

降低伏馬鐮孢毒素 B₁ 之茶葉成分研究

林秀榮¹ 黃玉如² 劉天麟³ 戴佳如^{1,*}

摘要

利用高效液相層析測法分析市售穀類及飼料中之伏馬鐮孢毒素 B₁ (Fumonisin B₁, FB₁) 含量，結果顯示九種市售穀類中以糙米之 FB₁ 含量最高，達 4 ppm；在八種市售飼料調查中發現 FB₁ 普遍存在，其中以家畜及家禽類之飼料中之 FB₁ 含量更普遍偏高。利用添加物以降低 FB₁ 之試驗結果顯示，不發酵茶與部分發酵茶對 FB₁ 之降低效果較全發酵茶佳，其中可能影響降低毒素能力之成分為茶胺酸。故建議可大量飲用不發酵茶與部分發酵茶以降低因食用所攝取之毒素外，更提升毒素溶於水而排出體外之效率。亦建議在飼料中添加茶葉，以降低飼養動物受到毒素造成之健康損害，進而減少因毒素而造成之經濟損失。

關鍵字：茶、伏馬鐮孢毒素、高效液相層析、茶胺酸

前言

伏馬鐮孢毒素 (fumonisins) 為一種真菌之二次代謝物，主要為鐮孢菌屬 (*Fusarium* spp.) 之真菌所產生。二次代謝物通常對某些生物體具有生理上的作用，當劑量到達某程度以上，可能導致接觸生物體的中毒或甚至死亡。在 1902 年，人們發現以過量發霉玉米餵食馬匹時，會造成馬匹的死亡，故僅稱為發霉玉米中毒症 (moldy

-
1. 行政院農委會茶業改良場 助理研究員、助理研究員。臺灣 桃園市。
 2. 行政院農委會茶業改良場凍頂工作站 助理研究員。臺灣 南投縣。
 3. 行政院農委會茶業改良場魚池分場 副研究員兼股長。臺灣 南投縣。
- * 通訊作者。

corn poisoning)，而由於該病通常會引起馬匹腦白質部產生腦軟化病變，造成臨床上的神經症狀，最終可能會導致死亡，當時的學者 Butler 稱之為馬腦白質部軟化症 (equine leukoencephalomalacia, ELEM)。直到 1971 年 Wilson 和 Maronpot 兩人才證實 ELEM 的發生起因為食入鐮孢菌屬黴菌污染之玉米飼料所引起。該毒素除了會造成馬的腦白質部軟化症 (Marasas *et al.*, 1988) 之外，亦會造成豬的肺水腫 (Gumprecht *et al.*, 1998)、大鼠肝病、肝癌及腎病 (Gelderblom *et al.*, 1988) 等，以及禽類的免疫系統受干擾或造成肝腎的受傷，甚至會有體重不足與死亡的現象產生 (Chatterjee *et al.*, 1995)。其他研究亦指出南非及中國大陸部分地區居民之高食道癌發生機率，可能與食入受到該毒素污染的穀物有關。如在南非，玉米粥為主要的食物，且成人常飲用受黴菌毒素污染玉米 (含毒量高達 118 mg/kg) 所釀製之啤酒 (Rheeder *et al.*, 2002)，故罹患食道癌的機率高於其他地區。西元 1988 年首度自培養 *F. moniliforme* MRC826 的玉米中分離出伏馬鐮孢毒素，且在所有天然產生的 FBs (Fumonisin Bs) 中，以 FB₁ 為飼料中主要檢出者，其量也最高，大約佔總 FBs 量之 70-80%，其次為 FB₂，約佔 15-25%，而 FB₃ 則僅佔 3-8% (Rheeder *et al.*, 2002)。FB₁ 不僅會出現在玉米上，亦會出現在其他食物上，包括米，如阿根廷、中國、韓國 (Kim *et al.*, 1998) 及美國 (Abbas *et al.*, 1998)；高粱，如印度 (Bhat *et al.*, 1997) 及巴西 (Da Silva *et al.*, 2000)；綠豆及紅豆，如加拿大 (Tseng and Tu, 1997)。

在伏馬鐮孢毒素解毒作用之相關研究可分為物理加熱、添加物質 (包括天然及非天然) 及基因工程。加熱對於伏馬鐮孢毒素之毒力影響，目前並未完全清楚，Murphy 等人 (1996) 指出含有伏馬鐮孢毒素之水溶液或是濕潤的玉米加熱至 150°C 或更高時，可以有效降低該毒素濃度，但 Sydenham 等人 (1995) 卻認為伏馬鐮孢毒素之濃度並不會因為加熱而減少。此外，Bennett (1996) 等人認為以大量水洗處理食物，可達到降低該毒素之效果，其原因為伏馬鐮孢毒素屬水溶性，並且伏馬鐮孢毒素會在清洗過程中被去除。在添加物質對解毒能力之研究中，當玉米在製成玉米薄餅前，經過 nixtamalization，該過程為將玉米處理鹼性物質如氫氧化鈣與加熱，研究顯示在經過氫氧化鈣處理之後，可有效降低 FB₁ 的濃度 (Murphy *et al.*, 1996; Park *et al.*, 1992)。Lu 等人 (1997) 指出將伏馬鐮孢毒素於鹼性環境下以 fructose 處理，可明顯降低 FB₁ 濃度，且發現當餵食老鼠經 fructose 作用後的 FB₁ 飼料，並沒有毒害及引起癌症的情形產生。Murphy 等人 (1996) 發現了將含有該毒素之玉米以過氧化氫及碳酸氫鈉共同處理，可有效降低毒素濃度。

降低 FB₁ 之策略中，除了針對收穫穀類之田間衛生加強管理及對穀類之儲藏環境條件精準調控外，亦可直接針對毒素做不同處理以達降低之效果。一般來說針對毒素之降低可分為物理、化學及生物性的處理，Fanelli 等人 (2003) 指出白藜蘆醇

(resveratrol) 具有大範圍對黴菌毒素的控制效果，故延伸此概念，本論文針對可以降低 FB₁ 之天然添加物做篩選，選取日常生活中易取得之材料做為試驗對象。茶在世界各地是僅次於水最受歡迎的飲料，而茶在中國及日本被當成飲料已有好幾千年，一般認知中茶有促進健康的潛在作用，可以降低發生癌症的機率。茶葉中存在著很多的化學成分，主要有：茶多酚、咖啡鹼、揮發性油、水分、礦物質、色素、碳水化合物、蛋白質、氨基酸、類脂、維生素等，這些成分隨著茶樹品種、生長的自然環境、茶園管理及採茶情況等有明顯的變化趨勢。臺灣茶葉依製法和發酵程度可區分不發酵茶（綠茶類、黃茶類）、部分發酵茶（青茶類、白茶類）和全發酵茶（紅茶類）。

儘管這些方法對於降低未處理玉米相當重要，但可用於食用及飼料玉米上才是最終的目標，故本文主要研究目的在於了解食物與飼料之伏馬鑣孢毒素含量，與探討不同茶葉添加物對於降低其毒性之可能性。

材料及方法

一、伏馬鑣孢毒素 B₁ 毒素偵測與定量

固態萃取：將樣品磨碎，以 18 網目之鐵篩過篩，取 10 克樣品加入乙腈 (Acetonitrile, Sigma-Aldrich®)：甲醇 (methanol)：水 = 1：1：2 之溶液 40 毫升萃取，均勻攪拌 3 分鐘，置於 3D 震盪器震盪 30 分鐘，以 6,000 rpm 速度離心 20 分鐘，得上清液。

液態萃取：將液態樣品均勻攪拌 3 分鐘，置於 3D 震盪器震盪 30 分鐘，以 6,000 rpm 速度離心 20 分鐘，得上清液。

取 3 mL 樣品上清液加入 8 mL 之甲醇 (3)：水 (1) 溶液 (solution 1)，混合均勻後將 pH 值調至 6-9 間，以伏馬鑣孢毒素純化管柱 (fumonisin clean-up column, Romer Labs®) 提取毒素，再以 11 mL【solution 1 (8)：甲醇 (3)】(solution 2) 洗滌純化管柱，最後以 10 mL 之甲醇 (99)：醋酸 (1) 混合溶液 (solution 3)，將伏馬鑣孢毒素自純化管柱中沖提出，將沖提液收集於樣品瓶中，以減壓濃縮方式將樣品濃縮至乾燥，再以 1 mL 之乙腈與水等體積混合溶液回溶待測。

利用高效液相層析測法 (High-performance liquid chromatography, HPLC) 測定伏馬鑣孢毒素之含量 (行政院衛生署，2004)。將樣品上清液以 0.22 μ m 濾膜過濾後，精確量取檢液 50 μ L 於褐色或避光之玻璃瓶中，加入鄰苯二甲醛試劑(OPA 試劑) 50 μ L，振盪混勻 30 秒，經過衍生化反應 3 分鐘後所得衍生物，隨即進行高效液相層析 (HPLC) 分析。高效液相層析測定條件：(i) 層析管柱：RP-18，5 μ m，內徑 4.6 mm $\times$ 15 cm；(ii) 螢光檢出器：激發波長 335 nm，發射波長 440 nm；(iii) 移動相溶液：將甲醇及 0.1 M 磷酸二氫鈉溶液以 77：23 (v/v) 比例混勻，以磷酸調整 pH 至 3.35 後，

以 0.45 μm 之濾膜 (Millex[®]HA) 過濾，濾液以超音波振盪除氣 30 min 後，供作移動相溶液；(iv) 移動相流速：1.0 mL/min。標準溶液或檢液經衍生化反應後，立即精確量取衍生物液 20 μL 注入高效液相層析儀中，參照層析條件進行分析。就衍生化檢液與標準溶液所得波峰之滯留時間 (圖一) 予以比較，主要波峰滯留時間為 8-9 分鐘間，利用比對以鑑別所測之伏馬黴孢毒素，並依檢量線求出樣品中伏馬黴孢毒素 FB_1 之含量。

二、市售穀類含伏馬黴孢毒素 FB_1 之調查

穀類樣品自一般商店購得，穀類樣品種類包括小麥、燕麥、裸麥、蕎麥、糙米、紫糯米、白米、小米及玉米，共九種。將樣品經固態萃取及純化後，取濾液以 1N 氫氧化鈉或 1N 鹽酸調整 pH 值至 6-9 間，再以高效液相層析法測定各穀類含有 FB_1 之情形，試驗重複三次。

三、市售飼料含伏馬黴孢毒素 FB_1 之調查

由國立中興大學動物科學系營養與毒物實驗室提供飼料，包括中豬料、大豬料、母後料、公豬料、肉雞飼料、鰻料、虱目魚飼料及鱸魚飼料，共 8 種。將樣品三重經固態萃取及純化後，取濾液以 1N 氫氧化鈉或 1N 鹽酸調整 pH 值至 6-9 間，再以高效液相層析法測定各飼料含有 FB_1 之情形，試驗重複三次。

四、添加物降低伏馬黴孢毒素 FB_1 試驗

(一) 茶湯降低伏馬黴孢毒素 FB_1 測試

取臺茶 1 號、臺茶 12 號、臺茶 13 號、臺茶 17 號及青心烏龍品種製成不發酵茶、部分發酵茶及全發酵茶之茶乾 3 g，加沸水 150 ml，沖泡 5 分鐘，取其茶湯 1.5 ml 加入 1.5 ml FB_1 10 ppm 標準液，均勻混合後放置 30 分鐘，以液態萃取並進行純化及高效液相層析法測定 FB_1 之濃度，比較不同種茶類降低 FB_1 之能力，試驗重複三次。

(二) 茶葉主成分降低伏馬黴孢毒素 FB_1 測試

取茶葉中主要成分，包括茶胺酸 (theanine)、咖啡因 (caffeine) 及六種兒茶素【(-)-epicatechin (EC), (-)-gallocatechin (GC), (-)-epigallocatechin (EGC), (-)-epicatechin gallate (ECG), (-)-epigallocatechin gallate (EGCG), and (+)-catechin hydrate】之標準品 100 ppm，取 1.5 ml 加入 1.5 ml FB_1 10 ppm 標準液，均勻混合後放置 30 分鐘，以液態萃取並進行純化及高效液相層析測定 FB_1 之濃度，比較不同發酵程度茶類降低 FB_1 之能力，試驗重複三次。

結果與討論

一、市售穀類含伏馬黴孢毒素 B₁ 之調查

本試驗利用市售穀類包含小麥、燕麥、裸麥、蕎麥、糙米、紫糯米、白米、小米及玉米等九種，利用固態萃取純化分析各種穀類含 FB₁ 之情形如圖二，結果顯示在試驗九種穀類中，僅紫糯米及糙米偵測含有 FB₁，其中糙米之 FB₁ 含量達 4 ppm，紫糯米含 FB₁ 量為 0.0595 ppm，其餘七種穀類皆無偵測到 FB₁ 之情形。

二、市售飼料含伏馬黴孢毒素 B₁ 之調查

本試驗以中豬料、大豬料、母後料、公豬料、肉雞飼料、鰻料、虱目魚飼料及鱸魚飼料等八種市售飼料進行 FB₁ 含量偵測試驗，利用固態萃取純化分析後結果皆含有 FB₁ (圖三)，各飼料含 FB₁ 之量介於 0.07-1.27 ppm 間，其中以公豬飼料含 FB₁ 量最高，鰻魚飼料最低。

三、茶湯降低伏馬黴孢毒素 B₁ 測試

本試驗為利用不同品種製成不同發酵程度茶葉之茶湯與 FB₁ 標準品混合後，測試降低 FB₁ 的效果。結果 (表一) 顯示降低 FB₁ 效果較好之處理包括臺茶 13 號製成之不發酵茶、青心烏龍製成之部分發酵茶及臺茶 1 號製成之部分發酵茶等三種，降低百分率分別為 54.33、40.67 及 53.83 %。在全發酵茶處理中則皆無法顯著降低 FB₁。

四、茶葉主成分降低伏馬黴孢毒素 B₁ 測試

由於部分種類之茶湯對於降低伏馬黴孢毒素 FB₁ 之效果可達 50 % 以上，故針對茶湯中主要成分進行降低毒素之試驗。本實驗以茶葉中主要成分茶胺酸 (theanine)、咖啡因 (caffeine)、(-)-EC、(-)-GC、(-)-EGC、(-)-ECG、(-)-EGCG 及 (+)-catechin hydrate 等六種兒茶素之標準品與 FB₁ 標準品混合後，測試降低 FB₁ 的效果，並再次利用不發酵茶與部分發酵茶之茶湯進行降低試驗，結果 (圖四) 顯示以茶胺酸處理降低毒素的效果最佳，可達 34% 降低百分率，其次為 EGCG，其對 FB₁ 之降低率約 23 %，再者為咖啡因、GC、EGC 與 catechin hydrate，此四種化合物對 FB₁ 之降低率約在 15-20 %，而其他四種處理之降低毒素百分率則皆低於 10 %。

在添加物降低 FB₁ 試驗中，降低 FB₁ 效果明顯的處理有三種，包含不發酵茶及部份發酵茶類；而以茶葉主成分，包括茶胺酸、咖啡因及兒茶素等，測試降低 FB₁ 效果試驗，結果顯示茶胺酸與部分兒茶素對於降低毒素之效果最佳，又根據過去的文獻指出，茶葉中游離胺基酸總容量以綠茶及白茶最高 (顧等，2002)，與茶湯降低 FB₁ 試驗中結果趨勢相同，故相信茶胺酸對於降低 FB₁ 有直接的關係。

結 論

2004 年，臺灣出現多起寵物犬因食用寶路公司生產之飼料而引起腎衰竭死亡之案例，經查證發現起因為泰國工廠之未加工原料發霉產生之毒素，導致寵物犬長期食用而引發腎衰竭死亡，且進一步確認為赭麴毒素 (ochratoxin) 及紅麴毒素 (citrinin) (賴, 2004)，故對於食物及飼料中可能受真菌產生之毒素污染之問題是需要被重視的。

本試驗測試市售穀類之 FB_1 含量，測試九種穀類中僅紫糯米及糙米含有 FB_1 ，其中糙米含量達 4 ppm，但本試驗僅針對該次於市售樣品檢測，不代表普遍性現象，但若常長期食用受毒素污染之穀類仍會有造成健康損害之疑慮，根據本試驗中添加物對之降低測試結果，建議可飲用大量不發酵茶與部分發酵茶，除了直接降低可能因食用所攝取之毒素外，更提升毒素溶於水而排出體外之效率。

在飼料檢測中，市售飼料普遍含有 FB_1 情形，尤其在家畜及家禽類之飼料中之 FB_1 含量更普遍偏高，若以此種受污染之飼料長期餵養動物，除了造成動物健康出現問題外，更可能使動物容易死亡造成經濟上之損失，提高生產成本，故依照本試驗結果若能在飼料中添加茶葉，期望可以改善以受真菌污染而有毒素殘留之飼料對飼養動物之影響。

致 謝

感謝中興大學植物病理學系黃振文教授悉心指導，稿蒙二位委員悉心斧正，特此感謝。

參考文獻

1. 行政院衛生署. 2004. 食品中黴菌毒素檢驗方法-玉米及其製品中伏馬镰孢毒素 B_1 和 B_2 之檢驗. 行政院衛生署公告. 台北. 署授食字第 0939316919 號公告。
2. 賴榮耀. 2004. 寶路乾狗糧事件始末. 取自 <http://long-life-vet.myweb.hinet.net/petfood.html>.
3. 顧謙、陸錦時、葉保存. 2002. 茶葉化學. 中國科學技術大學出版社. 安徽省合肥市. pp. 70-78。
4. Abbas, H. K., Cartwright, R. D., Shier, W. T., Abouzied, M. M., Bird, C. B., Rice, L. G., Ross, P. F., Sciumbato, G. L., and Meredith, F. I. 1998. Nature occurrence of

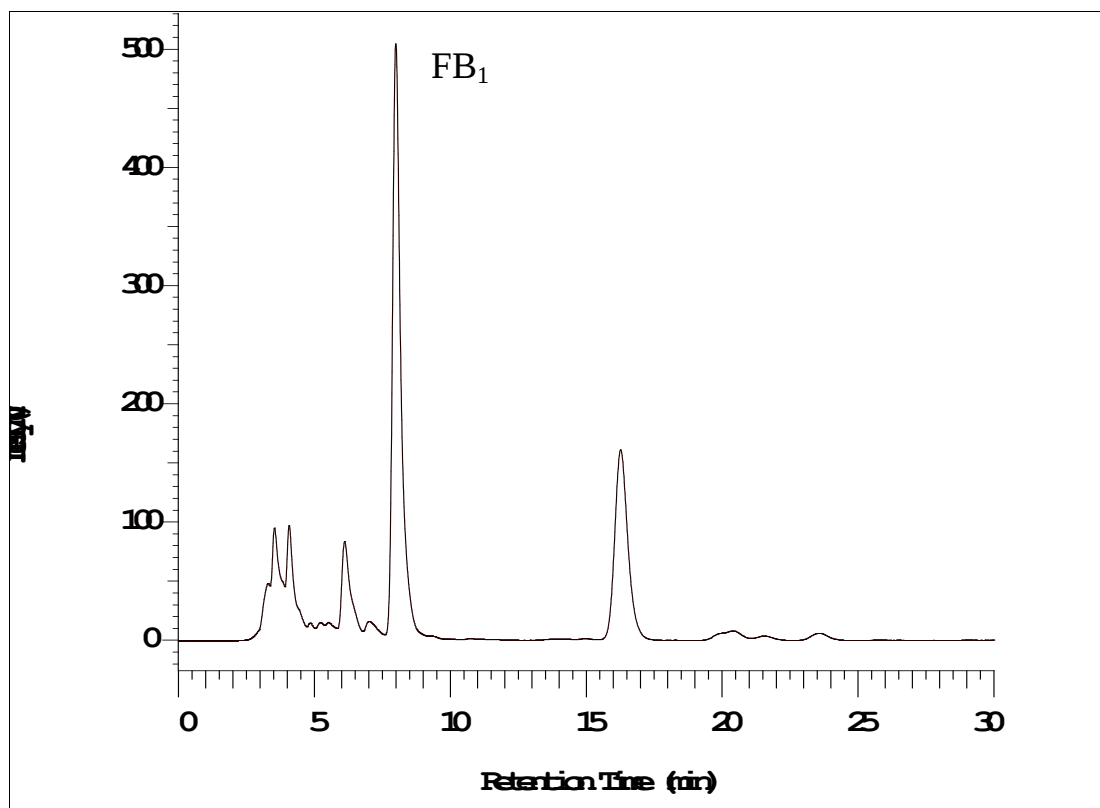
- fumonisin in rice with *Fusarium* sheath rot disease. Plant Dis. 82:22-25.
5. Bennett, G. A., Richard, J. L., and Eckhoff, S. R. 1996. Distribution of fumonisins in food and feed products prepared from contaminated corn. Adv. Exp. Med. Biol. 392: 317-322.
 6. Bhat, R. V., Prathaphumar, H. S., and Rao, V. S. 1997. A foodborne disease outbreak due to the consumption of moldy sorghum and maize containing fumonisin mycotoxins. Clin. Toxicol. 35: 249-255.
 7. Chatterjee, D., Mukherjee, S. K., and Dey, A., 1995. Nuclear disintegration in chicken peritoneal macrophages exposed to fumonisin B₁ from Indian maize. Lett. Appl. Microbiol. 20: 184-185.
 8. Da Silva, J. B., Pozzi, C. R., Mallozzi, A. B., Ortega, E. M., and Correa, B. 2000. Mycoflora and occurrence of aflatoxin B₁ and fumonisin B₁ during storage of Brazilian sorghum. J. Agri. Food Chem. 48: 4352-4356.
 9. Fanelli, C., Taddei, F., Trionfetti Nisini, P., Jestoi, M., Ricelli, A., Visconti, A., and Fabbri, A. A. 2003. Use of resveratrol and BHA to control growth and mycotoxin production in wheat and maize seeds. Aspects Appl. Biol. 68: 63-71.
 10. Gelderblom, W. C. A., Jaskiewicz, K., Marasas, W. F. O., Thiel, P. G., Horak, R. M., Vleggar, R., and Kriek, N. P. J. 1988. Fumonisins- novel mycotoxins with cancer-promoting activity produced by *Fusarium moniliforme*. Appl. Environ. Microbiol. 54(7): 1806-1811.
 11. Gumprecht, L. A., Beasley, V. R., Weigel, R. M., Parker, H. M., Tumbleson, M. E., Bacon, C. W., Meredith, F. I., and Haschek, W. M. 1998. Development of fumonisin-induced hepatotoxicity and pulmonary edema in orally dosed swine: morphological and biochemical alterations. Toxicol. Pathol. 26(6): 777-788.
 12. Lu, Z., Dantzer, R. W., Hopmans, E. C., Prisk, V., Cunnick, J. E., Murphy, P. A., and Hendrich, S. 1997. Reaction with fructose detoxifies fumonisin B₁ while stimulating liver-associated natural killer cell activity in rats. J. Agric. Food Chem. 45(3): 803-809.
 13. Marasas, W. F. O., Kellerman, T. S., Gelderblom, W. C. A., Coetzer, J. A. W., Thiel, P. G., and Van der Lugt, J. J. 1988. Leukoencephalomalacia in a horse induced by fumonisin B₁ isolated from *Fusarium moniliforme*. J. Vet. Res. 55: 197-203.
 14. Murphy, P. A., Hendrich, S., Hopmans, E. C., Hauck, C. C., Lu, Z., Buseman, G., and Munkvold, G. 1996. Effect of processing on fumonisin content of corn. In: L. S.

- Jackson, J. W. Devries and L. B. Bullerman (Eds). "Fumonisin in Food". Plenum Press, New York. pp. 323-334.
15. Park, D. L., Rua, S. M., Jr., Mirocha, C. J., Abd-Alla, E. S. A. M., and Weng, C. Y. 1992. Mutagenic potential of fumonisin contaminated corn following ammonia decontamination procedure. *Mycopathologia* 117: 105-108.
 16. Rheeder, J. P., Walter, F. O., and Vismer, H. F. 2002. Production of fumonisin analogs by *Fusarium* species. *Appl. Environ. Microbiol.* 68(5): 2101-2105.
 17. Sydenham, E. W., Stockenstrom, S., Pieter, G., Thiel, G. S., Shephard, Koch, K. R. , and Marasas, W. F. O. 1995. Potential of alkaline hydrolysis for the removal of fumonisins from contaminated corn. *J. Agric. Food Chem.* 43 (5): 1198-1201.
 18. Tseng, T. C., and Tu, J. C. 1997. Mycoflora and mycotoxins in adzuki and mung beans produced in Ontario, Canada. *Microbios* 90: 87-95.

表一、不同茶湯降低伏馬鑣孢毒素 B₁ 的效果Table1 Effect of tea liquor on reduction of fumonisin B₁ for 30 min at room temperature

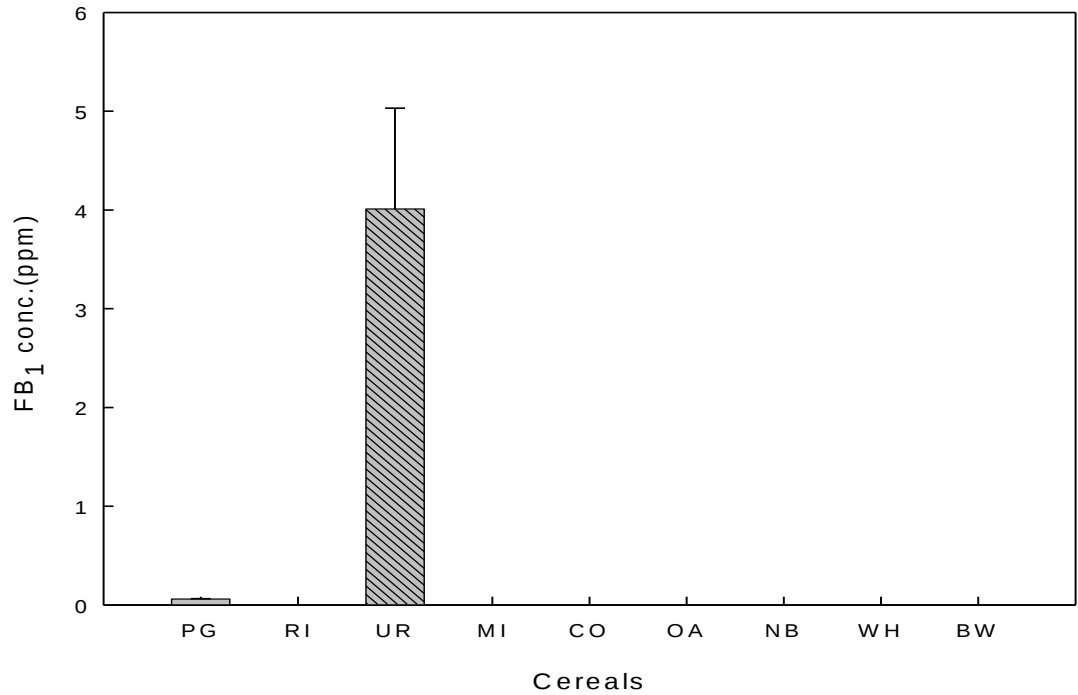
Treatment		Average reduction rate (%)
Non-fermented tea	Chingsing	16.04 bc
	TTES No. 1 ⁱ	13.47 bc
	TTES No. 12	24.5 bc
	TTES No. 13	54.33 a
	TTES No. 17	23.31 abc
Partially fermented tea	Chingsing	40.67 ab
	TTES No. 1	53.83 a
	TTES No. 12	18.38 bc
	TTES No. 13	13.7 bc
	TTES No. 17	35.96 abc
Fully fermented tea	Chingsing	0.82 c
	TTES No. 1	10.94 bc
	TTES No. 12	33.37 abc
	TTES No. 13	8.01 bc
	TTES No. 17	0.65 bc

ⁱ Cultivar name : Taiwan Tea Experiment Station (TTES) No.1ⁱⁱ Values (n = 3) in each column followed by the same letter do not differ significantly ($p = 0.05$) based on Duncan's multiple range test.Note: Fumonisin B₁ analyzed by high-performance liquid chromatography.



圖一、Fumonisin B₁ 標準品以 HPLC 分析的圖譜

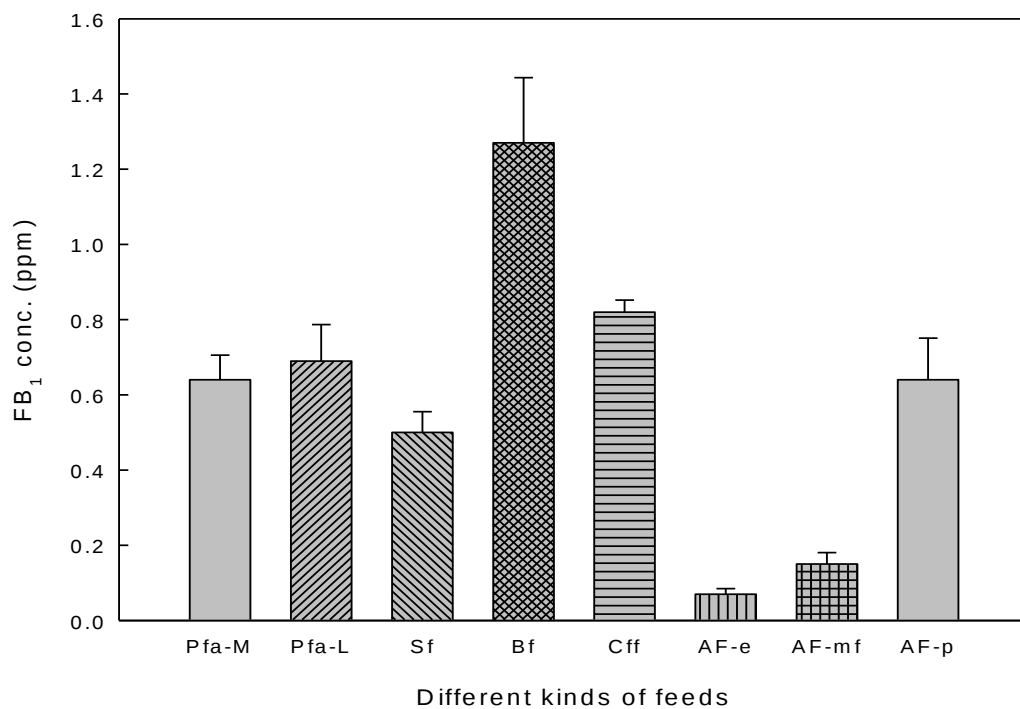
Fig. 1. Chromatography of fumonisin B₁ standard by HPLC



圖二、市售穀類含有伏馬鐮孢毒素 B₁ 的調查 (PG：紫糯米，RI：白米，UR：糙米，MI：小米，CO：玉米，OA：燕麥，NB：裸麥，WH：小麥及 BW：蕎麥)

Fig. 2. Investigation of fumonisin B₁ content of commercial available cereals (PG: purple glutinous rice, RI: rice, UR: unpolished rice, MI: millet, CO: corn, OA: oat, NB: naked barley, WH: wheat, and BW: buckwheat)

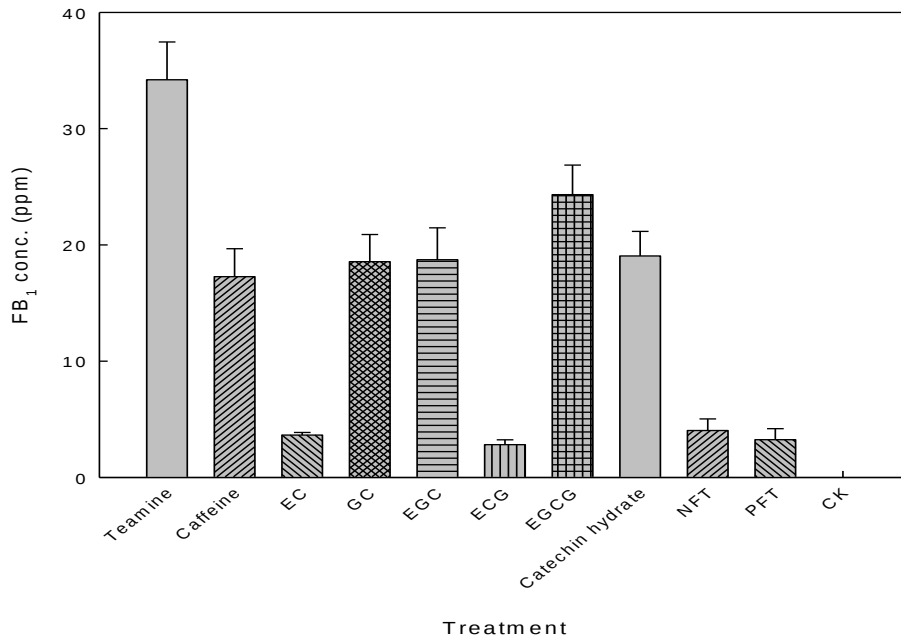
Note: Fumonisin B₁ analyzed by high-performance liquid chromatography



圖三、市售飼料污染伏馬鐮孢毒素 B₁ 之調查。(Pfa-M：中豬飼料，Pfa-L：大豬飼料，Sf：母豬飼料，Bf：公豬飼料，Cff：肉雞飼料，AF-e：鰻魚飼料，AF-mf：虱目魚飼料，AF-p：鱸魚飼料)

Fig. 3. Investigation of commercial available feeds contaminated with fumonisin B₁ (Pfa-M: pig fattening meal-Medium, Pfa-L: pig fattening meal-Large, Sf: sow feed, Bf: boar feed, Cff: chicken fattening feed, AF-e: aquaculture feed-eel, AF-mf: aquaculture feed-milk fish, AF-p: aquaculture feed-perch)

Note: Fumonisin B₁ analyzed by high-performance liquid chromatography



圖四、茶葉主要組成分茶胺酸、咖啡因、六種兒茶素降低伏馬黴毒素B₁的效果
註：對照為不發酵茶 (non-fermented tea, NFT)、部分發酵茶 (partially fermented tea, PFT) 及水

Fig. 4. Effect of major ingredient theanine, caffeine, (-)-epicatechin (EC), (-)-gallocatechin (GC), (-)-epigallocatechin (EGC), (-)-epicatechin gallate (ECG), (-)-epigallocatechin gallate (EGCG), and (+)-catechin hydrate of tea on reduction of fumonisin B₁ for half hour at room temperature

Note: Controls are non-fermented tea (NFT), partially fermented tea (PFT) and water.

Study of Tea Ingredients for Reducing Fumonisin B₁ (FB₁)

Shiou-Ruei Lin¹ Yu-Ju Huang² Tien-Lin Liu³ Jia-Ru Dai^{1,*}

Summary

The contents of fumonisin B₁ (FB₁) content of cereals and animal feeds which are commercial available have been analyzed by high-performance liquid chromatography (HPLC). The result showed the FB₁ content, 4 ppm, of unpolished rice was the highest one among nine cereals. FB₁ was normally present in eight kinds of animal feeds, especially it was higher in cattle and poultry feeds. The ability of detoxification of certain non-fermented (TTES No. 13) and partially fermented teas (TTES No. 1) were higher than other tea treatments. Theanine could be the key ingredient for detoxification. According to the result, it could reduce the toxin uptake from foods in human body by drinking large amount of certain non-fermented and partially fermented tea. It seemed not only to reduce the toxin but increase the dissolution of FB₁ to exclude human body. It could also eliminate the health injury caused by FB₁ of raising animals by adding certain tea supplements into animal feeds and cut down the economic loss further.

Key words: Tea, Fumonisin B₁, High-performance liquid chromatography, Theanine

-
1. Assistant Researcher, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
 2. Assistant Researcher, Tungding Branch of Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.
 3. Associate Researcher, Yuchih Branch of Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.
- * Corresponding author.

山茶科植物內生真菌研究*

林秀榮¹

摘要

內生真菌普遍存在植物中，扮演角色不僅可為病原菌更可與植物共生，甚至可促進植物生長、增加植物對逆境之抗性、與病原菌拮抗等。山茶科植物內生真菌目前研究甚少，本研究以山茶科植物-山茶花-作模式植物進行內生真菌相關研究應用，期能達到促進茶樹生長及降低病蟲害對茶樹影響之目標。研究中試驗材料包括臺灣常見的十種成茶與美國當地山茶花植株。結果顯示成茶之內生真菌分離率以白茶最高，達 28.18%，其他茶種類之內生真菌分離率皆低於 5%，利用分子生物技術方法測定成茶之真菌量，結果得知真菌量隨著不同茶類製程而有差異，偵測得知真菌量多至少分別為：不發酵茶（綠茶）、部分發酵茶（白茶、包種茶）、全發酵茶（紅茶），故推測揉捻步驟對生內真菌之存活有直接影響。十種試驗成茶經過熱水沖泡後即未分離出任何內生真菌，顯示成茶經過熱水浸泡即不會有內生真菌存活。山茶花內生真菌相隨著不同分離部位而有差異，根部內生真菌相較葉部豐富，根部內生真菌分離率皆可超過 50%，且與植物種類 (species) 有關，*Camellia sasanqua* 之內生真菌相較 *C. japonica* 豐富；葉部內生真菌分離率與植株成熟度 (樹齡) 呈正相關，內生真菌隨植株齡期越大內生真菌分離率則越高，可達 90%以上，而 C 型之內生真菌形態型出現在各試驗植物葉部。

關鍵字：內生真菌、山茶科、茶葉製程、揉捻

前言

內生真菌 (endophytic fungi) 為存活於植物體中卻不會造成明顯傷害與病徵之微

1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員。臺灣 桃園市。

*本研究為作者 2014 年在美國西伊利諾大學短期研究成果。

生物(Wilson, 1995)，而其中研究最普遍的為子囊菌門 (Ascomycota) 麥角菌科 (Clavicipitaceae) 之真菌 (Luis et al., 2008)。草本植物中，一般來說內生真菌為垂直傳播 (vertical transmitted)(Clay and Schardl, 2002)，此種傳播方式被視為與寄主建立一良好之寄生關係 (Herre et al., 1999)，然而，在草本研究中，內生真菌所扮演的角色可自一般寄生行為至強互利共生行為 (Clay and Schardl, 2002)。內生真菌對寄主植物有益的效應包括增加對環境逆境的適應能力，如抗旱能力 (Arechavaleta et al., 1989)、妨礙植食性昆蟲對寄主植物之取食 (Breen, 1994; Rowan and Latch, 1994)、抗線蟲危害 (Pedersen et al., 1988; West et al., 1988; Kimmons et al., 1990) 及抗真菌性病害 (Gwinn and Gavin, 1992; Bonos et al., 2005; Clarke et al., 2006)。相較於草本植物中內生真菌的垂直傳播，其他熱帶木本樹種如可可，其內生真菌為水平傳播，即內生真菌來源為外部環境 (Herre et al., 1999, 2005, 2007; Arnold et al., 2000; Van Bael et al., 2005)，在前人研究中得知，剛萌發 (emergence) 的可可葉及果實無內生真菌 (endophyte-free)，而二至三周期間可接收環境中多樣的孢子雨 (spore rain)，部分種類可快速盤據，成為可可主要內生真菌，而其他真菌亦陸續盤據 (Arnold et al., 2003; Herre et al., 2005; Van Bael et al., 2005)。上述研究結果與 Xu 氏等人 (2009) 之研究結果相似並指出，茶樹在芽葉萌發初期為無內生真菌狀態，隨著葉片成長接收環境中孢子的自然接種，組織中之內生真菌的盤據率亦隨之提升，其中芒果球座菌 (*Guignardia mangiferae*) 在成熟葉片的分離率可達 73.5%，而葉片成熟程度、溫度及降雨會影響該真菌之分離率。除了水平傳播外，茶樹之內生真菌 *G. mangiferae* 亦可自母株垂直傳播 (Xu et al., 2009)。在同一寄主植物中不同部位之內生真菌相呈現相異情形，如可可葉及枝條之內生真菌主要屬於 *Collectotricum*、*Botryosphaeria*、*Xylaria* 及 *Phomopsis*，但樹幹之內生真菌則多屬 *Clonostachys* 及 *Trichoderma* (Luis et al., 2008)。

內生真菌之抗病作用機制包括直接抑制病原菌之感染與盤據，如利用拮抗、競爭及超寄生等；或間接的誘發寄主植物產生防禦機制 (Aneja et al., 2006; Bailey et al., 2006)，而正確的了解寄主植物與內生真菌之生態關係，如辨識內生真菌與寄主及與病原菌之交互作用，才可提供日後正確及有效生物防治之策略研究 (Herre et al., 2007)。

本篇研究為執行行政院農業委員會菁英計畫之短期研究項目，內生真菌研究國外已蓬勃發展，國內仍屬起步階段，在本次出國研究中除了瞭解國外研究進程外，更尋求研究團隊及合作窗口，期能配合國內外研究資源達到發展臺灣茶樹內生真菌之研究與應用之目的。

材料及方法

一、分生技術操作

材料：自臺灣已萃取之茶樹 DNA 及自臺灣之冷凍乾燥茶葉葉片（表一）。

方法：

(一) 將自臺灣已萃取之茶樹 DNA 利用 ITS nrDNA fungal specific primers, ITS1F (5'-CTTGGTCATTAGAGGAAGTAA-3') 及 ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') (Gardes et al. 1993) 增幅，增幅片段長度約為 700 bp。

Master mix:

Taq	12.5 µl
PCR water	6.5µl
F primer	1.0 µl
R primer	1.0 µl
BSA	3.0 µl

註：每次製備 Master mix 務必要加一正對照與一負對照與 0.5 個誤差。

DNA 1.0µl

PCR 條件：增幅 ITS 區間反應如下，先加熱至 95°C 2 分鐘，第 1 至第 35 循環為 94°C 30 秒；50°C 30 秒；72°C 45 秒，最後再以 72°C 反應 7 分鐘，最後停止於 4°C，最後進行核酸電泳分析。

(二) 利用兩種不同 DNA 核酸萃取套組進行測試。

材料：

1. no.32 (臺東分場青心烏龍冷凍乾燥葉片)、no.34 (茶乾-白茶)、no.35 (茶乾-龍泉茶)。
2. Power Soil Kit 及 Qiagen Kit。

方法：將萃取後的 DNA 利用上述方法進行 PCR。

(三) 核酸電泳分析

製備 1.2 % Agrose (0.9 g Agrose + 75 mL 1X TAE buffer)(Tris Acetate EDTA)，取 3 µl PCR 產物，標記 (Marker) 為 2µl dye + 3 µl ladder，以 125 v 電壓跑膠 25 分鐘，取出膠體以 EtBr 染色 25 分鐘，退染數秒，進行照膠。

二、成茶真菌研究

材料：自臺灣之 10 種成茶茶乾 (表二)，種類包括不發酵、部分發酵及全發酵茶等不同製程成茶，分別為白茶、綠茶 (碧螺春)、文山包種茶、高山茶、龍泉茶、東方美人茶、紅烏龍、高山紅茶、日月潭紅茶及佳葉龍茶。

方法：

(一) 成茶真菌分析：利用液態氮研磨茶乾，取 200 μg 茶樣並以 Qiagen Kit 抽取 total DNA，利用 ITS nrDNA fungal specific primers，ITS1F 及 ITS4 進行增幅。

(二) 成茶中内生真菌相調查：内生真菌分離純化培養

1. 樣品處理：分成用冷水及熱水浸泡成茶。

(1) 冷水處理：茶乾直接以冷水將泡開待用。

(2) 熱水處理：以煮沸熱水直接浸泡茶乾，3 公克茶乾加入 250 毫升熱水，浸泡 5 分鐘後將茶湯倒出。

2. 樣品表面消毒：

(1) 將樣品放入塑膠培養皿中，每一樣品分別放入十公分塑膠滅菌培養皿。

(2) 將茶葉以 70 %酒精浸潤樣品，確定樣品完全泡在液體中，1 分鐘後將酒精倒除。

(3) 以 0.5 %Clorox (10 ml Clorox + 120 ml 滅菌水) 浸潤樣品，確定樣品完全泡在液體中，2 分鐘後將漂白水倒除。

(4) 以滅菌水漂洗 3 次，注意若仍有漂白水殘留 (異味) 可以滅菌水多漂洗幾次，確定未有漂白水殘留。

(5) 盡量將樣品上之液體移除或是可使用微量吸管吸取多餘液體，避免殘留液體造成汙染。

3. 麥芽汁瓊脂培養基 (Malt Extract Agar, MEA medium) 製備：

取 MEA 培養基 33.6 g 加入一公升過濾水，加入培養基粉前加入磁石，以 121°C，15 磅壓力進行高溫高壓滅菌，待培養基溫度降至 60°C 後加抗生素 Streptomycin 及 Tetracyclin，每升培養基加 1 毫升抗生素，邊攪拌邊加。倒入 10 公分塑膠滅菌培養皿，當日未使用完畢之培養基保存於 4°C 冰箱。

4. 内生真菌分離培養：

(1) 將表面消毒後之樣品於無菌操作台中進行，以熱消毒過的剪刀將葉片周圍剪去，再剪成小塊約 2 x 2 mm² 大小，每一培養皿放入六小片，每種茶 17 皿培養皿，培養皿以石臘膜封住，於室溫下避光培養。

(2) 觀察：分離後 1、3、5 天觀察一次，檢查培養基上若有雜菌 (非從樣品長出的菌) 要重新移菌。

(3) 5 至 7 天後將培養皿上的菌移至新的 MEA 培養皿中培養 (純化)，純化後之真菌待生長至產孢後以肉眼初步分群，並照相建檔。

- (4) 編碼不同形態型 (morphotypes)，並記錄每株採樣茶樹分得之真菌不同形態型出現次數。
- (5) 送定序該菌株以無菌水進行保存，每一菌株保存兩管。

三、山茶花内生真菌相調查：内生真菌分離純化培養

材料：自網路購買美國當地山茶花植株，共兩品種 (*Camellia sasanqua*, *C. japonica*)，八種商品名品種 (表四、圖二)。

方法：

1. 樣品表面消毒及培養基配製：方法同成茶内生真菌調查。
2. 内生真菌分離培養：
 - A. 葉：將表面消毒後之樣品於無菌操作台中進行，以熱消毒過的剪刀將葉片周圍剪去，再剪成小塊約 $2 \times 2 \text{ mm}^2$ 大小，每一培養皿放入 6 小片，為六重複，每樣品至少 100 重複，培養皿以石臘膜封住，於室溫下培養。
 - B. 根：將表面消毒後之樣品於無菌操作台中進行，以熱消毒過的剪刀將根剪成小段約 3 mm 長，每一培養皿放入 6 小根，為 6 重複，每樣品超過 100 重複，培養皿以石臘膜封住，於室溫下培養。

其内生真菌分離培養方法同成茶内生真菌調查試驗方法。

結果

一、不同核酸萃取套組對茶樹核酸萃取效果比較

將利用 Magcore 核酸自動萃取儀萃取之茶樹 DNA 利用專一性引子對進行增幅，結果顯示臺灣產茶樹所製備根的 DNA 皆能被成功增幅，而來自葉片之 DNA 則增幅條帶不明顯或是無法成功被增幅，而利用 Qiagen 套組則能成功增幅茶樹葉片内生真菌片段，顯示 Qiagen 套組對抽取茶樹葉片及根之 DNA 效果優於 Magcore 核酸自動萃取儀。

二、成茶内生真菌研究

成茶茶乾利用核酸萃取套組抽取總去氧核糖核酸後，利用針對真菌所設計的專一性引子對進行特定片段之增幅。10 種不同成茶中，除日月潭紅茶未能成功被增幅外，其餘 9 種成茶皆能被偵測到内生真菌的存在，9 種成茶包括文山包種茶、白茶、龍泉茶、高山烏龍茶、紅烏龍、高山紅茶、佳葉龍茶、碧螺春綠茶及東方美人茶，可以專一性引子對成功增幅特定片段，表示該成茶中有真菌的存在，為確定成茶中之真菌是否仍有活力與是否為内生真菌，進一步分離純化内生真菌。

在成茶内生真菌的分離純化試驗中，各種成茶經過冷水浸泡葉片展開後，表面消毒

後以添加抗生素之麥芽汁瓊脂培養基 (MEA) 進行分離，結果如表三，可自 7 種成茶組織中分離得內生真菌，包括文山包種茶、白茶、龍泉茶、高山茶、紅烏龍、高山紅茶及佳葉龍茶，其中又以白茶分離率最高，所得內生真菌數量最多，共 31 株，分離率為 28.18%，其他成茶之分離率介於 0-3%。結果亦顯示自成茶分離之內生真菌具多樣性，其中自白茶分離之內生真菌共 31 株，其形態型共 30 種。來自白茶內生真菌分離株菌落形態如圖一。

在茶乾經熱水浸泡後進行內生真菌分離試驗結果顯示，茶乾經過沸水浸泡五分鐘後，所有的成茶經表面消毒後皆無內生真菌自組織中長出，故得知沸水可將所有成茶之內生真菌殺死。

三、山茶花內生真菌研究

山茶花根與葉之內生真菌分離率調查結果如表五，根部之內生真菌分離率皆在 50% 以上，其中以 *Camellia sasanqua* 中 6 個品種的內生真菌分離率最高，皆超過 70%。葉部內生真菌分離率自 12.75% 至 99.04%，分離率超過 90% 的品種包括 Leslie Ann 及 Yuletide Red，且該 2 品種植株尺寸皆為 30 吋左右。Falling Star White 及 Grace Albritton 此 2 品種之植株為小苗，而其內生真菌分離率較其他品種低，皆低於 40%。

山茶花內生真菌之分離株數與形態型調查結果如表六，每一品種分離樣品數皆超過 100 小片。自山茶花根部分離得之內生真菌分離株共 591 株，其形態型共 300 種，各品種之主要形態型 (出現率最高者) 自代號 33 至 50 分別為 6F、8B、9E 與 9F、10Y、13B、13R、13R、15K、15K，其菌落形態如圖三，其中 8B、9E、9F 及 13B 菌落正面看起來相似，但由於菌落背面差異甚大，故仍將其區分為不同之形態型；內生真菌自葉部分離得共 302 分離株，分離株之形態型共 158 種，各品種之主要形態型自代號 33 至 50 分別為 A、Y、C、B 與 C、C、C、F、5D (圖四)，在 8 種試驗植物之葉片上皆能分離得到 C 型之內生真菌，又在 *C. sasanqua* 種類中的 6 種供試植物有四種以 C 形態型真菌為主要之內生真菌，該 4 種品種為 Leslie Ann、Our Linda Pink、Winters Charm Pink 及 Yuletide Red。

討 論

茶樹具有多種多酚化合物，而因其市售核酸萃取套組各廠牌成分與配方皆不同，故針對本實驗室常用之核酸萃取套組作核酸萃取效能比較，結果顯示以 Qiagen 核酸萃取套組能成功萃取茶樹去氧核糖核酸，而 Megacore 自動萃取儀萃取得之去氧核糖核酸量較少，故若針對抽取新鮮茶樹組織推薦以 Qiagen 核酸萃取套組進行核酸萃取，以提升後續研究之效能與準確性。

在成茶內生真菌研究中，直接以 Qiagen kit 進行茶乾 DNA 萃取，結果發現除了日月潭紅茶中未能偵測得真菌 DNA 外，其他 9 種成茶中皆能以分子生物技術確定有真菌之存

在，又隨著不同的製茶方式，檢測得之真菌 DNA 量亦有不同，其中以不發酵茶之三峽碧螺春綠茶及部分發酵茶白茶之真菌 DNA 量 (以電泳膠條帶之亮度判別) 高於其他 8 種成茶，其次為部分發酵茶中的文山包種茶、龍泉茶、高山烏龍茶、紅烏龍、佳葉龍茶及東方美人茶之真菌 DNA 量，而全發酵之高山紅茶僅有不明顯條帶，故其真菌 DNA 量相較其他成茶為少，比較不同茶類製成 (圖五) 推測此結果與茶類之製成有關，發現真菌 DNA 量與揉捻及發酵程度呈負相關，經過揉捻及發酵者能偵測得之內生真菌 DNA 量較低，但為確定茶乾中之真菌 DNA 皆為内生真菌，故將成茶利用冷水使葉片展開後，以表面消毒方式確定葉面真菌被移除，利用含有兩種抗生素之麥芽汁瓊脂培養基進行成茶内生真菌之分離，結果發現共有七種成茶中可分離得内生真菌，其中又以白茶分得之內生真菌最多，有 31 株，分離率為 28.18%，而其他六種成茶之內生真菌分離率則皆低於 3%。白茶之內生真菌分離株型態差異大，共有 30 種形態型，且與來自其他成茶之內生真菌型態亦不相同，值得將分離得之內生真菌進行分子生物鑑定。

成茶之內生真菌分離率以白茶最高，推測與茶葉製成有關，白茶之製程與其他試驗茶種製成差異在於缺乏“揉捻”步驟，故推測茶葉在揉捻時因細胞被破壞大量釋放出多酚類物質及氧化酵素，進而殺死内生真菌，而白茶僅經由長時間萎凋後直接進行乾燥，故内生真菌殘存機率提升使得分離率遠高於其他茶種。又因白茶之內生真菌分離率近三成，懷疑内生真菌是否會造成食安問題，故進行熱水沖泡後再以表面消毒方式進行内生真菌之分離，試驗結果顯示 10 種成茶經過熱水浸泡後皆未分離得内生真菌，故證明成茶經由熱水沖泡後不會有内生真菌之存在，此結果證明熱水沖泡之茶湯無真菌殘留之疑慮。

在山茶花内生真菌研究結果中，可自山茶花根部分離得之內生菌共 303 株，自葉部可分離得 161 株，且顯示試驗植株根部内生真菌分離率與種類 (species) 有關，内生真菌分離率在 *Camellia sasanqua* 植株之根部皆較高於 *C. japonica*，且分離率皆超過 70% 以上；葉部之內生真菌分離率則與植株大小 (樹齡) 成正相關，其中為苗期植株的 *Falling Star White* 及 *Grace Albritton* 之內生真菌分離率皆低於 40%；植株大小在 10-14 吋之 *Cecilia White*、*Our Linda Pink* 及 *Debutante Pink* 葉部内生真菌分離率則在 42.31~50.69% 之間；14-18 吋的 *Winters Charm Pink* 葉部内生真菌分離率為 66.67%；而樹齡較大者 (植株超過 24 吋) 之 *Leslie Ann* 與 *Yuletide Red* 葉部内生真菌分離率超過 90%，證實内生真菌在山茶花之盤據會隨著植株之成熟度而增加。内生真菌分離株之形態型觀察結果，自根部分離之內生真菌種類較葉部來得多，且其大部分分離株之菌絲顏色偏黃至褐色，而在葉部内生真菌分離株則顏色較豐富。各品種之根部内生真菌形態型相互重複者少，但在葉部内生真菌分離株之形態型以 C 型皆出現於各品種中，又 C 型為大部分 *C. sasanqua* 之主要内生真菌，未來針對本菌對山茶花之影響可再作深入研究。

結 論

在成茶內生真菌研究中，得知製程對內生真菌之殘存有關，其中又以揉捻該步驟直接影響內生真菌之存活，日後研究可針對揉捻程度及茶葉細胞破裂釋出之化合物種類與對內生真菌之存活影響作深入研究，而茶葉之內生真菌種類與成茶品質關係亦為重要研究方向。在成茶內生真菌分離試驗中指出，所有成茶經過沸水浸泡五分鐘後，即無法分得任何內生真菌，故一般熱水沖泡法之飲茶習慣下是不會有內生真菌存活在茶湯中之疑慮。

山茶花內生真菌研究中發現內生真菌相與內生真菌分離率在根部及葉部皆有不同之結果，且不同種山茶花之內生菌相與分離率亦有差異。根據本試驗結果顯示 *Camellia sasanqua* 之內生真菌分離率較 *C. japonic* 高，葉部內生真菌相種類普遍少於根部。而在葉部分離調查結果得知，然不同種之山茶花皆可分離得同一種真菌，如 *C. sasanqua* 類型的山茶花葉部內生真菌主要菌落形態型皆為 C 型，且該形態型之內生真菌皆出現在所有試驗山茶花中，推測 C 型內生真菌為山茶花中之主要內生真菌種類之一，日後將對 C 型內生真菌進行鑑定與病原性測試，了解該真菌在山茶花中扮演之角色。

本次研習所學得之智能可以應用於國內山茶科植物 (*C. sinensis* 及 *C. olifera*) 內生真菌相調查、進而探討內生真菌對茶樹之影響，期能達到了解內生真菌對茶葉品質影響與找尋具生物防治潛力之內生針菌之目標。

致 謝

本計畫承蒙農委會菁英計畫支持，本文蒙二位委員悉心斧正，於此一併致以最誠摯的謝意。

參考文獻

1. Arachevaleta, M., Bacon, C. W., Hoveland, C. S., Radcliffe, D. E. 1989. Effect of the tall fescue endophyte on plant response to environmental stress. *Agronomy Journal* 81: 83-90.
2. Arnold, A. E., Maynard, Z., Gilbert, G. S., Coley, P. D. and Kursar, T. A. 2000. Are tropical fungal endophytes hyperdiverse? *Ecological Letters* 3: 267-274.
3. Bonos, S. A., Wilson, M. M., Meyer, W. A. and Reed Funk, C. 2005. Suppression of red thread in fine fescues through endophyte-mediated resistance. *Applied Turfgrass Science*. Doi:10.1094/ATS-2005-0725-01-RS.
4. Breen, J. P. 1994. Acremonium endophyte interactions with enhanced plant resistance to insects. *Annual Review of Entomology* 39: 401-423.
5. Clarke, B. B., White Jr., J. F., Hurley, R. H., Torres, M. S., Sun, S. and Huff, D. R. 2006. Endophyte-mediated suppression of dollar spot disease in fine fescues. *Plant Disease* 90: 994-998.
6. Clay, K. and Schardl, C. 2002. Evolutionary origins and ecological consequences of endophyte symbiosis with grass. *The American Naturalist* 160: 99-127.
7. Gardes, M. and Bruns, T. D. 1993. ITS primers with enhanced specificity for basidiomycetes application to the identification of mycorrhizae and rusts. *Molecular Ecology*, 2: 113-118.
8. Gwinn, K. D. and Gavin, A. M. 1992. Relationship between endophyte infestation level of tall fescue seed lots and *Rhizoctonia zeae* seedling disease. *Plant Disease* 76: 911-914.
9. Herre, E. A., Knowlton, N., Muller, U. and Rehner, S. 1999. The evolution of mutualisms: exploring the paths between conflict and cooperation. *Trends in Ecology & Evolution* 14: 49-53.
10. Herre, E. A., Van Bael, S. A., Maynard, Z., Robbins, N., Bischoff, J., Arnold, A. E., Rojas, E., Mejia, L. C., Cordero, R. A., Woodward, C. and Kylo, D. A. 2005. Tropical plants as chimera: some implications of foliar endophytic fungi for the study of host plant defense, physiology, and genetics. In: D. F. R. P. Burslem, M. A. Pinard and S. E. Hartley (Eds). "Biotic Interactions in the tropics: Their Role in the Maintenance of Species Diversity". Cambridge University Press, pp. 226-237.
11. Herre, E. A., Mejia, L. C., Kylo, D. A., Rojas, E., Maynard, Z., Butler, A. and Van Bael,

- S. A. 2007. Ecological implications of anti-pathogen effects of tropical fungal endophytes and mycorrhizae. *Ecology* 88: 550-558.
12. Kimmons, C. A., Gwinn, K. D. and Bernard, E. C. 1990. Nematode reproduction on endophyte-infected and endophyte-free tall fescue. *Plant Disease* 74: 757-761.
 13. Pedersen, J. F., Roderiguez-Kabana, R. and Shelby, R. A. 1998. Ryegrass cultivars and endophyte in tall fescue affect nematodes in grass and succeeding soybean. *Agronomy Journal* 80: 811-814.
 14. Rowan, D. D. and Latch, G. C. M. 1994. Utilization of endophyte-infected perennial ryegrasses for increased insect resistance. In: C. W. Bacon and J. F. White (Eds). "Biotechnology of Endophytic Fungi of Grasses". CRS Press, Boca Raton. pp. 169-183.
 15. Van Bael, S. A., Maynard, Z., Robbins, N., Bischoff, J., Arnold, A. E., Rojas, E., Mejia, L. C., Kylo, D. A. and Herre, E. A. 2005. Emerging perspectives on the ecological roles of endophytic fungi in tropical plants. In: J. Dighton, P. Oudemans, and J. F. White (Eds). "The Fungal Community: Its Organization and Role in the Ecosystem"(3rd ed). CRP Press, Boca Raton. pp. 181-193.
 16. West, C. P., Izeke, P., Robbins, R. T., Oosterhuis, D. M. and Robbins, R.T. 1988. The effect of *Acremonium coenophialum* on the growth and nematode infestation of tall fescue. *Plant and Soil* 112: 3-6.
 17. Wilson, D. 1995. Endophyte-The evolution of a term and clarification of its use and definition. *Oikos* 73: 274-276.
 18. Xu, Y. P., Huang, W., Wang, G. H. and Yang, M. 2009. Distribution and transmission of endophytic *Guignardia mangiferae* isolated from tea plant, *Camellia sinensis*. *Scientia Silvae Sinicae* 45(4): 65-71.

表一、來自臺灣之試驗材料

Table 1 Materials form Taiwan

代號 Code	種類及來源 Type and resource	備註 Note
12	總場 台茶 12 號	DNA
18	總場 台茶 18 號	DNA
20	總場 台茶 20 號	DNA
23	總場 青心烏龍	DNA
24	阿里山 青心烏龍	DNA
25	總場 香櫞 1	DNA
26	總場 香櫞 2	DNA
27	總場 小果油茶	DNA
28	總場 四季春	DNA 及冷乾葉片
29	總場 武夷	DNA 及冷乾葉片
30	臺東分場 台茶 12 號	DNA 及冷乾葉片
31	臺東分場 台茶 18 號	DNA 及冷乾葉片
32	臺東分場 青心烏龍	DNA 及冷乾葉片

表二、試驗成茶資料

Table 2 Profiles of testing made teas

代號 Code	茶葉種類 Tea type	品種 Cultivar
33	文山包種茶	臺茶 13 號
34	白茶	武夷
35	龍泉茶	青心烏龍
36	高山茶	青心烏龍
37	紅烏龍	臺茶 12 號
38	高山紅茶	青心烏龍
39	佳葉龍茶	未知
40	碧螺春	青心柑仔
41	日月潭紅茶	臺茶 21 號
42	東方美人茶	臺茶 12 號

表三、成茶內生真菌分離率、分離株及其形態型調查

Table 3 Investigation of endophytic fungi isolation rate, amount of isolates and its morphotypes of made tea

成茶代號 Made tea No.	內生真菌分離率 Endophytic fungi isolation rate (%)	分離株代號 Isolate code	形態型數 Amount of morphotypes
33	1 (1/100)	D101	1
34	28.18 (31/110)	D1~31	30
35	1.67 (2/120)	D201, D202	2
36	0.95 (1/105)	D301	1
37	1.90 (2/105)	D401, D402	2
38	1.81 (2/110)	D501, D502	2
39	2.72 (3/100)	D601~D603	2
40	0 (0/120)	-*	0
41	0 (0/120)	-	0
42	0 (0/120)	-	0
總數		42	40

*：無分離株。

表四、試驗植物資料-山茶花

Table 4 Profiles of testing *Camellia* plants

代號 Code	植物品種 Plant species	植物品種 (商品名) Plant variety name (Commercial name)	植株尺寸 Plant size (inch)
43	<i>Camellia sasanqua</i>	Cecilia White	10-14
44	<i>C. sasanqua</i>	Falling Star White	seedling
45	<i>C. sasanqua</i>	Leslie Ann	24-30
46	<i>C. sasanqua</i>	Our Linda Pink	10-14
47	<i>C. sasanqua</i>	Winters Charm Pink	14-18
48	<i>C. sasanqua</i>	Yuletide Red	24-30
49	<i>C. japonica</i>	Debutante Pink	10-14
50	<i>C. japonica</i>	Grace Albritton	seedling

表五、山茶花葉及根之内生真菌分離率調查

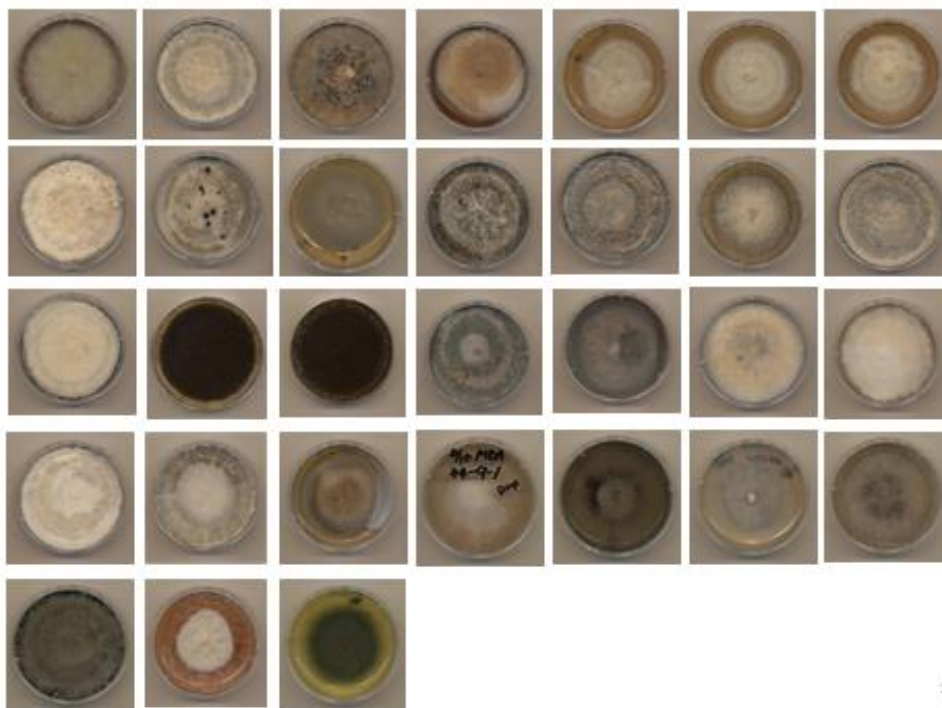
Table 5 Endophyisolation rate of roots and leaves form *Camellia* plants

代號 Code.	試驗植物種類 Plant species	品種名稱 Plant variety name	植株尺寸 Plant size (inch)	内生真菌分離率(%)(根/葉) Endophytic fungi isolation rate (%) (Roots/Leaves)
43	<i>Camellia sasanqua</i>	Cecilia White	10-14	87.25/50.69
44	<i>C. sasanqua</i>	Falling Star White	seedling	72.62/12.75
45	<i>C. sasanqua</i>	Leslie Ann	24-30	86.27/90.97
46	<i>C. sasanqua</i>	Our Linda Pink	10-14	80.39/42.31
47	<i>C. sasanqua</i>	Winters Charm Pink	14-18	98.04/66.67
48	<i>C. sasanqua</i>	Yuletide Red	24-30	77.45/99.04
49	<i>C. japonica</i>	Debutante Pink	10-14	55.88/42.59
50	<i>C. japonica</i>	Grace Albritton	seedling	58.82/39.05

表六、山茶花内生真菌分離株數與主要形態型調查

Table 6 Investigation of the amount of isolates and main morphotype of endophytic fungi in *Camellia* plants

代號 Code.	根 Root		葉 Leaf	
	分離株/形態型 No. of isolate/ No. of Morphotypes	主要形態型 Dominant morphortype	分離株/形態型 No. of isolate/ No. of Morphotypes	主要形態型 Dominant morphortype
43	95/59	6F	62/29	A
44	58/32	8B	13/12	Y
45	95/47	9E. 9F	35/14	C
46	64/41	10Y	58/43	B. C
47	85/41	13B	16/9	C
48	83/38	13R	19/13	C
49	53/29	15K	67/44	F
50	58/37	15K	32/21	5D



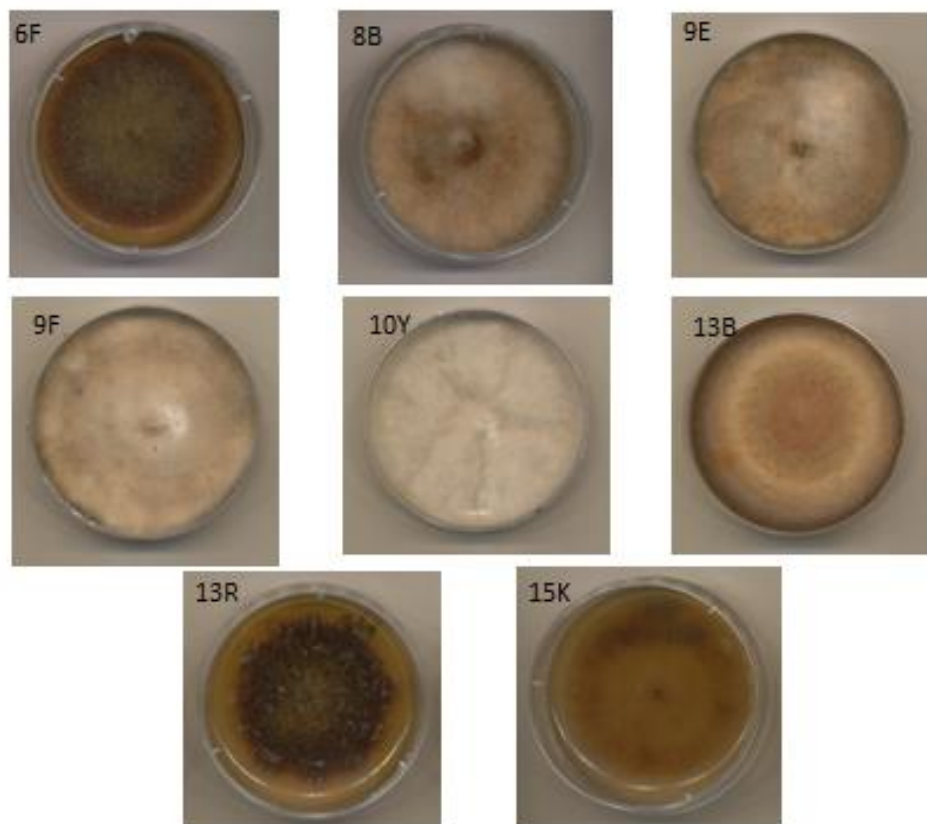
圖一、自白茶分離之內生真菌菌落外觀型態

Fig. 1. The endophytic fungi morphotypes of white teas



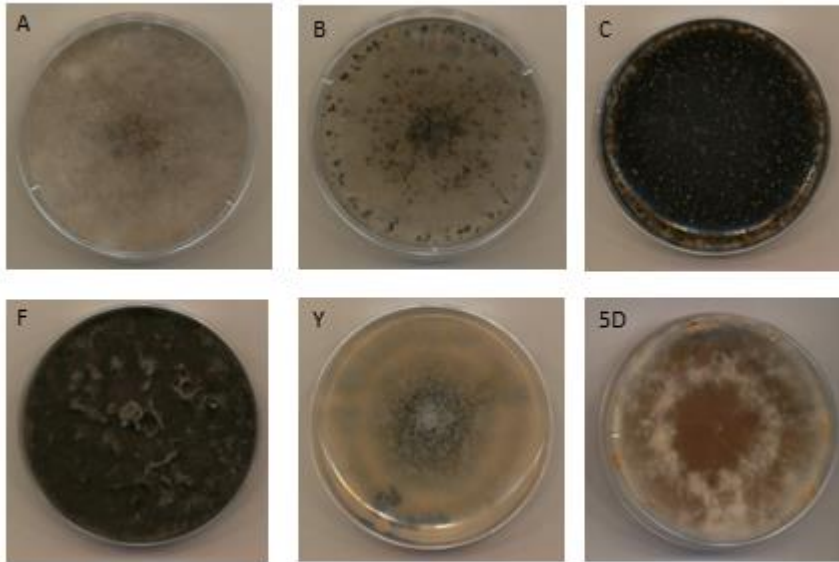
圖二、試驗山茶花植株

Fig. 2. Testing *Camellia* plants



圖三、山茶花根部內生真菌主要分離株之形態型

Fig. 3. The dominant endophytic fungi morphotypes in roots of *Camellia* plants



圖四、山茶花葉部内生真菌主要分離株之形態型

Fig. 4. The dominant endophytic fungi morphotypes in leaves of *Camellia* plants

不發酵茶(綠茶)

茶菁 → 殺菁 → 揉捻 → 乾燥

部分發酵茶(白茶, 烏龍茶)

茶菁 → 室內萎凋 → 乾燥
 茶菁 → 日光萎凋 → 室內萎凋 → 殺菁 → 揉捻 → 乾燥

全發酵茶(紅茶)

茶菁 → 室內萎凋 → 揉捻 → 解塊 → 後發酵 → 乾燥
 茶菁 → 室內萎凋 → 揉捻及切碎 → 後發酵 → 乾燥

圖五、不同茶類之製程

Fig. 5. The processing chart of various teas

Study of Endophytic Fungi in Theaceae Plants*

Shiou-Ruei Lin¹

Summary

Endophytic fungi normally exist in plants. Endophytic fungi not only symbiotic live within plants, but also promote plants growth, increase the tolerance of stress from environment and protect plants from pests. There is very less research about endophytic fungi in Theaceae plants in Taiwan. In this short-term research, *Camellia sasanqua* and *C. japonica* were considered as modeling plants for endophytic fungi study in order to apply in the research about *C. sinensis* in the future. Expect to achieve the goal which is to enhance the tea plants growth and decrease the damage from pests. Among ten kinds of made tea, the endophytic fungi isolation rate in white tea is 28.18% the highest one. The endophytic isolation rate is usually lower than 5% in other made teas. Detection fungi DNA in made tea by extraction and PCR showed that the fungi content in made tea influence by tea processing. The fungi content was reduced gradually as follow non-fermented tea, partially-fermented tea and fully fermented tea. According to this result we support “Rolling” in tea processing is the key factor influence the survival of endophytic fungi in made tea. However, there was no endophytic fungi isolated from the made tea after steeping in boiling water for five minutes. Endophytic fungi types are differ from different tissues. The morphotypes of endophytic fungi in roots are more than in leaves. The endophytic isolation rates of roots are more than 50% and correlated with the plant species. The endophytic fungi morphotypes from roots of *C. sasanqua* are usually more abundant than *C. japonica*. The endophytic isolation rates of leaves are increased with the plant age. The endophytic fungi isolation rate in leaves are usually high even more than 90%. The dominant endophytic fungi morphotype from leaves of testing Theaceae plants is *C.*

Key words: Endophytic fungi, Theaceae, Tea processing, Rolling

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

* This short term research had done in Western Illinois University, U.S.A., 2014.

低甲基黃嘌呤類茶樹品種 (系) 之篩選

劉千如¹ 劉秋芳² 羅士凱³ 蘇彥碩^{2,*} 邱垂豐⁴ 蔡憲宗⁵

摘 要

茶葉含有的咖啡因屬於甲基黃嘌呤類，能刺激人體中樞神經，促進大腦興奮的一種興奮劑。但它對人體產生一定的副作用。因此，保持茶葉風味和營養成分的低咖啡因茶，受到消費者的歡迎。低咖啡因含量的茶樹育種是生產低咖啡因茶葉的方法之一。茶葉中所含的甲基黃嘌呤主要以咖啡因為主 (約佔茶葉乾重 2-5%)，另含有少量的可可鹼 (約佔茶葉乾重 0.05%) 和茶鹼 (約佔茶葉乾重 0.002%)，是咖啡因合成途徑的前驅物，亦有刺激人體中樞神經、刺激心跳、利尿等作用。本計畫針對臺灣目前現有之茶樹栽培種及地方品系，共 124 種品種 (系)，取其夏、秋及春季茶菁，測其咖啡因、可可鹼及茶鹼之含量。結果顯示咖啡因及可可鹼之含量以秋季最高，夏季次之，春季最低，茶鹼在季節間無明顯差異，品種 (系) 間比較初步將臺灣目前現有之栽培品種及地方品系之咖啡因含量分為三級，夏茶第一級 < 23.39 mg/g，第二級 23.39-29.85 mg/g，第三級 > 29.85 mg/g；秋茶第一級 < 24.70 mg/g，第二級 24.70-31.56 mg/g，第三級 > 31.56 mg/g；春茶第一級 < 24.34 mg/g，第二級 24.34-31.28 mg/g，第三級 > 31.28 mg/g。阜廬、武夷、金龜及烏骨仔秋季咖啡因含量分別為 18.01、18.93、19.26 及 19.53 mg/g，為所有品種 (系) 中低於 20 mg/g，屬低咖啡因之品種。

關鍵字：咖啡因、茶樹、可可鹼、茶鹼、甲基黃嘌呤

前 言

茶葉中有效成分，生物鹼、多酚類化合物、維生素類、礦物元素、胺基酸、茶皂素、及其他化學成分等，對人體有保健功能，生物鹼類化合物有強心、利尿、提高神經系統的興奮等藥理功效，茶葉中所含的生物鹼化合物主要為咖啡因，佔茶乾 2~4%。但咖啡因大劑量或長期使用也會對人體造成損害，特別是有成癮性。咖啡因是一種甲基黃嘌呤生物鹼，目前已知咖啡因能抑制磷酸二酯酶 (phosphodiesterase) 及具有腺甘阻斷效應 (adenosine blockade)，引起中樞神經系統的興奮作用。咖啡因是甲基黃嘌呤生物鹼 (咖啡因、茶鹼、可可鹼) 中具有最強之中樞神經興奮作用，咖啡因對某些人會引起心跳過速與胃腸道異常 (Oarrsgh *et al.*, 1979)，引起焦慮、頭痛、嘔吐及心悸 (Finn

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場 副研究員。臺灣 桃園市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員。臺灣 桃園市。
 3. 行政院農業委員會茶業改良場文山分場 助理研究員。臺灣 新北市。
 4. 行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼秘書。臺灣 桃園市。
 5. 行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼課長。臺灣 桃園市。

* 通訊作者。

and Cohen, 1978) 也會影響正常睡眠。報告研究顯示咖啡因會促進某些藥物的吸收，也會誘導肝微粒體，影響某些藥物的代謝 (Mitoma *et al.*, 1968)。咖啡因也有加強某些藥物 (包括苯二氮平類、乙醯胺酚及阿斯匹林) 的作用，也會使血漿中游離脂肪酸濃度增加 (Kwon *et al.*, 1985)。更有研究證實咖啡因會引起中毒及畸型胎 (Collins *et al.*, 1983) 因此懷孕婦女應避免飲用含有高濃度咖啡因的飲料。同時更有研究警告某些病人 (例如，心臟病人) 應避免飲用含有咖啡因的飲料。

目前低咖啡因茶的研究方向分別為有機溶劑萃取 (Sakanaka, 2003)，CO₂ 超臨界萃取 (Chang *et al.*, 2000)，茶樹基因轉殖和傳統育種 (陳等, 2009) 等方向。有機溶劑萃取法是利用有機溶劑：二氯乙烯和三氯甲烷，進行咖啡因之萃取，但在製程中有機溶劑多少會殘留於茶葉中，加上近年來的研究二氯乙烯，三氯甲烷均有致癌之可能性，因此這兩種有機溶劑已經被禁止使用於食物上。而 CO₂ 超臨界萃取法雖然可以有效的去除茶葉中之咖啡因含量，但也會去除茶葉所具備的特殊香氣，加上其設備昂貴，因此不符合生產低咖啡因茶之經濟利益。2003 年日本研究人員利用基因剔除技術 (gene knock-out) 培育出一種低咖啡因的基因轉殖咖啡樹，其咖啡因含量雖未達無咖啡因的標準，但已較一般咖啡減少 70% 的咖啡因。因此有機會利用此基因剔除技術對茶樹進行基因轉殖以減少其咖啡因含量，以獲得低咖啡因茶菁可製造低咖啡因茶。利用遺傳工程技術可以縮短育種的時間，效率也較高，但在基改食品反對聲浪不退的情況下，傳統育種法還是相當受人期待。日本學者從印度、斯里蘭卡和孟加拉引入品系 2 個品系，從中國引入 319 個品系，對這些品系及日本當地的 703 個品系進行春茶咖啡因含量分析。結果顯示，有 7 個日本當地種和 1 個中國引入種的咖啡因含量低於 2%，最低的僅為 1.85%，日本用咖啡因含量低的品種與藪北種雜交獲得 1005 個單株後代，其中咖啡因含量低於 1.7% 的有 8 個，最低的為 1.42%，藪北種和來自中國安徽省品系雜交的 F1 代單株，其咖啡因含量為 1.63%-1.64%，日本還進行了茶樹和其近緣種種間雜交的試驗，從中選育出 10 個單株，其咖啡因含量為 0.42-1.05% (陳, 1998)。本計畫進行國內茶樹品種 (系) 咖啡因、可可鹼及茶鹼含量分析，包含現有栽培品種及地方品系，初步篩選出具低咖啡因潛力之品種 (系)，可做為後續低咖啡因育種之親本依據。

材料與方法

一、試驗材料：本場品種園中 124 種茶樹品種 (系)(如表一)，包含現有栽培品種及地方品系，採摘夏季、秋季及春季茶菁 (一心二葉)。

二、試驗方法：採摘新鮮之葉片立即冷凍乾燥並存於 -40℃ 冰箱內進行分析，將冷凍乾燥葉片磨粉，分析各品種 (系) 中咖啡因、可可鹼及茶鹼含量。秤取 0.5 g 冷凍乾燥之茶粉，加入 10 mL 純水，於 80℃ 水浴槽中加熱萃取 30 分鐘，待溶液冷卻至室溫後，定量至 100 mL，最後以 0.45 nm PVDF 濾膜過濾後，以高效液相層析儀分析，分析條件如下：高效液相層析儀 (1200 series, Agilent, USA)；管柱為 Discovery RP-Amide C16 column (Supelco, USA) 大小為 4.6 mm x 150 mm x 5 μm；動相 A：ortho-phosphoric acid (85%) 與純水 (0.05 : 99.95, V : V)，動相 B：乙腈 (acetonitrile, ACN)，移動相梯度之條件。樣品注入體積為 20 μL，流速為 0.8 mL / min，測定波長為 210 nm，檢測方法參考 Li *et al.* (2008)。

高效液相層析儀移動相梯度之條件：

1. 0-4 (min)，動相 B (ACN)(%)：2
2. 4-21 (min)，動相 B (ACN)(%)：2-9

3. 21-32 (min)，動相 B (ACN)(%)：9-23

4. 32-45 (min)，動相 B (ACN)(%)：23

5. 45-55 (min)，動相 B (ACN)(%)：post run

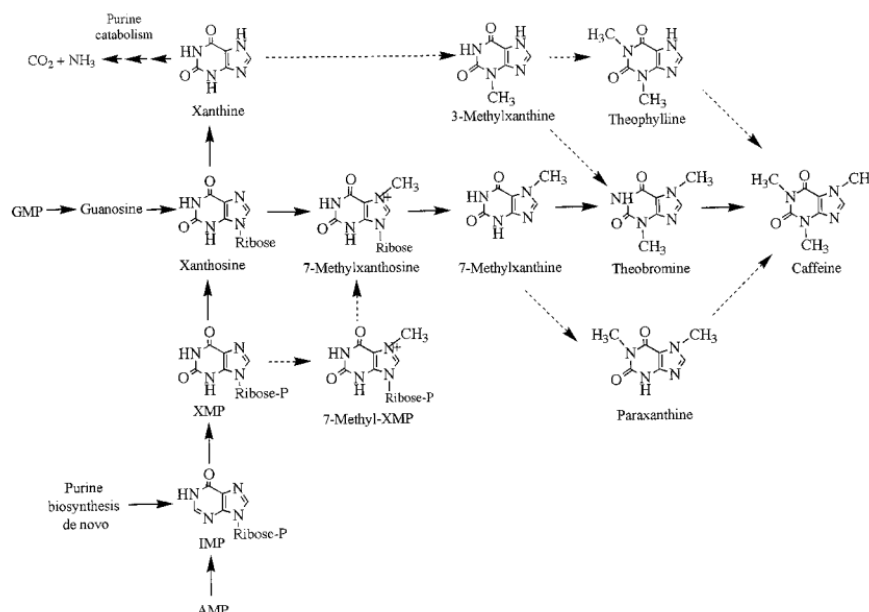
三、統計方法：將各季節參試品種系標準化後 (Z)，分為三個等級，分別為第一級 $Z < -0.8$ (20%)、第二級 $-0.8 < Z < 0.8$ (60%) 及第三級 $Z > 0.8$ (20%)。

結果與討論

本試驗各參試品種 (系) 均於茶改場品種園內採摘，共 124 種茶樹品種 (系)，包含現有栽培品種及地方品系，栽培管理及氣候環境因子一致，採摘時期分別集中於 2011 年 7 月中旬 (夏季)、9 月中旬 (秋季) 及 2012 年 2 月中旬 (春季)。

一、季節間茶葉咖啡因、可可鹼及茶鹼含量之變化

咖啡因合成酵素 (Caffeine synthase, CS) 為咖啡因合成途徑 (如圖一) 中的關鍵酵素之一，咖啡因主要合成途徑為 $\text{xanthosine} \rightarrow 7\text{-methylxanthosine} \rightarrow 7\text{-methylxanthine} \rightarrow \text{theobromine} \rightarrow \text{caffeine}$ ，CS 之作用為催化 7-methylxanthine 轉化成 theobromine，而 theobromine 進而轉化成 caffeine，CS 在不同月份間其表現量亦不同，在 4 月份到 9 月份期間 CS 在茶樹不同部位表現量 (新芽、第一位葉、第二位葉、嫩莖及老葉) 皆比 10 月份到隔年 3 月份高，相對咖啡因含量亦較高 (Mohanpuria *et al.*, 2009)。本研究比較夏季、秋季及春季三季節間皆有取得樣品之參試品種 (系) 之咖啡因之含量變化，結果如表二，共有 37 個在三季節間皆有取樣到，可以發現 37 個品種 (系) 中，除少數之品種 (系) 外，其餘品種咖啡因含量為秋季最高，夏季次之，春季最少，趨勢與 Mohanpuria 等學者發表結果一致，咖啡因含量秋季比春季平均高 18%，夏季比春季平均高 14%，推測和 CS 在不同季節間表現量差異有關，即其表現量在秋季最高，夏季次之，春季最少；其他少數品種 (系) 其咖啡因含量不隨季節間而變化，亦推測其 CS 在季節間表現良不敏感或另有其他原因，值得進一步研究。可可鹼含量之變化如表三，趨勢和咖啡因一致，秋季最高，夏季次之，春季最少，推測亦和 CS 表現量有關，茶鹼含量之變化如表四，則和季節間無相關性。

圖一、茶樹咖啡因合成途徑 (Kato *et al.*, 1996)Fig. 1. Pathways of caffeine biosynthesis (Kato *et al.*, 1996).

二、茶樹品種間咖啡因、可可鹼及茶鹼含量之比較

本試驗主要目的為篩選低咖啡因、可可鹼及茶鹼之茶樹品種 (系)，由前結果顯示秋茶之咖啡因及可可鹼含量皆高於夏茶及春茶，因此，此次低咖啡因、可可鹼及茶鹼之茶樹品種 (系) 之篩選主要以秋茶之試驗結果為主，由前人研究顯示 (陳等，2009)，日本從印度、斯里蘭卡和孟加拉引入品系 2 個品系，從中國引入 319 個品系，針對這些品系及日本當地的 703 個品系進行春茶咖啡因含量分析。結果顯示，有 7 個日本當地種和 1 個中國引入種的咖啡因含量低於 2%，最低的僅為 1.85%，本試驗初步將咖啡因含量低 20 mg/g 之品系，定義為低咖啡因之品種，由表六、九及十二結果初步可篩選阜廬、武夷、金龜及烏骨仔等四個低咖啡因之品種，其咖啡因含量分別為 18.01、18.93、19.26 及 19.53 mg/g，而其可可鹼含量分別為 1.89、0.45、0.25 及 0.27 mg/g，及茶鹼含量分別為 0.31、0.11、0.16 及 0.31 mg/g。

三、茶樹品種 (系) 間咖啡因、可可鹼及茶鹼之分級

目前國人的飲茶量已經達到平均每人每年消耗茶葉 1.92 公斤，平均每天消耗茶葉 5.3 公克，常見茶葉栽培種咖啡因平均含量約為 30 mg/g，平均每天攝取 150mg 咖啡因，衛生署建議一般人每天攝取咖啡因總量應低於 300mg，孩童、懷孕及哺乳婦女與對咖啡因敏感者不宜飲用。為提供茶農及消費者茶葉中咖啡因含量之相關資訊，初步將不同季節之參試品種 (系) 所含咖啡因、可可鹼及茶鹼含量標準化 (Z) 後，分為三個等級，分別為第一級 $Z < -0.8$ (20%)、第二級 $-0.8 < Z < 0.8$ (60%) 及第三級 $Z > 0.8$ (20%)。咖啡因含量方面：夏茶第一級 < 23.39 mg/g，第二級 23.39-29.85 mg/g，第三級 > 29.85 mg/g；秋茶第一級 < 24.70 mg/g，第二級 24.70-31.56 mg/g，第三級 > 31.56 mg/g；春茶第一級 < 24.34 mg/g，第二級 24.34-31.28 mg/g，第三級 > 31.28 mg/g。可可鹼含量方面：夏

茶第一級 < 0.81 mg/g, 第二級 0.81-1.91 mg/g, 第三級 > 1.91 mg/g, 秋茶第一級 < 0.95 mg/g, 第二級 0.95-3.13 mg/g, 第三級 > 3.13 mg/g; 春茶第一級 < 0.72 mg/g, 第二級 0.72-1.48 mg/g, 第三級 > 1.48 mg/g; 茶鹼含量方面: 夏茶第一級 < 0.09 mg/g, 第二級 0.09-0.90 mg/g, 第三級 > 0.90 mg/g, 秋茶第一級 < 0.15 mg/g, 第二級 0.15-0.46 mg/g, 第三級 > 0.46 mg/g, 春茶第一級 < 0.0078 mg/g, 第二級 0.0078-0.38 mg/g, 第三級 > 0.38 mg/g (如表十四)。

四、不同適製性茶類品種 (系) 咖啡因含量比較

咖啡因帶有苦味, 是構成茶湯滋味的重要成分之一, 在製茶過程及茶葉儲存期間咖啡因變化不大, 算是穩定的物質 (阮, 1996), 不同茶類 (如綠茶、紅茶及烏龍茶) 構成其最終滋味之化學成分組成皆不相同, 如適合製造紅茶之夏茶所含兒茶素及咖啡因較高, 咖啡因與多元酚類結合為複合物, 茶湯於冷後即沉澱而產生"cream", 此為滋味濃厚之紅茶特性之一。將表二中三個季節皆有取樣之品種 (系), 依其品種 (系) 適製性分為綠茶 (8 個)、包種茶及烏龍茶 (20 個)、紅茶 (9 個) 等三大類, 取其三季節之咖啡因含量平均值, 結果顯示不同適製性茶類中咖啡因含量: 綠茶為 27.76 ± 4.72 mg/g、包種茶及烏龍茶為 26.82 ± 2.18 mg/g、紅茶為 29.22 ± 4.72 mg/g, 三者間含量無顯著性差異 (如圖二), 本試驗三茶類間統計結果雖無顯著性差異, 但以趨勢而言, 不同適製性茶類中咖啡因含量以紅茶類最高, 綠茶類次之, 包種茶及烏龍茶最低。

結 論

茶是一種嗜好性作物, 也是國人傳統飲料之一, 近年來隨著國人收入的成長及養生觀念的風行, 飲茶習慣亦越益盛行。因此茶葉相關研究也就越來越多, 為了增加多喝茶對人體的好處而減少人體對咖啡因的攝取, 因此低咖啡因茶有其消費市場。本計畫已初步篩選出 4 個咖啡因含量低於 2% 的低咖啡因品種 (系), 未來將利用於低咖啡因茶樹育種。咖啡因及可可鹼含量以秋茶最高, 夏季次之, 春季最低, 未來選種時可朝向秋季茶菁之低咖啡因茶樹選育; 茶鹼在季節間無明顯的變化。初步將臺灣目前現有栽培品種及地方品系咖啡因含量分為三級, 咖啡因含量方面: 夏茶第一級 < 23.39 mg/g, 第二級 23.39-29.85 mg/g, 第三級 > 29.85 mg/g; 秋茶第一級 < 24.70 mg/g, 第二級 24.70-31.56 mg/g, 第三級 > 31.56 mg/g; 春茶第一級 < 24.34 mg/g, 第二級 24.34-31.28 mg/g, 第三級 > 31.28 mg/g, 提供消費者及茶農對茶葉中咖啡因更進一步的瞭解。

參考文獻

1. 阮逸明. 1996. 茶業技術推廣手冊-製茶篇. 臺灣省茶業改良場編印。
2. 陳宗懋. 1998. 日本在選育低咖啡碱含量茶樹品系上有新突破. 中國茶葉 3: 27。
3. 陳盛相、齊桂年、李建華、夏建冰. 2009. 低咖啡因茶樹育種研究進展. 福建茶葉 1: 2-3。
4. Ashihara, H. and Crozier, A. 1999. Biosynthesis and metabolism of caffeine and related purine alkaloids in plants. In J. A. Callow (ed.), *Advances in Botanical Research*, Vol 30. Academic Press, London. pp. 117-205.
5. Chang, C. J., Chiu, K. L., Chen, Y. L., and Chang, C. Y. 2000. Separation of catechins from green tea using carbon dioxide extraction. *Food Chemistry*. 68: 109-113.

6. Collins, T. F. X., Welsh, J. J., Black, T. N. and Ruggles, D. I. 1983. A study of the teratogenic potential of caffeine ingested in drinking-water. *Food Chem Toxic* 21: 763-768.
7. Kato, M., Mizuno, K., Fujimura, T., Iwama, M., Irie, M., Crozier, A. and Ashihara, H. 1999. Purification and characterization of caffeine synthase from tea leaves. *Plant Physiology* 120: 579-586.
8. Kwon, K. I., Bourne, O. W. A. and Ho, P. C. 1985. Effect of caffeine on the plasma protein binding and the disposition of ceftriaxone. *J Pharm Pharmacol* 37: 836-839.
9. Mitoma, C., Sorich, T. J. and Neubauer, S. E. 1968. The effect of caffeine on drug metabolism. *Life Sci* 7: 145-148.
10. Mohanpuria P., Kumar, V., Joshi, R., Gulati, A., Ahuja, P. S. and Yadav, S. K. 2009. Caffeine biosynthesis and degradation in tea *Camellia sinensis* (L). O. Kuntze is under developmental and seasonal regulation. *Mol. Biotechnol.* 43(2): 104-111.
11. Oarrsgh, A., Lambe, R. F., Hakkinan, O. and Okelly, O. A. 1979. Caffeine in soft drinks. pp. 1196-1198.

Selection of Low Methylxanthine Tea Cultivars

Chien-Ju Liu¹ Chiou-fang Liu² Yen-Shuo Su^{2,*} Shih-Kai Lo³
Chui-Feng Chiu⁴ Hsien-Tsung Tsai⁴

Summary

Caffeine acts as a stimulant for the heart, respiratory and the central nervous system and also a vasodilator (relaxes the blood vessels). There are certain side effects to the human, including the stimulation of central nervous system, sleeping influence, increasing blood pressure, enhancement of Rheumatoid arthritis's prevalence rate, as well as causing babies to be prematurely delivered. Consumers prefer low caffeine tea, which could maintain the tea flavor and the nutrient. The breeding of low caffeine tea is one of the methods. Tea contains the methylxanthine, which was mainly contributed by caffeine (2-5%), with the few theobromine (approximately 0.05%) and the theophylline (approximately 0.002%). The theobromine and the theophylline are precursors of caffeine, and they also stimulate the functions of human body, central nervous system, palpitation and diuresis. We expected to select the cultivars or lines of tea trees with low content of caffeine, theobromine and theophylline, and then we could formulate the caffeine rank of different cultivars and lines of tea trees. The results showed that the content of caffeine and theobromine were the highest in autumn, followed by summer and spring. As for the content of theophylline, there was no significant difference among seasons and cultivars (lines). Compared to the preliminary Taiwan's existing cultivars and local strains caffeine contents were divided into three levels. In summer tea: the first level < 23.39 mg/g, the second level 23.39-29.85 mg/g, the third level >29.85 mg/g. In fall tea: the first level < 24.70 mg/g, the second level 24.70-31.56 mg/g, the third level > 31.56 mg/g. In spring tea: the first level < 24.34 mg/g, the second level 24.34-31.28 mg/g, the third level >31.28 mg/g. The caffeine contents of Gao-Lu, Wu-yi, Jin-gui and Wu-Gu-Zi were 18.01, 18.93, 19.26 and 19.53 (mg/g) were less than 20mg/g of all cultivars (lines), which were classified as the cultivar with low caffeine content.

Key words: Caffeine, Tea, Theobromine, Theophylline, Methylxanthine

-
1. Senior Agronomist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R. O. C.
 2. Assistant Agronomist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R. O. C..
 3. Assistant Agronomist, Wunshan Branch, Tea Research and Extension Station, Taipei Taiwan, R. O. C.
 4. Research Agronomist and Senior Secretary, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R. O. C.
 5. Research Agronomist and Section Directo, Tea Research and Extension Station, Taoyuan Taiwan, R. O. C.
- * Corresponding author.

表一、參試品種一覽表

Table 1 List of investigated cultivars

編號 Code	品種名稱 Cultivar	類型 Cultivar type	適製性 Appropriateness of processing	編號 Code	品種名稱 Cultivar	類型 Cultivar type	適製性 Appropriateness of processing
T1	臺茶 1 號	人工雜交種	紅茶、眉茶、烏龍茶	S43	紅心烏龍	地方品系	烏龍茶
T2	臺茶 2 號	人工雜交種	紅茶、眉茶、烏龍茶	S44	桃仁烏	地方品系	烏龍茶
T3	臺茶 3 號	人工雜交種	紅茶、眉茶	S45	大葉烏龍	地方品系	烏龍茶最佳，包種次之
T4	臺茶 4 號	人工雜交種	紅茶、眉茶	S46	青心烏龍	地方品系	烏龍茶及包種茶
T5	臺茶 5 號	天然雜交種	綠茶、包種茶、烏龍茶	S47	桃仁種	地方品系	烏龍茶及綠茶
T6	臺茶 6 號	天然雜交種	綠茶、紅茶、烏龍茶	S48	青心大有	地方品系	烏龍茶最佳，綠茶次之
T7	臺茶 7 號	單株選拔	紅茶	S49	大湖尾	地方品系	綠茶
T8	臺茶 8 號	單株選拔	紅茶	S50	貓耳	地方品系	綠茶
T9	臺茶 9 號	人工雜交種	綠茶、紅茶	S51	白心武夷	地方品系	綠茶
T10	臺茶 10 號	人工雜交種	綠茶、紅茶	S52	小葉竹葉	地方品系	綠茶
T11	臺茶 11 號	人工雜交種	綠茶、紅茶	S53	牛屎烏	地方品系	綠茶
T12	臺茶 12 號	人工雜交種	包種茶、烏龍茶	S54	竹葉	地方品系	綠茶
T13	臺茶 13 號	人工雜交種	包種茶、烏龍茶	S55	大藤	地方品系	綠茶
T14	臺茶 14 號	人工雜交種	包種茶、烏龍茶	S56	小葉鐵觀音	地方品系	綠茶
T15	臺茶 15 號	人工雜交種	烏龍茶、白茶	S57	紅尾仔	地方品系	綠茶
T16	臺茶 16 號	人工雜交種	早春龍井茶、包種花胚	S58	柑仔 (黃)	地方品系	綠茶
T17	臺茶 17 號	人工雜交種	烏龍茶、壽眉	S59	柑仔	地方品系	綠茶
T18	臺茶 18 號	人工雜交種	紅茶	S60	紅心大有	地方品系	綠茶
T19	臺茶 19 號	人工雜交種	部份發酵茶	S61	金龜	地方品系	綠茶
T20	臺茶 20 號	人工雜交種	部份發酵茶	S62	基隆金龜	地方品系	綠茶
T21	臺茶 21 號	人工雜交種	紅茶	S63	紅心武夷	地方品系	紅茶

(續表一) (continued)

S1	含笑	地方品系	包種茶	S64	黃柑	地方品系	紅茶
S2	武夷	地方品系	包種茶	S65	福州	引進品種	包種茶
S3	水仙	地方品系	包種茶	S66	塩川	引進品種	綠茶
S4	林口大葉烏	地方品系	包種茶	S67	大吉嶺	引進品種	紅茶
S5	文山大葉烏	地方品系	包種茶	S68	梅占	引進品種	紅茶、綠茶及烏龍茶
S6	橫這大葉	地方品系	包種茶	S69	湖南	引進品種	紅茶
S7	小粗坑	地方品系	包種茶	S70	宇治	引進品種	綠茶
S8	天公	地方品系	包種茶	S71	祁門	引進品種	紅茶
S9	不知春	地方品系	包種茶	S72	漢口	引進品種	紅茶
S10	鐵觀音	地方品系	包種茶	S73	平水	引進品種	綠茶
S11	白葉	地方品系	包種茶	S74	駿河生	引進品種	綠茶
S12	蒔茶	地方品系	包種茶	S75	藪北	引進品種	綠茶
S13	早種	地方品系	包種茶	S76	Manipuri	引進品種	紅茶
S14	四季春	地方品系	包種茶	S77	Kyang	引進品種	紅茶
S15	淡水青心	地方品系	包種茶	S78	Jaipuri	引進品種	紅茶
S16	桂花	地方品系	包種茶	S79	緬甸	引進品種	紅茶
S17	薄葉	地方品系	包種茶	S80	Shan	引進品種	紅茶
S18	楓仔林	地方品系	包種茶	S81	Assam indigenous	引進品種	紅茶
S19	文山枝蘭	地方品系	包種茶	S82	阜廬	引進品種	紅茶
S20	三叉枝蘭	地方品系	包種茶	S83	山茶	野生茶樹	紅茶
S21	青心早種	地方品系	包種茶	S84	赤芽山茶	野生茶樹 (垢果山茶)	紅茶、烏龍茶
S22	硬枝早種	地方品系	包種茶	B1	臺農 101 號	天然雜交	綠茶
S23	黃枝	地方品系	包種茶	B2	臺農 2022 號	人工雜交	包種茶、烏龍茶
S24	枝蘭	地方品系	包種茶	B3	臺農 204 號	天然雜交	紅茶

(續表一) (continued)

S25	伸蔓種	地方品系	包種茶	B4	臺農 29 號	天然雜交	紅茶
S26	基隆白種	地方品系	包種茶	B5	臺農 335 號	人工雜交	紅茶
S27	黑面早種	地方品系	包種茶	B6	臺農 402 號	人工雜交	紅茶
S28	牛埔	地方品系	包種茶	B7	臺農 8 號	天然雜交	包種茶、烏龍茶
S29	大有	地方品系	包種茶	B8	品系 121	人工雜交	包種茶、烏龍茶
S30	烏骨仔	地方品系	包種茶	B9	品系 122	人工雜交	包種茶、烏龍茶
S31	黃心烏龍	地方品系	烏龍茶	B10	品系 125	人工雜交	包種茶、烏龍茶
S32	刺種	地方品系	烏龍茶	B11	品系 34	人工雜交	包種茶、烏龍茶
S33	硬枝紅心	地方品系	烏龍茶	B12	品系 69	人工雜交	包種茶、烏龍茶
S34	白毛猴	地方品系	烏龍茶	B13	品系 1732	人工雜交	紅茶
S35	白心烏龍	地方品系	烏龍茶	B14	品系 978	人工雜交	紅茶
S36	兔子坑白毛猴	地方品系	烏龍茶	B15	品系 983	人工雜交	紅茶
S37	毛仔	地方品系	烏龍茶	B16	品系 1511	人工雜交	紅茶
S38	晚種	地方品系	烏龍茶	B17	品系 1529	人工雜交	紅茶
S39	大南灣白毛猴	地方品系	烏龍茶	B18	品系 1793	人工雜交	紅茶
S40	香耳	地方品系	烏龍茶	B19	品系 1835	人工雜交	紅茶
S41	烏金	地方品系	烏龍茶	B20	品系 1854	人工雜交	紅茶
S42	黑毛猴	地方品系	烏龍茶				

表二、春茶、夏茶及秋茶咖啡因含量 (mg/g) 比較

Table 2 Comparison in caffeine content (mg/g) of tea leaves harvested from spring, summer and fall seasons

品種 Cultivar	春茶 Spring tea	夏茶 Summer tea	秋茶 Fall tea	品種 Cultivar	春茶 Spring tea	夏茶 Summer tea	秋茶 Fall tea
皋廬	15.37 (-2.87)	18.48 (-2.01)	18.01 (-2.36)	白心烏龍	28.08 (0.06)	25.73 (-0.22)	23.3 (-1.13)
宇治	19.51 (-1.91)	18.57 (-1.99)	21.20 (-1.62)	Assam indigenous	28.10 (0.07)	31.61 (1.24)	29.75 (0.38)
黑面早種	19.79 (-1.85)	25.67 (-0.24)	21.18 (-1.62)	臺茶十四號	28.41 (0.14)	30.39 (0.93)	35.44 (1.71)
四季春	21.85 (-1.37)	26.55 (-0.02)	27.11 (-0.24)	楓仔林	28.43 (0.14)	25.96 (-0.16)	25.06 (-0.72)
白葉	21.93 (-1.35)	24.87 (-0.43)	30.44 (0.54)	紅心武夷	28.46 (0.15)	25.85 (-0.19)	22.41 (-1.34)
臺茶十二號	22.27 (-1.28)	28.14 (0.38)	27.50 (-0.15)	白毛猴	28.49 (0.16)	29.69 (0.76)	30.71 (0.60)
橫這大葉	22.37 (-1.25)	26.54 (-0.02)	26.49 (-0.38)	大吉嶺	28.58 (0.18)	26.17 (-0.11)	29.46 (0.31)
天公	22.75 (-1.17)	26.83 (0.05)	26.49 (-0.38)	小葉鐵觀音	28.86 (0.24)	29.00 (0.59)	31.33 (0.75)
品系 978	23.91 (-0.9)	31.99 (1.33)	30.17 (0.48)	品系 1732	31.05 (0.75)	28.17 (0.38)	36.34 (1.92)
基隆白種	25.01 (-0.65)	23.6 (-0.75)	27.03 (-0.26)	白心武夷	29.22 (0.32)	24.16 (-0.61)	26.12 (-0.47)
大有	25.26 (-0.59)	25.6 (-0.25)	25.12 (-0.70)	硬枝早種	29.36 (0.36)	24.3 (-0.57)	23.95 (-0.98)
平水	25.51 (-0.53)	21.49 (-1.27)	27.94 (-0.04)	品系 69	29.73 (0.44)	27.63 (0.25)	25.2 (-0.68)
三叉枝蘭	26.57 (-0.29)	27.32 (0.17)	27.83 (-0.07)	薄葉	30.42 (0.6)	27.56 (0.23)	27.47 (-0.15)
青心早種	27.01 (-0.18)	24.5 (-0.52)	28.41 (0.07)	臺茶九號	30.76 (0.68)	31.86 (1.30)	38.03 (2.31)
柑仔 (黃)	27.08 (-0.17)	26.54 (-0.02)	31.55 (0.80)	大南灣白毛猴	31.48 (0.85)	26.94 (0.08)	31.00 (0.67)
Manipuri	27.37 (-0.1)	27.35 (0.18)	31.57 (0.80)	臺茶十號	32.20 (1.01)	33.76 (1.77)	35.94 (1.82)
貓耳	27.46 (-0.08)	22.54 (-1.01)	25.60 (-0.59)	臺茶七號	32.50 (1.08)	25.55 (-0.26)	34.82 (1.56)
黃枝	27.55 (-0.06)	33.58 (1.72)	29.39 (0.29)	緬甸	32.76 (1.14)	33.77 (1.77)	32.33 (0.98)
文山大葉烏	27.73 (-0.02)	27.00 (0.09)	27.22 (-0.21)				

括弧內數字為其 Z 值 (Number in the bracket is Z value.)

表三、春茶、夏茶及秋茶可可鹼含量 (mg/g) 比較

Table 3 Comparison in theobromine content (mg/g) of tea leaves harvested from spring, summer and fall seasons.

品種 Cultivar	春茶 Spring tea	夏茶 Summer tea	秋茶 Fall tea	品種 Cultivar	春茶 Spring tea	夏茶 Summer tea	秋茶 Fall tea
緬甸	0.04 (-2.26)	2.71 (1.96)	6.63 (3.35)	天公	0.98 (-0.26)	1.28 (-0.12)	1.27 (-0.56)
柑仔 (黃)	0.17 (-1.98)	1.46(0.14)	2.69 (0.47)	白葉	1.01 (-0.19)	1.23 (-0.19)	1.89 (-0.11)
貓耳	0.38 (-1.53)	1.33(-0.04)	1.39 (-0.47)	黃枝	1.04 (-0.13)	1.48 (0.17)	1.50 (-0.39)
宇治	0.74 (-0.77)	0.95 (-0.59)	1.12 (-0.67)	楓仔林	1.04 (-0.13)	1.06 (-0.43)	0.02 (-1.47)
黃心烏龍	0.76 (-0.72)	0.69 (-0.97)	0.81 (-0.90)	品系 1732	1.07 (-0.06)	1.67 (0.45)	2.32 (0.20)
黑面早種	0.77 (-0.70)	1.01 (-0.51)	0.79 (-0.91)	伸蔓種	1.07 (-0.06)	1.48 (0.17)	1.35 (-0.50)
白毛猴	0.78 (-0.68)	0.87 (-0.71)	1.57 (-0.34)	四季春	1.15 (0.11)	1.94 (0.84)	2.39 (0.26)
黃柑	0.78 (-0.68)	0.88 (-0.7)	1.86 (-0.13)	品系 978	1.16 (0.13)	1.86 (0.72)	3.78 (1.27)
基隆白種	0.79 (-0.66)	0.69 (-0.97)	1.16 (-0.64)	湖南	1.60 (1.06)	1.47 (0.16)	2.57 (0.39)
臺農 29 號	0.79 (-0.66)	0.08 (-1.86)	0.90 (-0.83)	臺茶七號	1.61 (1.09)	0.14 (-1.77)	3.02 (0.72)
三叉枝蘭	0.95 (-0.32)	1.16 (-0.29)	2.24 (0.15)	大有	1.62 (1.11)	1.00 (-0.52)	1.52 (-0.38)
平水	0.95 (-0.32)	1.05 (-0.45)	1.19 (-0.62)	硬枝早種	1.29 (0.4)	0.95 (-0.59)	1.47 (-0.42)
臺茶十二號	0.85 (-0.53)	1.25 (-0.16)	1.92 (-0.09)	白心烏龍	1.30 (0.43)	0.55 (-1.17)	0.95 (-0.80)
柑仔	0.89 (-0.45)	1.41 (0.07)	2.35 (0.23)	大南灣白毛猴	1.33 (0.49)	1.27 (-0.13)	2.72 (0.50)
橫這大葉	0.90 (-0.43)	1.18 (-0.26)	1.14 (-0.66)	臺茶十四號	1.35 (0.53)	1.80 (0.64)	2.42 (0.28)
竹葉	0.90 (-0.43)	1.34 (-0.03)	0.95 (-0.8)	皋廬	1.39 (0.62)	1.57 (0.30)	1.89 (-0.11)
白心武夷	1.17 (0.15)	1.17 (-0.28)	1.51 (-0.39)	青心早種	1.4 (0.64)	0.99 (-0.54)	1.33 (-0.52)
薄葉	1.18 (0.17)	1.07 (-0.42)	1.48 (-0.41)	臺茶五號	1.41 (0.66)	1.50 (0.20)	1.94 (-0.07)
基隆金龜	1.18 (0.17)	1.07 (-0.42)	1.7 (-0.25)	臺茶十號	1.42 (0.68)	1.42 (0.09)	1.73 (-0.23)
小葉鐵觀音	0.99 (-0.23)	1.52 (0.23)	1.81 (-0.17)	品系 69	1.42 (0.68)	1.17 (-0.28)	0.97 (-0.78)
淡水青心	1.00 (-0.21)	1.19 (-0.25)	1.30 (-0.54)	品系 125	1.44 (0.72)	1.69 (0.48)	1.51 (-0.39)
Manipuri	1.00 (-0.21)	1.19 (-0.25)	5.64 (2.63)	臺農 335 號	1.68 (1.23)	2.94 (2.29)	4.33 (1.67)
Assam indigenous	1.14 (0.09)	1.51 (0.22)	1.91 (-0.09)	紅心武夷	1.75 (1.38)	1.44 (0.12)	1.62 (-0.31)

括弧內數字為其 Z 值 (Number in the bracket is Z value.)

表四、春茶、夏茶及秋茶茶鹼含量 (mg/g) 比較

Table 4 Comparison in theophylline content (mg/g) of tea leaves harvested from spring, summer and fall seasons.

品種 Cultivar	春茶 Spring tea	夏茶 Summer tea	秋茶 Fall tea	品種 Cultivar	春茶 Spring tea	夏茶 Summer tea	秋茶 Fall tea
品系 978	- (-)	0.7 (0.40)	0.17 (-0.06)	楓仔林	0.14 (-0.23)	0.07 (-0.84)	0.02 (-0.13)
臺茶十號	- (-)	- (-)	0.11 (-0.09)	品系 125	0.14 (-0.23)	0.25 (-0.49)	0.2 (-0.05)
臺茶十二號	- (-)	0.44 (-0.11)	0.72 (0.18)	伸蔓種	0.15 (-0.18)	0.42 (-0.15)	0.16 (-0.06)
橫這大葉	- (-)	0.13 (-0.72)	0.31 (0)	黃枝	0.16 (-0.14)	1.27 (1.53)	0.2 (-0.05)
白葉	- (-)	- (-)	0.24 (-0.03)	臺茶五號	0.16 (-0.14)	1.35 (1.69)	0.55 (0.10)
皋廬	- (-)	1.94 (2.86)	0.31 (0)	紅心武夷	0.17 (-0.10)	0.72 (0.44)	0.27 (-0.02)
Kyang	- (-)	0.22 (-0.55)	0.31 (0)	宇治	0.17 (-0.10)	0.38 (-0.23)	0.38 (0.03)
基隆金龜	- (-)	- (-)	0.25 (-0.03)	硬枝早種	0.17 (-0.10)	0.51 (0.03)	0.25 (-0.03)
白心武夷	0.05 (-0.62)	- (-)	0.29 (-0.01)	四季春	0.2 (0.03)	0.47 (-0.05)	0.28 (-0.01)
竹葉	0.07 (-0.53)	1.13 (1.26)	0.27 (-0.02)	臺農 8 號	0.21 (0.08)	0.98 (0.96)	0.24 (-0.03)
薄葉	0.07 (-0.53)	0.15 (-0.69)	0.36 (0.02)	小葉鐵觀音	0.22 (0.12)	0.69 (0.38)	0.14 (-0.07)
臺茶七號	0.09 (-0.44)	0.16 (-0.67)	0.22 (-0.04)	天公	0.23 (0.17)	0.72 (0.44)	0.31 (0)
大吉嶺	0.09 (-0.44)	0.36 (-0.27)	0.3 (0)	黑面早種	0.25 (0.25)	0.77 (0.54)	0.26 (-0.02)
品系 69	0.09 (-0.44)	0.53 (0.07)	0.08 (-0.1)	臺農 335 號	0.37 (0.77)	0.6 (0.21)	0.69 (0.16)
大南灣白毛猴	0.09 (-0.44)	0.99 (0.98)	0.29 (-0.01)	白毛猴	0.41 (0.95)	1.68 (2.34)	0.29 (-0.01)
貓耳	0.10 (-0.40)	0.75 (0.50)	- (-)	臺農 402 號	0.43 (1.03)	- (-)	0.29 (-0.01)
臺茶九號	0.10 (-0.40)	0.3 (-0.39)	0.65 (0.15)	毛仔	0.51 (1.38)	- (-)	0.2 (-0.05)
臺茶十四號	0.10 (-0.40)	- (-)	0.79 (0.21)	Manipuri	0.52 (1.43)	0.18 (-0.63)	0.27 (-0.02)
柑仔 (黃)	0.2 (0.03)	0.88 (0.76)	0.45 (0.06)	三叉枝蘭	0.82 (2.73)	0.51 (0.03)	0.3 (0)
品系 1732	0.11 (-0.36)	0.32 (-0.35)	0.21 (-0.04)	青心早種	0.98 (3.43)	0.72 (0.44)	0.26 (-0.02)
湖南	0.11 (-0.36)	0.46 (-0.07)	0.13 (-0.08)	基隆白種	1.04 (3.69)	0.14 (-0.70)	0.34 (0.01)
淡水青心	0.13 (-0.27)	0.57 (0.15)	0.31 (0)				

括弧內數字為其 Z 值 (Number in the bracket is Z value.)

表五、夏茶咖啡因含量 (mg/g)

Table 5 The caffeine content (mg/g) of summer tea

品種 Cultivar	咖啡因 Caffeine	品種 Cultivar	咖啡因 Caffeine	品種 Cultivar	咖啡因 Caffeine	品種 Cultivar	咖啡因 Caffeine
紅心大冇	14.38	青心早種	24.5	臺農 8 號	26.92	毛仔	29.18
蔞茶	15.94	臺茶一號	24.69	大南灣白毛猴	26.94	品系 1793	29.41
刺種	16.42	白葉	24.87	林口大葉烏	27	臺茶十七號	29.44
牛埔	16.74	早種	24.88	牛屎烏	27.12	臺茶五號	29.61
皋廬	18.48	品系 34	25.05	大湖尾	27.18	白毛猴	29.69
宇治	18.57	桂花	25.14	三叉枝蘭	27.32	Kyang	29.72
大藤	19.31	青心烏龍	25.2	Manipuri	27.35	臺茶十九號	30.08
烏骨仔	20.03	臺農 29 號	25.26	桃仁種	27.44	臺茶十四號	30.39
金龜	20.16	福州	25.36	硬枝紅心	27.49	臺農 402 號	30.54
平水	21.49	基隆金龜	25.42	薄葉	27.56	品系 983	30.6
塩川	22.05	臺茶七號	25.55	湖南	27.57	山茶	30.95
兔子坑白毛猴	22.27	大冇	25.6	竹葉	27.58	黑毛猴	31.02
不知春	22.38	駿河生	25.67	品系 69	27.63	品系 1529	31.05
貓耳	22.54	黑面早種	25.67	臺農 335 號	27.64	小葉竹葉	31.26
柑仔	22.72	白心烏龍	25.73	品系 1511	27.66	臺茶六號	31.36
品系 1854	22.73	紅心武夷	25.85	臺農 2022 號	27.89	品系 122	31.45
枝蘭	23.09	臺茶二十號	25.86	小葉鐵觀音	27.96	Assam indigenous	31.61
小粗坑	23.45	楓仔林	25.96	伸蔓種	28.04	臺茶九號	31.86
基隆白種	23.6	淡水青心	25.99	臺茶十二號	28.14	品系 978	31.99
品系 121	23.68	臺茶十六號	26.02	品系 1732	28.17	臺茶八號	32.48
藪北	23.92	大吉嶺	26.17	紅心烏龍	28.2	臺茶四號	33.42
臺茶十七號	23.93	橫這大葉	26.54	臺茶三號	28.28	臺農 204 號	33.44

(續表五) (continued)

桃仁烏	24.11	柑仔 (黃)	26.54	臺茶二號	28.43	黃枝	33.58
黃柑	24.13	四季春	26.55	臺農 101 號	28.6	臺茶十號	33.76
白心武夷	24.16	品系 125	26.74	臺茶十三號	28.67	緬甸	33.77
硬枝早種	24.3	天公	26.83	臺茶十五號	28.98	Shan	34.22
品系 1835	24.47	含笑	26.83	鐵觀音	29	Jaipuri	34.67

表六、秋茶咖啡因含量 (mg/g)

Table 6 The caffeine content (mg/g) of fall tea

品種 Cultivar	咖啡因 Caffeine	品種 Cultivar	咖啡因 Caffeine	品種 Cultivar	咖啡因 Caffeine	品種 Cultivar	咖啡因 Caffeine
赤芽山茶	ND	塩川	25.68	淡水青心	28.04	桃仁烏	32.19
皋廬	18.01	品系 1529	26.08	伸蔓種	28.13	水仙	32.25
武夷	18.93	品系 1511	26.11	桃仁種	28.13	紅尾仔	32.31
金龜	19.26	白心武夷	26.12	青心早種	28.41	緬甸	32.33
烏骨仔	19.53	青心大有	26.15	祁門	28.55	水仙	32.34
黑面早種	21.18	藪北	26.18	漢口	28.72	臺茶八號	32.42
宇治	21.2	大葉烏龍	26.37	山茶	28.75	湖南	33.3
紅心武夷	22.41	天公	26.49	臺茶十七號	28.92	臺茶十五號	34.4
香耳	22.54	橫這大葉	26.49	黃枝	29.39	臺茶七號	34.82
白心烏龍	23.3	文山枝蘭	26.67	大吉嶺	29.46	臺茶十三號	35.1
含笑	23.41	梅占	26.89	Assam indigenous	29.75	臺茶十四號	35.44
品系 14	23.54	基隆白種	27.03	臺農 402 號	30.16	臺茶十號	35.94
黃心烏龍	23.71	四季春	27.11	品系 978	30.17	臺茶三號	36.05
基隆金龜	23.8	文山大葉烏	27.22	白葉	30.44	品系 1732	36.34
硬枝早種	23.95	青心烏龍	27.29	臺茶五號	30.7	臺茶九號	38.03
臺農 29 號	24.69	臺農 335 號	27.3	白毛猴	30.71	臺茶二十一號	38.24
柑仔	24.72	品系 125	27.35	大南灣白毛猴	31		
牛埔	24.73	薄葉	27.47	Kyang	31.02		
大藤	25.05	臺茶十二號	27.5	黑毛猴	31.08		
楓仔林	25.06	大湖尾	27.55	晚種	31.1		

(續表六) (continued)

大有	25.12	黃柑	27.58	小葉鐵觀音	31.33
品系 69	25.2	毛仔	27.74	柑仔 (黃)	31.55
竹葉	25.47	三叉枝蘭	27.83	Manipuri	31.57
貓耳	25.6	平水	27.94	鐵觀音	32

表七、春茶咖啡因含量 (mg/g)

Table 7 The caffeine content (mg/g) of spring tea

品種 Cultivar	咖啡因 Caffeine	品種 Cultivar	咖啡因 Caffeine	品種 Cultivar	咖啡因 Caffeine	品種 Cultivar	咖啡因 Caffeine
皋廬	15.37	漢口	25.82	臺茶十四號	28.41	Kyang	31.87
宇治	19.51	品系 1835	25.95	臺茶十六號	28.41	臺茶十號	32.2
黑面早種	19.79	枝蘭	25.98	楓仔林	28.43	臺茶十一號	32.42
黃心烏龍	19.89	文山枝蘭	26.18	品系 1793	28.43	臺茶七號	32.5
駿河生	20.28	三叉枝蘭	26.57	臺農 29 號	28.44	品系 121	32.71
武夷	20.95	青心早種	27.01	紅心武夷	28.46	緬甸	32.76
香耳	21.29	柑仔	27.04	白毛猴	28.49	桂花	33.01
四季春	21.85	品系 34	27.06	大吉嶺	28.58	品系 122	33.04
白葉	21.93	柑仔 (黃)	27.08	小葉鐵觀音	28.86	臺茶五號	33.12
大葉烏龍	22.21	Manipuri	27.37	硬枝紅心	29.06	臺茶一號	34.31
臺茶十二號	22.27	貓耳	27.46	水仙	29.1	臺農 204 號	34.79
橫這大葉	22.37	黃枝	27.55	白心武夷	29.22	Shan	35.66
天公	22.75	淡水青心	27.56	硬枝早種	29.36	臺農 335 號	37.53
早種	23.5	文山大葉烏	27.73	晚種	29.5	Jaipuri	37.76
品系 978	23.91	竹葉	27.8	紅心烏龍	29.52	臺農 402 號	38.96

(續表七) (continued)

基隆金龜	24.73	小粗坑	27.8	毛仔	29.61
蔴茶	24.77	臺農 101 號	27.8	品系 69	29.73
臺農 8 號	24.98	湖南	27.92	品系 125	30.22
黃柑	25	紅心大有	27.96	薄葉	30.42
基隆白種	25.01	伸蔓種	28	臺茶九號	30.76
大有	25.26	品系 67	28.02	品系-1732	31.05
兔子坑白毛猴	25.4	白心烏龍	28.08	青心大有	31.48
平水	25.51	Assam indigenous	28.1	大南灣白毛猴	31.48

表八、夏茶可可鹼 (mg/g) 含量

Table 8 The theobromine (TB) (mg/g) content of summer tea

品種 Cultivar	可可鹼 TB	品種 Cultivar	可可鹼 TB	品種 Cultivar	可可鹼 TB	品種 Cultivar	可可鹼 TB
烏骨仔	0.02	鐵觀音	0.97	藪北	1.26	大吉嶺	1.69
品系 125	0.08	品系 14	0.99	品系 122	1.26	桃仁烏	1.70
臺農 29 號	0.08	青心早種	0.99	大南灣白毛猴	1.27	臺茶四號	1.71
臺茶十六號	0.11	大有	1.00	天公	1.28	品系 1793	1.71
臺茶七號	0.14	黑面早種	1.01	臺茶二號	1.30	黑毛猴	1.72
牛埔	0.39	含笑	1.01	臺農 8 號	1.30	紅心烏龍	1.72
刺種	0.50	大湖尾	1.05	貓耳	1.33	臺茶十四號	1.80
金龜	0.50	平水	1.05	竹葉	1.34	駿河生	1.83
林口大葉烏	0.52	早種	1.05	臺茶十七號	1.38	品系 983	1.86
白心烏龍	0.55	楓仔林	1.06	柑仔	1.41	品系 1529	1.89
品系 1854	0.57	基隆金龜	1.07	臺茶十號	1.42	四季春	1.94
塩川	0.58	薄葉	1.07	紅心武夷	1.44	臺農 101 號	2.01
大藤	0.63	牛屎烏	1.09	柑仔 (黃)	1.46	臺茶六號	2.02
紅心大有	0.69	不知春	1.10	湖南	1.47	臺茶十七號	2.09
基隆白種	0.69	桃仁種	1.13	臺茶十五號	1.48	臺農 204 號	2.11
枝蘭	0.72	三叉枝蘭	1.16	伸蔓種	1.48	品系 978	2.34
品系 67	0.74	白心武夷	1.17	黃枝	1.48	臺茶九號	2.42
兔子坑白毛猴	0.79	小葉竹葉	1.17	臺茶五號	1.50	臺茶八號	2.43
品系 34	0.82	福州	1.17	Assam indigenous	1.51	臺茶三號	2.53
白毛猴	0.87	品系 69	1.17	毛仔	1.52	臺農 402 號	2.64
品系 1835	0.87	橫這大葉	1.18	小葉鐵觀音	1.52	緬甸	2.71
蔣茶	0.88	Manipuri	1.19	臺茶十三號	1.53	Shan	2.74
黃柑	0.88	淡水青心	1.19	硬枝紅心	1.56	品系 1511	2.78
硬枝早種	0.95	桂花	1.22	皋廬	1.57	Jaipuri	2.88

(續表八) (continued)

宇治	0.95	白葉	1.23	臺茶一號	1.67	臺農 335 號	2.94
青心烏龍	0.96	小粗坑	1.23	品系 1732	1.67	Kyang	3.60
品系 121	0.97	臺茶十二號	1.25	臺農 2022 號	1.67	山茶	3.68

表九、秋茶可可鹼 (mg/g) 含量

Table 9 The theobromine (TB) (mg/g) content of fall tea

品種 Cultivar	可可鹼 TB	品種 Cultivar	可可鹼 TB	品種 Cultivar	可可鹼 TB	品種 Cultivar	可可鹼 TB	品種 Cultivar	可可鹼 TB
赤芽山茶	ND	橫這大葉	1.14	紅心武夷	1.62	三叉枝蘭	2.24	紅尾仔	3.95
楓仔林	0.02	基隆白種	1.16	臺茶十三號	1.65	品系 1732	2.32	臺農 335 號	4.33
金龜	0.25	平水	1.19	基隆金龜	1.70	柑仔	2.35	臺茶三號	4.48
烏骨仔	0.27	梅占	1.19	臺茶十號	1.73	四季春	2.39	臺茶八號	4.75
塩川	0.44	大湖尾	1.25	品系 1529	1.74	臺茶十四號	2.42	Manipuri	5.64
武夷	0.45	青心大冇	1.26	臺茶十五號	1.76	桃仁烏	2.47	緬甸	6.63
水仙	0.55	天公	1.27	文山大葉烏	1.77	湖南	2.57	Kyang	6.66
含笑	0.63	淡水青心	1.30	毛仔	1.77	祁門	2.60	臺茶二十一號	6.68
香耳	0.77	青心早種	1.33	藪北	1.81	柑仔 (黃)	2.69		
黑面早種	0.79	伸蔓種	1.35	小葉鐵觀音	1.81	品系 1511	2.70		
黃心烏龍	0.81	貓耳	1.39	黃柑	1.86	大南灣白毛猴	2.72		
大藤	0.85	硬枝早種	1.47	皋盧	1.89	晚種	2.78		
桃仁種	0.87	薄葉	1.48	白葉	1.89	臺茶十七號	2.83		
品系 14	0.88	水仙	1.48	Assam indigenous	1.91	大葉烏龍	2.87		
臺農 29 號	0.90	黃枝	1.50	臺茶十二號	1.92	臺茶七號	3.02		
白心烏龍	0.95	白心武夷	1.51	山茶	1.93	大吉嶺	3.14		
竹葉	0.95	品系 125	1.51	臺茶五號	1.94	臺茶九號	3.29		
品系 69	0.97	大冇	1.52	漢口	2.07	黑毛猴	3.38		
牛埔	1.07	文山枝蘭	1.57	青心烏龍	2.09	臺農 402 號	3.68		
宇治	1.12	白毛猴	1.57	鐵觀音	2.15	品系 978	3.78		

表十、春茶可可鹼 (mg/g) 含量

Table 10 The theobromine (TB) content (mg/g) of spring tea

品種	可可鹼	品種	可可鹼	品種	可可鹼	品種	可可鹼	品種	可可鹼
Cultivar	TB	Cultivar	TB	Cultivar	TB	Cultivar	TB	Cultivar	TB
文山枝蘭	0.03	臺茶十二號	0.85	白葉	1.01	白心烏龍	1.30	Shan	1.92
緬甸	0.04	青心大有	0.86	漢口	1.02	臺農 101 號	1.32	臺農 402 號	1.93
柑仔 (黃)	0.17	文山大葉烏	0.86	黃枝	1.04	大南灣白毛猴	1.33	Kyang	2.88
貓耳	0.38	臺農 8 號	0.86	楓仔林	1.04	臺茶十四號	1.35	臺茶九號	2.92
早種	0.62	桂花	0.88	品系 122	1.04	皋盧	1.39		
品系 1835	0.72	小粗坑	0.88	品系 1732	1.07	青心早種	1.40		
宇治	0.74	柑仔	0.89	伸蔓種	1.07	臺茶五號	1.41		
黃心烏龍	0.76	橫這大葉	0.90	Assam indigenous	1.14	臺茶十號	1.42		
黑面早種	0.77	竹葉	0.90	毛仔	1.15	品系 1793	1.42		
白毛猴	0.78	兔子坑白毛猴	0.90	水仙	1.15	品系 69	1.42		
黃柑	0.78	蔞茶	0.93	四季春	1.15	品系 125	1.44		
基隆白種	0.79	枝蘭	0.94	品系 978	1.16	大吉嶺	1.47		
臺農 29 號	0.79	三叉枝蘭	0.95	白心武夷	1.17	臺農 204 號	1.59		
駿河生	0.80	平水	0.95	薄葉	1.18	湖南	1.60		
品系 34	0.81	品系 67	0.96	基隆金龜	1.18	臺茶七號	1.61		
香耳	0.81	天公	0.98	紅心烏龍	1.20	大有	1.62		
臺茶十一號	0.81	大葉烏龍	0.98	武夷	1.22	臺茶十六號	1.64		
品系 121	0.82	小葉鐵觀音	0.99	Jaipuri	1.28	臺茶一號	1.68		
硬枝紅心	0.83	淡水青心	1.00	硬枝早種	1.29	臺農 335 號	1.68		
紅心大有	0.84	Manipuri	1.00	晚種	1.30	紅心武夷	1.75		

表十一、夏茶茶鹼 (mg/g) 含量

Table 11 The theophylline (TP) (mg/g) content of summer tea

品種	茶鹼	品種	茶鹼	品種	茶鹼	品種	茶鹼	品種	茶鹼
Cultivar	TP	Cultivar	TP	Cultivar	TP	Cultivar	TP	Cultivar	TP
紅心大有	ND	基隆金龜	ND	臺茶九號	0.30	品系 69	0.53	臺農 8 號	0.98
臺茶二十號	ND	臺茶四號	0.05	品系 1511	0.31	硬枝紅心	0.53	大南灣白毛猴	0.99
品系 122	ND	楓仔林	0.07	品系 121	0.31	品系 34	0.54	柑仔	1.01
臺農 402 號	ND	大藤	0.08	品系 1732	0.32	Jaipuri	0.54	臺農 101 號	1.09
臺茶一號	ND	臺茶八號	0.08	品系 1793	0.32	Shan	0.55	竹葉	1.13
臺茶三號	ND	臺農 2022 號	0.13	林口大葉烏	0.32	淡水青心	0.57	大有	1.17
臺茶十號	ND	橫這大葉	0.13	Assam indigenous	0.34	臺農 335 號	0.60	緬甸	1.18
臺茶十四號	ND	基隆白種	0.14	大吉嶺	0.36	臺茶六號	0.63	品系 1529	1.20
臺茶十五號	ND	山茶	0.14	臺農 29 號	0.36	品系 14	0.67	黃枝	1.27
臺茶十六號	ND	品系 1854	0.14	宇治	0.38	小葉鐵觀音	0.68	不知春	1.30
臺茶十七號	ND	桃仁種	0.15	枝蘭	0.38	牛屎烏	0.69	臺茶五號	1.35
白心武夷	ND	薄葉	0.15	臺茶十三號	0.41	品系 983	0.70	駿河生	1.44
福州	ND	品系 978	0.15	黃柑	0.42	紅心武夷	0.72	黑毛猴	1.54
小葉竹葉	ND	臺茶七號	0.16	伸蔓種	0.42	青心早種	0.72	白毛猴	1.68
小粗坑	ND	兔子坑白毛猴	0.18	含笑	0.42	天公	0.72	青心烏龍	1.86
早種	ND	Manipuri	0.18	臺茶十二號	0.44	貓耳	0.75	阜廬	1.94
白葉	ND	白心烏龍	0.19	湖南	0.46	黑面早種	0.77	大湖尾	1.95
蔣茶	ND	臺茶二號	0.20	四季春	0.47	臺茶十七號	0.86	烏骨仔	2.14
藪北	ND	Kyang	0.22	金龜	0.49	桃仁烏	0.88		
毛仔	ND	臺農 204 號	0.24	硬枝早種	0.51	柑仔 (黃)	0.88		
刺種	ND	品系 125	0.25	三叉枝蘭	0.51	桂花	0.89		
牛埔	ND	鐵觀音	0.29	品系 1835	0.52	紅心烏龍	0.90		

表十二、秋茶茶鹼含量

Table 12 The theophylline (TP) content (mg/g) of fall tea

品種 Cultivar	茶鹼 TP	品種 Cultivar	茶鹼 TP	品種 Cultivar	茶鹼 TP	品種 Cultivar	茶鹼 TP	品種 Cultivar	茶鹼 TP
赤芽山茶	ND	香耳	0.17	紅心武夷	0.27	Kyang	0.31	臺茶三號	0.58
貓耳	ND	漢口	0.19	竹葉	0.27	大藤	0.31	青心烏龍	0.63
黑毛猴	ND	臺茶二十一號	0.19	文山大葉烏	0.27	天公	0.31	臺茶九號	0.65
楓仔林	0.02	品系 125	0.20	四季春	0.28	淡水青心	0.31	臺茶十三號	0.66
塩川	0.02	毛仔	0.20	臺農 402 號	0.29	烏骨仔	0.31	臺農 335 號	0.69
鐵觀音	0.07	黃枝	0.20	大南灣白毛猴	0.29	大冇	0.33	臺茶十二號	0.72
品系 69	0.08	品系 1732	0.21	白心武夷	0.29	基隆白種	0.34	臺茶十四號	0.79
黃心烏龍	0.08	臺茶七號	0.22	白毛猴	0.29	柑仔	0.34	山茶	1.32
Assam	0.09	臺茶十七號	0.23	青心大冇	0.29	桃仁烏	0.36		
indigenous									
武夷	0.11	文山枝蘭	0.24	臺茶十五號	0.29	薄葉	0.36		
晚種	0.11	白葉	0.24	黃柑	0.29	水仙	0.37		
臺茶十號	0.11	臺茶八號	0.24	大葉烏龍	0.29	大湖尾	0.38		
含笑	0.12	臺農 29 號	0.25	藪北	0.30	宇治	0.38		
湖南	0.13	基隆金龜	0.25	平水	0.30	桃仁種	0.39		
祁門	0.14	硬枝早種	0.25	大吉嶺	0.30	紅尾仔	0.41		
小葉鐵觀音	0.14	青心早種	0.26	品系 14	0.30	牛埔	0.43		
伸蔓種	0.16	黑面早種	0.26	三叉枝蘭	0.30	柑仔 (黃)	0.45		
品系 1511	0.16	梅占	0.27	橫這大葉	0.31	水仙	0.45		
金龜	0.16	品系 1529	0.27	緬甸	0.31	白心烏龍	0.54		
品系 978	0.17	Manipuri	0.27	阜廬	0.31	臺茶五號	0.55		

表十三、春茶茶鹼 (mg/g) 含量

Table 13 The theophylline (TP) content (mg/g) of spring tea

品種 Cultivar	茶鹼 TP	品種 Cultivar	茶鹼 TP	品種 Cultivar	茶鹼 TP	品種 Cultivar	茶鹼 TP
武夷	ND	白心烏龍	0.08	柑仔	0.13	黃柑	0.22
品系 978	ND	漢口	0.08	水仙	0.14	天公	0.23
臺茶十號	ND	紅心大有	0.09	楓仔林	0.14	硬枝紅心	0.24
臺茶十一號	ND	臺茶七號	0.09	品系 125	0.14	黑面早種	0.25
臺茶十二號	ND	大吉嶺	0.09	伸蔓種	0.15	小粗坑	0.25
橫這大葉	ND	臺農 29 號	0.09	臺茶一號	0.16	臺茶十六號	0.26
白葉	ND	品系-69	0.09	黃枝	0.16	Jaipuri	0.30
駿河生	ND	大南灣白毛猴	0.09	臺茶五號	0.16	平水	0.31
枝蘭	ND	品系 1793	0.09	桂花	0.16	臺農 335 號	0.37
晚種	ND	青心大有	0.10	蔞茶	0.16	白毛猴	0.41
香耳	ND	貓耳	0.10	紅心武夷	0.17	臺農 204 號	0.42
兔子坑白毛猴	ND	臺茶九號	0.10	宇治	0.17	臺農 402 號	0.43
皋廬	ND	Assam indigenous	0.10	硬枝早種	0.17	毛仔	0.51
Shan	ND	臺茶十四號	0.10	臺農 101 號	0.18	Manipuri	0.52
Kyang	ND	品系 67	0.11	柑仔 (黃)	0.20	紅心烏龍	0.56
基隆金龜	ND	品系 1732	0.11	大葉烏龍	0.20	文山枝蘭	0.59
白心武夷	0.05	湖南	0.11	四季春	0.20	文山大葉鳥	0.70
早種	0.07	大有	0.12	臺農 8 號	0.21	三叉枝蘭	0.82
竹葉	0.07	品系 121	0.12	黃心烏龍	0.21	青心早種	0.98
薄葉	0.07	品系 34	0.13	品系 122	0.21	緬甸	1.03
品系 1835	0.08	淡水青心	0.13	小葉鐵觀音	0.22	基隆白種	1.04

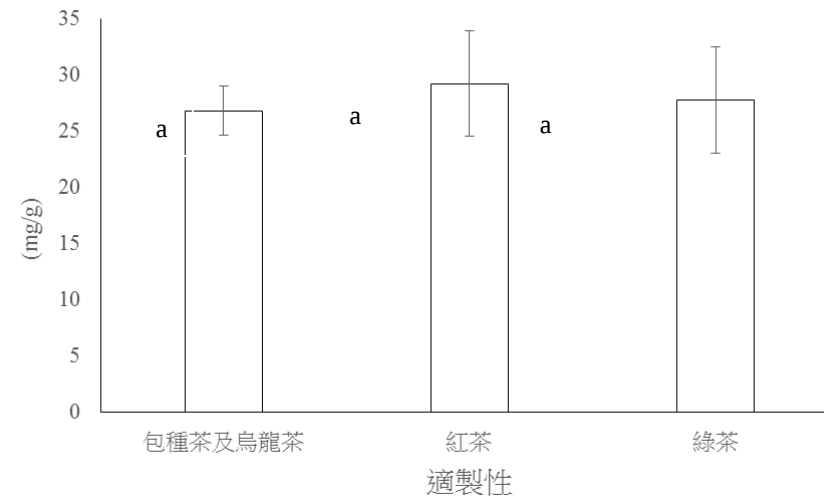
表十四、不同季節咖啡因、可可鹼及茶鹼分級

Table 14 The grade of tea leaves harvested from different seasons based on the contents of caffeine, theobromine and theophylline

			第一級 The first grade	第二級 The second grade	第三級 The third grade
咖啡因 Caffeine	夏茶 Summer tea		< 23.39	23.39-29.85	> 29.85
	秋茶 Fall tea		< 24.70	24.70-31.56	> 31.56
	春茶 Spring tea		< 24.34	24.34-31.28	> 31.28
可可鹼 Theobromine	夏茶 Summer tea		< 0.81	0.81-1.91	> 1.91
	秋茶 Fall tea		< 0.95	0.95-3.13	> 3.13
	春茶 Spring tea		< 0.72	0.72-1.48	> 1.48
茶鹼 Theophylline	夏茶 Summer tea		< 0.09	0.09-0.90	> 0.90
	秋茶 Fall tea		< 0.15	0.15-0.46	> 0.46
	春茶 Spring tea		< 0.0078	0.0078-0.38	> 0.38

夏茶樣品數為 108 個；秋茶樣品數為 88 個；春茶樣品數為 84 個。

The sample numbers of summer tea are 108; the sample numbers of fall tea are 88;
the sample numbers of spring tea are 84.



圖二、不同適製性茶類茶樹品種 (系) 咖啡因含量比較

Fig. 2. Compared with caffeine content of different appropriateness of tea processing

茶樹旱害影響因子及其對芽葉生育之影響

鄭焜元* 余錦安 范宏杰¹

摘 要

本試驗研究於 2007 及 2013 年在花東茶區進行茶樹旱害調查，整理分析乾旱期間之氣象因子變化，以及記錄茶園受害情形，並探討影響茶樹旱害程度之其他非氣象因子，及其對芽葉生育之影響，做為茶樹栽培管理及調整茶葉產製之參考依據。由試驗調查分析結果顯示，茶樹旱害發生主因為氣候變化，其他如茶園地處現況、樹勢、品種、樹齡、栽培管理方式、病蟲害皆是影響旱害輕重之因素。茶園具有良好的生態環境，種植耐旱品種，早期遮蔭，旱前剪枝，都能夠減輕旱害。旱季茶芽節間徑較粗大且短小，葉面積亦較小，未遮蔭區葉片內折度顯著大於遮蔭區，葉片綠色值則低於遮蔭區。旱季永康山茶內折明顯，葉面積顯著小於非旱季，顯示其對旱害逆境可能產生的自我調適能力高於其他品種，旱季後秋茶產量明顯低於非旱季。

關鍵字：茶樹、旱害、芽葉生育

前 言

近年來由於全球氣候變遷，以致異常氣候現象逐年增加，降雨量分佈的不平均，而且高溫炎熱之氣候型態，使得茶園旱害發生頻率有增加之趨勢，農業氣象災害中以旱害對茶樹生產影響最大，旱害往往造成芽葉乾枯以致無法採收，需一段時間恢復樹勢，以致對當季及次季茶的生產有很大的影響，嚴重時甚至整株茶樹枯死而需更新 (陳及馮，1994；鄭，2003)。茶樹最適宜的年降雨量為 1,500 公釐左右，連續

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

* 通訊作者。

數月降雨量少於 50 公釐，將影響茶菁產量與品質，再不補充水分，可能發生旱害。茶樹每日耗水量在 2.6-4.5 mm 之間，隨月份會有所差異，七月份每日需水 10-13 mm，八月份每日需水 3.8-4.9 mm (蔡，2005)。於夏季高溫期間若遇 20 天未有可計量降雨記錄，茶樹生理即接近萎凋臨界點，每年進入旱季之前，即 4 月就要開始注意降雨情形及分佈，此段觀察期只有 20-30 天 (鄭，2003)。若持續只有零星降雨量，呈現偏低之現象，就要於災害發生前做好各項旱害因應措施來預防夏季旱害，以降低乾旱造成之茶樹嚴重受害，也要維持茶樹對乾旱之長期忍受力，等待降雨解除旱害。從茶樹枝葉出現受害徵狀至旱象解除，由不同年度旱害發生期間來看，2002 年旱害期間較短，為 20 天，1992 年長達 45 天，由歷年資料來看以 30 天為一常態值 (鄭，2003)。姜 (2014) 指出高溫乾旱的氣候變化特徵為高溫持續時間長、強度大、分佈廣、降水量、雨日顯著偏少，日照強、土壤水分低。

旱害發生的原因主要為氣候因素，依發生之季節類型可分為春旱，發生在 3-5 月份，其特點是氣溫不高，相對濕度低，風速大，土壤蒸發加劇，若長期缺雨，易發生春季旱害，例如 2002 年春旱造成春茶減產。夏旱發生在 6-8 月份，太陽輻射強烈、氣溫高、蒸發量大，若梅雨不足，颱風帶來雨量少也會造成夏季旱害，例如 1991、1992、1996、1998、2003 年夏旱茶樹乾枯 (鄭，2003)。冬旱發生在 12-2 月份，特點為雨量分配不均，集中於夏季，冬季降雨少，東北季風強，易發生冬旱現象，例如 2014 年。東南部茶區旱害之季節類型，冬旱為每年十月至次年二月為明顯旱季，冬季的缺水現象，雖然不致於造成茶樹旱害，但有時也會影響冬茶及早春茶的生產，導致茶葉產製銷受影響。夏旱若梅雨不足，颱風帶來雨量又少且延至七月下旬以後，常會造成夏季旱害，嚴重時，茶樹甚至枯死，而且影響全年茶葉生產。旱害發生初期，農民往往低估了乾旱程度而造成極大的損失。

東南部茶區茶葉產製特色為年生長期長，幾乎無休眠期，一年可採收 6-7 次，除了春、夏、秋、冬茶外，也由於氣候溫和，日照長，茶樹萌芽期早，其產期與西部茶區比較，春茶約可提早 20 天以上，冬茶亦可延後 20 天以上，即可以多採收早春茶及晚冬茶各一次 (張，1987)。此時期西部茶區已無茶可供採收，為東南部茶區產期上的優勢，為氣候特性之有利因素。但另一方面，由於採收次數多，幾乎全年都在採茶、製茶，因此受天然災害影響的機會也隨之增加。邱等 (2012) 整理各茶區從 1999 至 2011 年之氣候變遷，均有極端氣候變化出現。林等 (2013) 分析 2001 至 2012 年中南部茶區溫度變化，高溫或低溫對茶樹生育產生明顯的影響。由臺灣農業年報統計資料得知，1991、1996、1998、2002、2003 及 2007 年花蓮縣瑞穗茶區及臺東縣鹿野茶區均發生大小規模不一之茶樹旱害，受害面積達數百公頃 (農業統計年報，1992-2008)。以花蓮縣瑞穗茶區之青心烏龍茶園受害最嚴重 (鄭，2003)。陳及馮 (1994)

於 1991 至 1993 年調查全省 25 處主要茶區茶樹天然災害發生情形，以旱害發生的次數最多，範圍最廣，災情最長，茶樹受害程度亦最為嚴重。因此本試驗目的在於探討茶樹旱害發生期間氣象因素的影響，以及調查分析影響旱害程度之其他因素，對茶樹受害及芽葉生育的影響，做為茶園旱害防護對策與災後因應措施之參考依據。

材料與方法

一、旱害調查

- (一) 調查年度：在 2007 及 2013 年茶樹發生旱害時進行田間調查。
- (二) 調查地點：臺東縣鹿野茶區龍田、永安，卑南茶區美農及嘉豐，花蓮縣瑞穗茶區大坪頂及舞鶴。
- (三) 旱害記實：在發生旱害之茶區進行不同品種受害率、受害程度、樹勢調查，以及茶園及周邊環境調查。
- (四) 氣象因子：收集鹿野、卑南及瑞穗茶區茶樹發生旱害期間之氣象資料，包括 2007 及 2013 年 7 月之平均氣溫、最高氣溫、相對濕度、日照時數、日射量、蒸發量、降雨量、降雨日數，以及整理大於 35℃ 之日數，並與歷年非旱季進行分析比較，包括 2004、2005、2006、2008、2009、2010、2011、2012、2013 年。氣象觀測站分別屬於茶業改良場臺東分場農業氣象站 82S58，海拔 175 公尺、臺東區農業改良場斑鳩分場氣象站 72S20，海拔 240 公尺、舞鶴氣象站 C0Z070，海拔 272 公尺。

二、旱害非氣象因子調查

- (一) 品種：2007 年 7 月旱害發生期間，在茶業改良場臺東分場茶樹品種園區進行茶樹受害率調查，於六年生品種園區調查 115 個品種，包括臺茶品種 21 個、地方品種之綠茶品種 18 個、部分發酵茶品種 59 個、紅茶品種 8 個及野生茶樹 9 個，二十年生品種園區調查 32 個品種，包括臺茶品種 19 個，地方品種 13 個。
- (二) 樹齡：六年生及二十年生茶樹品種園區受害率調查。
- (三) 剪枝：旱害發生前有無剪枝茶樹受害率調查。
- (四) 遮蔭：旱害發生時有無遮蔭茶樹受害率調查，遮蔭設施為架設高 2 公尺，遮蔭程度 70%、50% 黑色遮蔭網之遮蔭區及無遮蔭區。
- (五) 綠籬：旱害發生時有無綠籬茶樹受害率調查。
- (六) 冠面：旱害發生時茶樹冠面大小受害率調查。
- (七) 樹勢：旱害發生時茶樹樹勢強弱受害率調查。

三、旱害芽葉生育調查

- (一) 遮蔭設施：遮蔭設施為架設高 2 公尺，遮蔭程度 70%、50%黑色遮蔭網之遮蔭區及無遮蔭區。
- (二) 芽葉生育調查：2006 年 7 月非旱季、2007 年 7 月旱季有無遮蔭設施茶樹芽葉性狀調查，包括百芽鮮重與乾重、茶芽含水量、芽長、節間徑、節間長、葉長、葉寬、葉面積、葉厚、反轉度、內折度、綠色值 (SPAD)。
- (三) 產量調查：2006 年非旱季及 2007 年旱季春茶及秋茶產量調查，品種為臺茶 12 號、嫁接烏龍及青心烏龍。

結果與討論

一、花東茶區旱害調查

(一) 2007 年鹿野、卑南及瑞穗茶區旱害

1、氣象變化

2007 年 7 月鹿野茶區旱季與歷年非旱季氣象變化比較，從 6 月 29 日至 7 月 31 日降雨量僅有 4 mm，幾乎整個月不下雨，非旱季歷年當月平均雨量高達 268.4 mm。7 月旱季大於 35℃ 之日數高達 21 日，非旱季歷年平均為 1.8 日，最高為 8 日，明顯低於旱季。旱季與非旱季之日照時數及降雨日數呈現明顯的差異 (表一)。卑南茶區旱季與歷年非旱季氣象變化有相似的趨勢 (表二)。由於雨量稀少、氣溫高、日照強，天氣炎熱乾燥，偶有焚風吹襲，雖然茶園都有裝設灌溉管線，但是長期不下雨造成灌溉水源不足，供水間距拉長，水量少，茶樹來不及吸收利用就已經從土壤表面蒸發。因此臺東茶區遭遇歷年來最嚴重的一次乾旱，造成茶樹枝葉乾枯，甚至整株枯死，有些茶園整區枯乾，已無經濟生產效益。部分茶園雖然受害輕微，但於茶園邊行之茶樹亦因缺水及高溫熱浪作用以致乾枯，大多數茶園或多或少都呈現枝葉乾枯現象。

2、受害情形

2007 年 7 月臺東縣鹿野、卑南及瑞穗茶區茶樹品種受害情形，以青心烏龍茶園受害最嚴重，其次為大葉烏龍，臺茶 12 號茶園也可見枝葉乾枯現象。由茶園受害調查顯示 7 月 5 日尚未有旱害跡象，7 月 10 日枝葉開始出現枯萎現象，7 月 18 日鹿野茶區茶樹受害率已達 10-15%，青心烏龍及臺茶 12 號受害嚴重的茶園分別高達 50% 及 30%。卑南茶區美農及嘉豐之青心烏龍品種平均受害率達 20% 以上，其樹冠面小，植株低矮，樹勢弱呈現衰老現象，臺茶 12 號、青心大有及武夷僅輕微受害，主要在於茶樹生長較健壯。7 月 17 日瑞穗茶區尚未有明顯的旱害跡象，7 月 31 日舞鶴青心

烏龍受害嚴重的茶園受害率高達 60%，尤以老茶樹受害嚴重，四季春及青心大有受害輕微，部分大葉烏龍已出現枝葉乾枯，大坪頂大葉烏龍每處茶園都遭受旱害，受害嚴重的茶園受害率高達 40%，大部分茶園已超過 30%枝葉乾枯 (表四)。茶改場臺東分場臺茶 8 號品種自種植之後就沒有安裝噴灌設施，灌溉水源僅靠雨水供給，不曾發生旱害，但在 7 月長期缺水狀態下，無論旱害前剪枝茶園或留養枝條茶園，其枝葉都呈現枯焦現象，臺茶 12 號、香櫞、武夷、青心大有都發生受害情形。

3、旱害進程

茶樹尚未出現旱害徵狀前，枝葉生長可能已受影響，等到旱象出現，其枝葉即快速枯乾，其進程每天皆呈現不同的變化，由於持續缺水，枝葉開始黃化、萎凋、枯萎、褐色化、枯焦、落葉，以致整株茶樹枯乾。由於從 7 月 13 日至 20 日連續的高溫，達 36 至 38 °C，為茶樹快速乾枯之關鍵期。當茶樹達到永久凋萎點後，其枝葉乾枯即非常迅速，常常來不及防護，此時需要充足的水分才能稍為緩和旱象。由於 8 月 7 日帕布及其後之悟堤颱風帶來豐沛的雨水，茶區旱象才得以解除。今年與往年相同，均靠颱風帶來的雨水，才讓未枯乾的茶樹回復生機，乾旱期間的氣象變化與颱風帶來雨水的時間明顯影響茶樹受害程度。

4、樹勢影響

從調查茶區旱害也發現有些茶園茶樹非常健壯，並沒有出現旱害的徵狀，可以順利渡過乾旱逆境。部分茶園雖然枝葉出現枯萎現象，但尚可延長生機，撐過旱季，等到雨水的來到，得以解除旱象危機，使災害降至最低。但有一些茶園看似尚強壯，亦受害嚴重。有些茶樹較弱呈現衰老現象，或老茶園，其受害程度最為嚴重。不同區塊的茶園受害程度並不相同，除了土壤因素的差異，茶樹樹勢強弱是影響旱害輕重的重要因素。當茶樹冠面愈大，其受旱害程度可減輕，樹勢衰弱的成木茶樹受害相當嚴重，可能在於樹冠面小，行間土壤裸露面積增加，而且雜草因缺水而乾枯，更加速土壤水分的蒸發，茶樹吸收不到水分，枝葉就開始乾枯，所以一些衰老茶園都有這種現象。大部分受害茶園不但樹冠面小，根系也非常淺，這也是大多數茶園普遍的現象，所以藉由茶樹深根系的培育以提高耐旱性，為非常重要的栽培管理模式。

5、耕作影響

茶園有灌溉水源 (深井)，茶樹未受害，在於可以適時適量補充水分，在非旱季因使用灌溉水需耗油電，基於成本考慮就不會過量的灌溉，由於灌溉水深足夠且適量，土壤根系深厚，較不受旱害影響；而噴灌區的茶園，一般不會太在意成本的考量，常會過量噴灌，土壤孔隙充滿水分，以致通氣不良，根系受害生長不佳，可能造成茶樹根系聚集於土壤表層，在旱季時節常因缺乏灌溉水，淺層根系吸收水分受

限制，又缺乏深層根系，以致吸收水分受阻而造成枝葉乾枯，對衰老茶園影響更明顯；其次因土壤缺少深耕，土壤密實，灌溉水並未滲入土壤深層，而從地表流失，不但造成水資源的浪費，亦迫使根群向表土生長，若遇高溫乾旱，就會受到旱害。蓄水池或深井可以有效貯存水源，旱季時發揮貯水功能，當茶樹受害時可以暫時提供水源，延長茶樹的生機，渡過乾旱期。其次常因割草不小心造成茶樹主幹環狀剝皮，以致枝幹表皮層受傷，可能影響水分輸送，樹勢轉弱，是造成旱害程度的重要因素。茶園西面有樹木具有遮蔭效果，受害較輕微，以及利用水平遮蔭網也可減輕旱害，唯成本是考慮的因素，長期不採摘放任生長之茶樹綠籬並未發生旱害。因此如何將這些優勢轉化成茶園栽培管理體系，以及正確精準管理茶園是值得探討的課題。

(二) 2013 年瑞穗茶區茶樹旱害

1、氣象變化

7 月 12 日至 13 日蘇力颱風未帶來降雨且伴隨熱風吹襲，而且從 7 月 1 日至 31 日瑞穗茶區舞鶴降雨量只有 43.5 mm，這段期間 7 月 18 日下雨 29 mm，其餘僅零星降雨 1.5-9 mm，降雨日數 6 日，明顯偏低，且低於往年，以及氣溫高、日照強之氣候型態，氣溫大於 35°C 之日數有 4 日 (表三)，造成茶樹枝條葉片褐化乾枯。7 月 19 日已有少數枝條受害，唯尚不明顯，7 月 24 日之後茶園受害現象趨於明顯，而且迅速乾枯。

2、受害情形

以大坪頂茶園受害高於舞鶴，在於樹勢較弱且老化，地處空曠，茶園成片，並無高大樹林偶而間隔其中，可能影響茶園微氣候，幾乎全面性明顯受害，受害嚴重茶園受害率高達 50-80%，輕者 10-15%，整個區域或多或少都有枝條受害，而且隨著旱害時間受害程度漸趨迅速明顯。舞鶴茶園屬分散分佈，尚有樹林間隔，有些茶園未受害，或輕微、中等受害，受害茶園較分散，其中受害嚴重茶園高達 50-60%，幼木茶園幾乎沒有或輕微受害。可看到部分大葉烏龍茶園，以及尚屬壯年期之臺茶 18 號，有機茶園臺茶 12 號受害極輕微。普遍管理良好，且樹冠面大的茶園受害輕微。整體來看，大坪頂受害程度高於舞鶴，品種以大葉烏龍高於臺茶 12 號 (表四)。

3、機剪影響

採摘前後未修剪之茶園，枝條高低不齊，因樹冠面小，茶樹行間裸露大，蒸發量高，尚可看到一些未乾枯新芽，成熟及老葉表面出現曬紅褐化徵狀；且葉片水分少葉質乾硬。尚未衰老之四季春茶園在旱害發生前進行機採，冠層整齊，葉面積不大，受害較輕微。之前剪枝茶園受害較輕微，可能在於減少枝葉蒸散的影響。

4、耕作影響

部分茶園冬季未耕犁，根系容易聚集於表土，茶樹行間土壤容易沖刷流失，造成土壤堆積於植株下方且高於行間，形成傾斜面，可能易誘導根系往土面生長，造成一些細小弱枝叢生於土面，以致主幹不明顯，茶樹下層枝葉過於茂密，通風不良，易滋生病蟲害，無法培育強壯的枝條，適逢缺水乾旱期容易受害。部分茶園在未下雨，土壤非常乾燥下，採摘後還施用化學肥料，也沒有覆土，為加速旱害程度的重要因素。乾旱期間可見茶樹行間雜草已乾枯，或呈現軟化下垂現象。噴施除草劑茶園受害較嚴重。

5、採摘影響

茶區全年無休採摘製作蜜香紅茶，夏季不留養，樹勢較弱老化之茶園亦行採摘，當適逢乾旱缺水期間，採摘茶園容易造成枝條產生傷(切)口，可能加速水分從枝葉蒸散，以致茶樹樹體更加衰弱，以致無法延長生機來渡過乾旱期，等待雨水解除旱害，其影響程度尚待觀察，為因應近年來氣候變遷之環境，茶園耕作模式需再行適度的調整，以避免夏茶採摘過度，茶樹提早衰老。

由上述可知，除了氣候是主要因素外，茶園地處空曠或周邊有樹林、茶樹樹勢(衰老)、缺株、冠面大小(與生長勢關係密切)、細枝弱枝多、無強壯枝條、樹形矮小、品種、栽培管理(方式)及帶有枝枯病亦影響旱害輕重。許多茶樹旱害調查報告也指出氣候之其他因素亦影響茶樹受害程度(余及黃，2013；肖及韓，2013；黎等，2007；韓及肖，2013)。茶樹旱害係屬於漸進累積性天然災害，受害時在葉片未出現萎凋徵狀前，肉眼不易辨識，當茶樹新梢已呈現受害徵狀，一兩天內即發生枝枯現象(陳及馮，1994)。當茶樹遭遇長時間的高溫、乾旱及強光照後，會出現葉片變色、枯焦、脫落、枝條乾枯，直至整株茶樹枯死，為茶樹熱旱的主要徵狀(肖及韓，2013)。本試驗調查茶樹旱害枝葉受害進程有相同的結果。大葉種比中小葉種抗旱性差，臺茶18號較小葉種易發生日燒症(余及黃，2013；林等，2013；黎等，2007)。由本試驗2007年調查大葉種臺茶8號受害情形有相同的狀況，顯示不同品種對旱害反應出不同的變化，選擇耐旱品種可以減少受害。茶樹生長周邊生態條件較良好，樹木較多的茶園不易受害，茶樹成片缺乏遮蔭樹的茶園易遭受旱熱害的危害(盧等，2013)。本試驗於乾旱期間調查茶園周邊現況，整區茶園偶有樹木或綠籬茶樹受旱害較輕微，所以建立良好的茶園生態環境有利於茶樹的生育。高溫乾旱期間的採摘，特別是機採及修剪，將樹冠表層枝葉剪去後，留下的葉片直接暴露在烈日下難以適應而容易枯萎受害(韓及肖，2013)。所以在夏季採製應視氣候環境的變化加以調整，以避免過度採摘以致茶樹受害嚴重。

二、影響茶樹旱害程度之其他因子

由上述調查分析顯示茶樹旱害主因為氣候因素，長期不下雨，氣溫高日照強為直接影響因素，茶樹受旱害程度同時受到其他因素的影響，以致同一茶區有受害輕重之區別。因此，以下再分別探討品種、樹齡、剪枝、遮蔭、綠籬、冠面大小、樹勢等對茶樹受害的影響。表五係 2007 年 7 月旱害茶樹品種受害情形，不同適製性以綠茶品種受害數最多，高達 88.9%，其次依序為紅茶品種、部分發酵茶品種，野生茶樹受害數最少，為 11.1%，臺茶品種有 47.6% 的品種受害。適製綠茶品種受害嚴重的比例高達 50%，其他適製性品種及臺茶品種幾乎少有受害嚴重，一般受害輕微的比例較高 (表五)。經由不同品種受害率調查顯示，青心烏龍及大葉烏龍受害嚴重，大部分為老弱茶園，受害率高於臺茶 12 號，2013 年青心烏龍因調查點數少，有些茶園樹齡 3-6 年，正屬壯年時期，又地處位置周邊有遮蔽物，以致部分茶園受害較輕微。樹齡 20 年受害品種高於樹齡 6 年 (表五)，以地方品種較為明顯，無論臺茶品種或地方品種，其嚴重受害品種比例亦較高。旱害前有無剪枝影響茶樹受害率，臺茶 12 號、青心大有及香櫞有剪枝枝葉受害低於未剪枝，臺茶 8 號不受剪枝有無影響。旱害前進行遮蔭會減輕受害，不同品種有相同的結果，只是防護效果稍呈現差異，以永康山茶及臺茶 12 號最佳，遮蔭區青心烏龍尚達 10-30% 的受害率。茶園旁有綠籬樹林幾乎未受害，或可以減輕受害 (表六)。大片茶園地處空曠，茶樹受害較高於偶有遮蔽物 (樹木、果樹、房屋) 之茶園。

2003 年北宜茶區茶樹乾旱調查顯示，地形地勢的微氣候亦是影響茶園之耐旱力，如茶園周遭有樹林阻隔熱風，茶樹耐旱力皆較佳 (蔡，2005)。林等 (2013) 指出大葉種茶樹日燒症好發於無遮蔭茶園。日最高溫度在 35℃ 以上，茶樹葉片就會出現燒傷現象，乾旱嚴重的年份往往高溫日數多，也促使乾旱加重 (姜等，2014；黃，1981)。本試驗整理旱季期間大於 35℃ 之日數明顯高於非旱季。蔡 (2005) 指出春茶後深剪茶園，因茶樹枝葉少，其耐旱性亦較成本茶園高。樹齡 20 年茶樹冠面大小與受害率達顯著負相關，樹齡 6 年為負相關但未達顯著 (表五)，顯示樹齡愈大冠面大小，更加重要，除了幼木期，茶樹冠面愈大，顯現茶園管理較佳，其樹勢表現愈健壯。鄭 (1999) 分析不同年度間氣象因子之差異，造成夏季乾旱季節與非旱季節之芽葉農藝性狀對茶樹產量之影響，指出樹冠為相當重要的正面影響因子，在旱季百芽重及萌芽密度也是很重要的影響因子。茶樹生長旺盛，根系發達，其抗旱能力較強 (盧等 2013)。余及黃 (2013) 指出樹勢健壯，根系深廣，葉片結構緊湊，葉面光滑，葉質硬，葉脈密，角質層厚，新梢持嫩性強的品種，往往抗旱性較強。茶園受災程度的影響因素包括茶樹品種、茶園土壤條件與生態環境、茶園栽培管理措施。

三、旱害對茶樹芽葉生育之影響

有無遮蔭在未發生旱害的茶季，對茶芽性狀之百芽鮮重與乾重、茶芽含水量、

節間徑與長影響不大，旱季之百芽鮮重與乾重及節間長，在有無遮蔭則達到顯著的差異，不同年度有無旱季茶芽性狀差異顯著，在旱季節間徑反而較粗大但短小（表七）。有無遮蔭在未發生旱害的茶季，對葉片農藝性狀之葉長、寬與面積沒有明顯的影響，在旱季有無遮蔭則呈現顯著的差異，不同年度有無旱季未遮蔭區大部分葉長、寬與面積達到顯著的差異，旱季葉面積較小，不同品種葉厚反應並不相同（表八）。在旱季有無遮蔭對葉片反轉度及內折度的影響，以未遮蔭區葉片反轉度及內折度大於遮蔭區，又以內折度呈現比較明顯的差異，未遮蔭區葉片綠色值低於遮蔭區（表九）。陳及蔡（1992）以盆栽試驗之缺水植株生長至一心三葉或四葉就形成對口，色澤黃綠，內折度大，節間短、葉面積小。本試驗經由田間調查之芽葉生長也呈現相似的結果。葉片捲曲是對缺水環境之自然反應現象，減少蒸散面積，避免水分散失（陳及蔡，1992）。永康山茶於旱害期間內折明顯，葉面積顯著小於非旱季，顯示其對旱害逆境可能產生的自我調適（防禦）能力高於其他品種。旱害對次季茶產量具有明顯的影響，旱季後秋茶產量明顯低於非旱季，其中臺茶 12 號及嫁接烏龍有無旱害秋茶產量達到顯著的差異（表十）。茶樹發生旱害直接反應在新梢停止生長，芽葉百芽鮮重減輕、短小且芽葉數明顯減少，造成減產（陳及蔡，1992；Burgess, 1996）。東方美人茶採製亦受影響（林等，2014）。

結 論

夏季久旱無雨，缺乏水源灌溉，有灌溉設施之茶園也因水量不足，無法有效的發揮效果。因此在水源缺乏之情況下，於旱害發生初期可稍加淺耕鬆土，以阻斷土壤水分直接向地表蒸發，再配合敷蓋來保持水分。夏季乾旱需留意高溫所造成的傷害，利用雜草的敷蓋與遮蔭效果應是可考慮的方式。冬季茶園實施深耕，能打破土壤硬層，增加蓄水能力，以及促使根系往下生長，吸收土壤深層的水分，亦有抗旱的功能。以上主要目的在於延長茶樹的耐旱能力，等待雨水來舒解旱害。由本試驗調查顯示茶園有良好的生態環境，種植耐旱品種，早期遮蔭，早前剪枝，都能夠減輕旱害。如何將這些優勢轉化成茶園栽培管理體系是值得探討的課題。

參考文獻

1. 余繼忠、黃海濤. 2013. 茶樹旱熱害情況分析與災後恢復技術措施. 杭州農業與科技 5: 38-40。
2. 林木連、姚銘輝、陳俊仁. 2013. 影響大葉種日燒症之環境因素. 102 年度農業工程與自動化計畫成果研討會論文集. pp. 160-165. 行政院農業委員會農業試驗所編印。
3. 林木連、姚銘輝、陳俊仁. 2014. 東方美人茶生產與氣象之關係. <http://amis.tari.gov.tw/MapManager/農業試驗所農業氣象諮詢系統>。
4. 林儒宏、簡靖華、蕭建興、郭寬福、黃正宗、邱垂豐、林金池. 2013. 近 10 年來中南部茶區農業氣象之溫度調查與變化趨勢. 102 年度農業工程與自動化計畫成果研討會論文集. pp. 166-171. 行政院農業委員會農業試驗所編印。
5. 邱垂豐、王孟瑜、劉千如. 2012. 茶業改良場暨三分場及工作站近十年之氣候變遷. 出自“第一屆茶業科技研討會”，陳玄、曾方明 (合編). pp. 114-126. 桃園：茶業改良場。
6. 尚強、韓文炎. 2013. 茶樹熱旱害症狀及分級方法. 中國茶葉 9: 21-21。
7. 姜燕敏、馬軍輝、李漢美、余久紅. 2014. 麗水市 2013 年 7-8 月高溫熱害對茶葉生產的影響. 中國農業通報 30: 158-163。
8. 張清寬. 1987. 東部地區茶業發展概況. 茶葉產製輔導手冊. pp. 1-10. 臺灣省茶業改良場編印。
9. 陳玄、馮鑑淮. 1994. 茶樹旱害及其影響因子調查. 中華農業氣象 1: 133-141。
10. 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: 33-44。
11. 黃壽波. 1981. 浙江茶區茶樹旱熱害的氣候分析. 茶葉 2: 8-11。
12. 農業委員會. 1992-2008. 農業統計年報. 臺北市：農業委員會。
13. 蔡志賢. 2005. 茶樹旱害調查及防護技術. 出自“茶樹氣象災害調查及防護研討會”，張清寬、謝靜敏、陳玄 (主編). pp. 55-64. 桃園：茶業改良場。
14. 鄭混元. 1999. 乾早期對茶樹農藝性狀及產量之影響研究. 臺灣茶業研究彙報 18: 45-56。
15. 鄭混元. 2003. 乾旱對花東地區茶樹產量影響及因應措施之研究. 臺灣茶業研究彙報 22: 57-78。
16. 黎健龍、李家賢、李勁馳、唐顯. 2009. 熱旱對茶樹產量的影響及防災措施淺析. 茶葉科學技術 4: 9-10。

17. 盧健、朱全武、駱耀平. 2013. 茶園旱熱害及其防治與補救措施. 茶葉 39: 153-155。
18. 韓文炎、尚強. 2013. 夏季茶園熱旱害成因及防治建議. 中國茶葉 9 : 18-19。
19. Burgess, P. J. 1996. Responses of young tea (*Camellia sinensis*) clones to drought and temperature. I. Yield and yield distribution. Experimental Agriculture. 32: 357-372.

Drought Injury Factor and Its Effect on Shoot Growth of Tea Tree

Hun-Yuan Cheng^{*} Chin-An Yu Horng-Jey Fan¹

Summary

This study was aimed at investigating the cause of drought injury and its effect on shoot growth of tea tree (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) in Hualien and Taitung in 2007 and 2013. Climatic factors change of drought period was analyzed and recorded during tea tree injury conditions, and also to investigate the effects of other non-climatic factors of drought injury and its effect on shoot growth, they may be the management, adjustment and tea tree production references. The results of this study showed that the primary factor causing drought injury was the climatic change, and the location of tea garden, tree vigor, cultivar, tree age, model of cultivation and management, pest and disease were all factors that affect the heavy or light injury of drought. Tea garden has a good ecological environment, planting drought resistant cultivars, drought of shading, pruning before the drought, was able to alleviate drought injury. Internode diameter was larger and shorter during drought season. Leaf area was also small. The leaf inward-folding degree of non-shading treatment was larger than those of shading treatment, the leaf greenness was lower in contrast. The leaf inward-folding degree of drought season was obvious for wild tea trees in Yung-Kang Mountain, and the leaf area was smaller. It was showed that self-adjustment ability on drought stress may be higher than other cultivars, the autumn tea production was significantly lower after drought season than those of non-drought season.

Key words: Tea tree, Drought injury, Shoot growth

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

* Corresponding author.

表一、2007 年 7 月旱害鹿野茶區氣象變化與歷年比較

Table 1 Comparison of climatic change during drought injury of July in 2007 and previous years at Luyeh tea district

氣象因子 Climatic factor	非旱季 Non-drought			旱季 Drought	
	平均 Mean	最高 Max.	最低 Min.	2003	2007
平均氣溫 (°C) Mean temperature	27.4	28.3	26.7	29.4	29.0
平均最高氣溫 (°C) Mean max. temperature	32.6	33.7	31.8	35.1	35.4
日最高氣溫 (°C) Day max. temperature	35.3	38.2	34.0	39.2	38.9
>35°C 日數 (days) Days of above 35°C	1.8	8	0	15	21
相對濕度 (%) Relative RH.	83.9	88.3	79.3	74.0	72.0
日照時數 (hours) Accum. sunshine hours	204.7	233.0	184.5	285.4	274.0
蒸發量 (mm) Accum. evaporation	118.2	135.7	102.0	190.3	226.3
降雨量 (mm) Accum. rainfall	268.4	479.5	159.5	90.5*	4
降雨日數 (days) Days of rainfall	11.4	14	7	4	3

*：7 月 21 日至 23 日尹布都颱風。7 月 22、23 日降雨 30、58 mm

Max.: Maximum; Min.: minimum; RH: Relative humidity; Accum.: Accumulative

表二、2007 年 7 月旱害卑南茶區氣象變化與歷年比較

Table 2 Comparison of climatic change during drought injury of July in 2007 and previous years at Binan tea district

氣象因子 Climatic factor	非旱季 Non-drought			旱季 Drought	
	平均 Mean	最高 Max.	最低 Min.	2003	2007
平均氣溫 (°C) Mean temperature	26.6	28.2	25.7	27.1	28.3
平均最高氣溫 (°C) Mean max. temperature	31.5	33.4	30.6	33.1	33.9
日最高氣溫 (°C) Day max. temperature	34.2	36.4	32.5	36.6	37.3
>35°C 日數 (days) Days of above 35°C	0.9	7	0	3	5
相對濕度 (%) Relative RH.	81.9	90.1	66.7	81.5	73.0
日照時數 (hours) Accum. sunshine hours	148.3	178.8	120.6	234.2	228.4
蒸發量 (mm) Accum. evaporation	341.8	370.0	308.4	461.9	441.34
日射量 (MJ/m ²) Solar radiation	99.4	114.4	86.4	113.4	159.7
降雨量 (mm) Accum. rainfall	311.1	637.5	183.5	101.5*	26.5
降雨日數 (days) Days of rainfall	11.8	16	8	4	3

*：7 月 21 日至 23 日尹布都颱風。7 月 22、23 日降雨 11.5、81.5 mm

Max.: Maximum; Min.: minimum; RH: Relative humidity; Accum.: Accumulative

表三、2013 年 7 月旱害瑞穗茶區氣象變化與歷年比較

Table 3 Comparison of climatic change during drought injury of July in 2013 and previous years at Juisai tea district

氣象因子	非旱季		旱季
	Non-drought		Drought
	2011	2012	2013
平均氣溫 (°C)	26.3	26.1	26.6
Mean temperature			
平均最高氣溫 (°C)	32.3	32.2	32.9
Mean max. temperature			
日最高氣溫 (°C)	33.6	34.4	35.4
Day max. temperature			
>35°C 日數 (days)	0	0	4
Days of above 35°C			
降雨量 (mm)	100.5	339.0	43.5
Accum. rainfall			
降雨日數 (days)	12	9	6
Days of rainfall			

Max.: Maximum; Accum.: Accumulative

表四、茶樹品種旱害調查

Table 4 Investigation of drought injury for different tea cultivars

乾旱期間 Duration of drought	茶區 Tea location	品種 Cultivars	調查點數 Investigation number	受害率 Injury ratio	平均受害率 Mean injury ratio
					%
2007/7/10-8/10	鹿野龍田、 永安	青心烏龍	10	10-50	>20
		臺茶 12 號	10	10-30	10-20
	卑南美農	青心烏龍	4	20-40	>20
		臺茶 12 號	1	0-5	<10
		武夷	1	0-5	<10
		青心大有	1	0-5	<10
		青心烏龍	7	20-70	>20
2007/7/21-8/10	瑞穗大坪頂	大葉烏龍	8	30-40	>20
	瑞穗舞鶴	青心烏龍	5	50-60	>20
		大葉烏龍	12	10-20	10-20
		四季春	5	0-5	<10
		青心大有	2	0-5	<10
2013/7/21-8/10	瑞穗大坪頂	大葉烏龍	8	10-80	>20
	瑞穗舞鶴	大葉烏龍	19	1-60	10-20
		臺茶 12 號	12	0-50	<10
		武夷	2	30-40	>20
		青心大有	2	0-20	10-20
		青心烏龍	5	0-20	<10
		四季春	7	0-5	<10
		臺茶 18 號	1	0-5	<10

> 20% : 嚴重受害 (Heavy injury) 。 10-20% : 中等受害 (Medium injury) 。

< 10% : 輕微受害 (Light injury)

表五、不同品種及適製性茶樹旱害差異比較

Table 5 Comparison of drought injury on the different cultivars and manufacturing adaptability

樹齡 Tree age	品種 Cultivar	適製性 Manufacturing adaptability	調查品種數 Investigation number	受害率 Injury ratio	受害嚴重 (> 20%) Heavy injury	受害輕微 (< 5%) Light injury
Year			No.	%		%
6	新品種	臺茶品種	21	47.6	0	42.9
	地方品種	綠茶品種	18	88.9	50.0	27.8
		部分發酵茶 品種	59	32.2	3.4	25.4
		紅茶品種	8	50.0	0	50.0
		野生茶樹	9	11.1	0	0
20	新品種	臺茶品種	19	42.1	10.5	31.6
	地方品種	不區分適製性	13	84.6	23.0	38.5
	平均			63.4	16.8	35.1
	相關 (樹冠)		32	-0.360*		
6	新品種	臺茶品種	19	52.6	0	47.4
	地方品種	不區分適製性	13	46.2	15.4	30.8
	平均			49.4	7.7	39.1
	相關 (樹冠)		32	-0.209		

表六、栽培措施對茶樹旱害之影響

Table 6 Effect of cultivation practice on the drought injury of tea tree

栽培措施	處理	品種 Cultivar							平均 Mean
Cultivation practice	Treatment	臺 八 T8	臺十 二 T12	大 有 HP	香 櫟 SY	青 烏 HO	大 烏 DO	永 康 YK	
%									
旱前剪枝 Pruning	有	45	5	2	0	-	-	-	13.0
	無	45	10	5	5	-	-	-	16.3
旱前遮蔭 Shading	70%	-	0	-	-	10	5	0	3.8
	50%	-	5	-	-	30	10	0	15.0
	無	-	10	-	-	40	30	5	28.3
綠籬 Hedge	有	0	0	-	-	30	0	0	6.0
	無	50	15	-	-	60	50	5	36.0
樹齡 Tree age	6 年	2	1	0	0	0	3	-	1.0
	20 年	0	50	0	5	50	20	-	20.8

T8：臺茶 8 號、T12：臺茶 12 號、HP：青心大有、SY：香櫟、HO：青心烏龍、
DO：大葉烏龍、YK：永康山茶

表七、旱害及遮蔭對茶樹茶芽性狀之影響

Table 7 Effect of drought injury and shading on the shoot characteristic of tea tree

品種 Cultivar	旱害 Drought injury	遮蔭 Shading	百芽重 100-shoot weight			芽長 Shoot length	節間徑 Internode diameter		節間長 Internode length	
			鮮 Fresh	乾 Dry	含水量 Water content		一 1st	二 2nd	一 1st	二 2nd
		%	g		%	cm	mm		cm	
青心烏龍 Chin-Shin Oolong	無	70	48.0b	11.1c	76.8ab	8.0a	1.32c	1.46b	0.88a	1.92a
		50	50.0b	11.2c	77.6a	8.4a	1.31c	1.50b	0.91a	1.94a
		CK	54.7b	12.1bc	77.8a	8.2a	1.41c	1.62b	1.09a	2.05a
	有	70	76.7a	20.4a	73.4c	7.6ab	1.90a	2.08a	0.93a	1.33b
		50	68.5a	17.7a	74.2bc	7.1b	1.81ab	2.05a	0.91a	1.29b
		CK	55.7b	14.4b	74.2bc	6.1c	1.74b	1.92a	0.85a	1.06b
大葉烏龍 Dah-Yah Oolong	無	70	104.0c	24.1c	76.8a	12.1a	1.53c	1.80b	1.53ab	3.43a
		50	122.0bc	27.7c	77.2a	13.0a	1.67c	1.93b	1.69a	3.88a
		CK	109.3c	25.9c	76.3a	12.1a	1.66c	1.88b	1.76a	3.33a
	有	70	141.2b	38.3b	72.8b	9.7b	2.07b	2.28a	1.32b	1.62bc
		50	168.6a	44.4a	73.7b	10.7b	2.27a	2.48a	1.53ab	2.02b
		CK	98.9c	26.2c	73.4b	8.1c	2.04b	2.27a	0.89c	1.14c

(續表七)(continued)

臺茶 12 號	無	70	65.3d	14.6c	77.7a	8.4bc	1.41c	1.65c	1.01c	2.17ab
TTES No. 12		50	71.3cd	15.7bc	78.0a	9.2ab	1.47bc	1.68bc	1.13abc	2.43a
		CK	78.7c	17.0bc	78.4a	10.0a	1.59b	1.80b	1.39a	2.68a
	有	70	106.6a	30.2a	71.6c	9.3ab	1.88a	2.06a	1.18abc	1.61bc
		50	93.9b	26.7a	71.7c	9.1ab	1.87a	2.05a	1.32ab	1.78bc
		CK	72.7cd	18.9b	74.0b	7.7c	1.78a	1.96a	1.07bc	1.48c
永康山茶	無	70	79.3a	17.9a	77.5a	10.8a	1.37b	1.65b	1.07ab	2.37a
Yung-Kang		50	80.0a	18.4a	77.1a	10.5a	1.43ab	1.68ab	1.08a	2.10b
Wild tea		CK	82.7a	18.6a	77.6a	10.2a	1.48ab	1.76ab	0.93abc	1.79c
	有	70	68.4a	19.3a	71.9b	8.4b	1.70a	2.00a	0.86bc	1.25d
		50	68.5a	21.4a	68.7b	8.7b	1.57ab	1.83ab	0.83c	1.29d
		CK	35.7b	10.9b	69.0b	5.7c	1.42ab	1.66ab	0.45d	0.76e

1. 表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著

Values within column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$ by LSD.

2. 無旱害 (Non-drought) : 2006 年 7 月 ; 旱害 (Drought) : 2007 年 7 月

表八、旱害及遮蔭對茶樹葉片農藝性狀之影響

Table 8 Effect of drought injury and shading on the leaf agronomic characteristic of tea tree

品種 Variety	旱害 Drought injury	遮蔭 Shading	葉長 Leaf length		葉寬 Leaf width		葉面積 Leaf area		葉厚 Leaf thickness	
			二	三	二	三	二	三	二	三
			2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd
			cm		cm		cm ²		mm	
青心烏龍 Chin-Shin Oolong	無	70	4.1bc	5.4a	1.5ab	2.0a	4.3bc	7.7a	0.227d	0.260e
		50	4.0c	5.3a	1.6a	2.0a	4.4bc	7.5a	0.227d	0.260e
		CK	4.3bc	5.1a	1.6a	2.0a	4.6abc	7.1a	0.240cd	0.277d
	有	70	4.8a	5.4a	1.7a	2.0a	5.6a	7.7a	0.275a	0.346a
		50	4.6ab	5.1a	1.6a	1.8ab	5.0ab	6.5ab	0.267ab	0.330b
		CK	4.0c	4.6b	1.3b	1.6b	3.7c	5.1b	0.250bc	0.300c
大葉烏龍 Dah-Yah Oolong	無	70	6.1b	7.9a	2.2bc	3.1a	9.3b	16.9a	0.227c	0.260c
		50	6.1b	7.9a	2.2bc	3.0a	9.4b	16.4a	0.237c	0.280bc
		CK	6.1b	7.3a	2.2bc	2.7a	9.2b	13.9a	0.243c	0.293b
	有	70	6.4ab	7.6a	2.3ab	2.9a	10.5ab	15.5a	0.290b	0.350a
		50	6.8a	7.7a	2.6a	2.9a	12.4a	15.8a	0.307ab	0.357a
		CK	5.2c	5.5b	1.9c	2.2b	6.3c	8.4b	0.327a	0.370a

(續表八)(continued)

臺茶 12 號	無	70	4.3c	5.9ab	1.8c	2.7ab	5.5b	11.3ab	0.213b	0.243c
TTES No. 12		50	4.7bc	6.1a	2.0bc	2.9a	6.7b	12.2a	0.223b	0.247c
		CK	4.4c	5.6ab	2.0bc	2.7ab	6.1b	10.6ab	0.230b	0.270b
	有	70	5.6a	5.9ab	2.5a	2.7ab	9.9a	11.3ab	0.273a	0.307a
		50	5.2ab	5.5b	2.2b	2.5b	7.3b	9.8b	0.267a	0.300a
		CK	4.3c	4.4c	1.9c	2.0c	5.6b	6.1c	0.277a	0.303a
永康山茶	無	70	6.2ab	8.2a	2.1ab	2.9a	8.8ab	16.6ab	0.170c	0.190b
Yung-Kang		50	6.5a	8.5a	2.2a	3.0a	9.8a	17.6a	0.177bc	0.207ab
Wild tea		CK	6.6a	7.7a	2.2a	2.8a	10.1a	15.1b	0.183abc	0.227ab
	有	70	5.8b	6.7b	1.9b	2.2b	7.6b	10.3c	0.197ab	0.230a
		50	6.1ab	6.7b	2.0ab	2.3b	8.7ab	10.7c	0.200a	0.220ab
		CK	4.0c	4.6c	1.3c	1.6c	3.8c	5.3d	0.163c	0.190b

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著

Values within column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$ by LSD.

茶樹新品種臺茶 22 號育種試驗報告

李臺強¹ 邱垂豐¹ 陳國任¹ 陳右人² 胡智益^{3,*}

摘 要

茶樹新品種「臺茶 22 號」係由行政院農業委員會茶業改良場於 1996 年利用父本青心烏龍與母本臺茶 12 號之人工雜交種，經過單株選拔試驗，品系比較試驗及性狀檢定試驗後，於 2015 年取得品種權。本品種在中低海拔栽培區試驗結果顯示，其樹勢及樹型類似臺茶 12 號，萌芽期屬於早生種，成葉葉形介於青心烏龍與臺茶 12 號間，單季茶菁產量高於臺茶 12 號與青心烏龍，抗病蟲害特性與臺茶 12 號類似，製造包種茶具有濃郁花香與甘醇滋味，感官品評分數優於青心烏龍與臺茶 12 號。由於本品種兼具有高香型且生長勢強的特性，未來期能在中低海拔茶區發展，不但能讓市場的風味更加多元化，更可提供衰老茶園更新之用，增加茶農收益。

關鍵字：茶樹、品種、雜交育種、包種茶、臺茶 22 號

前 言

臺灣茶樹育種自 1903 年起朝向地方品種選育，日據時期選育出青心烏龍、青心大有、大葉烏龍及硬枝紅心等四大品種，奠定臺灣包種茶與烏龍茶地位。自 1911 年起，初始利用天然雜交選育優良品系，1916 年起，開始利用人工雜交選育優良品系，此為雜交育種之始。臺灣光復後，茶業改良場即利用當時所保存之雜交後裔進行育種試驗，並隨著不同時代需求訂立不同育種目標，選育不同適製茶類品種 (徐與阮，1993)。目前臺灣茶葉以生產部分發酵茶類 (包種茶及烏龍茶) 為主，主要茶樹品種為青心烏龍，此品種香氣幽雅，深受臺灣飲茶人士喜愛。但近年來，由於工商服務業發達，吸引大量農村人力投入，使農村勞力呈現不足現象，而傳統採茶以人工採收為主，茶區缺工導致機械採茶的比例提高，而青心烏龍由於樹勢較弱，經長期機械採茶後，單位面積芽數增加，茶芽及枝梗短小，葉片變薄，芽重減輕，影響製茶品質 (李，1991)。另由於氣候暖化，造成全臺灣許多農作物產期、產量與品質受到不利影響，而青心烏龍也深受其害，尤其在低海拔茶區樹勢弱，產量低，抗病蟲害及逆境能力差，長期逆境的結果導致茶樹衰老 (林，2005)。

1. 行政院農業委員會茶業改良場 前副研究員、研究員兼秘書、場長。臺灣 桃園市。

2. 國立臺灣大學園藝暨景觀學系 教授。臺灣 臺北市。

3. 行政院農業委員會茶業改良場文山分場 副研究員兼股長。臺灣 新北市。

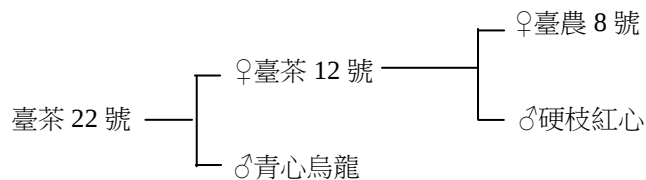
* 通訊作者。

為了降低氣候暖化對茶產業的影響，並在低海拔茶區建立優質茶專區，需推出可維持高香且為耐逆境的替代品種。故茶樹新品種之選育選擇具有高香氣的青心烏龍與生長勢強且耐逆境強的臺茶 12 號為親本進行人工雜交，冀得於其子代選拔出在低海拔茶區適應性強、耐逆境強且質優的新品種，不但能讓市場的風味更加多元化，更可提供衰老茶園更新之用，以紓解農村勞力缺乏之困境，並增加茶農收益，維持臺茶之競爭力。

育成經過與方法

一、親本來源及特性

「臺茶 22 號」以雜交育種法育成，親本為臺茶 12 號品種 (母本) 與青心烏龍 (父本)，其譜系如圖一所示。父本臺茶 12 號又名『金萱』，是由茶業改良場育成的品種，選自 1938 年人工雜交後裔，母本為硬枝紅心，母本為臺農 8 號，原品系名稱為臺農 2027 號，在 1981 年命名為臺茶 12 號。此品種屬於小葉變種，中生種，樹形為橫張型，葉形呈橢圓形，芽色為綠帶紫色，葉色濃綠，生長勢強，抗病蟲害特性強，耐旱性中等，適製包種茶及烏龍茶，分佈於全臺灣產茶各鄉鎮 (吳與楊，1982)。父本青心烏龍是早期由中國引進，在日據時期選拔，並利用無性繁殖成為地方品系，為當時『四大名種』之一，屬於小葉變種，晚生種，樹形稍小開張型，葉形呈長橢圓形或披針形，芽色為綠帶紫色，葉色深綠，生長勢較弱，抗病蟲害特性及耐旱性較弱，但所製作的包種茶及烏龍茶品質及香氣特優，近年來也有部分茶農將其製成紅茶，是目前臺灣栽培面積最廣的品種，分佈於全臺灣產茶各鄉鎮 (陳，2002；李與張，2003；陳，2006)。



圖一、茶樹「臺茶 22 號」品種之譜系

Fig. 1. Pedigree of TTES No. 22

二、育成經過

臺茶 22 號係由茶業改良場於 1996 年將上述父母本進行雜交，由實生後裔選拔而成，育種目標為選育適於中、低海拔栽培高香氣高品質之茶樹品種。1997 年將雜交後成熟果實播種於本場雜交後裔苗床，1999 年 3 月自苗床上移植至本場五圃單株選拔試驗區，經過 6 年選育，其生育產量及製茶品質以優異的成績與其他 22 個單株共同入選，進入品系比較試驗，品系比較試驗自 2007 年開始，於 2012 年完成，2013 年完成相關性狀檢定程序後，申請品種權命名，並於 2015 年通過申請案 (表一)。

(一) 親本雜交

本場為選育適於中、低海拔種植，且具高香氣滋味之優良品質新品種，於 1996~1998 年期間進行 11 個雜交組合，並種植於本場苗圃 (表二)。

(二) 單株選拔試驗

優良單株選拔試驗，利用 1996~1998 年期間 11 個雜交組合，初步依據苗圃內實生苗生長勢選拔單株與對照品種 (臺茶 12 號與青心烏龍) (表二)，於 1999 年定植於本場五圃試驗區，行距為 2 公尺，株距為 1 公尺。幼木培育至第四年生開始為期 3 年，調查植株農藝性狀 (包括百芽重、第 1~2 節間徑及節間長、第 3~4 節間徑及節間長、第二葉及第三葉之葉長、葉寬、葉厚及葉面積)、包種茶製茶品質及單株生葉收量 (李等人，2004；李與張，2006)。

(三) 品系比較試驗

品系比較試驗，係自完成優良單株選拔具有潛力之優良單株扦插繁殖，並與對照品種臺茶 12 號及青心烏龍共同種植於品系比較區。本試驗在 2007 年種植於本場苗圃，田區採逢機完全區集設計 (RCBD)，重複 2 次，單行植，行距 1.5 公尺，株距 40 公分，四年生時開始為期兩年調查農藝性狀、小區產量、病蟲害及製包種茶品質成績，做為選拔優良品系之參考 (李，2010；2011)。

(四) 性狀檢定試驗

性狀檢定試驗主要提供新品種與現有對照品種之可區別性、一致性及穩定性檢定，作為申請新品種權之依據。檢定方法參照行政院農業委員會農糧署公告之『茶樹新品種性狀試驗檢定方法』。本試驗新品種與對照品種在 2008 年種植於本場檢定圃 (位於本場苗圃)，田間採行列栽培法，田間設計為逢機完全區集設計 (RCBD)，二重複，行距 1.2 公尺，株距 50 公分，田間管理採一般慣行法栽培，並於 2012 年至 2013 年兩個年度進行性狀檢定試驗。

試驗調查結果

(一) 親本雜交

茶業改良場於 1996~1998 年期間進行 11 個雜交組合，臺茶 22 號來自於 1996 年雜交，其父本為青心烏龍，母本為臺茶 12 號，品系代號 6-1 (表二)。

(二) 單株選拔試驗

自 1999 年種植各雜交單株共 264 個，由存活的 229 株單株持續培育 (表二)，幼木培育至第四年生時始調查植株農藝性狀 (表三)、包種茶製茶品質及單株生葉收量 (表四)。在單株選拔期間，依據 2005 年製茶品質試驗品評結果及三年製包種茶品質品評成績 (表四)，選出 6-1-22 等 23 個表現較優的單株 (未列詳細資料)，並於 2006 年進行留穗扦插育苗，準備進入品系比較試驗，其中 6-1-22 即為臺茶 22 號原田間代碼，該單株不論在 2005 年製成包種茶品質成績及 2003~2005 年製成包種茶品質成績之三年平均的香氣、滋味與總分成績均高於對照品種 (臺茶 12 號及青心烏龍)；另

6-1-22 單株在 2005 年單株生葉收量及 2003~2005 年之三年平均單株生葉收量上均優於對照品種(表四)。

(三) 品系比較試驗

完成優良單株選拔後，將具有潛力之 23 個優良單株扦插繁殖，並與對照品種臺茶 12 號及青心烏龍共同種植於品系比較區，四年生時開始為期兩年，調查農藝性狀、小區產量、病蟲害以及製作包種茶之品評成績，做為選拔優良品系之參考。表五為臺茶 22 號與兩個對照品種之產量比較，在兩年共 8 個季節中，臺茶 22 號僅在 2011 年秋季低於對照品種臺茶 12 號，2011 年冬季低於兩個對照品種，其餘均高於對照品種。表六為臺茶 22 號與兩個對照品種之製茶品質中占 6 成之香氣滋味成績，此部分成績為製作包種茶品質最重要成分，可代表該品系製茶品質優劣特性，品系比較兩年中看出 6-1-22 (臺茶 22 號) 無論是小區產量或製茶品質中香氣滋味，均比對照品種佳，極具推廣潛力。

病蟲害調查部分，由於一般茶樹栽培於不同季節，其病蟲害發生的頻率皆不同，有時當年氣候因素亦會影響病蟲害發生，由表七顯示一般春茶期茶園的害蟲多為附著性害蟲，如柑桔並盾介殼蟲及柑桔刺粉蝨等，6-1-22 (臺茶 22 號) 與對照品種危害程度相當；夏茶期因易遭逢氣候高溫乾旱，會致使病蟲害大量為害，其中以茶小綠葉蟬為害較嚴重，導致夏茶產量大減且製茶品質均有蜜香情況，此時若因病蟲害大幅度發生，夏季可追噴一次農藥以達防治之效；在秋茶及冬茶期間，除了部分柑桔並盾介殼蟲、柑桔刺粉蝨及茶小綠葉蟬輕微危害外，並未有其他蟲害。

(四) 性狀檢定試驗

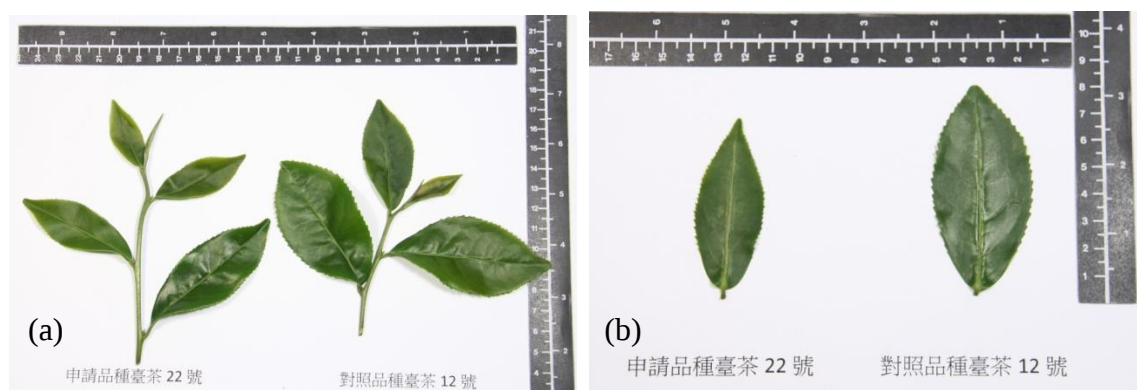
臺茶 22 號的性狀檢定試驗主要提供新品種與現有對照品種之可區別性、一致性及穩定性檢定，本性狀檢定試驗於 2012 年至 2013 年兩個年度進行，根據植物品種審議委員會訂立對照品種為臺茶 12 號。新品種與對照品種的性狀檢定結果如表八，本案於 2013 年 11 月 8 日申請臺茶 22 號的新品種權，經過行政院農業委員會豆類及特用作物品種審議委員會第 15 次會議審議通過，並於 2015 年 7 月 23 日公告核准臺茶 22 號的植物品種權。

臺茶 22 號符合新品種申請要件之可區別性、一致性及穩定性分述如下：

1. 可區別性：新品種臺茶 22 號與對照品種臺茶 12 號於植株性狀方面有 13 項差異 (部分性狀顯示於圖二)，推定具可區別性。差異性狀分別是 (1) 葉形：臺茶 22 號為長矛形，臺茶 12 號為橢圓形；(2) 葉尖性狀：臺茶 22 號為尖，臺茶 12 號為鈍；(3) 葉基性狀：臺茶 22 號為鈍，臺茶 12 號為圓；(4) 葉長：臺茶 22 號為短 (< 7 公分)，臺茶 12 號為中 (7~10 公分)；(5) 葉長/葉寬比：臺茶 22 號為中 (2.0~2.5)，臺茶 12 號為小 (< 2.0)；(6) 葉鋸齒形狀：臺茶 22 號為鈍，臺茶 12 號為中；(7) 嫩葉第二節間長：臺茶 22 號為長 (≥ 2.5 公分以上)，臺茶 12 號為中 (2~2.5 公分)；(8) 第一嫩葉茸毛密度：臺茶 22 號為長密 (LD)，臺茶 12 號為短密 (SD)；(9) 萌芽期：臺茶 22 號為早，臺茶 12 號為中；(10) 茶芽色澤：臺茶 22 號為黃中帶綠，臺茶 12 號為綠中帶紫；(11) 總兒茶素類：臺茶 22 號為中 (10~15%)，臺茶 12 號為少 (< 10%以下)；(12) 咖啡因：臺茶 22

號為中 (2~3%)，臺茶 12 號為少 (< 2%以下)；(13) 香氣屬性：臺茶 22 號為花香，臺茶 12 號為奶香。

2. 一致性：臺茶 22 號茶樹在 2008 年至 2013 年栽培試驗期間，於 2013 年春季檢定試驗田參試 50 株營養繁殖株中，各株生育情形整齊一致，並無生育參差不齊之情形，且調查之 15 株營養繁殖株中，性狀均為一致，並無異型株，推定具有一致性。
3. 穩定性：臺茶 22 號茶樹在 2008 年至 2013 年在檢定試驗田，其繁殖方式以枝條短穗扦插無性繁殖，上述已提及性狀表現符合一致性要件，並無變異問題，推定具有良好的穩定性。



圖二、申請品種臺茶 22 號與對照品種臺茶 12 號之比較，(a) 茶芽外觀與 (b) 成熟葉外觀

Fig. 2. Comparison of agronomic traits of (a) tea buds and (b) mature leaf between TTES No. 22 and TTES No. 12

栽培注意事項

- (一) 茶園選地與規劃：茶園選擇通風良好，有灌溉排水設備，土壤 pH4.5~5.5 的微酸性土且含有機質，種植株距 50 公分，行距 1.5~1.8 公尺，俾便適合機械化作業管理。
- (二) 育苗：取健康母樹枝條，採短穗扦插法繁殖。
- (三) 管理與修剪：可依一般茶樹栽培管理方式修剪。
- (四) 肥培管理：可依一般茶樹栽培推薦的肥料用量。
- (五) 病蟲害防治：全期的病蟲害防治方法，參照植物保護手冊。
- (六) 冬季剪枝及相關管理作業：可依一般茶樹栽培管理方式作業。

臺茶 22 號育種人員姓名及參與項目

工作項目	育種人員
計畫執行與督導	林木連、陳右人、陳玄、蔡右任、邱垂豐、張清寬
親本雜交	李臺強、呂寶燕、張清寬
單株選拔試驗	李臺強、呂寶燕、張清寬
品系比較試驗	李臺強、呂寶燕、邱垂豐
性狀檢定試驗	李臺強、呂寶燕、曾信光、曾方明、楊美珠、邱垂豐
茶葉製作試驗	邱子養、莊朝貴、陳國任
病蟲害調查	曾信光、曾方明
感官品評	陳國任、楊盛勳、黃騰鋒、邱垂豐、林金池
新品種命名與品種權證書申請	李臺強、楊美珠、胡智益、林祐瑩、邱垂豐

誌 謝

茶樹新品種「臺茶 22 號」自 1996 年人工雜交開始，至 2015 年通過品種命名，並取得品種權，歷經將近 20 年時間，期間由不少工作同仁協助完成，但由於本篇限於版面，並未全數列出所有協助人員，若有未詳盡之處，敬請見諒。並在此向所有參與此計畫之茶樹育種團隊致上最高敬意。

參考文獻

1. 吳振鐸、楊盛勳. 1982. 七十年度命名茶樹新品種臺茶十二號及臺茶十三號試驗報告. 臺灣茶業研究彙報 1: 1-14。
2. 李臺強. 2010. 96 年選育具低海拔高香氣之品系比較試驗. 行政院農業委員會茶業改良場 98 年年報 pp. 10-12。
3. 李臺強. 2011. 96 年選育具低海拔高香氣之品系比較試驗. 行政院農業委員會茶業改良場 99 年年報 pp. 16-18。
4. 李臺強、張清寬. 2003. 臺灣茶樹種原圖誌. 桃園：行政院農業委員會茶業改良場。
5. 李臺強、蔡俊明、張清寬. 2004. 85~87 年茶樹育成新個體選拔試驗. 行政院農業委員會茶業改良場 92 年年報 pp. 2-6。
6. 李臺強、張清寬. 2006. 85~87 年茶樹育成新個體選拔試驗. 行政院農業委員會茶業改良場 94 年年報 pp. 2-6。
7. 李清柳. 1991. 青心烏龍茶園機採技術改進研究. 臺灣茶業研究彙報 10: 115-127。
8. 林木連. 2005. 臺灣茶業發展現況及因應之道. 出自「茶樹氣象災害調查及防護技術研討會專

- 刊”，張清寬、謝靜敏、陳玄（主編），pp. 1-8. 桃園：茶業改良場。
9. 徐英祥、阮逸明. 1993. 臺灣茶樹育種回顧. 臺灣茶業研究彙報 12: 1-17。
10. 陳右人. 2002. 茶樹品種與育種介紹. 出自“茶作栽培技術（修訂版）”，賴正南（主編），pp. 6-11. 桃園：茶業改良場。
11. 陳右人. 2006. 臺灣茶樹育種. 植物種苗 8(2): 1-20。

Breeding of Taiwan New Tea Variety ‘TTES No. 22’

Tair-Chyang Lee¹ Chui-Feng Chiu¹ Kuo-Jen Chen¹ Iou-Zen Chen²
Chih-Yi Hu^{3,*}

Summary

The new tea variety, TTES No. 22, was generated from a cross “TTES No. 12” and “Chin-Shin Oolong” bred by Tea Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan in 1996. Through individual selection test, lines trial, and DUS testing, TTES No. 22 was approved the Plant Variety Right in 2015. TTES No. 22 was cultivated in Tea Research and Extension Station which was in moderate and low altitude area. The plant type and vigor of TTES No. 22 are similar to TTES No. 12. Besides, TTES No. 22 was an early sprouting variety. Its shape of mature leaf is situated between Chin-Shin Oolong and TTES No. 12. In the yield per season, TTES No. 22 was greater than TTES No. 12 and Chin-Shin Oolong. The disease resistance of TTES No. 22 was akin to TTES No. 12. Also, Paochong tea made with of TTES No. 22 had intense floral scents and sweet taste. As for sensory test, TTES No. 22 had higher score comparing to Chin-Shin Oolong and TTES No. 12. Considering TTES No. 22 possessed the characteristics of strong flavor and superior growth potential, it could be developed in moderate and low altitude tea garden, which would increase the diversify of tea flavor, and provide for the renew of old tea gardens, increasing the tea farmers’ incomes.

Key words: Tea, *Camellia sinensis*, Hybrid breeding, Paochong tea, TTES No.22

1. Former Associate Researcher, Senior Secretary, Director, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

2. Professor, Department of Horticulture and Landscape Architecture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

3. Associate Researcher, Wenshan Branch, Tea Research and Extension Station, New Taipei City, Taiwan, R.O.C.

* Corresponding author.

表一、臺茶 22 號育成經過

Table 1 The breeding stages of TTES No. 22

試驗項目	試驗年期	試驗地點
1. 親本雜交	1996~1998	茶業改良場品種園及苗圃
2. 單株選拔試驗	1999~2005	茶業改良場五圃試驗區
3. 品系比較試驗	2007~2012	茶業改良場苗圃試驗區
4. 性狀檢定試驗	2012~2013	茶業改良場苗圃試驗區

表二、茶業改良場於 1996~1998 年期間進行之雜交組合、單株選拔試驗種植株數與存活數

Table 2 The cross combination, planting number and survival number in individual-plant trial at Tea Research and Extension Station (1996-1998)

雜交組合	雜交年份	田間代號	雜交母本	雜交父本	種植株數	存活數
1	1996	5-3	青心烏龍	臺茶 12 號	21	21
2	1996	5-4	臺茶 12 號	青心烏龍	9	8
3	1998	5-5	臺茶 12 號	烏金	15	6
4	1998	6-3	臺茶 12 號	烏金	20	15
5	1996	6-1	臺茶 12 號	青心烏龍	14	14
6	1997	6-2	青心大有	臺茶 17 號	22	20
7	1997	7-1	青心大有	臺茶 17 號	30	27
8	1997	7-2	青心烏龍	武夷	8	6
9	1998	7-3	臺茶 12 號	烏金	15	11
10	1998	8-1	臺茶 12 號	烏金	55	38
11	1998	9-1	臺茶 12 號	烏金	55	45
合 計					264	229
對照 1	臺茶 12 號				12	11
對照 1	青心烏龍				8	7

註 1：雜交組合分別於 1996~1998 年進行，雜交初選單株於 1999 年種植，並於隔年調查存活數。

表三、單株選拔試驗之茶芽農藝性狀比較

Table 3 The agronomic traits of 6-1-22 in individual-plant trial

代 號	百芽重 (g/100 芽)	節間徑 (cm)		節間長 (cm)		第二葉			面積 (cm ²)	第三葉			面積 (cm ²)
		1~2	2~3	1~2	2~3	長 (cm)	寬 (cm)	厚 (mm)		長 (cm)	寬 (cm)	厚 (mm)	
6-1-22	75.2	0.15	0.19	1.10	2.06	4.37	1.99	0.25	6.09	5.53	2.65	0.29	10.24
臺茶 12 號	84.7	0.15	0.18	1.03	1.96	4.37	2.02	0.23	6.17	5.51	2.73	0.28	10.54
青心烏龍	73.0	0.13	0.17	1.05	1.92	4.24	1.59	0.24	4.72	4.93	1.94	0.30	6.69

註 1：調查期間為 2003~2005 年。

註 2：6-1-22 為臺茶 22 號原田間代碼。

表四、單株選拔試驗之包種茶品質及生葉收量比較

Table 4 The tea quality and yield of 6-1-22 in individual-plant trial

代 號	2005 年製包種茶品質					2003~2005 年 製包種茶品 質成績平均 (分)	2005 年 單株生葉收量 (公克)	2003~2005 年 單株收量平 均(公克)
	形狀	色澤	水色	香氣 滋味	總分			
6-1-22	6.5	6.3	13.7	45.5	72.0	69.6	322.0	305.5
臺茶 12 號	6.2	6.4	13.8	42.0	68.3	67.6	159.3	139.0
青心烏龍	7.1	6.6	13.8	39.1	66.5	66.3	72.2	71.8

註 1：調查期間為 2003~2005 年。

註 2：6-1-22 為臺茶 22 號原田間代碼。

表五、品系比較試驗之成本茶菁產量比較

Table 5 The yield of mature 6-1-22 in lines comparison trial

品系代號	2011 年 (公克/10 株)					2012 年 (公克/10 株)				
	春茶	夏茶	秋茶	冬茶	合計	春茶	夏茶	秋茶	冬茶	合計
6-1-22	403.8	235.3	337.9	309.5	1,286.5	417.4	439.2	710.8	760.4	2,327.8
臺茶 12 號	304.8	178.5	406.1	364.2	1,253.6	382.1	274.8	633.0	590.4	1,880.3
青心烏龍	382.5	180.5	296.8	354.6	1,214.4	399.2	207.3	259.3	317.6	1,183.4

註 1：調查期間為 2011~2012 年。

註 2：6-1-22 為臺茶 22 號原田間代碼。

表六、品系比較試驗之包種茶香氣與滋味成績比較

Table 6 The aroma and taste of tea quality of 6-1-22 in lines trial

品系代號	2011 年 (分)					2012 年 (分)				
	春茶	夏茶	秋茶	冬茶	平均	春茶	夏茶	秋茶	冬茶	平均
6-1-22	42.3	44.6	46.0	45.8	44.7	47.1	43.6	45.6	45.9	45.6
臺茶 12 號	42.3	41.1	43.0	43.5	42.5	44.1	39.3	42.6	44.0	42.5
青心烏龍	40.7	42.3	40.5	43.0	41.6	40.5	38.5	41.1	41.8	40.5

註 1：香氣與滋味二項總分為 60 分。

註 2：調查期間為 2011~2012 年。

註 3：6-1-22 為臺茶 22 號原田間代碼。

表七、品系比較試驗之主要蟲害調查

Table 7 The pest investigation of 6-1-22 in lines trial

品系代號	柑桔 並盾 介殼蟲	柑桔 刺粉蝨	茶小 綠葉蟬	茶角 盲椿象	茶葉蟬	蚜蟲	茶姬 捲葉蛾	尺 蠖	蠶 薊馬	球粉 介殼 蟲
2011~2012 年春茶										
6-1-22	+	+++					+			
臺茶 12 號	++	++				+	+			
青心烏龍	+	+++								
2011~2012 年夏茶										
6-1-22	++	++	+++							
臺茶 12 號	+	+++	+++			+				
青心烏龍	+	++	+++							
2011~2012 年秋茶										
6-1-22		+								
臺茶 12 號		++								
青心烏龍	+	++								
2011~2012 年冬茶										
6-1-22	+	+	+							
臺茶 12 號	+	+	+							
青心烏龍	++	+	+							

註 1：+ 表被害非常輕；++ 表被害輕；+++ 表被害中等；++++ 表被害嚴重；

+++++ 表被害非常嚴重。

註 2：調查期間為 2011~2012 年，6-1-22 為臺茶 22 號原田間代碼。

註 3：各茶季於萌芽後噴畢芬寧。

表八、茶樹新品種臺茶 22 號與對照品種臺茶 12 號之性狀檢定結果比較

Table 8 The agronomic traits between TTES No. 22 and TTES No. 12 in DUS testing

性狀檢定項目	臺茶 22 號	臺茶 12 號
一、株形		
1. 植株屬性	灌木	灌木
2. 樹形	橫張	橫張
3. 生長勢	強	強
二、成熟葉片		
4. 葉脈	明顯且突出	明顯且突出
5. 葉顏色	綠	綠
6. 葉形	長矛形	橢圓形
7. 葉尖性狀	尖	鈍
8. 葉尖習性	平直	平直
9. 葉基性狀	鈍	圓
10. 葉緣	兩面鋸齒形	兩面鋸齒形
11. 葉面狀態	平滑	平滑
12. 葉長	短 (< 7 公分)	中 (7-10 公分)
13. 葉寬	中 (3-5 公分)	中 (3-5 公分)
14. 葉厚	中 (0.3-0.5 mm)	中 (0.3-0.5 mm)
15. 葉面積	小 (< 20 平方公分)	小 (< 20 平方公分)
16. 葉脈對數	中 (10-7)	中 (10-7)
17. 葉長/葉寬比	中 (2.0-2.5)	小 (< 2.0)
18. 葉內折度 (%)	中 (10-20)	中 (10-20)
19. 葉鋸齒形狀	鈍	中
20. 葉姿 (角度)	半直立 (35°-75°)	半直立 (35°-75°)
21. 葉臘質	有	有
22. 葉柄長	中 (0.2-0.6 公分)	中 (0.2-0.6 公分)
23. 葉柄顏色	黃綠色	黃綠色
三、茶芽		
24. 嫩葉第二葉長	長 (≥ 5 公分)	長 (≥ 5 公分)
25. 嫩葉第二葉寬	中 (2-2.5 公分)	中 (2-2.5 公分)
26. 嫩葉第三葉長	長 (≥ 6 公分)	長 (≥ 6 公分)
27. 嫩葉第三葉寬	寬 (≥ 2.5 公分)	寬 (≥ 2.5 公分)

茶樹新品種臺茶 22 號 DNA 分子鑑定技術之開發

胡智益¹ 羅士凱¹ 邱垂豐²

摘 要

臺茶 22 號是由茶業改良場育成，適製包種茶的新品種，於 104 年通過新品種權。本研究開發臺灣茶樹新品種臺茶 22 號與其親本和主要栽培種共計 13 品種系之 SSR 及 CAPS 指紋圖譜。在 41 組多型性 SSR 分子標誌中，每組引子平均可偵測 6.2 個對偶基因，平均 PIC 為 0.64，選用兩個高度多型性的 SSR 分子標誌可鑑定分析品種。在 39 組多型性 CAPS 分子標誌中，每組引子平均可偵測 2.4 個對偶基因，平均 PIC 為 0.32，選用五個核心 CAPS 分子標誌足以鑑別分析品種。本研究開發的兩種分子標誌各有優缺點，可依據實驗室設備及操作技術選擇最適方法，做為與其他現有茶樹品種的鑑別之用，若有侵權之疑慮時，更可成為輔助品種權保護之科學鑑識依據。

關鍵字：茶樹、臺茶 22 號、DNA 分子標誌、SSR 標誌、CAPS 標誌、DNA 指紋分析

前 言

臺茶22號原品系代號為TC6，母本為臺茶12號，父本為青心烏龍，在中低海拔地區栽培生長勢強，產量高，春茶採收期介於四季春及臺茶12號之間，三個品種互相搭配，可分散茶菁採收期，調節茶區勞動力需求。臺茶22號所製造包種茶具有濃郁花香，茶湯濃稠度高，另可製造白毫烏龍茶，茶湯品質優良 (李與陳，2015)。臺茶22號由茶業改良場在民國102年提出命名，並於民國104年正式通過審查，並取得新品種權。

茶樹新品種權的保護是以「植物品種及種苗法」為法律依據，而判斷是否侵權的標準是以品種檢定為依據。目前品種檢定方法是以外表性狀檢定法為主，從葉片大小、長寬比、葉緣鋸齒狀等差異作為區分依據，且因茶樹為多年生作物，品種檢定至少需定植至成木後，始得進行為期兩年的性狀檢定，時效具有侷限性。另由於茶樹可供鑑別的外表性狀有限，且部分性狀容易受到環境及發育時期影響其判斷。近年來DNA分子標誌的發展，可提供分子層次的鑑別依據，輔助性狀檢定方法，當品種權出現爭議時，DNA分子標誌可以解決外表性狀有限的技術缺口。

DNA分子標誌是衍生於不同層次的DNA突變及遺傳重組的一種遺傳標誌 (Collard et al., 2005)，具有種類繁多、多型性豐富、分佈於整個基因體、可在植物不同生育時期或不同部位取樣、

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場文山分場 副研究員兼股長、助理研究員。臺灣 新北市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼秘書。臺灣 桃園市。

不受環境及基因表現與否的限制、少量樣品可進行多次分析、短時間可檢測大量樣品及較其他技術有較高之準確性等優點 (Powell et al., 1996; Collard et al., 2005; Jones et al., 2009)。DNA 分子標誌又可分為顯性及共顯性分子標誌，其中共顯性分子標誌由於每組引子僅測定單一基因座，不具有引子競爭效應的問題，具再現性高，精準性高，適合分子鑑定使用。

在共顯性分子標誌中，簡單重複序列 (simple sequence repeat, SSR)(Gupta et al., 1996) 利用 PCR 為基礎，但兩端引子為茶樹專一性引子，其理論基礎為簡單重複序列 (SSRs) 是串聯多個重複而成的 DNA 序列 (short tandem repeats, STRs，或稱為 variable number of tandem repeats, VNTRs)，散布於基因體中，不同對偶基因間的重複單位 (repeat unit) 的數目具有差異，故存在豐富的多型性，且重複序列兩側為相對保守的序列，可以透過設計專一性引子進行 PCR 擴增，擴增片段的長度多型性可作為判定品種依據。切割增幅多型性序列 (cleaved amplified polymorphic sequence, CAPS) (Konieczny and Ausubel, 1993) 利用 PCR 複製與限制酶切割為基礎，先針對分析樣品的特定 DNA 片段 (又稱特定序列位點，sequence tagged site, STS) 進行 PCR，再利用限制酶針對品種間的 DNA 序列差異點進行酶切反應，最後檢測酶切片段的長度多型性。

臺茶 22 號已取得新品種權，本研究主要目的為開發應用於臺茶 22 號之 SSR 及 CAPS DNA 分子鑑定技術，可做為與其他現有茶樹品種的鑑別之用，若有侵權之疑慮時，可為輔助品種權保護之科學鑑識依據。

材料與方法

一、參試材料

參試材料為臺茶 22 號及其親本 (母本為臺茶 12 號，父本為青心烏龍) 以及臺灣目前栽培面積較廣的茶樹品種 (系) 進行取樣。茶樹嫩葉樣品除臺茶 22 號取自於茶業改良場 (位於桃園市楊梅區) 外，其餘種原取自於茶業改良場文山分場 (位於新北市石碇區)，其品種來源及適合製茶種類如表一。

二、葉片 DNA 萃取

抽取茶芽及葉片 DNA 步驟係參考 Doyle and Doyle (1990) 的 CTAB 法，並稍作修改，詳細步驟如胡等人 (2004)。

三、SSR 分子標誌分析

本分析之 SSR 引子詳細資料如表二。聚合酵素連鎖反應 (PCR) 之總體積 10 μ L，內含 60 ng 參試種原之 DNA、0.5 μ M 各核酸引子、1.5 mM MgCl₂、0.2 mM dNTPs 及 1U Taq DNA polymerase (Invitrogen by Life Technologies)。PCR 反應之條件為 94 $^{\circ}$ C 加熱 5 分鐘。之後 94 $^{\circ}$ C，30 秒；黏合溫度 (annealing temperature) 依引子不同而不一，如表二之 Ta，30 秒；72 $^{\circ}$ C，30 秒。共循環 40 次，最後為 72 $^{\circ}$ C 下，10 分鐘，反應終了以 4 $^{\circ}$ C 保存反應產物以供電泳分析。

電泳分析使用核酸毛細管電泳分析儀 (HDA-GT12™ Genetic Analyzer, eGene, Inc. USA)，電泳分離卡匣採用 QIAxcel® DNA High Resolution Kit；注入樣品電壓為 5 千伏特，持續 10 秒；分離電壓為 3 千伏特，分離時間為 700 秒；電泳分離後，使用 BioCalculator 3.2 軟體 (QIAGEN) 分析電泳圖譜。

根據核酸電泳分析儀的資料，記錄每個分析樣品之長度譜型。利用 PowerMarker v.3.25 計算每個分子標誌的基因型數、對偶基因數及 PIC 值 (polymorphism information content)，以建立分析品種的核心鑑定分子標誌。

四、CAPS 分子標誌分析

本分析開發 CAPS 分子標誌需取得茶樹的特定 DNA 片段 (STS)，本試驗中的 STS 引子是設計自胞質基因體與核內基因體。胞質基因體之 STS 引子是參考胡 (2004) 的 2 組葉綠體及 7 組粒線體多型性引子。核內基因體之 STS 引子共測試 54 組，其中 4 組參考 Kaundun and Matsumoto (2003, 2004)，另 50 組由美國國家生物技術資訊中心 (National Center for Biotechnology Information, USA, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>) 的 EST 資料庫 (dbEST) 下載茶樹的 EST 序列，並由軟體 Primer3 (<http://frodo.wi.mit.edu/>) 設計而成，詳細資料如表三。

本試驗先以台茶 8 號、台茶 12 號、台茶 13 號、台茶 18 號、台茶 19 號、台茶 20 號、青心烏龍及四季春等 8 品種作為 STS 引子初步篩選之材料。PCR 反應總體積 38 μ L，內含 80 ng DNA、0.3 μ M 核酸引子、4.7 mM MgCl₂、0.27 mM dNTPs 及 1 U 之 *Taq* DNA polymerase (Invitrogen by Life Technologies)。PCR 反應以 T-Gradient 熱循環反應器 (Biometra, Germany) 進行，反應條件為起始 94 $^{\circ}$ C，4 分鐘；再以 94 $^{\circ}$ C，30 秒；黏合溫度 55~60 $^{\circ}$ C (依引子不同而不一)，30 秒；72 $^{\circ}$ C，30 秒，共循環 40 次；最後 72 $^{\circ}$ C，4 分鐘。

PCR 擴增產物經電泳分析，若擴增產物具有兩條不同長度之多型性產物，則可直接當作 STS 分子標誌使用。若擴增產物為低於 1 kb 的單一條帶，則利用 ABI PRISM 3730 DNA Analyzer (Applied Biosystems, USA) 進行定序分析。不同品種的定序資料利用軟體 SeqMan Pro v.7.1 (DNASTar, Inc., Madison, WI, USA) 比對搜尋點突變 (SNPs) 或插入或缺失變異 (InDels)，並利用軟體 SNP2CAPS (Thiel et al., 2004) 轉換成 CAPS 分子標誌，再利用聚合酵素連鎖反應及酶切反應產生各分析種原之酶切譜型。PCR 反應總體積 11.7 μ L，內含 1x *Taq* 緩衝液、2 mM MgCl₂、0.27 mM dNTPs、0.26 μ M 核酸引子、1 U *Taq* DNA polymerase (Invitrogen by Life Technologies) 及 40 ng DNA。PCR 反應以 T-Gradient 熱循環反應器 (Biometra, Germany) 進行，反應條件為起始 94 $^{\circ}$ C，5 分鐘；再以 94 $^{\circ}$ C，30 秒，黏合溫度 55~60 $^{\circ}$ C (依引子不同而不一)，30 秒，72 $^{\circ}$ C，1 分鐘，循環 35 次；最後再於 72 $^{\circ}$ C，10 分鐘。擴增產物以 2% Agarose 進行電泳分離，確認是否有產物。擴增產物依據設計條件加入限制酵素，並調整最適反應條件酶切後，再以 2% Agarose 進行電泳分離，以確認酶切譜型。

根據電泳圖譜記錄每個分析樣品之酶切譜型，每一對偶基因記錄為單一英文字母，由於胞質基因體為單倍體，故其酶切譜型以單一英文字母表示，而核內基因體為二倍體，所以酶切譜型為兩個英文字母表示。利用 PowerMarker v.3.25 計算每個分子標誌的基因型數、對偶基因數及 PIC 值 (polymorphism information content)，建立分析品種的核心鑑定分子標誌，並建構鑑別流程圖。

結果與討論

一、SSR 分子標誌之分析結果

本研究分析的 41 組 SSR 引子中，組成單位屬於 di-nucleotide repeat 有 22 組，屬於 tri-nucleotide repeat 有 7 組，屬於 penta-nucleotide repeat 有 1 組，屬於 hexa-nucleotide repeat 有 2 組，屬於 complex-SSR markers 有 8 組。

參試的 41 組 SSR 引子在 13 個分析品種中，共偵測到 255 個對偶基因 (條帶)，每組引子可偵測 2~12 個條帶，平均為 6.2 個，其中以代號 T31 引子組偵測最多達 12 個對偶基因；以基因型數來看，共偵測到 285 個，每個引子組可偵測 2~11 個，平均為 7.0 個，其中以代號 T30 及 T31 分子標誌偵測最多達 11 個基因型，在多型性資訊量 (polymorphism information content, PIC) 的分析上，

當 $PIC > 0.5$ 時，該基因座為高度多型性， $0.25 < PIC < 0.5$ 時，為中度多型性， $PIC < 0.25$ 時為低度多型性 (Botstein et al., 1980)，在本分析中的 41 組引子對中， PIC 介於 $0.19 \sim 0.86$ ，平均為 0.64 ，其中 33 個為高度多型性，7 個為中度多型性，1 個為低度多型性，說明這些分子標誌多型性相當豐富 (表四)，分離譜型如表五及表六，部分分析圖譜如圖一。

在重複單位 (repeat unit) 大小為 2 個鹼基的 SSR 分子標誌，對偶基因間片段長度差異小，最小僅差異 1 個重複單位 (2 bp)，在分離膠體判讀結果容易發生誤判，故建議選擇鑑定品種的分子標誌，宜選用重複單位大小為 3 個鹼基以上的 SSR 分子標誌。在本分析中共有 14 組分子標誌 (T06、T10、T11、T15、T16、T17、T18、T20、T21、T23、T27、T28、T36 及 T39) 符合此條件，再根據多型性資訊量 (PIC) 的分析結果，選用高度多型性的分子標誌鑑定臺茶 22 號及 12 個臺灣茶樹主要經濟栽培品種，發現僅需兩個分子標誌，即可達成完全鑑定。鑑定流程為先選用 T18 或 T27 分子標誌，可將 13 個品種分成 9 群及 10 群，接續選用 T20 或 T17 分子標誌，即可將所有分析品種完全區別，而其他分子標誌也可提供輔助辨識之用。

二、CAPS 分子標誌之分析結果

本研究設計的 CAPS 分子標誌是衍生自胞質基因體及核內基因體而來。在胞質基因體部分，本研究共找到 14 個 SNPs 及 14 個 InDels 位點 (未顯示詳細資料)，並開發成 3 組葉綠體 CAPS 分子標誌 (C01~C03) 及 7 組粒線體 CAPS 分子標誌 (M01~M07)。此外，本研究共篩選 54 組核內基因體引子，27 組符合預期長度範圍，其餘 27 組無擴增產物或擴增產物超過 1 kb 而排除開發。在 27 組符合預期長度的引子中，11 組無序列多型性，3 組雖有 SNP，但無酶切位點，其他 13 組核內序列中可獲得 90 個 SNPs 及 4 個 InDels 位點，可開發成 2 組 STS (PAL and F3H) 及 27 組 CAPS 分子標誌 (G01~G27)，圖二顯示具有多型性變異位置的 DNA 序列，圖三為部分酶切電泳圖。

在 13 個分析種原中，39 組多型性分子標誌共獲得 92 個對偶基因，110 個基因型，平均 PIC 為 0.32 。將胞質與核內基因體標誌分開來看，10 組胞質基因體 CAPS 標誌的對偶基因數為 2， PIC 介於 0.13 (C01、C02)~ 0.34 (M02~M04)，平均值為 0.25 。29 組核內 CAPS 標誌的對偶基因數介於 $2 \sim 4$ ，平均為 2.5 ， PIC 介於 0.07 (G08、G09、G13、G16)~ 0.65 (G15)，平均值為 0.34 (表七)。

本分析開發的 39 組 CAPS 分子標誌可完全鑑定 13 個分析種原 (分離譜型如表八及表九)。先以 M02 分子標誌區分大葉栽培種與小葉栽培種，其次大葉栽培種分別以 G03 及 C02 區分；而小葉栽培種分別以 G03、G01、G04 區分，故 5 個核心分子標誌足以用於 13 個參試品種之鑑別，其鑑別流程圖如圖四，而其餘 34 個分子標誌可作為未來鑑定更多品種之輔助工具。

三、SSR 及 CAPS 分子標誌分析比較

本研究開發 SSR 及 CAPS 等兩種分子標誌作為臺茶 22 號的分子鑑定技術，兩者相同點均為共顯性分子標誌，故再現性高，精準性高。但兩種技術分析原理及操作技術有所不同，各自具有優缺點，可依據實驗室設備及操作技術選擇最適方法，兩種技術比較如下。

SSR 分子標誌以 PCR 擴增為基礎，利用簡單重複序列 (SSRs) 兩端保守序列設計而成的茶樹專一性引子，由於擴增區域在不同對偶基因間的重複單位 (repeat unit) 的數目具有差異，故擴增片段具有長度多型性，作為判定品種依據 (Gupta et al., 1996)。SSR 分子標誌在本研究中，每組引子平均偵測 6.2 個條帶，平均 PIC 值為 0.64 ，屬於高度多型性，故其優點是多型性豐富，另 SSR 分子標誌分析流程僅需利用聚合酵素連鎖反應 (PCR) 分析即可，但其缺點是由於同一基因座之對偶基因間片段長度差異小 (最小僅差異 2 bp)，故需要利用高解析度的分離膠體進行分析 (本分析採用核酸毛細管電泳分析儀)，並需要有經驗操作人士判讀分析結果，另建議每次分析需要使用參考品種當作

對照，避免因利用不同電泳分離系統而產生判讀誤差。

CAPS 分子標誌以 PCR 擴增與限制酶切割為基礎，利用不同基因型間之 PCR 擴增產物上之限制切位的差異，係因所造成之酶切片段的長度多型性 (Konieczny and Ausubel, 1993)。CAPS 分子標誌的優點是由於分析片段長度差異大，故可利用一般解析度的瓊脂膠體 (agarose) 分離，且膠體分離結果容易辨識，不需使用參考品種輔助判讀；其缺點是此分析不但需要進行 PCR 擴增，尚需要配合限制酶切割反應，時間及人力耗費較多。

結 論

臺茶22號是適製包種茶的茶樹品種，由茶業改良場在民國102年提出命名，並於民國104年正式取得新品種權。為了建立與其他現有茶樹栽培種的鑑別之用，並做為品種權保護之科學數據，本研究開發臺茶22號及其親本及主要栽培種，計15品種系之SSR及CAPS指紋圖譜。

在SSR分子標誌中，開發41組SSR引子平均每組引子可偵測6.2個對偶基因（條帶），平均PIC為0.64，代表高度多型性，僅需兩個分子標誌，即可達成完全鑑定分析品種。在CAPS分子標誌中，10個衍生自胞質基因體（單倍體），另29個來自於核內基因體（二倍體），前者平均對偶基因數為2，平均PIC為0.25；後者平均對偶基因數為2.5，平均PIC為0.34，利用5個核心分子標誌足以用於13個參試品種之鑑別。

本研究開發 SSR 及 CAPS 等兩種分子標誌均為共顯性分子標誌，故再現性高，精準性高。SSR 分子標誌的多型性豐富，但需要利用高解析度的分離膠體進行分析；CAPS 分子標誌可利用一般解析度的瓊脂膠體分離，且膠體分離結果容易辨識，但需要配合限制酶切割反應，時間及人力耗費較多。兩種技術分析原理及操作技術有所不同，各自具有優缺點，可依據實驗室設備及操作技術選擇最適方法。

參考文獻

1. 王麗鴛、姜燕華、段雲裳、成浩、周健、曾建明. 2009. 茶樹 EST-SSRs 分佈特徵及引物開發. 植物遺傳資源學報 10 (4): 511-516。
2. 李臺強、陳右人. 2015. 茶業改良場育成茶樹新品種-臺茶 22 號. 茶業專訊 91 : 5。
3. 金基強、崔海瑞、陳文嶽、盧美貞、姚艷玲、忻雅、龔曉春. 2006. 茶樹 EST-SSR 的資訊分析與標記建立. 茶葉科學 26 (1): 17-23。
4. 胡智益. 2004. 台灣茶樹種原葉部性狀及 DNA 序列變異之探討. 國立臺灣大學農藝學系碩士論文 (未出版)。
5. 劉本英. 2009. EST-SSR 和 ISSR 分子標記在雲南茶樹資源中的應用研究. 中國農業科學院茶學系博士論文。
6. 譚月萍. 2007. 茶樹 SSR 分子標記技術體系的建立與應用. 湖南農業大學茶學系碩士論文。
7. Botstein, D., White, R. L., Skolnick, M. and Davis, R. W. 1980. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. Am. J. Hum. Genet. 32(3): 314-331.
8. Collard, B. C. Y., Jahufer, M. Z. Z., Brouwer, J. B. and Pang, E. C. K. 2005. An introduction to markers, quantitative trait loci (QTL) mapping and marker-assisted selection for crop improvement:

- The basic concepts. *Euphytica* 142(1-2): 169-196.
9. Doyle, J. J. and Doyle, J. L. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue. *Focus* 12: 13-15.
 10. Freeman, S., J. West, C. James, V. Lea and S. Mayes. 2004. Isolation and characterization of highly polymorphic microsatellites in tea (*Camellia sinensis*). *Mol. Ecol. Notes* 4(3): 324-326.
 11. Gupta, P. K., Balyan, H. S., Sharma, P. C. and Ramesh, B. 1996. Microsatellites in plants: A new class of molecular markers. *Curr. Sci.* 70 (1): 45-54.
 12. Jones, N., Ougham, H., Thomas, H. and Pasakinskiene, I. 2009. Markers and mapping revisited: finding your gene. *New Phytol.* 183(4): 935-966.
 13. Kaundun, S. S. and Matsumoto, S. 2003. Development of CAPS markers based on three key genes of the phenylpropanoid pathway in tea, *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze, and differentiation between *assamica* and *sinensis* varieties. *Theor. Appl. Genet.* 106(3): 375-383.
 14. Kaundun, S. S. and Matsumoto, S. 2004. PCR-based amplicon length polymorphisms (ALPs) at microsatellite loci and indels from non-coding DNA regions of cloned genes as a means of authenticating commercial Japanese green teas. *J. Sci. Food Agric.* 84(8): 895-902.
 15. Konieczny, A. and Ausubel, F. M. 1993. A procedure for mapping *Arabidopsis* mutations using co-dominant ecotype-specific PCR-based markers. *Plant J.* 4(2): 403-410.
 16. Powell, W., Machray, G. C. and Provan, J. 1996. Polymorphism revealed by simple sequence repeats. *Trends Plant Sci.* 1(7): 215-222.
 17. Sharma, R. K., Bhardwaj, P., Negi, R., Mohapatra, T. and Ahuja, P. S. 2009. Identification, characterization and utilization of unigene derived microsatellite markers in tea (*Camellia sinensis* L.). *BMC Plant Biol.* 11: 9-53.
 18. Thiel, T., Kota, R., Grosse, I., Stein, N. and Graner, A. 2004. SNP2CAPS: a SNP and INDEL analysis tool for CAPS marker development. *Nucleic Acids Res.* 32(1): e5.
 19. Ueno, S., Yoshimaru, H., Tomaru, N. and Yamamoto, S. 1999. Development and characterization of microsatellite markers in *Camellia japonica* L. *Mol. Ecol.* 8(2): 335-346.
 20. Zhao, L. P., Liu, Z., Chen, L., Yao, M. Z and Wang, X. C. 2008. Generation and characterization of 24 novel EST derived microsatellites from tea plant (*Camellia sinensis*) and cross-species amplification in its closely related species and varieties. *Conserv. Genet.* 9(5): 1327-1331.

Development of DNA Identification Technology for a New Variety of Taiwan Tea Trees, TTES No. 22

Chih-Yi Hu¹ Shih-Kai Lo¹ Chui-Feng Chiu²

Summary

The variety TTES No. 22 suitable for making Poachong tea was bred by Tea Research and Extension Station, and the Plant Variety Right was approved in 2015. The research was aimed to develop DNA fingerprinting for 13 tea varieties including the new tea variety, TTES No. 22, its parental lines, and other prevailing tea cultivars in Taiwan by SSR and CAPS markers. Among 41 polymorphic SSR markers, each primer pair could detect 6.2 alleles in average, and the average polymorphism information content (PIC) was 0.64. Using selected two core SSR markers could identify 13 tea varieties. Within 39 CAPS polymorphism markers, an average of 2.4 alleles was detected, and the average PIC was 0.32 per locus. For 13 investigated tea varieties, five core CAPS markers were sufficient for effective identification. Both of the markers had their own pros and cons. As a result, the choice of marker should depend on the equipments and operations of laboratory. The results of scientific identification could be a testimony to tea varieties, and used for clearing the ambiguity.

Key words: Tea (*Camellia sinensis*), TTES No. 22, DNA molecular marker, SSR, CAPS, DNA fingerprinting

-
1. Associate Researcher and Assistant Researcher, Wunshan Branch, Tea Research and Extension Station, Taipei, Taiwan, ROC.
 2. Senior Secretary, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, ROC.

表一、本分析的 13 個台灣茶樹主要品種的基本資料表

Table 1 The information of 13 tea cultivars used in this analysis

代 號	種原名稱	品種類型	適製茶類
A	臺茶 22 號	臺茶 12 號 × 青心烏龍之雜交選育種	部分發酵茶類
B	臺茶 12 號	臺農 8 號 × 硬枝紅心之雜交選育種	部分發酵茶類
C	青心烏龍	地方品系	部分發酵茶類
D	臺茶 13 號	硬枝紅心 × 臺農 80 號之雜交選育種	部分發酵茶類
E	臺茶 19 號	臺茶 12 號 × 青心烏龍之雜交選育種	部分發酵茶類
F	臺茶 20 號	品系 2022 × 青心烏龍之雜交選育種	部分發酵茶類
G	四季春	地方品系	部分發酵茶類
H	青心大有	地方品系	部分發酵茶類、綠茶
I	青心柑仔	地方品系	綠茶
J	臺茶 7 號	Shan 單株選育種	紅茶
K	臺茶 8 號	Jaipuri 單株選育種	紅茶
L	臺茶 18 號	Burma × 臺灣山茶之雜交選育種	紅茶
M	臺茶 21 號	Kyang × 祁門之 FKK1 號天然雜交選育種	紅茶

表二、41 組多型性 SSR 分子標誌之引子資料表

Table 2 The information of 41 SSR primer pairs

代號	引子序列	SSR 單元	Ta *	參考序列	參考文獻
T01	F:GATTTATAGACTCCGCTCTC R:AACCCAGTCTATACTCCTTC	(GA) _n	50	CV013680	自行設計
T02	F:GAGTTGCATTCTTGGTG R:GGACCACATCCAGTATTCTC	(CT) _n	50	CV014692	自行設計
T03	F:ATGCAAGCAGTTGAAGCAGAG R:GAGAGAGAGCTTGGTGATGACA	(AG) _n	50	CV067152	自行設計
T04	F:TACTTTCGGATCTCCCTTAG R:ACTCACTACAGCGGCAAC	(TC) _n	50	CV014628	自行設計
T05	F:AGCTCAGAACAAGAGACAC R:CAGCTTCAGTTCATCTCTAC	(AG) _n	55	CV014703	自行設計
T06	F:TAGTCAACTCACAACCAGCA R:CGTTCACCGCTTGACTAA	(TTC) _n	50	CV014452	自行設計
T07	F:CTCTTCCCATCCTCTCTC R:GGAAGAAGAAAGGACCAC	(CT) _n	50	CV013630	自行設計
T08	F:CACTAGCAACAATACACAGA F:TGAAGCAGCCACTATAACC	(AG) _n	50	HO118276	自行設計
T09	F:GTTACATCACATACCGCTAT R:GTACACAAACCAAACAGAGA	(AT) _n	50	GW342756	自行設計
T10	F:TCGTATCACTAAGAAGCGTCAG R:TCGTCTGTCGTCTCATCA	(GAC) _n	50	GW316972	自行設計
T11	F:ATGCCTTACGGATATGGAGGTA R:GGCTGTGTTGTTGGCTGAT	(CAG) _n	50	GT969276	自行設計
T12	F:GGTTTTATTCTCCTACTGC R:ACATCGAGAGTGTAGCGAGT	(GA) _n	50	AB505873	自行設計
T13	F:GTAGCTCGCAACACAACACC R:CTCCAACGACACACTCTCTG	(GA) _n	55	CV013870	Sharma et al., 2009
T14	F:CCAGACTCATCGCAGAAATC R:GGTTGGGTGAGGAGGAATAG	(GA) _n	55	CV013686	Sharma et al., 2009
T15	F:TGCAGGGGAGATGAATTAAC R:TGCAGGGGAGATGAATTAAC	(CAG) _n	55	CV699671	Sharma et al., 2009
T16	F:GAATAGGGTTTGGCAGAGGC R:AGGATGGAGGAGGTGTCAA	(GGGGAGA) _n /(GAGAA) _n	55	CV013752	Sharma et al., 2009
T17	F:GGGACATCATCACCAGCTT R:TTCCTTGGTAGAACTCTGCTT	(CAAAAA) _n	55	CV014280	Sharma et al., 2009

(續表二) (continued)

T18	F:CAGGGTTGCAAGAAGTACCG F:ATCAACCGTATGGGCAAAAG	(TTC) _n	50	未註明	金等, 2006
T19	F:CACATTGTTGCGTGTATTAAATTT R:ACATTGGCTATCTCTCATCATGG	(TG) _n	60	AJ621798	Freeman et al., 2004
T20	F:GCTTCCTCTTCTCCTTCCCC R:CCCCTCCTCCTCTGTTTGAT	(AATCC) _n /(CGC) _n	55	CV014485	王等, 2009b
T21	F:GCTAATGATAGACCATCTGCTCCT R:GGCCATGCTCTCAATAGTAGAACT	(GGT) _n /(TGG) _n	60	CV014001	王等, 2009b
T22	F:GAGCATCTGGTGGGTTCA R:CAGGCACAAGCCCTACAC	(CT) _n	55	FF682745	王等, 2009b
T23	F:GGGAAGGTGCATAAAATACT R:TGCGACCTAAGATTACTAAA	(CA) _n (AAAAAT) _n	50	未註明	Ueno et al., 1999
T24	F:GCTGAGCTTGGAGATTTTGTT R:CCTATTGCCTACGACCATTTC	(GA) _n	50	未註明	Ueno et al., 1999
T25	F:GAACCAACCCAGTCTATACTCC R:AGCACACGCCATCCAATC	(GA) _n	55	CV013680	Sharma et al., 2009
T26	F:GGGGAATTTTCATCACTCAAAC R:AGATCGGAGTCACCGTTGTA	(TC) _n	55	CV014798	Sharma et al., 2009
T27	F:CACCGCTTGACTAAAATGG R:AAACTATCAACCGTATGGGC	(TCC) _n	55	CV014352	Sharma et al., 2009
T28	F:CACCCCTTCTCTATTCAAA R:AGGTGGTCACTTCTTCAACG	(CCA) _n	55	CV014588	Sharma et al., 2009
T29	F:CATTTCCTTCTCACCCCTAC R:GTGGGTGTGGGACTTGAATA	(GA) _n	55	CV013831	Sharma et al., 2009
T30	F:AAACTTCAACAACCAGCTCTGGTA R:ATTATAGGATGCAAACAGGCATGA	(GT) _n (GA) _n	60	AJ621790	Freeman et al., 2004
T31	F:CACCGTCGTTTCTCCCTCTCTAAA R:GATTCCGACGAATGGATGAGGAT	未註明	60	未註明	譚, 2007
T32	F:GGCCCAAACCCTAGTCCA R:AAAGTGACACGTGCAAGAGG	(AG) _n	50	GE651348	自行設計
T33	F:GGGGAATCGAAAACACAGAG R:CTTAACCTGGGTACCGCCAT	(AT) _n (AG) _n	50	GE652112	自行設計

(續表二) (continued)

T34	F:GGAGCATTGAAGCGAGAAAT R:ACGCTTCGAGTACTCCCTGA	(TC) _n	56	CV067063	金等，2006
T35	F:TTTTATGTAGGGTTTCCGTTCC R:GTCGTACTTGCGCTTGTTGG	(TC) _n	52	FE861172	劉，2009a
T36	F:GTCAAGAAAGCTCAAGGC R:AAGACCCATACAAAAGATACT	(TTTTTA) _n	56	CV014473 CV699727	Zhao et al., 2008
T37	F:CACATTGTGGCGTTTTATTAATTT R:ACATTGGCTATCTCTCATCATGG	(TG) _n	56	AJ621798	Freeman et al., 2004
T38	F:GAATCAGTGAATAAAGCGTGTA R:TGAAGTGGCGGCGGAAGA	(CT) _n	51	CV014172	金等，2006
T39	F:TAGCTCGCACACAACACCAC R:TCCAACGACACACTCTCTGC	(GGAAA) _n	63	CV011305	金等，2006
T40	F:TGGATTCCACCCAGAGTCC R:CCACCGACTCGATGACATAA	(TG) _n (AG) _n	53	CV011305	金等，2006
T41	F:ACCTCGAAGCTGCATTCTGT R:ACAATCATTGCCACCACATC	(TG) _n (AG) _n	52	CV014397	金等，2006

*Ta: 黏合溫度 (annealing temperature)

表三、39 組多型性 CAPS 分子標誌之引子與限制酵素

Table 3 Primer sequences and restriction enzymes of 39 CAPS markers

Marker	Primer pair	Reverse primer	Size (bp)	Annealing Temp.	Nuclease
C01	GAGGGGAAGGATGGATTGTT	GTGCCACAAATGACCTACGA	677	55°C	<i>TaqI</i>
C02	GAGGGGAAGGATGGATTGTT	GTGCCACAAATGACCTACGA	677	55°C	<i>BsrDI</i>
C03	GAGAGAGAGGGATTGGAACC	GTTTTTGAGCTGGGATGAA	659	55°C	<i>SfaNI</i>
M01	TGGTGAGGAGCATTGTTTTG	GAGCAAACTCGAACGTGA	836	55°C	<i>EcoRI</i>
M02	CCAATTTTGGGCCAATTC	TCTCTAAAGGGGCGTAAGCA	610	55°C	<i>HincII</i>
M03	GCCGGAAAAATAACAGACGA	AAAAGGAAGGTGGGTGCTT	458	55°C	<i>BbsI</i>
M04	GATAGGAGCATTGGTGGA	CGGTAACCAAGCGTATCGT	844	55°C	<i>HphI</i>
M05	ACAGCACCTTTTCCCTCT	CATAACACGGCTCTCCACT	686	55°C	<i>XmnI</i>
M06	TGAATGAATCCCATCCCTA	GGCATACAACCGAAACGACT	413	55°C	<i>RsaI</i>
M07	TAGCTATGCCCTGCTTGGTC	CCTGTCTGTCGTACCGTTGA	667	55°C	<i>BssSI</i>
G01	TGCTTTGCGTCAATAACTGC	TGATACATCCTCGCCAACAA	647	55°C	<i>HphI</i>
G02	GCCTATCTAATCTACTCGGCTTTCT	AGTAACACTAACCCACCCAACAATA	834	55°C	<i>FspI</i>
G03	GCCTATCTAATCTACTCGGCTTTCT	AGTAACACTAACCCACCCAACAATA	834	55°C	<i>AvaI</i>
G04	GAGACAGAGGACTACTTCGATTGAG	GAATCAGAAATGATACAGAGGAGGA	721	55°C	<i>MseI</i>
G05	GAGACAGAGGACTACTTCGATTGAG	GAATCAGAAATGATACAGAGGAGGA	721	55°C	<i>RsaI</i>
G06	GCCTATCTAATCTACTCGGCTTTCT	AGTAACACTAACCCACCCAACAATA	834	55°C	<i>NdeI</i>
G07	GCCTATCTAATCTACTCGGCTTTCT	AGTAACACTAACCCACCCAACAATA	834	55°C	<i>HphI</i>
G08	GCCTATCTAATCTACTCGGCTTTCT	AGTAACACTAACCCACCCAACAATA	834	55°C	<i>AvaII</i>
G09	GCCTATCTAATCTACTCGGCTTTCT	AGTAACACTAACCCACCCAACAATA	834	55°C	<i>BstUI</i>
G10	TGAGACAACATTATGGTCGATAGAA	ATACTCCTTGCAAACCTTCTGAATTG	750	55°C	<i>BstYI</i>
G11	TGAGACAACATTATGGTCGATAGAA	ATACTCCTTGCAAACCTTCTGAATTG	750	55°C	<i>BstUI</i>
G12	ACGACTACAGCTTCTTCTCTACCA	ATACACCTCGTCGACATCTTCTTC	824	55°C	<i>AvaI</i>
G13	CCATCAAATCCATTGGGAAC	AAGACGAGCCAGGAGAAACA	580	60°C	<i>MboII</i>
G14	CCATCAAATCCATTGGGAAC	AAGACGAGCCAGGAGAAACA	580	60°C	<i>BsrDI</i>
G15	GCCTATCTAATCTACTCGGCTTTCT	AGTAACACTAACCCACCCAACAATA	834	55°C	<i>BsaJI</i>
G16	CCTACAAAACAGTCATAAGCCAAC	ACGAAAACACTCTTGATCAGTAAGG	572	55°C	<i>BbvI</i>
G17	ACGTGTGTGTTTCATTGGCC	AACCCAATGATGTGTAAGTG	556/401	55°C	<i>MboII</i>
G18	CTTACGGCTCTCGCAGAAGA	GAACCGTGATCCAGGTTTTG	1100/930	55°C	<i>HindIII</i>
G19	TGCTTTGCGTCAATAACTGC	TGATACATCCTCGCCAACAA	647	55°C	<i>HpaII</i>
G20	ACGTGTGTGTTTCATTGGCC	AACCCAATGATGTGTAAGTG	556/401	55°C	<i>HphI</i>
G21	ACGTGTGTGTTTCATTGGCC	AACCCAATGATGTGTAAGTG	556/401	55°C	<i>TaqI</i>
G22	CTTACGGCTCTCGCAGAAGA	GAACCGTGATCCAGGTTTTG	1100/930	55°C	<i>BstYI</i>
G23	CTTACGGCTCTCGCAGAAGA	GAACCGTGATCCAGGTTTTG	1100/930	55°C	<i>BbsI</i>
G24	CCAGGAACACCAACAACCCGT	CCATGCTGCTTCTCTGCCAA	958	55°C	<i>HindIII</i>
G25	GATCCTTCAGACATGCAGAGC	CACCTCCTCAAGTGATGCAAA	960	55°C	<i>RsaI</i>
G26	CGACCATCCTGCAATTTCT	AACGTCATTAGGACCTTCAATCG	299	55°C	<i>TaqI</i>
G27	GGTGCTCAGGACATGGTTTT	CGCTCTATTCCCTGCAAGTC	377	55°C	<i>HphI</i>
PAL	ACGTGTGTGTTTCATTGGCC	AACCCAATGATGTGTAAGTG	556/401	55°C	-
F3H	CTTACGGCTCTCGCAGAAGA	GAACCGTGATCCAGGTTTTG	1100/930	55°C	-

表四、SSR 分子標誌之基因型數、對偶基因數及 PIC

Table 4. The number of genotypes, alleles and PIC for each SSR primer

標誌代號	基因型數 No. of Genotype	對偶基因數 No. of Allele	多型性資訊量 PIC
T01	9	8	0.79
T02	10	11	0.82
T03	6	5	0.72
T04	9	5	0.71
T05	10	9	0.84
T06	9	5	0.68
T07	9	6	0.70
T08	8	5	0.68
T09	4	4	0.32
T10	2	2	0.18
T11	3	3	0.44
T12	6	7	0.49
T13	7	7	0.71
T14	9	7	0.74
T15	2	2	0.26
T16	5	4	0.55
T17	5	3	0.46
T18	9	6	0.72
T19	8	8	0.72
T20	8	6	0.68
T21	5	4	0.44
T22	8	6	0.74
T23	5	3	0.50
T24	6	7	0.66
T25	8	8	0.76
T26	7	7	0.76
T27	10	6	0.70
T28	3	2	0.37
T29	6	6	0.65
T30	11	11	0.86
T31	11	12	0.85
T32	5	6	0.66
T33	6	6	0.60
T34	6	6	0.64
T35	6	6	0.57
T36	4	4	0.51
T37	6	9	0.70
T38	8	7	0.74

(續表四) (continued)

T39	6	5	0.58
T40	10	10	0.84
T41	10	11	0.85
Mean	7.0	6.2	0.64

表五、SSR 分子標誌之基因型譜型表

Table 5 The genotypic patterns of SSR markers

代號	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
品種	臺茶 22 號	臺茶 12 號	青心 烏龍	臺茶 13 號	臺茶 19 號	臺茶 20 號	四季春	青心 大有	青心 柑仔	臺茶 7 號	臺茶 8 號	臺茶 18 號	臺茶 21 號
T01	H/H	D/H	F/H	B/F	D/H	C/H	B/F	C/H	D/H	G/G	F/G	F/F	A/I
T02	A/A	A/B	A/E	A/B	A/B	C/D	A/E	B/E	B/D	A/H	G/J	I/K	F/G
T03	B/D	B/D	C/D	B/D	B/C	C/D	B/D	B/C	B/D	B/E	A/E	A/E	A/D
T04	A/C	A/C	A/D	C/C	A/A	A/B	B/D	A/B	D/D	C/C	A/E	D/E	A/C
T05	H/J	H/J	B/G	A/J	G/I	A/J	B/I	B/I	C/I	I/I	A/F	E/G	F/G
T06	B/C	A/B	A/B	A/C	B/B	A/B	B/B	A/A	B/D	A/D	D/D	D/E	D/D
T07	F/F	F/F	B/F	E/F	F/F	B/E	B/E	B/F	A/F	D/F	A/C	A/D	C/F
T08	D/D	A/D	B/D	A/C	D/D	A/D	D/D	A/B	D/D	B/B	E/E	E/E	B/E
T09	C/C	C/C	A/C	C/C	C/C	C/C	C/C	A/C	C/C	B/C	B/C	C/C	C/D
T10	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/B	A/B	A/B
T11	A/B	A/B	A/B	A/B	A/B	B/B	A/B	A/B	A/B	B/B	B/C	B/C	B/B
T12	E/G	E/E	E/E	E/G	E/E	E/E	E/E	E/E	E/E	B/D	B/E	A/E	C/F
T13	B/D	B/D	B/B	C/D	B/B	B/D	B/B	B/B	A/D	E/E	E/F	E/F	G/G
T14	F/F	A/F	B/F	F/F	A/B	B/F	D/F	A/F	C/D	F/F	G/G	E/E	C/G
T15	A/A	A/B	A/A	A/B	A/B	A/A	A/A	A/B	A/B	A/A	A/A	A/A	A/A
T16	C/C	C/C	D/D	C/C	C/D	D/D	C/C	C/D	A/A	A/B	D/D	D/D	D/D
T17	C/C	C/C	A/B	A/C	A/C	B/C	B/B	A/C	B/C	C/C	C/C	C/C	C/C
T18	C/D	B/C	B/C	B/D	C/C	B/C	C/C	B/B	B/E	B/E	A/E	F/F	E/E
T19	F/H	F/H	D/H	F/H	D/H	F/H	B/H	D/D	B/H	H/H	D/G	A/E	C/H
T20	D/E	E/F	C/C	C/C	C/E	C/E	C/C	C/F	A/F	B/F	E/F	F/F	E/F
T21	A/A	A/A	A/A	A/A	A/A	A/B	A/A	A/A	A/A	B/D	B/D	B/C	A/D
T22	B/C	B/C	D/D	B/C	B/D	D/D	D/D	B/D	B/F	A/F	B/E	E/F	C/C
T23	B/C	C/C	C/C	B/C	C/C	B/C	B/C	B/C	C/C	B/B	B/B	A/B	A/A
T24	A/G	G/G	C/G	A/G	G/G	C/F	C/G	G/G	C/G	A/G	A/G	B/H	E/E
T25	C/G	C/G	D/G	C/D	C/G	C/G	D/D	C/G	C/G	B/E	D/F	A/D	A/H
T26	D/D	A/D	D/D	-/-	A/D	A/A	-/-	D/D	A/A	B/B	C/E	C/E	A/F
T27	C/D	B/C	B/C	B/D	C/C	B/C	C/C	B/B	C/E	B/E	A/E	E/F	E/E
T28	A/A	A/B	A/B	A/A	A/B	A/B	A/B	B/B	A/A	B/B	B/B	B/B	B/B
T29	D/D	D/D	F/F	D/D	D/F	D/F	D/F	D/F	B/D	C/E	A/A	A/A	F/F

(續表五) (continued)

T30	A/F	B/F	C/D	B/F	A/C	C/H	D/H	D/F	F/H	F/H	I/L	E/K	A/G
T31	B/K	B/M	H/K	L/L	F/M	F/M	E/K	E/K	A/M	I/M	J/M	G/M	C/L
T32	A/E	A/E	E/E	A/E	A/E	E/E	A/E	E/E	A/E	D/F	C/C	C/C	B/B
T33	B/B	B/C	C/F	B/C	B/C	B/C	B/C	B/C	B/C	D/F	C/E	A/C	B/B
T34	A/D	A/D	A/D	A/D	A/D	D/D	B/B	D/D	C/D	D/D	F/F	E/E	A/D
T35	B/C	B/C	B/C	B/C	B/C	B/C	A/C	B/D	B/C	C/C	E/F	B/C	B/B
T36	C/D	C/D	C/D	B/C	C/D	C/D	A/B	C/D	C/D	C/C	C/D	C/D	C/D
T37	H/H	H/H	E/H	H/H	E/H	H/H	B/B	E/H	B/B	E/H	C/I	A/F	D/G
T38	A/E	A/E	D/D	A/E	D/E	D/E	D/E	A/D	A/E	E/F	C/F	E/H	B/F
T39	A/C	A/C	A/A	B/C	A/A	A/C	A/A	A/A	A/A	A/D	D/D	D/D	D/E
T40	B/H	D/H	C/G	D/H	B/B	D/H	D/F	B/D	C/G	A/F	I/J	H/J	E/H
T41	B/D	B/C	A/J	C/J	A/C	C/J	A/C	B/J	A/C	I/L	D/K	E/H	D/F

表六、SSR 譜型表代表片段大小之代號

Table 6 The size of marker codes in the patterns of SSR markers

標誌代號	Size of marker codes
T01	A: 231, B: 227, C: 225/229, D: 225/227, E: 223/227, F: 223, G: 221, H: 217, I: 215
T02	A: 165, B: 161, C: 159, D: 157, E: 153, F: 151, G: 149, H: 147, I: 143/147, J: 143, K: 141
T03	A: 164, B: 162, C: 160, D: 152, E: 150
T04	A: 254, B: 252, C: 250, D: 248, E: 236
T05	A: 174, B: 172/174, C: 168, D: 166, E: 164/166, F: 164, G: 162, H: 160/162, I: 160, J: 156
T06	A: 264, B: 258, C: 255, D: 252, E: 249
T07	A: 184, B: 174, C: 172, D: 168, E: 166, F: 160
T08	A: 242, B: 232, C: 226, D: 224, E: 202
T09	A: 241, B: 237, C: 235, D: 221
T10	A: 338, B: 336
T11	A: 238, B: 232, C: 226
T12	A: 348, B: 344, C: 342, D: 338, E: 336, F: 334, G: 330
T13	A: 211, B: 209, C: 207, D: 201, E: 199, F: 193, G: 191
T14	A: 148, B: 144, C: 142, D: 140, E: 138, F: 136, G: 134
T15	A: 211, B: 199
T16	A: 127, B: 122, C: 120, D: 110
T17	A: 146, B: 140, C: 134
T18	A: 174, B: 138, C: 132, D: 129, E: 126, F: 123
T19	A: 208, B: 204, C: 198/194, D: 196, E: 190, F: 186, G: 182, H: 164
T20	A: 145, B: 143, C: 140, D: 134/140, E: 122, F: 119
T21	A: 188, B: 185, C: 179, D: 158
T22	A: 190, B: 188, C: 184, D: 182, E: 172, F: 170

(續表六) (continued)

T23	A: 245, B: 239, C: 237
T24	A: 366, B: 362, C: 360, D: 358, E: 356, F: 354, G: 352, H: 350
T25	A: 108, B: 102/104, C: 100, D: 98, E: 96/98, F: 96, G: 92, H: 82
T26	A: 256, B: 252, C: 246, D: 236, E: 220, F: 212
T27	A: 148, B: 115, C: 109, D: 106, E: 103, F: 100
T28	A: 251, B: 228
T29	A: 148, B: 142, C: 140/144, D: 140, E: 136, F: 132
T30	A: 211, B: 209/211, C: 209, D: 205, E: 199, F: 197, G: 195, H: 193, I: 187, J: 183
T31	A: 249, B: 239, C: 237/239, D: 233/239, E: 233/237, F: 233, G: 231/233, H: 227/233, I: 227, J: 223/231, K: 223, L: 221, M: 213
T32	A: 250, B: 248, C: 246, D: 242/246, E: 242, F: 232
T33	A: 402, B: 392, C: 388, D: 386/388, E: 384, F: 382
T34	A: 193, B: 191, C: 185, D: 183, E: 173, F: 165
T35	A: 141, B: 139, C: 133, D: 131, E: 129, F: 127
T36	A: 156, B: 150, C: 144, D: 138
T37	A: 202, B: 198, C: 194, D: 190/194, E: 190, F: 184, G: 178/186, H: 178, I: 176
T38	A: 325, B: 253, C: 249/253, D: 249, E: 245, F: 243, G: 237, H: 233
T39	A: 196, B: 194, C: 188, D: 184, E: 177
T40	A: 171, B: 165, C: 155/171, D: 153, E: 151, F: 149, G: 147/151, H: 147, I: 141/147, J: 139
T41	A: 302, B: 274, C: 268, D: 264, E: 252, F: 248/244, G: 234/230, H: 234, I: 232/230, J: 232, K: 252/234/230, L: 264/248/244

註：片段大小可能隨不同分析儀器或分析卡匣而有差異，但對偶基因間會保持固定差異值（由重複單位大小決定）。

表七、CAPS 分子標誌之基因型數、對偶基因數及 PIC

Table 7 The number of genotypes, alleles and PIC for each CAPS marker.

分子標誌	基因型數	對偶基因數	PIC
C01	2	2	0.13
C02	2	2	0.13
C03	2	2	0.23
M01	2	2	0.23
M02	2	2	0.34
M03	2	2	0.34
M04	2	2	0.34
M05	2	2	0.29
M06	2	2	0.29
M07	2	2	0.23
Mean of cytoplasmic markers	2.0	2.0	0.25
G01	3	2	0.36
G02	3	2	0.36
G03	6	3	0.58
G04	3	2	0.37
G05	2	2	0.32
G06	2	2	0.32
G07	3	2	0.34
G08	2	2	0.07
G09	2	2	0.07
G10	2	2	0.13
G11	2	2	0.18
G12	4	3	0.35
G13	2	2	0.07
G14	3	3	0.43
G15	6	4	0.65
G16	2	2	0.07
G17	3	3	0.35
G18	5	3	0.59
G19	3	2	0.34
G20	3	3	0.45
G21	4	3	0.51
G22	6	4	0.61
G23	5	3	0.59
G24	2	2	0.29
G25	2	2	0.18
G26	3	4	0.35
G27	3	2	0.38
PAL	2	2	0.18
F3H	2	2	0.32
Mean of genomic markers	3.1	2.5	0.34

表八、CAPS 分子標誌之分析電泳圖譜譜型

Table 8 The band patterns of each CAPS marker used in this study

代號	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
種原	臺茶 22 號	臺茶 12 號	青心 烏龍	臺茶 13 號	臺茶 19 號	臺茶 20 號	四季 春	青心 大有	青心 柑仔	臺茶 7 號	臺茶 8 號	臺茶 18 號	臺茶 21 號
C01	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A
C02	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	B
C03	B	B	A	B	B	B	A	B	B	B	B	B	B
M01	B	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A
M02	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A	A	A
M03	B	B	B	A	B	A	B	A	A	B	B	B	B
M04	B	B	B	A	B	A	B	A	A	B	B	B	B
M05	B	B	A	A	B	A	A	A	A	A	A	A	A
M06	A	A	B	B	A	B	B	B	B	B	B	B	B
M07	B	B	A	B	B	B	A	B	B	B	B	B	B
G01	AB	AB	BB	AA	BB	AB	AB	AB	AB	AA	AA	AA	AA
G02	AA	AB	AA	AB	AB	AA	AA	AB	BB	AB	AB	AB	AB
G03	AA	AC	AA	AC	AC	AB	AA	AC	BC	CC	BB	BB	BC
G04	BB	BB	AA	BB	AB	AB	AA	AB	AB	AB	AB	AB	AB
G05	AB	AB	BB	AB	BB	AB	BB	BB	BB	BB	AB	AB	AB
G06	AA	AB	AA	AB	AB	AA	AA	AB	AB	AB	AA	AA	AB
G07	BB	AB	BB	AB	AB	BB	BB	AB	AB	AA	BB	BB	AB
G08	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AB	AA	AA
G09	BB	BB	BB	BB	BB	AB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB
G10	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AB	AB	AA
G11	AB	BB	BB	AB	BB	BB	BB	AB	BB	BB	BB	BB	BB
G12	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	AB	AC	AC	BC
G13	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	AB	BB	BB	BB	BB
G14	FF	FF	AF	FF	FF	FF	AG	AF	AF	AF	AF	AG	FF
G15	AA	BC	AA	BC	BC	AC	AA	BC	CD	DD	CC	CC	CD
G16	BB	BB	BB	BB	BB	BB	AB	BB	BB	BB	BB	BB	BB
G17	BB	BB	AB	BB	BB	BB	AB	AB	BB	BB	BC	BC	BC
G18	AB	BC	CC	AC	CC	AC	AC	AC	BB	AB	BB	BB	AB
G19	AB	BB	BB	AB	BB	BB	BB	BB	AB	AA	AB	AB	AB
G20	CC	CC	DD	CC	DD	CC	DD	CC	CC	CC	AC	AC	AC
G21	AA	AA	AB	AB	AA	AA	AB	BB	BB	AB	BC	BC	BC
G22	AB	AC	CC	BC	CC	BC	BC	BC	AA	BC	AA	AA	AD

(續表八) (continued)

G23	AC	BC	BB	AB	BB	AB	AB	AB	CC	AB	CC	CC	AC
G24	AA	AA	AA	AA	AA	AB	AA	AA	AB	AB	AB	AB	AB
G25	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	BB	AB	AB	AB
G26	DD	DD	BD	DD	DD	DD	BD	DD	DD	DD	AC	BD	BD
G27	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AB	AA	AB	AB	BB
PAL	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AA	AB	AB	AB
F3H	AB	BB	BB	AB	BB	AB	AB	AB	BB	AB	BB	BB	AB

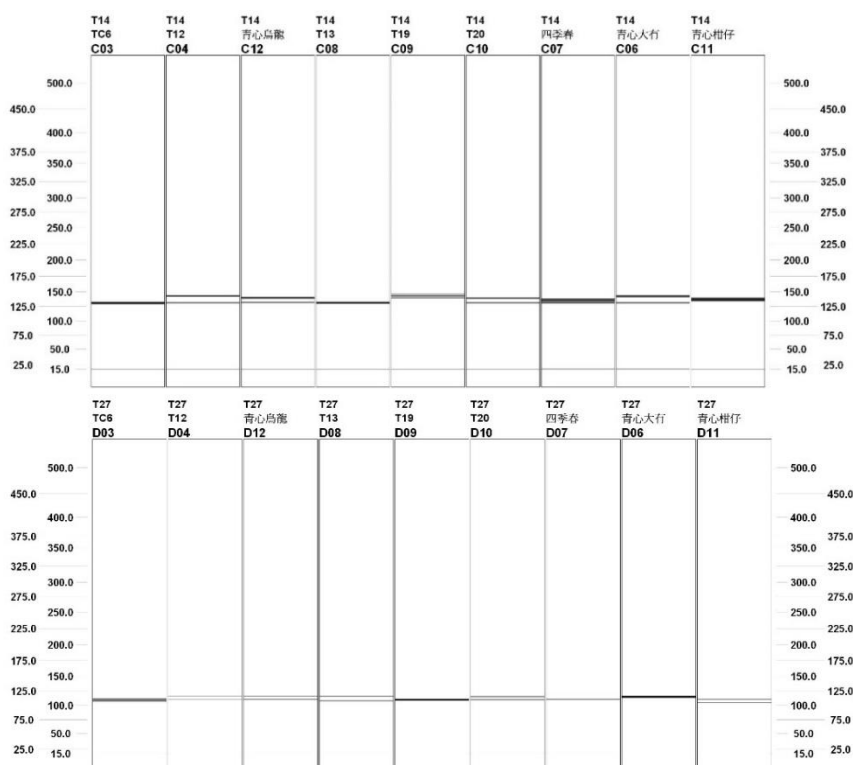
表九、CAPS 譜型表代表片段大小之代號

Table 9 The size of marker codes in the patterns of CAPS markers

Marker	Size of major bands (bp)
C01	A: 677 B: 552+125
C02	A: 677 B: 483+194
C03	A: 659 B: 449+210
M01	A: 836 B: 509+327
M02	A: 610 B: 385+225
M03	A: 458 B: 308+149
M04	A: 805+35 B: 492+313+35
M05	A: 686 B: 443+243
M06	A: 413 B: 309+104
M07	A: 667 B: 460+207
G01	A: 647 B: 441+206
G02	A: 834 B: 645+189
G03	A: 834 B: 729+105 C: 501+228+105
G04	A: 721 B: 447+274
G05	A: 721 B: 571+150
G06	A: 834 B: 749+85
G07	A: 510+147 B: 468+147+120+57
G08	A: 443+190+134+67 B: 324+67
G09	A: 575+204+55 B: 455+204+120+55
G10	A: 750 B: 590+160
G11	A: 750 B: 470+280
G12	A: 824 B: 527+297 C: 325+202
G13	A: 580 B: 449+131
G14	A: 359+221 B: 455+125 C: 221+218+141 D: 260+195+125 E: 359+125+96 F: 455+320+260+125 G: 260+125+99+96

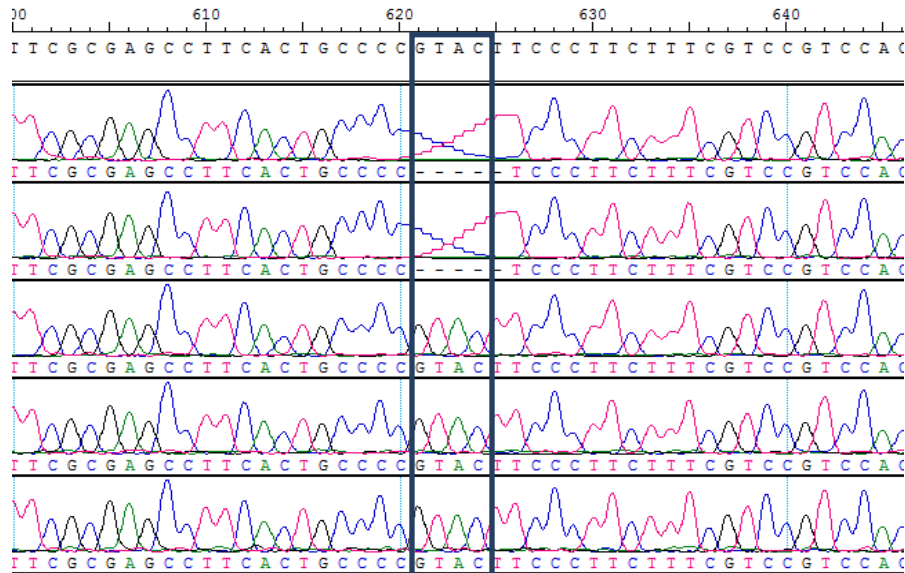
(續表九) (continued)

G15	A: 546+288 B: 318+288+228 C: 546+183+105 D: 318+228+183+105
G16	A: 309+263 B: 263+166+143
G17	A: 556 B: 455+101 C: 300+101
G18	A: 1100 B: 930 C: 650+280
G19	A: 619+28 B: 463+156+28
G20	A: 556+401 B: 401 C: 319+237 D: 237
G21	A: 556 B: 460+96 C: 305+96
G22	A: 930 B: 680+250 C: 510+420 D: 680+420
G23	A: 1100 B: 930 C: 600+330
G24	A: 958 B: 550+408
G25	A: 960 B: 605+355
G26	A: 310 B: 299 C: 290 D: 277
G27	A: 377 B: 198+179
PAL	A: 556 B: 401
F3H	A: 1100 B: 930



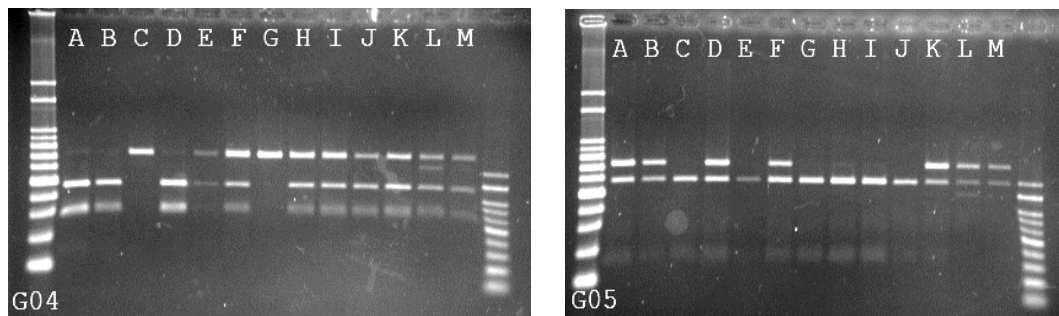
圖一、SSR 分子標誌 T14 及 T27 的電泳圖譜 (上方標示為引子及品種代號，
左右兩側標示為條帶大小，單位為 bp)

Fig. 1. The band patterns of SSR markers T14 and T27



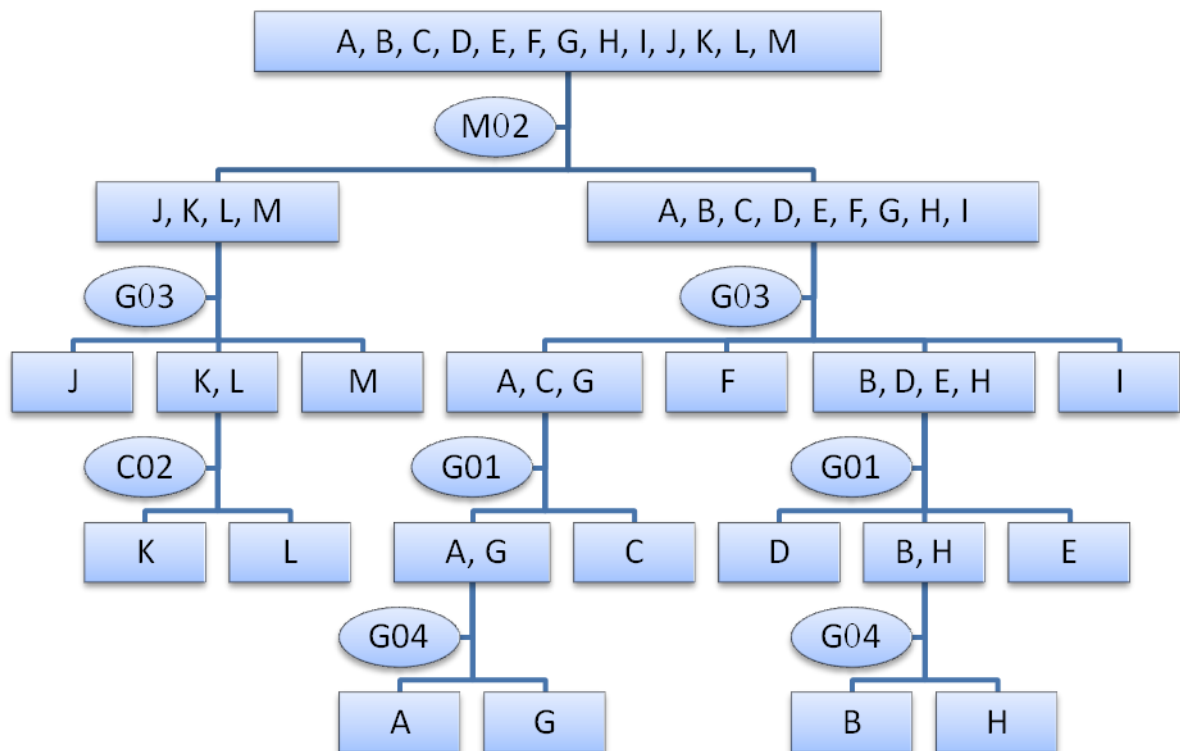
圖二、茶樹品種間的多型性 DNA 序列變異位點 (插入或缺失變異, InDels), 本變異位點為 CAPS M06 分子標誌的多型性來源。本圖為 5 個茶樹品種的粒線體特定區域, 框內 DNA 序列為 GTAC, 可被限制酵素 *RsaI* 專一性酶切, 而本圖上方兩個品種發生缺失變異, 無法被酶切; 下方三個品種有此序列, 可被專一性酶切。

Fig. 2. DNA sequence variation (InDels) between tea varieties. This variation could be revealed by CAPS M06 marker



圖三、CAPS 分子標誌 G04 及 G05 之酶切電泳圖譜 (上方標示為品種代號, 左右兩側條帶用以標示條帶大小)

Fig. 3. The cleaved fragment patterns of CAPS G04 and G05 markers



圖四、參試品種在 CAPS 分析之鑑別流程圖。圓框代表 5 個核心鑑別分子標誌代號；方框代表參試品種代號。

Fig. 4. The flow chart for identifying tea cultivars using CAPS markers. The circle frames represent marker codes, and the square frames represent cultivar codes.

茶渣參製可分解穴盤之研究

蘇彥碩¹ 羅士凱² 劉秋芳¹ 劉千如^{3,*} 王舜弘⁴ 邱垂豐⁵ 蔡憲宗⁶

摘 要

本試驗以可分解的聚酯類如聚乳酸 (PLA)、聚羥基烷酯 (PHA)、聚丁二酸丁二醇 (PBS)、聚己內酯 (PCL) 等資材，添加 20、25、30% 的茶渣，20% 的茶粉及 25% 的澱粉，依其抗拉強度、延伸率、楊氏模數挑選六個較可行的配方製造穴盤。因茶渣及茶粉的物理特性，與聚酯混合添加的上限為 30%。製成穴盤重金屬含量分析仍未超出各國對可分解塑膠產品中重金屬含量標準。經過兩次育苗，不同配方的穴盤在育苗過程中，其中養分含量及重金屬含量差異不顯著，僅在配方添加 20% 茶粉的處理，其鉀及磷含量有隨時間而下降。在介質方面，添加 20% 茶粉的處理，雖然穴盤中磷鉀的含量下降，但介質中磷鉀含量並未高於其他處理。其他處理間各元素的含量並無顯著差異，僅在第二次採收時，添加 30% 茶渣的處理，介質中鋁含量有較顯著的高於其他處理。植體的部分，添加茶渣的處理，第二次採收時，植體中的鉀含量高於對照組，在植體磷含量亦有相同趨勢。各處理間植體株高、株重、根長及根重均未達顯著差異，但有隨茶渣添加比例增加而增加的趨勢。試驗結束後有添加茶渣的穴盤在使用上稍微易碎，在穴盤的底部亦有些許的破損，但不影響操作，故應可重複使用達 3-4 次。使用過後的穴盤分別埋入土壤、堆肥及放置在溫室中，模擬一般農戶在育苗結束時，廢棄穴盤可能的處理方式，經過 180 天的試驗，添加茶渣及茶粉的穴盤，幾乎都可以分解完畢。由本研究結果顯示，茶渣或茶粉的添加在可分解塑膠製作育苗資材上已有應用的潛力，未來仍可持續開發相關產品，有效的利用茶葉生產時所產生的副產品，提高產值並減少對環境的負擔。

關鍵字：茶渣、可分解塑膠、穴盤

前 言

塑膠材質產品因為堅韌質輕且可塑性高，被廣泛地運用在各種農業生產過程中，例如田間覆蓋的塑膠膜或育苗所用的穴盤及盆子，但此些由塑膠製成的器具在使用或損壞後，尚無具體處理的方

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場助理研究員。台灣 桃園市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場文山分場 助理研究員。台灣 新北市。
 3. 行政院農業委員會茶業改良場 副研究員。台灣 桃園市。
 4. 宏力生化科技股份有限公司 專案經理。台灣 新竹縣。
 5. 行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼秘書。台灣 桃園市。
 6. 行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼課長。台灣 桃園市。

* 通訊作者。

式。塑膠製品燃燒時會產生有毒氣體，埋入土中又長久不會腐化，造成廢棄物的處理問題。台灣年產茶葉在一萬六千公噸以上，以內銷為主，且飲料茶產業興盛，每年進口約三萬公噸，產生了大量的茶渣，不僅增加了處理成本更容易造成環境的汙染。茶渣一般用於堆肥的原料或用於製作堆肥液，可用於有機茶苗培育，提供及時養分的補充。茶渣富含纖維，孔隙多，能作為塑料之混合物，目前已可利用茶渣製作塑木，但茶渣製成的塑木在損壞後並無法回收再利用，因為添加於塑木中的茶渣或其他添加物並無法在回收過程中與塑膠分離，反而成為更嚴重的問題。可分解塑膠製成農業相關資材已行之有年，多以玉米澱粉、馬鈴薯澱粉、聚乳酸、聚羥基烷酯等高分子之天然物質作為原料或混參於一般塑料之中製成，如覆蓋之塑膠薄膜、花盆、穴盤、套袋、太空包之外袋等。這些資材具有生物可分解的特性，可減少使用後環境的負擔，但缺點為造價較高，約為一般塑膠的 2-10 倍以上。本試驗擬將茶渣結合生物可分解資材，針對蔬菜育苗的過程，研製生物可分解之穴盤，在育苗過程結束後可直接埋入土中或加入堆肥分解，使農業副產品可以發揮最大的效益。

材料與方法

一、茶渣穴盤之開發:

1. 將風乾之茶渣及茶粉磨碎、乾燥 (水分含量 1.5%以下) 及過篩 (300mesh) 後，與不同可分解聚脂依比例 20、25、30、35%添加混合後，測定其合氏之抗拉強度、延伸率、楊氏模數，選擇較合適之配方及可分解聚脂比例，製成 128 格穴盤，以添加 25%澱粉做為對照組。
2. 茶渣來自飲料工廠使用過後之紅茶茶渣，茶粉來自飲料廠其製作過程中之茶葉粉末，此些副產品經自行曬乾後送工廠再行乾燥磨粉及過篩。
3. 可分解聚脂以聚乳酸 (PLA)、聚羥基烷酯 (PHA)、聚丁二酸丁二醇 (PBS)、聚己內酯 (PCL) 等資材進行測試，惟涉及廠商技術，以下以可分解聚脂 A 及 B 代替說明。

二、試驗方法:

可分解塑膠配方以添加 20、25、30%茶渣，20%茶粉為處理，25%澱粉做為對照。以福山萵苣種子，於穴盤上育苗，每次週期為三周，重複兩次，採完全逢機設計 (CRD) 試驗設計，每個配方 9 個重複。在育苗結束後分別將各配方之穴盤以堆肥、埋入土中及放置於溫室內三種處理，採完全逢機設計 (CRD) 試驗設計，5 重複，每兩周觀察其外觀及秤重，評估其分解情形。介質使用德國 KLASMANN 泥炭土。

三、材料分析:

1. 茶渣及茶粉穴盤之養分及重金屬含量:

育苗結束後之穴盤，將茶渣及茶粉穴盤乾燥磨碎後，秤 0.4g 樣品置於分解管中，再加入 10mL 濃硫酸，混合均勻，靜置過夜，以 100℃加熱，待不產生泡沫時，以每 20-30 分鐘升溫 50℃之速度加熱至 350℃，維持 350℃之溫度加熱至固體分解且硫酸溶液成醬油色，加入 2mL30%之過氧化氫分解 (約需 20 分鐘)，未澄清，則重複步驟 4.至澄清為止，取出分解管冷卻，加少許去離子水使之釋出部份稀釋熱，將分解液移至 50ml 定量瓶中，定量至 50ml，混合均勻，過濾至塑膠瓶中儲藏，分析全氮、磷、鉀、鈣、鎂及鎳、鉻、銅、鋅、錳及鋁等重金屬含量。

2. 茶渣及茶粉穴盤對菜苗之生育情形及安全性評估:

評估參有不同比例茶渣及茶粉的穴盤，對菜苗生長情形的影響，及分析菜苗中各種重金屬的含量，依作物需肥診斷技術之植體分析方法進行分析 (張，2000)。採收後分別取試驗組

及對照組之葉菜樣品，秤 0.4 克樣品置於分解管中，再加入 10 mL 濃硫酸混合均勻，靜置過夜，當消化完全後，將分解管中消化液移入 50mL 定量瓶中，並定量之，再利用 ICP-OES 分析茶樣中之磷、鉀、鈣、鎂等元素含量。

3. 茶渣及茶粉穴盤分解速率:

評估廢棄穴盤分解的情形，在使用後分別埋入土壤、堆肥及放置於溫室中，模擬一般農戶在育苗結束時，廢棄穴盤可能的處理方式。處理後於 0、60 及 180 天時將穴盤由土壤及堆肥中挖掘出來，包含放置於溫室的穴盤，清洗、烘乾並秤重重量以平均重量計算。

四、統計方法各項試驗分析之數據，用 SAS (statistical analysis system) 統計軟體進行變異數及費雪氏最小顯著差異法 (Fisher's least significant difference) 分析，顯著機率水準為 5%。

結果與討論

一、製作茶渣及茶粉穴盤

試驗以露天曝曬的方式乾燥茶渣，乾燥 14 日後，茶渣初含水率為 12.04%，經磨粉後乾燥過篩，約可達 100mesh (0.149mm)，含水率可達 1.02%。含水率過高時，與可分解聚脂混合會造成分離，必須再次經過烘乾，含水率須達 1.5% 以下。造粒前以不同可分解聚酯、茶渣搭配比例做出模組，由於成品是以板材吸塑成型製作，依 ASTM638 測試標準，主要探討各個混合配方中之楊氏模數 (Young's Modulus) 及延伸率，比對常用壓板材質之楊氏模數 (聚丙烯 (PP) – 1500Mpa / 聚對苯二甲酸乙二酯 (PET) – 2200Mpa / 聚苯乙烯 (PS) – 3150Mpa) 挑選出較有機會成型的 6 個配方進行造粒 (表一)。本次茶渣添加比例僅 20%、25%、30%，添加比例達 35% 時，擬進行造粒的塑膠條就完全沒有韌性，一折即斷。相較澱粉配方，茶渣僅能單純以填充材視之，在造粒、壓板及吸塑成形時需具備足夠物性，目前添加量以 30% 為極限。

在造粒過程中塑料需過水冷卻成型，因此需再行烘乾，添加 20% 茶渣的塑粒含水約 1.5%，添加 25% 茶渣的塑粒含水約 2.5%，添加 30% 茶渣的塑粒含水約 13%，表示是聚酯與茶渣混合有一極限比例，茶渣比例過高時，聚脂無法完全包覆茶渣粉末，以致塑料在過水切粒時會吸附大量水分，影響後續加工及提高相關乾燥之成本。因茶渣及茶粉的物理特性，其依不同比例與與聚酯混合而後進行加工、拉條切粒時，仍有無法克服的極限及成本上的考量，故添加的上限為 30%。一般塑料製作 96 孔穴盤時，板材厚度為 0.7mm，由於茶渣混合可分解塑料之配方其楊氏模數、延伸性均較澱粉配方低，為降低加工上的可能風險，本次板材厚度設定在 0.8mm。

表一、各配方抗拉強度、延伸率及楊氏模數

Table 1 Tensile strength, elongation, and Young's Model in different formula

配方代號	可分解聚酯 A (%)	可分解聚酯 B (%)	茶渣 (%)	茶粉 (%)	抗拉強度 (MPa)	延伸率 (%)	楊氏模數 (MPa)
茶渣 20%	35	45	20	0	27	6.4	1517
茶粉 20%	35	45	0	20	23	3.0	1639
茶渣 25% (1)	35	40	25	0	18	1.6	1629
茶渣 25% (2)	40	35	25	0	30	2.6	2192
茶渣 30% (1)	35	35	30	0	23	1.8	1904
茶渣 30% (2)	40	30	30	0	28	1.9	2306
聚丙烯 (PP)	-	-	-	-	33	700	1500
聚對苯二甲酸 乙二酯 (PET)	-	-	-	-	85	4.0	2200
聚苯乙烯 (PS)	-	-	-	-	40	2.0	3150

二、茶渣、茶粉及穴盤之各元素含量

茶渣及茶粉為生產及加工過程中之副產品，由於茶樹生長於酸性土壤中，故茶葉中會累積較高量的鋁及錳，這在製造可分解塑膠產品時需考慮其溶出的比例及對育苗標的之影響。在混合後是否可以達到生物可分解塑膠之規範 (表二)，在育苗的過程中，其穴盤養分之變化，亦是本次研究之重點。茶渣、茶粉及各比例混合配方之元素含量如表三。結果顯示，不同配方的穴盤在兩次育苗過程中其穴盤中養分含量及重金屬含量差異不顯著，表示在育苗的過程中，其養分的釋出不大，僅在配方添加 20% 茶粉的處理，其鉀及磷含量有隨時間而下降。而有添加茶渣或茶粉的配方，其穴盤中鋁、鐵及錳的含量會高於其他處理，達顯著差異，但在製成 128 孔穴盤時仍符合各國可分解塑膠產品的標準。而經過兩次育苗，不同配方的穴盤在育苗過程中其穴盤中養分含量及重金屬含量差異不顯著，表示在育苗的過程中，其養分的釋出不大，僅在配方添加 20% 茶粉的處理，其鉀及磷含量有隨時間而下降。而有添加茶渣或茶粉的配方，其穴盤中鋁、鐵及錳的含量會高於其他處理，達顯著性差異。

表二、各國可分解塑膠產品重金屬含量標準

Table 2 Standard for heavy metal content from degradable plastic products in each state

元素	鋅	銅	鎳	鎘	鉛	汞	鉻	鉬	硒	砷	氟
國家	(mg/kg)										
日本	150	37.5	25	0.5	50	0.5	50	1	0.75	3.5	100
德國	100	23	15	0.3	30	0.3	30	-	-	-	-
美國	1400	750	210	17	150	8.5	-	-	50	20.5	-
台灣	100	23	15	0.3	8.5	0.3	30	-	-	3.5	-

表三、茶渣及茶粉參製穴盤其各種元素隨時間的變化

Table 3 Change of elements from plug produced with tea dreg and tea powder for different seedling treatments

配方穴盤		氮 (%)	鎂	鉀	鈣	磷	鈉	鐵	錳	鉻	鎳	鉛	鋁	
		(mg/kg)												
第一次	澱粉 A	0.2b	20b	33c	79c	2c	9c	26d	1c	6.9a	nd	3.1a	0.1b	6c
育苗結束	澱粉 B	0.6b	33b	25c	121c	7c	7c	24d	1c	5.4a	nd	2.3a	nd	14c
	茶渣 20%	5.3a	245a	263b	1286b	627b	47b	366b	74b	7.4a	nd	3.1a	0.3ab	509a
	茶渣 25%	6.2a	302a	236b	1681a	674b	43b	444b	97ab	3.6a	nd	1.2b	0.4a	619a
	茶渣 30%	7.5a	365a	377b	1903a	933a	66a	525a	126a	4.4a	nd	1.6b	0.5a	734a
	茶粉 20%	5.1a	282a	673a	912b	702b	37b	68c	70b	1.0b	nd	0.4c	0.2b	154b
第二次	澱粉 A	0.3b	44b	27c	244c	3c	13b	44c	3c	6.0a	nd	2.8b	0.1b	37c
育苗結束	澱粉 B	0.4b	40b	25c	189c	5c	22b	24c	1c	2.8b	nd	2.3b	nd	24c
	茶渣 20%	5.8a	268a	204b	1569a	806a	64a	361a	63b	0.9c	nd	0.4c	0.4a	521a
	茶渣 25%	6.3a	311a	227b	1822a	640b	47a	429a	90a	2.2b	nd	0.9c	nd	613a
	茶渣 30%	7.1a	361a	332a	1916a	621b	69a	502a	115a	6.5a	nd	2.8b	0.5a	695a
	茶粉 20%	5.1a	289a	376a	1095a	499b	34a	94b	59b	7.3a	nd	4.7a	0.2b	155b

註：直行英文字母相同者表示未達 5%顯著水準。

三、植體及介質各元素含量

在兩次育苗後分別採集不同配方之穴盤風乾後磨碎進行分析，植體亦為採收乾燥進行分析。結果顯示，各處理間無論在第一次或第二次育苗結束時，介質中各元素的含量並無顯著性差異，添加茶渣或茶粉的配方其介質中錳及鋁的含量，亦無顯著性差異，表示可分解塑膠在添加茶渣或茶粉後，其對介質的影響相對是較小的，只有第二次採收時，添加茶渣 30%的處理其介質的鋁含量較高，達顯著性差異 (表四)。添加 20%茶粉的處理，雖然穴盤中磷鉀的含量下降，但在介質中其磷鉀含量並未高於其他處理。在其他處理間各元素的含量並無顯著差異，僅在第二次採收時，添加 30%茶渣的處理，其介質中鋁含量有較顯著的高於其他處理，表示隨時間的變化，添加茶渣較高比例的處理，可能分解較快，在初期測試配方時，添加 30%茶渣的處理在拉調造粒時亦容易吸水，使造粒時水分達 13%，故推測可分解塑膠添加 30%的茶渣處理時，已無法完全包覆，會有部分茶渣暴露在表面。在植體的部分，在兩次採收的結果，第二次採收的植體較第一次採收的植體，雖然生長時間相同，但各項養分含量卻較高於第一次採收，在添加茶渣的處理，第二次採收時，植體中的鉀含量高於對照組，在植體磷含量部分亦有相同趨勢。在植體鈉含量部分，對照組在第二次採收時顯著高於其他處理組 (表五)。

表四、各處理中介質養分及微量元素含量

Table 4 Contents of medium nutrients and elements in each treatment

介質		氮	鎂	鉀	鈣	磷	鈉	鐵	錳	鉻	鎘	鎳	鉛	鋁
		(%)	(mg/kg)											
第一次	澱粉 A	5.7a	1749a	375a	9204a	243a	868a	720a	30a	21.7a	nd	6.7a	2.1a	677a
育苗結束	澱粉 B	5.7 a	1940a	386a	9258a	195b	855a	643a	29a	15.1a	nd	4.5b	2.3a	676a
	茶渣 20%	5.7 a	1927a	418a	9651a	201b	849a	617a	34a	14.4a	nd	3.5b	2.3a	679a
	茶渣 25%	5.6 a	1803a	353a	8889a	241a	780a	626a	33a	16.8a	nd	5.2b	2.2a	668a
	茶渣 30%	5.9 a	1878a	342a	8654a	290a	795a	674a	34a	13.0a	nd	3.6b	2.1a	690a
	茶粉 20%	5.7 a	1718a	394a	8998a	241a	798a	749a	36a	16.8a	nd	4.4b	2.3a	722a
第二次	澱粉 A	5.1a	1810a	353a	8717a	239b	718a	808a	32a	9.1b	nd	2.0a	2.0a	824b
育苗結束	澱粉 B	6.2a	1940a	355a	9592a	206b	721a	794a	31a	14.0a	nd	3.1a	2.1a	777b
	茶渣 20%	5.4a	1662a	309a	8201a	165b	607b	614b	28a	14.0a	nd	3.9a	2.0a	779b
	茶渣 25%	5.8a	1753a	338a	9294a	187b	744a	649b	29a	12.8a	nd	2.7a	1.2a	655b
	茶渣 30%	5.2a	1781a	339a	8745a	322a	653a	700b	31a	10.4b	nd	2.4a	1.1a	913a
	茶粉 20%	5.6a	1927a	352a	9500a	191b	754a	744b	34a	13.0a	nd	2.7a	2.3a	791b

註：直行英文字母相同者表示未達 5%顯著水準。

表五、各處理中植體養分及微量元素含量

Table 5 Contents of plant nutrients and elements in each treatment

植體		氮	鎂	鉀	鈣	磷	鈉	鐵	錳	鉻	鎘	鎳	鉛	鋁
		(%)	(mg/kg)											
第一次	澱粉 A	6.0a	3320a	7578c	5196b	1169a	2387a	41a	39b	3.4b	nd	1.1a	0.1a	37a
育苗結束	澱粉 B	6.8a	3142a	12416a	6328a	937b	2246a	31a	30b	0.2c	nd	nd	0.2a	37a
	茶渣 20%	6.4a	3007a	11938a	5847a	1046b	2011a	46a	63a	6.0b	nd	2.4a	0.1a	39a
	茶渣 25%	6.2a	3080a	9852b	5107b	1023b	2327a	46a	54a	5.2b	nd	1.9a	0.1a	33a
	茶渣 30%	6.3a	3094a	11873a	5319b	1092b	1999a	64a	49a	3.0b	nd	1.8a	0.1a	29a
	茶粉 20%	6.9a	2741a	12224a	5420b	616c	1596b	58a	58a	8.9a	nd	2.0a	0.3a	32a
第二次	澱粉 A	7.2a	3681a	12789c	6006c	1990b	5797a	44a	35b	2.9a	nd	2.3b	0.1a	34a
育苗結束	澱粉 B	7.2a	3490a	10432c	6231b	1892b	3875b	43a	35b	3.3a	nd	3.1a	0.1a	31a
	茶渣 20%	7.8a	3019a	23592a	6219b	2840a	2756c	57a	48a	5.8a	nd	3.7a	0.2a	34a
	茶渣 25%	7.2a	3177a	19018b	5616c	2380a	3314c	45a	41b	3.0a	nd	1.9b	nd	34a
	茶渣 30%	7.9a	3301a	20856b	6691a	2686a	2921c	31a	44a	nd	nd	nd	0.1a	27a
	茶粉 20%	7.2a	3321a	20097b	6308b	1873b	4107b	30a	46a	0.6b	nd	0.3c	0.1a	30a

註：直行英文字母相同者表示未達 5%顯著水準。

四、福山萵苣苗生長狀況

在兩次採收中，穴盤會隨時間逐漸分解，養分亦會逐漸釋放，對照組的株高較其他處理較為低，但未達顯著差異，在根長部分，隨茶渣的添加比例增加有增加的趨勢，但仍未達顯著差異。根重部分亦有相同趨勢，隨添加茶渣比例增加略有增加的趨勢。可能是因為穴盤使用的時間還不夠長(約 80 天)，養分的釋出未能達到顯著的效果(表六)。未來可就可分解塑教的特性再行開發緩效性肥料或膠囊包，可在穴盤底部推估釋放時間及供給菜苗生長時所需的量。

表六、不同處理福山萵苣苗生育情形 (25 株平均)

Table 6 Growth of Fushan lettuce in each treatment

植 體		株高 (cm)	根長 (cm)	株重 (鮮重) (g)	根重 (鮮重) (g)
第一次 育苗結束	澱粉 A	3.4a	9.5a	0.06a	0.04a
	澱粉 B	3.6a	9.8a	0.07a	0.03a
	茶渣 20%	4.2a	10.4a	0.05a	0.05a
	茶渣 25%	3.9a	9.8a	0.06a	0.03a
	茶渣 30%	4.7a	10.3a	0.07a	0.05a
	茶粉 20%	4.4a	11.2a	0.07a	0.06a
第二次 育苗結束	澱粉 A	3.6a	10.2a	0.06a	0.06a
	澱粉 B	4.2a	10.4a	0.07a	0.07a
	茶渣 20%	4.5a	9.9a	0.08a	0.06a
	茶渣 25%	4.1a	10.5a	0.08a	0.07a
	茶渣 30%	4.8a	10.3a	0.09a	0.07a
	茶粉 20%	4.6a	10.6a	0.09a	0.09a

註：直行英文字母相同者表示未達 5%顯著水準。

五、茶渣穴盤分解情形

有添加茶渣的穴盤在使用上稍稍較為易碎，在穴盤的底部亦有稍為的破損，但不影響操作，故應可重複使用達 3-4 次。將使用過三次的穴盤秤重後分別埋入土壤、堆肥及放置於溫室中，模擬一般農戶在育苗結束時，廢棄穴盤可能的處理方式。一般『可分解塑膠』的定義是在工業堆肥中，經過 180 天可以完全分解。試驗於 105 年 1 月 30 日開始試驗，並於 60 天 (3/30) 及 180 天 (7/30) 時將其由土壤及堆肥中挖掘出來，包含放置於溫室的穴盤，經過清洗、烘乾最後秤重。結果顯示，處理 60 天後秤重，有添加茶渣及茶粉的處理，無論在各處理間其分解速率均較添加澱粉的處理快速，放置在土壤及堆肥的處理，添加茶渣及茶粉的穴盤約減少 11-26%，添加澱粉的穴盤約減少 6%，放置在溫室的處理，穴盤的重量減少的程度相當低，約 4-5%。處理後 180 天後秤重，埋設在土壤及堆肥中的茶渣及茶粉穴盤已經幾乎完全分解，澱粉的穴盤則分解較慢，約剩下 45%沒有分解。放置於溫室的穴盤，其分解情況均不佳，分解約 4-6%。分解初期較慢，經過 60 天約分解 11-26%，

之後分解速度就會加快乃至完全分解，所以可分解塑膠添加茶渣或茶粉所製作的穴盤，在減少農業生產廢棄物是完全可以應用的。

表七、穴盤埋放在土壤、堆肥及溫室後隨時間分解情形

Table 7 Degradation of plug buried in soil, compost, and green house for different days

埋放處理	土壤			堆肥			溫室		
埋放時間 (天)	0	60	180	0	60	180	0	60	180
穴盤重量	(g)			(g)			(g)		
澱粉 (20%)	148.1	140.0	134.5	148.9	127.5	68.0	147.0	141.6	142.7
澱粉 (25%)	146.6	137.2	132.7	147.2	137.3	74.8	147.4	142.3	145.1
茶粉 (20%)	133.3	97.5	0.0	135.1	91.3	5.0	134.5	129.7	129.5
茶渣 (20%)	133.2	104.4	0.0	133.6	99.1	3.9	133.7	128.1	129.9
茶渣 (25%)	130.5	115.3	2.8	130.6	108.1	8.2	129.9	124.5	125.9
茶渣 (30%)	141.6	118.1	7.8	142.3	107.8	6.0	142.6	136.3	134.9

六、結論

茶渣參製可分解塑膠穴盤，在穴盤本身重金屬含量及分解後對介質及菜苗的影響，與一般添加澱粉的穴盤沒有顯著的差異，並且符合各國可分解塑膠規範，是實際可以應用在製作可分解塑膠之農業資材，並應用於育苗 4 次後埋入土壤及堆肥中可以完全的分解。在製作成本上可分解塑膠約為一般塑膠的 2.5 倍，茶渣及茶粉在處理的過程又多了乾燥的步驟，故成本約再高出 10%。因為小量生產，故在磨粉、篩分、乾燥的單位成本均高於大量生產，但由本研究結果顯示，茶渣或茶粉的添加在可分解塑膠製作育苗資材上已有應用的潛力，未來仍可持續開發相關產品，有效的利用茶葉生產時所產生的副產品，提高產質並減少對環境的負擔。

參考文獻

1. 金榮榮、謝紅、趙娜、任廣濤. 2006. 不同肥料配方在有土基質中對穴盤番茄苗的影響. 北方園藝 3: 10-11。
2. 陳士寬. 2008. 穴盤型式、單格株數、海藻萃取液與叢枝菌根菌對北蔥種苗生長之影響. 國立中興大學園藝研究所碩士論文。
3. 陳盈達. 2006. 以農業原料為基材開發生物可分解塑膠粒之研究. 國立中興大學生物產業機電工程學系所碩士論文。
4. 楊士盛. 2006. 桃園亞蔬九號番茄穴盤苗健化之研究. 國立中興大學園藝所碩士論文。
5. 郭維如. 2009. 小白菜穴盤苗移植栽培中穴格容積與苗齡對種苗品質和植株生長影響與栽培模式之建立. 國立台灣大學園藝研究所博士論文。
6. 崔英德. 1999. 乳酸合成研究現狀及展望. 精細化工 16: 13-16。

7. Shimao, M. 2001. Biodegradation of plastics. *Curr. Opin. Biotechnol.* 12: 242– 247.
8. Tsuge, T., Yano, K., Imazu, S., Numata, K., Kikkawa, Y., Abe, H., Taguchi, S., and Doi, Y. 2004. Biosynthesis of polyhydroxyalkanoate (PHA) copolymer from fructose using wild-type and laboratory-evolved PHA synthases. *Macromol. Biosci.* 5: 112–117.

Study of Tea Dregs Add to Degradable Plastics for Plug Manufacturing

Yen-Shuo Su¹ Shih-Kai Lo² Chiou-Fang Liu¹ Chien-Ju Liu^{3,*}
Shun-Hong Wang⁴ Chui-Fong Chiu⁵ Hsien-Tsung Tsai⁵

Summary

We use biodegradable polyesters include polylactic acid (PLA), polyhydroxyalkanoates (PHA), polybutylene succinate (PBS), polycaprolactone (PCL) and other materials, add tea dregs 20%, 25%, 30%, 20% tea powder and 25% starch, according to their tensile strength, elongation, Young's modulus, to select formulations to manufacture six plugs. Due to the physical characteristics of tea dregs and tea powder, the mixing ratio depends on the upper limit of 30% with the polyester. The heavy metal content analysis of plug has not yet exceeded the heavy metal content standards of States biodegradable plastic products. After two nurseries, the nutrient content of different formulations and heavy metal content of plug were not significant. The potassium and phosphorus content have decreased over time in the treatment with 20% tea powder. In media terms, although the content of phosphorus and potassium in plugs decreased in the treatment with 20% tea powder, but the phosphorus and potassium content of medium were not higher than other treatments. There are no significant differences in the content of each element among the other treatments, only the aluminum content of the medium in the treatment with 30% tea dreg is significant higher than other treatments for the second harvest. The potassium content of the medium in the treatment with tea dreg is higher than control check for the second harvest, the trend of phosphorus content is also same. The plugs added with tea dregs are more fragile, but do not affect the operation, they could be reused up to 3-4 times. We imitate the possible handling ways those farmers aimed at abandoned plug at the end of the nursery. Plugs added with tea dregs and tea powders after use are buried in soil, compost and placed in a greenhouse, then they almost completely degraded after 180 days. The results show that biodegradable plastics added with tea dregs and tea powders and production of seedling materials have application potential. Related products should develop continuously, use effectively by products produced in tea production, increase production value and decrease the burden on the environment in the future.

Key words: Tea dreg, Degradable plastics, Plug

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

2. Assistant Agronomist, Wenshan Branch of Tea Research and Extension Station, Taipei, Taiwan, R. O. C.

3. Associate Agronomist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R. O. C.

4. Manager, Grabio. Greentech Corporation, Taoyuan, Taiwan, R. O. C.

5. Senior Secretary, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, ROC.

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

* Corresponding author.

不同水質對綠茶熱泡及冷泡之茶湯化學成分之影響

戴佳如¹ 劉天麟³ 林秀榮^{1,*} 楊美珠² 陳國任⁴

摘要

為了解沖泡水質和溫度對茶湯中各化學成分含量之變化，本研究利用 7 種水質，包括逆滲透水 (處理 A)、自來水 (處理 B)、市售包裝飲用水 (處理 C、G) 和市售包裝礦泉水 (處理 D、E、F)，對綠茶進行熱泡及冷泡，以了解水質對熱泡及冷泡茶影響之差異性。試驗結果顯示，以 B、D 和 E 水質熱泡之綠茶茶湯，其 EGC、EGCG 和總個別兒茶素含量顯著低於其他處理，但是 GC、C 和 GCG 含量則高於其他處理；以 B、D 和 E 水質冷泡之綠茶茶湯，其 EGC、EC、EGCG、ECG 和總個別兒茶素含量都低於 A、C、F、G。以自來水熱泡之茶湯，隨著分析時間的增加，GC、EGC、C、EGCG 和 GCG 測值逐漸下降，至 20 小時時，分別為初始測值的 82.10 %、76.71 %、87.61 %、75.22 % 和 88.37%，而 EC 和 ECG 則相對穩定，含量分別為 99.50 % 和 98.66 %，顯示以自來水熱泡之茶湯，其茶湯中的兒茶素具有高度不穩定性，推測是受到 pH 和離子的共同影響所造成的。

關鍵字：水質、兒茶素、茶湯

前言

茶是僅次於水被廣泛消費的飲料 (McKay and Blumberg, 2002)，其飲用價值是透過水的溶解而實現的 (郭等, 2002)。茶湯中的茶多酚、咖啡因和胺基酸等成分是構成茶湯特殊風味的基礎 (劉等, 2013)，而茶湯的組成會受到沖泡的水溫 (Khokhar and Magnusdottir, 2002)、沖泡的時間 (Xie *et al.*, 1998)、茶水比例 (Astill *et al.*, 2001) 和水質 (郭等, 2002；江等, 2010；許等, 2011；戴等, 2012) 等因子的影響，水質會影響茶葉萃取機制及在茶湯中發生錯合作用 (Mossion *et al.*, 2008)。

兒茶素是茶葉中最主要的多元酚類成分，約佔多元酚類成分總含量的 75~80 % (甘, 1984)，具有良好抗氧化作用。綠茶中主要兒茶素為 (-)-epigallocatechin gallate (EGCG)、(-)-epicatechin gallate (ECG)、(-)-epigallocatechin (EGC) 和 (-)-epicatechin (EC)，這些表型兒茶素能變成它們的表異構物，也就是非表型兒茶素，如 (-)-gallocatechin gallate (GCG)、(-)-catechin gallate (CG)、(-)-gallocatechin (GC) 和 (±)-catechin (C) (Ananingsih *et al.*, 2013)。臺灣主要茶樹栽培品種個別兒茶素含量多寡依序

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員。臺灣 桃園市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場 副研究員兼製茶技術課課長。臺灣 桃園市。
 3. 行政院農業委員會茶業改良場魚池分場 副研究員兼茶作股股長。臺灣 南投縣。
 4. 行政院農業委員會茶業改良場 場長。臺灣 桃園市。
- * 通訊作者。

為 EGCG、EGC >>> GC、EC > ECG、C，其中酯型兒茶素中之 EGCG 和游離型兒茶素 EGC 含量最多，約占總兒茶素 70%以上 (蔡等，2004)。

兒茶素在水相系統的穩定性取決於溫度和 pH，Wang and Helliwell (2000) 報告指出個別兒茶素在高溫時會發生表異構化作用，pH 會顯著的影響表異構化的速率，在自來水會比純水中更容易發生表異構化作用，自來水中離子的複雜性和 pH 值的差異被認為是影響的主要因子，故用自來水沖泡茶湯，兒茶素容易發生表異構化作用，然後快速地降解。江等 (2010) 試驗研究發現，不同水質對綠茶飲料耐儲藏特性的影響差異明顯，用導電度與硬度高的自來水調配的綠茶飲料在儲藏過程中，茶湯亮度下降，湯色加深紅變，兒茶素總量下降幅度大，品質劣變快，易出現沉澱。

除了水質之外，沖泡溫度與浸泡時間亦會影響茶湯中各化學成分含量之變化。「冷泡茶」係指將茶葉放入冷開水中經過較長時間的浸泡，釋出茶葉中的內含物質，茶湯香氣滋味較為清雅，與沸水沖泡者截然不同 (邱和黃，2003)。目前與水質相關之文獻，主要是以熱水沖泡為主，因此本研究擬探討不同水質對綠茶冷泡茶湯之化學成分之影響，並比較其與熱泡之差異性。

材料與方法

一、試驗材料

(一)茶樣：取自新北市三峽區之綠茶 (碧螺春)，品種為青心柑仔，2013 年春茶。

(二)沖泡用水：逆滲透水 (處理 A)、自來水 (處理 B)、市售包裝飲用水 (處理 C、G) 和市售包裝礦泉水 (處理 D、E、F) 等七種來源。

二、冷泡條件測試

以逆滲透水作為冷泡茶用水，秤取 3 公克和 2 公克茶樣分別置於 150 毫升 (茶水比例 1:50) 和 200 毫升 (茶水比例 1:100) 的 4℃ 冰水中，並放置 4℃ 冰箱冷藏，冷泡時間為 2、4、6、8、10、12、16 小時，將茶湯進行感官品評，找尋最佳冷泡條件。

三、不同水質對綠茶熱泡及冷泡茶湯化學成分之影響

(一) 熱泡：以標準評鑑杯組進行沖泡，將 3 公克茶葉以 150 毫升沸水沖泡 5 分鐘後，將茶湯急速冷卻並過濾後，進行化學成分分析。

(二) 冷泡：將 3 公克茶葉置於 150 毫升 4℃ 冷水中，放置 4℃ 冰箱冷藏 4 小時後過濾，進行化學成分分析。

四、不同水質對綠茶熱泡茶湯中個別兒茶素和咖啡因含量穩定性之探討

(一) 將 3 公克綠茶分別以 150 毫升煮沸之逆滲透水與自來水沖泡 5 分鐘，所得之茶湯急速冷卻，以 0.45μm 之 PVDF (polyvinylidene fluoride) 材質過濾碟過濾，以高效能液相層析法 (high performance liquid chromatography, HPLC) 分析，樣品皆保存在 4℃ 狀態下，每間隔六小時回測 1 次，共分析 3 次，測試茶湯中兒茶素和咖啡因的穩定性。

(二) 將 3 公克綠茶以 150 毫升煮沸之自來水沖泡 5 分鐘，所得之茶湯急速冷卻，以 0.45μm 之 PVDF 過濾碟過濾，以 HPLC 分析，樣品皆保存在 4℃ 狀態下，每間隔 4 小時回測一次，共分析 6 次，測試茶湯中兒茶素的穩定性。

五、分析項目及方法

(一) pH：以 pH-meter 測定之。

(二) 個別兒茶素與咖啡因之測定 (修正自 CNS 15022 N 6384)

將茶湯以 0.45μm 之 PVDF 過濾碟過濾後，以 HPLC 分析，HPLC 之分析條件如下：

Column: Merck CART 250-4 PUROSPHER STAR RP-18(E) 5 μ m

Eluent A: 0.1% formic acid

Eluent B: acetonitrile

Flow rate: 1 mL/min

Detector: Agilent DAD

Wave length: 280 nm

Injection volume: 10 μ L

(三) 總游離胺基酸：以 Ninhydrin 呈色法測定之 (Ikegaya and Masuda, 1986)。

(四) 水質元素分析 (修正自 NIEA W312.51C)

取 22.5 mL 經充分混合且均勻化之酸化水樣，置於具有洩壓裝置之消化瓶中。於排煙櫃中加入 2.5 mL 濃硝酸，將樣品與消化液置入消化瓶後即予加蓋密封，消化程式設定在使每個樣品約 10 分鐘內加熱到達 170 ± 5 $^{\circ}\text{C}$ ，並在該溫度下維持加熱 10 分鐘。樣品消化完成後，取出消化瓶並移至抽氣櫃內，並靜置冷卻，將樣品倒入定量瓶內，以試劑水稀釋至刻度後，以 0.45 μ m 之 PVDF 過濾碟過濾，所得濾液以感應耦合電漿質譜儀 (Inductively coupled plasma-mass spectrometry, ICP-MS) 進行檢測。

五、統計分析

以 CoStat (version 6.4.0.0) 進行統計分析。

結果與討論

一、綠茶熱泡及冷泡之茶湯化學成分

將綠茶以不同茶水比例及不同冷泡時間放置 4 $^{\circ}\text{C}$ 冰箱冷藏進行冷泡，找尋最佳沖泡條件。感官品評結果顯示，茶水比例以 1:50 為佳，1:100 滋味偏淡，冷泡時間以 4 小時為佳，超過 4 小時則茶湯澀味明顯 (資料未列出)，故以茶水比例 1:50，冷泡 4 小時作為冷泡茶試驗條件。

以逆滲透水冷泡及熱泡綠茶茶湯之化學成分分析結果如表一，茶粉萃取是以 70 $^{\circ}\text{C}$ 萃取 20 分鐘；冷泡是以 4 $^{\circ}\text{C}$ 的冷水、茶水比例 1:50，冷泡 4 小時；熱泡為以沸水沖泡 5 分鐘，茶水比例 1:50。茶葉中游離型兒茶素 GC、EGC、C 和 EC 在冷泡 4 小時時分別為熱泡 5 分鐘的 16.67 %、148.15 %、136.17 %、134.13 %，佔茶粉萃取量的 8.05 %、47.45 %、58.18 %、46.24 %；酯型兒茶素 EGCG、GCG 和 ECG 在冷泡 4 小時時分別為熱泡 5 分鐘的 53.39 %、37.74 和 49.38 %，佔茶粉萃取量的 14.77 %、17.39% 和 16.81 %，兒茶素在沖泡過程中的變化可分為兩類，第一類是取決於時間 (如 EGC 和 EC)，另一類則是取決於時間和溫度 (如 EGCG、GCG、ECG) (Labbe *et al.*, 2006)，因冷泡茶浸泡時間較長，所以茶湯中 EGC 和 EC 含量較高，而 EGCG 和 ECG 則需高溫沖泡較易溶出。綠茶冷泡茶 4 小時和熱泡 5 分鐘第一泡茶湯之總個別兒茶素萃取率分別為 30.88 mg/g 和 34.73 mg/g，分別佔茶粉萃取的 27.60 % 和 31.04 %。因此，若要攝取大量的兒茶素，可使用沸水沖泡和增加浸泡時間，綠茶沖泡時間和溫度會影響兒茶素的攝取量 (Zimmermann and Gleichenhagen, 2011)。

冷泡 4 小時之總游離胺基酸含量為熱水沖泡 5 分鐘的 180.5 %，佔茶粉萃取量的 80.75 %，此與牟 (2005) 之試驗趨勢相同，冷泡 2 小時時即能達到等量或高於熱泡 5 分鐘者，顯示胺基酸溶出率較不受水溫影響，與浸泡時間有關。冷泡 4 小時之咖啡因含量為熱水沖泡 5 分鐘的 32.09 %，佔茶粉萃取量的 25.87 %，因為咖啡因易溶於熱水，故在冷泡茶中溶出率較低。

冷泡茶與熱泡茶之茶湯香氣滋味不同，與其所溶出之化學成分多寡有關。兒茶素帶苦澀味，游

離型兒茶素比酯型兒茶素具有較高的苦澀味閾值，即游離型兒茶素較不苦澀 (蔡等, 1990)，因此，冷泡茶中含有較低的酯型兒茶素、咖啡因及較高的總游離胺基酸含量，應是造成冷泡茶滋味較熱泡茶甘甜的原因。

二、不同水質對綠茶熱泡和冷泡茶湯之化學成分之影響

本試驗水樣取自逆滲透水 (處理 A)、自來水 (處理 B)、市售包裝飲用水 (處理 C、G) 和市售包裝礦泉水 (處理 D、E、F) 等七種來源，表二為七種水質的基本性質分析。不同水質對綠茶茶湯之 pH 值變化如表三所示，不管是熱泡或冷泡，在 A、C、F、G 處理之 pH 值皆較其他處理低，且達顯著性差異水準，顯示茶湯的 pH 值會受到沖泡用水緩衝能力的影響，此與 Mossion *et al.* (2008) 之試驗結果相同，A、C、F、G 處理之熱泡茶茶湯 pH 值相較於冷泡茶，至少低 0.1 個單位，此與 牟 (2005) 之試驗趨勢相同，可能是熱水沖泡時易將茶葉中所含酸性物質溶解出來，A、C、F、G 之水質硬度較低，所以茶湯 pH 值變化較明顯，而 B、D、E 之水質硬度較高，對茶湯 pH 值變化具有較好的緩衝能力，故 B、D、E 處理無相同趨勢。在個別兒茶素部分，熱泡茶在不同水質處理間，B、D 和 E 處理之 EGC、EGCG 和總個別兒茶素含量顯著低於其他處理，而 GC、C 和 GCG 含量則高於其他處理，EC、ECG 和 CG 在處理間則沒有顯著性差異 (表四)；冷泡茶則是以 B、D 和 E 處理的 EGC、EC、EGCG、ECG 和總個別兒茶素含量都低於 A、C、F、G，且達顯著性差異水準 (表五)；顯示較高 pH 及離子濃度的水質，不管是冷泡或是熱泡都會影響茶湯中兒茶素的含量，而 B、D 和 E 處理之冷泡茶茶湯之 EC 和 ECG 亦較其他處理低，與熱泡茶趨勢不同，原因為何，有待進一步探討。

咖啡因和總游離胺基酸之分析結果如表六，咖啡因在不同水質熱泡處理間沒有顯著性差異，但在冷泡茶則以 B 和 E 顯著低於其他處理；在總游離胺基酸部分，不管是熱泡或冷泡茶湯中的含量，在不同水質處理間並沒有顯著性的差異，顯示總游離胺基酸之溶出並不會受到水質之影響。熱泡茶茶湯之咖啡因和胺基酸含量在不同水質間沒有顯著性的差異，此與劉等 (2013) 之研究結果相同，該報告指出水樣對茶多酚、部分兒茶素的浸出達顯著性的影響，而對胺基酸和咖啡因的影響不顯著，而本試驗中咖啡因在冷泡自來水處理間有差異，其原因為何，亦有待進一步探討。

三、不同水質對綠茶熱泡茶湯中個別兒茶素和咖啡因含量穩定性之探討

將逆滲透水與自來水沖泡之綠茶茶湯進行穩定性測試，樣品皆保存在 4℃ 狀態下，每間隔六小時回測一次，共分析三次，結果如表七所示，以逆滲透水沖泡之茶湯，GC、EGC、EC、EGCG、GCG、ECG 的第三次測定值分別為第一次測定值的 96.3%、98.1%、101.1%、100.3%、100.2% 和 101.6%；而以自來水沖泡之茶湯，GC 含量逐漸增加，第三次測定值為第一次測定值的 106.4%，EGC 呈現逐漸下降的趨勢，第三次測定值為第一次測定值的 81.9%，EC 第三次測定值為第一次測定值的 96.7%，EGCG 和 GCG 亦呈現逐漸下降的趨勢，第三次測定值分別為第一次測定值的 80.3% 和 90.6%，ECG 第三次測定值為第一次測定值的 98.9%，顯示自來水沖泡之茶湯，其溶液中 EGC 和 EGCG 即使保存在 4℃ 狀態下，含量仍逐漸減少，而 GC 含量增加應是 EGC 發生表異構化作用所造成的；咖啡因在兩種茶湯中之穩定性佳，此與前述試驗結果趨勢相同。

為了進一步了解兒茶素在以煮沸之自來水沖泡的綠茶茶湯中的變化情形，將沖泡好之茶湯立即以 HPLC 分析，每 4 小時回測一次，連續分析 20 小時，其變化趨勢如表八所示，GC、EGC、C、EC、EGCG、GCG、ECG，到 12 小時時，分別為初始測值的 79.42%、88.46%、91.51%、98.34%、85.56%、99.79% 和 101.0%，至 20 小時時，則分別為初始測值的 82.10%、76.71%、87.61%、99.50%、75.22%、88.37% 和 98.66%；GC、EGC、C、EGCG、GCG 隨著時間的增加，測值逐漸下降，而 EC 和 ECG 穩定性較佳，至 20 小時時仍有 99.50% 和 98.66%，此與 Zhu *et al.* (1997) 之試驗結果相同，綠茶兒茶素在 pH>6.5 的溶液中是不穩定的，EGCG 和 EGC 會優先被破壞，而 EC 和 ECG

則是相對比較穩定，Chen *et al.* (2001) 之研究報告亦顯示兒茶素在綠茶飲料中的穩定性為 $EC = ECG > EGCG = EGC$ 。EGC 和 EGCG 測值逐漸下降，但其表異構物 GC 和 GCG 卻不增反減，可能是除了表異構化作用之外，還伴隨著其他反應的發生，如氧化作用或降解作用。Wang and Helliwell (2000) 亦針對不同水質進行試驗，其試驗結果顯示，相較於純水，以煮沸的自來水沖泡時，非表型兒茶素 (-)GC、(-)C、(-)GCG 和 (-)CG 含量會增加，而 (-)EGCG、(-)EGC、(-)EC 和 (-)ECG 會減少，此與本試驗結果不盡相同，推測可能是兩者沖泡之自來水水質不同所造成的。

結 論

根據本試驗之結果，用不同水質沖泡綠茶，不管是熱泡或是冷泡，在高 pH 及離子濃度的水質都會造成總個別兒茶素含量的下降，主要是 EGC 和 EGCG 含量降低所造成，而熱泡則伴隨著表異構化作用，導致 GC、C 和 GCG 含量高於其他處理，冷泡茶因為都維持在 4 °C 的狀態，所以沒有表異構化作用發生。以自來水熱泡之茶湯，即使分析過程都維持在 4 °C 的狀態下，兒茶素含量仍隨著時間的增加而逐漸下降，其樣品分析時間的不同會導致測定數值上的差異，這可能是受到 pH 和離子的共同影響所造成的，其作用機制則有待更進一步的試驗。

參考文獻

1. 甘子能. 1984. 茶葉化學入門. 臺灣省茶業改良場林口分場。
2. 江春柳、孫雲、岳鵬翔、張南飛. 2010. 不同水質對綠茶飲料儲藏特性的影響. 茶葉科學 30(增刊 1): 561-566。
3. 牟玉如. 2005. 冷泡茶之物化成分與感官品質的探討. 國立中興大學食品科學系碩士論文。
4. 行政院環境保護署. 2014. 水中金屬元素萃取消化法—微波輔助酸消化法. 中華民國 103 年 2 月 26 日環署檢字第 1030016233 號公告。
5. 邱瑞騰、黃正宗. 2003. 冷泡茶簡介. 茶情雙月刊 10: 4。
6. 許勇泉、陳根生、鍾小玉、汪芳、楊宇宙、袁海波、尹軍峰. 2011. 鈣離子對綠茶浸提茶湯理化和感官品質之影響. 茶葉科學 31(3): 230-236。
7. 郭桂義、袁丁、羅娜、王廣銘、王榮獻. 2002. 水質對信陽毛尖茶沖泡品質的影響研究初報. 信陽農業高等專科學校學報 12(1): 40-42。
8. 經濟部標準檢驗局. 2012. 食品檢驗法-兒茶素之測定. CNS 15022 N6384。
9. 劉平、尹軍峰、許勇泉、汪芳、劉盼盼. 2013. 典型市售水對烘青綠茶茶湯主要理化成分及品質之影響. 食品科學 34(23): 36-40。
10. 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。
11. 蔡永生、劉士綸、王雪芳、區少梅. 2004. 臺灣主要栽培茶樹品種兒茶素含量與抗氧化活性之比較. 臺灣茶業研究彙報 23: 115-131。
12. 戴佳如、劉天麟、陳國任、林金池. 2012. 水質及水溫對茶湯品質及化學成分之影響. 臺灣茶業研究彙報 31: 99-114。
13. Ananingsih, V. K., Sharma, A. and Zhou, W. 2013. Green tea catechins during food processing and

- storage: A review on stability and detection. Food Res. Int. 50: 469-479.
14. Astill, C., Birch, M. R., Dacombe, C., Humphrey, P. G. and Martin, P. T. 2001. Factors affecting the caffeine and polyphenol contents of black and green tea infusions. J. Agric. Food Chem. 49(11): 5340-5347.
 15. Chen, Z. Y., Zhu, Q. Y., Tsang, D. and Huang, Y. 2001. Degradation of green tea catechins in tea drinks. J. Agric. Food Chem. 49: 477-482.
 16. Ikegaya, K. and Masuda, M. 1986. A new simple determination method of total amino acid in tea. 茶研報 63: 35-36.
 17. Khokhar, S. and Magnusdottir, S. G. M. 2002. Total phenol, catechin, and caffeine contents of teas commonly consumed in the United Kingdom. J. Agric. Food Chem. 50(3): 565-570.
 18. Labbe, D., Tremblay, A. and Bazinet, L. 2006. Effect of brewing temperature and duration on green tea catechin solubilization: basis for production of EGC and EGCG-enriched fractions. Sep. Purif. Technol. 49: 1-9.
 19. McKay, D. L. and Babbel, M. B. 2002. The role of tea in human health: An update. J Am Coll Nutr, 21(1): 1-13.
 20. Mossion A., Potin-Gautier, M., Delerue, S., Le Hécho, I. and Behra, P. 2008. Effect of waste composition on aluminium, calcium and organic carbon extraction in tea infusions. Food Chem. 106(4):1467-1475.
 21. Wang, H. and Helliwell, K. 2000. Epimerization of catechins in green tea infusions. Food Chem. 70: 337-344.
 22. Xie, M., Von Bohlen, A., Klockenkaemper, R., Jian, X. and Guenther, K. 1998. Multielement analysis of Chinese tea (*Camellia sinensis*) by total-reflection X-ray fluorescence. Z. Lebensm.-Unters. Forsch. 207(1): 31-38.
 23. Zhu, Q. Y., Zhang, A., Tsang, D., Huang, Y. and Chen, Z. Y. 1997. Stability of green tea catechins. J. Agric. Food Chem. 45: 4624-4628.
 24. Zimmermann, B. F. and Gleichenhagen, M. 2011. The effect of ascorbic acid, citric acid and low pH on the extraction of green tea: How to get most out of it. Food Chem. 124: 1543-1548.

Effect of Different Waters on Chemical Compositions of Green Tea Liquor Brewed by Hot and Cold Water

Jia-Ru Dai¹ Tien-Lin Liu³ Shiou-Ruei Lin^{1,*} Meei-Ju Yang²
Kuo-Renn Chen⁴

Summary

In order to understand the effect of different waters and temperature on tea liquor compositions, seven kinds of water included reverse osmosis water (A), tap water (B), commercial packaged drinking water (C, G) and commercial packaged mineral water (D, E, F) were used to brew green tea by hot and cold water. The result showed that green tea liquors brewed by hot water with B, D, E treatments showed lower content of EGC, EGCG and total individual catechins than other treatments, while the content of GC, C and GCG were higher than others. Green tea liquors brewed by cold water with B, D, E treatment showed lower EGC, EC, EGCG, EGC and total individual catechins than A, C, F, G. When green tea brewed by hot tap water, the measurements of GC, EGC, C, EGCG and GCG in tea liquor were decreased with increasing time. After 20 hours, GC, EGC, C, EGCG and GCG decreased to 82.10 %、76.71 %、87.61 %、75.22 % and 88.37% while EC and ECG were relatively stable. The data showed that catechins were highly unstable in the liquor brewed by hot tap water. The main reason might be the combined effect of pH and ions in tap water.

Key words: Water quality, Catechins, Tea liquor

-
1. Assistant Researcher, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan. R.O.C.
 2. Chief of Tea Processing Section, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan. R.O.C.
 3. Associate Agronomist, Yuchih Branch, Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan. R.O.C.
 4. Director of Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan. R.O.C
- * Corresponding author

表一、綠茶熱泡及冷泡之茶湯化學成分含量

Table 1 Contents of chemical compositions in green tea liquor brewed by hot and cold water³

Chemical compositions	Extracted with tea powder	Cold water	Hot water
GC	4.10	0.33	1.98
EGC	34.56	16.40	11.07
C	1.10	0.64	0.47
EC	8.50	3.93	2.93
EGCG	55.45	8.19	15.34
GCG	1.15	0.20	0.53
ECG	7.08	1.19	2.41
Caffeine	27.72	7.17	22.34
FAA ²	39.71	32.08	17.77
TC ¹	111.9	30.88	34.73

¹TC = GC + EGC + C + EC + EGCG + GCG + ECG²FAA, free amino acid.³Results are shown as mean of triplicate analysis, expressed in mg/g.

表二、水質之基本性質分析

Table 2 Quality parameters of different waters

Water type	pH	EC (μS/cm)	Hardness (mg/L)	Ca (mg/L)	Mg (mg/L)	K (mg/L)	Na (mg/L)	Fe (mg/L)
A	6.17	1.60	1.16	0.35	0.07	0.68	0.43	0.089
B	7.98	219	92.4	24.54	7.56	1.32	5.17	0.104
C	6.40	14.1	4.46	1.28	0.31	0.57	1.06	0.083
D	7.54	138	49.8	12.81	4.31	0.97	8.83	0.079
E	7.58	256	105.7	23.97	11.13	1.55	6.94	0.070
F	7.14	28.6	10.6	2.89	0.82	0.47	1.93	0.069
G	7.27	44.6	10.7	1.57	1.65	2.12	2.45	0.070

A, reverse osmosis water; B, tap water; C & G, commercial packaged drinking water;

D, E & F, commercial packaged mineral water.

表三、不同水質對綠茶冷泡及熱泡茶湯之 pH 變化

Table 3 The pH value of green tea liquors brewed by hot and cold water with different waters

Water type ¹	Cold water ²	Hot water ²
A	6.39 ^c	6.24 ^e
B	6.94 ^a	6.96 ^a
C	6.31 ^d	6.22 ^e
D	6.73 ^b	6.72 ^c
E	6.77 ^b	6.81 ^b
F	6.42 ^c	6.32 ^d
G	6.34 ^d	6.21 ^e

¹A, reverse osmosis water; B, tap water; C & G, commercial packaged drinking water; D, E & F, commercial packaged mineral water.

²Results are shown as mean of triplicate analysis. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

表四、不同水質熱泡對綠茶茶湯個別兒茶素含量之影響

Table 4 Effect of different waters on the content of individual catechins in green tea liquors brewed by hot water³

Water type ¹	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	TC ²
A	39.7 ^c	221.3 ^a	9.41 ^d	58.6 ^b	306.7 ^a	10.5 ^d	48.1 ^{ab}	694.4 ^a
B	47.3 ^b	91.38 ^d	16.3 ^a	58.6 ^b	81.37 ^c	20.1 ^a	42.2 ^b	357.3 ^c
C	38.3 ^c	215.9 ^a	9.80 ^d	57.6 ^b	307.8 ^a	10.6 ^d	47.2 ^{ab}	687.2 ^a
D	75.0 ^a	183.2 ^b	14.4 ^b	66.9 ^a	198.5 ^b	18.3 ^b	48.8 ^{ab}	605.1 ^b
E	71.5 ^a	158.3 ^c	14.2 ^b	66.5 ^a	165.6 ^b	18.1 ^b	42.7 ^b	536.9 ^b
F	41.7 ^c	215.7 ^a	11.1 ^c	62.4 ^{ab}	315.4 ^a	13.4 ^c	50.4 ^{ab}	710.0 ^a
G	38.0 ^c	229.8 ^a	11.1 ^c	61.8 ^{ab}	339.3 ^a	11.3 ^d	52.8 ^a	744.1 ^a

¹A, reverse osmosis water; B, tap water; C & G, commercial packaged drinking water; D, E & F, commercial packaged mineral water.

²TC = GC + EGC + C + EC + EGCG + GCG + ECG

³Results are shown as mean of triplicate analysis, expressed in mg/L. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test. The content of CG in tea liquor was trace, so its data does not show.

表五、不同水質冷泡對綠茶茶湯個別兒茶素含量之影響

Table 5 Effect of different waters on the content of individual catechins in green tea liquors brewed by cold water³

Water type ¹	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	TC ²
A	6.5	328.0 ^a	12.9 ^a	78.6 ^a	163.9 ^a	4.00 ^{ab}	23.9 ^a	617.8 ^a
B	ND	109.3 ^c	13.5 ^a	61.3 ^c	56.0 ^c	4.46 ^a	19.8 ^c	264.4 ^c
C	6.2	315.3 ^a	13.3 ^a	78.1 ^a	165.3 ^a	3.48 ^{bc}	24.6 ^a	606.1 ^a
D	ND	197.6 ^b	12.4 ^a	67.4 ^b	92.0 ^b	3.84 ^{bc}	20.7 ^{bc}	394.0 ^b
E	ND	215.7 ^b	13.5 ^a	70.0 ^b	95.7 ^b	3.74 ^{bc}	19.0 ^c	417.7 ^b
F	7.1	340.4 ^a	13.5 ^a	82.5 ^a	170.9 ^a	3.62 ^{bc}	25.2 ^a	643.3 ^a
G	7.2	317.5 ^a	12.9 ^a	76.9 ^a	156.0 ^a	3.33 ^c	22.9 ^{ab}	596.8 ^a

¹A, reverse osmosis water; B, tap water; C & G, commercial packaged drinking water; D, E & F, commercial packaged mineral water.

²TC = GC + EGC + C + EC + EGCG + GCG + ECG

³Results are shown as mean of triplicate analysis, expressed in mg/L. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

The content of CG in tea liquor was trace, so its data does not show.

表六、不同水質對綠茶熱泡及冷泡之茶湯咖啡因和總游離胺基酸含量之影響

Table 6 Effect of different waters on the content of caffeine and total free amino acid in green tea liquors brewed by hot and cold water

Water type ¹	Caffeine ²		Free amino acid ²	
	Hot water	Cold water	Hot water	Cold water
A	446.8 ^a	143.4 ^{ab}	355.4 ^a	641.7 ^{ab}
B	456.5 ^a	120.9 ^c	372.5 ^a	606.9 ^b
C	441.5 ^a	149.2 ^a	367.9 ^a	635.9 ^{ab}
D	496.7 ^a	129.7 ^{bc}	380.0 ^a	657.6 ^a
E	472.3 ^a	118.0 ^c	387.5 ^a	623.6 ^{ab}
F	451.4 ^a	147.9 ^a	385.1 ^a	659.8 ^a
G	476.7 ^a	137.7 ^{ab}	394.7 ^a	662.0 ^a

表七、不同水質對綠茶熱泡茶湯中個別兒茶素和咖啡因穩定性之影響

Table 7 Effect of different waters on the stability of individual catechins and caffeine in green tea liquors brewed by hot water³

Water type ¹	GC	EGC	Caffeine	EC	EGCG	GCG	ECG
First determination							
R-1	27.2	221.0	381.2	56.4	344.4	5.21	55.1
T-1	46.9	124.8	361.5	42.7	193.3	10.8	45.5
Second determination							
R-2	27.9 (102.6) ²	214.5 (97.1)	382.6 (100.4)	56.5 (100.2)	345.2 (100.2)	5.32 (102.1)	55.8 (101.3)
T-2	49.7 (106.0)	115.5 (92.6)	361.0 (99.9)	41.7 (97.7)	174.8 (90.4)	10.2 (94.4)	45.8 (100.7)
Third determination							
R-3	26.2 (96.3)	216.8 (98.1)	383.0 (100.5)	57.0 (101.1)	345.3 (100.3)	5.22 (100.2)	56.0 (101.6)
T-3	49.9 (106.4)	102.2 (81.9)	361.7 (100.1)	41.3 (96.7)	155.3 (80.3)	9.78 (90.6)	45.0 (98.9)

¹R, reverse osmosis water; T, tap water.²The value in bracket was the percentage with First determination.³Results are shown as mean of triplicate analysis, expressed in mg/L.

表八、自來水對綠茶熱泡茶湯中個別兒茶素含量穩定性之變化

Table 8 The stability change of individual catechins in green tea liquor brewed by hot tap water¹

Hour	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG
0	29.21	172.41	10.01	50.05	298.26	14.53	40.92
4	30.96	169.03	9.85	49.84	290.50	14.49	41.04
8	24.32	162.81	9.56	49.60	275.58	14.44	41.30
12	23.20	152.52	9.16	49.22	255.19	14.50	41.34
16	23.76	142.60	8.91	49.25	239.78	13.11	40.91
20	23.98	132.25	8.77	49.80	224.34	12.84	40.37

¹Results are shown as mean of duplicate analysis, expressed in mg/L.

(續表八) (continued)

28. 嫩葉第一節間長	中 (1-1.5 公分)	中 (1-1.5 公分)
29. 嫩葉第二節間長	長 (≥ 2.5 公分)	中 (2.5-2 公分)
30. 第一嫩葉茸毛分布	(4/4)	(4/4)
31. 第一嫩葉茸毛密度	長密 (LD)	短密 (sD)
32. 萌芽期	早	中
33. 色澤	黃中帶綠	綠中帶紫
34. 茶芽密度 (芽數)	大 (≥ 50)	大 (≥ 50)
35. 茶芽 (一心三葉)百芽重	重 (≥ 80 公克)	重 (≥ 80 公克)
四、茶樹病蟲害調查		
36. 抗病能力 (茶枝枯病)	無 (全株無枝枯病發生)	無 (全株無枝枯病發生)
37. 抗蟲能力 (茶小綠葉蟬、茶姬捲葉蛾)	輕 (全株 < 10 受蟲害)	輕 (全株 < 10 受蟲害)
五、開花狀況		
38. 茶樹開花數 (枝條腋芽花蕾數)	中 (2 朵 50% -80%)	中 (2 朵 50% -80%)
六、收量		
39. 茶樹生葉收量 (手採) (公斤/公頃/年)	中 (2,000-4,000 公斤)	中 (2,000-4,000 公斤)
七、茶菁生化成分含量 (%DW)		
40. 總兒茶素類	中 (10~15)	少 (< 10 以下)
41. 咖啡因	中 (2~3)	少 (< 2 以下)
42. 總游離胺基酸	少 (< 1.5 以下)	少 (< 1.5 以下)
43. 茶胺酸	少 (< 0.5 以下)	少 (< 0.5 以下)
44. 總多元酚類	少 (< 15 以下)	少 (< 15 以下)
八、製茶部分		
45. 適製性	包種茶	包種茶
46. 香氣屬性	花香	奶香

表九、旱害及遮蔭對茶樹葉片反轉度、內折度及綠色值之影響

Table 9 Effect of drought injury and shading on the leaf downward-rolling degree, inward-folding degree and greenness

品種 Cultivar	遮蔭 Shading	反轉度 Downward-rolling degree			內折度 Inward-folding degree			綠色值 SPAD Greenness		
		一 1st	二 2nd	三 3rd	一 1st	二 2nd	三 3rd	一 1st	二 2nd	三 3rd
青心烏龍	70	5.8a	17.3c	4.6bc	12.3e	6.5cde	15.9ef	49.6ab	64.6abcd	70.2abc
Chin-Shin	50	2.1bcd	22.0bc	5.2bc	22.0de	4.2de	25.3bcde	49.6ab	62.8bcd	71.5ab
Oolong	CK	5.5a	39.0a	6.7ab	39.2abc	7.6bcd	34.5ab	41.4b	58.5de	62.7d
大葉烏龍	70	1.3d	25.0bc	6.6abc	17.7de	11.1b	18.7def	51.2a	69.1ab	74.1a
Dah-Yah	50	2.2bcd	27.9abc	4.9bc	30.0bcd	9.7bc	20.2cdef	51.2a	70.5a	76.7a
Oolong	CK	3.6abcd	39.7a	10.1a	39.0abc	16.3a	29.5bc	52.1a	66.5abc	74.6a
臺茶 12 號	70	5.0ab	29.2abc	3.0c	13.5e	4.0de	12.5f	41.6b	58.3de	64.3cd
TTES No.12	50	2.8abcd	31.7ab	3.8bc	20.3de	6.9cde	13.7f	46.1ab	61.4cd	67.3bcd
	CK	1.5cd	40.1a	4.0bc	41.1ab	4.3de	24.3bcde	44.1ab	53.1e	61.7d
永康山茶	70	3.1abcd	18.4c	3.1bc	27.7cd	3.4e	26.4bcd	23.7c	33.1fg	42.9ef
Yung-Kang	50	2.7abcd	28.6abc	3.9bc	28.6bcd	3.4e	26.1bcde	25.9c	39.1f	47.2e
Wild tea	CK	4.7abc	33.3ab	4.0bc	45.2a	6.7cde	44.2a	22.4c	29.5g	36.3f

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5%顯著

Values within column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$ by LSD

改良茶葉乾燥機熱效率之研究

張振厚¹ 黃惟揚² 林義豪² 劉銘純³ 巫嘉昌⁴

摘 要

傳統茶葉乾燥機因熱能損失之問題而造成能源消耗的浪費，本研究利用傳統型連續式茶葉乾燥機進行熱交換器改良及回收部分熱風之方法，進行升溫性能試驗及能源消耗評估。依據試驗結果，茶葉乾燥機熱交換器改良後，平均燃燒廢氣溫度降低約 35.2℃，燃油減少約 7.8%，加裝熱風回收管使部分熱風回收再利用，則平均進氣溫度可提升約 10℃，燃油消耗量減少約 17.9%，顯示改良型乾燥機之熱效率提升及熱能損失降低，因而減少燃油消耗量，達到節能減碳之目的。

關鍵字：茶葉、乾燥機、熱效率

前 言

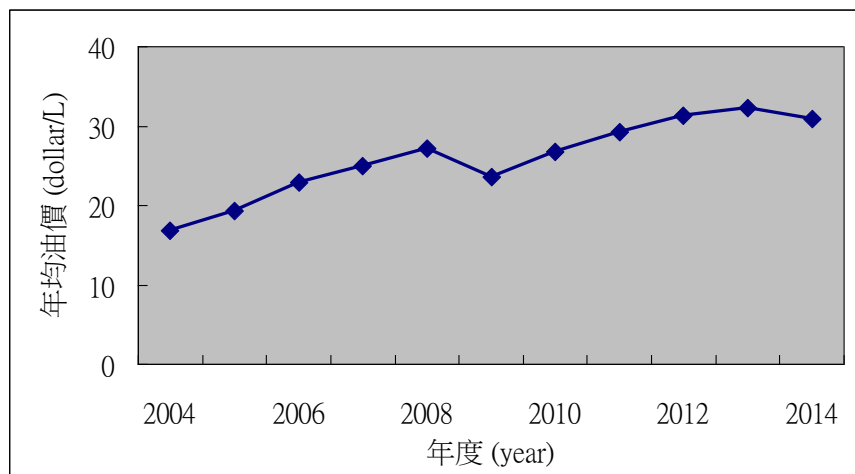
茶葉為穩定品質防止劣變及易於包裝儲藏，乾燥為必要且重要之製程，國內目前茶葉乾燥方式以熱風乾燥為多數，不論以電、瓦斯或油料燃燒為熱源，於製茶過程大多採用多次的乾燥程序，經過乾燥完成之粗製茶含水量以降至 3%~5%為宜 (徐、甘，1984；徐，1993)，乾燥的平均成本約佔固定成本的 37.97%，佔總成本的 10.16% (彭、李，1995)，所以茶葉乾燥需耗費相當多的能源及成本。

臺灣地區製茶業者現行茶葉乾燥機具主要有甲種乾燥機及乙種乾燥機二種，其他尚有適用於少量生產之機具，如真空乾燥機、箱型乾燥機及低濕乾燥機等，其中甲種乾燥機，又稱為連續式乾燥機，為目前使用最普遍之茶葉乾燥機具，屬單機半自動作

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場 副研究員。臺灣 桃園市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員。臺灣 桃園市。
 3. 行政院農業委員會茶業改良場 技佐。臺灣 桃園市。
 4. 行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼課長。臺灣 桃園市。

業，可連續入出料，作業量大，適合製茶廠或中、大型農戶茶葉大量生產使用，惟體積較大佔空間且採半開放式乾操作業，存在熱能損失之問題。另一款乙種乾燥機，為早期之小型茶葉乾燥設備，屬單機半開放式乾操作業，採批次入出料，較費時費工且作業量小，適合小量茶葉生產。

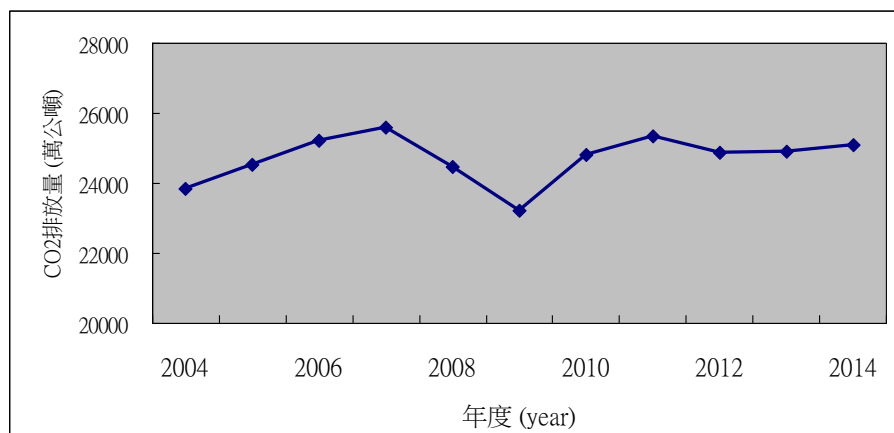
近年來能源價格高漲，以柴油價格而言，2004 年每公升年平均價為 16.85 元，2014 年已調漲為 30.84 元，十年之間漲幅高達 1.84 倍（圖一），間接增加製茶的成本與農民的負擔。此外溫室效應之環保問題日益嚴重，2014 年全國總排碳量為 23,851 萬公噸，較 2004 年增加 1,253 萬公噸（圖二），茶葉加工製造過程亦同時產生二氧化碳的排放，因此追求節能生產技術及提高能源利用效率之需求愈加迫切。以燃油式的連續式茶葉乾燥機之能源效益而言，其燃油耗費的成本及二氧化碳排放量均佔 97% 以上，用電所佔的比例相對微小（圖三），所以欲達到節能減碳之目的，應以減少燃油消耗量為主要目標（張，2012）。本研究利用傳統型連續式茶葉乾燥機進行改良，著重於提升熱效率及回收部分殘餘熱能，減少熱能損失以節省燃油，並進行乾燥機性能試驗及能源消耗比較評估，研究成果提供茶產業界參考，期能減少能源損耗及降低臺茶產製成本，以達到節能減碳之目的。



（資料來源：經濟部能源局，2014）

圖一、柴油年平均價格趨勢圖

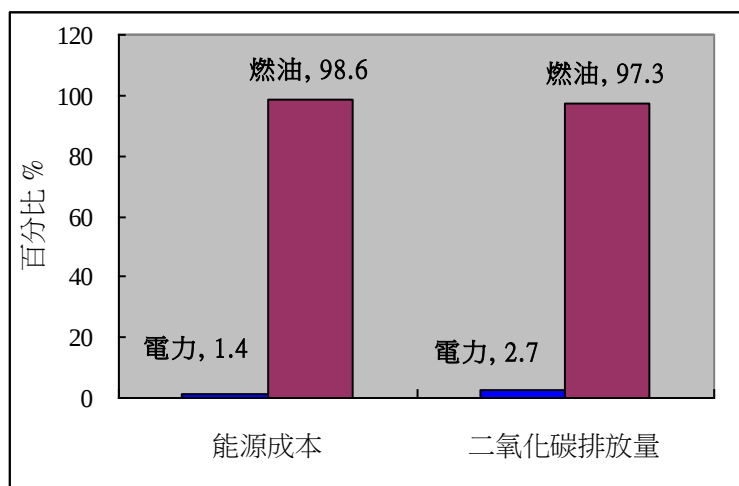
Fig. 1. The average prices of diesel fuel per year in Taiwan



(資料來源：經濟部能源局，2014)

圖二、臺灣二氧化碳年總排放量趨勢圖

Fig. 2. The total emission of carbon dioxide per year in Taiwan



圖三、連續式茶葉乾燥機能源成本與碳排放量百分比

Fig. 3. The percentage of energy cost and carbon emission for continuous type tea dryer

材料與方法

一、供試材料：

1. 傳統型連續式茶葉乾燥機 (處理前, 圖四), 規格為茶葉輸送板片寬度 120 公分, 共 180 片, 3 相 220V 電源, 以燃燒柴油為熱源, 輸送帶速度、風量、溫度、撥茶器轉速等可設定調整。
2. 熱電偶溫度感測器 (K Type) 3 支。
3. 改良型熱交換器 (圖五) 1 組。
4. 熱風回收管 (口徑 18 x 36 cm) 2 組。
5. 數位臺秤 (精度: $\pm 0.005\text{kg}$) 1 臺。
6. 溫溼度計、風速計、計時碼錶等量測用儀器。
7. 市售超級柴油。



圖四、傳統型連續式茶葉乾燥機

Fig. 4. A traditional continuous type tea dryer



圖五、改良型熱交換器

Fig. 5. An improved heat exchanger

二、試驗方法及步驟：

1. 量測連續式茶葉乾燥機之風量、溫度等數值與操作參數之對應關係並進行調校，建立操作設定值之相關資料，安裝溫度感測器於進氣口、熱風口及燃燒廢氣排放口，量測記錄溫度。
2. 依操作參數與設定值之對應關係，設定乾燥機操作值：熱風溫度 100℃、風量約 65 m³/min (Cubic Meter Per Minute, CMM)。
3. 數位臺秤置於乾燥機旁便於觀測之位置，將柴油桶置於臺秤上以量測耗油量，試驗前將臺秤歸零，採用減重計量模式。
4. 乾燥機性能試驗：本研究主要比較乾燥機改良前後之能源消耗差異，為求試驗比較基準一致，避免因茶葉不同含水率及室溫差異等因素的影響，以乾燥機在無負載狀態（未置入茶葉）下測試，且每次試驗選擇晴天室溫 28.5 ± 0.5℃進行。量測記錄室溫，啟動送風機及柴油燃燒機，乾燥機將熱風溫度自室溫加熱升溫至設定溫度 100℃（乾燥艙熱風入口處之溫度），並控制溫度於設定溫度，自啟動柴油燃燒機開始，每 0.5 分鐘量測記錄耗油量、熱風溫度、進氣溫度、燃燒廢氣溫度與時間，測試時間至少 20 分鐘以上，試驗 3 重複取平均值，每次試驗重複步驟 3~4。
5. 連續式茶葉乾燥機更換改良型熱交換器（處理 A），重複步驟 3~4。
6. 乾燥機更換改良型熱交換器及加裝熱風回收管（處理 B，圖六），重複步驟 3~4。
7. 依據耗油量、熱風溫度、進氣溫度、燃燒廢氣溫度與時間關係，比較分析乾燥機改良前後之熱效率及性能差異，評估其減碳效果與成本效益。

結果與討論

1. 由乾燥機熱風溫度圖（圖七）顯示，熱風未達設定溫度前為升溫段，此階段柴油燃燒機處於持續運轉狀態，故燃油消耗量最大（圖八），熱風溫度由室溫持續升溫，乾燥機處理前之熱交換器無加裝鰭片，燃燒熱能直接傳遞於熱風，故單位時間熱風升溫較快，但達到目標溫度之時間則與處理 A 及處理 B 相近，乾燥機處理 A 及處理 B 之熱交換器均附加鰭片，部分燃燒熱能為鰭片吸收再傳遞於熱風，故單位時間熱風升溫較慢，但熱傳速率較均勻，其中處理 B 加裝熱風回收管使部分熱風回收再利用，升溫及達到目標溫度之時間較處理 A 快。當熱風溫度達到目標溫度之後轉為控溫階段，此階段為保持熱風於設定溫度，柴油燃燒機處於間歇運轉狀態，當熱風溫度低於設定溫度，則須開啟柴油燃燒機加溫，熱風溫度高於設定溫度則關閉，因此燃油消耗量趨緩，且處理 B

及處理 A 的燃油消耗量均少於處理前，顯示乾燥機經過改良後，熱效率提升，燃油消耗量減少。

2. 乾燥機進氣溫度為送風機前之空氣溫度，由進氣溫度圖 (圖九) 顯示，柴油燃燒機啟動後，乾燥機周邊的空氣亦處於加溫的狀態，且乾燥機之熱風排出口與進氣口為同一側，故進氣溫度有逐漸上升的趨勢，其中處理 B 的溫度明顯高於處理前及處理 A，所以乾燥機加裝熱風回收管，回收部份熱風，有助於提升進氣溫度，提高熱效率。
3. 燃燒廢氣溫度為柴油燃燒後，廢氣排放口的溫度，由燃燒廢氣溫度 (圖十) 顯示，處理 B 及處理 A 的溫度明顯低於處理前，表示熱交換器附加鰭片後，因熱傳面積增加，減少燃燒熱能損失，故燃燒廢氣溫度降低，控溫階段的廢氣溫度呈上下變動，振幅大於處理前，但頻率較少，表示因熱效率提高，柴油燃燒機開啟的頻率減少，間隔運轉的時間增加，減少燃油的消耗，且處理 B 溫度較早進入控溫階段，顯示熱風回收有助於熱風溫度較快達到目標溫度，因此柴油燃燒機停止加溫，故燃燒廢氣溫度降低。
4. 效益評估：由燃油消耗量 (圖八)，顯示乾燥機處理前與處理 A 及處理 B 於升溫段差異不大，此階段燃油消耗量最大，柴油燃燒機處於持續運轉加溫狀態，故難以評估其處理效益差異，因此以控溫階段之平均燃油消耗量、平均進氣溫度、平均燃燒廢氣溫度為指標進行評估，試驗結果如表一所示。處理 A 之平均進氣溫度與處理前相近，而處理 B 則提升約 10°C，平均燃燒廢氣溫度降低約 35.2°C，燃油減少率各約 7.8% 及 17.9%，顯示乾燥機無論改良熱交換器或加裝熱風回收管，均可達到節省燃油的目的。
5. 燃油成本與減碳量評估：依據經濟部能源局 (2014) 統計之燃油年均價及二氧化碳排放量參數 (詳如下列二式) 計算年減燃油成本及年減碳量，並以乾燥機年運轉時數 200 小時及 300 小時估算，結果如表二。依估算數據所示，乾燥機之年運轉時數越多，意即使用率越高，則節能減碳的效果越明顯，乾燥機改良的效益越高。

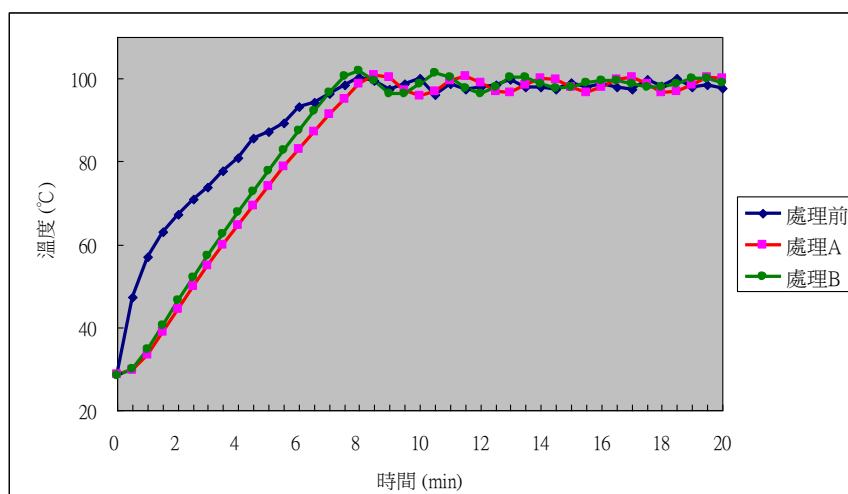
(1) 柴油年均價：30.85 (NT\$/L)

(2) 柴油二氧化碳排放量：2.606 (kg/L)



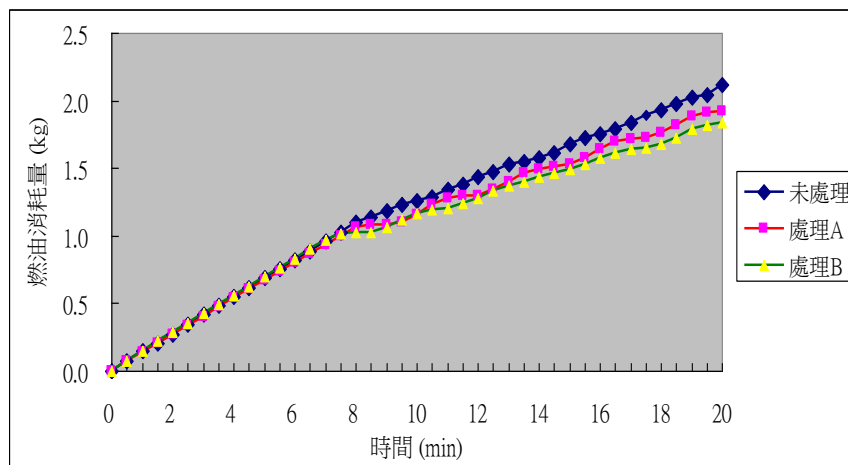
圖六、改良型連續式茶葉乾燥機

Fig. 6. An improved continuous-flow type tea dryer



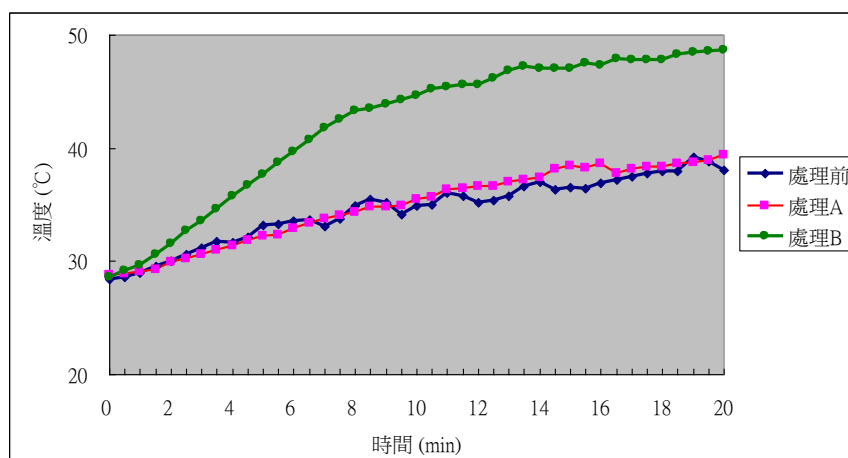
圖七、茶葉乾燥機熱風溫度圖

Fig. 7. The temperature of hot air in tea dryer



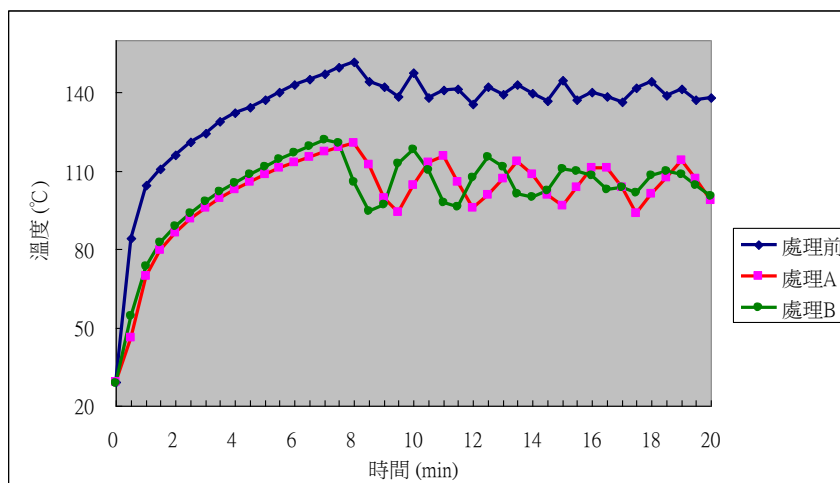
圖八、茶葉乾燥機燃油消耗量

Fig. 8. The fuel consumption of tea dryer



圖九、乾燥機進氣溫度

Fig. 9. The temperature of input air in tea dryer



圖十、乾燥機燃燒廢氣溫度

Fig. 10. The temperatures of combustion exhaust gas in tea dryer

表一、乾燥機改良效益評估比較表

Table 1 The comparison of improved efficiency evaluation for tea dryer

	平均進氣溫度 (°C)	平均燃燒廢氣溫度 (°C)	平均耗油量 (L/hr)	燃油減少率 (%)
處理前	36.5	140.8	5.82	0.0
處理 A	37.2	105.6	5.36	7.8
處理 B	46.5	105.5	4.78	17.9

註：燃油減少率以處理前平均耗油量為計算基準。

表二、乾燥機燃油成本減少與減碳量評估比較表

Table 2 The comparison of fuel cost and carbon reduction evaluation for tea dryer

年運轉時數	年減燃油成本 (元)		年減碳量 (kg)	
	200h	300h	200h	300h
處理前	0	0	0	0
處理 A	2,799	4,198	236	355
處理 B	6,408	9,612	541	812

結 論

本研究以製茶業者慣用之作業模式及較低的設備改良成本，利用傳統型連續式茶葉乾燥機進行熱交換器及部分熱風回收改良，並測試其耗油性能及評估比較，依試驗結果顯示，乾燥機無論改良熱交換器或加裝熱風回收管，均可達到節能減碳的目的，且乾燥機之年使用率越高，節能減碳的效果越明顯，意即設備改良所投入的成本，回收的年限越短，衍生的經濟效益越高。所以改良乾燥機之熱交換器及熱風回收以提升其熱效率是達到節能減碳目的之可行方法，預估改良成本，處理 A 將增加設備成本約 4.5%，處理 B 則增加設備成本約 10%。未來可就熱交換器的設計及熱風回收的比例進一步探討，謀求較佳的組合與控制，以提升乾燥機的性能，其他熱源如瓦斯或電熱等之能源效益以及新型之茶葉乾燥機具，亦值得研究，期能減少能源損耗與降低製茶成本，順應節能減碳之趨勢。

參考文獻

1. 徐英祥、甘子能. 1984. 包種茶烏龍茶製造法. 八萬農業建設大軍訓練教材. 農業委員會與臺灣省政府農林廳. pp. 24-25。
2. 徐英祥. 1993. 包種茶再乾與焙火. 茶業專訊 4: 3-5。
3. 彭錦樵、李清柳. 1995. 部份發酵茶製茶成本分析研究. 農林學報 44(2): 83-90。
4. 張振厚. 2012. 傳統型連續式茶葉乾燥機之能源效益探討. 臺灣茶業研究彙報 32: 145-158。
5. 經濟部能源局全球資訊網. 2014. 取自 <http://web3.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/home/Home.aspx>

杭菊健康管理生產體系之研究- 以苗栗銅鑼為例

林秀榮¹ 余錦安⁴ 曾信光² 巫嘉昌³ 劉秋芳¹
黃玉如^{5,*} 邱垂豐⁶

摘 要

杭菊為天然且健康之飲品，但田間病蟲害管理常仰賴化學藥劑而有農藥殘留之虞，故本文應用害物整合性管理技術於杭菊田間栽培。結果顯示杭菊生育期中多次摘心可有效降低害蟲族群量，並配合利用非農藥防治資材在不同生育期進行病蟲害防治，如利用蘇力菌防治夜蛾類幼蟲、性費洛蒙防治夜蛾類成蟲、天敵防治蚜蟲、蟎類及粉蝨類等，可達維持產量及產品無農藥殘留之目標，進而保護生產者及消費者健康與提昇產品品質。在害物整合性防治試驗區中，除了生產之杭菊未有農藥殘留外，調查中亦發現有天敵之存在，表示利用害物整合性管理技術可使該區生態維持平衡。而為了配合覆滅蟎延伸使用在杭菊防治蟎類，本研究同步建立杭菊鮮花、杭菊乾花覆滅蟎農藥分析方法，由其回收率、RSD 值、LOD、LOQ 皆有良好表現，建議本研究建立之分析方法可增列入多重殘留分析方法中，應用於杭菊多重農藥殘留檢測。

關鍵字：杭菊、害物整合性管理、農藥殘留

前 言

臺灣杭菊主要產於苗栗縣銅鑼鄉、臺東縣臺東市、卑南及金峰等鄉鎮，目前栽培面積約 40 公頃，年產量約 30 公噸，主要作為沖泡飲用及中藥材使用，少部分則以觀賞花卉出售。杭菊目前核准登記使用藥劑達 30 種，但農民在進行病蟲害防治時未能正確診斷病蟲害發生種類，往往求助於農藥店而錯誤使用藥劑，導致衛生福利部抽驗杭菊產品時常出現不

-
1. 行政院農委會茶業改良場 助理研究員。臺灣 桃園市。
 2. 行政院農委會茶業改良場 副研究員。臺灣 桃園市。
 3. 行政院農委會茶業改良場文山分場 副研究員兼分場長。臺灣 新北市。
 4. 行政院農委會茶業改良場 臺東分場助理研究員。臺灣 臺東縣。
 5. 行政院農委會茶業改良場 凍頂工作站助理研究員。臺灣 南投縣。
 6. 行政院農委會茶業改良場 研究員兼課長。臺灣 桃園市。

* 通訊作者

合格情形，因此除了對農民的病蟲害藥劑防治加強知識輔導外，研究病蟲害非農藥管理模式亦為一種杭菊生產安全高品質之重要對策。有鑒於目前尚無公告杭菊農藥殘留之檢驗方法，且近來媒體頻報導杭菊農藥殘留事件造成消費者恐慌，及配合藥劑在杭菊上的延伸，故有必要針對杭菊農藥殘留檢驗，訂定抽樣數量及檢驗標準化程序，並作殘留農藥之溶出量評估等，以建立完備之杭菊生產健康管理模式。提供農友斟酌使用，進而降低農藥使用及殘留之風險。

害物整合性管理技術應用於茶園栽培管理，包括施放性費洛蒙誘殺茶捲葉蛾及茶姬捲葉蛾 (蕭，2000)；釋放天敵安平草蛉防治茶葉蟬 (陳，1989)，及基徵草蛉防治茶葉蟬及茶神澤氏葉蟬 (蕭，2002 及蕭，2003)；利用噴水防治茶葉蟬 (陳，1989)；利用油類乳劑防治茶葉蟬 (廖，1988)，及有色黏紙防治茶小綠葉蟬及刺粉蝨 (蕭，1997) 等，管理茶園病蟲害技術若能應用於杭菊栽培管理上，應可降低病蟲害對杭菊的為害，進而降低杭菊園中農業藥劑的使用量，並且提供於非農藥杭菊栽培中病蟲害防治之參考。

覆滅蟪為氨基甲酸鹽類的農藥，常用為蔬菜、水果及花卉上的殺蟲劑及殺蟪劑，化學名稱為 3-dimethylaminomethyleneaminophenyl methylcarbamate，結構式為 $C_{11}H_{15}N_3O_2$ ，分子量為 221.3，易溶於水，急毒性較強，主要的中毒機制為抑制乙醯膽鹼酯酶的活性，造成乙醯膽鹼的堆積而中毒。覆滅蟪急性中毒常見的症狀為腺體分泌過多 (例如淚腺及唾腺)、心跳異常及呼吸肌肉乏力等，情況嚴重者可能致死。世界衛生組織 (WHO) 建議覆滅蟪的毒性歸類為 class IB，為具有高度危害的物質。

在食品及農產品的農藥殘留檢測上常用的樣品製備技術和分析方法，有固相萃取 (SPE)、固相微萃取 (SPME)、超臨界流體萃取 (SFE)、超聲波提取 (USE)、微波輔助萃取 (MAE)、快速溶劑萃取 (ASE)、基質固相分散萃取技術 (MSPD)、凝膠滲透色譜 (GPC) 等 (Lambropoulou and Albanis, 2007; Papadakis et al., 2006; Ramos et al., 2002; Štajnbaher and Zupančič-Kralj, 2003; Valsamaki et al., 2006; Wardencki et al., 2004)。然而，傳統的樣品製備，製備過程不僅費時、費力，更使用了大量的毒性有機溶劑，效率差且易造成環境污染。因此建立一個快速、簡單、有效、穩定且安全的農藥殘留分析方法一直是學界關注的目標。本研究以高效液相層析儀 (high performance liquid chromatography, HPLC) 連接三重四極桿串聯質譜儀 (triple quadrupole mass) 的農藥殘留方法建立覆滅蟪農藥殘留方法，以便快速監測杭菊中覆滅蟪農藥殘留，提供此藥劑未來進行延伸使用之參考。

本研究於苗栗銅鑼杭菊產地進行，冀能同時示範，目的在於利用田間整合性病蟲害管理技術降低杭菊於生產時化學藥劑之投入及減少生產成本成效，提升臺灣國產杭菊之安全與品質。

材料及方法

一、杭菊害物整合性管理技術與慣行栽培比較：比較兩種栽培方式之杭菊生育期間害蟲之分佈。

(一) 害物整合性管理技術 (Integrate pest management, IPM)

1. 定植期：

- (1) 病害管理：針對杭菊炭疽病，利用清園概念，摘除病葉，疏葉通風，發生初期以亞磷酸防治。
- (2) 蟲害管理：
 - (i) 前期 (四~六月)：葉蟬類、蚜蟲用窄域油 + 海藻精連續噴 3 次防治後，釋放草蛉防治。
 - (ii) 後期 (六~九月)：葉蟬類、介殼蟲以釋放草蛉防治；夜蛾類幼蟲用蘇力菌，成蟲用性費洛蒙防治。
 - (iii) 銀葉粉蝨：苦楝油連續噴 2 次防治後，再釋放草蛉防治。
- (3) 摘心：每 3~4 週進行杭菊摘心工作，自頂芽向下約 5 公分摘除。全生育期摘心共七次。

2. 開花期：

- (1) 病害管理：針對杭菊炭疽病，利用清園概念，摘除病葉，疏葉通風，發生初期以亞磷酸防治。
 - (2) 蟲害管理：
 - (i) 小黃薊馬：用黃色粘紙或藍色粘紙防治。
 - (ii) 葉蟬類：釋放草蛉防治。
 - (iii) 蚜蟲 (10~11 月)：釋放草蛉防治
 - (iv) 夜蛾類：幼蟲使用蘇力菌，成蟲以性費洛蒙防治。
- (二) 慣行栽培方法：依照農民之慣行栽培技術。

(三) 田間害蟲分佈密度調查：

1. 方翅網椿、銀葉粉蝨、光褐菊蚜、錫蘭偽葉蟬：田區隨機摘取心芽葉 30 個，帶回實驗室鏡檢病計算與紀錄數量。
2. 夜蛾類 (斜紋夜蛾、甜菜夜蛾、番茄葉蛾) 調查：吊掛夜蛾類性費洛蒙，並以誘蟲盒誘殺夜蛾類雄蟲，每分地放置 3 個誘蟲盒，每兩周收取誘蟲盒並計算與紀錄夜蛾類蟲口數。

二、杭菊覆滅蟎農藥殘留萃取方法建立與評估：

(一) 試驗材料：杭菊鮮花及乾花。

(二) 試驗藥劑

分析藥品為覆滅蟎 (formetanate)，純度 99%，購於 Merk 公司。乙腈 (acetonitrile)、正己烷 (n-Hexane) 及丙酮 (acetone)，甲酸 (formic acid)、無水硫酸鎂 (magnesium sulfate anhydrous, MgSO_4)、醋酸鈉 (sodium acetate, CH_3COONa) 為分析級，購於 Merk 公司。N-丙基乙二胺 (primary secondary

amine, PSA)、石墨化炭黑 (graphitized carbon black, GCB) 購於安捷倫科技公司。

(三) 樣品的萃取與淨化

1. 杭菊鮮花

秤取 10 g 均質杭菊鮮花至 50mL 離心管中,加入 25mL 乙腈 (含 1%甲酸) 震盪 30 秒後,加入 QuEChERS 萃取包,震盪 1 分鐘,以 3,500 轉離心 10 分鐘。取上層萃取液 12mL 至 15mL d-SPE 淨化管中,震盪 1 分鐘,並以 3,500 轉離心 10 分鐘。取 4mL 上層萃取液至試管中,以吹氮裝置 40°C 吹至微乾。以乙腈/水 (1:1) 定容,置入 1mL 離心管中,以 16,000 轉離心 5 分鐘,取上層萃取液至進樣瓶中,供高效液相串聯層析質譜儀分析。

2. 杭菊乾花

杭菊乾花試驗:秤取 3 g 杭菊粉末至 50mL 離心管中,加入 21mL 水並靜置 20 分鐘。加入 24mL 乙腈 (含 1%甲酸) 用力震盪 30 秒,加入 QuEChERS 萃取包,震盪 1 分鐘,以 3,500 轉離心 10 分鐘。取上層萃取液 12mL 至 15mL d-SPE 淨化管中,用力震盪 1 分鐘,並以 3,500 轉離心 10 分鐘。取 4mL 上層萃取液至試管中,利用高溫氮氣蒸發機以 40°C 吹氮氣至微乾。以乙腈/水 (1:1) 定容,置入 1mL 離心管中,以 16,000 轉離心 5 分鐘,取上層萃取液至進樣瓶中,供高效液相串聯層析質譜儀分析。

(四) 檢量線製備

供試之覆滅蟎農藥標準劑,純度為 99%。分別配製 1、2.5、5、10、25、50、100、250 ug/kg 的覆滅蟎標準溶液,添加於新鮮杭菊基質中製作新鮮杭菊檢量線,另配製 1、2.5、5、10、25、50、100、250、500 ug/kg 的覆滅蟎標準溶液,添加於乾燥杭菊基質中,製作乾燥杭菊檢量線。分別取配製好之不同濃度標準劑 10μL 注入高效液相層析串聯質譜儀,並以其濃度為 x 軸、尖峰面積為 y 軸,經迴歸分析求得標準檢量線: $y = a + bx$, a、b 為常數,其檢量線判定係數 (Coefficient of determination) r^2 需大於 0.995。並於空白樣品添加適量藥劑進行方法空白回收測試。

(五) 回收率測試

新鮮杭菊添加 5、10、20、50 及 100 ug/kg 覆滅蟎標準劑,乾燥杭菊添加 10、20、50、100 及 500 ug/kg 的覆滅蟎標準劑。

(六) 分析儀器及條件

採用高效液相層析儀 (Agilent Technologies 1200, USA) 串聯質譜 (Agilent Triple Quad LC/MS 6410A, USA), 使用 C18 層析管柱 (Agilent SB-C18, 100 mm × 4.6 mm, 1.8μm)。移動相 (mobile phase) 由 A、B 兩液相

組成，液相 A 含有 1% 甲酸的甲酸胺，液相 B 則為乙腈，以前述兩溶液設立梯度分析條件（表一）。調整儀器管柱溫度為 50°C，進樣體積 10 μ L，離子源採用正電電灑離子化游離，霧化氣壓力 40 psi，乾燥氣溫度 280°C，流速 7 L $\cdot$ min⁻¹，毛細管電壓 4,500 V，以多重反應偵測模式進行正離子掃描，設定遲滯時間 (retention time, RT)、碎裂器電壓 (fragmentor voltage)、碰撞能量 (collision energy) 等（表二）。

表一、LC/MS/MS 梯度分析條件

Table 1 The flow rate of LC/MS/MS

Time (min)	Flow (mL/min)	Solvent A (%)	Solvent B (%)
0	0.3	99	1
2	0.3	80	20
15	0.3	1	99
18	0.3	1	99
20	0.3	99	1

表二、覆滅蟪之滯留時間、碎裂器電壓、碰撞能量、MRM 離子參數設定最佳化

Table 2 The optimized LC/MS/MS MRM acquisition parameters of formetanate

Compound	Retention time (min)	MRM transitions	Fragmentor voltage (V)	Collision energy (V)
Formetanate	4.15	222.1 $\rightarrow$ 165.1 ^a	108	13
		222.1 $\rightarrow$ 120.1	108	25

^aThe ion with m/z =149 is used as a quantifying ion.

結果與討論

針對杭菊上褐斑薊馬調查結果如表三，害物整合性管理技術防治區調查之蟲口數普遍較慣行栽培區多，但是後期接近花期甚至到採收期，褐斑薊馬蟲口數可以維持在一定低密度，且結果顯示，僅在害物整合性管理技術防治區的芽及葉上能發現天敵小黑花椿象的存在，表示該區生態相是平衡且多樣的。在杭菊方翅網椿調查結果（表四）中，此種害蟲僅在 9 月中旬前普遍發生，在 9 月底後僅在慣行栽培區發現 3 隻，表示此種害蟲發生與氣溫有相關。在結果中顯示方翅網椿主要發生在葉部，且慣行栽培區調查得之蟲口數皆高於害物整合性管理技術防治區。銀葉粉蝨調查結果（表五）發現，在害物整合性管理技術防治區發生時期較晚，且數量遠低於慣行栽培區，主要發生部位也僅於葉部；銀葉粉蝨在慣行栽培區發生情形則時間較早，芽及葉皆有發生，且數量在開花期非常多，尚未到採收期時葉片已有嚴重的煤煙病發生。光褐菊蚜調查結果（表六）顯示發生時期僅在 9 月前，且害

物整合性管理技術防治區調查之蟲數皆少於慣行栽培。在杭菊錫蘭偽葉蟬調查結果 (表七) 中, 兩種栽培模式下的錫蘭偽葉蟬數量沒有顯著差異, 且都發現有天敵 (溫氏捕植蟬) 之存在。利用性費洛蒙調查三種夜蛾結果如表八, 三種夜蛾自定植期至開花期皆發生, 且害物整合性管理技術防治區與慣行栽培區的蟲數相差不明顯。

本研究使用液相層析儀連接三重四極桿串聯質譜儀。以正電電灑游離化離子源方式和多種反應偵測模式, 建立覆滅蟬在杭菊鮮花和乾花中之定性及定量分析方法。杭菊中所含之覆滅蟬進入質譜儀後, 藉由電灑帶電及碰撞碎裂過程產生特定質荷比 (mass to charge ratio, m/z) 的離子, 儀器再藉由改變磁場的方式, 選擇該物特殊 m/z 的離子進行測定。被附加電性的覆滅蟬經第一次四極桿所篩選出母離子 (precursor ion) 後, 再加入碰撞能量經過第二次四極桿形成專屬子離子 (product ion) 來挑選以建立譜圖。覆滅蟬在質譜儀器的滯留時間、碎裂器電壓、碰撞能量等參數最佳化設定如表二所示; 覆滅蟬檢量線線性範圍、線性、相關係數 (R^2)、方法偵測極限 (LOD) 及方法定量極限 (LOQ) 等如表九所示。

針對覆滅蟬檢量線、方法偵測極限和杭菊乾花、鮮花之定量極限試驗, 本研究取覆滅蟬 1,000ppm 原液, 以丙酮正己烷 (1:1) 進行逐步稀釋, 濃度分別為 1、2.5、5、10、25、50、100、250、500 $\mu\text{g/kg}$, 並製作檢量線。此外, 另以五個不同濃度的添加 (杭菊鮮花為添加 5、10、20、50 及 100 $\mu\text{g/kg}$, 杭菊乾花為添加 10、20、50、100 及 500 $\mu\text{g/kg}$), 以判斷此方法分別在乾花及鮮花中的最低檢測極限 (LOD) 和最低定量極限 (LOQ)。試驗結果顯示, 杭菊鮮花覆滅蟬檢量線線性範圍為 1-250 $\mu\text{g/kg}$, 檢量線線性方程式為 $y = 14580.26 X - 10675.75$, 檢量線判定係數 $r^2 = 0.9999$ 。杭菊乾花覆滅蟬檢量線線性範圍為 1-500 $\mu\text{g/kg}$, 檢量線方程式為 $y = 14018.09 X + 17701.27$, 檢量線判定係數為 $r^2 = 0.9996$ (表九)。在最低檢測極限 (LOD) 方面, 杭菊鮮花為 2.5 $\mu\text{g/kg}$, 杭菊乾花為 5 $\mu\text{g/kg}$ 。而最低定量極限, 不論杭菊鮮花或杭菊乾花, 兩者皆為 10 $\mu\text{g/kg}$ 。

針對杭菊樣品中覆滅蟬萃取方法評估, 建立可行的分析方法後, 還需要精準且具一致性的標準檢測方式。在不同濃度覆滅蟬添加, 杭菊鮮花覆滅蟬的回收率約 80%, 相對差異百分比 (RSD) 為 0.35-3.77%。杭菊乾花覆滅蟬的回收率為 70-92%, 相對差異百分比為 0.95-14.64%。本試驗每個樣品均進行三重複, 其 RSD 介於 0.35-14.64 % (表十)。本方法不論在杭菊鮮花還是杭菊乾花, 皆有良好的回收率及再現性, 並符合歐盟分析方法確效與品質管制之指引文件規範 (SANCO/12945/2011)。

結 論

在杭菊生育期中，多次摘心工作可有效移除芽體中的害蟲，藉由將採摘下的芽體帶離栽培區，可降低害蟲族群密度，降低感染源。在害物整合性管理技術防治區中害蟲族群量除銀葉粉蝨外，皆可維持在一定的低密度，且可延遲銀葉粉蝨嚴重發生時期，可以爭取花苞充實時間。害蟲相調查中，以在害物整合性管理技術防治區可發現天敵，種類包括小黑花椿象、斑腿盲椿及溫氏捕植蟎，而在慣行栽培區僅發現一隻溫氏捕植蟎。

銀葉粉蝨主要發生在生育後期及開花期，一般慣行栽培中若能不施藥，銀葉粉蝨的族群密度在生育後期則大量增加，到花期開始即危害嚴重，葉片有嚴重的煤煙病發生，會影響杭菊第二次及第三次花的採收量；相較於慣行栽培，害物整合性管理技術防治區的銀葉粉蝨雖在生育後期及花期族群量上升，但族群密度仍低於慣行栽培區，且可持續使用非農藥防治資材或是釋放天敵防治，有助於維持杭菊第二次及第三次花的品質。

以性費洛蒙誘殺田間夜蛾類效果在慣行栽培區及害物整合性管理技術防治區無顯著差異，推測原因為蛾類活動範圍廣，且兩試驗區僅間隔 5 公尺，故誘殺的蟲口數量無差異。

經本試驗建議在苗期夜蛾類幼蟲用蘇力菌防治，成蟲用性費洛蒙防治；若發生蚜蟲或銀葉粉蝨用窄域油加海藻精連續噴 2 次防治後，再釋放草蛉防治。在定植期摘除病葉，疏葉通風以防治銹病及炭疽病，或在發生初期以亞磷酸防治。定植前期（四～六月）中葉蟎類、蚜蟲可用窄域油與海藻精連續噴 3 次防治後，並釋放草蛉防治。定植後期（六～九月），葉蟎類、方翅網椿以釋放草蛉防治，夜蛾類幼蟲用蘇力菌防治，成蟲用性費洛蒙防治；銀葉粉蝨以窄域油連續噴 2 次防治後，再釋放草蛉防治。在開花期，薊馬用黃色粘紙或藍色粘紙防治；葉蟎類及蚜蟲以釋放草蛉防治；夜蛾類之幼蟲使用蘇力菌，成蟲以性費洛蒙防治；銀葉粉蝨則用窄域油連續噴 2 次防治後，再釋放草蛉防治。

本研究為了配合覆滅蟎延伸使用在杭菊防治蟎類，因此研究針對杭菊鮮花、杭菊乾花建立分析方法。試驗結果顯示，本研究所建立的杭菊鮮花、杭菊乾花覆滅蟎農藥分析方法，回收率、RSD 值、LOD、LOQ 皆有良好表現，故本研究建立之分析方法可增列入多重殘留分析方法中，應用於杭菊多重農藥殘留檢測。

此外，本研究為了瞭解杭菊整合性管理產品之安全性，分別就試驗區及一般農民慣行管理區，取樣進行農藥多重殘留檢測，發現整合性管理技術防治區樣品無檢驗出任何農藥殘留，慣行栽培區未發現有覆滅蟎殘留情形，但有亞滅培 0.03 ppm 殘留。故以害物整合性管理技術防治可達作物安全生產及保護生產者健康之目的，進而保護消費者食用安全與提昇產品價值。

致 謝

本文承蒙二位委員悉心斧正，於此一併致以最誠摯的謝意。

參考文獻

1. 陳文雄. 1989. 田菜夜蛾之生態與藥劑防治. 中華昆蟲特四號. pp:214-225。
2. 廖增祿. 1988. 利用油類乳劑防治越冬茶蟎效果試驗. 茶業改良場 76 年年報 pp. 158-160。
3. 蕭素女. 1997. 茶園有色黏紙誘捕害蟲之效果調查. 臺灣茶業研究彙報 16: 51-60。
4. 蕭素女. 2002. 基徵草蛉 *Mallada basalis* (Walker) 防治茶葉蟎 *Oligonychus coffeae* Nietner 之效果評估. 臺灣茶業研究彙報 21: 57-64。
5. 蕭素女. 2003. 基徵草蛉 *Mallada basalis* (Walker) 防治茶園神澤氏葉蟎 *Tetranychus kanzawai* Kishida 之效果評估. 臺灣茶業研究彙報 22: 87-100。
6. Papadakis, E. N., Vryzas, Z. and Papadopoulou-Mourkidou, E. 2006. Rapid method for the determination of 16 organochlorine pesticides in sesame seeds by microwave-assisted extraction and analysis of extracts by gas chromatography-mass spectrometry. J. Chromatogr. A 1127(1-2): 6-11.
7. Ramos, L., Kristenson, E. M. And Brinkman, U. A. T. 2002. Current use of pressurised liquid extraction and subcritical water extraction in environmental analysis. J. Chromatogr. A 975(1): 3-29
8. Valsamaki, V. I., Boti, V. I., Sakkas, V. A. and Albanis, T. A. 2006. Determination of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in chicken eggs by matrix solid phase dispersion. Anal. Chim. Acta 573-574: 195-201.
9. Wardencki, W., Michulec, M. and Curyło, J. 2004. A review of theoretical and practical aspects of solid-phase microextraction in food analysis. Int. J. Food Sci. Tech. 39(7): 703-717.

表三、杭菊褐斑薊馬調查

Table 3 Population investigation of thrips (*Thrips nigropilosus*)

日期 (date)	害物整合性管理技術防治區 (IPM practice)		慣行栽培區 (Traditional practice)	
	芽 (buds)	葉 (leaves)	芽 (buds)	葉 (leaves)
4/27	2 ¹	0	0	0
5/23	75	6	2	0
6/10	62 (9) ²	39 (1)	1	1
6/22	24 (4)	1	0	0
7/7	20 (1)	1	58	0
7/22	50	0	51	0
8/9	39	0	16	0
8/23	83 (2)	0	15	0
9/15	22	0	19	0
9/30	13 (6)	0	16	0
11/1	7 (4)	0	13	0
11/15	11 (3)	0	0	0

註：¹蟲數 / 30 (片) 葉或 (個) 芽。

²括弧內數據表示害蟲之天敵-小黑花椿象 (*Orius* sp.) 蟲數。

Note: ¹Insect number per 30 leaves/buds.

²The value in bracket was the number of natural enemy (*Orius* sp.).

表四、杭菊方翅網椿調查

Table 4 Population investigation of lace bugs (*Corythucha marmorata*)

日期 (date)	害物整合性管理技術防治區 (IPM practice)		慣行栽培區 (Traditional practice)	
	芽 (buds)	葉 (leaves)	芽 (buds)	葉 (leaves)
7/7	0 ¹	8	0	18
7/22	0	19	0	20
8/9	0	9	0	33
8/23	0	0	1	45
9/15	0	26	0	0
9/30	0	0	0	0
11/1	0	0	0	0
11/15	0	0	0	3

註：¹蟲數 / 30 (片) 葉或 (個) 芽。Note: ¹Insect number per 30 leaves/buds.

表五、杭菊害蟲銀葉粉蝨調查

Table 5 Population investigation of whiteflies (*Bemisia argentifolii*)

日期 (date)	害物整合性管理技術防治區 (IPM practice)		慣行栽培區 (Traditional practice)	
	芽 (buds)	葉 (leaves)	芽 (buds)	葉 (leaves)
8/9	0 ¹	0	0	0
8/23	0	0	15	89
9/15	0	0	0	276
9/30	0	72	45	398
11/1	0	230	10	960
11/15	23	4,500	56	14,800

註：¹蟲數 / 30 (片) 葉或 (個) 芽。Note: ¹Insect number per 30 leaves/buds.

表六、杭菊害蟲光褐菊蚜調查

Table 6 Population investigation of aphids (*Macrosiphoniella sanborni*)

日期 (date)	害物整合性管理技術防治區 (IPM practice)		慣行栽培區 (Traditional practice)	
	芽	葉	芽	葉
	(buds)	(leaves)	(buds)	(leaves)
9/15	4 ¹	1	8	0
9/30	7	0	69	0
11/1	0	0	0	0
11/15	0	0	0	0

註：¹ 蟲數 / 30 (片) 葉或 (個) 芽。

Note: ¹Insect number per 30 leaves/buds.

表七、杭菊害蟲錫蘭偽葉蟬調查

Table 7 Population investigation of mites (*Brevipalpus obovatus*)

日期 (date)	害物整合性管理技術防治區 (IPM practice)		慣行栽培區 (Traditional practice)	
	芽	葉	芽	葉
	(buds)	(leaves)	(buds)	(leaves)
8/23	0 ¹	0	0	15
9/15	0	34	0	32
9/30	0	130 (6) ²	4	106 (1)
11/1	0	11	0	16
11/15	0	0	0	0

註：¹ 蟲數 / 30 (片) 葉或 (個) 芽。

² 括弧內數據表示害蟲之天敵-溫氏捕植蟬 (*Amblyseius womersleyi*) 蟲數。

Note: ¹Insect number per 30 leaves/buds.

²The value in bracket was the number of natural enemy (*Amblyseius womersleyi*).

表八、杭菊夜蛾類調查

Table 8 Population investigation of noctuid

日期 (date)	斜紋夜蛾 (<i>Spodoptera litura</i>)	甜菜夜蛾 (<i>Spodoptera exig</i>)	番茄夜蛾 (<i>Helicoverpa armigera</i>)
5/23	43.5 ¹	19.0	8.5
6/10	24.0	12.5	4.0
6/22	4.5	11.5	2.0
7/7	45.0	40.0	12.5
7/22	72.5	52.5	11.5
8/9	38.5	11.5	1.5
8/23	20.0 (41.0) ²	12.0 (9.0)	0.5 (0)
9/15	30.0 (48.0)	10.5 (3.0)	1.0 (0)
9/30	25.5 (22.0)	4.0 (7.0)	0.5 (0)
11/1	33.5 (41.0)	9.0 (13.0)	0.5 (0.5)
11/15	21.0 (22.0)	3.5 (7.0)	5.0 (12.0)

註：¹ 蟲數 / 誘蟲盒。

² 括弧內數據表示慣行栽培區誘蟲數。

Note: ¹Insect number per trap.

²The value in bracket was the insect number in traditional practice area.

表九、覆滅蟊在杭菊乾花和鮮花樣品的檢量線線性範圍、線性、相關係數 (R^2)、LOD ($S/N = 3$) 及 LOQ ($S/N = 10$)

Table 9 Linearity, calibration curves, limits of detection (LOD), and limits of quantification (LOQ) for formetanate pesticide under study

	Linear range (ug/kg)	Linear	r^2	LOD (ug/kg)	LOQ (ug/kg)
Fresh flower	1-250	$y = 14580.26 x - 10675.75$	0.9999	2.5	5
Dry flower	1-500	$y = 14018.09 x + 17701.27$	0.9996	2.5	10

表十、杭菊鮮花和乾花樣品添加不同濃度覆滅蟊萃取回收率

Table 10 Recoveries of formetanate pesticide from the fresh and dry samples spiked at different concentration levels

Spike concentration (ppb)	Fresh flower		Dry flower	
	Recovery ^a (%)	RSD (%)	Recovery (%)	RSD (%)
5	81.65	0.61	-	-
10	80.55	3.77	70.00	2.18
20	79.78	1.67	92.60	14.64
50	80.72	1.37	83.77	5.39
100	80.27	0.35	76.80	0.95
500	-	-	82.25	13.17

^aResults are shown as mean of triplicate analysis, expressed in %.

Study of Health Management and Production System of Chrysanthemum Flower: A Case of Tongluo Township, Miaoli County

Shiou-Ruei Lin¹ Chin-An Yu⁴ Hsing-Kuang Tseng² Chia-Chang Wu³
Chiou-Fang Liu¹ Yu-Ju Huang^{5,*} Chui-Feng Chiu⁶

Summary

Chrysanthemum is a kind of natural and healthy beverage. However, farmers usually rely on pesticides to control pests. Therefore, it is an apprehension about pesticide residual. In this study, we applied the integrated pest management in chrysanthemum production. The result showed that bud-picking repeatedly could reduce the pest populations effectively during chrysanthemum growing period. Utilizing non-pesticide materials including *Bacillus thuringiensis*, sex pheromone and natural enemies were used to control moth larvae, moth, aphid, mite and whitefly for yield-maintaining and non-pesticide detecting. Subsequently, it could reach the goal of protecting consumers' health and increase the quality of chrysanthemums. The extended use of Formetanate to control mites in chrysanthemum, in this study, the developed pesticide-analysis method can be applied to analysis the Formetanate residual in chrysanthemum from the results of the recovery ratio, RSD value, LOD and LOQ.

Key words: Chrysanthemum, Integrated pest management (IPM), Pesticide residue

-
1. Assistant Researcher, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
 2. Associate Researcher, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
 3. Director, Wenshan Branch, Tea Research and Extension Station, New Taipei City, Taiwan, R.O.C.
 4. Assistant Researcher, Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan, R.O.C.
 5. Assistant Agronomist, Nantou Substation of Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.
 6. Senior Agronomist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

* Corresponding author.

A Study on Heat Efficiency of the Improved Tea Dryer

Cheng-Hou Chang¹ Wei-Yang Hwang² Yi-Hao Lin²
Ming-Chun Liu³ Chia-Chang Wu⁴

Summary

The continuous type of tea dryer is popular and important machine in tea processing, but the excess energy consumption and heat lost in tea processing operations should be improved. The study would improve heat efficiency of the tea dryer by improved heat exchanger and recycled partial hot air and then operated preheated test for energy consumption evaluation. According to the results of experiments, the average temperature of combustion exhaust gas in tea dryer with improved heat exchanger was decreased 35.2°C and fuel consumption was reduced 7.8%. In tea dryer with recycled hot air, the average temperature of input air increased 10°C and fuel consumption reduced 17.9%, that showed the improved tea dryer which might increase heat efficiency and decrease heat lost. So the improved tea dryer could reduce fuel consumption and carbon dioxide emission.

Key words: Tea, Dryer, Heat efficiency

-
1. Associate Researcher, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
 2. Assistant Researcher, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
 3. Junior Specialist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
 4. Chief of Tea Machinery Section, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

不同扦插天數、介質種類及穴格對杭菊插穗發根之影響¹

蕭國忠² 黃校翊³ 蕭孟衿³ 李嘉偉⁴ 蔡志賢^{5,*}

摘 要

臺灣杭菊 2 號“黃金菊” (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) 插穗於不同扦插時間包括 7、14、21 及 28 天，觀察發現 7 天與 14 天的發根率、根數與根乾重皆還不高，至 21 天之後才有穩定的發根率與發根數與乾重。扦插介質試驗處理有泥炭土與真珠石混和介質 (1:1 v/v)、泥炭土與蛭石混和介質 (1:1 v/v)、泥炭土與砂混和介質 (1:1 v/v)、砂與兩種市售培養土，結果以泥炭土與真珠石混和介質與砂較有助於杭菊插穗發根，但砂較鬆散將不利於移植工作。另將插穗保留不同葉片數 4 片與 6 片，分別扦插於 70 格或 128 格穴盤中，其中以保留 6 片葉插穗扦插於 70 格穴盤中有較好的發根情形。

關鍵字：杭菊、扦插、介質、穴盤

前 言

杭菊 (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) 為菊科多年生草本短日照植物，莖直立，葉互生，呈羽狀淺裂，葉背披有白色短柔毛，花為頭狀花序，以舌狀花居多，集生於莖頂端，花朵於乾燥後可做為香料、藥材與飲品之原料，杭菊內含揮發油、綠原酸、類黃酮與多醣等成分。

杭菊為臺灣重要飲料作物之一，自行政院農委會農糧署之農情資源報告網刊載 103 年臺灣杭菊種植面積約 50 公頃，年產量約 47 噸，主要生產集中於苗栗縣與臺東縣，苗栗縣約 25 公頃，臺東縣種植約 22 公頃；臺東縣主要種植於卑南鄉之山里及臺東市之知本及太麻里鄉等地 (陳與許，2012)。

目前杭菊繁殖方法以分株法為主，此法雖然簡便，但分株苗容易帶有土壤中的病原菌，造成後續生長不良。然扦插繁殖可在短時間內獲得大量及生長一致的種苗，且操作方法簡便亦保有穩定的園藝性狀 (許，1994)，並可避免病原菌的傳播。

-
1. 本文為第一作者碩士論文之一部分。
 2. 國立屏東科技大學熱帶農業暨國際合作系碩士。臺灣 屏東縣。
 3. 行政院農業委員會茶業改良場臺東分場助理研究員。臺灣 臺東縣。
 4. 國立屏東科技大學熱帶農業暨國際合作系副教授。臺灣 屏東縣。
 5. 國立臺東專科學校園藝科助理教授。臺灣 臺東縣。

* 通訊作者。

臺灣對於杭菊扦插方面的研究尚較欠缺，故本研究將以不同的扦插條件包括扦插時間、扦插介質、穴格大小與插穗葉片數等處理，觀察對於杭菊插穗發根的影響。試驗結果可提供於杭菊扦插繁殖的參考，進而建立杭菊的扦插繁殖體系，增進杭菊種苗之品質，以提升杭菊之產量及農民收益。

材料與方法

一、試驗場地：

(一) 溫室

為行政院農業委員會茶業改良場臺東分場場內之簡易遮雨棚溫室，屋頂為 PC 塑膠浪板。杭菊插穗扦插後將穴盤置於高床上，並使用 50%遮陰網進行遮陰，溫溼度與照度每小時記錄 1 次，微霧系統設定每隔 30 min. 噴霧 1 min.，噴霧時間為上午 7 時至下午 19 時。

(二) 苗圃

為行政院農業委員會茶業改良場臺東分場場內之簡易高床苗圃。

二、試驗設計：

(一) 杭菊扦插後不同天數插穗發根之情形

1. 植物材料與試驗方法

本試驗進行兩次重複試驗，試驗時間分別為 2014 年 2 月 13 日至 3 月 21 日與 2014 年 3 月 20 日至 4 月 16 日，臺灣杭菊 2 號插穗取自行政院農業委員會茶業改良場臺東分場苗圃盆栽與試驗田。

每支杭菊插穗為母株頂芽，具有葉身超過 1 cm 的葉片 6 片，莖部直徑約 0.3-0.5 cm，長度約 4-5 cm，重量在 0.9 -2.9 g，不同重量的插穗則隨機平均分配至各處理中，插穗置於 62.5%賽普護汰寧 (速威) 的 1500 倍稀釋液中浸泡 15 min.，陰乾後進行扦插。

扦插於 70 格穴盤中 (穴盤大小長 56 × 寬 36 × 高 4.5 cm，每穴格直徑 5cm)，介質採用泥炭土 (芬蘭 kekkila 泥炭土，pH5.5)與真珠石 (購自先進貿易資材行) 以體積比 1：1 均勻混合，介質在扦插前要充分澆溼。

2. 插穗生長調查

扦插後分別於第 7 天、第 14 天、第 21 天及第 28 天，將植株洗淨後，記錄其葉片數、根數與最長根長，紀錄完成後置入 80 °C 烘箱，乾燥至植株重量不再變化，並以電子磅秤 (Precisa XR 205SM-DR) 秤莖葉與根重量視為乾重，每株視為 1 重複，共 10 重複。

(二) 不同介質對杭菊插穗發根之影響

1. 植物材料與試驗方法

本試驗進行兩次重複試驗，分別於 2014 年 4 月 2 日至 4 月 22 日及 2014 年 4 月 30 日至 5 月 20 日，取自臺東縣臺東市與卑南鄉農友田間的臺灣杭菊 2 號做為插穗材料。

每支杭菊插穗具有葉身超過 1 cm 的葉片 6 片，莖部直徑約 0.3-0.5 cm，長度約 4-5 cm，重量在 2.7-3.7 g，根據重量隨機平均分配至各處理中，插穗置於 62.5%賽普護汰寧 (速威) 1,500 倍稀釋液中浸泡 15 min.，陰乾後進行下列不同處理。

扦插於 70 格穴盤中，第 1 組介質為等體積混合的泥炭土與真珠石，第 2 組介質為等體積混合的泥炭土與蛭石 (購自先進貿易資材行)，第 3 組介質為等體積混合的泥炭土與砂，第 4 組介質為砂，第 5 組介質為市售培養土甲 (農鼎盛綠色生機)，第 6 組介質為市售培養土乙 (滿地王介質)，每組介質在扦插前要充分澆溼。

2. 插穗生長調查

扦插後第 21 天，將植株洗淨記錄其葉片數、根數與最長根長，紀錄完成後置入 80℃ 烘箱乾燥至植株重量不再變化，並以電子磅秤取莖葉與根重量視為乾重，每株視為 1 重複，第一次試驗 6 重複，第二次試驗 7 重複。

(三) 穴盤穴格大小和杭菊插穗葉片數對杭菊插穗發根之影響

1. 植物材料與試驗方法

本試驗也進行兩次重複試驗，分別於 2014 年 4 月 2 日至 4 月 22 日及 2014 年 4 月 30 日至 5 月 20 日，取自臺東縣臺東市與卑南鄉農友田間的臺灣杭菊 2 號做為插穗材料。

每支杭菊插穗具有葉身超過 1 cm 的葉片 6 片或 4 片，莖部直徑約 0.3-0.5 cm，長度約 4-5 cm，6 片葉片插穗重量在 1.9-2.2 g，4 片葉片插穗重量在 1.3-1.8 g，根據重量隨機分配於各處理，每組插穗置於 62.5% 賽普護汰寧 (速威) 1,500 倍稀釋液中浸泡 15 min.，陰乾後進行下列不同處理。

將 4 片葉片與 6 片葉片的插穗分別扦插於 70 格穴盤中 (穴盤大小長 56 × 寬 36 × 高 4.5cm，每穴格直徑 5cm) 與 128 格穴盤中 (穴盤大小長 59.5 × 寬 30.5 × 高 3cm，每穴格直徑 3cm)，介質採用泥炭土與真珠石以體積比 1:1 均勻混合。

2. 插穗生長調查

扦插後第 21 天，將植株洗淨記錄其葉片數、根數與最長根長，紀錄完成後置入 80℃ 烘箱乾燥至植株重量不再變化，並以電子磅秤取莖葉與根重量視為乾重，每株視為 1 重複，共 7 重複。

(四) 統計方法

試驗採用完全隨機試驗設計。試驗數據以 Costat programming 6.29 (CoHort Software, Berkeley, CA, U.S.A.) 進行統計分析，以 LSD 判定處理間之有無顯著差異。繪圖軟體採用 Microsoft office Excel (Microsoft Corporation, WA, U.S.A.)。

結果與討論

一、杭菊扦插後不同天數插穗發根之情形

第一次試驗期間為 2014 年 2 月 13 日至 3 月 12 日，分別於扦插後第 7、14、21 及 28 天調查每組插穗的葉片數、根數、最長根長、莖葉乾重和根乾重。由觀察得知扦插後第 7 天和第 14 天幾乎沒有發根，到了第 21 天根數、最長根長和根乾重即出現明顯差異，第 28 天根數、最長根長最佳，至於莖葉乾重在扦插後第 7、14、21 及 28 天調查結果並無明顯之差異。

第二次試驗期間為 2014 年 3 月 20 日至 4 月 16 日，試驗結果如圖一。觀察得知扦插後第 7 天時根數、最長根長和根乾重尚低，至第 21 天時根數、最長根長和根乾重即出現顯著差異。第 28 天根數與第 21 天無明顯差異，但最長根長和根乾重達顯著差異。最長根長隨時間增加而增長，且每週間達顯著差異，莖葉乾重則在第 7 天與第 28 天有顯著之差異，整體而言以第 28 天表現最佳。可由此試驗發現杭菊扦插後第 14 天之前根數與根乾重尚低，至 21 天後才明顯的提升，至 21 天時才有明顯的增加。一般菊花扦插後於第 7 日插穗基部開始形成癒傷組織，於 14-15 天時開始生根 (越, 2009)。王等人 (2009) 利用不同食用菊花品種進行扦插，分別於 10、15、20、25 天進行調查發根情形，發現於扦插後第 15 天發根數大量增加，並與第 20 天及第 25 天的發根數無明顯差異。由以上前人研究可知菊花類作物之插穗約於 14 天後才開始進行發根，本試驗材料臺灣杭菊 2 號也是有類似的情況，故 14 天前發根數尚低，至 21 天時根數與根乾重便明顯增加，並且於第二次試驗結果顯示扦插後 21 天的根數與 28 天的根數已無明顯的差異。因此可知杭菊扦插於 21 天時已有足

夠的發根數，可以進行接下的移植田間的作業，因此本文其他的試驗扦插時間皆以 21 天作為調查基準日期。

另由第一次與第二次試驗結果比較發現，第一次試驗於扦插 14 天時發根數尚低僅 0.2 根，而第二次試驗於扦插 14 天時發根數便達 2.4 根，可由附圖一得知第一次試驗之試驗期間 (2 月 13 日至 3 月 12 日) 的氣溫皆低於 20℃，使插穗的發根狀況不佳；試驗二扦插時 (3 月 20 日至 4 月 16 日) 有較高之氣溫，故推論氣溫較高可促進杭菊插穗的發根。

二、不同介質對杭菊插穗發根之影響

第一次試驗期間為 2014 年 4 月 2 日至 4 月 22 日，分別扦插於等體積混合的泥炭土與真珠石、等體積混合的泥炭土與蛭石、等體積混合的泥炭土與砂、砂、市售培養土甲、市售培養土乙等不同介質，扦插後第 21 天調查每組插穗的葉片數、根數、最長根長、莖葉乾重和根乾重，試驗結果如表一、圖二。由表一可知杭菊扦插於不同介質 21 天後，各處理間插穗之莖葉乾重無明顯差異；葉片數以泥炭土混合真珠石表現最佳，泥炭土混合砂最差；根數以砂表現最佳，市售培養土甲最差；最長根長以泥炭土混合砂表現最佳，市售培養土甲最差；根乾重以泥炭土混合真珠石表現最佳，市售培養土甲表現最差。從統計上可發現泥炭土混合真珠石、泥炭土混合蛭石和市售培養土乙這 3 組介質，在各方面的生長量上無顯著差異且優於其它組別，其中又以泥炭土混合真珠石這組介質表現稍好。整體而言以市售培養土甲表現最差。

第二次試驗期間為 2014 年 4 月 30 日至 5 月 20 日，試驗處理結果如表二、圖三。由表二可知杭菊扦插於不同介質 21 天後，葉片數與莖葉乾重無明顯差異；根數以泥炭土混合真珠石表現最佳，市售培養土甲最差；最長根長以泥炭土混合真珠石表現最佳，泥炭土混合砂最差；根乾重以砂表現最佳，市售培養土甲表現最差。從統計上可發現泥炭土混合真珠石和市售培養土乙這 2 組介質，在各方面的生長量上無顯著差異且優於其它組別。

無土介質在植物栽培上廣泛的使用，其優點為質量輕、吸水後空氣與水分比例佳、清潔、無毒、種類多而方便獲取 (廖等人, 1990)，每種的無土介質之物理與化學性質皆有不同，介質的水力與化學特性可能影響植物根部環境控制 (De Silva *et al.*, 2005)。黃等人 (2007) 使用了四種菊花品種以及七種介質進行扦插包括了真珠石、蛭石、泥炭土、細砂以及混合介質 (真珠石、蛭石、泥炭土 1:1:1 v/v/v) 等介質，發現以混合介質有較佳的發根狀況，另張與易 (1996) 使用三種菊花品種扦插於穴盤裝填泥炭土和真珠石混合介質與扦插於砂床互相比較，發現混合介質比砂床有較多的根數與根長。本試驗利用市售的不同 6 種介質進行杭菊扦插，結果發現扦插的介質以泥炭土與真珠石 (1:1 v/v) 的混合介質或砂有較高的發根數與根乾重，故這兩種介質有皆利於杭菊插穗發根，然陳與許 (1997) 指出使用砂作為介質時進行移植時根團介質容易散落，容易導致植株根部受傷與移植困難等問題，故推薦杭菊扦插介質使用以泥炭土與真珠石混合介質有較佳的發根狀況且方便進行移植作業，因此，本文之其他試驗皆以泥炭土與真珠石混合介質作為扦插介質。

另可從試驗中發現培養土甲與培養土乙的發根狀況可發現，培養土乙明顯優於甲，推測與介質所含肥份有關，甲培養土包裝標示全氮量為 1.3%、EC: 0.84ds/m，乙培養土包裝標示全氮量為 0.4%、EC: 0.17ds/m，顯示培養土甲肥份明顯高於乙。因此，杭菊扦插時不應選擇高肥份的介質，應選擇肥份低或不含肥的介質，以利杭菊發根。

三、穴盤穴格大小和杭菊插穗葉片數對杭菊插穗發根之影響

第一次試驗為 2014 年 4 月 2 日至 4 月 22 日，杭菊插穗葉片 6 片或 4 片分別扦插於 70 格穴盤與 128 格穴盤中，扦插後第 21 天調查每組插穗的葉片數、根數、最長根長、莖葉乾重和根乾重，試驗結果如表三、圖四。由表三可知杭菊插穗葉片 6 片或 4 片分別扦插於 70 格穴盤與 128 格穴盤經過 21 天後，在插穗葉片數方面表現呈明顯差異，以 6 片葉 70 格組表現最佳有 8 片葉，6 片葉 128

格組次之，其餘 2 處理表現較差；插穗根數以 6 片葉 70 格處理表現最佳達 8.2 條根，4 片葉 128 格組表現最差；各處理最長根長的表現在統計上無顯著之差異；莖葉乾重與根乾重方面也呈現明顯差異，以 6 片葉 70 格處理表現較佳，4 片葉 70 格處理與 4 片葉 128 格處理明顯表現皆較差；根乾重的處理表現與莖葉乾重相似，仍以 6 片葉 70 格處理表現較佳，4 片葉 70 格處理與 4 片葉 128 格處理明顯亦表現較差。整體而言，以 6 片葉 70 格處理在各方面的表現最佳。

至於插穗葉片數之多寡對於葉片數、根數、莖葉乾重與根乾重有所影響，尤其對於葉片數與莖葉乾重有較大之影響，而對於最長根長則無影響；穴格的大小僅對於處理後之葉片數有明顯之影響，其餘方面則無影響；插穗葉片數之多寡與穴格的大小之間並無相互之交感作用。

第二次試驗期間為 2014 年 4 月 30 日至 5 月 20 日，杭菊插穗葉片 6 片或 4 片分別扦插於 70 格穴盤與 128 格穴盤中，扦插後第 21 天調查每組插穗的葉片數、根數、最長根長、莖葉乾重和根乾重，試驗結果如表四、圖五。

由表四可知杭菊插穗葉片 6 片或 4 片分別扦插於 70 格穴盤與 128 格穴盤經過 21 天後，在葉片數和莖葉乾重方面以 6 片葉 70 格組與 6 片葉 128 格組表現最佳，4 片葉 70 格組與 4 片葉 128 格組較差，而且與前 2 組處理有顯著之差異；根數和根乾重則以 6 片葉 70 格處理表現最佳，而以 4 片葉 70 格組表現最差；最長根長以 6 片葉 70 格組與 4 片葉 128 格組表現較佳，4 片葉 70 格處理則有最短的最長根長。綜上所述，仍以 6 片葉 70 格組在各方面的表現最佳。

另外，插穗葉片數之多寡對於葉片數與莖葉乾重的表現有所影響，而對於根數、最長根長與根乾重則無影響；穴格的大小對於各方面則無影響；插穗葉片數之多寡與穴格的大小之間於大部分調查項目中是無相互之交感作用。

本試驗將杭菊插穗分為 4 片葉與 6 片葉分別扦插於 70 格與 128 格穴盤中，結果於第二次試驗中不同葉片數處理對於根數及根乾重的表現是有顯著差異，但穴格大小於根數及根乾重的表現則無明顯差異；於本次試驗結果中顯示葉片數與穴格大小等處理對於根數及根乾重的表現皆無明顯差異。

張與易 (1996) 使用了三個品種觀賞菊，分別扦插於不同格數穴盤中，發現大穴格的發根狀況又比小穴格佳。另外，曹等人 (2009) 將歐李插穗留 1 至 3 片葉，扦插後發現插穗葉片數增加其發根率、新根數也隨之增加，其推論葉片為插穗的營養器官可供給養分或其他細胞分化物質幫助插穗發根。

結 論

經本研究結果可了解杭菊扦插時所需的環境與生理條件對發根的影響，包括扦插介質以泥炭土與真珠石混和介質 (1:1 v/v) 有較佳的發根能力且方便於移植工作，而插穗以帶有 6 片葉片有助於發根，扦插後於 21 天時就有足夠的根數生長便可進行移植。以上適宜杭菊扦插發根的條件可以提供建立杭菊扦插繁殖體系的參考，進而生產健康之種苗，增進杭菊之生產品質，減少農藥的施用，提供消費者安全的產品。

參考文獻

1. 王茹華、賈志民、逢興杰、周婧. 2009. 食用菊花扦插繁殖影響因素的初步研究. 中國蔬菜 4: 60-62。
2. 行政院農業委員會農糧署. 2015. 杭菊 103 年全年作種植面積. 農情資源報告網 http://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp。
3. 曹琴、王承禹、王鵬飛、杜俊杰. 2009. 葉片數量對歐李嫩枝扦插成活與生長的影響. 安徽農業科學 37: 1526-1527。
4. 張致盛、易美秀. 1996. 穴格大小對菊花穴盤苗生長之影響. 臺中區農業改良場研究彙報 51: 9-20。
5. 陳進分、許育慈. 2012. 臺東地區杭菊栽培與病蟲害管理. 行政院農業委員會臺東區農業改良場。
6. 陳彥睿、許謙信. 1997. 玫瑰”沙蔓莎”品種扦插繁殖之研究. 臺中區農業改良場研究彙報 55: 41-50。
7. 許謙信. 1994. 菊花栽培. 亞熱帶地區花卉設施栽培技術 pp. 102-110。
8. 越茵. 2009. 菊花扦插繁殖技術之研究. 河北農業科學 13: 20-21。
9. 黃善友、何賢彪、何道根、潘仙鵬、項玉英、王伯誠. 2007. 菊花扦插適宜基質的篩選及評價. 浙江農業科學 1: 35-37。
10. 廖文偉、何偉真、廖玉珠. 1990. 介質對馬鈴薯瓶苗扦插與種薯生產之影響. 中國園藝 36: 35-42。
11. De Silva, H., McKenzie, B. A. and Bloomberg, M. 2005. Indolebutyric acid and wounding induced rooting in callused, non-rooted Leyland cypress (x *Cupressocyparis leylandii*) stem cuttings. N. Z. J. Crop Hortic. Sci. 33: 407-412.

Effects of Different Cutting Days, Medium, Cells of Plug on the Rooting of Chrysanthemum Cuttings¹

Guo-Zhong Hsiao² Siao-Yi Huang³ Meng-Chin Hsiao³
Jai-Wei Lee⁴ Jyh-Shyan Tsai^{5,*}

Summary

This study was focused on the cutting propagation of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.). The cuttings were cultivated with 7, 14, 21 and 28 days. We found the root number and root dry weight were low when cultivated with 7 and 14 days. After 21 days, the rooting of cuttings turned better. Cutting media experiments including peat moss mixed with perlite (1: 1 v / v), peat moss mixed with vermiculite (1: 1 v / v), peat moss mixed with sand (1: 1 v / v), sand and two kinds of commercial culture soil showed peat moss mixed with perlite stone and sand have benefits to root of chrysanthemum cuttings. But sand medium was difficult to transplant because loose. The cuttings remained 4 or 6 leaves were cultured respectively in the 70 or 128 cells of plug. A combination of remained 6 leaves and cultured in 70 cells had better rooting ($p < 0.05$).

Key words: Chrysanthemum, Cutting, Medium, Plug

1. This paper is one of part of the research of first author's Master thesis.

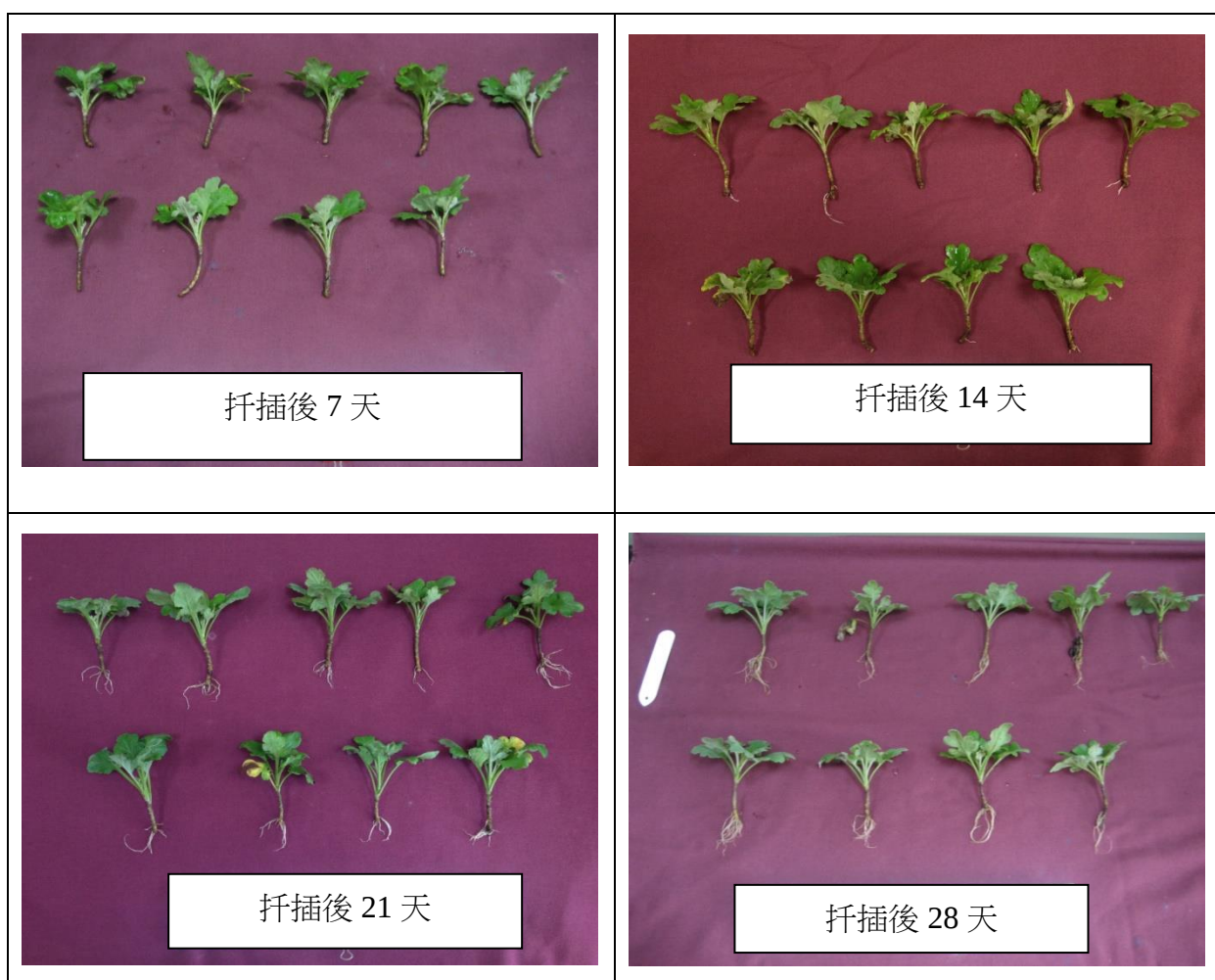
2. Master, Department of Tropical Agriculture and International Cooperation, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan, ROC.

3. Associate Biochemist, Taitung Branch, Tea Research and Extension, Taitung, Taiwan, ROC.

4. Associate Professor, Department of Tropical Agriculture and International Cooperation, National Pingtung University of Science and Technology, Pingtung, Taiwan, ROC.

5. Assistant Professor, Department of Horticulture, National Taitung College, Taitung, Taiwan, ROC.

* Corresponding author



圖一、扞插後不同天數杭菊插穗發根之情形 (2014.3.20-2014.4.16)

Fig. 1. The rooting conditions of the chrysanthemum cuttings on different days after cutting
(Mar. 20, 2014-Apr. 16, 2014)

表一、不同介質對杭菊插穗發根之影響 (2014.4.2-2014.4.22)

Table 1 The effects of the different media on the rooting of chrysanthemum cuttings
(Apr. 2, 2014-Apr. 22, 2014)

處理 (n = 6)	葉片數 (片)	根數 (根)	最長根長 (mm)	莖葉乾重 (mg)	根乾重 (mg)
泥炭土 + 真珠石	8.0 ± 0.9 ^a	10.5 ± 2.1 ^{ab}	39.3 ± 11.6 ^{ab}	354.8 ± 45.3 ^a	4.4 ± 2.1 ^a
泥炭土 + 蛭石	7.3 ± 0.8 ^{ab}	11.8 ± 2.2 ^a	34.5 ± 11.8 ^{abc}	335.9 ± 44.8 ^a	3.2 ± 1.3 ^{ab}
泥炭土 + 砂	6.8 ± 0.8 ^b	10.0 ± 2.8 ^{ab}	43.7 ± 12.6 ^a	342.5 ± 22.6 ^a	2.8 ± 1.1 ^{ab}
砂	7.3 ± 1.0 ^{ab}	12.3 ± 3.3 ^a	28.5 ± 9.0 ^{bc}	350.2 ± 47.3 ^a	4.1 ± 1.4 ^a
市售培養土甲	7.5 ± 1.0 ^{ab}	7.3 ± 4.6 ^b	23.3 ± 4.8 ^c	317.3 ± 55.4 ^a	1.8 ± 1.2 ^b
市售培養土乙	7.5 ± 0.8 ^{ab}	8.5 ± 3.8 ^{ab}	43.3 ± 4.9 ^a	339.4 ± 40.8 ^a	3.9 ± 1.3 ^a

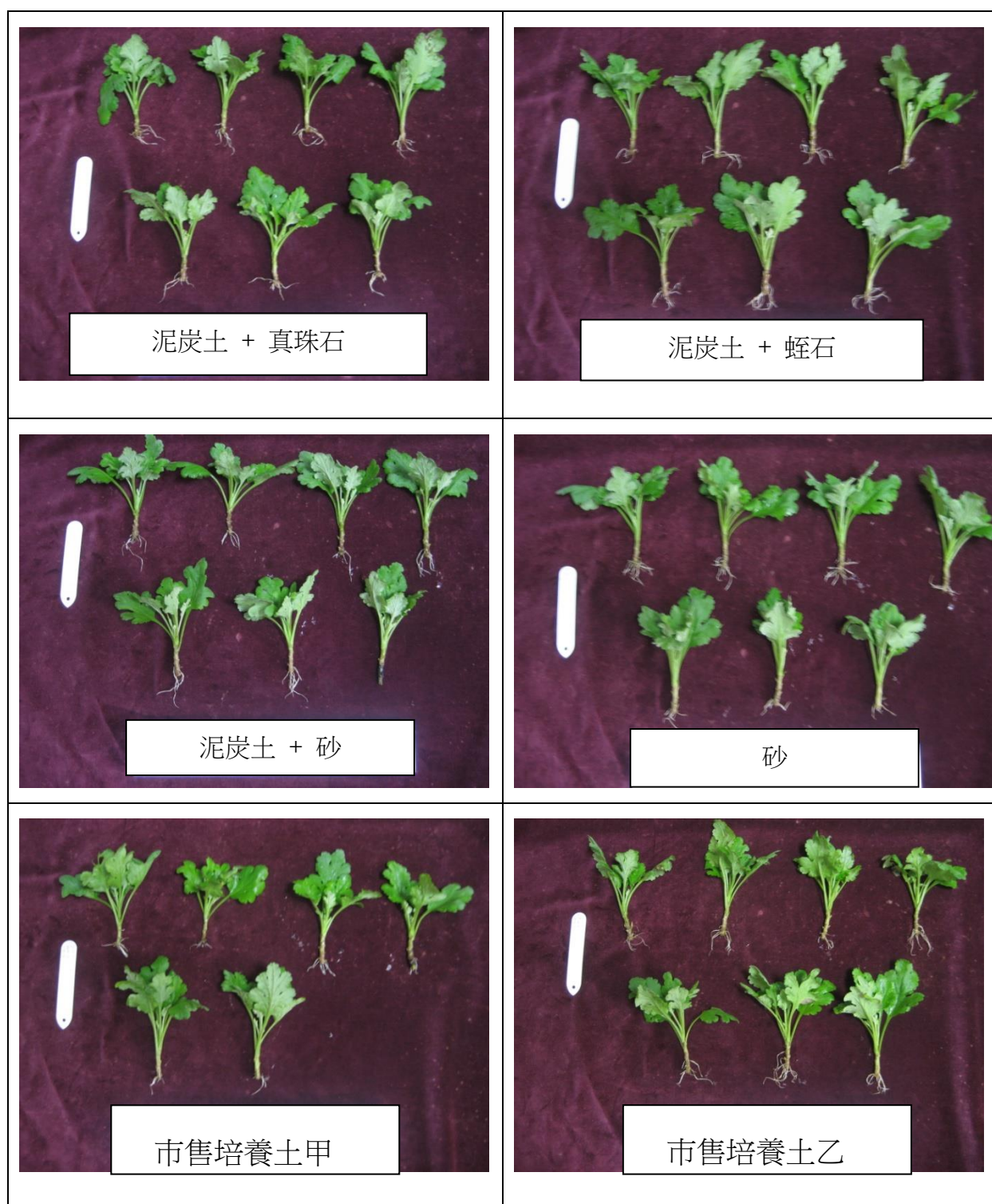
Data represent as mean ± SD. Means with different capital letters in a column are significantly different by LSD test at $p \leq 0.05$.

表二、不同介質對杭菊插穗發根之影響 (2014.4.30-2014. 5.20)

Table 2 The effects of the different media on the rooting of chrysanthemum cuttings
(Apr.30, 2014-May 20, 2014)

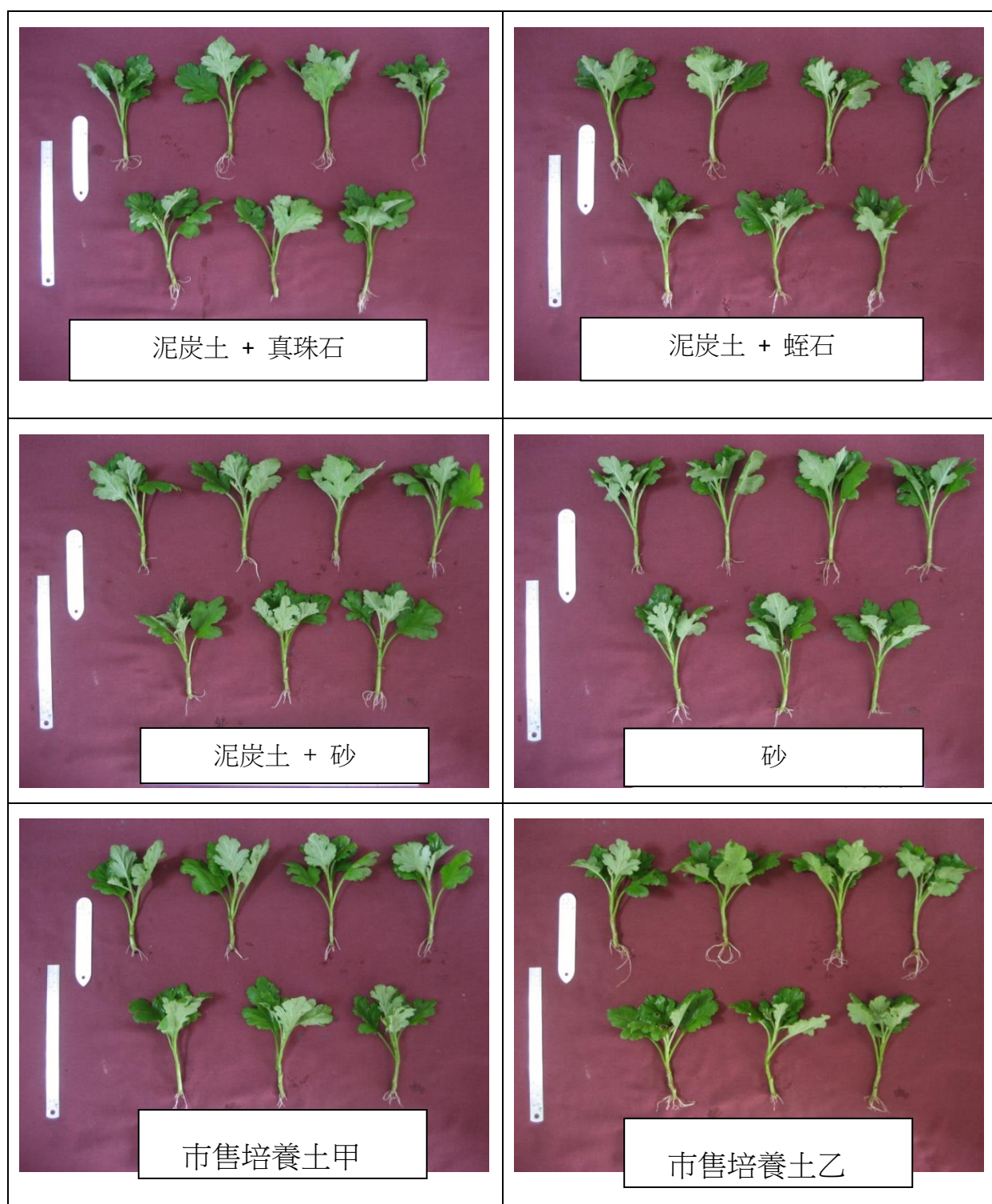
處理 (n = 6)	葉片數 (片)	根數 (根)	最長根長 (mm)	莖葉乾重 (mg)	根乾重 (mg)
泥炭土 + 真珠石	6.8 ± 0.4 ^a	15.3 ± 4.9 ^a	49.7 ± 15.2 ^a	319.8 ± 36.5 ^a	3.0 ± 0.8 ^a
泥炭土 + 蛭石	6.5 ± 0.5 ^a	13.3 ± 3.9 ^{ab}	30.8 ± 10.5 ^b	306.6 ± 14.4 ^a	2.5 ± 0.6 ^{ab}
泥炭土 + 砂	7.0 ± 0.6 ^a	12.7 ± 2.4 ^{ab}	23.8 ± 7.5 ^b	317.1 ± 24.2 ^a	1.6 ± 0.5 ^{bc}
砂	6.8 ± 0.4 ^a	11.7 ± 1.8 ^{bc}	24.3 ± 6.9 ^b	315.6 ± 31.9 ^a	3.4 ± 1.6 ^a
市售培養土甲	6.7 ± 0.5 ^a	8.8 ± 1.3 ^c	24.5 ± 5.0 ^b	308.6 ± 24.3 ^a	1.3 ± 0.3 ^c
市售培養土乙	7.0 ± 0.9 ^a	13.0 ± 2.2 ^{ab}	48.5 ± 17.1 ^a	329.4 ± 14.8 ^a	3.3 ± 0.7 ^a

Data represent as mean ± SD. Means with different capital letters in a column are significantly different by LSD test at $p \leq 0.05$.



圖二、不同介質對杭菊插穗發根之影響 (2014.4.2-2014.4.22)

Fig. 2. The effects of the different media on the rooting of chrysanthemum cuttings
(Apr. 2, 2014- Apr. 22, 2014)



圖三、不同介質對杭菊插穗發根之影響 (2014.4.30-2014.5.20)

Fig. 3. The effects of the different media on the rooting of chrysanthemum cuttings
(Apr. 30, 2014- May 20, 2014)

表三、穴盤穴格大小和杭菊插穗葉片數對杭菊插穗發根之影響 (2014.4.2-2014.4.22)

Table 3 The effects of cell size of plugs and leaf number of cuttings on the rooting of chrysanthemum cuttings (Apr. 2, 2014-Apr. 22, 2014)

處理	葉片數 (片)	根數 (根)	最長根長 (mm)	莖葉乾重 (mg)	根乾重 (mg)
6 片葉 70 格 (n = 6)	8.0 ± 0.9 ^a	8.2 ± 1.2 ^a	35.5 ± 17.7 ^a	253.7 ± 45.9 ^a	2.7 ± 1.2 ^a
6 片葉 128 格 (n = 6)	6.2 ± 0.8 ^b	7.7 ± 4.4 ^{ab}	26.7 ± 13.7 ^a	220.9 ± 21.7 ^{ab}	1.6 ± 1.2 ^{ab}
4 片葉 70 格 (n = 6)	4.8 ± 0.8 ^c	4.3 ± 2.4 ^{bc}	24.5 ± 13.7 ^a	178.1 ± 30.3 ^b	1.1 ± 0.8 ^b
4 片葉 128 格 (n = 3)	4.0 ± 0.0 ^c	3.3 ± 1.2 ^c	21.3 ± 15.5 ^a	174.7 ± 8.8 ^b	0.6 ± 0.5 ^b
插穗葉片數	***	**	NS	***	*
穴格大小	***	NS	NS	NS	NS
插穗葉片數 vs. 穴格大小	NS	NS	NS	NS	NS

Data represent as mean ± SD. Means with different capital letters in a column are significantly different by LSD test at $p \leq 0.05$.

NS, non-significant; *****, significant at $p \leq 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.

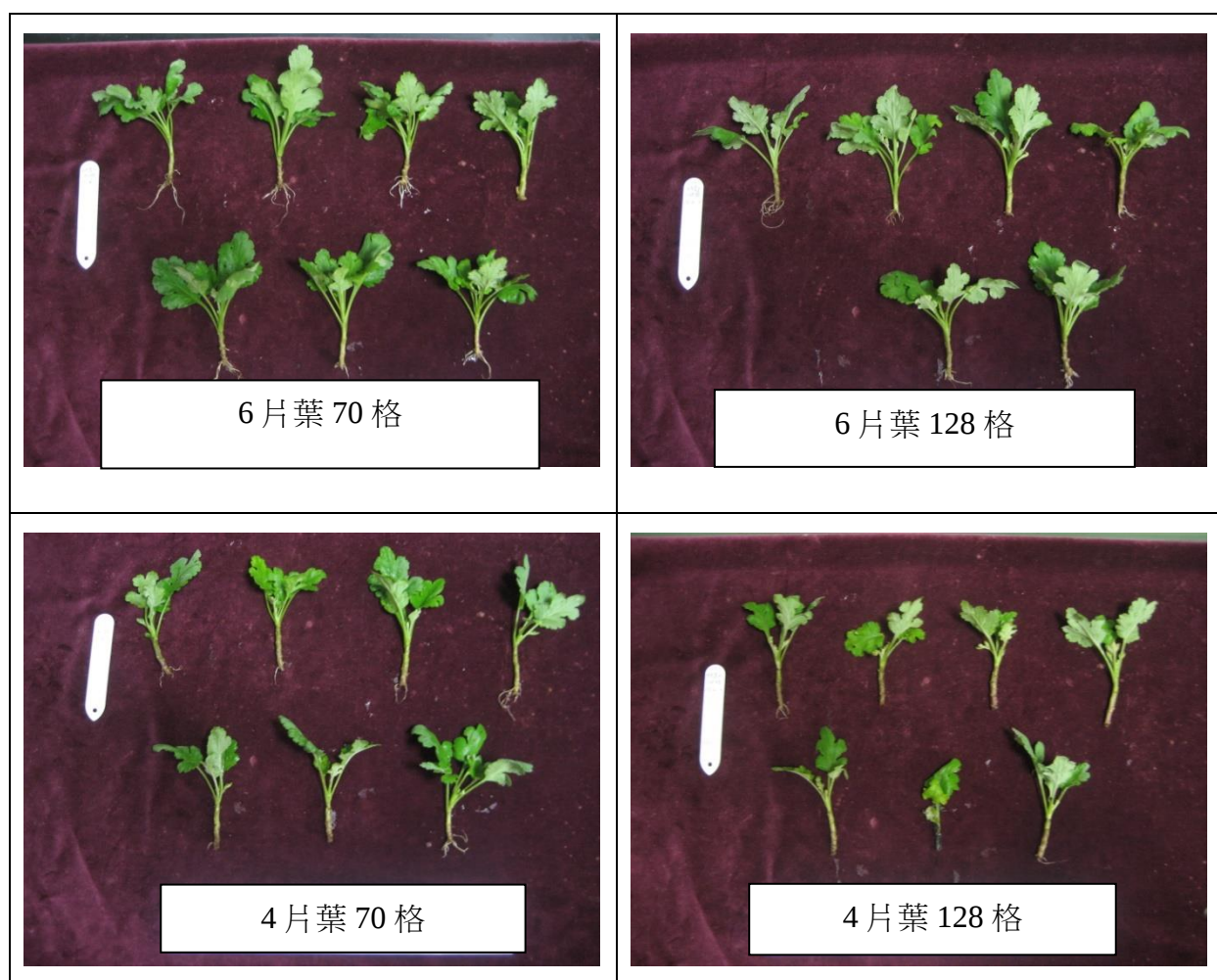
表四、穴盤穴格大小和杭菊插穗葉片數對杭菊插穗發根之影響 (2014.4.30-2014.5.20)

Table 4 The effects of cell size of plugs and leaf number of cuttings on the rooting of chrysanthemum cuttings (Apr. 30, 2014-May 20, 2014)

處理	葉片數 (片)	根數 (根)	最長根長 (mm)	莖葉乾重 (mg)	根乾重 (mg)
6 片葉 70 格 (n = 6)	6.7 ± 0.5 ^a	12.3 ± 5.0 ^a	31.5 ± 11.1 ^a	249.6 ± 21.7 ^a	1.7 ± 1.3 ^a
6 片葉 128 格 (n = 5)	6.6 ± 0.5 ^a	8.0 ± 4.6 ^{ab}	21.2 ± 13.7 ^{ab}	240.1 ± 18.5 ^a	1.0 ± 1.2 ^{ab}
4 片葉 70 格 (n = 4)	4.8 ± 0.5 ^b	6.0 ± 4.1 ^b	10.5 ± 3.7 ^b	182.7 ± 21.3 ^b	0.2 ± 0.2 ^b
4 片葉 128 格 (n = 4)	5.0 ± 0.0 ^b	7.5 ± 3.3 ^{ab}	29.0 ± 9.5 ^a	195.1 ± 20.7 ^b	0.6 ± 0.4 ^{ab}
插穗葉片數	***	NS	NS	***	NS
穴格大小	NS	NS	NS	NS	NS
插穗葉片數 vs 穴格大小	NS	NS	*	NS	NS

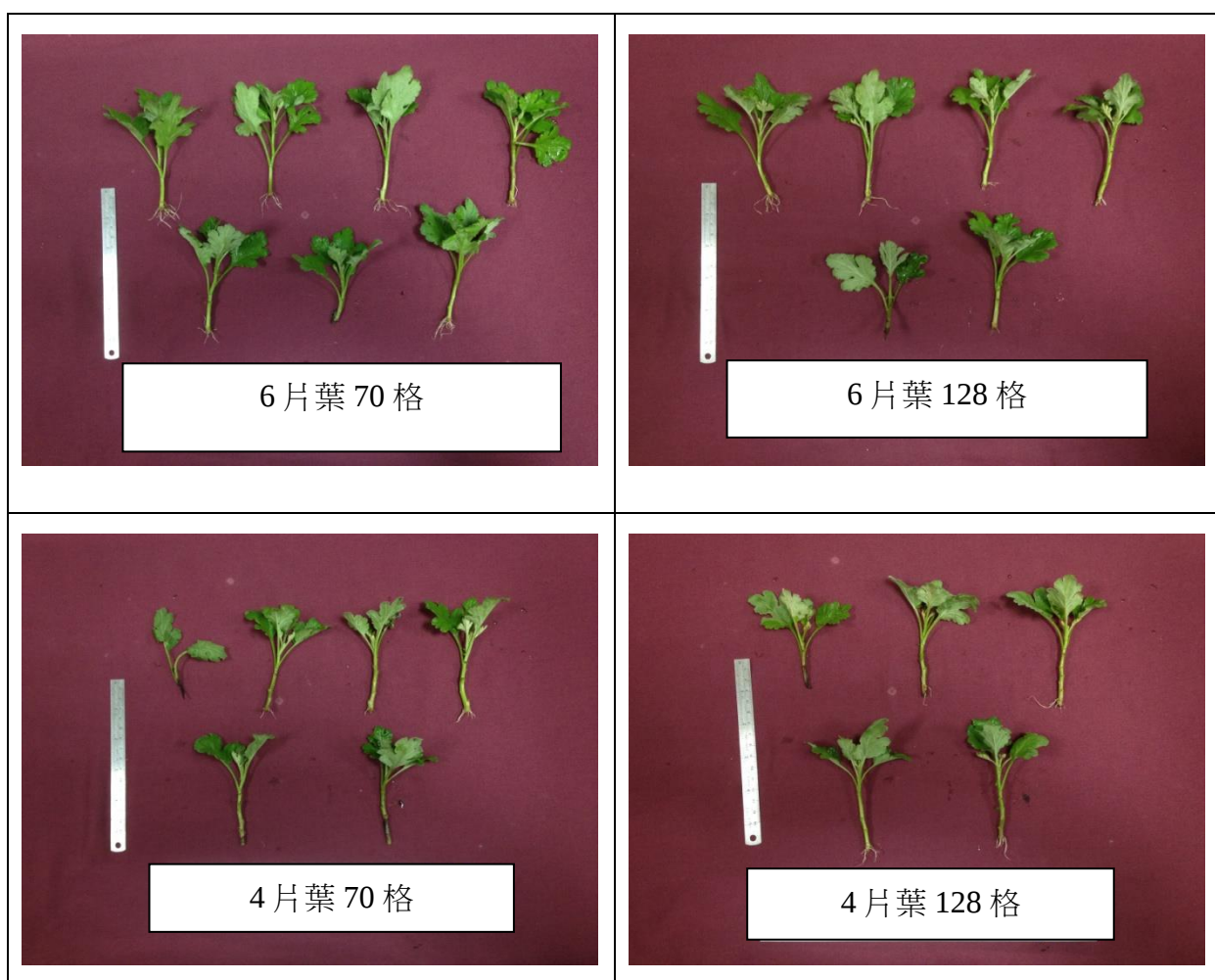
Data represent as mean ± SD. Means with different capital letters in a column are significantly different by LSD test at $p \leq 0.05$.

NS, non-significant; *****, significant at $p \leq 0.05$, 0.01 or 0.001, respectively.



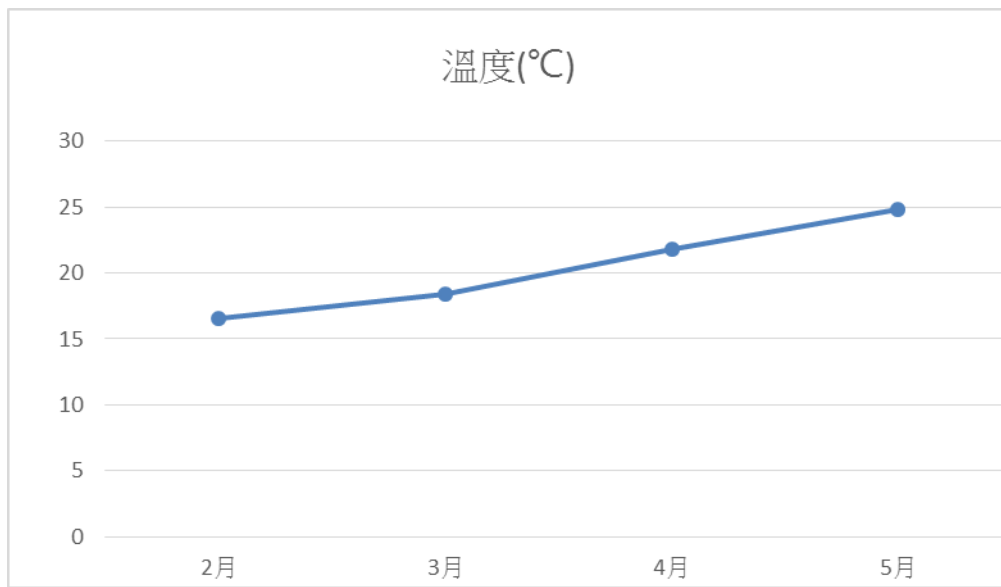
圖四、穴盤穴格大小和杭菊插穗葉片數對杭菊插穗發根之影響 (2014.4.2-2014.4.22)

Fig. 4. The effects of cell size of plugs and leaf number of cuttings on the rooting of chrysanthemum cuttings (Apr. 2, 2014- Apr. 22, 2014)



圖五、穴盤穴格大小和杭菊插穗葉片數對杭菊插穗發根之影響 (2014.4.30-2014.5.20)

Fig. 5. The effects of cell size of plugs and leaf number of cuttings on the rooting of chrysanthemum cuttings (Apr. 30, 2014-May 20, 2014)



附圖一、試驗溫室 2014 年 2 月至 5 月之月均溫變化

Appendix Fig. 1. The average temperature from February to May 2014 at a greenhouse

表十、2007 年 7 月旱害對次季茶產量之影響

Table 10 Effect of next tea season yield during July drought injury in 2007

茶季 Tea season	品種 Cultivar	2006 非旱季 Non-drought	2007 旱季 Drought
-----g/plant-----			
春茶 Spring tea	臺茶十二號	TTES No. 12	86.0cd
	嫁接烏龍	Grafting Oolong	62.4d
	青心烏龍	Chin-Shin Oolong	84.0cd
秋茶 Autumn tea	臺茶十二號	TTES No. 12	123.6a
	嫁接烏龍	Grafting Oolong	74.2bc
	青心烏龍	Chin-Shin Oolong	77.7bc

表中有相同英文字母者表示差異未達 5%顯著

Values followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$ by LSD

杭菊品種-臺灣杭菊 1 號及 2 號 之選育與命名

劉秋芳¹ 張訓堯⁴ 郭芷君^{1,*} 蕭孟衿² 蘇彥碩¹
胡智益³ 邱垂豐¹ 陳右人⁵

摘 要

臺灣杭菊由先民從中國大陸引進開始種植，乾燥後的花朵作為飲料或中藥材使用，加工過程不經過蒸煮，直接熱風烘乾，品質優良。杭菊在臺灣栽種數十載，農民及消費者各界對杭菊的稱呼認知未能一致，經本場與苗栗區農業改良場共同進行杭菊命名作業，白花及黃花品系於 2014 年 11 月 24 日審查通過，正式命名為「臺灣杭菊 1 號」、「臺灣杭菊 2 號」。

臺灣杭菊 1 號和臺灣杭菊 2 號皆無管狀花，為分株繁殖之無性品種，兩品種植株莖直立，葉片綠色有鋸齒，葉背有白色絨毛，兩者開花前植株性狀相似，外觀無法以肉眼判斷，開花後，臺灣杭菊 1 號舌瓣花白色，未展開的舌瓣花黃色；臺灣杭菊 2 號不論開展與否，舌瓣花均為黃色。

臺灣杭菊 1 號花朵乾燥後，呈現淡褐色，茶湯淡黃色，香氣揚，茶湯甜水；臺灣杭菊 2 號乾燥後顏色呈現金黃色，茶湯淡黃，香氣較揚，茶湯甜水鮮爽。以梯度升溫方式乾燥，測得的總多元酚和綠原酸含量部分，臺灣杭菊 2 號高於臺灣杭菊 1 號，呈顯著性差異。

栽培杭菊應注意因多次摘心，樹冠面大，莖易受風害斷裂，應適時架設網架固定，11~12 月為其主要開花期，新竹以北地區進入雨季，花朵易受雨害導致品質不良，應避免露天栽植。

關鍵字：杭菊、臺灣杭菊 1 號、臺灣杭菊 2 號

前 言

杭菊 (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.) 為菊科 (Compositae) 原產於中國之多年生、藥飲兩用作物 (唐等, 2009; 陳, 2012)，早期先民引入臺灣種植，杭菊在臺灣目前栽種品系為黃花、白花及紫花三種花色 (張和王, 2010)。臺灣杭菊產區主要在苗栗縣銅鑼鄉及臺東縣之臺東市、鹿野

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員、研究員兼秘書。臺灣 桃園市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場臺東分場 助理研究員。臺灣 臺東縣。
 3. 行政院農業委員會茶業改良場文山分場 副研究員兼股長 臺灣 新北市。
 4. 行政院農業委員會苗栗區農業改良場 助理研究員。臺灣 苗栗縣。
 5. 臺灣大學園藝暨景觀學系 教授。臺灣 臺北市。

* 通訊作者。

鄉及卑南鄉等，以苗栗縣銅鑼鄉九湖村的栽培最為集中，每年栽種面積約 10~12 公頃間，主要生產白花品系；臺東縣則是分散在幾個鄉鎮，且常有杭菊與其他作物間作或混種的情形，黃花品系為其主要生產品系。臺灣杭菊栽培面積 2013 年度僅約 26.69 公頃 (農情報告資訊網，2013)，產量約 2.5 公噸，為小面積栽培之地方特色作物。臺灣於近 6 年進口乾燥菊花量平均約 100 公噸 (農產貿易資訊系統，2015)，由此可知國產杭菊供應不足，有成長之空間，但面臨生產成本高、大陸低價菊花競爭之問題。

命名登記資料及試驗方法

一、命名登記資料：

- (一) 學名：*Chrysanthemum morifolium* Ramat.。
- (二) 登記命名的品系名稱：白花杭菊和黃花杭菊。
- (三) 登記命名的品系來源：臺灣杭菊約於民國四、五十年代由先人自中國大陸引進，臺灣杭菊 1 號和 2 號苗株取自苗栗縣銅鑼鄉之地方品種。
- (四) 選育機關：苗栗區農業改良場、茶業改良場。
- (五) 登記命名之品種名稱：

臺灣杭菊品系	品種名	商品名
白花	臺灣杭菊 1 號	白雪 (BaiXue)
黃花	臺灣杭菊 2 號	黃金菊 (HuangJinJu)

(六) 栽培注意事項：

杭菊營養生長適宜的氣溫為 15~28 ℃，一般於 4 月清明節後開始種植，種植前需選擇排水良好、pH 值 5.2~6.7 的砂質壤土為佳；杭菊耐旱不耐淹水，畦高 30 cm 以上為宜，以減少萎凋病發生；定植之行株距約 60 × 60 cm，有助植株摘心後之生育空間。生長後期因分枝數眾多，花序較重，需以植栽網協助支撐，以免受風害影響造成莖部斷裂。新竹以北地區因杭菊採收時約 11 月中旬後，容易遇到下雨而影響採收花蕾品質及加工處理，在栽培上應避免露天栽種，尤其是低溫時花瓣之花青素累積，造成臺灣杭菊 1 號的白色舌狀花邊緣顯現粉色，影響外觀品質；臺灣杭菊 2 號則因黃色舌狀花顏色較深，影響較臺灣杭菊 1 號輕微。

(七) 品質特性描述

杭菊加工方法均為田間採收後，直接放入乾燥室烘乾至含水量 5 % 以下，臺灣杭菊 1 號 (白花) 乾燥後外觀呈現淡褐色，茶湯淡黃色，香氣揚，茶湯甜水；臺灣杭菊 2 號 (黃色) 因舌狀花顏色內外深淺較為一致，因此，乾燥後顏色呈現金黃色，茶湯淡黃，香氣較揚，茶湯甜水鮮爽。

二、試驗方法：

(一) 臺灣杭菊性狀試驗方法：

於 102 年 7 月上旬進行杭菊 3 種花色品系扦插苗定植，行株距 60 cm × 60 cm，每個月摘心一次，共摘心 2 次，3 重複，每重複 16 株，每小區畦長 5 m，畦寬 110 cm (不含畦溝)，雙行三角種植，

RCBD。施肥處理：氮肥每分地 20~40 kg、磷肥 15~30 kg、鉀肥 20~40 kg。病蟲害防治：於必要時進行病蟲害噴藥防治。

調查方法及項目：調查期於杭菊開花期（頂花開放至中間小花盛開時）統一進行，每重複取 10 株進行調查，調查時可量化之性狀及 RHS 色卡號均要紀錄，並填列特性代碼。調查項目詳如 pp.210-215。

(二) 杭菊乾燥花朵品質

1. 杭菊乾燥方法：

當花朵開放至 8 分，晴天時以人工採收，將花朵平鋪至萎凋架上，花朵重量 0.33 g/cm^2 以下，厚度約 2 朵花層疊，放入烘箱乾燥，烘乾時烘箱之出風口全開，避免菁味殘留。以熱風乾燥機（崧羽 SY-40）設定 50/60 °C 各 5 小時、60 °C 10 小時、35~80 °C 每小時提高 5 °C 梯度升溫方式進行乾燥，當花朵乾燥至含水量 5 % 以下時取出，冷卻後以不透光材質密封，存放在低濕乾燥環境。

2. 杭菊品評方法：

品質評審方法係依據感官品評方式評定杭菊外觀之形狀、色澤、水色、香氣、滋味等優劣，沖泡方法為 150 mL 鑑定杯組內，放置 3 g 不同乾燥處理之杭菊花朵後，沖入沸水浸泡 5 分鐘，隨即將茶湯倒入評審杯內，並先評審未經沖泡之乾燥花朵之形狀及色澤之優劣，再評審茶湯水色、香氣及滋味。評審評分標準為形狀及色澤各佔 10 分、水色佔 20 分、香氣及滋味各佔 30 分，合計為 100 分。

3. 杭菊乾燥花朵成分含量分析

(1) 試驗方法：取 35~80 °C 每小時提高 5 °C 梯度升溫處理之乾燥花朵，以均質機磨粉處理後秤取 0.5 g，以熱開水 (100°C) 45 mL 萃取 5 分鐘後待冷過濾，並定量至 50 mL，每個處理進行 3 重複之萃取。

A. 總多元酚測定：將濾液經稀釋後取 1 mL，加 1 mL 酒石酸鐵溶液 (Ferrous Tartrate Solution) 及 3 mL 磷酸鉀鈉緩衝液，呈色後以分光光度計測其在 540 nm 之吸光度，另以 Ethyl gallate 製備標準曲線，換算總多元酚類為乾物重百分比 (Iwasa, 1975)。

B. 總游離胺基酸含量測定 (Ikegaya and Masuda, 1986)：檢量線標準液之配置：取 0.025 g 茶胺酸以二次水定量至 50 mL，是為 500 ppm 之標準液，再以二次水稀釋成 10、20、40、60、80、100 ppm，定量至 10 mL 備用。

樣品取 15 mL 加入 0.15 g 之 Polyvinylpolypyrrolidone，以震盪器混合 30 分鐘使充分反應後，以 Advantec #1 號濾紙過濾後，濾液以二次水稀釋 1/2 倍備用。

試劑配置：醋酸緩衝液 (2 M, pH 5.2)：19 g $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ 溶於 500 mL 二次水後，加入 36 mL 冰醋酸，以二次水定量至 1,000 mL。 SnCl_2 溶液：0.1 g SnCl_2 溶於 50 mL 醋酸緩衝液。 Ninhydrin 溶液：3 g Ninhydrin 溶於 100 mL 95% 乙醇。

樣品測定：取 1 mL 檢量線標準液及樣品液，依次加入 0.5 mL 之 SnCl_2 溶液及 0.5 mL 之 Ninhydrin 溶液，於 100 °C 水浴鍋中加熱 15 分鐘待冷後，加入 10 mL 50 % 酒精，以分光光度計測量 570 nm 之吸光度，樣品所得吸光值依據檢量線標準液所繪製之標準曲線換算總游離胺基酸之含量。

C. 綠原酸高效液相層析分析條件：依據中華民國國家標準 (CNS) 15022 類號 N6384「食品檢驗法-兒茶素之測定」之層析條件作細部微調進行分析。管柱 Merck CART 250-4 PUROSPHER STAR RP-18(E) 5 μm ；Eluent A: 0.1 % formic acid、Eluent B: acetonitrile、Flow rate: 1 mL/min、Detector: Thermo UV6000LP、Wave length: 280 nm、Injection volume: 5 μL ，分析結果依綠原酸

標準品圖譜之保留時間進行判定，以各標準品繪製標準曲線，計算樣品該成分之含量。

命名經過及試驗結果

一、命名經過：臺灣目前栽培之白、黃及紫花之杭菊為地方栽培種，農民對於各花色稱呼並不一致，臺灣杭菊白花色系，銅鑼鄉稱為杭菊，黃花色系則稱為金菊，經本場利用 ISSR 分子技術鑑定，杭菊各花色間差異極小，國產杭菊與大陸栽培種有部分不同，消費者更是難以辨認，為讓消費大眾清楚辨識，農民及研究工作者有共同明確標的，並防止進口菊花與國產杭菊混淆，故本場邀集各產區縣政府、農會、改良場及產銷班等，共同商議杭菊命名作業，並將杭菊定義為在臺灣已有多年栽培歷史之重瓣狀菊花，其花朵經乾燥加工處理後，沖泡時具芬芳香氣，長期適合國人飲用之菊花即稱之。本次命名的品系以白花和黃花為主，紫花品系因花色深淺不一之變因，不符合命名的原則而不列入。

二、試驗結果：

(一) 植株生育特性詳如表一。

1. 株型 (圖一)

臺灣杭菊 1 號平均高度 36.97 cm，株高屬矮等；莖為直立，有 23.21 節，節間短；主莖莖粗 4.27 mm，中等；莖的顏色有綠色或褐色，會間雜花青素 (圖二)；側枝的著生角度 48.93 度，屬中等；花頸細，為 1.86 mm，花頸長度 5.76 cm，屬中等。

臺灣杭菊 2 號平均高度 38.10 cm，株高屬矮等；莖亦為直立，有 23.67 節，節間短；主莖莖粗 4.25 mm，屬中等；莖的顏色有綠色或褐色，會間雜花青素 (圖二)；側枝的著生角度 45.43 度，屬中等；花頸細，為 1.66 mm；花頸長度 6.10 cm，屬中等。

2. 葉 (圖三)

臺灣杭菊 1 號葉片具有 6.07 mm 托葉，大小為中等；葉長 5.55 cm，屬短等；葉寬為 4.85 cm，屬中等；葉片長寬比低，葉厚中等，葉片質地為肉質，葉緣鋸齒粗，葉綠色 (137A)，葉之一次缺刻長，缺刻底部形狀中等，缺刻底部無突起，葉裂片緣部情形分歧，葉基部形狀屬非對稱形，葉先端尖形。

臺灣杭菊 2 號葉片具有 5.45 mm 托葉，大小為中等；葉長為 6.55 cm，葉寬為 4.60 cm，均為中等；葉片長寬比低；葉厚 0.47 mm，屬中等；葉片質地為肉質，葉緣鋸齒粗，葉綠色 (N137A)，葉之一次缺刻長，缺刻底部形狀中等，缺刻底部無突起，葉裂片緣部情形分歧，葉基部形狀屬非對稱形，葉先端尖形。

3. 花

臺灣杭菊 1 號為多花型 (圖四)，其花序形態為凹型，花朵直徑小，3.16 cm，花朵高度為 1.53 cm，屬中等，重瓣花型，總苞片輪數 5 輪以下，總苞片沒有混於舌狀花間，大多數及最外輪舌狀花縱軸形狀均為平形，舌狀花花管長度短，0.59 cm，舌狀花短花管花瓣橫斷面內凹，花瓣呈龍骨狀，數目平均 2.33 個，舌狀花最外輪長度短，寬度窄，長寬比低，厚度薄，舌狀花頂端形狀圓形，花朵達第 8 發育階段外輪舌狀花主要顏色為白色 (NN155B)，內輪舌狀花主要顏色為黃色 (8B)(圖五)，舌狀花表面質地平滑，花托直徑小 (4.3 mm)，花托形狀為高圓錐形。

臺灣杭菊 2 號亦是多花型 (圖六)，其花序形態為凹型，花朵直徑小，3.37 cm；花朵高度為 1.54 cm，屬中等，重瓣花型，總苞片輪數 5 輪以下，總苞片沒有混於舌狀花間，大多數及

最外輪舌狀花縱軸形狀均為平形，舌狀花花管長度短，0.56 cm，舌狀花短花管花瓣橫斷面內凹，花瓣呈龍骨狀，數目平均 2.2 個，舌狀花最外輪長度短，寬度中等，長寬比低，厚度薄，舌狀花頂端形狀圓形，花朵達第 8 發育階段外輪舌狀花主要顏色為黃色 (6A)，內輪舌狀花主要顏色為黃色 (12A)(圖七)，舌狀花表面質地平滑，花托直徑小 (4.37 mm)，花托形狀為高圓錐或高圓頂形。

(二) 杭菊乾燥花朵品質

臺灣杭菊 1 號花朵乾燥後外觀顏色為淡褐色，2 號則為金黃色 (圖八)，茶湯均為淡黃色 (圖九)。3 種乾燥溫度處理對花朵的形狀、水色、香氣影響無顯著差異 (表二)，但對其茶乾色澤及茶湯滋味影響較大。利用 35~80 °C 梯度升溫處理對 2 種花色杭菊茶乾的色澤及茶湯滋味表現會最好；以單一溫度 60 °C 處理雖然香氣雖會較濃郁，但其茶湯滋味接受度最差，滋味較苦。

(三) 杭菊乾燥花朵化學成分含量分析結果：

1. 多元酚含量部分：臺灣杭菊 1 號含量為 30.65 mg/g，臺灣杭菊 2 號則有 37.08 mg/g (表三)，兩者呈顯著性差異，與茶葉相比較，多元酚含量是茶葉的 6 分之 1 至 12 分之 1。
2. 總游離胺基酸 (Free amino acid) 含量部分：臺灣杭菊 1 號含量為 36.80 mg/g，臺灣杭菊 2 號則有 35.60 mg/g，二個品種沒有顯著性差異。
3. 綠原酸 (Chlorogenic acid) 成分：臺灣杭菊 2 號含量較高，可達 4.59 mg/g；臺灣杭菊 1 號含量較低，僅 2.62 mg/g，兩者呈顯著性差異。

結 論

臺灣杭菊 1 號和 2 號植株莖部直立，主莖為綠色或褐色，並具有紫色花青素；葉片屬中等，短葉，鋸齒粗，葉背有白色絨毛，葉色為綠色；花朵為頭狀花序聚繖狀排列，頂生，直徑約 3 cm，舌狀花雌性，不結實，花朵達第 8 發育階段時，1 號之外輪舌狀花主要顏色為白色 (NN155B)，內輪舌狀花主要顏色為黃色 (8B)，2 號外輪和內輪舌狀花主要顏色都為黃色，2 品種均無管狀花，秋季短日約 8 月進入花芽分化，9 月肉眼可見花苞，開花期在 11 月份。

乾燥花朵臺灣杭菊 1 號呈現淡褐色，臺灣杭菊 2 號顏色呈現金黃色，較為討喜，兩品種茶湯均為淡黃色。總多元酚和綠原酸含量臺灣杭菊 2 號較 1 號高，總游離胺基酸含量品種間無顯著性差異。

誌 謝

參與本項命名的工作人員名錄如下：

	茶業改良場	陳右人、邱垂豐
1. 命名工作督導	苗栗區農業改良場	侯鳳舞
	臺東區農業改良場	林學詩
2. 命名工作主持人	茶業改良場	劉秋芳
3. 杭菊區域試驗	茶業改良場	劉秋芳、鍾選育、黃冠銘
	茶業改良場臺東分場	蕭孟衿
	苗栗區農業改良場	張訓堯

4. 杭菊官能品評	茶業改良場	邱垂豐、蘇彥碩、劉秋芳
5. 杭菊成分分析	茶業改良場	郭芷君
6. 資料整理與撰寫	茶業改良場	劉秋芳
	苗栗區農業改良場	張訓堯

參考文獻

1. 朱盛祺、許育慈、楊秀珠. 2012. 杭菊病蟲害之發生與管理. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局, 農業藥物毒物試驗所編印。
2. 沈學根、汪濤、郭巧生. 2010. 杭菊不同加工工藝及其對品質影響. 中國現代中醫 12(3): 28-29。
3. 李冬玲. 2010. 不同來源藥用菊花揮發油和總黃酮含量的比較分析. 安徽農業科學 38(7): 3444-3446。
4. 周可金、章力于、張俊霞、馬成澤. 2010. 種植密度和氮磷鉀肥對藥用菊花的產量及光合作用效率的影響. 土壤 42(4): 579-583。
5. 胡海波、王德群、韓邦興. 2011. 杭菊品種及產地現狀考察. 中華中醫藥雜誌 26(4): 825-827。
6. 郝文雅、劉德輝、徐飛、楊劍波、盛蒂. 2008. 施肥對栽培菊花土壤的有機無機複合性狀和菊花產量與品質的影響. 土壤 40(4): 616-621。
7. 張惟雅. 2007. 菊花保健成分之探討. 東海大學食科系碩士論文。
8. 盛蒂、閻廣軒、劉德輝、代靜玉、李輝信、胡鋒. 2007. 施肥對藥用菊花的產量和總黃酮、綠原酸含量的影響. 南京農業大學學報 30(1): 75-78。
9. 陳進分. 2012. 臺東地區杭菊栽培與病蟲害管理. 臺東區農業改良場技術專刊特 48 輯 p. 2。
10. 陳進分. 2010. 杭菊栽培管理. 農業世界雜誌 325: 10-15。
11. 張訓堯、王仁助. 2010. 銅鑼鄉杭菊產業發展概況. 農業世界雜誌 325: 23-29。
12. 劉秋芳、邱垂豐. 2012. 臺灣杭菊栽培起源及產銷現況介紹. 茶業專訊 8: 1-4。
13. 劉秋芳. 2012. 臺灣杭菊品系之生育調查. 臺灣茶業研究彙報 31: 41-52。
14. 劉秋芳、邱垂豐. 2012. 臺灣杭菊栽培現況及農藝性狀調查. 出自“第一屆茶業科技研討會專刊”，陳玄、曾方明 (合編). pp. 155-159. 桃園：茶業改良場。
15. 劉秋芳、郭芷君. 2013. 乾燥處理對臺灣杭菊官能品評及化學成分之影響. 出自“第三屆茶業科技研討會專刊”，劉千如、蘇彥碩、陳右人、陳國任、邱垂豐、蔡憲宗 (合編). pp. 63-70. 桃園：茶業改良場。
16. 經濟部標準檢驗局. 2006. 食品檢驗法-兒茶素之測定. 中華民國國家標準 (CNS) 15022 類號 N6384。
17. 農產貿易資訊系統. 2015. 2015 年 7 月 14 日. 取自 <http://agrapp.coa.gov.tw/TS2/TS2Jsp/Index.jsp>.
18. Ikegaya, K. and Masuda, M. 1986. A new simple determination method of total amino acid in tea. 茶研報 63: 35-36.

Chrysanthemum Cultivars - Taiwan Hang Ju No. 1 and No. 2 Selection and Nomenclature

Chiou-Fang Liu¹ Hsun-Yao Chang⁴ Chih-Chun Kuo^{1,*} Meng-Chin Hsiao²
Yen-Shuo Su¹ Chih-Yi Hu³ Chui-Feng Chiu¹ Iou-Zen Chen⁵

Summary

The chrysanthemum culture of Taiwan was come from China. The dried flowers were used for traditional Chinese herbal medicine or beverage. Even though chrysanthemums had planted in Taiwan for many decades, there is no coincidence for cognition of the 'chrysanthemum' naming. Our station worked with the Miaoli District Agricultural Research and Extension Station to name chrysanthemum. White and yellow lines have officially named the "Taiwan Hang Ju No. 1" and "Taiwan Hang Ju No. 2." on November 24, 2014.

Taiwan Hang Ju No. 1 and No. 2 have no tubular flowers. The seedling almost was taken by natural division propagation. These two cultivars show stem erect, green leaves are serrated, dorsal leaves have white hair. The plant traits of them have similar appearance before blooming. After flowering, ray florets of Taiwan Hang Ju No. 1 are white, the fold ray florets are yellow. Ray florets of Taiwan Hang Ju No. 2 are yellow even it were open up.

The dried flower color of Taiwan Hang Ju No. 1 was light brown, the liquor color was yellowish, the aroma was evaporated, the taste was sweet; the dried flower color of Taiwan Hang Ju No. 2 was golden yellow, the liquor color was light yellow, the aroma was much evaporated than No. 1, the taste was clean and sweet. Use drying mode of stepwise heating, then compare total polyphenol and chlorogenic acid, all the data show that Taiwan Hang Ju No. 2 higher than No. 1, and have significant difference.

Farmers have proceeded to do pinching repeatedly, this practice has caused large canopy surface, and the stems were fractured easily by wind damage, so farmers should be appropriately to set up a fixed net. Because rainy season started in the north area of Hsinchu on November to December, to avoid poor quality of flower during main harvest period, we suggest that farmers should not conduct outdoor planting in these areas.

Key words: Chrysanthemum, Taiwan Hang Ju No. 1, Taiwan Hang Ju No. 2

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

2. Assistant Agronomist, Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan, R.O.C.

3. Associate Researcher and Chief, Wunshan Branch, Tea Research and Extension Station, New Taipei City, Taiwan, R.O.C.

4. Assistant Agronomist, Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Miaoli, R.O.C.

5. Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan, R.O.C.

* Corresponding author.

表一、臺灣杭菊 1 號、2 號性狀調查結果表

Table 1 Survey results of Taiwan Hang Ju No. 1 and No. 2 traits

序號 Number	性 狀 Traits	量測標準 Measure standard	特性代碼 (註記) Character code										臺灣杭菊 1 號 Taiwan Hang Ju No. 1		臺灣杭菊 2 號 Taiwan Hang Ju No. 2	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	調查值 Investigation value	特性 Character	調查值 Investigation value	特性 Character	
1	株型：株高 (cm)	地面至最 頂端高度	極矮	30	矮	40	中	50	高	60	極高	36.97 ± 1.00	矮	38.10 ± 0.41	矮	
2	株型：節數	地面至頂 花芽節數	極少	15	少	20	中	25	多	30	極多	23.21 ± 2.89	中	23.67 ± 2.81	中	
3	株型：節間長 (mm)	量測頂花 下第 5 節 至 15 節 長度除以 10	極短	10	短	15	中	20	長	25	極長	13.33 ± 1.32	短	12.44 ± 1.58	短	
4	莖：主莖莖粗 (mm)	量測頂花下 第 15 (少於 15 節量第 10 節) 節間 位置			細	4	中	6	粗			4.27 ± 0.46	中	4.25 ± 0.47	中	
5	莖：莖色	頂花下第 15 節位置 ，如果節 數少於 15，則量 測第 10 節	綠	褐	紫							1、2	黃綠色 (148A、 152AB)	1、2	黃綠色 (148A、 152AB)	
6	莖：莖含花青素		無								有	9	有	9	有	

序號 Number	性 狀 Traits	量測標準 Measure standard	特性代碼 (註記) Character code									臺灣杭菊 1 號 Taiwan Hang Ju No. 1		臺灣杭菊 2 號 Taiwan Hang Ju No. 2	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	調查值 Investigation value	特性 Character	調查值 Investigation value	特性 Character
7	莖：側枝著生 角度 (度)	由上往下 算第 10 葉 片處			小	40	中	60	大			48.93 ± 3.83	中	45.43 ± 3.97	中
8	莖：花頸粗細 (mm)	量頂花頸			細	2.5	中	5	粗			1.86 ± 0.06	細	1.66 ± 0.18	細
9	莖：頂花花頸 長度 (cm)	頂花花托 下方至第 二花梗之 節間			短	5	中	10	長			5.76 ± 0.67	中	6.10 ± 0.84	中
10	葉：托葉長度 (mm)	托葉有無 及大小 (長 度)			小	5	中	10	大			6.07 ± 0.53	中	5.45 ± 0.47	中
11	葉：葉長 (cm)	(圖一之 A) 量測植株 中段之葉片			短	6	中	12	長			5.55 ± 0.41	短	6.55 ± 1.11	中
12	葉：葉寬 (cm)	(圖一之 B) 量測植株 中段之葉片			窄	4	中	8	寬			4.85 ± 0.36	中	4.60 ± 0.43	中
13	葉：葉長寬比	葉長除以 葉寬			低	1.2	中	1.6	高			1.16 ± 0.01	低	1.43 ± 0.22	低
14	葉：葉厚 (mm)				薄	0.4	中	0.6	厚			0.43 ± 0.02	中	0.47 ± 0.01	中

序號 Number	性 狀 Traits	量測標準 Measure standard	特性代碼 (註記) Character code									臺灣杭菊 1 號 Taiwan Hang Ju No. 1		臺灣杭菊 2 號 Taiwan Hang Ju No. 2	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	調查值 Investigation value	特性 Character	調查值 Investigation value	特性 Character
15	葉：葉質地		肉質	革質								1	肉質	1	肉質
16	葉：葉緣鋸齒	葉片之性 狀以頂花 下第 15 葉 片為準 (圖六)			細		中		粗			7	粗	7	粗
17	葉：葉色	葉上表皮 顏色 RHS 值			淺綠		綠		濃綠			5	綠色 (137A)	5	綠色 (N137A)
18	葉：葉之一次缺刻	(圖二)			短	0.25	中	0.5	長			2.32 ± 0.12	長	2.34 ± 0.03	長
19	葉：缺刻底部形狀	(圖三)	尖銳	中等	圓形							2	中等	2	中等
20	葉：缺刻底部突起	(圖四)	無								有	1	無	1	無
21	葉：葉裂片緣部 情形	(圖五)	分歧	平行	聚合							1	分歧	1	分歧
22	葉：葉基部形狀	(圖七)	尖形	鈍形	圓形	截形	心形	非對 稱				6	非對稱	6	非對稱
23	葉：葉先端形狀	(圖八)	尖銳	尖形	鈍圓形							2	尖形	2	尖形
24	花：花序形態	(圖十)	繖形	圓錐	圓筒形	凹形						4	凹形	4	凹形

序號 Number	性 狀 Traits	量測標準 Measure standard	特性代碼 (註記) Character code									臺灣杭菊 1 號 Taiwan Hang Ju No. 1		臺灣杭菊 2 號 Taiwan Hang Ju No. 2	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	調查值 Investigation value	特性 Character	調查值 Investigation value	特性 Character
25	花：頂花發育達 8 階段時露色花朵數 (個)	頂花發育達 8 階段時露色花朵數			少	8	中	12	多			3.95 ± 0.14	少	3.67 ± 0.08	少
26	花：花朵直徑 (cm)	圖十二			小	4	中	6	大			3.16 ± 0.21	小	3.37 ± 0.17	小
27	花：花朵高度 (cm)	圖十三			低	1.5	中	3	高			1.53 ± 0.06	中	1.54 ± 0.11	中
28	花：花型		單瓣	半重瓣	重瓣							3	重瓣	3	重瓣
29	花：總苞片輪數 (輪)		5 輪或更少	多於 5 輪								4.47 ± 0.23	5 輪或更少	4.04 ± 0.54	5 輪或更少
30	花：總苞片混於舌狀花間		無								有	1	無	1	無
31	花：大多數舌狀花縱軸形狀	圖十四	外反	平	內曲	扭曲	上折	下垂				2	平	2	平
32	花：最外輪舌狀花縱軸形狀	圖十四	外反	平	內曲	扭曲	上折	下垂				2	平	2	平
33	花：舌狀花花管長度 (cm)	圖十五之 C			短	2	中	4	長			0.59 ± 0.08	短	0.56 ± 0.04	短

序號 Number	性 狀 Traits	量測標準 Measure standard	特性代碼 (註記) Character code									臺灣杭菊 1 號 Taiwan Hang Ju No. 1		臺灣杭菊 2 號 Taiwan Hang Ju No. 2	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	調查值 Investigation value	特性 Character	調查值 Investigation value	特性 Character
34	花：舌狀花短花 管品種花瓣橫 斷面	圖十六	內凹	平	中凸							1	內凹	1	內凹
35	花：舌狀花短花 管品種花瓣 龍骨狀		無								有	9	有	9	有
36	花：舌狀花數目 (個)				少	150	中	250	多			252.75 ± 23.84	多	254.79 ± 29.74	多
37	花：龍骨狀數目 (個)		1	2	3	多於 3						2.33 ± 0.27	2	2.20 ± 0.16	2
38	花：舌狀花最 外輪長度 (cm)	圖十五之 A			短	2	中	4	長			1.36 ± 0.04	短	1.39 ± 0.01	短
39	花：舌狀花最 外輪寬度 (mm)	圖十五之 B			窄	5	中	10	寬			4.24 ± 0.38	窄	4.74 ± 0.30	中
40	花：舌狀花 長寬比	圖十五之 A/B			低	5	中	10	高			2.78 ± 0.22	低	2.62 ± 0.20	低
41	花：舌狀花 厚度 (mm)	最外輪舌 狀花厚度			薄	0.3	中	0.5	厚			0.12 ± 0.02	薄	0.15 ± 0.02	薄
42	花：舌狀花 頂端形狀	圖十七	尖形	圓形	齒狀	有刺突						2	圓形	2	圓形

序號 Number	性 狀 Traits	量測標準 Measure standard	特性代碼 (註記) Character code										臺灣杭菊 1 號 Taiwan Hang Ju No. 1		臺灣杭菊 2 號 Taiwan Hang Ju No. 2	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	調查值 Investigation value	特性 Character	調查值 Investigation value	特性 Character	
43	花：花朵達第 8 發育階段外輪舌狀花主要顏色	RHS 值	白色	粉紅色	紫色	紅色	橙色	黃色	綠色	褐色	其他	1	白色 (NN155B)	6	黃色 (6A)	
44	花：花朵達第 8 發育階段內輪舌狀花主要顏色	RHS 值	白色	粉紅色	紫色	紅色	橙色	黃色	綠色	褐色	其他	6	黃色 (8B)	6	黃色 (12A)	
45	花：外輪舌狀花內側顏色 (如與 42 不同)	RHS 值	白色	粉紅色	紫色	紅色	橙色	黃色	綠色	褐色	其他	1	白色 (NN155B)	6	黃色 (6B)	
46	花：內輪舌狀花內側顏色 (如與 43 不同)	RHS 值	白色	粉紅色	紫色	紅色	橙色	黃色	綠色	褐色	其他	6	黃色 (8B)	6	黃色 (6A)	
47	花：花朵達第 10 發育階段主要舌狀花內部顏色	RHS 值	白色	粉紅色	紫色	紅色	橙色	黃色	綠色	褐色	其他	1	白色 (NN155D)	6	黃色 (6A)	
48	花：舌狀花表面質地		平滑	織紋								1	平滑	1	平滑	
49	花：花托直徑 (mm)				小	8	中	12	大			4.30 ± 0.44	小	4.37 ± 0.33	小	

序號 Number	性 狀 Traits	量測標準 Measure standard	特性代碼 (註記) Character code									臺灣杭菊 1 號 Taiwan Hang Ju No. 1		臺灣杭菊 2 號 Taiwan Hang Ju No. 2	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	調查值 Investigation value	特性 Character	調查值 Investigation value	特性 Character
50	花：花托形狀	圖十九	平圓頂	高圓 頂	平圓錐	高圓錐	中凹					4	高圓錐	4、2	高圓錐、高 圓頂
51	鮮花產量 (kg/0.1ha)											188 ± 59		193 ± 14	

備註：品種性狀定義、調查時期與圖表詳見附件一「臺灣杭菊地方品種命名調查方法和臺灣杭菊地方品種性狀調查表填列說明」。

表二、不同加工製程對臺灣杭菊 1 號及 2 號感官品評之影響

Table 2 Effects of different process on the sensory evaluation between Taiwan Hang Ju No. 1 and No. 2

杭菊 Chrysanthemu m	乾燥處理 treatment	形狀 Appearance	色澤 Color	水色 Liquor	香氣 Aroma	滋味 Taste	總分 Total (score)
臺灣杭菊 1 號 No. 1	50~60 °C	7.5 ± 0.5 a	7.5 ± 0.5 a	13.5 ± 0.5 a	22.5 ± 0.5 a	23.5 ± 0.5 ab	74.5 ± 1.5 a
	60 °C	7.5 ± 0.5 a	7.5 ± 0.5 a	15.0 ± 1.0 a	24.5 ± 0.5 a	22.0 ± 1.0 b	76.5 ± 0.5 a
	梯度升溫	8.0 ± 0.0 a	7.8 ± 0.3 a	15.0 ± 2.0 a	22.0 ± 1.0 a	25.0 ± 0.0 a	77.8 ± 1.3 a
臺灣杭菊 2 號 No. 2	50~60 °C	8.0 ± 0.0 a	7.5 ± 0.5 b	15.5 ± 1.5 a	22.5 ± 0.5 a	23.0 ± 0.0 b	76.5 ± 2.5 a
	60 °C	8.0 ± 0.0 a	8.0 ± 0.0 ab	14.0 ± 1.0 a	23.5 ± 1.5 a	21.5 ± 0.5 c	75.0 ± 2.0 a
	梯度升溫	8.5 ± 0.5 a	9.0 ± 0.0 a	16.0 ± 2.0 a	21.5 ± 0.5 a	25.0 ± 0.0 a	80.0 ± 2.0 a

Mean ± standard error (n=3). Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at P<0.05 by Fisher's protected LSD test.

表三、臺灣杭菊化學成分含量之比較

Table 3 Comparison of chemical component contents for Taiwan Hang Ju No. 1 and No. 2

臺灣杭菊品種 Cultivars	Total Polyphenol	Total Free amino acid (mg/g)	Chlorogenic acid
1 號 No. 1	30.65 ± 0.71 b	36.80 ± 1.58 a	2.62 ± 0.10 b
2 號 No. 2	37.08 ± 0.57 a	35.60 ± 0.81 a	4.59 ± 0.07 a

Mean ± standard error (n = 3). Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at P<0.05 by Fisher's protected LSD test.



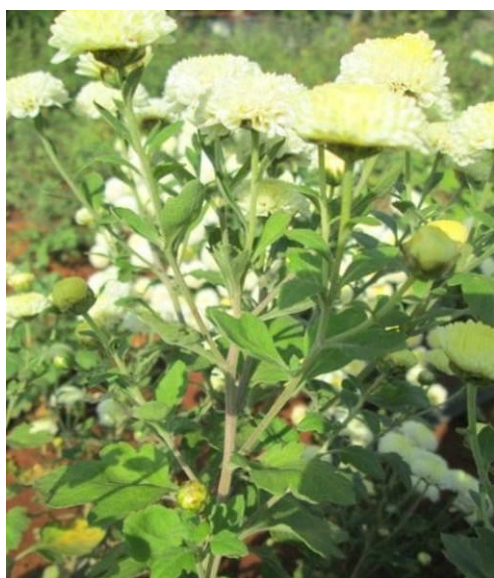
臺灣杭菊 1 號 Taiwan Hang Ju No. 1



臺灣杭菊 2 號 Taiwan Hang Ju No. 2

圖一、臺灣杭菊植株

Fig. 1. Plant of Taiwan Hang Ju



臺灣杭菊 1 號 Taiwan Hang Ju No. 1



臺灣杭菊 2 號 Taiwan Hang Ju No. 2

圖二、臺灣杭菊的莖部

Fig. 2. Stems of Taiwan Hang Ju



臺灣杭菊 1 號 Taiwan Hang Ju No. 1

臺灣杭菊 2 號 Taiwan Hang Ju No. 2

圖三、臺灣杭菊葉片

Fig. 3. Leaves of Taiwan Hang Ju



圖四、臺灣杭菊 1 號開花情形

Fig. 4. Blooming condition of Taiwan Hang Ju No. 1



圖五、臺灣杭菊 1 號花瓣顏色

Fig. 5. Petals color of Taiwan Hang Ju No. 1



圖六、臺灣杭菊 2 號開花情形

Fig. 6. Blooming condition of Taiwan Hang Ju No. 2



圖七、臺灣杭菊 2 號花瓣顏色

Fig. 7. Petals color of Taiwan Hang Ju No. 2



臺灣杭菊 1 號 Taiwan Hang Ju No. 1



臺灣杭菊 2 號 Taiwan Hang Ju No. 2

圖八、臺灣杭菊乾燥花朵外觀

Fig. 8. Appearance of Taiwan Hang Ju dried flowers



臺灣杭菊 1 號 Taiwan Hang Ju No. 1



臺灣杭菊 2 號 Taiwan Hang Ju No. 2

圖九、臺灣杭菊茶湯顏色

Fig. 9. Liquor color of Taiwan Hang Ju

<附件一>

臺灣杭菊地方品種命名調查方法

一、品系栽培試驗性狀調查之要項如下：

- (一) 栽植地點：桃園縣、苗栗縣或臺東縣。
- (二) 栽植時期：原則上為 4 月~6 月份。
- (三) 調查材料：檢定品系取 5~10 cm 之營養狀態的插穗扦插，扦插前先以殺菌劑消毒。調查植株外觀必須是健康、具活力且未遭受主要病蟲感染。
- (四) 栽培管理：依杭菊慣行之栽培法進行。栽培密度：60 cm × 60 cm，每個月摘心一次，8 月下旬停止，摘心至少 2 次，每重複畦長 5 m，畦寬 110 cm (不含畦溝)，雙行三角種植。施肥處理：氮肥每分地 20~40 kg、磷肥 15~30 kg、鉀肥 20~40 kg。病蟲害防治：於必要時進行病蟲害噴藥防治。
- (五) 試驗設計採 CRD 或 RCBD，3 品系，3 重複，每重複 16 株，在每栽培地點同時實施。
- (六) 調查方法：調查期於杭菊開花期 (頂花開放至中間小花盛開時) 統一進行，每重複取 10 株進行調查，調查時可量化之性狀及 RHS 色卡號均要紀錄，並填列特性代碼。

二、試驗期間以完成一個生長期試驗觀察調查為原則，必要時得由調查機構提請杭菊品系命名審議委員會 (以下簡稱：審議委員會) 決定延長之。

三、性狀之調查應依修正杭菊品種性狀調查表所列之規定辦理。

四、本次命名之二個花色 (白花、黃花) 品系互為對照品種。

五、命名品系可區別性、一致性及穩定性之認定，應由調查機構作成調查報告書提經審議委員會審定之。

六、性狀調查過程如有疑義，應由調查機構或審議委員會參考相關國際規範處理。

臺灣杭菊地方品種命名特性調查表填表說明

品種來源：請依事實填入，若涉及法律問題責任自負。

品種特性：

一、株型

株高：地面至最頂端高度。

節數：地面至頂花芽節數。

節間長：量測頂花下第 5 節至 15 節長度除以 10。

二、莖

主莖莖粗：量測頂花下第 15 (少於 15 節量第 10 節) 節間位置。

莖色：頂花下第 15 節位置，如果節數少於 15，則量測第 10 節。

莖含花青素：

側枝著生角度：由上往下算第 10 葉片處。

花頸粗細：量頂花頸。

頂花花頸長度：頂花花托下方至第二花梗之節間。

三、葉

有關葉片之性狀以調查植株高度中段之葉片為基準。

托葉：托葉有無及大小 (長度)。

葉長：(圖一之 A) 量測植株中段之葉片。

葉寬：(圖一之 B) 量測植株中段之葉片。

葉長寬比：葉長除以葉寬。

葉厚：以厚度計量測植株中段之葉片。

葉質地：肉質或革質。

葉緣鋸齒：葉片之性狀以頂花下第 15 葉片為準 (圖六)。

葉色：葉上表皮顏色 RHS 值。

葉之一次缺刻：(圖二)

缺刻底部形狀：(圖三)。

缺刻底部突起：(圖四)。

葉裂片緣部情形：(圖五)。

葉基部形狀：(圖七)。

葉先端形狀：(圖八)。

四、花

花序形態(圖十)。

■ 頂花發育達最外輪舌狀花完全展開時調查下列資料 (圖十一)。

多花型：頂花發育達 8 階段時露色花朵數：

花朵直徑 (多花型)：(圖十二)。

花朵高度：(圖十三)。

花型：1. 單瓣 2. 半重瓣 3. 重瓣。

總苞片輪數：

總苞片混於舌狀花間：

大多數舌狀花縱軸形狀：(圖十四)。

最外輪舌狀花縱軸形狀：(圖十四)。

舌狀花花管長度：(圖十五之 C)。

舌狀花：短花管品種花瓣橫斷面：(圖十六)。

舌狀花：短花管品種花瓣龍骨狀。

舌狀花數目：

龍骨狀數目：

最外輪舌狀花長度：(圖十五之 A)。

最外輪舌狀花寬度：(圖十五之 B)。

舌狀花長寬比：(圖十五之 A/B)。

舌狀花厚度：最外輪舌狀花厚度。

舌狀花頂端形狀：(圖十七)。

花朵達第 8 發育階段外輪舌狀花主要顏色。

花朵達第 8 發育階段內輪舌狀花主要顏色。

外輪舌狀花內側顏色。

內輪舌狀花內側顏色。

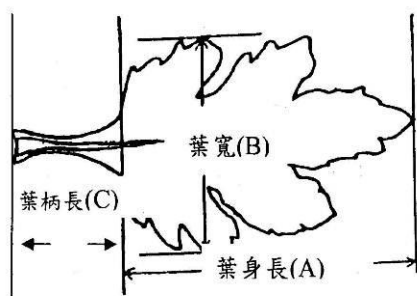
花朵達第 10 發育階段主要舌狀花內側顏色。

舌狀花表面質地：

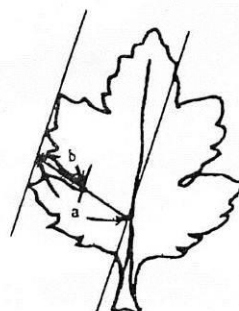
花托直徑：

花托形狀：(圖十九)。

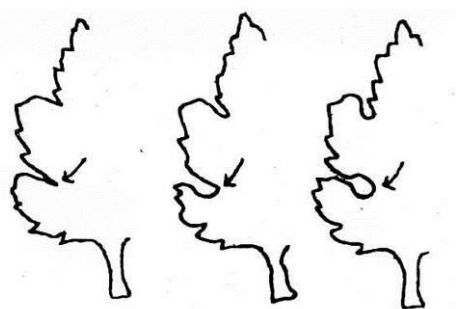
鮮花產量：kg/0.1ha。



圖一、葉身長、寬及葉柄長



圖二、葉之一次缺刻



尖銳

中等

圓形

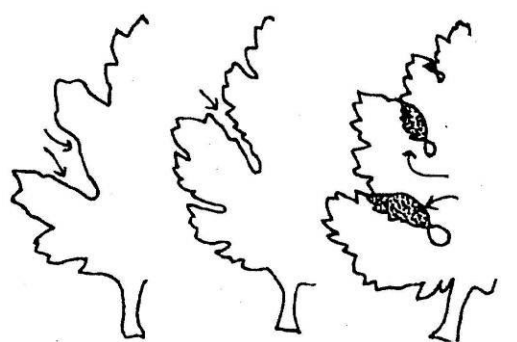
圖三、缺刻底部形狀



無

有

圖四、缺刻底部突起

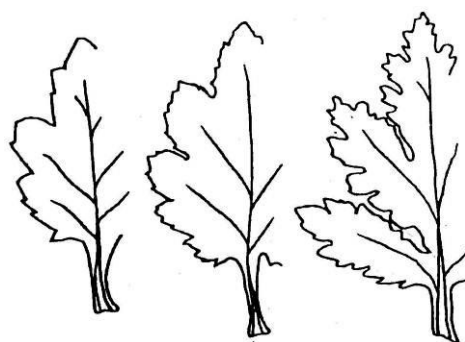


分歧

平行

聚合(重疊)

圖五、葉裂片緣部情形

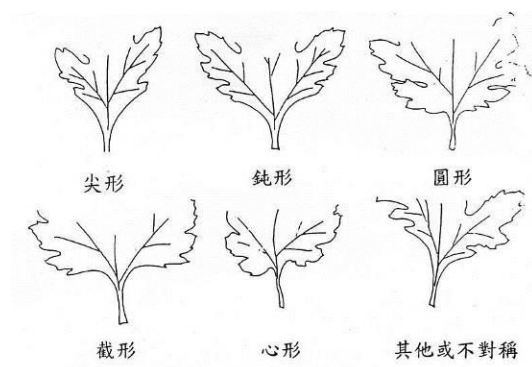


粗

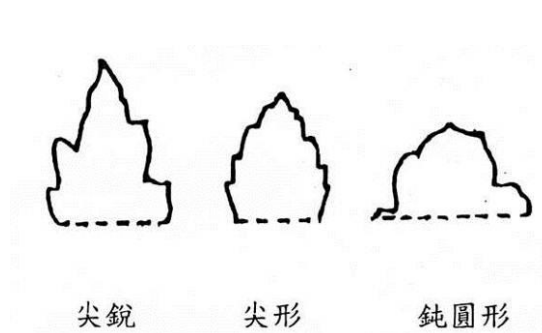
中等

細

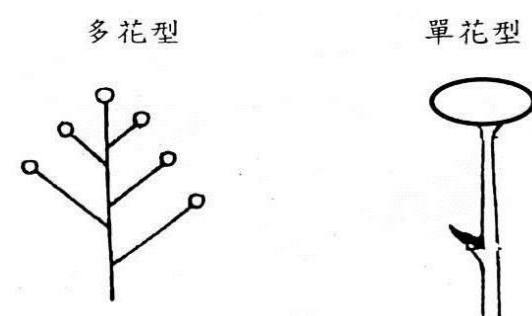
圖六、葉緣鋸齒



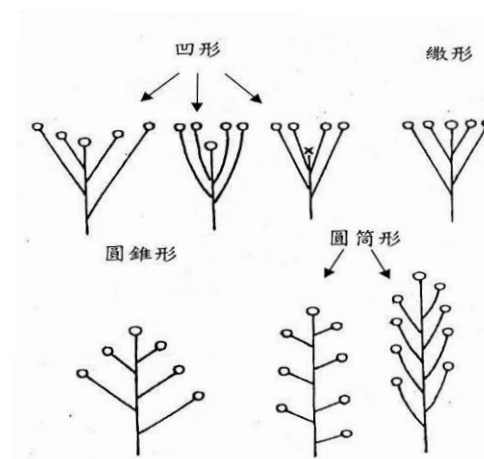
圖七、葉基部形狀



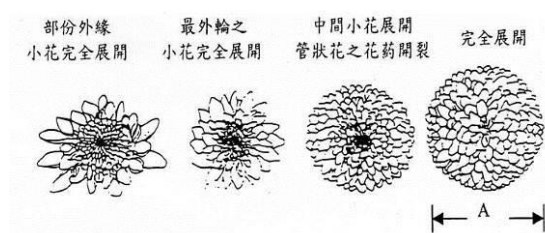
圖八、葉先端形狀



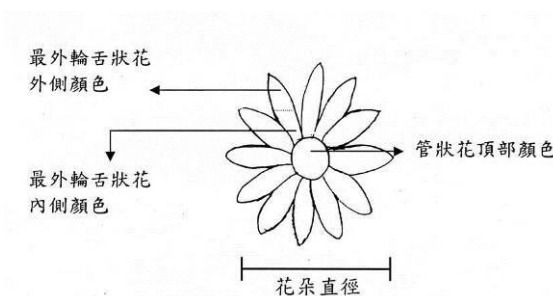
圖九、花的利用型態



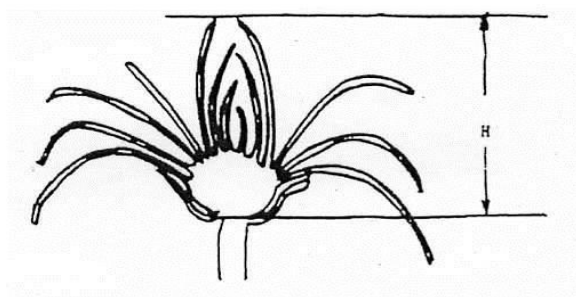
圖十、多花型花序形態



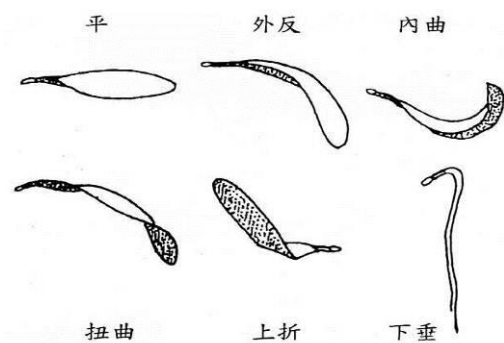
圖十一、頂花發育階段



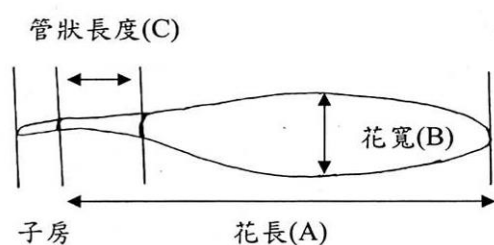
圖十二、最外輪舌狀花顏色位置



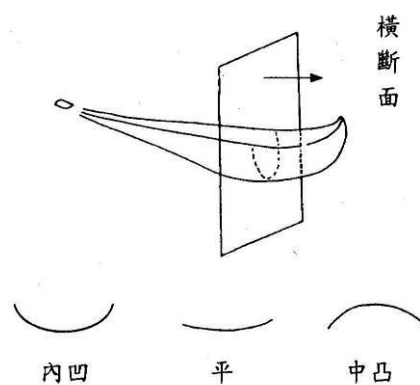
圖十三、花朵高度



圖十四、最外輪舌狀花縱軸形



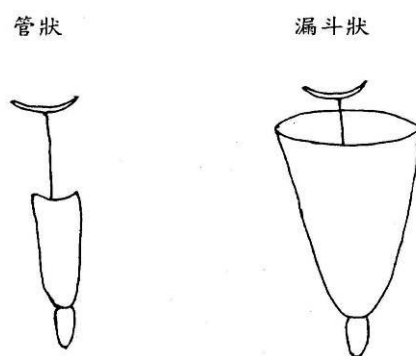
圖十五、舌狀花、寬度



圖十六、舌狀花橫斷面形狀



圖十七、舌狀花頂端形狀



圖十八、管狀花形狀



平圓頂 高圓頂 平圓錐 高圓錐 中凹

圖十九、花托形狀

年輕人飲茶狀況調查及其推廣應用¹

賴正南²

摘 要

國內外已有許多研究指出熱飲(沖)茶在前1、2泡即溶出大多數有益人體保健的成分，但國內茶飲料市值卻是一般茶葉的2.4倍，主要消費者為年輕人。本項調查利用「立意抽樣」法自茶改場推廣刊物寄送名單、推廣活動及參訪該場中針對臺灣各地區消費者隨機抽樣300人進行問卷調查方式收集資料。基於『常飲茶，益身心』的健康訴求及增加臺灣特色茶銷量，本項調查目的係探討年輕人對於茶葉種類、飲茶狀況(含喝茶的主要類別及飲茶頻率)、飲茶與否的原因、行銷宣導方式、茶葉相關資訊來源等瞭解情況與其他建議。根據此項調查結果及相關文獻資料，本文整理歸納出8項檢討與建議，期供作各級茶業相關單位輔導、推廣茶業與茶業者擬定茶葉行銷規劃之參考。

關鍵字：年輕人、飲茶、推廣

前 言

臺灣現有茶園13,486公頃(2012年)，生產乾茶14,902公噸，由於當年冬茶受嚴重乾旱影響，導致產量比2011年減少達2,408公噸。茶園及產量兩項數據均逐年下降中，單位面積產量則有增加的傾向。近年來，飲茶風氣不斷改變，白毫烏龍茶(又稱東方美人茶、椶風茶、膨風茶)、紅茶與綠茶開始風行，使以往全年生產輕發酵部分發酵茶的產區，開始生產其他茶類。由於高溫期不適合產製輕發酵的部分發酵茶，故早期茶園只採收春茶與冬茶；目前很多茶園春、冬季採收之茶菁製造輕發酵的部分發酵茶或綠茶，夏、秋季則生產紅茶與白毫烏龍茶。這是導致單位面積產量增加的主因之一(賴正南、陳右人，2013)。

臺灣可產製綠茶、包種茶、烏龍茶和紅茶等，近年來順應消費大眾需求，產製的茶葉以包種茶和烏龍茶為主，紅茶和綠茶為輔。依據臺灣農業年報統計資料顯示，2012年之茶園面積仍以南投縣、嘉義縣、新北市、桃園縣較多。由整個產業之變動上看，部分茶區種植面積有增加之傾向，例如臺中市，而南投、嘉義縣以及較低海拔地區(北桃竹)的植茶面積則有明顯減少之現象。不過，臺灣主要茶葉生產是供日常沖泡用為主，供應加工用茶僅佔小部分。加工用茶主要生產地集中在桃園、苗栗縣與南投名間鄉，估計供應量約在2,000~3,000公噸之間。儘管臺灣茶園面積逐漸減少，不過產製的茶葉品質卻普受海內外消費者好評，是最受歡迎的特產伴手禮。

臺灣單一茶農之生產規模非常小，同時在品質、衛生安全上較難掌控，加上加工用茶多為大量製造者，由於茶農自製成本過高，因此，農糧署推動「優質茶專區」與「大宗商用茶專區」政策，由中、大型製茶廠為核心與茶農訂定非強制性合約，取得穩定之製造原料，並由製茶廠整合合作茶農，再由茶業改良場協助改善生產。近二年來，更進一步由農糧署補助一小部分核心工廠為中心，

1. 本文部分內容曾於2014年第11屆中華茶文化研討會(國立高雄餐旅大學)作口頭報告。

2. 行政院農業委員會茶業改良場 技佐。臺灣 桃園市。

茶業改良場協助管理茶農之病蟲害防治與農藥使用，有效降低農藥殘留量與種類。同時也推動衛生安全工廠體系，透過檢查、評比與競賽，提高工廠衛生安全水準（賴正南等，2013）。

臺灣茶過去以外銷為主，年外銷量最高曾達 23,516 公噸，近年來外銷量已大幅減少，2014 年外銷量僅達 3,737 公噸。自 1975 年後，有關單位加強辦理飲茶宣傳推廣內銷茶，並持續加強輔導袋茶產製、茶葉分級包裝、辦理茶葉產製講習、競賽、觀摩及成果展示會等，使得茶葉內銷量和消費量為之增加。根據統計，每人每年的平均消費量已由 1971 年的 0.27 公斤擴增到 2014 年的 1.87 公斤。

除了傳統的品茗方式外，簡單方便的各類袋茶也風行於居家及辦公室等場合。另一種以保特瓶、易開罐或利樂包包裝的茶飲料，更受到一般年輕消費者的喜愛，每到夏天，茶飲料市場便成了各大飲料廠商必爭之地。臺灣罐裝茶飲料（或稱包裝茶飲料）於 1989 年逐漸興起，尤其是 1992 年對『新新人類』市場廣告訴求的成功，促使茶飲料銷售額於 1993 年首次超越碳酸飲料，近 10 年來均穩居臺灣飲料市場冠軍寶座。包裝茶飲料自 2008 年以來，更被賦予健康飲品的定位，使得包裝茶飲料的廣告數量和飲料新品亦大幅成長（吳淑玲，2012）。

茶飲料加工品自 2009 年突破每年 8 億公升後，2010~2012 年來每年大致維持在 9 億公升（扣除鋼桶裝茶飲料的銷售量）（2013 年 4 月英國 WRVS 調查指出全英國人每天喝近 0.5 億公升茶水），其中綠茶佔 42.8%，紅茶佔 17.6%，奶茶佔 14.2%，烏龍茶佔 9.0%。根據 2011 年 5 月今日新聞網報導指出臺灣飲料市場規模約為新臺幣 400 億元，近年持續以 8% 的幅度在成長。整體即飲茶飲料市場規模約 240 億元，其中本質茶達 125 億元，健康訴求的茶飲市場則是近年成長最多的大熱門，目前健康茶飲料市場約 50 億元，每年成長幅度都高達 20% 以上。但不論茶飲料的口味如何改變創新，以茶葉本質為訴求的消費趨勢仍會維持主流。賴正南等（2013）認為茶飲料的市佔率能持續高水準，主要原因在於健康的訴求，此項訴求基本上具有持續推昇茶飲料需求的機會。臺灣目前茶飲料的原料供應多來自進口，國產部分最多只佔 2 成多。黃啟東、王素梅（2015）研究發現愈來愈多臺灣消費者於飲食生活中傾向混搭消費包裝茶飲料及現調茶飲料。

有人說，喝茶不僅是一種習慣，更是一種享受。對生活而言，都應該注重茶葉對人體健康的影響。狂飲濫飲，或聽信網路媒體報導而只喝某種茶類，均會對健康有害，只有正確地或科學地飲用，才會喝出健康。茶葉中含有較豐富的茶多酚、氨基酸、維生素及多種人體必需的微量元素，因此常飲茶對身體有一定的益處。其中的錳、鐵、鋅和銅是人體不可缺少的微量元素，但攝入量過多或過少時，由於每個人的體質或身體狀況均不同，因此就會對人體健康產生不同程度的影響。所以，喝茶也要講究方法，唯有如此，才能對人體產生健康的效應（韋友歡、黃秋嬋、陸維坤，2008）。此外，從近年來國內外眾多的報告結果，就可明顯看出綠茶、烏龍茶和紅茶三大茶類各具保健功效，並無所謂的孰優孰劣，消費者應根據自己的身體狀況、保健需求、飲茶習慣及經濟能力等選擇飲用最適當的茶類。茶葉富含多酚，不含鈉鹽、脂肪，本身不含任何熱量物質。因此，喝茶與當代人所追求的注重健康的生活方式非常吻合。這種『綠色、健康、生態、低碳』的品飲方式，正是全球飲料業的大勢所趨（許之言，2012）。因此，『常飲茶，益身心』就是現代人的生活座右銘！

雖然國內外已有許多研究指出熱飲（沖）茶在前 1、2 泡即溶出大多數有益人體保健的成分（茶多酚、氨基酸、維生素及多種人體必需的微量元素），但國內茶飲料市值卻是一般茶葉的 2.4 倍，達到 240 億元。而且年輕人是社會中最重要的群體，是消費市場中最具活力的主力軍，也即將成為下一波的經濟主流。又根據陳俊良（2014）多年來在臺灣大學茶作學課堂中調查的結果顯示，有泡茶習慣的學生不到十分之一，年輕人普遍不喜歡泡茶是一個值得注意的現象。基於『常飲茶，益身心』的健康訴求及增加臺灣特色茶銷量，本項調查目的係探討年輕人對於茶葉種類、飲茶（指一般的現沖熱泡茶）狀況（含喝茶的主要類別及飲茶頻率）、飲茶與否的原因、茶業行銷宣導方式、購

買意願及金額、購買通路、茶葉相關資訊來源等瞭解情況與其他建議等作調查與分析，藉以供各級政府單位輔導茶葉行銷及如何吸引更多年輕人願意或喜歡飲用臺灣各種特色茶、與茶業者擬定茶葉行銷規劃之參考。

文獻探討

根據 Smith 和 Churman (1997) 的說法，每個世代都有與其他世代不同的「中心趨勢」，如果瞭解世代的價值觀和動機，便能較輕易打動消費者共同的感覺或態度，因此「世代」是一個良好的區隔變數。由於世代的年齡和族群定義不是透過正式官方過程來進行的，而是由人口學家、新聞媒體、暢銷作家和書籍、大眾文化行銷、市場研究人員來主導，所以目前並沒有精確的 X、Y 世代構成定義。廣義的 Y 世代，則包括了目前在 25 歲到 5 歲的青年、青少年、孩童，也就是通稱的青少年族群；此世代認為數位媒體是日常生活不可或缺的，對流行的感受較強，喜愛群體活動的特性，且較具生活創新的態度（轉引自王韻，2008）。Williams 和 Page (2011) 在「Marketing to the Generations」研究中定義 Y 世代為 16-33 歲，16 歲以下為 Z 世代。蔡岡廷等 (2006) 之「年輕人的急性心肌梗塞之一病例報告」係將年輕人定義在 45 歲以下。賴香如 (2006) 指出世界衛生組織於 1993 年定義「青少年」(adolescents) 的年齡介於 10-19 歲，而年輕人 (young people) 的年齡介於 15-24 歲間。因此，廣義青少年是指在國小高年級、國中、高中和大學就學的學生，以及已就業的同齡年輕人口。

日本電通市場研究會曾就消費者選購商品和服務的原因進行過調查，發現影響消費者購買心理的原則主要有兩類：一是感性與理性；二是同一化與差別化。所謂「感性」是指消費者出於「合於自己的感覺」、「流行」、「氣氛、印象」的原則選購商品；「理性」則是指消費者出於「對廠家的信任」、商品的「性能、質量」、「廉價」的理智選購商品。所謂同一化，是指消費者從「廣告形象」及「社會評價」的原則出發選購商品；而從「優越感」、「發揮個性」出發選購商品，則是差別化的購買原則（趙敏、趙維東，2003）。此外，改變人們的習慣太難，如果無法改變人們喜歡舒適方便的習慣，那就改變設計或改變產品和服務，來讓人們輕易接受，融入生活。若要生產真的好的產品或服務，一定要真正關心實際使用的人（安石國際商務顧問股份有限公司，2005）。廣告是種『說服傳播』，是將商品信息，由生產提供的機構，傳遞給消費者；明星效應雖說是重要的宣傳策略，但不同的明星對不同的消費者有不一樣的吸引力。不管是怎樣的明星偶像，只要知名度夠高、具有話題性、有說服力就都能夠成為現在各大公司廠商爭相採用的廣告產品代言人。偶像的崇拜是社會化現象與發展的過程，是透過喜歡、學習、模仿、與認同某些特定對象的言行舉止、服裝儀容、乃至思想、價值觀念等的心理作用與行為歷程，達到心理滿足、生活適應及建立自我的目標（王韻，2008）。

在各級學生消費行為方面的調查中，劉慧麗 (2008) 研究指出在中學生個體社會化過程中，消費慾望急速膨脹與消費觀的不成熟性始終存在著極大的衝突與矛盾。通過對中學生消費方式特點的分析，很容易發現，中學生的消費方式主要受以下因素的影響：(1) 中學生個體的生理及心理因素；(2) 社會文化因素；(3) 家庭、學校的教育因素。中學生消費方式的形成和發展，在以上內外因素的共同作用下，普遍存在的主要問題有攀比消費現象、模仿消費現象、盲目消費現象和唯我消費現象。藍婷、屠幼英 (2008) 研究指出大學生是一個特殊的消費群體，他們多數人沒有獨立的經濟來源，消費支出主要靠家庭供給，這樣就導致了大學生消費相對滯後，消費慾望受到了抑制。有資料顯示目前城市茶館的消費主力是 35 歲以上的中、老年人群，形成這種狀況的一個原因就是這個人群具備一定的消費能力。針對杭州大學生調查顯示僅 21% 的人表示經常飲茶，72% 的人表示只是偶

爾飲茶，7%的人表示從不飲茶。大學生喝不喝茶，與經濟因素並不存在相關性，大學生飲茶具有偶然性。

影響茶葉品質的主要因素有茶樹品種、製茶技術及天然環境，因此，茶葉的價格會因產地、季節、品種等的不同而差異頗大 (楊盛勳，1992)。藉由茶葉評鑑與展售會舉辦，消費者心中深植著品質差異性，逐漸形成文山包種茶、松柏長青茶、凍頂烏龍茶、高山茶、福鹿茶等各種地域品牌，其中文山包種茶首重清香而淡雅、凍頂烏龍茶熟火香而味醇、鐵觀音貴在火候香而味濃、白毫烏龍茶具熟果香而不生澀。生產者或運銷商乃運用此一差異，透過茶葉分級、包裝及註冊商標，維護其市場獨佔性及價格優勢 (許漢卿，2003；陳國任、林金池，2003)。傳統茶由於品質差異大而價位高，而且有炫耀財的功能，因此消費者會去比較產品、特色、品種、產地來源、品質等 (陳正輝，2001)。

臺灣地區優良茶比賽，至今已近 30 年歷史，比賽會的意義是藉著競賽觀摩的方式，鼓勵茶農生產高品質茶，俾以提高茶葉售價，改進製茶技術。然而，近年來為了迎合消費大眾之需求，在半球形包種茶製造過程中，對於外觀有過度揉捻加工，形狀過於緊結，再加上挑枝撿梗精製作業過於嚴謹等因素，不但徒增生產成本，且易導致香氣逸出、色澤暗綠、悶味產生及延長烘焙時間而影響茶葉香氣滋味，因此如何減少揉捻次數縮短製程，而不影響香味品質之表現，以及教育消費大眾切勿再過於講究形狀緊結，乃為臺灣特色茶半球形包種茶節省生產成本，提高製茶品質之重要課題 (茶業改良場，2001；陳國任等，2003；吳聲舜，2002)。

消費者飲茶習性，已由以往的單一性，轉為與以往大相逕庭的多樣化消費行為。從購買包裝茶在家自行品茗演變為在辦公或待客時也飲用方便的袋茶，到現在消費者更喜好至各式茶藝館中享用下午茶、吃茶膳，新的複合茶館的需求已隨消費者的腳步而增加茶葉市場的商機。消費者的多樣行為也與以往大相逕庭 (阮逸明、何永山、吳國和，1992；臺灣連鎖暨加盟協會，2000)。王燁軍 (2002) 認為 21 世紀茶葉消費形式呈現多元化趨勢，概括起來主要有以下幾種：飲用、藥用、食品添加劑、護膚品、日用化工領域等。茶葉向藥用、食品及化工領域的滲透，將給 21 世紀的茶業發展帶來新的契機。茶為嗜好品，其消費行為有偏好性，短期內茶品消費趨勢不易急劇改變，因此產製仍以部分發酵茶品為主。惟隨著消費者追求健康及多樣化口味需求，一些特殊風味之茶品如槿風茶、佳葉龍茶 (GABA tea)、蜜香綠茶、蜜香紅茶、蜜香白茶、蓮花茶、有機茶、香草茶、小葉種紅茶，也會受到消費者喜愛，擁有穩定的消費市場。例如阿里山紅茶所用茶菁為小葉種金萱或青心烏龍所製成的全發酵茶，起初以價格較低的金萱改良紅茶居多，後期發現烏龍紅茶香氣和喉韻極佳，很多不敢喝茶的年輕人或女性一喝就上癮，紛紛揪團來買，也有企業員工下單大量採購 (中國時報，2010a)。

年輕的一代思想開放，追求健康、時尚的高品質生活，而符合潮流、天然健康的茶飲料剛好迎合了其要求 (藍婷等，2008；廖江輝，2010)。由於國人愈來愈重視健康，也讓 2008~2010 年來機能飲料市場呈現高角度成長，2008 年健康概念的機能茶市場約有 20 億元，2009 年飆升至 40 億元，有業者認為，2010 年百花齊放的狀況下，極有可能上看 50 億，甚至 60 億元，尤其是複方茶 2010 年以 654 % 的驚人成長率，帶動整體茶飲市場再攀高峰 (中國時報，2010b；工商時報，2010)。

茶是一種嗜好性飲料，消費者之購買慾係取決於口味而非價格。在現今市場經濟條件下，茶葉品質應該是一組合整體概念，即茶葉品質 = 內在品質 + 外在品質 + 服務品質。內在品質包含三項內容：飲用價值、色香味形指標、衛生品質 (包括夾雜物、農藥殘留、微生物、有害元素、添加物等含量)，外在品質指包裝。內在、外在及服務品質三者缺一不可，缺一意謂消費者所獲利益不完全、受損，也是意謂企業產品市場形象不完美，而將失去市場競爭力。因為當代消費者對茶葉商品的印象是一個綜合的印象，對茶葉的需求是綜合的需求。因此，企業應該強化整體品質意識，全

面開發與重視茶葉各部分品質，及做好品牌工作（姜含春、趙紅鷹，2001；Pettigrew, 2001）。臺灣一些傳統的茶店，牆上堆滿了各式的茶品但卻沒有明確的標價，也沒列出試飲需不需要花錢。導致消費者心存懷疑，一是不知道萬一試喝了不喜歡不買老闆會不會生氣，二是沒有參考的價錢會擔心老闆坑人，導致不敢踏進茶店。而茶店老闆也會打量消費者，會不會掏錢購買，才決定要泡好一點的茶或是不用泡太好的茶。在這樣不清不白的謀對謀心態中，其實已損失了好多交易的機會。因此應該標明售價，並明確說明試飲及導覽所需收取的費用（陳俊良、林金池、陳右人，2013）。

臺灣農業已由過往追求產量、追求品質，進入今日訴求地域特色、行銷、包裝、品牌，甚至是加值的資訊知識，或是進一步提供全方位整合服務的新時代。對消費者而言，在農產商品化的背後，品牌、包裝與行銷似乎未必能確實反映消費者最關切的品質、安全衛生，以及營養健康課題；換句話說，建立消費者對產品的信任，與精美包裝及品牌口碑同樣重要，而生產者「用心」，努力讓消費者「安心」與「放心」，便是提升消費者信心的關鍵（許輔，2004）。臺茶有最佳的產製技術，和最辛勤的茶農，因此所產製之包種茶（烏龍茶）堪稱當今全世界最講究香味品質，加工也最精細繁複的茶類（區少梅，2002）。「臺製清香包種茶」與「烏龍茶」風味獨特，最受國人及歐美日與中國大陸等地品茗人士的喜愛，而且已成為大陸觀光客來臺的三大熱門採購品（另二種為金飾、珠寶）。目前很多外國人士也能同意這是製茶過程中自然產生的香氣和滋味，而且都能接受與喜好，認為臺茶確為純天然的健康飲料（廖慶樑，2001）。以上均是臺灣烏龍茶最大的特點，亦為臺茶外銷最大競爭優勢。但臺灣烏龍茶外銷也面臨一大問題：即仿冒品多，競爭也越來越激烈，尤其臺商在越南、大陸投資，利用臺灣品種、技術、設備做成的「臺式烏龍茶」，大量傾銷打擊真正的「臺製烏龍茶」。如何解決此一問題，建立全方位的品管系統，樹立有品牌形象和有品質保證及高尚品味的臺灣烏龍茶，不僅可提升臺茶競爭力，亦可與其它產區產製之臺式烏龍茶或相似仿冒品有效區隔。又因應保障消費者權益，未來全球食品安全衛生管理之趨勢亦將越來越嚴苛，而各國茶葉外銷亦要求有 HACCP 認證（危害分析與關鍵控制點系統）（陳國任、蔡永生、區少梅、許名賢，2005）。

調查與分析結果

本項調查利用問卷調查方式收集資料，其中封閉式問題係採用單選或複選題，所有有效樣本的資料經整理、編碼（coding）之後，利用 SPSS (Statistics Package for the Social Sciences) 進行資料的統計分析（次數分配、卡方檢定等）。

（一）設計問卷調查表：

1. 針對年輕消費者設計問卷調查表，問卷型式採半結構性開放型（semi-structured open-ended questionnaires）（Patton, 2002）。問卷內容包括：茶葉種類、飲茶狀況（含喝茶的主要類別及飲茶頻率）、飲茶與否的原因、茶業行銷宣導方式、購買意願及金額、購買通路、茶葉相關資訊來源等瞭解情況與其他建議等。

2. 對於樣本的篩選，係利用「立意抽樣」（purposive sampling）方法，所謂「立意抽樣」是指研究者選擇符合研究條件並能提供豐富資訊的對象（徐幸君，2011）。爰此，本項調查先依據文獻資料及專家意見擬定問卷大綱，問卷調查對象利用「立意抽樣」方法自茶改場推廣刊物寄送名單、推廣活動及參訪本場中針對臺灣各地區消費者隨機抽樣 300 人於 2011 年 7-9 月進行問卷調查收集資料。

（二）綜合問卷調查及分析：綜合問卷調查分析結果，藉以供各級政府單位輔導茶葉行銷及如何吸引更多年輕人願意或喜歡飲用臺灣各種特色茶之參考。最後總計回收 210 份，共獲得 197 份

有效樣本。回收有效樣本 197 位中，男性 109 位、女性 88 位。年齡方面：13~20 歲 163 位；21~30 歲 13 位；31 歲以上 21 位 (係直接跳至問卷第 9 題作答)。教育程度方面，研究所以上 10 位；大專 (學) 14 位；高中 (包含高職、高工、高農) 11 位；國中 160 位。根據上述文獻資料，係將年輕人界定在 5~45 歲，但由於考量包裝茶飲料及茶飲料店現沖茶飲已是國內最普及的飲料，各級學生亦幾乎人手一杯，及考量填寫問卷調查表時能獨立判斷填寫，因此本研究將『年輕人』界定在 13~30 歲。

本項調查結果顯示：偶爾喝現沖熱泡茶的年輕人超過 7 成。主要喝茶的茶葉種類依序為：紅茶類、綠茶類及包種、烏龍茶類。喝茶處所主要是在家中。泡茶的主要方式為：利用茶壺沖泡。年輕人為什麼會喝現沖熱泡茶？主要 2 項重要原因依序為：(1) 喜歡茶的特殊香氣滋味、(2) 飲茶具有許多健康功效 (如降血壓、防癌等)。針對「熱飲 (沖) 茶」，年輕人最接受或認同的是--『飲茶的妙趣不但在於它獨有的色、香、味、形，而在於使人把心放在閑處，滌蕩性靈，保持心境中一點清純之氣』。但仍然有許多年輕人不喝熱飲 (沖) 茶，受訪者認為主要原因依序為：(1) 沖泡麻煩、需要許多時間；(2) 太熱不易入口，夏天喝熱飲 (沖) 茶感覺更熱；(3) 認為『只有老人才喝茶』。受訪者認為 (1) 多宣導飲茶功效；(2) 多宣導臺灣各茶區茶葉的特色等方式最能吸引年輕人喝熱飲 (沖) 茶。為吸引年輕人喝熱飲 (沖) 茶，受訪者認為政府有關單位應加強下列措施或政策，依重要性分別為：(1) 加強農藥檢測；(2) 多宣導飲茶功效或多元化利用；(3) 多宣導茶葉相關資訊。

茶業推廣應用

本研究根據上述調查結果及相關文獻資料，整理歸納出下列 8 項檢討與建議，期供作各級茶業相關單位輔導、推廣茶業與茶業者擬定茶葉行銷規劃之參考：

1. 針對年輕消費者特質，提昇飲茶意願或興趣：朱光裕 (2006) 研究顯示年齡較高消費者具傳統熱泡茶飲用習慣之比例較高。楊盛勳等 (2009) 調查亦顯示消費者年齡 (尤其是年輕人及中年人) 與「茶葉如何沖泡」及「茶葉如何正確飲用」資訊之需求有顯著性差異。這二類族群雖然都喝茶，但年輕人主要是飲用飲料茶，中年人主要是飲用熱泡茶，這二類茶的品質 (香氣與滋味) 及價格差異很大。本項調查顯示仍然有許多年輕人不喝熱飲 (沖) 茶，受訪者認為主要原因依序為：(1) 沖泡麻煩、需要許多時間；(2) 太熱不易入口，夏天喝熱飲 (沖) 茶感覺更熱；(3) 認為『只有老人才喝茶』；(4) 味道苦澀難入口；(5) 不知道如何泡一壺好茶；(6) 不知道喝熱飲 (沖) 茶和冷飲茶 (茶飲料) 有什麼差別。曾有媒體報導學生為何偏好購買手搖杯飲料店的茶飲，勝過自己動手泡茶，原因之一即是「手搖店的飲料可以調整甜度，又不用自己動手泡，所以就會常常買來喝。」(陳沛萱，2011)。上述結果與朱光裕 (2006) 之研究結果相符--受訪者不喜歡熱泡茶的主要原因則為嫌麻煩、沒興趣與不敢喝。受訪者喜歡購買罐裝茶飲料之主要原因與購買連鎖茶飲料店茶飲相同，為口味好喝及止渴。陳俊良 (2014) 在日本實地研究顯示，有 71% 的日本受訪者自己有泡茶的習慣，這個比例遠比在臺灣大學茶作學課堂上調查所得比例 (10%) 為高。泡的茶主要還是日本綠茶，占 89% 以上。自己沒有泡茶習慣的人占 29%，不泡茶主要的原因是「家裡面已經有人泡茶了」(54%)、「嫌麻煩」(38%)，其他還有像不喜歡喝熱的飲料或是覺得泡茶很花錢、泡茶是老年人的工作等原因。藍婷等 (2008) 認為茶葉產品為取得大學生好感、認可，需將茶產品定位年輕化，並將茶文化的文化價值和茶保健價值附加到茶產品上。陳幸枝 (2014) 指出年輕族群 (10 多歲到 20 歲出頭) 的消費型態正在改變，這群年輕人在喝到臺灣茶甘甜的滋味、圓潤的口感後，反而還會反思過去喝的複合式茶品太甜太膩。

尚明、柯惠新 (1997) 研究指出青年 (18~40 歲) 是整個消費群體中觀念最為開放、現代的。

李竺姮 (2008) 研究結果顯示，年輕人消費價值觀具有普遍性地偏向，明顯傾向於經驗導向、自我導向、和現在導向的消費偏好，表現出追求自我主觀感受滿足之立即性的消費行為。快樂工作人雜誌 (2012) 於 2012 年 9 月曾針對一千多位 Y 世代 (25~34 歲) 進行「2012 年 Y 世代工作觀調查」，結果發現，Y 世代年輕人認為最能代表自己的形容詞，前 3 名依序為「自由」、「個性」、「創意」。例如原味擂茶就已充滿濃濃的客家本色，北埔姜瑞霖老闆依然持續研發新的口味--擂茶咖啡、擂茶拿鐵等，老少咸宜，連 Y 世代的年輕人也能夠接受。老闆認為這樣子才能夠把擂茶的文化傳承下去。創新是一條艱苦的路，守舊是一條漫長的路，唯有新舊融合，在地文化特色才能綿延不絕的延續下去，為充滿歷史風華味的北埔帶來新的風貌 (陳祁抒，2011)。

因此，為吸引更多年輕人願意或喜歡飲用各種臺灣特色茶，茶改場可參考運用的推廣策略如下：(1) 在茶品 (含新品種的育成、製造技術)、茶藝業週邊器具與生活日用品之開發創新、多元化利用、飲茶功效及廣告宣傳上應再加強；(2) 思考如何與現代年輕人進行對話，瞭解年輕人的特質與創意，對各類特色茶的介紹推廣、包裝行銷與教育宣導，作一番澈底的改變。例如茶改場目前正積極建立品茶師教學及管考制度，用較為科學且一致的方式訓練品茶師，讓這些遍布各地的種子教師來教育消費者認識臺灣茶的美妙之處，如此可加速臺茶的推廣。同時也開始進行茶葉風味輪 (wheel of flavors) 的建立，除了專業的用語之外，利用更貼近生活的形容詞來描述茶葉的香氣滋味等，讓消費者能夠深切體會快速學習，進而深深愛上臺灣特色茶 (陳俊良等，2013)。陳俊良 (2014) 認為可以從教育消費者著手，讓他們接觸進而了解，產生興趣後投入。像日本推行可隨時補充熱茶的給茶據點、百元茶屋等可以讓消費者花少錢就享受到茶。在日本推行許久的茶指導員制度可以讓消費者有疑問馬上獲得解決。郭芷君、陳國任 (2013)「利用冷凍碎形製程提高茶葉萃取率之研究」的結果顯示切菁及冷凍處理皆可有效提高綠茶及包種茶茶湯化學成分萃取量，使茶葉於沖泡時可短時間釋出茶葉內容物，除能降低成本外，同時仍能保有臺灣茶高品質之香氣滋味。且廠商在統一進行切菁後冷凍處理後，再以大包裝銷往手搖飲料店，或包裝成如鳳梨酥大小，提供一般消費者飲用亦可，並可考慮開發如同當今熱銷膠囊咖啡機之膠囊型態，便於消費者快速沖泡高品質臺灣茶。

2. 觀摩國外行銷經驗：「國際茶達人」Jane Pettigrew 女士於 2008 年 4 月訪臺時，建議若要提升臺灣茶在歐美市場的知名度及銷售量，幾個關鍵的問題必須加以解決 (呂玉娟，2008)：

- (1) 統一命名：目前臺灣茶的命名相當複雜，國外消費者記不住也容易混淆。
- (2) 提供消費者適合的茶：西方人的口味比較淡、溫和，不喜歡苦的茶。
- (3) 提升購買的容易度：讓消費者可以很便利地購買到茶葉。
- (4) 嚴格控管降低農藥殘留量：隨著歐盟標準越來越嚴格，以及越來越多消費者重視有機、健康，這是非常關鍵的重點。
- (5) 增加行銷與宣傳：多著重在健康資訊的宣傳，強調健康功效。並找名人代言茶，讓喝茶變成一種時尚、流行的象徵。這一點在英國很管用，提升了很多茶葉銷售量。
- (6) 具現代感的包裝，以鮮豔、明亮的顏色及時尚感的包裝，讓茶擺脫刻板印象，與流行、時尚搭上線。

爰此，各級茶業輔導單位在推廣更多年輕人願意或喜歡飲用各種臺灣特色茶時，以上 6 個關鍵的問題亦可加以妥善參考運用。

3. 由明星或偶像代言茶產品已非暢銷之保證：偶像崇拜是個心理學命題，指個人對幻想中喜好人物的社會認同與情感依戀，浪漫幻想是偶像崇拜最直接的心理反應。除浪漫幻想之外，滿足虛榮也是偶像崇拜的一大動力。對很多青少年來說，親眼見過某某明星或能如數家珍地說出各類明星檔案是件很值得驕傲的事，是「另類」的標誌之一。青年對偶像的迷戀只能是淺層次碎片式的精神滿足，是一種意義寄託的當代虛擬。然而這種商業製造式的虛擬性情感滿足正體現了青年文化消費

的意義所在。營造一個虛擬氛圍讓大眾情感得以釋放是青年文化的重要促銷手段。青年文化正是通過源源不斷地提供新的消費品滿足消費者的這種虛擬性情感消費。它充分利用了形象魅力崇拜能暫時滿足青年情感慰藉的消費意義，製造出了迎合青年消費心理的各類商品。年青一代也正是在這種平面化圖像化的文化產品消費嬉戲中，或者暫時忘卻了對意義的追尋，或者瞥見了意義的瞬間驚鴻(余開亮，2001)。

明星偶像當廣告代言人對消費者的吸引力能加深廣告的效果，然而不同世代的消費者對於此現象造成的廣告效果可能有所差異，且每個消費者在購買產品時考慮的因素也不同，廣告帶給消費者的效果也有不同的差異(王韻，2008)。本研究調查對象大多數為青少年(161位)，可是認為『由明星代言』或『由偶像代言』能最吸引年輕人喝熱飲(沖)茶者也分別只有15、19位。此結果與英國現象剛好相反，在英國係找名人代言茶，讓喝茶變成一種時尚、流行的象徵(呂玉娟，2008)。可能是他們欣賞的明星或偶像未代言茶葉廣告，或可能是已代言者在青少年心目中的知名度不高、非心目中的明星或偶像、或是認為代言者形象不佳等。因此茶相關單位或業者在選擇代言人的時候，代言人的年齡與消費者年齡之間的關係亦應考量。

4. 結合休閒概念行銷茶業：本項調查針對「熱飲(沖)茶」，顯示年輕人最接受或認同的是——『飲茶的妙趣不但在於它獨有的色、香、味、形，而在於使人把心放在閑處，滌蕩性靈，保持心境中一點清純之氣』。茶園一般都是依山傍景，自然生態環境良好。人們可以在緊張的城市工作之餘，遊憩於農莊茶園，盡享濃濃的茶園風情、品嚐民間美食、體味茶鄉文化。另外，茶園與其他景區、景點的不同之處在於，休閒者還能徜徉茶園，親手採摘新鮮的茶葉，與茶農分享收穫的喜悅，及不自覺產生賞茶愛茶的心理。茶園風情遊亦農亦旅，兼收社會效益、經濟效益、環境效益和遊憩效益。因此，茶農可利用這種住茶家屋、吃茶家飯、賞茶家景、做茶家事的休閒活動，營造更為自然的、人與自然和諧的休閒環境來吸引更多年輕人前來。例如近年來有茶區產銷班在積極開辦「採茶體驗營」等系列活動，讓茶園經營跳脫傳統的產銷模式，搖身一變成為觀光茶園，讓消費大眾親身體驗採茶的辛勞與樂趣，及在景色宜人的茶園中享用一壺好茶。

5. 推廣兒童茶藝教學及善用大學茶課程平臺：為鼓勵年輕人從小認識及飲用各種臺灣特色茶，可從最基礎的兒童茶藝教學著手，並結合多種資源及創造青少年學習茶藝知識有利的條件，促進兒童茶藝活動的興起與推廣。「兒童茶藝」非侷限於泡茶技藝的學習與展現，其內涵應加以擴展，例如：學習心得徵文或演講比賽、兒童茶藝攝影比賽、茶藝小天使比賽、兒童茶辯論比賽、製茶體驗(包含茶葉多元化產品製作與茶葉保健介紹)、製壺體驗、茶藝夏令營活動、茶藝表演和交流(國內外)、有關茶主題的網頁設計、校外教學等。

雖然近年來，部份茶藝文化工作者與教育工作者合作，將茶藝引進中小學校園，為校園文化增添新鮮內容，也為茶藝文化的普及開拓一個新空間。只是目前全臺仍未形成一股熱潮，可能原因有：經費不足、師資不足、資源及設備不足、欠缺相關教材、時間不足、增加學生負擔等，解決之道可從相關教材編製及師資改善著手，這方面可由茶改場、茶藝文化工作者及教育工作者共同合作編製合適教材及訓練教育人員，之後再配合政府教育部門補助部份經費供辦理茶藝文化鄉土教學或戶外參觀教學等。

近年來，部分大學有鑑於茶業技術及其相關領域的重要性，紛紛開辦相關通識課、學分班、推廣教育班或研討會等，例如國立臺灣大學、亞太創意技術學院、明新科技大學、國立中興大學、亞洲大學、南開科技大學、明道大學、大同技術學院、高雄餐旅大學、慈濟大學等，根據筆者在其中4間大學實際授課或演講經驗，顯示大學生普遍對茶葉及茶業相關知識與技術有興趣，尤其是茶葉品質與化學變化、茶業行銷、多元化利用及保健功效等。因此，如能善用各大學茶課程平臺，藉由正確實用知識與科學技術的傳授，會讓更多大學生願意或喜歡飲用各種臺灣特色茶。

6. 推廣安全衛生飲茶，加強消費者茶業教育與宣導：目前臺灣茶雖有各式各樣的分類分級方式，如茶葉產銷履歷、茶葉產地證明標章、衛生安全製茶廠政策、優質茶生產專區政策、優良茶比賽及分級包裝等。但因為種類繁多，各項系統之間又無明確的關連性，常造成消費者的混淆，導致消費者裹足不前對茶葉未做進一步的消費（陳俊良等，2013）。為吸引年輕人喝熱飲（沖）茶，本研究調查受訪者認為政府有關單位應加強下列措施或政策，依重要性分別為：(1) 加強農藥檢測；(2) 多宣導飲茶功效或多元化利用；(3) 多宣導茶葉相關資訊。因此，農政與衛生等相關單位應持續加強農藥檢測及取締非法進口茶，共同為消費者飲用安全及權益把關。隨著消費者對食品衛生安全日益重視，如何確保消費者「食」的安全與「知」的權利，已成現今的重要課題；再以近年來發生的各類食品安全問題、添加物浮濫等議題為鑑，在辦理各式茶業活動時，應推廣安全衛生、品質優良具各茶區特有之香氣滋味、價錢公道的「臺製烏龍茶」。歐陽道坤（2014）認為推廣民眾飲茶需要解決或突破的問題其一是要推廣茶葉的健康知識，提升喝茶的價值認同，倡導飲茶之風，培育飲茶習慣；其二是必須大幅降低消費者喝茶的間接成本，就是消費者從產生買茶意願開始，到沖泡茶葉、喝到口中的整個過程中所付出的勞動、時間、精力、情感等因素，以及與此相關的非直接貨幣的有形與無形代價。前者需要全社會共同努力，而後者則是茶企業尤其行業龍頭的責任。

此外，除了生產、製造、行銷的整體管理外，更需提昇消費者的茶業專業素養及茶藝文化的倡導，使茶葉不只是飲料，更是文化、藝術的傳承。因此，未來政府有關單位應持續舉辦茶藝文化活動、茶業演講或研討會（如：茶葉特色、如何泡一壺好茶、如何選購茶葉、茶葉如何貯存、茶葉多元化利用方式及保健功效等）、茶業技術講習會、產品展售活動及出版茶業相關書刊，藉以促進消費者對茶產品的瞭解及信任。

7. 茶企業透過技術與廣宣創新，吸引年輕消費者：茶企業應通過精緻加工將茶葉標準化、規模化，以降低生產成本，提高品質穩定性。同時也應具有不斷開發新商品的能力，持續吸引消費者興趣，更可善用茶葉的多元特性，推出不同特色的茶類，可透過茶商公會等單位整合業界共識，仿照服飾界設定每年流行主軸，把茶以流行精品概念導入。並與茶藝界合作，藉由各式茶藝文化活動作為平臺，讓消費者認識與品鑑不同特色的茶類。有時亦能吸引媒體注意，建立消費大眾的認同，對於各茶區特色茶的推廣與知名度的提昇亦有助益。此外，亦可利用行銷管理策略及企業倫理，持續為滿足消費者需求而努力。林淨鈴、王素梅（2015）認為使用高品質原料、限定風味、透過外包裝簡單明瞭的成分資訊，更能突顯出產品的高品質形象。

8. 加強年輕人飲茶相關之消費行為研究：關復勇等（2005）研究指出傳統飲茶習慣之消費者已不再拘泥傳統的茶藝文化及對茶的講究，也可接受新興之飲茶文化，反倒是一些年紀較輕之消費者，接觸的向來為新興之飲茶文化（連鎖茶飲料店茶飲與罐裝茶飲料），反而無法接受傳統之飲茶文化。年輕人的消費行為是一種複雜的社會行為，它不僅與其自身的價值觀念、消費心理和個性、氣質等微觀因素有關，而且更多地受社會中觀因素（家庭、群體影響）、宏觀因素的制約，為諸多社會因素所影響。因此，要引導年輕人重視消費，就必須瞭解影響其消費行為的相關因素，因勢利導（張勝康，2000）。未來為更精準瞭解及掌握年輕人飲茶之消費心理及行為，以供各級茶業輔導單位推廣年輕人願意或喜歡飲用各種臺灣特色茶、與茶業者擬定茶葉行銷規劃之參考，後續相關研究建議進行年輕人飲茶相關之消費行為研究，諸如：消費決策風格（consumer decision making style）、購買行為分析、心理特徵對產品購買之影響、消費心理、消費教育、消費者隱性需求、購買動機、引導消費觀念轉變之對策、從眾消費行為分析（conformable consumption psychology）、消費願景（consumption vision）對行為態度之影響等。

參考文獻

1. 工商時報. 2010. 機能茶熱爆 黑松、味全搶推. 2010 年 8 月 12 日。
2. 王燁軍. 2002. 21 世紀茶業產業發展出路--從 21 世紀茶葉消費形式談起. 茶業通報 24(4): 43-44。
3. 中國時報. 2010a. 阿里山紅茶甘甜 吸「飲」年輕人. 2010 年 7 月 26 日。
4. 中國時報. 2010b. 複方茶賣翻了 新品紛搶市. 2010 年 8 月 9 日。
5. 臺灣連鎖暨加盟協會. 2000. 茶業連鎖產業動態分析. <http://www.tcfa.org.tw>。
6. 王韻. 2008. 以 P-O-X 平衡理論衡量年輕人對代言人特質、廣告態度與服飾屬性間的關係. 高雄師大學報 25: 29-50。
7. 安石國際商務顧問股份有限公司. 2005. 創新始於觀察. Enspyre 企業人電子報 (<http://paper.udn.com/udnpaper/POH0028/79528/web/>). 第 46 期 (2005/07/01)。
8. 朱光裕. 2006. 臺灣消費者茶類消費與飲茶習慣調查 (未出版碩士論文). 中興大學食品暨應用生物科技學系. 臺中市。
9. 阮逸明、何永山、吳國和. 1992. 臺北地區包種茶製造技術改良及茶葉消費型態調查分析. 臺北市：七星農田水利研究發展基金會。
10. 李竺姮. 2008. 年輕人的消費價值觀 (未出版碩士論文). 國立政治大學企業管理研究所. 臺北市。
11. 呂玉娟. 2008. 臺灣茶 敲世界大門. 茶訊 865: 4。
12. 余開亮. 2001. 從偶像崇拜透視青年文化消費. 青年研究 11: 16-19.
13. 尚明、柯惠新. 1997. 從抽樣調查結果看京、滬、穗、深青年的消費觀. 青年研究 9: 45-48.
14. 快樂工作人雜誌. 2012. 年輕世代：別拿我跟上一代比. 《Cheers》145 期 (<http://www.cheers.com.tw/magazine/magazine.action?id=1013>)。
15. 吳聲舜. 2002. 認識烏龍茶 (下). 茶訊 792: 3-5。
16. 吳淑玲. 2012. 茶與健康：包裝茶類飲料廣告呈現的生活型態與健康訴求. (未出版碩士論文). 輔仁大學大眾傳播學研究所. 新北市。
17. 林淨鈴、王素梅. 2015. 臺灣飲品新品發展走向. 食品市場資訊 104(7): 4-12。
18. 姜含春、趙紅鷹. 2001. 綠色消費需求與無公害茶營銷. 茶葉科學 21(1): 17-20。
19. 韋友歡、黃秋嬋、陸維坤. 2008. 解讀茶葉與人體健康. 廣東茶業 1: 24-27。
20. 茶業改良場. 2001. 研商部份發酵包種 (烏龍) 茶比賽評審標準會議記錄 (90 年 7 月 26 日)。
21. 徐幸君. 2011. 戰後臺灣北部客家茶業經營性格 (未出版碩士論文). 中央大學客家社會文化研究所. 中壢市。
22. 許漢卿. 2003. 臺灣茶葉的運銷. 出自“茶葉行銷及茶藝文化研討會專刊”，賴正南、楊盛勳 (主編). pp. 10-19. 桃園：茶業改良場。
23. 許輔. 2004. 借鏡日本食品履歷追溯制度. 農政與農情 148: 54-59。
24. 許之言. 2012. 可樂、咖啡，還是茶？ 普洱 10: 26-27。
25. 區少梅. 2002. 吃 GABA 降血壓. 臺北市：元氣齋出版社。
26. 陳正輝. 2001. 臺灣鹿谷鄉茶葉產地形成之個案分析 (未出版碩士論文). 國立中興大學農業推廣教育研究所. 臺中市。
27. 陳國任、林金池. 2003. 包種茶團揉製程對茶葉容重及烘焙品質之探討. 茶業改良場 91 年年報 pp. 178-181。

28. 陳國任、蔡永生、區少梅、許名賢. 2005. 臺灣烏龍茶製造過程中微生物含量變化. 茶業改良場 93 年年報 pp. 186-200。
29. 陳祁抒. 2011. 花香拿鐵 撞出北埔擂茶好滋味. 2011 年 11 月 30 日 東森新聞。
30. 陳沛萱. 2011. 飲茶抗氧又健康 沖泡勝過手搖茶. 2011 年 12 月 6 日 今日新聞網。
31. 陳俊良、林金池、陳右人. 2013. 解構葡萄酒行銷模式 擬定臺灣茶分類分級系統. 出自“第一屆茶業科技研討會專刊”，陳玄、曾方明 (合編). pp. 351-357. 桃園：茶業改良場。
32. 陳俊良. 2014. 罐裝飲料茶對日本年輕人喝茶習慣造成的影響. 出自“第二屆茶業科技研討會專刊”，郭芷君、陳國任 (合編). pp. 277-286. 桃園：茶業改良場。
33. 陳幸枝. 2014. 法律系高材生轉當茶達人 京盛宇創辦人林昱丞：推廣茶文化，捨我其誰. 能力雜誌電子報. 第 190 期 (2014/05/21)。
34. 郭芷君、陳國任. 2013. 利用冷凍碎形製程提高茶葉萃取率之研究. 臺灣茶業研究彙報 32: 129-136。
35. 張勝康. 2000. 論青年消費行為的中、宏觀相關因素. 青年探索 1: 16-19。
36. 黃啟東、王素梅. 2015. 臺灣包裝茶飲與現調茶飲之競合. 食品市場資訊 104(7): 13-18。
37. 趙敏、趙維東. 2003. 企業文化簡論. 天津市：天津古籍出版社. pp. 78-83。
38. 廖慶樑. 2001. 臺灣加入 WTO 後茶葉仍應是最具競爭性的農產業. 茶業專訊 37: 9-12。
39. 廖江輝. 2010. 大陸茶飲料 搶當市場一哥. 國際商情雙周刊 288 期。
40. 楊盛勳. 1992. 葉產分級包裝及分級人員之培育. 出自“茶葉產製技術研討會專刊”，阮逸明、賴正南、廖文如 (合編). pp. 51-57. 桃園：茶業改良場。
41. 楊盛勳、賴正南. 2009. 茶葉消費者資訊需求之研究. 行政院農業委員會 2009 年科技計畫期末報告. 行政院農業委員會茶業改良場。
42. 劉慧麗. 2008. 中學生消費方式的引導問題研究 (未出版碩士論文). 河北師範大學。
43. 蔡岡廷、邱千芳、蘇世斌、李聰明. 2006. 年輕人的急性心肌梗塞之一病例報告. 基層醫學 21(10): 290-295。
44. 歐陽道坤. 2014. 比較思維之中國茶業. 茶世界 1: 37-40。
45. 賴香如. 2006. 培養生活技能 促進青少年健康. 學校體育雙月刊 16(3): 50-55。
46. 賴正南、陳右人. 2013. 臺灣茶產業發展與展望. 臺灣茶業研究彙報 32: 103-128。
47. 藍婷、屠幼英. 2008. 在杭大學生對茶及茶產品的消費與剖析. 中國茶葉加工 1: 13-16。
48. 關復勇、鄭尹惠、陳怡靜、李宗儒. 2005. 挑戰品茶新味蕾從消費文化探茶機. 臺灣茶協會會員通訊 3(4): 6-12。
49. Patton, M. Q. 2002. Qualitative Research and Evaluation Methods. California: Sage Publications, Inc., 349.
50. Pettigrew, J. 2001. One hundred years of tea. Tea & Coffee. 173(8): 52-66.
51. Williams, K. C. and Page, R. A. 2011. Marketing to the Generations. Journal of Behavioral Studies in Business. Retrieved July 7, 2013, from <http://www.aabri.com/manuscripts/10575.pdf>
52. Women's Royal Voluntary Service (WRVS). 2013. Brits drink nearly 11 million gallons of tea a day (April 23, 2013). Retrieved June 5, 2013, from <http://www.royalvoluntaryservice.org.uk/news-and-events/news/brits-drink-nearly-11-million-gallons-of-tea-a-day>

The Survey of Tea Drinking Conditions for Young People and Its Application in Extension¹

Cheng-Nan Lai²

Summary

Many research reports from many countries have showed that hot-brewed teas could extract lots of beneficial components from the tea liquors of first and second brewing. But the market value of tea drinks is 2.4 times for general teas, and major consumers for tea drinks are young people. This survey use purposive sampling method to sample randomly three hundred consumers from mail lists of extension booklets, activities and visitors. Then conduct questionnaire surveys to collect data. The objectives of this survey are to enquiry their understanding state of tea types, tea-drinking conditions (including the major types and drinking frequency), reasons of whether drink teas or not, marketing & propaganda methods, resource of tea related information and other suggestions for young people based on health appeal for “Drink teas constantly that is good for your health” and an increase in sale volume of Taiwan unique teas. This research has complied and concluded eight reviews and suggestions based on research results and related reference information. We hope these information could supplied as references of guiding and extending tea industry for related units, and supplied as references of drawing up marketing plans for proprietary of tea industry.

Key words: Young people, Tea drinking, Extension

1. The partial parts of this paper were reported orally in 11th Symposium on Chinese Tea Culture, 2014.

2. Junior Specialist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, ROC.

大陸遊客來臺茶葉消費行為之研究

林義豪¹ 潘韋成¹ 郭婷玫¹ 林金池² 賴正南³ 李固遠^{4,*}

摘 要

為瞭解每年數百萬大陸觀光客來臺灣購買茶葉的狀況，2013~2014 連續兩年於桃園國際機場出境大廳進行大陸觀光客購買臺灣特色茶的抽樣問卷調查。調查結果顯示，2013 年調查 1,300 份問卷中有 60.5% 陸客購買茶葉，購買茶葉的陸客平均每人花費 8,665 元購買 1.545 公斤茶葉；2014 年調查 708 份問卷中有 56% 旅客購買茶葉，購買茶葉的陸客平均每人花費 6,695 元購買 1.183 公斤茶葉。2014 年在臺購買茶葉的陸客每人平均購買茶葉數量比 2013 年減少 0.362 公斤，平均消費金額每人減少 1,970 元，推測應與大陸實施旅遊法有關。陸客選購的臺灣特色茶種類主要為高山茶，約占 86%；購買地點主要由導遊帶至阿里山週邊地區買茶約占 89%，僅少數在風景區、機場及自行購買。購買茶葉主要目的是自己喝及送禮，調查結果顯示陸客對臺灣阿里山茶特別感興趣。上述統計調查結果可了解來臺陸客購買茶葉的偏好與特性，期能做為未來規劃臺灣茶葉推廣行銷策略之參考。

關鍵字：陸客、特色茶、購買行為

前 言

2008 年 6 月 13 日海峽兩岸關係協會與海峽交流基金會簽署了「海峽兩岸關於大陸居民赴臺灣旅遊協議」，正式開放陸客來臺觀光，自此之後大陸觀光客來臺人次年年創新高，如今陸客已取代日本，成為我國入境觀光第一名客源。依據交通部觀光局之觀光統計年報及「103 年來臺旅客消費及動向調查報告」，2013 年大陸來臺旅客 2,874,702 人次 (其中以觀光為目的者約占 79% 共計 2,263,635 人次，平均每天有超過 6,000 人次來臺)，2014 年大陸來臺旅客 3,987,152 人次 (其中以觀光為目的者約占 85% 共計 3,393,346 人次，平均每天有超過 9,000 人次來臺)，2014 年來臺陸客數量較 2013 年增加 1,112,450 人次，人數成長將近四成。另由主要市場分析 2014 年來臺旅客消費金額，以日本旅客 (平均每人每日 243.33 美元) 及大陸旅客 (平均每人每日 241.98 美元) 在臺消費力為最高，但受到大陸 2013 年 10 月開始實施旅遊法與禁奢令影響，2014 年陸客在臺的每人每日平均消費較 2013 年減少 6.8%；進一步由購物費觀察，則依序為大陸 (平均每人每日 128.46 美元)、香港澳門 (平均每人每日 54.98 美元)、新加坡 (平均每人每日 50.83 美元) 及日本

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員。臺灣 桃園市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼課長。臺灣 桃園市。
 3. 行政院農業委員會茶業改良場 技佐。臺灣 桃園市。
 4. 朝陽科技大學通識教育學院 兼任助理教授。臺灣 臺中市。

* 通訊作者。

(平均每人每日 49.08 美元) 等，結果顯示大陸旅客的購物力最強。2008-2014 年大陸來臺旅客已累計超過 1400 萬人次，約占總來臺旅客 3783 萬人次的 37%，依陸客占來臺旅客總人次之比率 (從 2008 的 8.56% 到 2014 的 40.23%) 推算，陸客來臺為我方帶來觀光外匯收入，分別是 2008 的 5 億多美元、2009 的 15 億多美元、2010 近 26 億美元、2011 的 32 億多美元、2012 的近 42 億美元、2013 的 44 億多美元、2014 的近 59 億美元，推估近七年 (2008-2014) 陸客來臺累計創造觀光外匯總收入約 223 億美元 (參考交通部觀光局歷年統計資料查詢系統 <http://recreation.tbrc.gov.tw/asp1/statistics/year/INIT.ASP>)。大量湧入且持續成長的陸客，明顯帶動臺灣的觀光產業，大幅的增加臺灣的觀光外匯收入。而陸客以初次來臺觀光為主且來客數量也多，也就是所謂的大眾觀光客 (mass tourists)，又基於對臺灣的新鮮感與好奇心及回國送禮的需要，因此採購力也較其他國家旅客強。

另以 2014 年大陸與日本、全體觀光團體旅客相比較，日本觀光團體旅客在臺每人每日平均消費為 296.17 美元，高於全體觀光團體旅客之 265.98 美元及大陸觀光團體旅客之 265.34 美元。進一步由購物費觀察，大陸觀光團體旅客在臺平均每人每日購物費為 171.77 美元，高於全體觀光團體旅客之 143.52 美元及日本觀光團體旅客之 76.63 美元，顯示大陸觀光團體旅客的購物力最強。若以購物費之細項消費來看，大陸觀光團體旅客以購買珠寶或玉器類為最多，占 30.45%；其次為名產或特產，占 22.86%；第三為服飾或相關配件，占 12.73%；第四為化妝品或香水類，占 12.44%；茶葉則排第五，占 6.51%。另 2014 年大陸觀光團體旅客在臺每人每日平均消費為 265.34 美元，較 2013 年增加 0.34%；消費細項中除購物費成長 6.96% 外，其餘各項皆略呈減少；而購物類別中，花費在珠寶玉器類者之比重已呈下滑趨勢 (由 2013 年占 35% 降至 2014 年的 30%)，其他各類物品購買金額則多為上升，顯示觀光局推動優質團措施，對帶動觀光相關產業發展達致雨露均霑，已顯現其正面效益 (交通部觀光局，2015)。

調查與分析

為瞭解每年數百萬大陸觀光客來臺灣購買茶葉的狀況，茶業改良場分別於 2013 及 2014 年的 5 月份於桃園國際機場第二航廈出境大廳訪問離境陸客，以便利抽樣法針對來臺旅遊之大陸觀光客進行問卷訪談，2013 年總計調查回收 1,300 份有效問卷，2014 年總計調查回收 708 份有效問卷，因調查人員現場以親自訪談方式進行問卷調查，故有效問卷回收率將近 100%。回收的問卷資料以統計軟體 SPSS 進行分析。

結果與討論

問卷調查資料以敘述統計分析結果顯示，2013 年調查 1,300 份問卷中受訪者年齡以 51-65 歲占 37%，36-50 歲占 31%，66 歲以上占 15%，26-35 歲占 14%，25 歲以下者占 3.5%，有購買茶葉的陸客占總人數 60.5%，有購買茶葉的陸客平均每人花費新台幣 8,665 元購買 1.545 公斤茶葉，2013 年若以 200 萬來臺大陸觀光客計算，則約有 121 萬人購買茶葉，總計花費新台幣 104.8 億元購買 1,869 噸茶葉。2014 年調查 708 份問卷中則有 56% 旅客有購買茶葉，有購買茶葉的陸客平均每人花費新台幣 6,695 元購買 1.183 公斤茶葉，2014 年若以 300 萬來臺大陸觀光客計算，則約有 168 萬人購買茶葉，總計花費新台幣 112.5 億元購買 1,987 噸茶葉。2014 年來臺旅客每人平均購買茶葉數量比 2013

年減少 0.362 公斤，平均消費金額則每人減少新台幣 1,970 元，推測應與大陸實施旅遊法有關（董，2015），其規定旅行社不能有購物行程，並禁止以強迫或者變相強迫遊客購物的行為，比如向遊客增加自費景點和購物點賺取“回扣”和“人頭費”等。

分析來臺灣有購買茶葉之陸客，2013 年及 2014 年購買的茶葉種類主要皆為高山茶，分別約占 86% 及 89%；購買茶葉的地點主要是由導遊帶至阿里山週邊地區買茶分別約占 91% 及 86%（表一），僅少數在風景區、機場及自行購買；喝過臺灣茶後的評價主要認為不錯（71% 及 68%）與很棒（15% 及 18%）。購買茶葉主要是自己喝（78% 及 73%）與送禮（66% 及 58%）。購買後覺得臺灣茶太貴占 82% 及 74%，其次是包裝及質量等地方需要改進。至於下次來臺會再買茶者占 39.6% 及 27.6%。調查結果顯示陸客對臺灣茶的評價很高，且自用送禮兩相宜，是陸客來臺灣作為伴手禮的好選擇，惟在茶葉的價格與包裝上仍具有需要改進的空間。

為了更進一步地了解影響陸客購買茶葉總金額的因素，本研究以陸客 2013 年（由於 2013 年問卷數量較 2014 年多，統計迴歸結果較佳）一次來臺旅遊所購買的茶葉總金額為依變數，以陸客的基本資料、購買目的、買後建議等相關因素作為自變數，建立三個迴歸模式來了解是那些因素會顯著地提升陸客購買茶葉的總金額（表二）。

模式一是以陸客一次來臺旅遊所購買的茶葉總金額為依變數，而以陸客的性別和年齡等基本資料為自變數。迴歸分析結果發現，男性陸客所購買的茶葉總金額顯著高於女性陸客（ $t = 3.385, p < 0.01$ ），而年齡 26~35 歲及 36~50 歲的陸客所購買的茶葉總金額則顯著高於其他年齡層的陸客（以 66 歲以上作為對照組），標準化係數分別為 0.116（ $t = 2.441, p < 0.05$ ）和 0.236（ $t = 4.465, p < 0.001$ ），其他年齡層的係數則皆未達顯著水準，標準化係數分別為 0.037（ $t = 0.953, p > 0.05$ ）和 0.078（ $t = 1.464, p > 0.05$ ）。

模式二如同模式一納入基本資料作為自變數外，尚納入了陸客購買茶葉的目的：自己喝、送禮、紀念（以其它目的為對照組）。迴歸分析結果發現，陸客來臺購買茶葉目的若為送禮者，其所花費購買茶葉的金額顯著大於非送禮者，送禮的標準化係數為 0.177（ $t = 4.811, p < 0.001$ ），而自己喝和紀念的係數則皆未達顯著水準，標準化係數分別為 0.065（ $t = 1.749, p > 0.05$ ）和 -0.009（ $t = -0.256, p > 0.05$ ）。此外，基本資料的分析結果大抵和模式一相同，男性陸客所購買的茶葉總金額顯著高於女性陸客（ $t = 3.304, p < 0.01$ ），而 26~35 歲以及 36~50 歲的陸客所購買的茶葉總金額顯著高於其他年齡層的陸客，標準化係數分別為 0.115（ $t = 2.222, p < 0.05$ ）和 0.236（ $t = 4.510, p < 0.001$ ）。

最後，模式三則再納入了陸客購買茶葉後認為臺灣茶葉應該改進的部分，變數包含了包裝、價格和品質，並以其它作為對照組。迴歸分析結果發現，包裝和價格這兩個變數的係數顯著為正，顯示認為臺灣茶葉包裝應改進者購買茶葉的總金額顯著高於未認為包裝應改進者，而認為臺灣茶葉在價格方面可改進者也顯著在購買金額上高於認為價格不需改進者。其中，包裝的標準化係數為 0.070（ $t = 1.966, p < 0.05$ ），價格的標準化係數為 0.079（ $t = 2.248, p < 0.05$ ）。而品質的係數則未達顯著水準，標準化係數為 0.007（ $t = 0.196, p > 0.05$ ），顯示臺灣茶葉的品質並未形成陸客來臺購買茶葉的阻礙因素。

此外，模式三之陸客來臺購買茶葉目的若為送禮者，其所花費購買茶葉的金額仍顯著大於非送禮者，送禮的標準化係數為 0.164（ $t = 4.442, p < 0.001$ ），而自己喝和紀念的係數則依舊皆未達顯著水準。基本資料的分析結果則和模式一和模式二有些許不同。在性別方面，男性陸客所購買的茶葉總金額仍舊顯著高於女性陸客（ $t = 3.107, p < 0.01$ ）。在年齡方面，36~50 歲的陸客所購買的茶葉總金額也仍舊顯著高於其他年齡層的陸客，標準化係數為 0.231（ $t = 4.423, p < 0.001$ ），然 26~35 歲這個年齡層的陸客在考量加進模式三的其他變數之後，係數則變為不顯著，標準化係數為 0.093（ $t = 1.957, p > 0.05$ ）。上述統計調查結果可了解來臺陸客購買茶葉的偏好與特性，期能做為未來規劃臺

灣茶葉推廣行銷策略之參考。

結 論

2013 年調查問卷中有 60.5% 陸客購買茶葉，有購買茶葉的陸客平均每人花費新台幣 8,665 元購買 1.545 公斤茶葉，平均每位來臺陸客約花費新台幣 5,242 元購買茶葉；2014 年調查問卷中有 56% 陸客購買茶葉，購買茶葉的陸客平均每人花費新台幣 6,695 元購買 1.183 公斤茶葉，平均每位來臺陸客約花費新台幣 3,759 元購買茶葉，雖 2014 年受大陸實施旅遊法的影響，平均每位陸客較 2013 年消費金額減少新台幣 1,493 元，但 2014 年來臺陸客數量比 2013 年增加超過 100 多萬人次，推算來臺陸客茶葉總消費金額由新台幣 104.8 億元成長至 112.5 億元，顯示臺灣茶葉仍深具創造觀光外匯的潛力。

本研究亦針對 2013 年有購買茶葉的 784 名陸客資料進行迴歸分析。結果發現，性別中的男性、年齡 36~50 歲、購買目的為送禮、改進需求為包裝和價格，可說是影響陸客來臺購買茶葉總金額的關鍵因素。具體來說，來臺陸客購買茶葉者，以男性顯著高於女性，36~50 歲者顯著高於其他年齡層，送禮者顯著多於非送禮者，而對茶葉商品的包裝和價格較要求者也顯著較不要求者購買較多茶葉。因此，在未來針對陸客行銷臺灣茶葉時，倘若要以提高陸客購買茶葉總金額為目的，則可以將 36~50 歲的大陸男性視為主要的行銷對象；並針對其送禮的需求，在包裝和價格上進行改進，應可有較高的機會提升陸客來臺購買茶葉的總金額，更加促進臺灣茶產業的產值和發展。

誌 謝

本研究承蒙郭芷君、林書妍、劉秋芳、林秀榮、陳柏安、詹慧玲、葉采旻、吳秀惠、馮源美、呂汶芝、鄭程戎、潘熾茹、徐妃秀等人協助於機場對陸客進行問卷調查訪談，特此誌謝。

參考文獻

1. 交通部觀光局. 2014. 中華民國 102 年來臺旅客消費及動向調查。
2. 交通部觀光局. 2015. 中華民國 103 年來臺旅客消費及動向調查。
3. 交通部觀光局行政資訊系統. <http://admin.taiwan.net.tw>。
4. 林虹芝. 2013. 大陸觀光客來臺消費行為之研究：以臺灣茶產業為例. 明新科技大學碩士論文。
5. 黃彩碧. 2013. 開放陸客來臺觀光之回顧與展望. 展望與探索 11(7): 99-118。
6. 董孟修. 2015. 陸客低價團購物站購物之研究. 島嶼觀光研究 8(1): 1-24。

表一、陸客購買台灣茶葉之問卷調查結果

Table 1 The results of questionnaire survey of purchasing Taiwan teas from mainland China tourists

購買茶葉的陸客	2013 年		2014 年		Tatol
問卷回收數量	787		396		1,183
哪裡買的茶葉 (單選題)	次數	比率	次數	比率	比率
(1) 阿里山	719	91%	340	86%	89%
(2) 日月潭	6	1%	5	1%	1%
(3) 機場	4	1%	2	1%	1%
(4) 其它地方	58	7%	49	12%	9%
購買茶葉目的 (複選題)	次數	比率	次數	比率	比率
(1) 自己喝	617	78%	289	73%	77%
(2) 送禮	517	66%	231	58%	63%
(3) 作紀念	28	4%	23	6%	4%
(4) 其它目的	5	1%	3	1%	1%

表二、迴歸分析的結果

Table 2 The result of regression analysis

N = 787	模式 1		模式 2		模式 3	
	Beta	t-value	Beta	t-value	Beta	t-value
性別	0.119	3.385**	0.115	3.304**	0.108	3.107**
年齡						
< 25	0.037	0.953	0.042	1.097	0.038	0.979
26~35	0.116	2.441*	0.105	2.222*	0.093	1.957
36~50	0.236	4.465***	0.236	4.510***	0.231	4.423***
51~65	0.078	1.464	0.078	1.476	0.075	1.432
購買茶葉目的						
自己喝			0.065	1.749	0.060	1.613
送 禮			0.177	4.811***	0.164	4.442***
作紀念			-0.009	-0.256	-0.013	-0.362
希望改進之處						
包裝					0.070	1.966*
價格					0.079	2.248*
品質					0.007	0.196

* p < 0.05, ** p < 0.01, *** p < 0.001.

The Study of Consumption Behavior of Taiwan Teas for Mainland China Tourists

Yi- Hao Lin¹ Wei-Cheng Pan¹ Ting-Mei Kuo¹ Jin-Chih Lin²
Cheng-Nan Lai³ Ku-Yuan Lee^{4,*}

Summary

To understand the situation of purchasing Taiwan teas for million mainland China tourists in every year, we have conducted sampling questionnaire survey of purchasing Taiwan unique teas for mainland China tourists in departure hall of International Taoyuan airport in 2013-2014. The results of 2013 show that 60.5% of tourists bought teas, everyone pay average NT\$ 8,665 to buy 1.545 kg teas in 1,300 recovery questionnaires. The results of 2014 show that 56% of tourists bought teas, everyone pay average NT\$ 6,695 to buy 1.183 kg teas in 708 recovery questionnaires. The average purchasing volume of teas in 2014 has decreased 0.362 kg, and the average cost of teas in 2014 has decreased NT\$ 1,970 than those of 2013 respectively. We infer that these results should be related to the implement of the Chian Tourism Law. The major purchasing Taiwan unique tea is high-mountain tea for mainland China tourists (accounts for nearly 86%). The major purchasing place of Taiwan teas is surrounding areas of Mt. Ali led by tour guides (accounts for nearly 89%), the minority areas are scenery areas, airport and tourists bought teas from anywhere by themselves. The major purposes of purchasing Taiwan unique tea are drinking for themselves and presenting a gift for someone. These results show that mainland China tourists have a very high interesting for Alishan teas. Above survey results could let us understand the preferences and characteristics of purchasing Taiwan teas for mainland China tourists, they also could be a reference for planning extension & marketing strategy of Taiwan teas in future.

Key words: Unique Tea, Mainland China tourist, Purchase behavior

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

2. Chief of Industry Service Section, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

3. Junior Specialist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

4. Adjunct Assistant Professor, College of Liberal & General Education, Chaoyang University of Technology, Taichung, Taiwan.

* Corresponding author.

茶產業缺工狀況調查

林義豪¹ 潘韋成¹ 郭婷玫¹ 林金池² 賴正南³

摘要

為了解茶產業人力需求狀況，本研究藉由問卷調查方式得知茶產業目前最需要人力也最易缺工的工項為春茶手採工（佔87%），其次為製茶（佔5%），最需要人力也最易缺工的時期皆為4月份，屬於季節性的缺工。手採工絕大部分為臨時工，茶農主要是以透過採茶班工頭找到所需人力。統計調查臺灣茶葉栽種面積最多的南投縣與嘉義縣，4月份每公頃手採工（技術需純熟）約需92工（人 × 天），其中有超過半數的茶農（約有53%）希望能透過農會成立人力仲介服務平臺及農委會洽商勞動部引進外籍勞工來解決缺工的問題。

關鍵字：茶產業、人力、手採

前言

本研究針對茶產業供應鏈進行盤點調查，以了解各階段之人力需求與現況，提供具體的參考資料，作為將來人力招募及農民學院教育訓練課程安排等農業人力發展活化輔導策略規劃之參考。為解決季節性缺工，先以可機械化程度較低，有季節人力需求性之茶產業，並依縣市別進行跨產業之人力需求、時節、區域性、需求類型、職能、需求量等調查，探討農村現有人力活化運用之輔導策略或調度機制。

前人研究

臺灣重要茶區鹿谷鄉人口結構有高齡化趨勢，年輕人口又以外移為主，造成農業勞動力衰退（劉佳勳，2005）。臺灣烏龍茶產區，產銷的主體是小農經營制，茶農不再單純的種茶，他們身兼種茶、製茶與賣茶（張富偉，2008），所以當各家採茶期相近時，人力不足的問題就很嚴重。

林豐瑞（2013）曾以電話訪談方式，訪問茶葉生產者5名，瞭解茶之生產作業於人力之需求為何？何項生產作業人力較為缺乏，以及其對於外勞服務之需求與看法。其中，茶生產作業人力以春茶為例，其缺工之工作項目為除草、施肥、剪枝及採收等4項田間工作。其現有人力主要以具經驗、40~50 歲之男工為主。此外，5名受測者中僅有2名表示有外勞服務之需求，人力缺乏之項目為除

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員。臺灣 桃園市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼課長。臺灣 桃園市。
 3. 行政院農業委員會茶業改良場 技佐。臺灣 桃園市。

草與雜務方面。

研究範圍與研究方法

一、資料蒐集：

蒐集全臺茶葉栽培資料及產業之供應鏈，藉以分析茶產業主要工作項目及作業時程，並蒐集影響茶產業人才需求因素及季節性勞動力需求等研究文獻。

二、問卷設計：

針對調查之茶產業，依據參考文獻、專家訪問及共同研究小組（農委會輔導處、各區農業改良場、藥毒所、茶改場與臺北大學金融與合作經營學系方珍玲教授、臺灣大學生物產業傳播暨經營學系王俊豪副教授）討論進行基本資料建立及問卷題項，並依此進行量化等問卷設計規劃。

問卷內容分為二部分，第一部分為受訪者基本資料，第二部分為季節性茶產業人力需求，包含需要人力的工作項目、該工項所需人力與聘用臨時工數量、人力需求條件限制、計酬方式與金額，以及受訪者解決缺工問題後之助益。

三、研究地區與對象：

全臺各縣市栽種生產茶葉的農民為本研究調查對象，其中包含了臺灣所有重要的茶區（南投縣、嘉義縣、新北市等主要產茶地區）。

四、問卷抽樣：

以立意抽樣、便利抽樣等方式，採取親自訪談、團體施測及郵寄問卷方式調查，總計發出超過400份調查問卷。

五、調查資料整理與分析方法：

以統計軟體Excel與SPSS建檔回收問卷後，採用敘述性統計進行次數分配百分比、平均數及交叉表 (Cross Table) 做分析比較。

結果與討論

一、受訪者基本資料之分析

本研究分析回收之問卷324份，受訪者以男性為主占80%，女性占20%。教育程度方面，可能因受訪對象有部分為農民學院受訓學員中之二代茶農，大學專科最多占51.6%，其次為高中職占31.3%，國中占9.0%，國小含以下占4.2%，研究所（含）以上占3.9%。受訪者年齡平均在40歲，年齡範圍分布為18-76歲之間。受訪者茶園栽種面積平均為1.6公頃，固定人手平均2.8人。製茶的種類以烏龍茶為最多（佔全體的88%），約9成以上的受訪者有製作春茶和冬茶。

二、勞動力現況調查

因南投縣與嘉義縣栽種茶樹面積共計8,376公頃，約佔全臺總面積72%，是臺灣最重要的茶區，也是茶產業人力需求最大且密集鄰近的地區，具有人力互相支援調度的機會，故以下將特別針對南投縣與嘉義縣來統計分析各項人力需求狀況（如表一、表二、圖一、圖二、圖三、圖四、圖五、圖六）。受訪茶農每戶固定人手約有3人，整體來說認為非常缺工者佔30%、尚可者佔63%、不缺工者佔7%，相關人力需求程度填答需要與非常需要者佔67%，顯示茶農大部分都需要相當的人力供應。

超過半數的茶農 (約有53%) 希望能透過農會成立人力仲介服務平臺及農委會洽商勞動部引進外籍勞工來解決缺工問題。在解決缺工問題後有什麼幫助方面，最主要的是增進生產管理技術 (佔74%)，其次是可以擴大經營規模 (佔50%)，顯示當人力與時間較充裕時，生產茶葉的品質與技術將能提升，也能有多餘的心力去擴大經營規模。產業目前最需要人力的工項為手採工 (佔87%)，其次為製茶 (佔5%)，最需要人力的時期皆為4月份，屬於季節性的缺工。手採工絕大部分為臨時工，主要以透過採茶班工頭找到所需人力 (佔83%)。南投縣與嘉義縣4月份每公頃手採工 (技術需純熟) 約需92工 (人 × 天)。因技術純熟的採茶工可採摘較標準優良的茶菁供製造高品質的茶葉，同樣時間內也能有較高的產量。

表一、人力需求狀況問卷調查結果

Table 1 The results of questionnaire from the survey of man-power requirement condition

地區 (縣市)	南投縣		嘉義縣		合計
調查問卷份數 (N = 數量)	133		112		245
平均固定人手數量	2.9		3.1		3.0
整體來說目前是否缺工	次數	比率	次數	比率	比率
(1) 非常缺 (工)	41	31%	31	29%	30%
(2) 尚可	83	63%	68	63%	63%
(3) 不缺 (工)	8	6%	9	8%	7%
產業相關人力需求程度					
(1)非常需要	33	26%	24	22%	24%
(2)需要	56	44%	44	41%	43%
(3)普通	33	26%	33	31%	28%
(4)不需要	3	2%	5	5%	3%
(5)非常不需要	1	1%	1	1%	1%
缺工問題希望政府如何協助及輔導*					
(1) 透過農會成立人力仲介服務平臺	65	55%	40	49%	53%
(2) 成立農業人力銀行仲介服務平臺	50	42%	28	35%	39%
(3) 農委會洽商勞動部引進外籍勞工	61	51%	44	54%	53%
(4) 補助油資及保險費	40	34%	18	22%	29%
(5) 進行僱工人力培訓	45	38%	28	35%	37%
(6) 其他	4	3%	1	1%	3%
解決缺工問題後有什麼幫助*					
(1) 擴大經營規模	69	58%	30	37%	50%
(2) 賺更多錢	34	29%	11	14%	23%
(3) 增進生產管理技術	95	80%	52	64%	74%
(4) 可安排休閒活動、放鬆心情	46	39%	38	47%	42%
(5) 有時間去幫助其他農友	48	40%	36	44%	42%
(6) 其他	2	2%	4	5%	3%

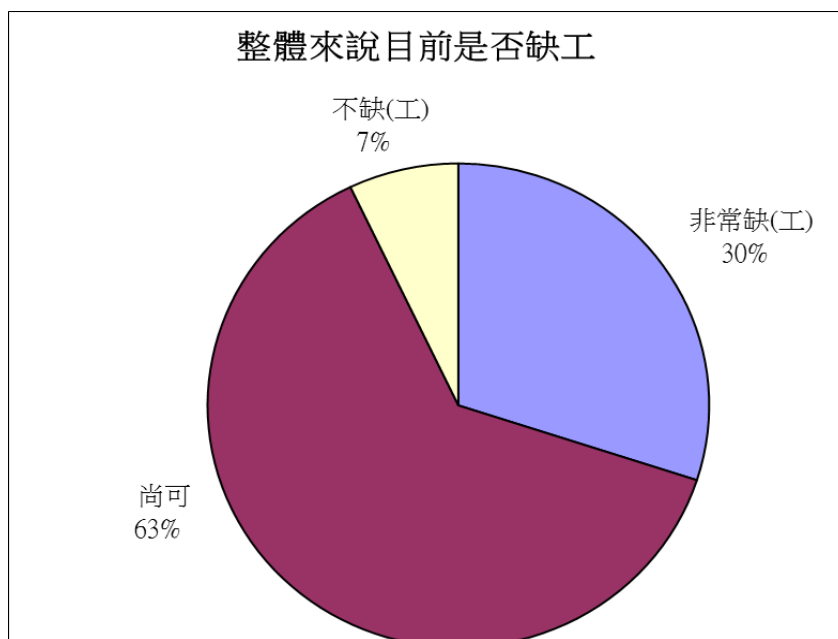
*問項為複選題，計算比率和大於 100%

表二、最需人力工項（手採工）需求狀況問卷調查結果

Table 2 The results of questionnaire from the survey of man-power requirement condition for the most needed items (tea-pluckers)

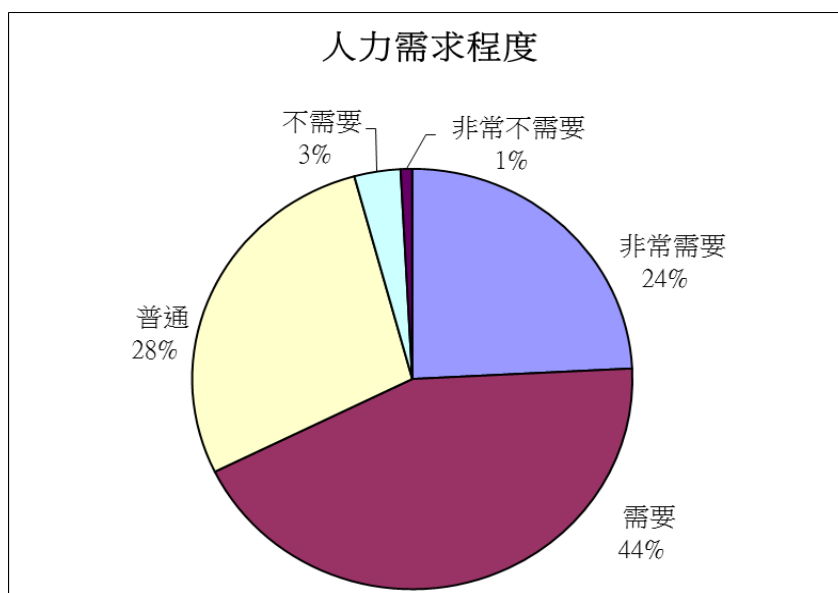
地區 (縣市)	南投縣		嘉義縣		合計
最需人力工項種類	手採工		手採工		
該工項勾選問卷數量	115		100		
該工項性別限制	次數	比率 (N = 115)	次數	比率 (N = 100)	比率 (N = 215)
(1) 限男性	5	5%	12	13%	8%
(2) 限女性	11	10%	6	6%	8%
(3) 不限	92	85%	77	81%	83%
該工項技術限制					
(1) 技術需純熟	82	74%	87	81%	77%
(2) 只需提供勞力	18	16%	13	12%	14%
(3) 不限	9	8%	6	6%	7%
(4) 其他	2	2%	2	2%	2%
該工項來源偏好					
(1) 本籍勞工	21	19%	23	22%	21%
(2) 外籍女性配偶	2	2%	6	6%	4%
(3) 外籍勞工	0	0%	1	1%	0%
(4) 不限	86	79%	74	71%	75%
如何找到該工項人力*					
(1) 自家人手	22	19%	34	34%	26%
(2) 自己雇工	40	35%	32	32%	33%
(3) 跟鄰居換工	15	13%	19	19%	16%
(4) 透過代耕隊等工頭	91	79%	87	87%	83%
(5) 其他	2	2%	3	3%	2%
手採工計酬方式與金額					
(1) 以工計價 (問卷份數)	29	25%	9	9%	18%
平均日薪 元	1,576		1,261		
(2) 以量計價 (問卷份數)	81	70%	78	78%	74%
平均 (每公斤) 元	62		60		
(3) 以時計價 (問卷份數)	7	6%	1	1%	4%
平均 (每小時) 元/ 人	150		150		

*問項為複選題，計算比率和大於 100%



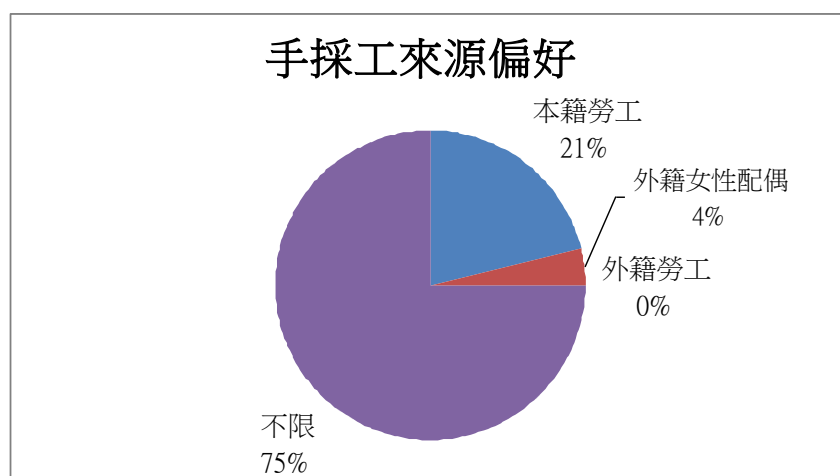
圖一、茶產業缺工狀況 (南投縣與嘉義縣)

Fig. 1. The labor-shortage condition of tea industry (Nantou & Cha-I counties)



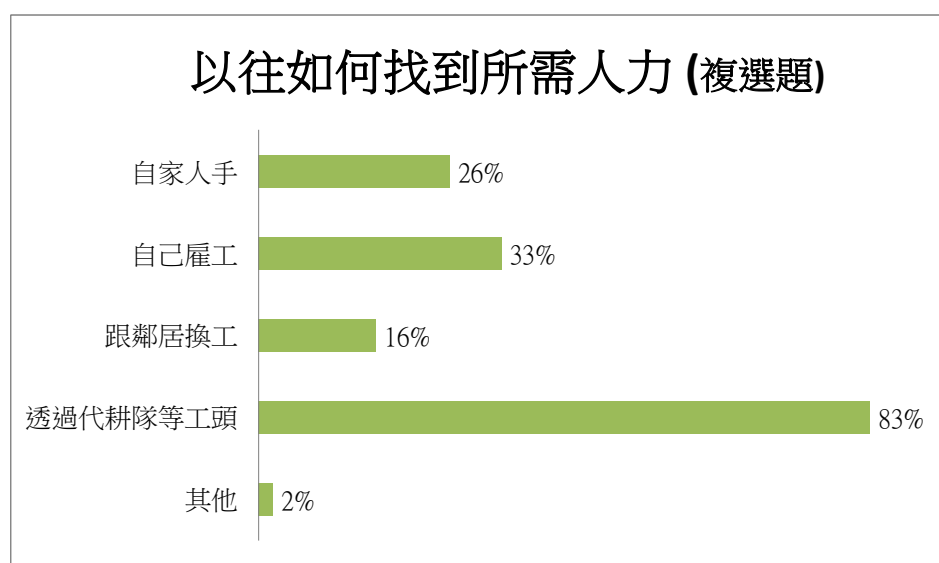
圖二、茶產業人力需求程度 (南投縣與嘉義縣)

Fig. 2. The man-power requirement degree of tea industry (Nantou & Cha-I counties)



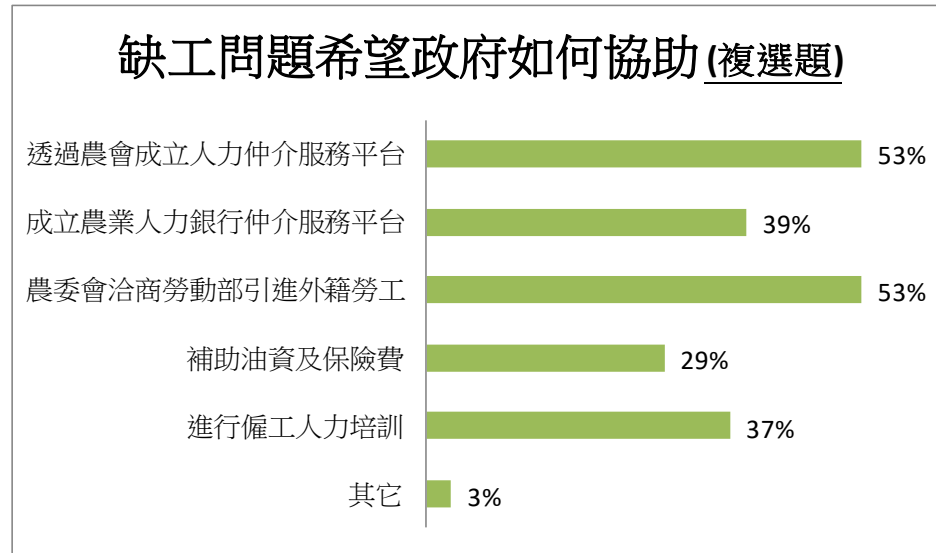
圖三、茶產業手採工來源偏好百分比 (南投縣與嘉義縣)

Fig. 3. Percentage of preference for tea-pluckers' source (Nantou & Cha-I counties)



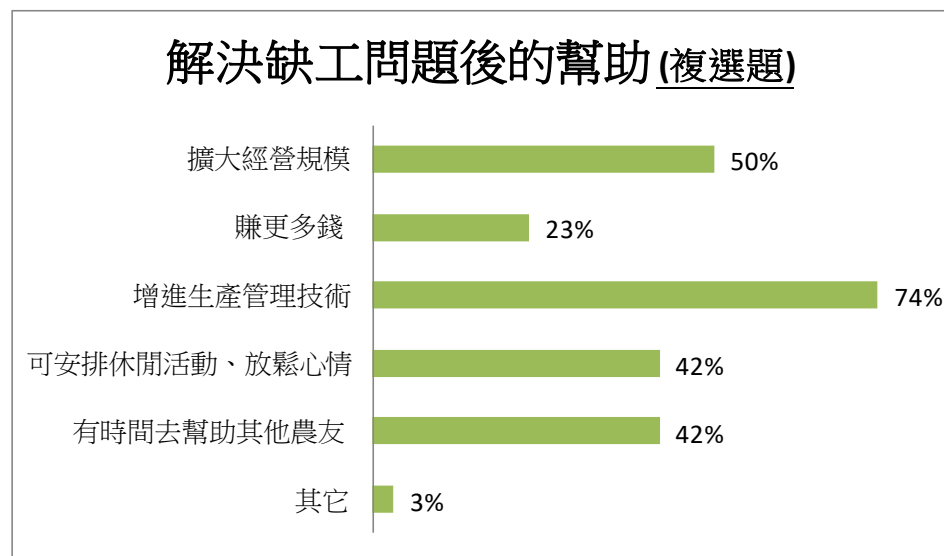
圖四、茶農以往如何找到所需人力百分比 (南投縣與嘉義縣)

Fig. 4. Percentage of how to find the manpower in the past for farmers from Nantou & Cha-I counties



圖五、茶農希望政府如何協助解決缺工問題百分比 (南投縣與嘉義縣)

Fig. 5. Percentage of farmers from Nantou & Cha-I counties hope government how to help them to solve the problem of labor-shortage



圖六、茶產業缺工問題解決後，對茶農的幫助百分比 (南投縣與嘉義縣)

Fig. 6. Percentages of generated benefits after the problem of labor-shortage being solved (Nantou & Cha-I counties)

結論與建議

茶業生產多屬於季節性勞力缺工問題，最需要人力且最易缺工的工項為春季手採工（4月份），其次為製茶與茶園管理等工作。建議改善方法可先盤點建置各地區產業人力資源供需資料，如彙編採茶班工頭名冊等連絡資料，並整合網路等資訊平臺，提供各地區農業缺工情況。再來評估各區域及各重要農產業人力相互支援之可行性，並配合薪資或其他補助，提高短工與雇主媒合機會，除解決農業缺工問題，也提高國內就業率。

此外，聘請外籍勞工也有許多問題待制度上之建立，若全年由單一僱主聘用外籍勞工，對於雇主負擔太大，建議由農會或人力公司，進行人力聘用及訓練，再進行各地區人力之調度。甚至有些農民建議由產銷班名義聘用，再由產銷班內部自行分配勞工之工作位置及內容。因此，需要審慎評估開放外籍勞工的方案，及規劃完整配套措施。

參考文獻

1. 余舜德. 2013. 臺灣凍頂烏龍茶之工匠技藝、科技與現代性. 臺灣人類學刊 11(1): 123-153。
2. 汪文豪. 2014. 解決農業勞動力不足結構調整與技術提升應並行. 農訓雜誌 298: 10-11。
3. 邱敬仁. 2004. 臺灣農業部門勞動力流動之研究. 國立臺灣大學農業經濟研究所碩士論文。
4. 林豐瑞. 2013. 農業重點人才需求調查與推估之研究--茶與芒果產業基層人力需求推估及其影響因素之研究. 行政院農業委員會102年度科技計畫研究報告。
5. 張富偉. 2008. 臺灣烏龍茶產業文化研究. 國立臺南大學臺灣文化研究所碩士論文。
6. 農業統計年報. 2013. 行政院農業委員會農糧署。
7. 劉佳勳. 2005. 地方產業結構的變遷對當地居民態度影響之研究. 世新大學觀光學系碩士論文。

The Survey of Man-power Requirement Condition for Tea Industry

Yi- Hao Lin¹ Wei-Cheng Pan¹ Ting-Mei Kuo¹
Jin-Chih Lin² Cheng-Nan Lai³

Summary

To understand the condition of man-power requirement for tea industry, this study use questionnaire survey to explore the tea industry most needed items for the work of man-power is hand-pluckers (87%) in spring, followed by tea manufacturers (5%), most of the times are all needs in April belonging to a seasonal labor-shortage. The majority of hand-pluckers are temporary workers, they are called in mainly by plucking teams' foreman. The good skilled hand-pluckers of Nantou & Cha-I Counties which possessed the largest tea planting area are about 92 (man × day) per hectare in April. More than half of tea farmers (about 53%) hope that Farmers' Association to set up human agency services platform, and the Council of Agriculture to negotiate with The Ministry of Labour to solve the problem of labor-shortage through the introduction of foreign workers.

Key words: Tea industry, Manpower, Hand-plucking

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

2. Chief of Industry Service Section, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

3. Junior Specialist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.