{ab}
R120-F60	42.00 ^{bc}	6.42 ^{ab}	2.14 ^a	25.00 ^c	24.26 ^c	8.96 ^a

1) Means within a column followed by the same letter do not significantly different at $p < 0.05$.

表二、臺茶 18 號夏茶不同處理各化學成分含量

Table 2. Chemical contents of summer tea of TTES No.18 among different treatments

Parameters Treatments	Total soluble solids %	Caffeines %	Free amino acid %	Total catechins mg/g	Total polyphenols mg/g	Theaflavins μmol/g
Fresh leaf	45.15 ^a	6.68 ^b	1.17 ^b	39.85 ^a	29.51 ^a	-
R60-F90	42.53 ^b	7.27 ^{ab}	1.61 ^a	30.95 ^b	28.01 ^{ab}	7.83 ^d
R60-F120	42.13 ^{bc}	7.46 ^a	1.65 ^a	29.45 ^{bc}	26.03 ^{bc}	8.96 ^c
R90-F60	42.40 ^b	7.50 ^a	1.82 ^a	28.45 ^c	24.45 ^{cd}	9.26 ^{bc}
R90-F90	41.63 ^{bc}	7.15 ^{ab}	1.72 ^a	26.20 ^d	25.05 ^{cd}	10.14 ^b
R120-F60	41.15 ^c	7.43 ^a	1.54 ^a	24.15 ^e	23.66 ^d	11.98 ^a

1) Means within a column followed by the same letter do not significantly different at $p < 0.05$.

表三、臺茶 18 號不同處理春、夏茶茶湯之總水色百分比

Table 3. Total colour values of tea liquor of spring and summer teas among different treatments

Treatments Season	R60-F90	R60-F120	R90-F60	R90-F90	R120-F60
Spring tea	3.51 ^c	3.56 ^c	3.58 ^c	4.02 ^b	4.44 ^a
Summer tea	3.92 ^e	4.58 ^c	4.37 ^d	4.83 ^b	5.19 ^a

1) Means within a column followed by the same letter do not significantly different at $p < 0.05$.