

臺灣原生山茶農藝性狀變異之研究

鄭混元 余錦安¹

摘要

本研究在於瞭解臺灣原生山茶在不同茶季間植株及芽葉生育情形，以及在平地栽培之適應性，並探討農藝性狀之變異，藉此做為種原保存與評估、開發利用及育種材料選拔之參考依據。本試驗於 2004 至 2009 年在臺東縣鹿野鄉龍田臺地（北緯 22°54'37"，東經 121°07'25"，海拔 175 m）茶業改良場臺東分場 10 年生茶樹品種園區進行調查分析。參與試驗調查的臺灣原生山茶包括山茶、眉原山茶、德化社山茶、鳳凰山茶、巔頭山茶、樂野山茶、南鳳山茶、鳴海山茶及永康山茶，並以臺茶 8 號及臺茶 18 號為對照品種。結果顯示，不同茶季臺灣原生山茶芽葉生育情形，普遍以夏茶季枝葉生長最旺盛。臺灣原生山茶與大葉種差異明顯之芽葉性狀，分別為節間徑、節間長、葉面積、葉厚及葉長寬比。不同臺灣原生山茶農藝性狀亦呈現差異性，德化社山茶、巔頭山茶、南鳳山茶、鳴海山茶及永康山茶樹勢強壯，在平地栽培適應性佳，且具發展潛力，可再繼續評估其經濟栽培效益。無論茶季，臺灣原生山茶產量與大部分芽葉性狀呈現正相關，但只有少數性狀達到顯著。不同臺灣原生山茶及各茶季間皆以芽長、節間長、葉面積、萌芽密度、百芽重及產量之變異係數大於其他性狀，其中產量的變異最大。

關鍵字：臺灣原生山茶、農藝性狀、產量

前言

臺灣山茶為山茶科 (Theaceae)，山茶屬 (*Camellia*)，常綠小喬木，主幹多分枝，樹皮灰白光滑，臺灣山茶學名為 *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze forma *formosensis* Kitamura (Hsieh et al., 1996)。Su et al. (2007) 依據形態及分子的研究結果，建議將臺灣山茶提升至種之地位，學名稱為 *Camellia formosensis* (Masamune et Suzuki) M. H. Su, C. F. Hsieh et C. H. Tsou。同時，因為臺灣山茶之臺東族群在外部形態上已有明顯分化，所以將之處理成變種，並命名為 *C. formosensis* var. *yungkangensis* M. H. Su, C. F. Hsieh et C. H. Tsou，中文名稱之為永康山茶（蘇，2007）。臺灣原生山茶分佈於南投、嘉義、高雄、臺東等縣市內，位處中央山脈東西側，集中於海拔 600-1600 m，於北回歸線南北 50.5 km 處（鄭及范，2013）。依其原生地區名可分別稱之，眉原山茶、德化社山茶、鳳凰山茶、巔頭山茶、樂野山茶、南鳳山茶、鳴海山茶、永康山茶（許，1997）。經由古籍、日籍學者及茶業改良場之相關文獻可知，已分別對臺灣原生茶樹分佈、地理位置、分佈株數、生態環境（土壤及林相）、採集保存、標本製作、葉部與花部性狀皆有詳細調查及描述，並評估製茶品質（史等，1972；吳等，1970、1972；何及王，1984；王等，1989；馮等，1991；鄭等，2003）。其中眉原山茶芽葉形態明顯不同於栽培型，其葉柄較長，嫩葉背面無茸毛為其主要特徵，經人工栽培後也

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

發現葉形(長:寬)、闊位距及葉面反轉度最為穩定,不易受自然環境影響;高海拔原生茶樹移至低海拔種植,經人工栽培數十年馴化,其葉柄變短,而且葉面積減少 43.7% (吳等, 1972)。鄭及范(2015)調查發現永康山茶具有各種葉形、葉色之茶芽,其形態特徵不同於其他原生山茶,葉片內折度大,有明顯的葉片下垂現象,當遇高溫缺水時表現更明顯,成熟葉質硬易碎,嫩葉質薄柔軟,遇強風易碎裂,老葉可以製茶。陳等(2007)指出在不同地區環境條件影響下,臺灣山茶茶芽之外部形態已有分化的現象,亦即不同地區表現型具有差異性存在。蘇(2007)發現臺灣山茶的臺東族群在花部形態仍保持與西部(中、南)族群一樣;但是其營養特徵已經開始產生變異,這可能即是因為中央山脈阻斷基因交流的路線所然。由以上臺灣原生山茶芽葉性狀之描述大多以成熟葉進行調查分析,對於採摘期之芽葉性狀較欠缺調查資料。適採期之芽葉性狀與產量、品質及化學成分關係密切,利用現有的栽培品種(系)已建立彼此的相互關係,並期能應用於早期選拔,篩選出具有質優或高產潛力之個體,提高育種效率(陳, 2014; 陳及蔡, 2003; 馮, 1988; 馮及沈, 1990; 楊及曾, 2001; 蔡及陳, 2000; 蔡及陳, 2001)。因此,有必要瞭解臺灣原生山茶在不同茶季間植株及芽葉生育情形,以及在平地栽培之適應性,並探討農藝性狀之變異,藉此做為種原保存與評估、開發利用及育種材料選拔之參考依據。

材料與方法

一、材料

本試驗於 2004 至 2009 年在臺東縣鹿野鄉龍田臺地(北緯 22°54'37",東經 121°07'25",海拔 175 m)茶業改良場臺東分場十年生茶樹品種園區進行調查分析。參與試驗調查的臺灣原生山茶包括山茶、眉原山茶、德化社山茶、鳳凰山茶、巔頭山茶、樂野山茶、南鳳山茶、鳴海山茶及永康山茶(圖一),並以臺茶 8 號及臺茶 18 號為對照品種。

二、方法

在不同年度各茶季進行臺灣原生山茶芽葉性狀、萌芽密度、百芽重及產量調查。

(一) 調查項目

1、茶芽性狀:調查 10 個芽葉。

- (1) 葉片數:計算茶芽之葉片數。
- (2) 芽長:測量全芽長度,從一心三葉以上茶芽之枝葉基部量至頂端之長度。
- (3) 採摘芽長:測量一心三葉茶芽之枝葉基部至頂端長度。
- (4) 節間徑:第二及第三節間枝梗直徑。
- (5) 節間長:第一葉腋至第二葉腋及第二葉腋至第三葉腋之長度。

2、葉片性狀:調查 10 個芽葉。

- (1) 葉長:測量第二葉、三葉片最長之長度。
- (2) 葉寬:測量第二葉、三葉片最寬之寬度。
- (3) 葉面積:葉長×葉寬×0.7。
- (4) 葉厚:以厚度計測量葉片中間主脈兩旁厚度。
- (5) 葉長寬比:計算葉長/葉寬。
- (6) SPAD:以葉綠素計測量葉片中間主脈兩旁之綠色值。

3、植株性狀:測量樹高及樹寬,隨機量取 3 處計算平均值。

- (1) 樹高:量測地面至枝條最高部位。

(2) 樹寬：係調查茶樹枝葉擴展寬度，選擇樹冠生育整齊之茶櫟為調查點。

4、產量性狀

(1) 萌芽密度：以 30 cm×30 cm 密度框，計算樹冠中心茶芽數。

(2) 百芽重：測量 100 個採摘茶芽之鮮重。

(3) 產量：調查單株產量。

(二) 資料分析

上述試驗資料利用 Costat 6.29 統計分析，計算平均值、標準差、變異係數，以及進行相關分析。

結果與討論

一、茶芽性狀

早春茶葉片數較少，其他茶季約 4 至 5 個葉片，大部分原生山茶葉片數少於大葉種，只有德化社山茶、巔頭山茶有較多的葉片數，而且在部分茶季多於大葉種；不同茶季間芽長普遍以夏茶最長，早春茶較短，大部分原生山茶芽長小於大葉種，唯在夏秋茶季德化社山茶芽長大於 20 cm，而且在部分茶季大於大葉種，其他原生山茶則在 10-20 cm 之間；不同茶季間採摘芽長普遍以夏茶最長，秋茶較短，大部分原生山茶採摘芽長介於大葉種之間；山茶、德化社山茶、巔頭山茶、鳴海山茶及永康山茶在夏茶有較粗的節間徑，早春茶則較細，其他原生山茶在不同茶季間變化不大且較無一致性，其節間徑皆小於大葉種；不同茶季間節間長以夏茶最長，早春茶及秋茶較短，大部分原生山茶節間長介於大葉種之間，山茶、德化社山茶及鳴海山茶最長（表一）。

二、葉片性狀

早春茶至第一次夏茶葉長普遍大於第二次夏茶至秋茶，亦介於大葉種之間，山茶、德化社山茶、鳳凰山茶、巔頭山茶、南鳳山茶及鳴海山茶大於其他原生山茶；不同茶季間大多數原生山茶以早春茶葉片較寬，大部分原生山茶小於大葉種，山茶、德化社山茶、巔頭山茶及永康山茶大於其他原生山茶；不同茶季間大多數原生山茶葉面積以早春茶至第一次夏茶大於第二次夏茶至秋茶，大部分原生山茶葉面積小於大葉種，山茶、德化社山茶大於其他原生山茶；不同茶季間大部分原生山茶葉厚差異不大，亦介於大葉種之間，眉原山茶、德化社山茶、巔頭山茶、鳴海山茶及永康山茶大於其他原生山茶；不同茶季間大部分原生山茶葉長寬比差異不大，而且大於大葉種，山茶、鳳凰山茶大於其他原生山茶；不同茶季間 SPAD 值以早春茶低於其他茶季，大部分原生山茶介於大葉種之間，只有部分原生山茶大於大葉種，以德化社山茶為最高（表二）。

三、植株性狀

不同茶季間樹高以第二次夏茶最高，春茶最低，無論茶季，原生山茶皆低於大葉種，以德化社山茶為最高；不同茶季間樹寬普遍以夏茶最寬，其他茶季較相近，除了德化社山茶最為寬廣，其他原生山茶皆小於大葉種（表三）。

四、產量性狀

不同茶季間萌芽密度呈現高低起伏變化，並未隨著茶季呈現遞增或遞減現象，無論茶季，原生山茶皆高於大葉種，鳳凰山茶及南鳳山茶高於其他原生山茶；不同茶季間百芽重以夏茶最高，秋茶較低，大部分茶季原生山茶小於大葉種，山茶、德化社山茶、巔頭山茶及鳴海山茶大於其他原生山茶；不同茶季間產量變動大，不同原生山茶並無相同的趨勢，除了鳳凰山茶及樂野山茶，大部分茶季原生山茶皆高於大葉種，德化社山茶、巔頭山茶、南鳳山茶、鳴海山茶及永康山茶有較高的產量

(表三)。

綜合上述結果顯示，不同茶季臺灣原生山茶芽葉生育情形，普遍以夏茶季枝葉生長最旺盛。大多數原生山茶葉片數、芽長、節間徑、葉寬、葉面積、百芽重、樹高及樹寬皆小於大葉種；採摘芽長、節間長、葉長、葉厚及 SPAD 值介於大葉種之間；葉長寬比、萌芽密度及產量則大於大葉種。其芽葉性狀較相近於臺茶 18 號，在於臺茶 18 號父本源自於臺灣原生山茶。臺灣原生山茶與大葉種差異明顯之芽葉性狀，分別為節間徑、節間長、葉面積、葉厚及葉長寬比。不同臺灣原生山茶農藝性狀亦呈現差異性，德化社山茶、龍頭山茶、南鳳山茶、鳴海山茶及永康山茶樹勢強壯，在平地栽培適應性佳，且具發展潛力，可再繼續評估其經濟栽培效益。德化社山茶原生於南投日月潭德化社；南鳳山茶及鳴海山茶來自於高雄南鳳山及鳴海山；臺東永康山茶為臺灣原生茶樹分佈之最東緣，在魚池鄉、六龜區及桃源區、鹿野鄉已有經濟栽培利用，亦成為當地特色茶類。蘇(2007)與陳等(2007)指出臺灣山茶分佈在中央山脈兩側的區域，呈現極不對稱的分佈型式，其營養特徵，已開始產生變異，可能即是因為中央山脈的隔離，阻斷基因交流的路線所造成，以致不同臺灣原生山茶之表現型具有差異性。本試驗已建立不同臺灣原生山茶在茶季間植株及芽葉生育情形，以及在平地栽培之適應性，可以做為經濟栽培之參考依據。

臺灣原生山茶葉片數與芽長、節間徑、葉厚、SPAD 值、樹高及樹寬達顯著或極顯著正相關，其與葉長及葉面積則為極顯著負相關，表示葉片數越多，葉長及葉面積越小；芽長與採摘芽長、節間徑、節間長、葉寬、葉長寬比、SPAD 值、樹高、樹寬及百芽重達顯著或極顯著正相關，採摘芽長、節間徑及節間長與其他芽葉性狀亦呈現相近的相關結果；節間長與萌芽密度為顯著負相關，表示節間越長，萌芽密度越低；葉長與葉寬、葉面積及百芽重達極顯著正相關，其與 SPAD 值則為負相關，且部分達顯著，並與葉長寬比因葉位而呈現極顯著正或負相關；葉寬與葉面積、樹寬及百芽重達顯著或極顯著正相關，其與葉厚則為顯著負相關；葉面積與部分葉位之葉長寬比、樹寬及百芽重達極顯著正相關，其與 SPAD 值則因葉位而呈現正或負相關，且部分負相關達顯著；葉厚與 SPAD 值、樹高、樹寬及百芽重達顯著或極顯著正相關，其與葉長寬比則為顯著或極顯著負相關；葉長寬比與百芽重達顯著正相關；SPAD 值與樹高、樹寬及百芽重達顯著或極顯著正相關；樹高與樹寬及百芽重達顯著或極顯著正相關，而與萌芽密度則為顯著負相關；樹寬與百芽重達極顯著正相關(表四)。學者指出多數茶樹的葉部性狀為彼此相關，由此可瞭解性狀間相互影響的程度，以及其與產量及品質之關係，並提供早期選拔之依據(胡等，2005；陳及蔡，2003；蔡及陳，2000)。本試驗各個農藝性狀之相關分析亦大致呈現相近的結果。

無論茶季，臺灣原生山茶產量與大部分芽葉性狀呈現正相關，但只有少數性狀達到顯著，在早春茶只有樹寬、葉片數、芽長及 SPAD 值與產量達顯著或極顯著正相關，春茶葉面積及葉厚、第一次夏茶葉片數、秋茶樹寬、芽長、採摘芽長、節間長及百芽重、合併茶季之樹寬、葉片數、節間徑、葉長、葉面積、SPAD 值及百芽重亦達顯著或極顯著正相關(表五)。不同茶季與產量相關的性狀並不完全相同，可能是不同茶季間氣候環境差異所造成的影響。蔡及陳(2000)指出各季茶芽性狀與產量間之相關性略有不同，因此，較不宜全年合併分析。茶樹產量與芽葉性狀之葉面積、葉長、葉寬、節間長、節間徑，以及茶芽密度、百芽重皆呈現正相關，其中節間長及葉長可以做為早期選拔指標，以減少育種之工作與時間，篩選出高產之個體(馮，1988；馮與沈，1990；蔡及陳，2000；蔡及陳，2001)。

不同臺灣原生山茶以芽長、節間長、葉面積、萌芽密度、百芽重及產量之變異係數大於其他性狀，其中產量的變異係數最大，不同茶季介於 30-60.5%，其次為節間長，在 17-37%之間，芽長、葉面積、萌芽密度及百芽重亦呈現相當大的變異；樹高、節間徑、葉厚及葉長寬比變異係數較小，在 5-12.4%之間(表六)。各茶季間以芽長、節間長、葉面積、百芽重及產量之變異係數大於其他

性狀，不同臺灣原生山茶約略呈現相近的結果，只是變異係數呈現互有高低，其中產量的變異係數高達 20.5-59.2%，節間長介於 16.1-41%，葉面積在 13.5-24.4%之間（表七）。胡等（2005）分析 123 個茶樹種原之變異係數，以葉厚及其長寬比為較小，兩性狀相當穩定，葉面積及節間長變異程度大。本試驗無論茶季或原生山茶農藝性狀之變異係數分析結果大致相近。

結 論

本研究已建立不同臺灣原生山茶在茶季間植株及芽葉生育情形，以及在平地栽培之適應性，可以做為經濟栽培之參考依據。綜合各茶季茶芽、葉片、植株、產量性狀及產量結果顯示，德化社山茶、巔頭山茶、南鳳山茶、鳴海山茶及永康山茶樹勢強壯，在平地栽培適應性佳，且具發展潛力，可再繼續評估其經濟栽培效益。

參考文獻

1. 王兩全、何信鳳、陳右人、馮鑑淮、邱再發. 1989. 臺灣野生茶樹種源保存與利用 (一). 行政院農業委員會 78 年生態研究 第 033 號。
2. 史樞、陳永盛、楊守國、石振源、廖增祿. 1972. 臺灣南投野生茶樹調查報告 (1). 臺灣農業 8: 193-207。
3. 吳振鐸、賈雲翔、馮鑑淮、蔡俊明. 1970. 臺灣眉原山野生茶樹形態之觀察 (I). 臺灣農業季刊 6: 1-13。
4. 吳振鐸、馮鑑淮、蔡俊明. 1972. 臺灣眉原山野生茶樹形態之觀察 (II). 臺灣農業季刊 8: 133-160。
5. 何信鳳、王兩全. 1984. 臺灣野生茶樹之蒐集. 臺灣茶業研究彙報 3: 133-155。
6. 胡智益、郭冠黎、蔡右任、林順福. 2005. 臺灣茶樹種原葉部性狀之調查及遺傳變異分析. 臺灣茶業研究彙報 24: 1-20。
7. 陳右人、蔡俊明. 2003. 茶樹芽葉性狀與條形包種茶品質之關係. 中國園藝 49: 259-266。
8. 陳柏儒、邱垂豐、林金池、葉茂生. 2007. 臺灣山茶收集系茶芽與葉片農藝性狀變異之研究. 農林學報 56: 253-262。
9. 陳玄. 2014. 品種內茶芽性狀對產量及品質影響之路徑分析. 第二屆茶業科技研討會專刊. pp. 25-40. 茶業改良場出版。
10. 許飛霜. 1997. 臺灣野生山茶系植物知多少. 臺灣博物 15: 82-86。
11. 馮鑑淮. 1988. 茶樹育種提早選種指標的研究. (I) 品種芽葉農藝性狀與產量及部分發酵茶品質的路徑分析. 臺灣茶業研究彙報 7: 79-90。
12. 馮鑑淮、沈明來. 1990. 茶樹育種提早選種指標的研究. (II) 品種芽葉農藝性狀與產量及綠茶兼包種茶以及紅茶品質之關係. 臺灣茶業研究彙報 9: 7-20。
13. 馮鑑淮、王兩全、林木連、陳右人、張清寬、邱再發. 1991. 臺灣野生茶樹種源保存與利用 (三) 八十年度自然文化景觀報告第 005 號。
14. 楊盛勳、曾富生. 1991. 茶樹產量、發酵力與農藝性狀之相關研究 I. 臺灣茶業研究彙報 10: 129-140。
15. 鄭混元、范宏杰、陳信言、陳惠藏. 2003. 臺東永康山野生茶樹調查及復育與製茶品質之研究. 臺

灣茶業研究彙報 22: 1-16。

16. 鄭混元、范宏杰. 2013. 臺灣野生茶樹資源及其利用. 臺灣茶業研究彙報 32: 21-44。
17. 鄭混元、范宏杰. 2015. 臺東永康山茶復育與利用. pp.145-146. 臺灣國際茶文化創意與科技論壇論文集. 行政院農委會茶業改良場及文化部國立臺灣工藝研究發展中心出版。
18. 蔡俊明、陳右人. 2000. 利用單相關與正向逐步迴歸分析茶樹芽葉性狀與產量之關係. 中國園藝 46: 389-398。
19. 蔡俊明、陳右人. 2001. 適製包種茶茶樹六十九年選品系選拔與其選拔族群芽葉性狀與包種茶品質與收量之相關. 中國園藝 47: 69-76。
20. 蘇夢淮. 2007. 臺灣山茶之分類研究. 國立臺灣大學生態學與演化生物學研究所 博士論文. 臺灣 臺北。
21. Hsieh, C. F., Ling, L. K., and Yang, K. C. 1996. Theaceae. In : Huang, T. C. et al. (Eds.) Flora of Taiwan. (2nd ed.) vol. 2. pp. 662-693. Editorial Committee, Dept. Bot., NTU, Taipei, Taiwan.
22. Su, M. H., Tsou, C. H., and Hsieh, C. F. 2007. Morphological comparisons of Taiwan native wild tea plant (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze forma *formosensis* Kitamura) and two closely related taxa using numerical methods. Taiwaniana 52: 70-83.

表一、不同茶季臺灣原生山茶茶芽性狀 (2008)
Table 1 Shoot characteristics of Taiwan native tea trees in different tea seasons (2008)

性狀 CH	茶季 TS	山茶 SC	眉原 MY	德化 DHS	鳳凰 FH	龍頭 LT	樂野 LY	南鳳 NF	鳴海 MC	永康 YK	臺8 T8	臺18 T18
LN (no.)	早春	3.9±0.3	3.2±0.4	4.4±0.5	3.4±0.5	4.8±0.4	3.4±0.5	3.4±0.5	3.2±0.4	3.5±0.7	4.2±0.6	4.5±0.5
	春	4.3±0.8	4.7±0.7	5.0±0.5	4.5±0.7	5.0±0.5	4.0±0.8	4.4±0.5	4.5±0.5	3.3±0.5	4.5±0.5	5.1±0.6
	夏1	4.0±0	4.0±0.7	4.2±0.5	3.6±0.6	4.2±0.5	3.8±0.5	4.0±0.7	4.0±0	4.8±0.5	4.8±0.5	5.6±0.6
	夏2	4.0±0	4.0±0	5.8±0.5	3.8±0.5	4.6±0.6	4.4±0.9	4.4±0.6	4.4±0.6	4.0±0	5.2±0.5	5.8±0.5
SL (cm)	秋	4.2±0.5	4.4±0.6	5.6±0.6	4.2±0.8	5.0±0	4.6±0.6	4.6±0.6	4.8±0.5	4.2±0.5	4.6±0.6	4.8±0.5
	早春	13.2±1.8	9.9±1.9	12.2±1.4	14.5±2.2	17.1±1.4	11.3±2.1	14.2±1.4	12.8±1.7	12.6±1.3	16.3±1.4	15.2±1.4
	春	12.8±1.5	13.5±1.9	19.9±2.0	14.5±1.5	17.7±2.4	12.9±2.2	18.0±2.4	16.4±2.3	11.2±1.4	18.7±2.3	17.1±2.2
	夏1	19.2±1.5	15.2±2.2	22.1±4.8	16.2±1.1	17.4±3.4	14.0±1.0	13.4±1.3	17.7±1.7	12.7±1.1	24.6±2.6	21.0±3.2
PL (cm)	夏2	18.5±1.0	10.8±3.2	24.2±1.3	18.1±1.3	17.6±1.9	16.8±2.9	16.3±0.9	18.0±3.1	14.4±1.7	21.8±1.2	22.7±2.1
	秋	16.6±2.7	10.9±1.6	23.4±2.8	14.3±1.8	18.7±2.1	12.9±0.6	14.0±0.7	16.2±0.4	12.9±1.5	18.1±3.1	12.7±1.2
	早春	11.0±1.3	9.6±1.6	9.7±0.7	13.1±1.2	11.2±0.8	10.2±1.6	11.5±0.9	11.8±1.5	11.2±1.0	11.9±0.8	11.1±0.9
	春	11.0±0.7	10.7±1.5	13.4±0.9	11.5±1.1	11.5±1.4	10.6±1.2	12.9±1.5	12.1±1.5	10.7±1.1	13.0±1.4	11.8±1.5
ID1 (mm)	夏1	14.4±1.5	11.3±1.2	15.6±2.8	12.7±1.5	12.0±1.9	11.2±0.9	10.3±1.1	14.4±0.4	10.2±1.3	15.7±1.5	11.7±1.9
	夏2	13.8±0.7	9.6±1.8	13.4±0.8	13.2±1.7	11.7±0.6	10.7±1.1	10.8±1.7	12.0±1.7	11.1±1.0	12.2±1.1	11.9±1.0
	秋	12.0±1.0	8.0±0.4	10.8±0.7	10.5±0.8	10.6±1.5	8.5±0.8	9.6±0.5	11.1±1.2	9.2±0.8	12.0±0.8	8.6±0.9
	早春	1.59±0.1	1.60±0.1	1.62±0.1	1.72±0.2	1.46±0.2	1.42±0.1	1.60±0.1	1.70±0.1	1.12±0.3	1.97±0.3	1.79±0.1
ID2 (mm)	春	1.57±0.1	1.58±0.1	1.63±0.1	1.60±0.1	1.62±0.2	1.45±0.1	1.76±0.2	1.60±0.2	1.61±0.1	1.89±0.2	1.92±0.2
	夏1	1.75±0.1	1.53±0.1	1.84±0.1	1.35±0.1	1.59±0.2	1.38±0.1	1.47±0	1.64±0.1	1.73±0.2	2.33±0.2	2.16±0.2
	夏2	1.91±0.2	1.62±0.3	1.92±0.1	1.61±0.1	1.83±0.3	1.48±0.2	1.52±0.1	1.79±0.2	1.76±0.2	2.27±0.1	2.42±0.1
	秋	1.71±0.1	1.65±0.2	1.79±0.2	1.63±0.1	1.62±0.1	1.65±0.2	1.48±0.2	1.67±0.1	1.61±0.1	1.76±0.2	2.06±0.2
IL1 (cm)	早春	1.95±0.2	1.86±0.2	1.93±0.2	2.03±0.3	1.88±0.2	1.70±0.2	1.94±0.1	1.98±0.1	2.05±0.5	2.35±0.2	2.19±0.1
	春	1.92±0.1	1.93±0.1	2.05±0.1	1.98±0.1	2.03±0.2	1.78±0.1	2.18±0.2	1.94±0.2	1.91±0.1	2.37±0.2	2.35±0.4
	夏1	2.09±0.1	1.80±0.1	2.34±0.1	1.64±0.1	1.93±0.2	1.74±0.1	1.74±0.1	1.95±0.2	2.11±0.1	2.88±0.3	2.53±0.2
	夏2	2.30±0.3	1.90±0.4	2.39±0.2	1.92±0.1	2.24±0.3	1.77±0.3	1.83±0.2	2.17±0.2	2.13±0.2	2.65±0.1	2.73±0.1
IL2 (cm)	秋	2.11±0.1	1.87±0.1	2.15±0.3	1.86±0.1	1.97±0.2	1.88±0.1	1.74±0.2	2.00±0.2	1.90±0.1	2.16±0.2	2.40±0.3
	早春	0.89±0.3	0.64±0.3	0.54±0.3	1.07±0.3	0.79±0.3	0.62±0.4	0.78±0.4	1.07±0.5	1.62±0.1	1.28±0.3	1.19±0.3
	春	1.18±0.4	1.22±0.3	1.74±0.4	1.06±0.3	1.43±0.4	1.08±0.3	1.26±0.3	1.28±0.5	1.09±0.2	1.36±0.3	1.37±0.5
	夏1	1.94±0.7	1.44±0.4	2.82±0.9	1.46±0.7	1.54±0.6	1.18±0.2	0.98±0.2	1.62±0.5	1.32±0.6	2.42±0.7	1.56±0.5
IL2 (cm)	夏2	1.96±0.4	1.26±0.5	2.03±0.2	1.40±0.4	1.44±0.3	1.06±0.3	1.20±0.8	1.44±0.3	1.68±0.3	1.48±0.3	1.34±0.3
	秋	1.28±0.2	0.64±0.1	1.22±0.2	0.76±0.4	0.94±0.3	0.56±0.1	0.68±0.3	1.00±0.3	0.86±0.3	1.30±0.2	0.78±0.2
	早春	1.60±0.5	0.93±0.4	1.19±0.3	1.83±0.6	1.86±0.6	1.56±0.8	2.13±0.7	1.93±0.8	1.84±0.2	2.40±0.8	2.13±0.5
	春	1.86±0.3	1.81±0.6	3.32±0.5	1.75±0.7	2.53±0.5	1.76±0.5	2.47±0.5	2.17±0.6	1.79±0.5	2.72±0.5	2.18±0.7
CH; IL1: 1st Internode length; IL2: 2nd Internode length	夏1	3.38±0.5	2.18±0.4	4.48±1.4	2.98±0.9	2.68±1.0	2.64±0.5	2.18±0.5	3.08±0.8	1.84±0.6	4.18±0.3	2.54±0.9
	夏2	3.46±0.5	1.98±0.6	4.20±0.8	3.82±1.3	2.70±0.2	2.52±0.8	2.70±0.9	3.20±1.0	2.54±0.6	2.64±0.7	2.82±0.7
	秋	2.26±0.5	1.06±0.4	2.30±0.4	1.52±0.4	2.08±0.7	1.18±0.4	1.68±0.5	2.08±0.7	1.40±0.6	2.60±0.5	1.46±0.5

SC: Shan cha; MY: Mei Yuan native tea; DHS: De Hua She native tea; FH: Fong Huang native tea; LT: Long Tou native tea; LY: Le Ye native tea; NF: Nan Fong native tea;
MC: Min Ghai native tea; YK: Yung Kang native tea; T8: TTES No.8; T18: TTES No.18

CH: characteristics; TS: tea season; LN: Leaf number; SL: Shoot length; IL1: 1st Internode diameter; ID2: 2nd Internode diameter;

IL1: 1st Internode length; IL2: 2nd Internode length

Mean±SD

表二、不同茶季臺灣原生山茶葉片性狀 (2008)
Table 2 Leaf characteristics of Taiwan native tea trees in different tea seasons (2008)

性狀 CH	茶季 TS	山茶 SC	眉原 MY	德化 DHS	鳳凰 FH	龍頭 LT	樂野 LY	南鳳 NF	鳴海 MC	永康 YK	臺8 T8	臺18 T18
LL2 (cm)	早春	7.9±1.1	7.6±1.4	7.1±0.7	9.6±1.1	7.0±0.9	7.5±0.8	7.5±0.6	7.9±0.7	7.5±0.9	7.7±0.4	7.1±0.6
	春	7.6±0.4	7.2±1.0	7.4±0.6	8.2±0.6	7.2±0.8	7.0±0.6	8.1±1.2	7.9±1.2	7.3±0.7	8.0±1.2	7.7±0.8
	夏1	8.3±1.2	6.8±1.2	7.5±0.8	7.4±0.8	7.0±1.2	6.4±0.6	6.5±0.5	8.0±0.4	6.4±0.7	8.9±1.1	6.7±0.6
	夏2	7.9±0.5	5.8±0.8	6.3±0.4	7.0±1.0	6.5±0.5	5.5±0.3	5.9±0.9	6.4±0.4	6.6±0.6	7.5±0.5	6.3±0.3
	秋	7.6±0.4	5.4±0.6	5.6±0.3	7.1±0.7	6.1±0.8	5.1±0.3	5.9±0.4	6.8±1.2	6.1±0.5	7.0±0.4	5.3±0.3
LL3 (cm)	早春	8.1±1.3	6.7±1.3	7.6±0.7	8.7±1.6	8.5±0.6	7.7±1.2	7.9±1.2	7.6±0.7	6.8±1.2	9.2±0.7	8.4±0.5
	春	7.6±1.3	7.8±0.9	9.7±0.6	9.8±0.7	8.6±0.7	7.7±1.1	9.4±1.4	8.9±1.4	7.1±1.9	10.3±1.0	8.7±0.8
	夏1	9.9±0.4	7.8±1.1	9.5±1.3	8.3±0.6	8.5±1.3	7.2±0.7	7.0±0.7	9.1±1.0	8.1±0.8	11.1±1.3	7.7±0.7
	夏2	8.6±0.6	4.8±0.8	8.6±0.2	8.0±1.1	7.5±0.8	7.0±0.6	6.8±0.4	7.8±0.5	7.4±0.8	9.6±0.5	7.8±0.2
	秋	8.5±0.9	5.0±1.6	6.8±0.7	8.0±0.8	7.4±0.8	6.5±0.6	7.5±0.4	8.3±1.3	6.5±0.7	8.1±0.7	6.0±0.2
LW2 (cm)	早春	2.8±0.4	2.8±0.4	2.2±0.3	2.9±0.4	2.5±0.3	2.5±0.3	2.8±0.3	2.8±0.3	2.6±0.3	3.1±0.3	3.1±0.3
	春	2.6±0.3	2.2±0.4	2.2±0.2	2.2±0.2	2.4±0.4	2.2±0.3	2.4±0.2	2.4±0.5	2.5±0.2	3.2±0.4	3.1±0.4
	夏1	2.2±0.3	2.1±0.3	2.3±0.2	2.0±0.3	2.4±0.4	2.1±0.3	2.1±0.1	2.5±0.2	2.1±0.3	3.8±0.5	2.6±0.1
	夏2	2.8±0.4	2.2±0.3	2.0±0.2	2.2±0.2	2.5±0.2	2.1±0.2	2.0±0.3	2.1±0.2	2.2±0.2	3.2±0.3	2.6±0.3
	秋	2.7±0.3	2.2±0.2	1.9±0.1	2.4±0.2	2.5±0.2	2.0±0.3	2.3±0.3	2.1±0.3	2.1±0.2	3.0±0.4	2.3±0.2
LW3 (cm)	早春	3.3±0.4	2.7±0.3	2.7±0.3	2.9±0.5	3.3±0.3	2.8±0.3	3.2±0.4	2.8±0.3	2.5±0.4	4.4±0.5	4.1±0.4
	春	2.8±0.6	2.6±0.3	3.1±0.4	2.6±0.3	3.3±0.5	2.5±0.5	3.1±0.3	2.9±0.4	2.5±0.7	4.5±0.5	3.6±0.3
	夏1	2.8±0.1	2.5±0.3	3.0±0.2	2.4±0.1	3.0±0.5	2.4±0.3	2.4±0.4	2.9±0.5	3.0±0.3	4.6±0.5	3.0±0.3
	夏2	3.3±0.4	1.8±0.2	2.9±0.3	2.5±0.3	3.0±0.3	2.6±0.2	2.4±0.4	2.7±0.2	2.7±0.3	4.4±0.5	3.4±0.3
	秋	3.4±0.1	2.1±0.5	2.4±0.3	2.7±0.4	3.0±0.5	2.6±0.3	2.6±0.4	2.8±0.4	2.5±0.1	4.0±0.3	2.7±0.1
LA2 (cm ²)	早春	15.8±4.0	15.2±5.1	11.2±2.2	19.5±4.9	12.5±3.1	13.3±2.8	14.5±2.5	15.5±3.2	13.7±3.1	16.8±2.3	15.5±2.7
	春	13.6±2.0	11.4±3.5	11.4±1.9	12.4±1.9	12.4±3.2	10.7±1.9	13.7±3.0	13.7±4.3	12.6±1.4	18.2±5.3	16.7±3.7
	夏1	12.8±3.5	10.3±3.1	12.3±2.1	10.5±2.6	11.8±3.6	9.2±2.0	9.8±1.2	13.7±1.8	9.4±2.3	23.7±6.1	12.2±1.6
	夏2	15.3±2.8	8.9±2.2	8.7±1.1	10.6±1.9	11.6±1.4	8.0±0.9	8.5±2.3	9.3±1.2	10.4±1.7	16.9±2.4	11.4±1.6
	秋	14.6±2.2	8.3±1.7	7.5±0.7	11.8±2.1	10.6±2.0	7.1±1.2	9.4±1.6	10.0±3.4	8.9±1.5	14.8±2.8	8.6±1.3
LA3 (cm ²)	早春	18.7±4.6	12.8±3.6	14.5±2.0	18.2±6.0	19.5±2.7	15.4±3.8	17.7±4.2	14.6±3.0	12.3±4.1	28.7±4.0	23.9±2.7
	春	15.4±5.3	14.2±3.2	21.5±3.8	17.8±3.3	19.7±4.7	14.0±4.3	20.4±4.9	18.3±4.8	13.1±6.8	32.7±7.1	21.8±3.3
	夏1	19.3±1.2	14.1±3.6	20.2±3.4	14.1±1.7	18.3±5.0	12.1±2.8	11.6±1.8	18.5±4.8	17.3±3.2	36.5±7.6	16.5±3.1
	夏2	19.7±3.5	6.2±1.8	17.7±1.8	13.7±2.7	16.0±2.7	12.5±1.8	11.4±1.0	14.5±1.3	13.8±2.6	29.9±4.6	18.4±2.2
	秋	20.6±2.2	7.7±3.9	11.5±2.3	15.1±3.7	15.8±7.2	11.9±2.7	13.8±2.5	16.3±4.1	11.4±1.5	22.9±3.6	11.4±0.5

SC: Shan chai; MY: Mei Yuan native tea; DHS: De Hua She native tea; FH: Fong Huang native tea; LT: Long Tou native tea; LY: Le Ye native tea; NF: Nan Fong native tea; MC: Min Ghai native tea; YK: Yung Kang native tea; T8: TTES No.8; T18: TTES No.18

CH: characteristics; TS: tea season; LL2: 2nd Leaf length; LL3: 3rd Leaf length; LW2: 2nd Leaf width; LW3: 3rd Leaf width; LA2: 2nd Leaf area; LA3: 3rd Leaf area

Mean±SD

續表二 (Table 2 Continued)

性狀 CH	茶季 TS	山茶 SC	眉原 MY	德化 DHS	鳳凰 FH	龍頭 LT	樂野 LY	南鳳 NF	鳴海 MC	永康 YK	臺8 T8	臺18 T18
LT2 (mm)	早春	0.19±0.02	0.23±0.01	0.23±0.02	0.20±0.01	0.20±0.01	0.20±0.01	0.22±0.01	0.22±0.01	0.21±0.02	0.18±0.01	0.20±0.01
	春	0.20±0.02	0.20±0.01	0.23±0.01	0.17±0.01	0.21±0.02	0.18±0.02	0.20±0.02	0.21±0.02	0.23±0.02	0.19±0.01	0.22±0.01
	夏1	0.21±0.02	0.23±0.01	0.21±0.01	0.17±0.01	0.21±0.02	0.18±0.02	0.18±0.01	0.22±0.01	0.22±0.02	0.18±0.01	0.23±0.02
	夏2	0.19±0.01	0.23±0.01	0.23±0.02	0.18±0.01	0.23±0.01	0.18±0.01	0.18±0.02	0.22±0.01	0.22±0.01	0.20±0.02	0.22±0.01
LT3 (mm)	秋	0.19±0.02	0.25±0.03	0.23±0.01	0.20±0.01	0.23±0.02	0.21±0.02	0.20±0.02	0.24±0.01	0.23±0.01	0.18±0	0.20±0.02
	早春	0.22±0.01	0.25±0.01	0.27±0.02	0.22±0.02	0.23±0.01	0.23±0.01	0.25±0.01	0.25±0.02	0.25±0.01	0.20±0.01	0.22±0.01
	春	0.23±0.02	0.22±0.01	0.26±0.01	0.21±0.02	0.25±0.02	0.21±0.02	0.24±0.02	0.25±0.02	0.26±0.01	0.22±0.01	0.25±0.02
	夏1	0.24±0	0.25±0.01	0.28±0.03	0.20±0.01	0.26±0.03	0.22±0.01	0.22±0.02	0.25±0.01	0.27±0.02	0.23±0.01	0.28±0.01
L/W2	夏2	0.24±0	0.26±0.03	0.27±0.01	0.20±0.01	0.25±0.01	0.24±0.01	0.23±0.03	0.27±0.02	0.24±0.02	0.23±0.01	0.26±0.01
	秋	0.23±0	0.27±0.04	0.27±0.01	0.22±0.01	0.26±0.01	0.25±0.02	0.23±0.02	0.28±0	0.26±0.02	0.21±0.01	0.24±0.02
	早春	2.8±0.2	2.7±0.3	3.2±0.3	3.4±0.3	2.8±0.2	3.0±0.3	2.7±0.3	2.9±0.2	2.9±0.3	2.5±0.2	2.3±0.1
	春	3.0±0.3	3.3±0.3	3.4±0.3	3.8±0.4	3.0±0.2	3.3±0.3	3.4±0.4	3.2±0.2	3.0±0.4	2.5±0.1	2.6±0.2
L/W3	夏1	3.9±0.1	3.2±0.3	3.2±0.2	3.7±0.4	3.0±0.3	3.1±0.5	3.1±0.2	3.3±0.2	3.1±0.1	2.4±0.1	2.6±0.1
	夏2	2.9±0.2	2.7±0.3	3.2±0.2	3.3±0.5	2.6±0.1	2.7±0.3	2.9±0.1	3.1±0.4	3.0±0.2	2.4±0.2	2.5±0.2
	秋	2.8±0.2	2.5±0.1	3.0±0.1	3.0±0.1	2.4±0.2	2.6±0.2	2.6±0.3	3.3±0.3	2.9±0.2	2.4±0.2	2.3±0.1
	早春	2.5±0.3	2.5±0.3	2.8±0.4	3.0±0.2	2.6±0.2	2.7±0.3	2.5±0.3	2.8±0.3	2.7±0.4	2.1±0.3	2.1±0.2
SPAD2	春	2.7±0.2	3.1±0.2	3.1±0.4	3.8±0.3	2.7±0.3	3.1±0.5	3.1±0.2	3.1±0.3	2.9±0.6	2.3±0.1	2.4±0.2
	夏1	3.6±0.2	3.1±0.2	3.2±0.4	3.4±0.1	2.8±0.4	3.0±0.1	3.0±0.3	3.2±0.3	2.7±0.2	2.4±0.1	2.6±0.1
	夏2	2.7±0.3	2.6±0.2	2.9±0.3	3.3±0.6	2.5±0.2	2.7±0.2	2.9±0.6	2.9±0.3	2.8±0.3	2.2±0.1	2.3±0.2
	秋	2.8±0.2	2.5±0.3	3.0±0.4	3.0±0.2	2.4±0.2	2.6±0.1	2.6±0.3	3.3±0.4	2.9±0.3	2.4±0.1	2.3±0.1
SPAD3	早春	20.4±3.1	25.2±4.0	41.0±4.0	26.0±2.9	28.7±4.8	22.9±2.4	28.5±2.9	26.6±6.0	18.2±2.9	26.0±3.9	24.3±5.0
	春	25.9±3.1	27.5±2.1	40.2±4.3	25.8±3.2	31.8±3.1	31.4±2.7	28.2±3.0	32.6±4.0	31.4±4.7	32.0±4.1	28.9±5.3
	夏1	28.8±3.5	29.5±6.1	41.9±4.8	21.8±3.1	29.7±5.7	24.8±3.1	24.5±3.6	31.3±6.8	30.9±5.4	34.4±3.1	23.6±5.2
	夏2	28.4±3.3	27.9±7.7	29.9±3.4	26.2±2.5	32.9±6.0	32.7±4.0	27.0±4.8	32.8±2.5	31.2±1.1	32.6±4.0	23.0±3.2
SPAD3: 3rd Leaf greenness	秋	24.6±3.8	29.6±6.0	30.7±5.4	29.5±3.0	33.0±3.4	28.7±3.9	28.5±4.0	30.7±3.7	29.1±4.4	34.0±4.2	18.6±1.7
	早春	24.2±3.9	29.1±5.4	47.0±3.8	29.6±4.1	32.7±2.4	26.6±3.8	31.6±3.5	31.1±5.8	28.5±3.5	33.7±6.0	31.4±4.0
	春	26.4±3.5	30.7±3.1	47.8±4.8	28.5±3.7	36.6±5.7	37.1±2.5	33.3±3.2	38.4±6.6	39.0±1.4	35.7±3.5	36.8±5.6
	夏1	32.2±2.4	33.4±3.7	52.3±5.1	29.8±1.6	35.9±5.7	29.4±2.4	31.8±4.8	38.2±5.0	39.9±8.6	35.7±3.4	30.5±2.7
Mean±SD	夏2	33.6±5.0	32.8±8.6	41.7±4.4	29.2±3.2	39.9±7.9	33.2±1.5	32.0±4.5	41.7±1.0	39.1±2.1	34.1±3.1	35.0±2.7
	秋	28.9±6.7	34.1±7.3	40.0±4.8	31.4±2.6	42.7±4.1	35.1±3.9	32.4±4.4	36.1±3.3	35.9±3.7	38.3±6.6	30.3±3.9

SC: Shan cha; MY: Mei Yuan native tea; DHS: De Hua She native tea; FH: Fong Huang native tea; LT: Long Tou native tea; LY: Le Ye native tea; NF: Nan Fong native tea;

MC: Min Ghai native tea; YK: Yung Kang native tea; T8: TTES No.8; T18: TTES No.18

CH: characteristics; TS: tea season; LT2: 2nd Leaf thickness; L/W2: 2nd Leaf length/width; L/W3: 3rd Leaf length/width; SPAD2: 2nd Leaf greenness;

SPAD3: 3rd Leaf greenness

表三、不同茶季臺灣原生山茶產量性狀 (2008)
Table 3 Yield characteristics of Taiwan native tea trees in different tea seasons (2008)

性狀 CH	茶季 TS	山茶 SC	眉原 MY	德化 DHS	鳳凰 FH	龍頭 LT	樂野 LY	南鳳 NF	鳴海 MC	永康 YK	臺8 T8	臺18 T18
TH (cm)	早春	85±3	96±2	96±1	82±6	88±2	81±2	86±5	86±2	100±10	111±3	117±4
	春	89±5	98±6	102±1	83±3	92±2	81±2	91±3	82±1	82±2	111±1	117±1
	夏1	94±1	101±3	117±1	90±7	99±2	85±5	94±4	96±8	80±4	134±2	124±4
	夏2	101±8	102±7	129±2	92±9	101±6	90±4	93±3	93±4	90±1	146±7	139±1
	秋	97±4	97±3	113±2	82±6	99±2	94±2	91±2	89±7	85±2	127±3	125±3
TW (cm)	早春	123±11	110±6	147±5	103±7	132±8	91±10	118±13	116±18	80±4	138±2	163±3
	春	124±8	115±3	159±10	106±11	124±12	90±11	120±15	123±6	114±9	146±12	160±8
	夏1	149±9	120±7	164±7	111±11	121±10	89±8	120±15	127±10	113±15	163±10	162±1
	夏2	135±14	118±10	166±6	111±8	120±6	83±5	126±18	123±21	115±14	160±9	160±6
	秋	137±13	112±7	177±5	108±9	127±4	89±8	125±6	120±21	117±16	149±2	146±4
SD (buds/ 30×30cm)	早春	64±12	57±6	84±7	96±13	80±7	61±6	88±1	53±4	85±13	35±10	41±3
	春	69±9	73±5	81±8	103±6	71±10	61±10	103±9	65±9	79±5	54±4	52±4
	夏1	52±2	75±8	44±2	96±16	82±7	68±15	92±15	66±6	95±19	26±4	39±1
	夏2	61±5	68±4	49±3	94±14	72±4	66±6	106±3	67±22	81±13	29±2	36±4
	秋	79±6	70±9	76±11	100±10	104±18	63±9	119±5	77±6	82±11	26±4	46±9
SW (g)	早春	111	89	87	127	101	82	108	117	95	157	145
	春	97	89	126	98	115	83	136	118	95	163	148
	夏1	133	94	171	80	108	75	74	126	106	250	142
	夏2	141	73	138	94	123	73	78	114	102	178	163
	秋	115	66	91	86	93	65	74	101	74	124	92
SY (g/plant)	早春	63	50	154	100	165	24	120	90	33	136	132
	春	172	170	211	182	181	112	253	307	285	104	107
	夏1	216	140	183	149	139	88	228	190	320	109	56
	夏2	209	100	150	76	97	48	153	90	320	90	86
	秋	243	100	230	76	265	28	212	190	210	139	116

SC: Shan chai; MY: Mei Yuan native tea; DHS: De Hua She native tea; FH: Fong Huang native tea; LT: Long Tou native tea; LY: Le Ye native tea; NF: Nan Fong native tea;

MC: Min Ghai native tea; YK: Yung Kang native tea; T8: TTES No.8; T18: TTES No.18

CH: characteristics; TS: tea season; TH: Tree height; TW: Tree width; SD: Shoot density; SW: 100 Buds weight; SY: Shoot yield

Mean±SD

表四、臺灣原生山茶產量與農藝性狀之相關分析 (2008)

Table 4 Correlation coefficients for yield and agronomic characteristics of Taiwan native tea trees (2008)

	LN	SL	PL	ID1	ID2	IL1	IL2	LL2	LL3	LW2	LW3
SL	0.515**										
PL	-0.022	0.697**									
ID1	0.362*	0.488**	0.356*								
ID2	0.382**	0.604**	0.531**	0.775**							
IL1	0.142	0.660**	0.811**	0.378**	0.646**						
IL2	0.210	0.805**	0.840**	0.389**	0.525**	0.566**					
LL2	-0.452**	0.008	0.598**	0.062	0.189	0.235	0.113				
LL3	-0.504**	-0.235	0.165	0.031	0.130	-0.104	-0.206	0.637**			
LW2	0.139	0.549**	0.786**	0.274	0.385**	0.489**	0.507**	0.679**	0.157		
LW3	0.158	0.378**	0.458**	0.331*	0.463**	0.219	0.228	0.474**	0.563**	0.674**	
LA2	-0.528**	-0.126	0.417**	0.060	0.175	0.064	-0.062	0.908**	0.896**	0.453**	0.560**
LA3	0.162	0.506**	0.697**	0.346*	0.479**	0.410**	0.410**	0.648**	0.403**	0.915**	0.905**
LT2	0.230	0.004	-0.221	0.389**	0.368*	0.003	-0.137	-0.280	-0.009	-0.292*	-0.006
LT3	0.351*	0.237	-0.014	0.447**	0.504**	0.218	0.094	-0.271	-0.117	-0.108	0.089
L/W2	-0.018	0.266	0.566**	0.027	0.085	0.408**	0.375**	0.545**	-0.294*	0.681**	-0.010
L/W3	0.004	0.311*	0.533**	-0.035	-0.028	0.389**	0.422**	0.378**	-0.404**	0.589**	-0.192
SPAD2	0.442**	0.387**	0.185	0.478**	0.351*	0.276	0.286	-0.172	-0.264	0.217	0.167
SPAD3	0.482**	0.476**	0.229	0.467**	0.484**	0.415**	0.381**	-0.232	-0.320*	0.174	0.142
TH	0.476**	0.625**	0.315*	0.395**	0.550**	0.561**	0.537**	-0.258	-0.219	0.006	0.016
TW	0.528**	0.680**	0.433**	0.606**	0.572**	0.455**	0.482**	0.039	-0.099	0.357*	0.316*
SD	0.070	-0.112	-0.219	-0.281	-0.280	-0.343*	-0.233	-0.057	-0.094	-0.002	-0.082
SW	0.097	0.613**	0.848**	0.615**	0.796**	0.728**	0.643**	0.599**	0.370*	0.743**	0.679**

	LA2	LA3	LT2	LT3	L/W2	L/W3	SPAD2	SPAD3	TH	TW	SD
LA3	0.569**										
LT2	-0.163	-0.139									
LT3	-0.216	0.010	0.874**								
L/W2	0.148	0.376**	-0.351*	-0.229							
L/W3	-0.014	0.221	-0.445**	-0.304*	0.913**						
SPAD2	-0.254	0.224	0.443**	0.608**	0.052	0.068					
SPAD3	-0.318*	0.182	0.509**	0.717**	0.044	0.041	0.908**				
TH	-0.264	0.026	0.360*	0.482**	-0.079	-0.040	0.298*	0.461**			
TW	-0.039	0.385**	0.318*	0.476**	0.162	0.114	0.500**	0.553**	0.645**		
SD	-0.090	-0.061	-0.271	-0.294	0.028	0.126	-0.154	-0.157	-0.320*	-0.153	
SW	0.530**	0.800**	0.121	0.295*	0.335*	0.209	0.328*	0.379**	0.348*	0.540**	-0.322

n=45 0.05=0.2875, 0.01=0.3721 *, ** denote significance at 5% and 1% level, respectively

The signs of characteristics are same as table 1, 2, 3

表五、不同茶季臺灣原生山茶產量與農藝性狀之相關分析 (2008)

Table 5 Correlation coefficients for yield and agronomic characteristics of Taiwan native tea trees in different tea seasons (2008)

性狀 CH	早春 Early spring	春 Spring	夏 1 1st Summer	夏 2 2nd Summer	秋 Autumn	不分茶季 Total
LN	0.702*	-0.233	0.748**	-0.101	0.349	0.348*
SL	0.668*	0.186	-0.184	-0.077	0.604*	0.277
PL	0.133	0.391	-0.149	0.117	0.608*	0.194
ID1	0.407	0.590	0.546	0.403	0.067	0.333*
ID2	0.184	0.388	0.467	0.390	0.460	0.307*
IL1	-0.335	0.118	-0.002	0.575	0.726*	0.276
IL2	0.178	0.200	-0.230	-0.016	0.776**	0.172
LL2	-0.173	0.422	0.012	0.422	0.325	0.076
LL3	0.544	0.130	0.169	0.207	0.380	0.326*
LW2	-0.350	0.496	-0.067	0.283	0.332	-0.125
LW3	0.445	0.208	0.411	0.291	0.456	0.237
LA2	-0.258	0.643*	-0.022	0.380	0.343	-0.042
LA3	0.507	0.233	0.298	0.272	0.433	0.320*
LT2	0.252	0.592	0.259	0.106	-0.032	0.104
LT3	0.313	0.731*	0.382	0.055	0.186	0.246
L/W2	0.143	-0.162	0.021	0.145	0.094	0.226
L/W3	0.136	-0.093	-0.254	-0.145	0.029	0.178
SPAD2	0.783**	0.215	0.214	-0.072	0.075	0.337*
SPAD3	0.701*	0.310	0.313	0.242	0.325	0.403**
TH	-0.022	-0.159	-0.255	0.013	0.356	0.013
TW	0.824**	0.341	0.277	0.315	0.709*	0.471*
SD	0.461	0.211	0.233	0.057	0.390	0.266
SW	0.227	0.543	0.225	0.315	0.607*	0.288*

各個茶季 n=9 0.05=0.6021, 0.01=0.7348, *,** denote significance at 5% and 1% level, respectively

不分茶季 n=45 0.05=0.2875, 0.01=0.3721

The signs of characteristics are same as table 1, 2, 3

表六、不同茶季臺灣原生山茶農藝性狀之變異係數 (2008)

Table 6 Coefficient of variation of agronomic characteristics of Taiwan native tea trees in different tea seasons (2008)

性狀 CH	早春 Early spring	春 Spring	夏 1 1st Summer	夏 2 2nd Summer	秋 Autumn	平均 Mean
			%			
LN	15.3	11.9	8.2	13.6	10.0	11.8
SL	15.7	19.1	18.3	20.7	24.1	19.6
PL	10.0	8.8	15.6	11.9	13.0	11.9
ID1	11.9	5.0	10.7	9.6	5.0	8.4
ID2	5.5	5.6	11.5	10.7	6.8	8.0
IL1	37.0	17.0	33.7	22.2	28.6	27.7
IL2	23.1	24.6	28.0	23.5	27.1	25.2
LL2	10.1	5.5	9.8	11.0	13.2	9.9
LL3	8.7	11.8	11.8	15.6	15.3	12.6
LW2	7.7	6.8	7.0	11.7	11.8	9.0
LW3	9.4	10.0	10.7	15.7	14.2	12.0
LA2	16.4	8.9	14.5	22.3	23.7	17.2
LA3	16.4	17.9	19.9	27.7	26.8	21.7
LT2	6.6	8.6	10.6	11.0	9.2	9.2
LT3	7.6	8.4	10.5	9.2	7.6	8.7
L/W2	7.7	8.6	8.8	8.2	9.9	8.7
L/W3	6.8	10.9	9.0	8.0	9.3	8.8
SPAD2	24.7	14.6	19.7	8.8	7.7	15.1
SPAD3	20.8	18.3	19.9	13.0	12.0	16.8
TH	7.6	8.5	11.1	12.4	9.7	9.9
TW	18.0	15.4	17.6	18.0	19.6	17.1
SD	21.0	19.5	25.1	23.6	21.2	22.1
SW	14.8	17.0	29.7	25.6	19.8	21.4
SY	57.2	30.0	36.5	60.5	48.3	46.5

The signs of characteristics are same as table 1, 2, 3

表七、不同臺灣原生山茶茶季間農藝性狀之變異係數（2004-2009）

Table 7 Coefficient of variation of agronomic characteristics of Taiwan native tea trees among tea seasons (2004-2009)

性狀 CH	山茶 SC	眉原 MY	德化 DHS	鳳凰 FH	龍頭 LT	樂野 LY	南鳳 NF	鳴海 MC	永康 YK	平均 Mean
					%					
LN	11.1	11.6	12.4	10.3	9.4	12.7	10.8	12.1	16.2	11.9
SL	21.6	21.8	23.4	13.8	13.9	26.0	18.9	16.0	15.8	19.0
PL	11.9	11.0	15.3	13.2	9.2	17.5	10.7	12.7	13.5	12.8
ID1	8.6	6.0	8.9	11.4	7.8	6.9	6.2	7.4	11.9	8.3
ID2	8.1	5.9	10.8	10.0	8.2	5.9	8.5	7.9	8.7	8.2
IL1	34.5	31.7	32.9	30.9	17.7	32.1	22.3	25.5	35.5	29.2
IL2	34.9	31.5	32.8	36.7	16.1	41.0	22.1	26.6	29.0	30.1
LL2	7.9	9.7	11.9	10.8	9.5	14.4	10.6	9.5	9.4	10.4
LL3	9.9	14.5	11.3	7.5	8.3	12.5	10.6	8.9	10.8	10.5
LW2	9.0	9.2	11.9	11.3	6.3	10.4	11.9	11.1	9.7	10.1
LW3	8.9	14.7	9.6	7.3	7.5	9.2	12.0	7.4	8.4	9.4
LA2	14.9	17.4	23.5	21.9	14.8	24.4	20.9	19.8	21.4	19.9
LA3	15.7	24.4	20.1	13.5	14.4	20.5	21.4	14.6	17.8	18.1
LT2	8.3	13.2	7.9	10.5	10.9	10.9	10.6	8.2	8.3	9.9
LT3	7.8	11.3	7.6	9.3	10.4	11.9	9.8	9.3	9.1	9.6
L/W2	11.3	9.7	5.2	7.5	7.4	7.4	7.5	5.5	5.4	7.4
L/W3	11.2	9.8	6.4	7.3	4.9	6.9	8.2	6.0	5.8	7.4
SPAD2	13.3	6.4	16.1	10.6	6.2	14.9	6.2	8.1	20.0	11.3
SPAD3	13.5	6.5	10.8	3.6	10.2	13.2	2.1	10.5	12.9	9.3
TH	6.8	2.6	11.6	5.6	5.8	6.6	3.4	6.2	9.1	6.4
TW	8.0	3.6	6.7	3.2	3.9	3.5	2.9	3.4	14.5	5.5
SD	15.3	10.2	28.2	3.7	16.3	4.9	12.1	13.0	7.5	12.4
SW	15.9	14.4	24.3	17.5	16.4	20.9	23.8	15.0	13.8	18.0
SY	39.7	51.7	24.0	42.8	28.6	59.2	20.5	44.4	36.2	38.6

The signs of characteristics are same as table 1, 2, 3

附表一、不同年度及茶季臺灣原生山茶茶芽性狀

Appendix 1 Shoot characteristics of Taiwan native tea trees in different years and tea seasons

性狀 CH	茶季 TS	年度 Year	山茶 SC	眉原 MY	德化 DHS	鳳凰 FH	龍頭 LT	樂野 LY	南鳳 NF	鳴海 MC	永康 YK
葉片數 LN (no.)	夏	2007	—	4.0	4.7	4.4	5.9	4.6	4.8	4.7	3.0
		2009	3.8	4.6	4.4	3.8	4.8	4.0	4.0	3.6	4.2
	秋	2006	5.2	4.6	5.6	4.4	5.0	4.8	5.0	4.0	4.8
		2007②	4.2	5.0	4.9	4.0	4.8	4.1	4.2	4.1	4.6
	冬	2009	5.1	4.7	5.0	4.8	4.9	4.9	4.8	4.3	4.7
芽長 SL (cm)	夏	2006	4.4	4.6	4.0	4.0	4.2	4.6	4.0	3.6	3.4
		2004①	—	17.8	30.1	17.6	18.8	20.8	21.5	18.5	15.2
	秋	2007	—	15.5	22.0	16.7	21.3	16.3	18.7	17.9	12.9
		2009	14.1	13.5	20.7	13.5	14.1	13.0	12.4	14.1	12.9
	冬	2006	23.3	19.7	21.2	14.9	23.0	20.3	18.4	16.6	15.9
一心 三葉 長 PL (cm)	春夏	2007②	13.4	12.8	16.8	12.2	16.4	9.3	13.7	11.6	11.0
		2009	18.5	11.0	16.6	11.4	14.5	9.4	12.3	12.3	10.4
	秋	2006	13.3	15.4	14.8	13.8	17.9	14.6	13.9	13.5	9.0
		2004	—	9.7	12.8	10.6	9.8	10.4	11.3	11.7	10.4
	冬	2004①	—	10.9	12.3	12.9	9.9	12.0	11.4	13.0	12.7
第一 節間徑 ID1 (mm)	春夏	2007	—	12.0	13.6	12.6	11.1	10.8	11.6	11.5	10.7
		2009	11.8	10.3	13.7	11.4	10.0	10.7	9.7	11.5	10.0
	秋	2006	12.5	10.2	9.0	8.8	9.0	9.5	9.4	10.3	9.3
		2007①	11.4	9.6	12.3	11.6	11.2	8.4	9.3	10.6	9.6
	冬	2007②	10.2	8.5	10.9	10.0	10.1	7.1	9.6	9.0	8.0
第二 節間徑 ID2 (mm)	春夏	2009	13.0	9.1	11.1	9.0	9.0	7.5	9.5	9.6	8.4
		2006	9.9	9.1	10.1	10.1	10.0	6.6	9.6	9.6	7.9
	秋	2004	—	1.47	1.83	1.61	1.58	1.54	1.61	1.60	1.42
		2004①	—	1.52	1.79	1.77	1.42	1.61	1.43	1.71	1.44
	冬	2007	—	1.70	1.90	1.58	1.61	1.64	1.69	1.69	1.75
第一 節間長 IL1 (cm)	春夏	2009	1.64	1.60	1.77	1.44	1.48	1.53	1.52	1.43	1.47
		2006	1.52	1.55	1.60	1.22	1.54	1.41	1.48	1.44	1.60
	秋	2007①	1.93	1.62	2.10	1.85	1.82	1.62	1.62	1.82	1.87
		2007②	1.61	1.46	1.63	1.49	1.62	1.46	1.53	1.48	1.45
	冬	2009	1.72	1.71	1.72	1.51	1.51	1.53	1.64	1.57	1.57
第二 節間長 IL2 (cm)	春夏	2006	1.50	1.37	1.51	1.32	1.45	1.31	1.47	1.55	1.59
		2004	—	1.80	2.28	1.98	1.98	1.87	2.01	1.96	1.67
	秋	2004①	—	1.75	2.24	2.10	1.67	1.93	1.68	2.08	1.80
		2007	—	2.02	2.29	1.94	1.94	1.93	2.02	1.95	2.10
	冬	2009	2.04	1.90	2.08	1.82	1.89	1.83	1.86	1.65	1.77
百芽重 SW (g)	春夏	2006	1.91	1.81	1.95	1.53	1.81	1.69	1.66	1.71	1.93
		2007①	2.32	1.89	2.58	2.19	2.20	1.95	1.94	2.14	2.26
	秋	2007②	1.96	1.73	1.95	1.94	1.99	1.75	1.82	1.75	1.77
		2009	2.11	2.04	2.00	1.84	1.80	1.79	1.87	1.83	1.84
	冬	2006	1.77	1.64	1.69	1.60	1.73	1.58	1.62	1.88	2.01
百芽重 SW (g)	春夏	2004	—	1.09	1.60	1.02	0.99	1.07	1.03	1.36	0.70
		2004①	—	1.24	1.88	1.88	1.30	1.68	0.90	1.92	2.12
	秋	2007	—	1.81	2.30	1.37	1.44	1.16	1.16	1.15	1.36
		2009	1.49	1.07	1.62	0.75	1.15	0.74	0.91	0.87	0.72
	冬	2006	1.30	1.60	1.54	0.84	1.24	1.16	0.96	1.22	1.26
百芽重 SW (g)	春夏	2007①	1.14	1.44	1.66	1.36	1.40	1.00	0.88	1.04	1.44
		2007②	1.20	0.75	1.52	0.95	1.22	0.53	0.92	0.76	0.78
	秋	2009	1.18	1.20	2.10	1.28	1.12	0.92	1.06	1.36	1.10
		2006	0.40	0.70	1.04	0.60	1.20	0.74	0.46	0.96	0.74
	冬	2004	—	1.78	2.71	1.52	2.06	1.96	2.12	2.49	1.64
百芽重 SW (g)	春夏	2004①	—	1.98	3.32	2.94	2.00	3.68	2.12	3.60	2.98
		2007	—	2.83	3.87	2.58	2.66	2.47	2.56	2.63	2.29
	秋	2009	2.59	1.55	2.48	1.26	2.17	1.05	1.55	1.68	1.25
		2006	2.76	2.82	2.58	1.46	2.58	2.72	2.30	2.80	2.46
	冬	2007①	2.32	2.30	3.36	2.62	2.84	1.50	1.74	2.22	1.82
百芽重 SW (g)	春夏	2007②	1.87	1.36	2.41	1.80	2.20	0.85	1.77	1.39	1.19
		2009	1.80	1.84	3.82	1.92	1.66	1.88	1.66	2.56	2.00
	秋	2006	0.80	1.30	1.48	1.30	2.02	1.26	1.10	1.68	1.18
		2004	—	84	105	98	70	112	75	109	104
	冬	2007	—	107	134	105	99	91	111	111	105
百芽重 SW (g)	春夏	2009	114	89	131	88	86	90	82	106	92
		2006	92	84	80	68	80	70	72	88	84
	秋	2007①	123	78	136	108	108	66	72	101	96
		2007②	95	68	88	77	92	51	72	74	67
	冬	2006	90	72	96	80	80	64	86	82	82

The signs of characteristics are same as table 1, 2, 3

百芽重：2004 春茶未調查

附表二、不同年度及茶季臺灣原生山茶葉片性狀

Appendix 2 Leaf characteristics of Taiwan native tea trees in different years and tea seasons

性狀 CH	茶季 TS	年度 Year	山茶 SC	眉原 MY	德化 DHS	鳳凰 FH	龍頭 LT	柴野 LY	南鳳 NF	鳴海 MC	永康 YK
第二 葉長 LL2 (cm)	春夏	2004	—	6.4	8.1	7.6	6.0	6.9	7.0	7.1	7.2
		2004①	—	6.6	5.9	7.5	5.5	6.8	6.3	6.4	6.2
	秋	2007	—	6.8	6.6	7.5	6.0	6.0	6.5	6.6	6.6
		2009	8.5	6.4	7.0	7.8	6.4	7.3	6.4	6.7	6.7
		2006	6.9	5.9	5.3	6.4	5.1	5.4	6.3	6.6	5.8
		2007①	7.1	5.8	6.3	7.2	6.0	5.2	5.6	6.3	6.0
		2007②	6.7	5.8	6.3	7.0	6.3	5.0	6.1	6.1	5.6
		2009	8.5	6.2	6.5	6.3	5.7	5.3	5.9	6.4	5.8
	冬	2006	7.8	6.8	7.4	7.4	6.5	5.8	6.9	6.3	5.9
		2004	—	6.7	10.1	9.0	7.7	8.6	8.4	8.2	8.6
第三 葉長 LL3 (cm)	春夏	2004①	—	7.5	7.7	7.9	6.5	8.1	7.7	7.2	7.7
		2007	—	7.8	8.8	9.0	7.9	8.0	8.7	8.6	7.5
	秋	2009	8.8	7.8	9.1	8.7	7.8	8.3	7.5	7.7	8.4
		2006	8.8	7.3	7.8	8.4	7.4	7.8	7.5	7.9	8.2
		2007①	8.6	6.5	8.6	9.1	8.0	6.0	7.1	7.0	8.0
		2007②	7.4	6.7	7.5	8.1	7.3	6.1	6.5	7.0	6.5
		2009	10.3	7.1	7.9	7.4	6.6	5.7	6.9	7.2	6.7
		2006	8.6	8.0	8.0	9.2	8.0	7.5	8.2	7.2	6.1
第二 葉寬 LW2 (cm)	春夏	2004	—	2.1	2.6	2.2	2.4	2.3	2.4	2.7	2.2
		2004①	—	2.2	1.9	1.9	2.2	2.1	2.0	2.2	2.6
	秋	2007	—	2.2	2.1	2.3	2.2	2.0	2.1	2.1	2.3
		2009	2.8	2.0	2.1	2.2	2.4	2.4	2.0	2.1	2.4
		2006	2.4	2.4	1.8	2.0	2.1	2.1	2.2	2.1	2.1
		2007①	2.5	2.0	1.9	2.2	2.2	1.7	1.8	2.1	2.0
		2007②	2.5	2.1	1.9	2.0	2.3	1.8	2.0	2.0	2.0
		2009	3.0	2.4	2.1	2.0	2.2	1.9	2.1	2.2	2.0
	冬	2006	2.9	2.2	2.6	2.3	2.1	2.0	2.5	2.1	2.1
第三 葉寬 LW3 (cm)	春夏	2004	—	2.2	3.2	2.8	3.1	2.9	3.1	3.0	2.9
		2004①	—	2.7	2.3	2.3	2.5	2.6	2.4	2.5	2.8
	秋	2007	—	2.5	2.9	2.7	2.9	2.7	2.8	2.9	2.8
		2009	3.3	3.0	2.9	2.7	3.0	3.0	2.9	2.9	3.0
		2006	3.3	3.1	2.9	2.8	2.9	2.9	2.6	2.8	2.8
		2007①	3.3	2.4	2.8	2.8	3.0	2.2	2.4	2.4	2.6
		2007②	2.9	2.7	2.4	2.6	2.8	2.4	2.4	2.5	2.4
		2009	3.7	2.9	2.7	2.5	2.6	2.3	2.5	2.5	2.3
	冬	2006	3.5	3.1	2.9	3.0	2.9	2.8	3.2	2.5	2.5
第二 葉面積 LA2 (cm ²)	春夏	2004	—	9.7	14.6	11.7	10.1	11.4	11.9	13.3	11.2
		2004①	—	10.4	7.7	10.1	8.8	10.2	8.9	10.1	14.9
	秋	2007	—	10.3	9.6	12.1	9.3	8.3	9.5	9.9	10.6
		2009	17.0	9.2	10.5	12.0	10.9	12.5	9.0	10.1	11.2
		2006	11.8	9.8	6.7	9.3	7.3	8.0	9.9	10.1	8.5
		2007①	12.6	8.1	8.6	11.1	9.3	6.3	7.3	9.1	8.4
		2007②	11.9	8.6	8.3	10.1	10.2	6.5	8.8	8.5	7.9
		2009	18.2	10.3	9.9	8.8	8.7	7.3	8.6	10.0	8.0
	冬	2006	16.3	10.7	13.6	12.3	9.8	8.3	12.4	9.5	8.6
第三 葉面積 LA3 (cm ²)	春夏	2004	—	10.5	22.5	18.0	16.8	17.5	18.6	17.3	17.7
		2004①	—	14.4	12.5	12.9	11.7	14.9	13.1	13.7	14.1
	秋	2007	—	13.9	17.8	16.7	15.8	15.3	17.0	17.5	14.9
		2009	20.6	16.2	18.4	16.6	16.1	17.2	15.3	15.5	17.8
		2006	20.2	16.0	15.7	16.6	15.2	15.8	14.1	15.7	16.0
		2007①	19.9	11.1	16.9	18.3	16.7	9.3	12.2	12.0	14.6
		2007②	15.7	12.9	12.6	15.1	14.7	10.1	11.0	12.4	11.1
		2009	27.3	14.4	14.8	13.1	12.0	9.1	12.2	12.9	11.2
	冬	2006	20.9	17.5	16.5	19.9	16.6	15.0	19.0	12.8	10.8

The signs of characteristics are same as table 1, 2, 3

續附表二 (Appendix 2 Continued)

性狀 CH	茶季 TS	年度 Year	山茶 SC	眉原 MY	德化 DHS	鳳凰 FH	龍頭 LT	樂野 LY	南鳳 NF	鳴海 MC	永康 YK
第二葉厚 LT2 (mm)	春夏	2004	—	0.176	0.221	0.167	0.188	0.174	0.184	0.188	0.188
		2004①	—	0.218	0.220	0.200	0.188	0.226	0.178	0.210	0.208
	秋	2007	—	0.198	0.210	0.179	0.179	0.174	0.183	0.199	0.207
		2009	0.204	0.196	0.210	0.162	0.222	0.200	0.200	0.200	0.192
		2006	0.196	0.168	0.186	0.158	0.180	0.164	0.172	0.184	0.188
		2007①	0.166	0.170	0.192	0.150	0.176	0.166	0.162	0.190	0.188
		2007②	0.162	0.168	0.184	0.147	0.177	0.166	0.147	0.178	0.185
		2009	0.187	0.216	0.228	0.185	0.195	0.199	0.215	0.212	0.227
	冬	2006	0.170	0.188	0.200	0.156	0.162	0.156	0.190	0.194	0.192
		2004	—	0.204	0.260	0.196	0.218	0.202	0.214	0.218	0.210
第三葉厚 LT3 (mm)	春夏	2004①	—	0.244	0.272	0.234	0.232	0.248	0.214	0.254	0.274
		2007	—	0.232	0.254	0.208	0.213	0.207	0.210	0.238	0.249
	秋	2009	0.232	0.240	0.258	0.198	0.244	0.254	0.238	0.252	0.230
		2006	0.234	0.196	0.220	0.178	0.200	0.182	0.198	0.208	0.212
		2007①	0.198	0.194	0.232	0.178	0.198	0.204	0.190	0.220	0.216
		2007②	0.199	0.203	0.222	0.170	0.206	0.196	0.183	0.207	0.219
		2009	0.234	0.255	0.271	0.219	0.238	0.236	0.256	0.252	0.265
		2006	0.194	0.204	0.244	0.186	0.196	0.172	0.218	0.224	0.242
第二葉長/寬 L/W2	春夏	2004	—	3.0	3.2	3.4	2.5	3.0	2.9	2.7	3.3
		2004①	—	3.0	3.1	3.9	2.5	3.2	3.2	2.9	3.2
	秋	2007	—	3.2	3.2	3.3	2.8	3.1	3.1	3.2	2.9
		2009	3.0	3.2	3.3	3.6	2.7	3.0	3.3	3.1	2.9
		2006	2.9	2.5	3.0	3.2	2.5	2.6	2.9	3.1	2.7
		2007①	2.9	2.9	3.3	3.3	2.7	3.1	3.1	3.1	3.0
		2007②	2.7	2.7	3.4	3.4	2.7	2.8	3.1	3.1	2.8
		2009	2.8	2.6	3.1	3.2	2.6	2.8	2.9	2.9	3.0
	冬	2006	2.7	3.1	2.8	3.2	3.0	2.9	2.8	3.0	2.8
第三葉長/寬 L/W3	春夏	2004	—	3.0	3.2	3.2	2.5	3.0	2.7	2.7	2.9
		2004①	—	2.8	3.3	3.4	2.5	3.1	3.2	2.9	3.1
	秋	2007	—	3.1	3.1	3.4	2.8	2.9	3.1	3.0	2.7
		2009	2.7	2.6	3.2	3.3	2.6	2.8	2.6	2.7	2.8
		2006	2.7	2.4	2.7	3.0	2.5	2.7	2.9	2.8	2.9
		2007①	2.6	2.7	3.1	3.2	2.7	2.8	2.9	2.9	3.1
		2007②	2.5	2.5	3.2	3.1	2.6	2.6	2.7	2.8	2.7
		2009	2.8	2.4	3.0	2.9	2.6	2.5	2.7	2.9	2.9
	冬	2006	2.5	2.6	2.7	3.1	2.8	2.7	2.5	2.9	2.5

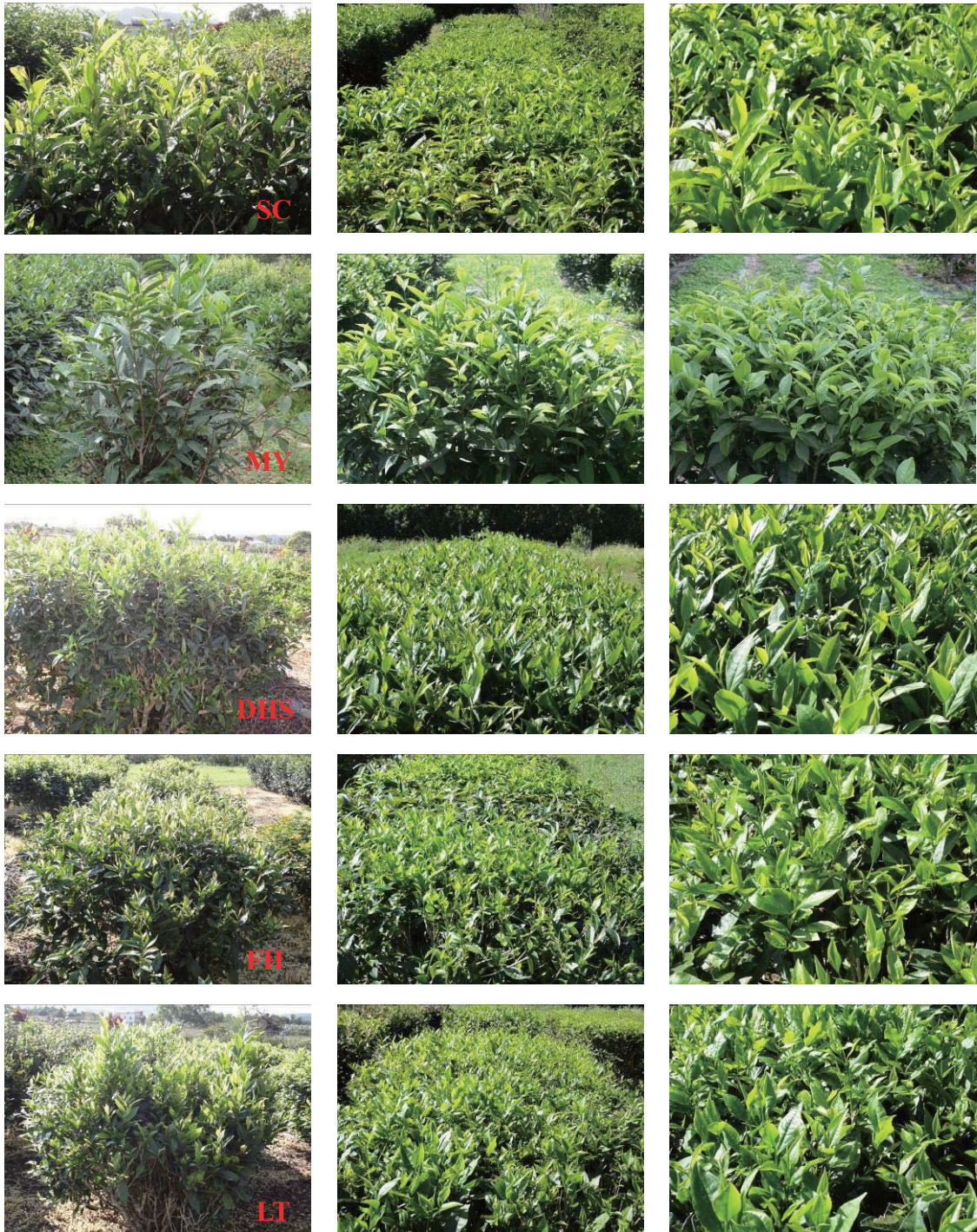
The signs of characteristics are same as table 1, 2, 3

附表三、不同年度及茶季臺灣原生山茶及大葉栽培種產量

Appendix 3 Shoot yield of Taiwan native tea trees and large leaf cultivars in different years and tea seasons

茶季 Tea season	年度 Year	山茶 SC	眉原 MY	德化 DHS	鳳凰 FH	龍頭 LT	樂野 LY	南鳳 NF	鳴海 MC	永康 YK	臺 8 T8	臺 18 T18
---g/plant---												
春 Spring	2009	209	340	245	113	144	88	240	307	235	152	189
夏 Summer	2009①	69	140	326	113	202	38	185	223	260	104	56
	2009②	96	150	264	95	160	68	195	140	385	66	113
秋 Autumn	2009	213	300	267	236	242	160	236	350	325	—	—
冬 Winter	2008	256	140	183	95	239	68	245	307	335	77	86
	2009	153	200	219	73	147	40	182	133	200	100	182

The signs of characteristics are same as table 1, 2, 3



圖一、臺灣原生山茶植株、冠面及茶芽（由左至右）

Fig. 1. Plant, canopy and tea shoot of Taiwan native tea trees (From left to right)

SC：山茶、MY：眉原山茶、DHS：德化社山茶、FH：鳳凰山茶、LT：龍頭山茶



續圖一 (Fig. 1. *Continued*)

LY：樂野山茶、NF：南鳳山茶、MC：鳴海山茶、YK：永康山茶

Study on the Variation of Agronomic Characteristics of Taiwan Native Tea Trees

Hun-Yuan Cheng

Chin-An Yu¹

Summary

This research aims to understand the plant and shoot growth of Taiwan native tea trees during the tea season and the adaptability of cultivation on lowland, and to explore the variation of agronomic characteristics, so as to be used as a reference basis for germplasm conservation and evaluation, development and utilization, and selection of breeding materials. This experiment was conducted in the Lungteng, Luyeh district, Taitung (22°54'37" north latitude, 121°07'25" east longitude, 175 m above sea level) from 2004 to 2009. Investigation and analysis of the ten years old tea tree variety garden in the Taitung branch, TRES. The Taiwan native tea trees that participated in the experimental investigation include Shan cha, Mei Yuan native tea, De Hua She native tea, Fong Huang native tea, Long Tou native tea, Le Ye native tea, Nan Fong native tea, Min Ghai native tea, and Yung Kang native tea, with TTES No. 8 and TTES No. 18 for the control cultivars. The results showed that in different tea seasons, the growth of Taiwan native tea trees shoot growth most vigorously in the summer tea season. The shoot characteristics of Taiwan native tea trees and large-leaf cultivars were significantly difference, namely, internode diameter, internode length, leaf area, leaf thickness and leaf length/width ratio. The agronomic characteristics of different Taiwan native tea trees also show difference. De Hua She native tea, Long Tou native tea, Nan Fong native tea, Min Ghai native tea and Yung Kang native tea were strong and had good adaptability for cultivation on lowland and had development potential. We can continue to evaluate their economic cultivation benefits. Regardless of the tea season, the yield of Taiwan native tea trees was positively correlated with most of the shoot characteristics, but only a few characteristics were significantly. The coefficients of variation of shoot length, internode length, leaf area, bud density, 100 buds weight and yield of different Taiwan native tea trees and each tea season were greater than other characteristics, with the largest variation in yield.

Key words: Taiwan native tea tree, Agronomic characteristics, Yield

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

施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗生長與養分吸收之影響

戴佳如¹ 林素禎²

摘要

茶樹幼苗易受夏季高溫、乾旱及土壤病害影響，導致幼苗生長不良死亡。本文擬探討施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌 (arbuscular mycorrhizal fungi, AMF) 接種對茶樹扦插苗生長及養分吸收之影響，期能藉由 AMF 接種來促進茶樹扦插苗生長。本試驗在茶業改良場溫室中進行，試驗中所使用的茶樹品種為臺茶 12 號，AMF 菌種為 *Rhizophagus clarus*。在 0.5 倍、1 倍及 1.5 倍等 3 種施肥量下，再細分為 6 種處理：(1) 扦插介質為紅壤；(2) 扦插介質為紅壤並接種 AMF；(3) 扦插介質為泥炭苔與珍珠石混合物；(4) 扦插介質為泥炭苔與珍珠石混合物並接種 AMF；(5) 扦插介質為泥炭苔與珍珠石混合物，待插穗發根後移植紅壤 (PPRS)；(6) 扦插介質為泥炭苔與珍珠石混合物，待茶樹插穗發根後移植紅壤並接種 AMF。1 倍施肥量為台肥 1 號即溶複合肥料 ($N-P_2O_5-K_2O = 26-13-13$) 稀釋 400 倍後進行澆灌，每盆每星期一次澆灌 30 毫升。試驗結果顯示：茶樹扦插苗之株高、地上部乾鮮重、地上部氮與鉀吸收量主要是受到施肥量及扦插介質種類之影響，而地下部根系生長主要受到扦插介質種類和是否接種 AMF 之影響。磷的吸收除了受到施肥量及扦插介質種類之影響外，施肥量 × 扦插介質及施肥量 × 扦插介質 × AMF 接種之交感效應顯著。本研究中 1 倍施肥量處理之茶樹扦插苗其地上部生長最佳，而扦插介質則以 PPRS 處理最佳，此外，本研究所接種之 *Rhizophagus Clarus* 有顯著促進扦插苗根系生長之效果，與茶的共生效應良好。

關鍵字：扦插苗、叢枝菌根菌、菌根菌拓殖率

前言

茶樹田間栽培以幼苗栽培管理較為困難，常受到夏季高溫、乾旱及土壤病害影響，導致幼苗生長不良死亡，缺株嚴重，需要耗費很多人力進行補植。由前人研究顯示，接種叢枝菌根菌 (AMF)，可顯著促進茶樹幼苗的生長 (邱&王，2013)。AMF 在植物根部拓殖後，其菌絲可在根部皮層細胞內形成細小雙叉分支的叢枝體 (arbuscule)，以及在菌絲末端或中段膨大形成囊泡 (vesicle) (吳和林，1998)。AMF 是一種必須與植物根部共同生長的絕對共生菌，也是一種廣泛分佈於土壤中的有益真菌 (呂和王，2007)。AMF 所需的碳和能源來自宿主植物，而 AMF 能幫助植物增加養分的吸收、增強對非生物性逆境的耐受性及對害蟲的抵抗性 (Song *et al.*, 2011)，其根外菌絲比根系範圍廣 10 到 40 倍 (Giovannetti *et al.*, 2001)，長度範圍從 10 到 22 米 (Pepe *et al.*, 2017)，視宿主植物的種類而定。接種 AMF 後對作物之影響包括：1. 幫助作物生長，2. 幫助作物對水分與養分的吸收，3. 提早開花與結果，4. 增加作物產量與改善品質，5. 增加作物對於環境逆境 (乾旱、淹水、鹽害與高溫等) 忍耐力，6. 增加植物移植後的存活力，7. 減少肥料用量，降低生產成本等 (張，

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行政院農業委員會農業試驗所農業化學組 副研究員。臺灣 臺中市。

1992；王，2006)。曾和陳 (1984) 調查茶園土壤中的 AMF 種類共有五種，包括 *Gigaspora nigra*、*Glomus fasciculatum*、*Glomus clarum*、*Glomus mosseae* 和類似 *Acaulospora* sp.。臺灣茶園根圈土壤中 AMF 孢子種類，主要以 *Glomus* sp. 屬數量最多，孢子數量隨土壤深度的增加而降低，茶樹根部菌根菌拓殖率亦相似 (張和楊，1992a) (「拓殖率」(colonization rate) 與感染率實際意義相同，本篇文獻原文為「感染率」。許多學者為了彰顯菌根菌的感染與病原菌的感染效果是不同的，所以用 colonization 取代 infection，故本文之感染率皆以拓殖率表示。)。菌根的形成和功能會受到土壤的組成、水分、酸鹼值、陽離子交換容量、土壤壓實、重金屬和農藥等因素的影響 (Entry et al., 2002)。張和楊 (1992b) 試驗結果顯示，未種過茶樹的新土，接種 AMF 與溶磷菌或兩者同時接種，對青心烏龍及臺茶 12 號扦插苗生長無明顯增進效果；扦插過苗床之舊土單獨接種 AMF 與溶磷菌，可增加臺茶 12 號扦插苗之生長，對青心烏龍則較不明顯，若兩者同時接種則明顯促進青心烏龍與臺茶 12 號扦插苗生長，達到累加的效果。磷肥 (P_2O_5) 施用量超過 192 公斤/公頃將減少土生 AMF 孢子數量與茶樹根部菌根拓殖率，施用適量磷肥 48~96 公斤/公頃，可增進 AMF 族群繁殖 (張和楊，1992a)。相關試驗研究亦顯示，接種 AMF 可提高茶樹滲透調節能力和抗氧化能力，保護膜結構和功能，緩解水分逆境對茶樹的傷害，促進茶樹生長，增強茶樹的抗旱性 (許等，2017)；提升茶樹株高和葉面積並促進側根發育 (夏等，2018)。

在日漸重視永續農業的今日，生物性肥料的發展備受重視且極具應用潛力，而 AMF 於茶樹之田間應用研究尚不多見，菌根的形成和功能會受到生長環境的影響，因此，本文擬探討施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗生長及養分吸收之影響，期能藉由 AMF 接種促進茶樹扦插苗生長。

材料與方法

- 一. 茶樹品種：臺茶 12 號，剪取無病蟲危害之臺茶 12 號枝條作為插穗，插穗長度約 5~6 公分，保留最上端一葉，其餘葉片剪除，如有花蕾亦予全部摘除，以免影響插穗發育。剪插穗時應在頂端腋芽上方 0.5 公分處剪平，基部則為 45° 斜剪 (斜剪方向大略與葉片平行)，以增加與土壤的接觸面。
- 二. 叢枝菌根菌種類：試驗用 AMF 種類為 *Rhizophagus Clarus*，本菌種常見於強酸性土壤中，由農業試驗所提供。
- 三. 叢枝菌根菌施用方法：施用量為每株苗接種 250 個孢子，施用方式為 AMF 菌土與介質混拌均勻。
- 四. 肥料種類及施用量：以台肥 1 號即溶複合肥料 ($N-P_2O_5-K_2O = 26-13-13$) 稀釋 400 倍進行澆灌，每株澆灌 30 毫升，此為 1 倍施肥量，於扦插苗發根後開始進行澆灌 (2020 年 5 月 8 日)，每星期一次。0.5 倍施肥量與 1.5 倍施肥量分別為台肥 1 號即溶複合肥料稀釋 800 倍和 267 倍，每株澆灌 30 毫升，每星期一次。
- 五. 試驗處理：
 - (一) 養分供應量：0.5 倍施肥量 (代號 FL)、1 倍施肥量 (代號 FM)、1.5 倍施肥量 (代號 FH)，探討不同養分供應量對 AMF 拓殖及植株生長之影響。
 - (二) 菌根菌接種：分為有接種 (代號 M1) 和沒有接種 (代號 M0) 兩種處理。
 - (三) 不同扦插介質與 AMF 不同接種時間處理：在上述 3 個施肥量下再細分為下列 6 個處理，扦插介質有兩個，一個為紅壤 (代號 RS)，另一個為泥炭苔與珍珠石混合物 (代號 PP)。泥炭苔混拌珍珠石，以增加其通氣性。AMF 有兩個接種時間，一個為扦插時期接種，另

一個為茶樹插穗發根後移植至紅壤時接種 (代號 PPRS)，以瞭解不同接種時間是否會影響 AMF 的拓殖情形及對植株生長之影響。介質裝於容積約 700 mL 的黑色塑膠軟盆中，紅土裝 500 公克，泥炭苔與珍珠石之容積約 600 毫升。每處理 3 重複，每重複 10 株，試驗時間為 2020 年 1 月 20 日至同年 10 月 14 日。

處理一 (代號 RSM0)：扦插介質為紅壤；

處理二 (代號 RSM1)：扦插介質為紅壤 + AMF；

處理三 (代號 PPM0)：扦插介質為泥炭苔與珍珠石混合物 (體積比 3:1)；

處理四 (代號 PPM1)：扦插介質為泥炭苔與珍珠石混合物 + AMF；

處理五 (代號 PPRSM0)：扦插介質為泥炭苔與珍珠石混合物，茶樹插穗發根後移植紅壤；

處理六 (代號 PPRSM1)：扦插介質為泥炭苔與珍珠石混合物，茶樹插穗發根後移植紅壤 + AMF。

六. 調查項目及分析方法：

(一) 株高

(二) 地上部和根部之鮮乾重

(三) 土壤肥力分析

1. 酸鹼度：以酸鹼度計 (WTW inoLab pH720) 測定。
2. 導電度：以導電度計 (SUNTEX SC-2300) 測定。
3. 磷、鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅、鋁：以孟立克 3 號萃取法 (Mehlich, 1984) 萃取，以 ICP (PerkinElmer Avio 200) 測定。

(四) 植體之元素含量分析

1. 茶葉全氮分析：以硫酸分解法分解後，以氮自動分析儀 (ASTORIA AAS-307) 測定。
2. 茶葉元素分析：以微波輔助酸消化法進行樣品萃取消化，以 ICP (PerkinElmer Avio 200) 測定。

(五) 叢枝菌根菌拓殖率測定：

1. 植株全根系以自來水洗淨，取根系中段，將根剪成 1-1.5 公分長之根段並放入包埋盒中。將包埋盒置於 10% 氫氧化鉀溶液中並完全浸泡，以 90℃ 水浴 30 分鐘 (時間依植根軟硬程度而異)。
2. 倒掉氫氧化鉀溶液，以自來水清洗約 3 次，每次需搖晃 2-3 分鐘以去除植根殘存之氫氧化鉀溶液。
3. 將植根完全置入 3% 的鹼性雙氧水中，浸泡至根變白 (3 分鐘至數小時)，然後倒掉鹼性雙氧水，用自來水沖洗乾淨。
4. 將植物根段完全浸於 10% 的鹽酸溶液中，浸泡至隔日，使植物根段酸化。然後倒掉鹽酸溶液，加入苯胺藍甘油染劑，以 90℃ 水浴 10 分鐘以上至根染色即可。
5. 將植物根段移入適量脫色劑內浸泡 4-6 小時，過程中可攪拌使根與脫色劑接觸，並更換脫色劑數次以加快脫色速度，脫色完成後取 5 條根段置於載玻片上，蓋上蓋玻片後輕壓根段使根扁平，並在光學顯微鏡下觀察，每個處理取 3 株，每株鏡檢 50 條根段，觀察 AMF 拓殖情況，計算其拓殖率。

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

結果與討論

茶樹扦插介質之理化性質分析如表一所示，紅壤 pH 為 4.4，有效性磷、鉀、鈣與鎂含量分別為 2.1、62.4、25.7 與 7.4 mg kg⁻¹，泥炭苔 pH 為 3.7，有效性磷、鉀、鈣與鎂含量分別為 12.8、129、1269 與 924 mg kg⁻¹。由上述分析結果可知，市售泥炭苔產品其養分含量比紅壤高。

一、施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗生長之影響

施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種等三種因子對茶樹扦插苗株高影響之變方分析結果如表二，施肥量及扦插介質對扦插苗株高皆有顯著性的影響，但接種 AMF 與否對株高沒有顯著性影響，三因子間交互效應不顯著；在施肥量部分，以 1 倍施肥量 (FM) 處理之株高最高，而 1.5 倍施肥量 (FH) 處理之株高與 1 倍施肥量之處理間沒有顯著性差異，0.5 倍施肥量 (FL) 之株高則顯著低於 1 倍施肥量 (FM) 處理，顯示養分不足會影響扦插苗株高之表現，但過多的養分對株高則沒有明顯促進的效果；在扦插介質部分，以扦插介質為泥炭苔與珍珠石混合物，茶樹插穗發根後移植紅壤處理 (PPRS) 之株高最高，其次為紅壤 (RS)，泥炭苔與珍珠石混合物 (PP) 最低，處理間皆達顯著性差異 (表三)。

施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種等三種因子對茶樹扦插苗地上部鮮重影響之變方分析如表四所示，施肥量及扦插介質對扦插苗地上部鮮重皆有顯著性的影響，但接種菌根菌對地上部鮮重沒有顯著性影響，三因子間交互效應不顯著；在施肥量部分，以 FM 處理之地上部鮮重最高，而 FH 處理與 FM 處理沒有顯著性差異，FL 處理則顯著低於其他兩種處理，顯示養分不足會影響地上部之生育，但過多的養分對地上部生育則沒有明顯促進的效果；在扦插介質部分，以 PPRS 最高，與 RS 和 PP 處理有顯著性差異，RS 和 PP 兩處理間則無顯著性差異 (表五)。在地下部乾重部分，趨勢與地上部鮮重相同 (表六~表七)。

施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種等三種因子對茶樹扦插苗地下部鮮重影響之變方分析如表八所示，扦插介質及 AMF 接種對扦插苗地下部鮮重皆有顯著性的影響，但施肥量對地下部鮮重則沒有顯著性影響，三因子間交互效應不顯著；在扦插介質部分，以 PPRS 處理最高，其次為 RS，PP 最低，處理間皆達顯著性差異；有接種菌根菌的處理 (M1) 比無接種菌根菌的處理 (M0) 高，處理間達顯著性差異 (表九)。在地下部乾重部分，趨勢與地下部鮮重相同 (表十~表十一)。

地上部與地下部之比值能反映出茶樹地上、地下部生長發育情況，施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種等三種因子對茶樹扦插苗之地上部與地下部乾重比值影響之變方分析如表十二所示，施肥量、扦插介質及 AMF 接種等三個主效應對地上部與地下部之比值皆有極顯著性的影響，且施肥量 × 扦插介質及施肥量 × AMF 接種之交互效應顯著；就主效應而言，隨著施肥量之增加，地上部與地下部之比值亦逐漸增加，顯示增加施肥量主要是促進地上部之生長；在扦插介質部分，以 PP 處理之比值最高，其次為 RS 處理，而 PPRS 最低，顯著低於 PP 和 RS 兩種處理，這亦顯示 PPRS 處理有利於扦插苗根系之生長；在 AMF 處理部分，M1 處理之比值顯著低於 M0 處理 (表十三)，顯示本試驗中介質種類 PPRS 及接種 *Rhizophagus Clarus* 皆能有效的促進茶樹扦插苗的根系生長。而在施肥量 × 扦插介質交互效應部分，在 FL 和 FM 兩種施肥量下，不同扦插介質處理間之比值並沒有顯著性差異，但在 FH 施肥量下，以 RS 最高，與 PPRS 達顯著性差異 (表十四)；在施肥量 × AMF 接種交互效應部分，在 FL 和 FH 兩種施肥量下，M0 和 M1 處理間皆沒有顯著性差異，但在 FM 施肥量下，M1 處理之地上部與地下部比值顯著低於 M0 處理 (表十五)，顯示接種 AMF 後，需有適當且足量之養分供應，才會對扦插苗的根系生長有促進效果。

二、扦插介質對茶樹扦插苗發根階段及根生長階段之影響

由上述之試驗結果進一步探討扦插介質對茶樹扦插苗發根階段及根生長階段之影響，PPRS 是扦插介質為泥炭苔與珍珠石混合物，待插穗發根後再移植紅壤，其與 RS 處理之差異在於發根

階段之介質不同，在扦插 9 個月後，PPRS 處理之扦插苗株高、地上部鮮重、地下部鮮重、地下部乾重皆顯著高於 RS 處理，地上部乾重雖與 RS 處理沒有顯著性差異，但較 RS 處理高 19%；PPRS 與 PP 處理之差異在於根生長階段之介質不同，在扦插 9 個月後，PPRS 處理之扦插苗株高、地上部鮮重、地上部乾重、地下部鮮重和地下部乾重皆顯著高於 PP 處理。本場未發表之研究 (林，2018)，以臺茶 12 號插穗進行扦插 3 個月之調查結果顯示，以 pH 4 之泥炭苔作為扦插介質，其癒傷組織生成率和根長的速度皆較紅土快，但在扦插 7 個月後以紅土處理之株高、地下部乾重高於泥炭苔處理。在本研究中亦發現相同的趨勢，扦插九個月後，RS 處理之株高和地下部乾重皆顯著高於 PP 處理；而在三種介質處理下扦插苗生長以 PPRS 最佳，其次是 RS，PP 最差，可能是泥炭苔與珍珠石混合物之質地較蓬鬆，孔隙度及通氣性較紅壤佳，對發根階段根系發育較有利，而在根生長階段，紅壤因含有豐富的交換性鋁，鋁為茶樹的有益元素，能增加光合作用效率，進而提供更多的碳水化合物，故能提高茶樹地上部和根的生質量 (Hajiboland *et al.*, 2013)，本試驗中扦插介質對扦插苗地上部鋁的吸收有極顯著之影響 (表十六)，以 PPRS 處理之吸收量最高、RS 次之，PP 最低，分別為 8.09、5.86 和 1.88 mg/plant (表十七)。因此，推測 PPRS 處理結合 PP 和 RS 兩者優點，故在扦插苗生育上表現最佳。另外，接種菌根菌處理 (M1) 亦可顯著促進茶樹扦插苗地上部鋁的吸收。

三、施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗地上部營養吸收之影響

施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種等三種因子對茶樹扦插苗地上部氮吸收量影響之變方分析如表十八所示，施肥量及扦插介質對地上部氮吸收皆有顯著性的影響，而接種 AMF 對茶樹扦插苗地上部氮吸收量則沒有顯著性影響，三因子間交感效應不顯著；在施肥量部分，隨著施肥量的增加，氮吸收量亦明顯的增加，處理間皆達顯著性差異；在扦插介質部分，以 PPRS 處理最高，與其他兩種處理有顯著性差異，RS 和 PP 兩處理間無顯著性差異 (表十九)。

施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種等三種因子對茶樹扦插苗地上部磷吸收量之變方分析如表二十所示，施肥量及扦插介質兩個主效應對地上部磷吸收皆有極顯著之影響，施肥量 × 扦插介質及施肥量 × 扦插介質 × AMF 接種之交感效應顯著，就主效應而言，茶樹扦插苗地上部磷吸收隨著施肥量之增加而增加，且處理間皆達顯著性差異，扦插介質以 RS 處理顯著低於其他兩種處理 (表二十一)；然而施肥量 × 扦插介質交感效應顯著，在 FL 和 FM 施肥量下，不同扦插介質處理間之磷吸收量並沒有達到顯著性差異，但在 FH 施肥量下，以 PP 處理之磷吸收量最高，RS 處理最低，兩者達顯著性差異，而 PPRS 與 PP 和 RS 無顯著性差異 (表二十二)；施肥量 × 扦插介質 × AMF 接種之三因子交感效應顯著，在 FL 和 FM 施肥量下，不同扦插介質及 AMF 接種處理間之磷吸收量皆沒有達到顯著性差異，但在 FH 施肥量下，以 PPM0 之磷吸收量最高，顯著高於 RSM0 和 RSM1 處理，但與 PPM1、PPRSM0 和 PPRSM1 無顯著性差異 (表二十三)。

施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種等三種因子對茶樹扦插苗地上部鉀吸收量之變方分析如表二十四所示，施肥量及扦插介質對地上部鉀吸收皆有顯著性的影響，而接種 AMF 對茶樹扦插苗地上部鉀吸收量則沒有顯著性影響，三因子間交感效應不顯著；在施肥量部分，FL 處理顯著低於 FM 和 FH 處理，FM 和 FH 則無顯著性差異；在扦插介質部分，以 PP 處理最低，顯著低於 PPRS 處理，但與 RS 無顯著性差異 (表二十五)。

四、施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗菌根菌拓殖率之影響

施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗菌根菌拓殖率之影響如表二十六所示，扦插介質為 RS 時，不管有沒有接種 AMF，其拓殖率皆高，顯然紅壤中的原生 AMF 多，但扦插苗

地下部鮮乾重皆以 M1 處理顯著高於 M0 處理 (表九和表十一)，顯示本研究所用之菌根菌有促進扦插苗地下部根系生長之效果，與茶的共生效應良好。而隨著施肥量增加，茶樹扦插苗之 AMF 拓殖率有下降之趨勢。

結 論

1. 在本試驗中茶樹扦插苗之株高和地上部生長主要是受到施肥量及扦插介質種類之影響，分別以 FM 和 PPRS 處理最佳；而地下部根系生長主要受到扦插介質種類和是否接種 AMF 之影響，分別以 PPRS 及 M1 處理最佳。
2. 在扦插苗發根階段，使用 PP 介質對根系發育狀況較佳；在根生長階段，RS 介質有助於扦插苗之生長，而 PPRS 處理結合 PP 和 RS 兩者優點，故在扦插苗生育上表現最佳。
3. 茶樹扦插苗地上部氮和鉀的吸收主要受到施肥量及扦插介質種類之影響；磷的吸收除了受到施肥量及扦插介質種類之影響外，施肥量 × 扦插介質及施肥量 × 扦插介質 × AMF 接種之交感效應顯著。
4. 扦插介質為 RS 時，不管有沒有接種 AMF，其拓殖率皆高，顯然紅壤中的原生 AMF 多，但扦插苗地下部鮮乾重皆以有接種 AMF 處理者顯著高於沒接種處理，顯示本研究所接種之 *Rhizophagus Clarus* 有顯著促進扦插苗根系生長之效果，與茶的共生效應良好。
5. 隨著施肥量增加，茶樹扦插苗之 AMF 拓殖率有下降之趨勢。

參考文獻

1. 王均琍. 2006. 微生物肥料菌根菌之應用與發展. 生物科技產學論壇 pp. 15-20。
2. 呂芳舉、王均琍. 2007. 山藥 (*Dioscorea* spp.) 接種叢枝菌根菌對植株生長發育之影響. 植物種苗 9(2): 1-14。
3. 吳繼光、林素禎. 1998. 臺灣內生菌目及繡球菌目之分類學研究. 囊叢枝內生菌根菌應用技術手冊 pp. 41-58。
4. 邱明賜、王均琍. 2013. 菌根菌在茶苗的應用技術. 茶業專訊 85: 11-13.
5. 夏庭君、吳強盛、邵雅東、江昌俊. 2018. 叢枝菌根菌對福鼎大白茶生長、側根數和根系內源激素的影響. 廣西植物 38(12): 1635-1640。
6. 許平輝、王飛權、齊玉崗、張璠、楊喬、尚斌. 2017. 叢枝菌根真菌對茶樹抗旱性的影響. 西北農業學報 26(7): 1033-1040。
7. 曾方明、陳際松. 1984. 茶菌根菌之初探. 臺灣茶業研究彙報 3: 107-113.
8. 張鳳屏、楊秋忠. 1992a. 囊叢枝菌根菌在茶園土壤中之生態調查. 臺灣茶業研究彙報 11: 63-77。
9. 張鳳屏、楊秋忠. 1992b. 囊叢枝菌根菌與溶磷細菌對塑膠袋茶樹扦插苗生長之影響. 臺灣茶業研究彙報 11: 79-89。
10. 張喜寧. 1992. 台灣園藝囊叢枝菌根之研究與展望. 科學農業 40(1-2): 45-52。
11. Entry, J. A., Rygielwicz, P. T., Watrud, L. S., and Donnelly, P. K. 2002. Influence of adverse soil conditions on the formation and function of arbuscular mycorrhizas. *Advances in Environmental Research* 7: 123-138.

12. Giovannetti, M., Fortuna, P., Citernes, A. S., Morini, S., and Nuti, M. P. 2001. The occurrence of anastomosis formation and nuclear exchange in intact arbuscular mycorrhizal networks, *New Phytol.* 151: 717–724.
13. Pepe, A., Sbrana, C., Ferrol, N., and Giovannetti, M. 2017. An in vivo whole-plant experimental system for the analysis of gene expression in extraradical mycorrhizal mycelium, *Mycorrhiza* 27: 659–668.
14. Hajiboland, R., Rad, S. B., Barceló, J., and Poschenrieder, C. 2013. Mechanisms of aluminum-induced growth stimulation in tea (*Camellia sinensis*). *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 176(4): 616–625.
15. Song, F., Song, G., Dong, A., and Kong, X. 2011. Regulatory mechanisms of host plant defense responses to arbuscular mycorrhiza. *Acta Ecol Sin* 31: 322–327.

表一、茶樹扦插介質之理化性質分析

Table 1 The physical-chemical properties of growth media for tea cuttings

Growth media	pH ^z	EC ^z (dS m ⁻¹)	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	Al
-----mg kg ⁻¹ -----											
Red soil	4.38	0.04	2.10	62.4	25.7	7.36	53.5	27.8	0.40	1.22	1226
Peat moss	3.74	0.09	12.8	129	1269	924	508	17.4	0.20	10.3	264

^z pH and EC measurement (growth media : water 1 : 10 w/w)

表二、施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗株高影響之變方分析

Table 2 ANOVA of the influence of fertilization rate, growth media, and AMF inoculation on the height of tea cuttings

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Fertilizer	2	1034.19	517.10	5.32*	0.0065
Media	2	3224.22	1612.11	16.59**	<.0001
Inoculation	1	243.60	243.60	2.51	0.1169
Fertilizer×Media	4	411.85	102.96	1.06	0.3813
Fertilizer×Inoculation	2	108.13	54.07	0.56	0.5753
Media×Inoculation	2	497.22	248.61	2.56	0.0831
Fertilizer×Media×Inoculation	4	797.28	199.32	2.05	0.0939

表三、施肥量及扦插介質對扦插苗株高之影響

Table 3 The influence of fertilization rate and growth media on the height of tea cuttings

Factor	Mean of height (cm)
Fertilization rate	
FL	41.21 ^b
FM	48.73 ^a
FH	45.78 ^{ab}
Growth media	
RS	45.94 ^b
PP	38.22 ^c
PPRS	51.55 ^a

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

表四、施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗地上部鮮重影響之變方分析
Table 4 ANOVA of the influence of fertilization rate, growth media, and AMF inoculation on the shoot fresh weight of tea cuttings

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Fertilizer	2	163.42	81.71	8.44**	0.0004
Media	2	216.08	108.04	11.16**	<.0001
Inoculation	1	22.62	22.62	2.34	0.1298
Fertilizer×Media	4	14.81	3.70	0.38	0.8206
Fertilizer×Inoculation	2	23.71	11.86	1.22	0.2987
Media×Inoculation	2	45.57	22.78	2.35	0.1008
Fertilizer×Media×Inoculation	4	92.79	23.20	2.40	0.0561

表五、施肥量及扦插介質對扦插苗地上部鮮重之影響

Table 5 The influence of fertilization rate and growth media on the shoot fresh weight of tea cuttings

Factor	Mean fresh weight of shoot (g)
Fertilization rate	
FL	9.02 ^b
FM	11.72 ^a
FH	11.54 ^a
Growth media	
RS	10.64 ^b
PP	9.09 ^b
PPRS	12.55 ^a

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

表六、施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗地上部乾重影響之變方分析

Table 6 ANOVA of the influence of fertilization rate, growth media, and AMF inoculation on the shoot dry weight of tea cuttings

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Fertilizer	2	13.59	6.80	5.23*	0.0071
Media	2	38.35	19.17	14.77**	<.0001
Inoculation	1	3.51	3.51	2.70	0.1036
Fertilizer×Media	4	3.27	0.82	0.63	0.6422
Fertilizer×Inoculation	2	2.53	1.26	0.97	0.3815
Media×Inoculation	2	3.30	1.65	1.27	0.2853
Fertilizer×Media×Inoculation	4	11.10	2.78	2.14	0.0826

表七、施肥量及扦插介質對扦插苗地上部乾重之影響

Table 7 The influence of fertilization rate and growth media on the shoot dry weight of tea cuttings

Factor	Mean dry weight of shoot (g)
Fertilization rate	
FL	3.16 ^b
FM	4.00 ^a
FH	3.77 ^{ab}
Growth media	
RS	3.75 ^a
PP	2.87 ^b
PPRS	4.32 ^a

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

表八、施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗地下部鮮重影響之變方分析

Table 8 ANOVA of the influence of fertilization rate, growth media, and AMF inoculation on the root fresh weight of tea cuttings

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Fertilizer	2	0.03	0.01	0.01	0.9890
Media	2	39.49	19.74	17.33**	<.0001
Inoculation	1	9.82	9.82	8.62*	0.0042
Fertilizer × Media	4	4.69	1.17	1.03	0.3970
Fertilizer × Inoculation	2	1.77	0.89	0.78	0.4622
Media × Inoculation	2	5.55	2.78	2.44	0.0933
Fertilizer × Media × Inoculation	4	3.56	0.89	0.78	0.5407

表九、扦插介質及叢枝菌根菌接種對扦插苗地下部鮮重之影響

Table 9 The influence of growth media and AMF inoculation on the root fresh weight of tea cuttings

Factor	Mean fresh weight of root (g)
Growth media	
RS	2.62 ^b
PP	1.97 ^c
PPRS	3.44 ^a
AMF inoculation	
M0	2.38 ^b
M1	2.98 ^a

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

表十、施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗地下部乾重影響之變方分析

Table 10 ANOVA of the influence of fertilization rate, growth media, and AMF inoculation on the root dry weight of tea cuttings

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Fertilizer	2	0.08	0.04	0.78	0.4636
Media	2	1.90	0.95	19.36**	<.0001
Inoculation	1	0.53	0.53	10.73*	0.0015
Fertilizer×Media	4	0.16	0.04	0.82	0.5152
Fertilizer×Inoculation	2	0.23	0.12	2.37	0.0992
Media×Inoculation	2	0.02	0.01	0.24	0.7870
Fertilizer×Media×Inoculation	4	0.28	0.07	1.42	0.2337

表十一、扦插介質及叢枝菌根菌接種對扦插苗地下部乾重之影響

Table 11 The influence of growth media on and AMF inoculation on the root dry weight of tea cuttings

Factor	Mean dry weight of root (g)
Growth media	
RS	0.59 ^b
PP	0.45 ^c
PPRS	0.77 ^a
AMF inoculation	
M0	0.53 ^b
M1	0.67 ^a

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

表十二、施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗地上部與地下部乾重比值影響之變方分析

Table 12 ANOVA of the influence of fertilization rate, growth media, and AMF inoculation on the shoot/root dry weight ratio of tea cuttings

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Fertilizer	2	57.30	28.65	15.40**	<.0001
Media	2	24.60	12.30	6.61*	0.0021
Inoculation	1	14.65	14.65	7.88*	0.0061
Fertilizer×Media	4	21.33	5.33	2.87*	0.0276
Fertilizer×Inoculation	2	14.75	7.37	3.96*	0.0224
Media×Inoculation	2	7.21	3.60	1.94	0.1500
Fertilizer×Media×Inoculation	4	5.50	1.37	0.74	0.5677

表十三、施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗地上部與地下部乾重比值之影響
Table 13 The influence of fertilization rate, growth media, and AMF inoculation on the shoot/root dry weight ratio of tea cuttings

Factor	Mean dry weight ratio of shoot/root
Fertilization rate	
FL	5.48 ^b
FM	6.82 ^a
FH	7.19 ^a
Growth media	
RS	6.73 ^a
PP	6.91 ^a
PPRS	5.82 ^b
AMF inoculation	
M0	6.86 ^a
M1	6.12 ^b

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

表十四、施肥量及扦插介質對茶樹扦插苗地上部與地下部乾重比值影響之交感效應
Table 14 The interaction of fertilization rate and growth media on the shoot/root dry weight ratio of tea cuttings

Fertilization rate	Growth media	Mean dry weight ratio of shoot/root
FL	RS	4.99 ^d
FL	PP	5.97 ^{bcd}
FL	PPRS	5.47 ^{cd}
FM	RS	7.08 ^{abc}
FM	PP	7.34 ^{ab}
FM	PPRS	6.03 ^{bcd}
FH	RS	8.10 ^a
FH	PP	7.44 ^{ab}
FH	PPRS	5.97 ^{bcd}

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

表十五、施肥量及接種叢枝菌根菌對茶樹扦插苗地上部與地下部乾重比值影響之交感效應
Table 15 The interaction of fertilization rate, growth media, and AMF inoculation on the shoot/root dry weight ratio of tea cuttings

Fertilization rate	AMF inoculation	Mean dry weight ratio of shoot/root
FL	M0	6.00 ^{bc}
FL	M1	4.95 ^c
FM	M0	7.54 ^a
FM	M1	6.09 ^{bc}
FH	M0	7.03 ^{ab}
FH	M1	7.31 ^{ab}

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

表十六、施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗地上部鋁吸收影響之變方分析
Table 16 ANOVA of the influence of fertilization rate, growth media, and AMF inoculation on the absorption of aluminum of tea cuttings

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Fertilizer	2	6.87	3.44	1.11	0.3415
Media	2	356.46	178.23	57.43 ^{**}	<.0001
Inoculation	1	19.58	19.58	6.31 [*]	0.0166
Fertilizer×Media	4	1.92	0.48	0.16	0.9595
Fertilizer×Inoculation	2	0.83	0.42	0.13	0.8747
Media×Inoculation	2	19.64	9.82	3.16	0.0542
Fertilizer×Media×Inoculation	4	35.85	8.96	2.89 [*]	0.0359

表十七、扦插介質及叢枝菌根菌接種對扦插苗地上部鋁吸收之影響

Table 17 The influence of growth media and AMF inoculation on the absorption of aluminum of tea cuttings

Factor	Mean Al absorption of shoot (mg/plant)
Growth media	
RS	5.86 ^b
PP	1.88 ^c
PPRS	8.09 ^a
AMF inoculation	
M0	4.68 ^b
M1	5.88 ^a

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

表十八、施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗地上部氮吸收影響之變方分析
Table 18 ANOVA of the influence of fertilization rate, growth media, and AMF inoculation on the absorption of nitrogen of tea cuttings

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Fertilizer	2	24680	12340	44.23**	<.0001
Media	2	5507	2753	9.87**	0.0004
Inoculation	1	580	580	2.08	0.1579
Fertilizer×Media	4	869	217	0.78	0.5460
Fertilizer×Inoculation	2	530	265	0.95	0.3963
Media×Inoculation	2	1170	585	2.10	0.1375
Fertilizer×Media×Inoculation	4	2739	685	2.45	0.0632

表十九、施肥量和扦插介質對茶樹扦插苗地上部氮吸收之影響

Table 19 The influence of fertilization rate and growth media on the absorption of nitrogen of tea cuttings

Factor	Mean N absorption of shoot (mg/plant)
Fertilization rate	
FL	57.31 ^c
FM	89.06 ^b
FH	109.3 ^a
Growth media	
RS	77.98 ^b
PP	78.16 ^b
PPRS	99.49 ^a

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

表二十、施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗地上部磷吸收影響之變方分析
Table 20 ANOVA of the influence of fertilization rate, growth media, and AMF inoculation on the absorption of phosphorus of tea cuttings

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Fertilizer	2	298.52	149.26	42.69**	<.0001
Media	2	71.66	35.83	10.25**	0.0003
Inoculation	1	5.05	5.04	1.44	0.2373
Fertilizer×Media	4	71.49	17.87	5.11*	0.0023
Fertilizer×Inoculation	2	16.65	8.32	2.38	0.1068
Media×Inoculation	2	16.58	8.29	2.37	0.1078
Fertilizer×Media×Inoculation	4	62.63	15.66	4.48*	0.0049

表二十一、施肥量和扦插介質對茶樹扦插苗地上部磷吸收之影響

Table 21 The influence of fertilization rate and growth media on the absorption of phosphorus of tea cuttings

Factor	Mean P absorption of shoot (mg/plant)
Fertilization rate	
FL	6.21 ^c
FM	9.76 ^b
FH	11.90 ^a
Growth media	
RS	7.66 ^b
PP	10.03 ^a
PPRS	10.17 ^a

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

表二十二、施肥量和扦插介質對茶樹扦插苗地上部磷吸收之交感效應

Table 22 The interaction of fertilization rate and growth media on the absorption of phosphorus of tea cuttings

Fertilization rate	Growth media	Mean P absorption of shoot (mg/plant)
FL	RS	5.43 ^c
FL	PP	5.75 ^{de}
FL	PPRS	7.44 ^{cde}
FM	RS	8.55 ^{bcd}
FM	PP	9.42 ^{bc}
FM	PPRS	11.3 ^b
FH	RS	9.01 ^{bcd}
FH	PP	14.9 ^a
FH	PPRS	11.8 ^{ab}

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

表二十三、施肥量、扦插介質及接種 AMF 對茶樹扦插苗地上部磷吸收之交感效應

Table 23 The interaction of fertilization rate, growth media, and AMF inoculation on the absorption of phosphorus of tea cuttings

Fertilization rate	Growth media	AMF inoculation	Mean P absorption of shoot (mg/plant)
FL	RS	M0	5.66 ^c
FL	RS	M1	5.19 ^c
FL	PP	M0	5.67 ^c
FL	PP	M1	5.83 ^{de}
FL	PPRS	M0	6.92 ^{cde}
FL	PPRS	M1	7.96 ^{bcde}
FM	RS	M0	6.75 ^{cde}
FM	RS	M1	10.4 ^{bcde}
FM	PP	M0	7.17 ^{bcde}
FM	PP	M1	11.7 ^{abc}
FM	PPRS	M0	12.2 ^{abc}
FM	PPRS	M1	10.4 ^{bcde}
FH	RS	M0	7.36 ^{bcde}
FH	RS	M1	10.7 ^{bcde}
FH	PP	M0	17.0 ^a
FH	PP	M1	12.8 ^{ab}
FH	PPRS	M0	12.1 ^{abc}
FH	PPRS	M1	11.5 ^{abcd}

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

表二十四、施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗地上部鉀吸收影響之變方分析

Table 24 ANOVA of the influence of fertilization rate, growth media, and AMF inoculation on the absorption of potassium of tea cuttings

Source	DF	SS	MS	F Value	Pr > F
Fertilizer	2	2085.65	1042.83	21.27 ^{**}	<.0001
Media	2	967.47	483.73	9.87 ^{**}	0.0004
Inoculation	1	88.52	88.53	1.81	0.1874
Fertilizer × Media	4	183.44	45.86	0.94	0.4545
Fertilizer × Inoculation	2	59.10	29.55	0.60	0.5527
Media × Inoculation	2	216.90	108.45	2.21	0.1242
Fertilizer × Media × Inoculation	4	399.85	99.96	2.04	0.1096

表二十五、施肥量和扦插介質對茶樹扦插苗地上部鉀吸收之影響

Table 25 The influence of fertilization rate and growth media on the absorption of potassium of tea cuttings

Factor	Mean K absorption of shoot (mg/plant)
Fertilization rate	
FL	30.2 ^b
FM	41.7 ^a
FH	44.5 ^a
Growth media	
RS	38.5 ^{ab}
PP	33.8 ^b
PPRS	44.1 ^a

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

表二十六、施肥量、扦插介質及叢枝菌根菌接種對茶樹扦插苗叢枝菌根菌拓殖率之影響

Table 26 Effects of fertilization rate, growth media, and AMF inoculation on the root colonization rate of tea cuttings

Treatment	AMF colonization rate (%)		
	FL	FM	FH
RSM0	92 ± 12	95 ± 8	80 ± 23
RSM1	97 ± 3	95 ± 5	42 ± 17
PPM0	0	0	0
PPM1	30 ± 40	6 ± 5	16 ± 23
PPRSM0	74 ± 42	65 ± 37	29 ± 29
PPRSM1	95 ± 1	67 ± 21	62 ± 9

The Influence of Fertilization Rate, Growth Media and AMF Inoculation on the Growth and Nutrient Absorption of Tea Cuttings

Jia-Ru Dai¹ Su-Chen Lin²

Summary

Mortality rate of tea seedlings might be high due to the high temperature, drought, and soil-borne diseases in summer. In this experiment, influence of fertilization rate, growth media and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) inoculation on the growth and nutrient absorption of tea cuttings were explored. This experiment was conducted in the green house of Tea Research and Extension Station (TRES), the test cultivar was TTES No. 12 and AMF was *Rhizophagus clarus*. Tea cuttings were treated with three fertilization rates namely 0.5×, 1×, and 1.5×. Under each fertilization rate, there are 6 different treatments, i.e., (1) growth medium was red soil, (2) growth medium was red soil and inoculated with AMF, (3) growth medium was mixture of peat moss and perlite, (4) growth medium was mixture of peat moss and perlite, and inoculated with AMF, (5) after new root was initiated in the mixture of peat moss and perlite, cuttings were transplanted to red soil (PPRS, peat-perlite-red-soil), (6) after new root was initiated in the mixture of peat moss and perlite, cuttings were transplanted to red soil and inoculated with AMF. Fertilizer used in this experiment was Taiwan Fertilizer No. 1 (N-P₂O₅-K₂O = 26-13-13). Fertilization rate 1× was prepared by 400× dilution of Taiwan Fertilizer No. 1 and 30 ml of diluent was given each pot per week. The experiment results indicated that the plant height, shoot fresh weight, shoot dry weight, nitrogen and potassium contents of tea cutting shoots were mainly affected by fertilization rate and growth medium, while the root growth was mainly affected by the growth medium and AMF inoculation. The absorption of phosphorus of tea cutting plants was not only influenced by the fertilization rate and cutting growth medium, the cross interactions such as fertilization rate × cutting growth medium, fertilization rate × cutting growth medium × AMF inoculation were also significant. In this study, the cutting plants showed the best shoot growth in 1× fertilization treatment if compared with the others. Nevertheless, PPRS was the best cutting growth medium in all treatments. The *Rhizophagus Clarus* inoculated in this research exhibited a significant effect on promoting the root growth of tea cuttings, and a good symbiosis effect with tea trees.

Key words: Tea cuttings, Arbuscular mycorrhizal fungi (AMF), Colonization rate of AMF

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

2. Associate Researcher, Agricultural Chemistry Division, Taiwan Agriculture Research Institute, Taichung, Taiwan. R.O.C.

茶園減藥技術之研究

許飛霜¹ 曹碧貴¹ 林秀榮² 陳柏蓁³ 黃正宗⁴ 黃玉如⁵

摘 要

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

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

前 言

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

材料與方法

一、健康茶苗減藥：

採穗母樹減藥管理對茶樹健康種苗之影響：

(一) 材料與方法：

1. 採穗圃：插穗留養，供採穗扦插之用。

2. 採穗圃藥劑試驗處理：

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

(5) 對照組（不做任何防治處理）。

(二) 調查方法：

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

二、雜草減藥管理：

闊葉型雜草應用非化學農藥防治之研究：

(一) 友善除草劑試驗：

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

(二) 試驗設計處理：

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

(三) 資料分析

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

(四) 茶行覆蓋物試驗

使用材質為不織布可透氣型式雜草抑制蓆，覆蓋於新植茶園行間。

三、茶園健康管理暨化學農藥減量：

(一) 健康管理暨化學農藥減量試驗：

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

害（茶赤葉枯病）、茶樹蟲害（茶小綠葉蟬、捲葉蛾類、茶蠶、薊馬、葉蟬類等）。

(2) 試驗茶園用藥背景調查：調查農民使用藥劑背景、習慣及成本分析。

2. 關鍵病蟲害防治藥劑減量使用田間試驗：

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

(二) 茶園減藥友善管理對茶樹病蟲害發生影響試驗：

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

2. 試驗處理與方法：

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

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

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

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

(5) 對照：只噴水，不噴施任何資材。

3. 調查方法：

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

四、茶樹肥培管理與病蟲害防治之減藥率試驗：

(一) 化學農藥有效成分評估：

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

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

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

(二) 化學農藥總體積評估：

1. 茶樹肥培管理與病蟲害防治之研究減藥率評估：

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

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

2. 闊葉型雜草管理非化學農藥防治藥劑之研究減藥率評估：

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

3. 茶園減藥友善管理對茶樹病蟲害發生影響之研究減藥率評估：

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

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

4. 採穗母樹減藥管理對茶樹健康種苗之影響減藥率評估：

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

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

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

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

即扦插一期扦插苗之減少化學農藥使用量：50%~25%。

五、IPM 操作方法：

(一) 農藥減量組：

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

(二) 慣行組：依照農友實際田間管理。

結果與討論

一、健康茶苗減藥：

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

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

二、雜草減藥管理：

(一) 雜草覆蓋度及種類調查

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

(二) 友善茶園雜草管理

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

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

三、茶園健康管理暨化學農藥減量：

(一) 健康管理暨化學農藥減量試驗

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

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

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

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

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

（二）茶園減藥友善管理對茶樹病蟲害發生影響之研究

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

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

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

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

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

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

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

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

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

本研究經二年試驗及分析，研究成果為：

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

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

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

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

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

參考文獻

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

致 謝

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

表一、施用友善除草劑處理前後雜草覆蓋度及雜草種類變化

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

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

註：表列小寫英文字母不同者，表示差異達 5%顯著水準。

註：處理日期分別為 5 月 28 日及 8 月 22 日。

表二、施用友善除草劑處理前後酸鹼值變化

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

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

註：表列小寫英文字母不同者，表示差異達 5%顯著水準。

註：處理日期分別為 5 月 28 日及 8 月 22 日。

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

Table 3 Absorbance value for Acid-phosphatase and Arylsulfatase

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

本表列數值在處理間及不同日期間差異皆未達 5%顯著水準。

註：本試驗以吸光值 400 nm 測之。

表四、新竹湖口茶區夏茶減藥試驗施作紀錄

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

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

表五、新竹湖口茶區秋茶減藥試驗施作紀錄

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

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

表六、新竹湖口茶區夏茶減藥試驗區域農藥殘留檢測結果

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

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

表七、新竹湖口茶區秋茶減藥試驗區域農藥殘留檢測結果

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

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

表八、107 年瑞峰示範區臺茶 12 號茶園茶菁收量

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

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

表九、107 年瑞峰示範區臺茶 12 號茶芽調查

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

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



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

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

The Study of Pesticide Reduction Technology in Tea Plantation

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

Summary

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

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

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

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

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

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

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

茶園綠盲蝽有機整合管理技術之研究

寧方俞^{1,*} 蘇彥碩² 劉秋芳³ 曾信光³

摘 要

綠盲蝽 (椿象)(Green mirid bug) 為一種常見於臺灣中高海拔茶區的葉部害蟲，自 2016 年起，桃園市拉拉山、新竹縣尖石鄉及南投縣竹山鎮陸續傳出疫情，尤其好發於有機茶園，嚴重時可造成全區 7~8 成之損失。近年因農產品安全與生態永續發展受到重視，害蟲整合管理技術 (Integrated Pest Management, IPM) 及天然、低毒的防治資材已被廣泛用來取代化學農藥的使用。本研究於春茶生育期間以茶樹新梢受害率及夜間燈光誘集蟲數監測此蟲族群變動。在實驗室中比較綠盲蝽對常見 8 種茶樹品種及 3 種茶園雜草的取食偏好，並初步篩選植物保護資材的防治效果。進一步我們將具有潛力的 3 種植物保護資材、4 種誘捕式陷阱及 3 種不同濃度鉀肥 (草木灰) 處理進行田間防治試驗，調查不同處理對於減輕茶樹新梢受害率的影響。結果顯示，茶芽一心二葉期之平均新梢受害率可達 37.70%，且夜間燈光誘集蟲數達 20 隻 (18:00~23:00 p.m.)，為田間綠盲蝽族群上升期。茶樹及雜草寄主同時存在的狀況下，綠盲蝽會優先選擇大花咸豐草黃色管狀花及茶芽葉 (一心一葉部位) 做為食物來源，且對茶樹四季春品種喜好性偏低。植物保護資材中，以惠益青廣效無毒蟲害防護劑防治潛力較佳，與對照組相比可減少 42.80% 的危害斑痕數，並降低 53.96% 的嫩芽受害面積。該資材經田間連續施用 4 次後，新梢受害率較水處理組低 8.85%。誘捕式陷阱以綠色黏紙誘引效果較佳 (2 隻/黏紙)。不同鉀肥級變處理對茶樹葉片的物理結構 (農藝性狀) 及植體元素積累的改變並不穩定，施用鉀肥後對於降低茶樹新梢受害率亦無顯著影響。本研究成果可用於制定綠盲蝽整合管理策略的相關技術原則，包含監測技術、防治時機、生態防治、栽培防治、物理防治、寄主抗 (耐) 蟲性育種及低毒防治資材的選擇。

關鍵字：綠盲蝽、有機茶園、害蟲整合管理技術

前 言

綠盲蝽 (椿象)(Green mirid bug) 屬於半翅目 (Hemiptera)、異翅亞目 (Heteroptera)、臭蟲下目 (Cimicomorpha)、盲蝽總科 (Miroidea)、盲蝽科 (Miridae)，為一種常見於臺灣中高海拔茶區的葉部害蟲，尤其好發於有機茶園，嚴重時可造成全區 7~8 成之損失。有別於低中海拔茶園常見之茶角盲蝽 (*Helopeltis fasciaticollis* Poppius) 及奎寧角盲蝽 (*Helopeltis cinchonae* Mann)，其體型較寬、翅膀及腹部呈綠色，因而得名 (曾，2014)。曾 (1993) 最早於 1989 年首先在阿里山茶區發現疑似危

-
1. 行政院農業委員會動植物防疫檢疫局新竹分局 技士。臺灣 桃園市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場文山分場 副研究員兼分場長。臺灣 臺北市。
 3. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員、退休副研究員。臺灣 桃園市。

*通訊作者：hc2208@mail.hcbaphiq.gov.tw。

害狀，當時一直未發現蟲體，直至 1990 年在清境農場的茶園第一次發現綠盲蝽若蟲，隨即攜回實驗室以茶葉飼養，證實綠盲蝽可引起相同危害徵狀，為臺灣首次記錄。自 2016 年起，桃園市拉拉山茶區、新竹縣尖石鄉田埔及泰崗新興茶區、南投縣竹山茶區及梨山茶區陸續傳出茶樹葉部危害徵狀疑似盲蝽危害的疫情。採樣後發現，與綠盲蝽外觀及危害狀一致。寧 (2018) 將新竹縣泰崗部落恩賜農場有機茶園採集之綠盲蝽樣本以 mtCOI 序列進行分子鑑定，其序列與泛泰盲蝽 (*Taylorilygus apicalis* (Fieber, 1861)) 之相似度達 99%。進一步解剖雄性生殖器並比對形態特徵，發現綠盲蝽可能包含泛泰盲蝽及原麗盲蝽 (*Lygocoris pabulinus* (Linnaeus, 1761)) 兩個物種 (蔡經甫，私人通訊)，且此兩種經實驗室內飼育皆已知可危害茶芽 (未發表資料)。綠盲蝽發生期間為每年秋末至翌年初春時節，性喜陰涼、隱蔽場所，孵化後之若蟲多在早晨及傍晚才爬至茶芽上活動，白晝躲藏於茶叢中，不易發現其蹤跡。其成、若蟲行動活潑，在茶葉上爬行迅速，取食剛萌芽之茶芽部位，造成芽上有如被針尖刺過的紅褐色點狀傷痕，被害茶芽持續生長後，傷口將隨芽葉生長而逐漸擴大形成穿孔狀 (曾，2005, 2013)。過去雖無針對綠盲蝽篩選化學防治藥劑，農民以防治茶小綠葉蟬 (*Jacobiasca formosana* (Paoli)) 的藥劑進行共同防治，已足以防治該害蟲 (曾，2005)。惟近年因農產品安全與生態永續發展之風漸起，農民以有機栽培方式管理及轉作茶園時，害蟲相的改變常成為茶樹生長主要的限制因子之一 (陳等，2017)。因此，應用經濟、有效的害蟲整合管理技術，並選擇天然、低毒的防治資材，成為當前農業經營的主要趨勢 (楊，2015)。

害蟲整合管理 (Integrated Pest Management, IPM) 係藉由多種技術整合使用達到長期害蟲預防的目標。且殺蟲劑的使用須依據監測結果只移除目標害蟲，害蟲防治資材只選擇對人體健康、有益及非目標生物與環境“最小風險”者 (Pedigo and Marlin, 1996)。已知茶樹害蟲整合管理技術包含：害蟲及天敵監測、經濟危害水平 (Economic Injury Level, EIL) 與經濟閾值 (Economic Threshold, ET) 建立、天敵應用、生態防治、栽培防治、物理防治、寄主抗 (耐) 蟲性育種、生物防治及化學防治等 (Lehmann-Danzinge, 2000; Lakshmi et al., 2009; Mamun and Ahmed, 2011)。目前全世界已知可危害茶樹的盲蝽 (mirids) 高達 35 種，其中有 18 種為角盲蝽屬 (*Helopeltis* sp.)，常見於越南、印尼及印度等東南亞及非洲茶區 (Saha and Mukhopadhyay, 2013)。日本、韓國及中國東北等東北亞茶區則係以後麗盲蝽屬 (*Apolygus* sp.) 為主 (門等，2015; Omata, 2007; Yang et al., 2014)。生態及栽培管理策略相關研究中，已知茶角盲蝽、*Helopeltis theivora* Waterhouse 及 *Helopeltis schuotedeni* Reuter 對茶樹新梢不同部位有取食及產卵的選擇差異 (林等，2018a; Cheramgoi et al., 2009; Bhuyan and Bhattacharyya, 2016)，對茶樹不同品種亦有取食的偏好性 (林等，2018a; Roy et al., 2009b)。田間防治時可利用害蟲對寄主部位的取食偏好，配合茶樹生育週期與盲蝽害蟲生活史模式的建立，操作時間上的預防性防治策略 (長友，1971)，或利用寄主植物選擇的偏好性，在主要經濟作物周邊種植 (留養) 陷阱植物，營造空間上的預防性防治 (林等，2018a, 2018b; Mamun and Ahmed, 2011)。對於寄主範圍廣泛且植食性的盲蝽類害蟲，藉由田間植物寄主種類的普查，建立其在主要經濟作物及周邊寄主間隨季節遷移、越冬及產卵行為的生態資料，可用以擬定一個阻斷害蟲擴散到經濟作物栽培區的生態管理策略 (門等，2015; Kim et al., 2002; Lu et al., 2012; Pan et al., 2015; Visalakshy and Swathi, 2016)。安全、低毒的植物源防治資材中，Dutta et al. (2013) 以不同濃度的苦楝樹種仁萃取液於實驗室測試其對 *H. theivora* 於茶樹上的厭食性、殺卵性、若蟲停留時間及產卵行為等習性的影響，結果發現皆具有一定程度的忌避效果。印度苦楝樹 (*Azadirachta indica* A. Juss.) 種仁精煉後之印楝素 (Azadirachtin) 於田間以 500 倍稀釋液使用於茶樹可降低 *H. theivora* 於田間 51.4~56.6% 的族群量 (Roy et al., 2010)。除此之外，植物皂素 (saponins)、脂肪酸鉀鹽 (potassium salts of fatty acids) 及矽藻土 (diatomaceous earth) 等生物源殺蟲劑亦已廣泛應用於害蟲管理之研究 (Wafula et al., 2017; Qasim et al., 2020; Aniwano et al., 2021)。在肥培管理的部分，已知茶樹施用過多氮素時

會提升 *H. theivora* 繁殖及發育能力 (Mamun and Ahmed, 2011)。施用高濃度的鉀可增加作物二次代謝物，降低氮素吸收、減少碳水化合物累積並降低害蟲對作物的損害，在甘藍及水稻的相關研究中已知對小菜蛾 (*Plutella xylostella* (Linnaeus))、二化螟 (*Chilo suppressalis* (Walker)) 及瘤野螟 (*Cnaphalocrocis medinalis* (Guen'ee)) 等鱗翅目害蟲，蚜蟲 (aphid) 及褐飛蝨 (*Nilaparvata lugens* (Stål)) 等半翅目害蟲，皆有增加作物抗性降低害蟲存活率的效果 (Amtmann et al., 2008; Biswas et al., 2011; Sarwar, 2012; Bala and Sood, 2018)。

本研究於春茶生長期間調查茶樹新梢受害率，並記錄夜間燈光誘集的蟲數，作為綠盲蝽族群動態的參考依據，測試綠盲蝽對 8 種茶樹品種及 3 種茶園常見雜草之取食偏好，選用 3 種安全、低毒之植物保護資材進行室內及田間的藥效評估，篩選 4 種不同誘捕資材對綠盲蝽的誘捕效果，並分析不同鉀肥級變處理對茶樹抗 (耐) 綠盲蝽危害的影響。綜合以上試驗結果，可用以擬定一套在有機及友善耕作茶園中經濟、可行的綠盲蝽整合管理策略。

材料與方法

一、綠盲蝽對不同茶樹品種及茶園常見雜草之室內取食偏好測試

(一) 供試蟲源取自新竹縣尖石鄉泰崗部落恩賜農場 (24°35'38"N 121°17'25"E, 海拔高度 1,735 公尺)，以吸蟲管及燈光誘引等方式採集蟲樣，攜回實驗室後以新鮮茶芽飼養。

(二) 參考林等人 (2018a, 2018b) 之試驗方法，本試驗共進行兩次 (分別為試驗一及試驗二)，試驗一選取臺茶 12 號、臺茶 18 號、臺茶 20 號、青心大有、臺茶 17 號、臺茶 19 號、四季春及青心烏龍等 8 個不同茶樹品種，取茶芽的一心二葉至一心三葉部位，插入保水海綿並移入塑膠杯中。每個塑膠杯挑入 1 隻綠盲蝽成蟲或若蟲，於 72 小時後記錄取食情形。每處理進行 6 重複以上 (每芽視為 1 重複，不同處理至少包含 3 隻成蟲及 3 隻若蟲)，並計算其相對取食斑痕數量與取食面積。試驗二係依據 2017 年度草相調查及綠盲蝽之寄主記錄 (寧, 2018)，選取紫花霍香薊 (*Ageratum houstonianum*)、大花咸豐草 (*Bidens alba*) 及龍葵 (*Solanum nigrum*) 等 3 種茶園常見雜草及 8 種茶樹品種茶芽葉，與 10 隻以上綠盲蝽成蟲混置於細密型養蟲籠中 (47.5 × 47.5 × 47.5 公分，BugDorm-4，博視科教，臺灣臺中市)，進行綠盲蝽的取食偏好性試驗。試驗方式為將供試雜草植株選取最幼嫩的葉及花部位插瓶保鮮，不同品種茶芽葉則依據試驗一方式製備，於 72 小時後記錄取食情形。

(三) 取食痕數量及面積計算方法

1. 以掃描器 (Epson) 掃描茶葉樣品與尺規，並設定解析度為 2,400 dpi。
2. 使用軟體 SG view (聖川實業)，先以尺規掃描檔定義圖像實際長度，後用軟體中測量功能，以圓或任意多邊形進行取食痕數量與面積測量。
3. 使用軟體 image J，定義圖像實際長度後，計算葉與芽的整體面積。

二、植物保護資材之室內防治效果評估

(一) 供試蟲源取自新竹縣尖石鄉泰崗部落恩賜農場，以吸蟲管及燈光誘引等方式採集蟲樣，攜回實驗室後以新鮮茶芽飼養。

(二) 試驗資材：

處理 A：惠益青無毒廣效蟲害防護劑 (植物油、脂肪酸、酒精、氫氧化鉀等) 稀釋 500 倍 (植保製字第 00001 號，芳草綠能科技有限公司，臺灣高雄市)

處理 B：四大天王 (無患子、苦楝油、矽藻土、苦茶粕) 驅蟲液稀釋 500 倍 (植保製字第 00106 號，再綠生技有限公司，臺灣彰化縣)

處理 C：卡放心苦楝油稀釋 500 倍 (植保進字第 00012 號，台灣科研生物技術有限公司，臺灣南投縣)

對照組：水處理

(三) 試驗方法：取青心烏龍茶芽一心二葉至一心三葉部位，浸入不同防治資材浸液 10 秒鐘後，插入保水插花海綿並移入塑膠杯中。每個塑膠杯挑入 1 隻綠盲蝽成蟲，分別於 72 小時後，記錄死亡率、取食斑痕數量及面積 (計算方法同前項 (二))。每處理進行 8 重複 (每芽視為 1 重複)。

三、綠盲蝽於春茶生育期間之發生調查

(一) 試驗期程：2019 年 2 月 23 日至 5 月 8 日。

(二) 供試茶園品種：青心烏龍 (約 6 公頃，6 年生茶樹)。

(三) 監測方式：

1. 監測地點：新竹縣尖石鄉泰崗部落恩賜農場。

2. 監測頻率：茶樹修剪後第 17 天為起始日，每 14 天調查一次至採收日止，共調查 5 次。

3. 茶樹新梢受害率調查：參考陳等人 (2018) 之研究方法，在茶園逢機丟擲 30×30 平方公分方框，以目視法計算方框下的新梢總數，並檢查新梢有無紅褐色點狀取食痕，葉片有一葉受害即列入受害新梢數，並計算茶樹新梢受害率 (受害新梢數 / 新梢總數 $\times 100\%$)，每一個區集取樣 6 次。並記錄監測日新梢之平均生育階段。

4. 夜間燈光誘引調查：參考寧 (2018) 之研究方法，以固定水銀燈 (主要波長約 400~600 nm) 搭配夜間採集網 (博視科教，臺灣臺中市) 為採集裝置，從上半夜 18:00 至 23:00，每 15 分鐘巡視一次，計數受燈光吸引至採集網上的綠盲蝽，並馬上以吸蟲管採集 (Type6 吹球式 H 型吸蟲管 (12mm)，博視科教，臺灣臺中市)，計算每小時受燈光誘引之綠盲蝽總蟲數 (本試驗因場地及電源限制，無重複數)。

四、不同誘捕式陷阱田間防治試驗

本試驗於 2017 年及 2019 年春茶生長期間於泰崗部落恩賜農場，測試不同誘捕資材懸掛於茶園對綠盲蝽的誘捕效果，包含黃色、綠色及藍色黏紙 (以上資材購自高冠企業股份有限公司，臺灣南投市)、翼型誘蟲盒及吸風式野外採集用誘蟲器配合黑燈管 (以上資材購自振詠興業有限公司，臺灣臺中市)。不同誘捕資材置放於茶園至少 4 重複，每組相隔 5 公尺，懸掛 14 天後計算各誘捕資材上的成蟲數，各試驗年度各置放 1 次。

五、不同植物保護資材對綠盲蝽之田間防治效果試驗

(一) 試驗地點：新竹縣尖石鄉泰崗部落恩賜農場。

(二) 試驗品種：青心烏龍 (樹齡為 6 年生)。

(三) 試驗期程：2019 年 3 月 13 日~5 月 8 日。

(四) 試驗資材：

處理 A：惠益青無毒廣效蟲害防護劑稀釋 500 倍

處理 B：四大天王 (無、油、藻、茶) 驅蟲液稀釋 500 倍

處理 C：卡放心苦楝油稀釋 500 倍

對照組：水處理

(五) 試驗處理與調查：田區設計採完全隨機設計 (Completely Randomized Design, CRD)，每處理 20 株茶樹，共三重複。2019 年 3 月 13 日進行第 1 次處理，爾後每 14 天施用 1 次，共施用 4 次；每次施用前調查新梢受害率 1 次，共調查 5 次；並於茶菁採收前取樣調查其危害度，共調查 1 次。調查方式如下：

1. 新梢受害率調查：在茶園依各處理不同小區逢機丟擲 30×30 平方公分方框，以目視法計算方框下的新梢總數，並檢查新梢有無紅褐色點狀取食痕，葉片有一葉受害即列入受害新梢數，並計算茶樹新梢受害率 (受害新梢數 / 新梢總數 $\times 100\%$)，每一個區集取樣 6 次。

2. 茶菁危害度調查：茶菁採收前在茶園依各處理不同小區逢機採取新梢 (一心三葉或一心四葉不等) 各 50 片，以危害等級的概念，計算茶菁危害 (程) 度。危害級數定義：0 級為目視茶樹葉片無取食痕；1 級為目視茶樹葉片取食痕佔全新梢總葉數之 1 芽葉；2 級為目視茶樹葉片取食痕佔全新梢總葉數之 2 芽葉；3 級為目視茶樹葉片取食痕佔全新梢總葉數之 3 芽葉。4 級為目視茶樹葉片取食痕佔全新梢總葉數之 4 芽葉。危害度 (%) = $(\sum \text{危害級數} \times \text{受害新梢數}) / (\text{總級數} \times \text{調查總新梢數})$ 。茶菁危害級數標準取自寧 (2018)。

六、不同鉀肥施用量對綠盲蝽防治效果之田間試驗

(一) 試驗地點：新竹縣尖石鄉泰崗部落恩賜農場。

(二) 試驗期程：2019 年 2 月 23 日~5 月 8 日。

(三) 試驗品種：青心烏龍 (樹齡為 6 年生)。

(四) 試驗資材：

處理 A：草木灰 (肥肥農業資材行，臺灣臺中市) 240 公斤/公頃/年

處理 B：草木灰 160 公斤/公頃/年

處理 C：草木灰 80 公斤/公頃/年

處理 D：無處理

處理 E：豆粕 (竹豐玉米麥片廠，臺灣新竹市) 120 公斤/公頃/年

(五) 試驗處理與調查：田區設計採 CRD 設計，每處理 10 株茶樹，共三重複。茶樹修剪後第 17 天進行不同肥培處理，各處理施用 1 次，爾後每 14 天調查新梢受害率 1 次，共調查 4 次。茶菁採收前依各處理不同小區逢機採取茶芽各 50 片，調查其新梢農藝性狀，並攜回實驗室進行植體養分分析，說明如下：

1. 植體養分分析：氮、磷、鉀、鈣、鎂及微量元素等，分析方法參考張 (1981)。

2. 新梢農藝性狀調查：節間徑、節間長、百芽重、產量等，分析方法參考邱等 (2009)。

3. 新梢受害率調查：調查法與前項田間防治效果試驗 (五) 相同。

七、統計與分析

試驗一與試驗二皆取所有觀測值分析比較平均相對取食斑痕數量與取食面積，試驗四取所有觀測值比較各誘捕資材上的平均成蟲數，試驗五及試驗六中不同處理之田間設計係 CRD 設計，調查取樣係採隨機抽樣 (random sampling)。所有試驗皆使用統計軟體 SAS enterprise guide 6.1 進行單因子變異數分析 (one-way ANOVA)，再以 Fisher's Least Significant Difference Test (LSD test) 比較不同處理 (變因) 之差異。

結果與討論

一、綠盲蝽對不同茶樹品種及茶園常見雜草之室內取食偏好測試

試驗一結果顯示，綠盲蝽對臺茶 12 號、臺茶 18 號、臺茶 20 號、青心大有、臺茶 17 號、臺茶 19 號、四季春及青心烏龍等 8 個不同茶樹品種之危害斑痕數目不具顯著差異，相對危害總面積則以臺茶 19 號 5.43 平方公分/芽最高，與臺茶 20 號及四季春具顯著差異 (如表一)。試驗二結果發現，茶樹及雜草寄主同時存在的情況下，綠盲蝽會優先選擇茶芽葉及大花咸豐草黃色管狀花做為食物來源。綠盲蝽偏好取食茶芽心葉及第一新葉留下紅褐色食痕，在大花咸豐草則無明顯取食痕，但可見該蟲伸出口器長時間停駐於管狀花取食 (如圖一)。試驗二結果顯示綠盲蝽對不同茶樹品種之危害斑痕數目以青心大有最高，達 11.17 個/芽，與臺茶 17 號、臺茶 19 號及四季春具顯著差異，相對危害總面積則以臺茶 12 號 2.82 平方公分/芽最高，與臺茶 17 號及四季春具顯著差異 (如表一)。整體而言，綠盲蝽對大葉種或小葉種茶樹應無顯著的取食偏好差異，惟在試驗當時以四季春品種之相對危害總面積最低，未來可持續觀察綠盲蝽於田間環境對四季春的偏好性。在實驗室內比較綠盲蝽對不同茶樹品種之取食偏好，可能受到試驗昆蟲個體差異及茶樹芽葉品質 (包含物理特性、營養組成及非營養化學物質) 的不同影響試驗結果 (張, 1986)。除此之外，綠盲蝽目前尚無法在實驗室內進行大量飼養，因此，茶樹、大花咸豐草、紫花霍香薊及龍葵是否為綠盲蝽之產卵寄主目前仍無定論，需待更多綠盲蝽成蟲交配及產卵行為之田間觀察資料佐證。因此，本試驗結果僅初步提供農友栽培防治之參考依據，條列如下：(1) 綠盲蝽發生嚴重的高山茶區可選擇種植其取食偏好較低的四季春品種；(2) 在茶樹生長期留養大花咸豐草 (花期) 作為陷阱植物，降低茶菁危害率及 (3) 茶樹修剪期與休眠期清除茶園周邊大花咸豐草，避免綠盲蝽以其作為代用寄主繁殖子代。

二、植物保護資材之室內防治效果評估

不同植物保護資材對綠盲蝽防治效果之室內篩選結果顯示，本次試驗中所選擇的資材對目標害蟲皆無顯著毒殺效果，且綠盲蝽的取食斑痕數量在不同處理並無顯著差異。另以取食面積判斷綠盲蝽對不同處理之取食差異，係以處理 A (惠益青無毒廣效蟲害防護劑 (500×)) 之平均危害面積較低，與對照組相比可降低 53.96% 的嫩芽受害面積 (圖二)，可能此供試防治資材具拒食效果 (李及石, 1995)。近年為響應化學農藥減量的國際趨勢，國內許多新興低毒防治資材登記上市，苦參 (*Sophora* sp.) 對有機茶園中神澤氏葉蟬 (*Tetranychus kanzawai*)、*Eriophyes chibaensis*、*Calacarus carinatus* 及小桔蚜 (*Toxoptera aurantii*) 的防治效果均在 94% 以上 (Kim et al., 2016)。筆者曾嘗試評估苦參鹼溶液對綠盲蝽的防治效果，意外發現反而有促進取食的現象 (寧, 2019)。因此，建議農友在選擇防治資材時，不應在沒有經過確效試驗前貿然使用。

三、綠盲蝽於春茶生育期間之發生調查

為了解綠盲蝽於春茶生育期之發生情形，作為防治時機之參考依據。本研究於泰崗部落恩賜農場春茶生長期進行綠盲蝽危害監測。春茶從生長期至採摘大約可分為 5 個時期，分別為萌芽期、一心一葉期、一心二葉期、一心三葉期、一心四至五葉期 (部分開面)，本試驗田區由於位於山間緩坡且以人工修剪，加以近年氣候異常導致樹冠面參差不齊，新梢萌芽時間並不一致，因此，本試驗於調查新梢受害率的同時記錄其生育階段，並以夜間燈光誘集的蟲數作為綠盲蝽族群動態的參考依據。結果如圖三，茶芽進入一心一葉期之平均新梢受害率可達 6.63%，一心二葉期之平均新梢受害率可達 37.70%，若以 Mamun and Ahmed (2011) 對 *H. theivora* 訂定的 EIL (受害率 5%) 為標準，茶樹生長進入一心一葉期即應啟動防治作業。惟經濟危害水平隨不同茶葉生產區管理成本差異及市場定價不同，EIL 會有很大的差異 ($EIL = C/VIDK$ ；C 每單位面積管理的花費 (元/公頃)；V 每單位的市場價值 (元/公斤)；I 每單位面積每隻蟲造成的損失量 (損失公斤/蟲/公頃)；D 每單位面積造成

的損失量 (公斤/公頃); K 防治效率), 因此, 在實務上並不容易直接應用 (Pedigo and Marlin, 1996)。

另由夜間燈光誘引蟲數可發現, 隨著夜間活動蟲數增加, 新梢受害率似有與之對應增長的趨勢 (圖三), 且綠盲蝽以剛入夜時活動最為活躍, 與曾 (2005; 2013) 描述相同。由 2019 年的監測紀錄可知, 綠盲蝽引起之新梢平均受害率至採收前已達 86.28%, 較 2018 年春茶生育期間 (約 20.00~58.62%) 為高 (寧, 2019)。顯見綠盲蝽的危害嚴重程度, 可能還有其他生物或非生物因子影響, 應深入研究其族群動態、天敵動態或其他與之競爭生態棲位的害蟲 (例如茶小綠葉蟬) 與氣象因子間的相關性, 未來可應用氣象資料進行發生預測與預防性管理 (陳等, 2017; Roy et al., 2009a)。

四、不同誘捕式陷阱田間篩選試驗

本試驗於春茶期間測試不同誘捕資材懸掛於茶園對綠盲蝽的誘捕效果。結果顯示, 綠色黏紙平均蟲數為 2 隻/黏紙、翼型誘蟲盒平均蟲數為 1.25 隻/黏紙、黃色黏紙及藍色黏紙平均蟲數皆為 0.25 隻/黏紙, 野外採集用誘蟲器每夜的平均蟲數為 1 隻/誘蟲器, 各處理間具顯著差異。且已知色板誘集法在中國北方茶區係監測綠盲蝽成蟲的有效方法, 並已有商品化的資材 (門等, 2015)。黑燈管因誘引選擇性較低, 可誘捕大量夜行性昆蟲且以鱗翅目為主, 因此, 需每天更換。又綠盲蝽蟲體小, 混雜於裝滿大型鱗翅目成蟲的網袋中不易區分, 且有捕殺非標的昆蟲、破壞生物多樣性的疑慮, 因此, 不建議用於害蟲族群密度監測及誘殺防治。

五、不同植物保護資材對綠盲蝽之田間防治效果試驗

春茶生長期間, 不同防治資材對綠盲蝽田間防治效果顯示, 處理 A (惠益青無毒廣效蟲害防護劑 (500×)) 經田間連續施用 4 次後, 新梢受害率較水處理組低 8.85%, 惟各處理間不具顯著差異 (表二)。而茶菁採收前不同處理之危害度調查結果分別為: 處理 A 28.75%、處理 B 33.75%、處理 C 36.42% 及對照組 35.35%, 其中處理 A 與其它處理比較具顯著差異。田間試驗結果不具顯著差異可能係取樣的差異造成標準誤差過大, 而致使比較上無顯著差異。目前, 綠盲蝽於田間分布並無相關調查資料, 已知楊等 (1986) 認為茶角盲蝽若蟲在茶園的分布為負二項分布及 N-核心分布型, 監測取樣時應以 Z 字型取樣較具代表性。而徐及鄭 (1989) 則認為 *Apolygus lucorum* 在正常採茶前的田間分布型為聚集分布, 因此, 這段時間的監測取樣應以序貫抽樣表決定取樣數及抽樣累計蟲數, 並以盆拍法調查為佳。

六、不同鉀肥施用量對綠盲蝽防治效果之田間試驗

本試驗於春茶期間以不同鉀肥級變處理探討其對茶樹抗 (耐) 綠盲蝽之影響。結果顯示, 不同處理對新梢受害率無顯著差異 (表三)。若僅以平均值做參考, 可發現春茶試驗中, 無處理組在新梢受害率較其它處理為低。但 2018 年試驗 (寧, 2019) 則係以草木灰 160 公斤/公頃/年的處理新梢受害率較其它處理為低。在春季試驗的農藝性狀調查中, 在葉長、節間徑及葉厚的部分以施用 160 公斤/公頃/年的處理較為顯著, 略高於其他處理, 對照組 (不施用鉀肥, 增施豆粕), 則葉厚高於其他處理組, 其餘農藝性狀無顯著差異 (表四)。不同鉀肥施用量對於茶芽葉中鉀的影響, 施用鉀肥較高量的處理, 其芽葉中的氮素含量較高, 達顯著差異, 與 2018 年 (寧, 2019) 試驗結果較為不同。葉中的鉀含量變化與鉀肥施用量間並無明顯正相關, 以施用 240 及 80 公斤/公頃/年處理葉片的鉀含量高於其他處理組, 鈣含量則以施用 160 公斤/公頃/年及對照組含量較高, 其餘元素變化較無顯著差異。微量元素則是缺乏鋅, 在未來管理中應該需要再加強 (表五)。從 2017~2019 年鉀肥級變試驗可知, 茶樹葉片的物理結構 (農藝性狀) 及植體營養元素積累隨著鉀肥施用量增加而變化的現象並不穩定, 整體而言, 施用鉀肥對茶樹抗 (耐) 蟲能力的改變並無顯著影響。

致謝

本文承蒙國立自然科學博物館蔡經甫博士協助綠盲蝽種類鑑定，並分享國外文獻與分類實務經驗；國立中興大學昆蟲學系莊益源副教授無私分享茶角盲蝽的飼養經驗及室內試驗操作裝置；茶業改良場研究助理廖珠吟小姐及林昆鴻先生協助試驗研究；技工黃錦輝先生及李道藏先生協助田間試驗操作，謹此誌謝。本文另承蒙二位審查委員悉心審閱，提供精闢意見與指正，在此亦一併致謝。

參考文獻

1. 李淑增、石正人. 1995. 苦楝種仁萃取物對斜紋夜蛾拒食與忌避作用之探討. 植物保護學會會刊 37: 249–254。
2. 邱芳慶、邱垂豐、林金池、葉茂生. 2009. 不同海拔茶區青心烏龍季節間農藝性狀與葉部組織結構之變異. 臺灣茶業研究彙報 28: 19–38。
3. 林敬桓、陳威嘉、莊益源. 2018a. 茶角盲椿象 (半翅目：盲椿科) 取食能力與雌成蟲對茶樹品種的取食偏好探討. 台灣昆蟲 38: 1–11。
4. 林敬桓、陳威嘉、莊益源. 2018b. 茶角盲椿象 (半翅目：盲椿科) 對茶與雜草之取食選擇及食草適宜性評估. 台灣昆蟲 38: 53–62。
5. 門興元、李麗莉、丁楠、孫廷林、于毅. 2015. 北方茶區綠盲椿象的發生與綠色防控技術. 山東農業科學 47: 109–112。
6. 徐德良、鄭華仁. 1989. 綠盲椿空間分布型及抽樣技術之研究. 中國茶葉 pp. 17–19。
7. 張淑賢. 1981. 本省現行植物分析法 作物需肥診斷技術. 台灣省農業試驗所特刊 13: 53–59。
8. 張念台. 1986. 植物品質與害蟲之交互作用-從另一角度看蟲害管理問題. 台灣昆蟲 6: 89–97。
9. 陳威嘉、林敬桓、莊益源. 2017. 茶角盲椿象 (半翅目：盲椿科) 在南投有機茶園周年危害動態與氣象因子相關性分析. 台灣昆蟲 37: 88–97。
10. 曾信光. 1993. 亮起紅燈的茶園害蟲-盲椿象 (下). 豐年 42: 45–48。
11. 曾信光. 2005. 高海拔茶區發生之盲椿象-綠盲椿象之生態與防治. 茶業專訊 52: 12–13。
12. 曾信光. 2013. 數種常易被誤判為病害之茶樹蟲害症狀及其防治方法. 茶業專訊 83: 12–15。
13. 曾信光. 2014. 認識危害茶樹的三種盲椿象外觀形態之區別. 茶情雙月刊 71 期。
14. 楊業隆、卓少明、梁傳光、楊雄邦. 1986. 茶角盲椿的發生與環境的關係以及田間分布型. 熱帶農業科學 2: 68–73。
15. 楊秀珠. 2015. 作物整合管理理念與在農業經營上之應用. 農業世界 383: 15–49。
16. 寧方俞. 2018. 有機茶園綠盲椿象防治技術之開發. 行政院農業委員會茶業改良場 106 年年報 pp. 99–108. 桃園：茶業改良場。
17. 寧方俞. 2019. 綠盲椿象生態調查及有機防治技術開發. 行政院農業委員會茶業改良場 107 年年報 pp. 70–72. 桃園：茶業改良場。
18. 長友繁、鬼丸照雄、吉田德重. 1971. 茶樹を加害するウスミドリメクラガメの生態ならびに防除に関する研究 (第 1 報) 発生経過について. Proc. Assoc. Pl. Prot. Kyushu 22: 78–80。
19. Amtmann, A., Troufflard, S., and Armengaud, P. 2008. The effect of potassium nutrition on pest and disease resistance in plants. Physiol. Plant 133: 682–691.
20. Aniwano, C. T. S., Sinzogan, A. A. C., Deguenon, J. M., Sikirou, R., Stewart, D. A., and Ahanchede,

- A. 2021. Bio-efficacy of diatomaceous earth, household soaps, and neem oil against *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae) larvae in Benin. *Insects* 12: 1–18.
21. Bala, K., and Sood, A. K. 2018. Effect of plant nutrition in insect pest management: A review. *J. Pharmacogn. Phytochem.* 7: 2737–2742.
22. Bhuyan, M., and Bhattacharyya, P. R. 2006. Feeding and oviposition preference of *Helopeltis theivora* (Hemiptera: Miridae) on tea in Northeast India. *Insect Sci.* 13: 485–488.
23. Biswas, S., Mahato, B. and Patra, P. S. 2011. Studies on effect of potassium fertilizer and some plant protection techniques on pest incidence of cauliflower. *J. crop weed* 7:113–114.
24. Cheramgoi, E. C. R., Sudoi, V., Langat, J. K., and Odada, S. A. 2009. Preliminary studies of tea mosquito bug (*Helopeltis schuotedeni* Reuter) feeding preference, on tea shoots (*Camellia sinensis* Kuntze) in Kenya. *Tea* 30: 40–42.
25. Dutta, P., Reddy, S. G. E., and Borthakur, B. K. 2013. Effect on neem kernel aqueous extract (NKAE) in tea mosquito bug *Helopeltis theivira* (Waterhouse, 1886) (Heteroptera: Miridae). *Munis. Entomol. Zool.* 8: 213–218.
26. Kim, D. S., Cho, M. R., Lee, J. H., Jeon, H. Y., and Choi, Y. M. 2002. Seasonal migration of *Apolygus spinolae* (Hemiptera: Miridae) between grapevines and herbaceous plants. *J. Asia-Pacific Entomol.* 50: 91–95.
27. Kim, H. J., Ko, S. J., Choi, D. S., Lee, J. H., Ma, K. C., and Kim, D. I. 2016. Occurrence of insect pests and insecticidal effects of organic agricultural materials (OAM) against major pests in organic tea (*Camellia sinensis* L. O. Kuntze) fields. *J. Kor. Tea Soc.* 22: 103–110.
28. Lakshmi, K. H., Mantu, B., and Budhindra, N. H. 2009. Insect pests of tea and their management. *Annu. Rev. Entomol.* 54: 267–284.
29. Lehmann-Danzinge, H. 2000. Diseases and Pests of Tea: Overview and possibilities of integrated pest and disease management. *J. Agric. Trop. Subtrop.* 101: 13–38.
30. Lu, Y. H., Jiao, Z. B., and Wu, K. M. 2012. Early season host plants of *Apolygus lucorum* (Heteroptera: Miridae) in northern China. *J. Econ. Entomol.* 105: 1603–1611.
31. Mamun, M. S. A., and Ahmed, M. 2011. Integrated pest management in tea: prospects and future strategies in Bangladesh. *J. Plant Prot. Sci.* 3: 1–13.
32. Omata, R. 2007. Control of *Apolygus spinolae* by using peppermint in tea field. *Agric. Hortic.* 82: 677–682.
33. Pan, H. S., Liu, B., Lu, Y. H., and Wyckhuys, K. A. G. 2015. Seasonal alterations in host range and fidelity in the polyphagous mirid bug, *Apolygus lucorum* (Heteroptera: Miridae). *PLoS ONE* 10: 1–17.
34. Pedigo, L. P., and Marlin, E. R. 1996. *Entomology and pest management* 6th ed.
35. Qasim, M., Islam, W., Ashraf, H. J., Ali, I., and Wang, L. 2020. Saponins in insect pest control. In: Merillon, J. M. and Ramawat, K. (eds) *Co-Evolution of Secondary Metabolites. Reference Series in Phytochemistry.* Springer, Cham.
36. Roy, S., Mukhopadhyay, A., and Gurusubramanian, G. 2009a. Population dynamics of tea mosquito bug (*Helopeltis theivora* Waterhouse, Heteroptera: Miridae) in the subHimalayan Dooars tea plantation and possible suggestion of their management strategies. *Curr. Biotica* 2: 414–428.
37. Roy, S., Mukhopadhyay, A., and Gurusubramanian, G. 2009b. Varietal preference and feeding

- behaviour of tea mosquito bug (*Helopeltis theivora* Waterhouse) on tea plants (*Camellia sinensis*). Acad. J. Entomol. 2: 1–9.
38. Roy, S., Gurusubramanian, G., and Mukhopadhyay, A. 2010. Neem-based integrated approaches for the management of tea mosquito bug, *Helopeltis theivora* Waterhouse (Miridae: Heteroptera) in tea. J. Pest. Sci. 83: 143–148.
39. Saha, D., and Mukhopadhyay, A. 2013. Insecticide resistance mechanisms in three sucking insect pests of tea with reference to North-East India: an appraisal. Int. J. Trop. Insect Sci. 33: 46–70.
40. Sarwar, M. 2012. Effects of potassium fertilization on population build up of rice stem borers (lepidopteron pests) and rice (*Oryza sativa* L.) yield. J. Cereals Oilseeds 3: 6–9.
41. Visalakshy, P. N. G., and Swathi, C. 2016. Host range and off-season survival of tea mosquito bug, *Helopeltis antonii* Sign. Pest Manag. Hortic. Ecosyst. 22: 134–136.
42. Wafula, G. O., Muthomi, J. W., Nderitu, J. H., and Cheming'wa, G. M. 2017. Efficacy of potassium salts of fatty acids in the management of thrips and whitefly on snap beans. Sustain. Agric. Res. 6: 45–54.
43. Yang, C. Y., Kim, J. H., Ahn, S. J., Kim, D. H., and Cho, M. R. 2014. Identification of the female-produced sex pheromone of the plant bug *Apolygus spinolae*. J. Chem. Ecol. 40: 244–249.

表一、綠盲蝽對不同茶樹品種之取食偏好測試

Table 1 Tests of feeding preference for Green mirid bug on tea leaves of various cultivars

Cultivar	Test 1		Test 2	
	Numbers of feeding	Areas of feeding	Numbers of feeding	Areas of feeding
	spots (per bug)	spots (cm ² / bug)	spots (per bug)	spots (cm ² / bug)
TTES No.12	7.17 ± 3.92 a	2.20 ± 1.20 ab	10.17 ± 2.47 ab	2.82 ± 0.81 a
TTES No.17	6.00 ± 3.44 a	2.96 ± 1.81 ab	3.17 ± 1.04 c	0.38 ± 0.12 c
TTES No.18	11.33 ± 8.88 a	3.15 ± 1.79 ab	7.33 ± 1.53 abc	1.16 ± 0.39 bc
TTES No.19	15.00 ± 5.32 a	5.43 ± 2.20 a	2.25 ± 0.66 c	0.80 ± 0.29 bc
TTES No.20	3.67 ± 1.74 a	1.02 ± 0.52 b	5.17 ± 1.75 ac	1.46 ± 0.50 abc
Chin-Shin-Dapan	7.50 ± 5.44 a	2.75 ± 1.59 ab	11.17 ± 3.24 a	1.78 ± 0.80 ab
Chin-Shin-Oolong	4.17 ± 2.04 a	1.54 ± 0.84 ab	5.25 ± 2.30 ac	1.11 ± 0.36 bc
Sijichun	2.83 ± 1.90 a	0.58 ± 0.33 b	2.83 ± 1.25 c	0.31 ± 0.13 c

Mean±standard error (n=14). Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at P<0.05 by Fisher's protected LSD test.

表二、不同植物保護資材對綠盲蝽之田間藥效試驗 (新梢受害率 (%))

Table 2 Field trials on the efficacy of different plant protection products for Green mirid bug (the mean damage rates of fresh shoot (%))

Treatment*	Day 0	Day 14	Day 28	Day 42	Day 56
A	0.63 ± 0.82 a	2.35 ± 0.03 a	23.49 ± 0.04 a	57.93 ± 0.13 a	77.43 ± 0.14 a
B	1.01 ± 0.47 a	3.95 ± 0.06 a	32.93 ± 0.10 a	72.01 ± 0.13 a	83.23 ± 0.13 a
C	0.79 ± 0.92 a	0.77 ± 0.01 a	31.06 ± 0.15 a	71.00 ± 0.10 a	84.33 ± 0.16 a
CK	2.10 ± 0.02 a	6.63 ± 0.07 a	37.70 ± 0.10 a	76.68 ± 0.13 a	86.28 ± 0.11 a

*A: Hui-Yi-Qing pest control agent (500×); B: Four Kings insect repellent agent (500×);

C: Ka-Fang-Xin neem oil (500×); CK: water

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、不同鉀肥施用量對綠盲蝽防治效果之田間試驗 (新梢受害率 (%))

Table 3 Field trials on the control efficacy of different potassium fertilizer for Green mirid bug (the mean damage rates of fresh shoot (%))

Treatment*	Day 14	Day 28	Day 42	Day 56
A	2.68 ± 0.49 a	13.13 ± 2.02 a	31.76 ± 7.71 a	65.00 ± 14.00 a
B	5.66 ± 4.41 a	12.24 ± 5.65 a	33.34 ± 9.61 a	71.00 ± 9.00 a
C	3.10 ± 1.55 a	13.58 ± 4.45 a	31.84 ± 2.86 a	69.00 ± 6.00 a
D	0.84 ± 0.60 a	5.07 ± 2.74 a	25.55 ± 5.24 a	56.00 ± 8.00 a
E	2.81 ± 2.09 a	9.09 ± 4.13 a	32.49 ± 3.34 a	77.00 ± 11.00 a

*A: 240kg/ha/year; B: 160kg/ha/year; C: 80kg/ha/year; D: 0kg/ha/year; E: 0kg/ha/year+120N/kg/ha/year
 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.

表四、不同鉀肥施用量處理對青心烏龍茶樹生育之影響

Table 4 Effect of different potassium fertilizer treatments on the fertility of Chin-Shin-Oolong

Treatment*	Leaf length (mm)	Leaf width (mm)	Leaf thickness (mm)	Internode length (mm)	Internode diameter (mm)	Hundred-bud weight (g)
A	65.7±0.54c	22.9±0.21a	0.29±0.02b	34.6±7.13a	1.98±0.23b	133.27±1.09a
B	70.0±0.63a	23.5±0.26a	0.3±0.02a	33.72±6.8a	2.17±0.16a	137.90±4.33a
C	68.1±0.68ab	22.8±0.22a	0.29±0.02ab	32.83±6.25a	2.09±0.15ab	130.84±2.34a
D	67.5±0.51ab	22.7±0.24a	0.3±0.02ab	34.7±5.3a	2.19±0.17a	126.11±1.02a
E	67.9±0.46ab	23.4±0.21a	0.31±0.02a	32.93±6.55a	1.59±0.14c	126.31±1.88a

*A: 240kg/ha/year; B: 160kg/ha/year; C: 80kg/ha/year; D: 0kg/ha/year; E: 0kg/ha/year+120N/kg/ha/year
 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.

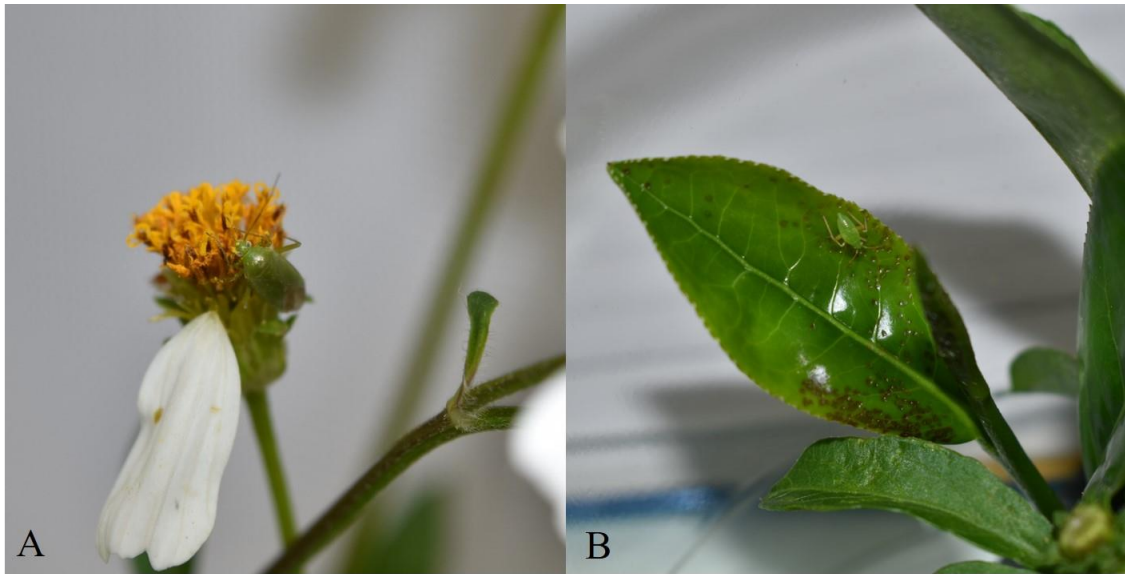
表五、不同鉀肥施用量處理對青心烏龍茶葉營養元素含量的影響

Table 5 Effect of different potassium fertilizer treatments on the nutrient composition of Chin-Shin-Oolong leaves

Treatment*	Total								
	N (g kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)	Fe (mg kg ⁻¹)	Mn (mg kg ⁻¹)	Cu (mg kg ⁻¹)	Zn (mg kg ⁻¹)
A	45.2 ± 0.2 a	2.0 ± 0.2 a	12.5 ± 0.3 a	2.6 ± 0.2 b	1.8 ± 0.1 ab	191.3 ± 10.3 bc	188.5 ± 8.6 b	5.3 ± 0.6 d	232.5 ± 14.2 c
B	46.5 ± 0.3 a	2.1 ± 0.1 a	12.1 ± 0.2 b	2.8 ± 0.2 a	1.6 ± 0.1 b	240.5 ± 9.5 a	126.2 ± 13.2 c	6.8 ± 0.1 c	213.2 ± 18.5 c
C	46.8 ± 0.1 a	2.1 ± 0.1 a	12.6 ± 0.1 a	2.6 ± 0.1 b	1.6 ± 0.1 b	192.5 ± 4.4 b	198.6 ± 12.5 b	9.2 ± 0.1 a	331.2 ± 16.2 a
D	44.6 ± 0.2 b	1.9 ± 0.1 a	12.2 ± 0.3 b	2.5 ± 0.3 b	1.9 ± 0.2 ab	188.7 ± 12.5 c	191.3 ± 16.6 b	8.5 ± 0.3 b	253.2 ± 9.3 b
E	44.2 ± 0.1 b	2.1 ± 0.3 a	11.6 ± 0.2 c	2.9 ± 0.2 a	2.2 ± 0.1 a	196.4 ± 8.4 b	265.5 ± 21.2 a	3.5 ± 0.2 e	334.2 ± 20.6 a
Suitable range	40~60	2.5~4.0	15~21	2.5~5.5	1.5~3.0	90~150	300~800	8~15	400~900

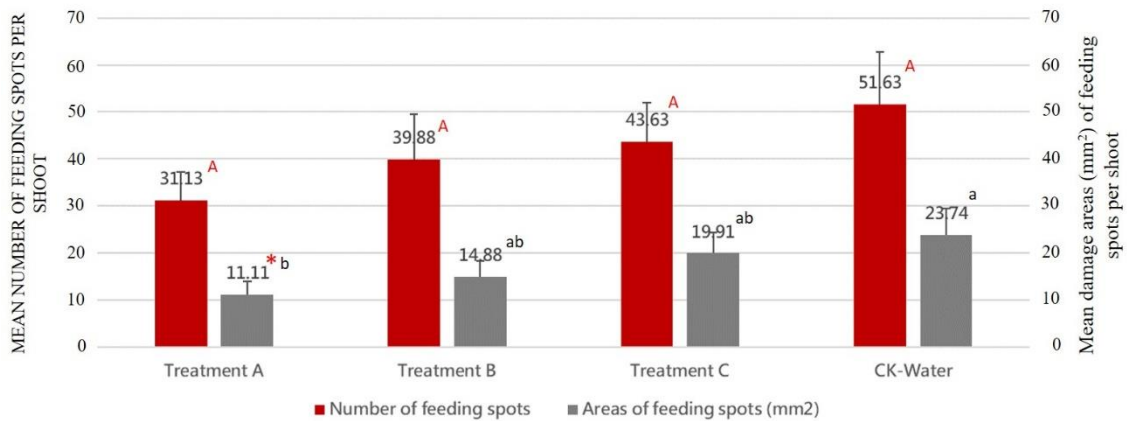
*A: 240kg/ha/year; B: 160kg/ha/year; C: 80kg/ha/year; D: 0kg/ha/year; E: 0kg/ha/year+120N/kg/ha/year

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



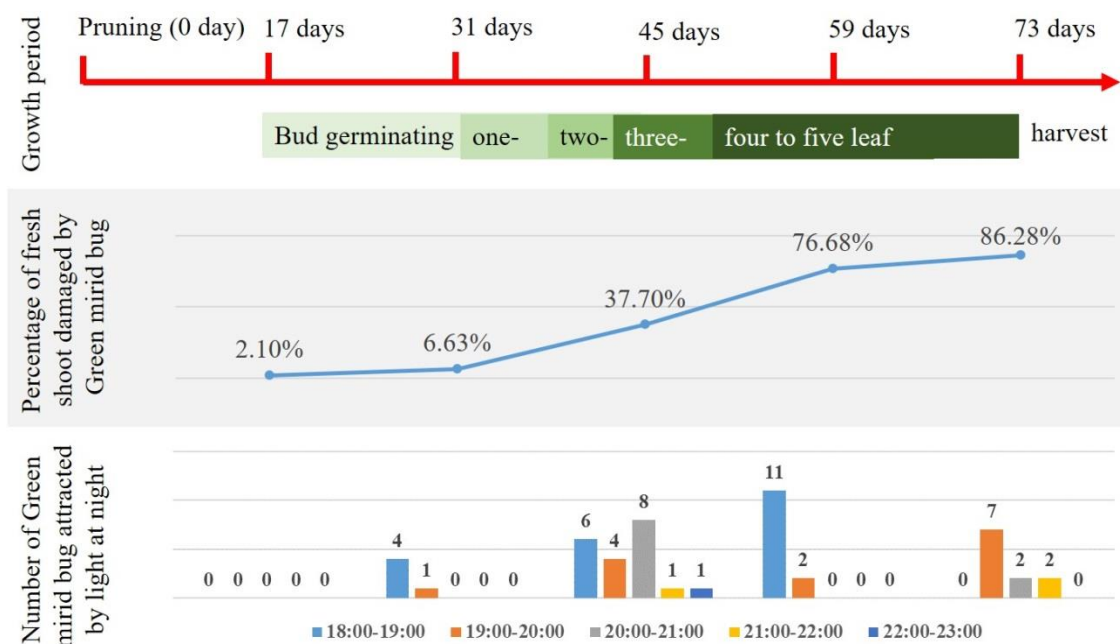
圖一、綠盲蝽偏好取食大花咸豐草黃色管狀花 (A) 及茶芽一心一葉 (B) 部位

Fig. 1. Green mirid bug prefers yellow tubular flowers of *Biden pilosa* (A) and one-bud and one-leaf of tea trees (B).



圖二、綠盲蝽取食不同植物保護資材處理之茶芽葉造成的危害斑痕數及面積

Fig. 2. Numbers (mean ± SE) and damage areas (mean ± SE) of feeding spots caused by Green mirid bug on tea leaves with different plant protection products. The bar chart shows the average number and mean damage areas of fresh shoot respectively. (Treatment: A: Hui-Yi-Qing pest control agent (500×); B: Four Kings insect repellent agent (500×); C: Ka-Fang-Xin neem oil (500×); CK: water)



圖三、青心烏龍生長期、綠盲蟥取食危害率及夜間燈光誘引綠盲蟥蟲數

Fig. 3. The growth period of tea trees, percentage of fresh shoot damaged by Green mirid bug, and number of Green mirid bug attracted by light trap at night in spring in Chin-Shin-Oolong tea plantation.

The Study of Integrated Management Techniques for Green Mirid Bug in Organic Tea Plantations

Fang-Yu Ning^{1,*} Yen-Shuo Su² Chiou-Fang Liu³ Hsin-Kuang Tseng³

Summary

Green mirid bug (GLB) is a phytophagous pest in Taiwan's medium & high altitude tea plantations. Since 2016, outbreaks of the pest have been reported in Lala Mountain in Taoyuan City, Jianshi Township in Hsinchu County, and Zhushan Township in Nantou County, especially in organic tea plantations, which could cause 70% to 80% loss in severe cases. Due to the importance of food safety in agri-products and ecological sustainability, the technologies of Integrated Pest Management (IPM) and the natural, low-toxicity plant protection products have been used to replace chemical pesticides. In this study, we monitored population dynamics of GLB by the mean damage rates of fresh shoot of tea trees and the number of GLB attracted by light trap in spring. In the laboratory, we compared the feeding preferences of the GLB for eight common tea cultivars and three weed species, and preliminary screened plant protection products. Three potential plant protection products, four types of traps and three treatments with different concentrations of potassium fertilizer (grass ash) were further tested in the field to evaluate the effect on control GLB. The results showed that the mean damage rates of one-bud two-leaf could reach 37.70%, and the number of GLB attracted by light trap reached 20 (18:00-23:00 p.m.), which is a rising period for the GLB population in the field. In the presence of both tea trees and weed hosts, the GLB prefers yellow tubular flowers of *Biden pilosa* and one-bud one-leaf as food sources, and has a low preference for *Sijichun*. In the laboratory test, Hui-Yi-Qing pest control agent has better control potential, reducing the numbers and the areas of feeding spots by 42.80% and 53.96% respectively compared to control. After successive applications in the field, the mean damage rates of fresh shoot was 8.85% lower than control. Green sticky trap was the most effective trap (2 bugs/sticky trap). With the different potassium fertilizer treatments, the physical structure and accumulation of macronutrient in tea leaves were not stable and the application of grass ash had no significant control effect. The results of this study can be used to develop technical principles for IPM for GLB, including monitoring technique, control timing, ecological control, cultivation control, physical control, breeding for host resistance and selection of low-toxic control products.

Key words: Green mirid bug, Organic tea plantation, Integrated pest management

-
1. Associate Technical Specialist, Hsinchu Branch of Bureau of Animal and Plant Health Inspection and Quarantine, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
 2. Associate Researcher and Chief, Wenshan Branch of Tea Research and Extension Station, Taipei, Taiwan, R.O.C.
 3. Assistant Researcher, Retired Associate Researcher, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

*Corresponding author: hc2208@mail.hcbaphiq.gov.tw

不同萃取條件對臺茶 25 號茶葉 花青素萃取率之影響

邱喬嵩¹ 曹碧貴² 黃玉如² 黃正宗² 楊美珠^{1,*}

摘 要

花青素為一種廣泛存在天然植物的水溶性色素，本研究以不同萃取條件，並參考美國分析化學家協會 (Association of Official Analytical Chemists, AOAC) 建議之酸鹼度差額法 (pH-differential method) 測定臺茶 25 號 (紫芽) 之春季茶菁製作成綠茶中花青素含量，並以臺茶 18 號 (綠芽) 綠茶作為對照。分析結果顯示：臺茶 25 號以 50% 酸化甲醇溶液超音波萃取 10 分鐘，其萃取液中花青素含量為 0.33 mg/g，顯著高於酸化去離子水處理組；不同萃取溫度 (常溫與 70℃) 處理間無顯著差異；不同萃取時間 (10、20、30 及 60 分鐘) 比較，以萃取 30 分鐘，花青素含量可提升至 0.50 mg/g 為最高；不同酸化甲醇濃度 (50%、75%、100%) 處理，以 75% 酸化甲醇萃取臺茶 25 號樣品，花青素含量 0.91 mg/g 為最高。然而，無論何種萃取條件，臺茶 18 號茶樣之分析數值皆低於 0.02 mg/g。綜上，有關紫芽茶花青素含量分析，建議以 75% 酸化甲醇溶液 (含 0.1% 甲酸) 為溶劑，於室溫下進行超音波萃取 30 分鐘，具有較佳的花青素萃取效果。

關鍵字：紫芽、臺茶 25 號、花青素、酸鹼度差額法

前 言

臺茶 25 號於 2021 年完成命名，為緬甸大葉種 (Burma) 之天然雜交後裔，自 1995 年起定植於茶業改良場魚池分場，有別於目前命名的茶樹品種，其幼嫩芽葉呈現鮮明紫紅色 (圖一)，且色澤可維持約 25~30 天至茶葉成熟逐漸轉成綠色，與臺茶 18 號茶芽顏色明顯不同 (圖二)。一般普遍認為造成茶葉呈現紫紅色特徵的原因可能是來自於植物中的花青素 (Anthocyanidin)。文獻指出花青素廣泛存在於花朵或果實，如玫瑰花、桑葚等食物中 (王等, 2011; Kumari *et al.*, 2017)，具有易溶於水、甲醇、乙醇等極性溶液的特性。目前常見的花青素單體共有 6 種，分別是矢車菊素 (Cyanidin)、飛燕草素 (Delphinidin)、錦葵素 (Malvidin)、天竺葵素 (Pelargonidin)、芍藥素 (Peonidin)、矮牽牛素 (Petunidin) (趙等, 2014)，然而自然環境下花青素極少以游離狀態存在，通常會以糖苷鍵與糖類結合形成配糖體 (或稱糖苷)，其中 Cyanidin-3-glucose 為自然界中最常見花青素糖苷 (Francis & Markakis, 1989; Minussi *et al.*, 2003)。另外許多研究指出，花青素具有抗氧化、預防心血管疾病、清除體內自由基等生理功能 (鍾等, 2013)。蕭等 (2008) 研究指出芽葉紫色的深

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場製茶技術課 助理研究員、副研究員兼課長。臺灣 桃園市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場魚池分場 助理研究員、副研究員兼股長、研究員兼分場長。

臺灣 南投縣。

*通訊作者。

淺程度與花青素含量多寡呈現正相關，季節亦是影響茶葉花青素含量重要因子之一，譚等 (2021) 分別檢測春、夏、秋等三季之紫芽茶樹花青素之含量，結果顯示以春季的數值最低，約為 0.7~0.9 mg/g，而夏季含量最高可達 1.29 mg/g。

目前已發現的花青素種類約有 500 種以上，現今常見的花青素分析方法有分光光度法、薄層層析法、核磁共振法、高效液相層析法及質譜法等 (王等, 2019)。由於植物中花青素含量測定會受到分離純度的限制，其中以分光光度法分析花青素總量最常被使用。分光光度法主要用於測定樣品中花青素的總量，可區分為單一 pH 法 (Single pH spectrophotometry method) 及酸鹼度差額法 (pH-differential method)。其中單一 pH 法於測定過程需要在恆定的 pH 值下進行，且必須確定樣品中最具代表性的花青素種類及其在吸收波長處的莫耳消光係數 (Molar extinction coefficient, ϵ)，此方法僅適合干擾物含量低的樣品 (趙等, 2014)。然而，植物萃取物中往往含有其它雜質干擾而常有誤判的情況，因此，目前國內外的研究大多以酸鹼度差額法進行花青素總含量分析。酸鹼度差額法最早於 1948 年由 Sondheimer 和 Kertesz 首次提出，其原理是花青素在 pH 1 及 pH 4.5 時發色基團的結構不同，因此，藉由吸光度變化來分析樣品中花青素的含量，而一般干擾物質不具備這個特性。於 pH 1 的環境下，花青素的發色基團呈現紅色的 Oxonium，並且在 520 nm 及 700 nm 波長下具有最大的吸光值；在 pH 4.5 時則是呈現無色的 Hemiketal，此時只在 700 nm 處有最大的吸光值 (Lee *et al.*, 2005)。透過酸鹼度差額法較能夠消除干擾物質對測定結果的影響，為花青素定量分析提供了較佳的依據 (陳等, 2011)。

材料與方法

一、試驗材料：2021 年春季採摘種植於茶業改良場魚池分場之臺茶 18 號 (TTES No.18, T18) 及臺茶 25 號 (TTES No.25, T25) 茶樹之一心 2~3 葉茶菁，經炒菁、揉捻、乾燥加工為綠茶之茶葉為試驗材料，並磨粉備用。

二、試驗處理：

- (一) 不同萃取溶劑試驗：以 50% 甲醇 (含 0.1% 甲酸，pH 3.01) 溶液或去離子水 (含 0.07% 檸檬酸，pH 2.84) 為溶劑。將 0.5 克茶樣分別加入 5 mL 溶劑，再以超音波震盪 10 分鐘後，以 0.45 μ m 濾膜進行過濾，再取濾液定量至 5 mL，每處理 3 重複。
- (二) 不同萃取溫度試驗：以 50% 甲醇 (含 0.1% 甲酸) 為溶劑，將 0.5 克茶樣加入 5 mL 溶劑，分別以室溫 (約 18~20°C) 或 70°C 超音波萃取 10 分鐘後，以 0.45 μ m 濾膜進行過濾，再取濾液定量至 5 mL，每處理 3 重複。
- (三) 不同萃取時間試驗：以 50% 甲醇 (含 0.1% 甲酸) 為溶劑，將 0.5 克茶樣加入 5 mL 溶劑後，分別利用超音波震盪萃取 10、20、30、60 分鐘，以 0.45 μ m 濾膜進行過濾，再取濾液定量至 5 mL，每處理 3 重複。
- (四) 不同溶劑濃度試驗：以 50、75、100% 之甲醇 (外加甲酸進行酸化，至甲酸濃度為 0.1%) 為溶劑。將 0.5 克茶樣分別加入 5 mL 溶劑，再利用超音波震盪萃取 30 分鐘後，以 0.45 μ m 濾膜進行過濾，再取濾液定量至 5 mL，每處理 3 重複。

三、花青素含量分析：參考 Lee *et al.* (2005) 以 AOAC 所建議之酸鹼度差額法檢測茶葉樣品中所含花青素。

(一) 配置緩衝溶液：

1. 0.025M KCl 緩衝溶液 (pH 1)：1.86 克 KCl 加入 980 mL 去離子水並定量至 1,000 mL

後，再以 6N HCl 調整 pH 至 1。

2. 0.4M CH₃COONa 緩衝溶液 (pH4.5) : 54.43 克 CH₃COONa 加入 960 mL 去離子水並定至 1,000 mL 後，再以 6N HCl 調整 pH 至 4.5。

(二) 分析流程：

1. 取 1 mL 茶湯萃取液，依其濃度加入適當比例的 KCl 緩衝溶液 (pH 1)，靜置 20 分鐘，再以分光光度計分別測定 520 nm 及 700 nm 之吸光值，其中 520 nm 吸光值需介於 0.2~1.4 之間 (Lee *et al.*, 2005)，若測定數值未在此範圍內，需調整稀釋倍數。
2. 另取 1 mL 茶湯萃取液，加入與 KCl 相同比例的 CH₃COONa 緩衝溶液 (pH4.5)，靜置 20 分鐘後以分光光度計分別測定 520 nm 及 700 nm 之吸光值。

(三) 計算公式：Anthocyanin content (mg/g) = $(A \times MW \times DF \times 10^3) / (\epsilon \times L) \times (V/W)$
 $= (A \times 449.2 \times DF \times 10^3) / (26900 \times 1) \times (0.005/0.5)$

1. A (Absorbance, 吸光值) = $[(A_{520nm} - A_{700nm})_{pH1} - (A_{520nm} - A_{700nm})_{pH4.5}]$
2. MW (Molecular weight, 分子量) = 449.2 g/mol for cyanidin-3-glucoside (cyd-3-glu)
3. DF (Dilution factor, 稀釋倍率) (萃取液加入緩衝溶液後之稀釋倍率)
4. 10^3 = factor for conversion from g to mg
5. ϵ (Molar extinction coefficient, 莫耳消光係數) = 26,900, in L & mol⁻¹ cm⁻¹, for cyd-3-glu
6. L (Cell path length in cm, 路徑長度) = 1
7. V 萃取液最終定量體積 = 0.005 L
8. W 樣品重量 = 0.5 克

(四) 統計分析：每組試驗皆取 3 重複進行測定，並以統計分析系統 (CoStat-Statistics Software 6.451) 統計套裝軟體進行統計的變異數分析 (ANOVA)，並以最小顯著差異性測驗 (Fisher's protected least significant difference test, LSD) 探討各樣品之間的差異性 ($p < 0.05$)。

結果與討論

一、不同萃取溶劑對茶樣萃取液中花青素含量之影響

臺茶 18 號及臺茶 25 號製成綠茶沖泡後的葉底及茶湯顏色明顯不同 (圖三)，茶芽為綠色的臺茶 18 號茶湯為黃綠色，而茶芽為紫色的臺茶 25 號茶湯水色略帶粉紫色。王等 (2019) 指出紫色芽茶葉中的花青素含量是一般茶葉的 50-100 倍，由於花青素為水溶性色素，因此，推測圖三臺茶 25 號水色紫色是花青素溶於茶湯中所致。本試驗以酸鹼度差額法檢測茶葉樣品中所含花青素含量，於 pH 1 的環境下，花青素的發色基團呈現紅色的 Oxonium，但在 pH 4.5 時則是呈現無色的 Hemiketal (Lee *et al.*, 2005)。臺茶18號 (T18) 萃取液在 pH 1 和 pH4.5 環境下均為黃色，色澤無變化 (圖四右二組)，而臺茶 25 號 (T25) 萃取液在 pH 1 環境下呈現紅色，在 pH4.5 環境下則呈現淡橘褐色 (圖四左二組)，與 Lee *et al.* (2005) 描述相符，由此可以證明臺茶 25 號中有花青素存在。

花青素類物質除了易溶於水，也易溶於甲醇、乙醇、稀鹼或稀酸等極性溶劑，但不同溶劑萃取花青素效果不同 (趙等，2014、童等，2016、張等，2021)。本研究將茶葉材料，分別以經酸化後之去離子水或50%甲醇做為萃取溶劑，於室溫 (18~20℃) 下以超音波萃取 10 分鐘後，進行花青素含量分析，比較水及有機溶劑 (甲醇) 對茶葉花青素萃取效率之影響，不同溶劑萃取花青素結果如圖五所示。無論利用何種溶劑萃取，臺茶 18 號 (T18) 萃取液花青素皆低於 0.01 ± 0.00

mg/g；臺茶 25 號 (T25) 以去離子水萃取之花青素為 0.10 ± 0.00 mg/g，而以 50% 甲醇溶液萃取花青素含量達 0.33 ± 0.00 mg/g，比以去離子水萃取提升 3 倍以上。戴等 (2017) 探討不同溶劑對茶葉機能成分萃取效率之影響研究時，發現以有機溶劑 (70%甲醇或50%乙醇) 做為萃取溶劑時，對兒茶素類、咖啡因及總多元酚之萃取率優於以水萃取者。而本試驗結果顯示，有機溶劑 (50%甲醇) 對茶葉中之花青素也同樣有較佳之萃取效率。

二、不同萃取溫度對茶樣萃取液中花青素含量之影響

張等 (2021) 以不同溫度 (40、50、60、70、80℃) 進行紫芽茶花青素萃取，花青素含量隨萃取溫度提高而增加，但溫度超過 70℃ 後數值呈現降低的趨勢，因此，本研究以 70℃ 做為熱萃取溫度並與室溫萃取進行比較，以了解不同萃取溫度對臺茶 25 號花青素萃取率之影響。將茶樣加入 50% 甲醇溶液後，分別於室溫及 70℃ 水浴鍋超音波萃取 10 分鐘，結果顯示 T25 茶樣以室溫及 70℃ 萃取之花青素萃取量分別為 0.33 ± 0.00 及 0.32 ± 0.03 mg/g (圖六)，處理間無顯著差異。由於花青素的熱穩定性較差，於高溫的環境下較容易受破壞 (郭，2018)，因此，後續試驗於室溫下進行萃取。

三、不同萃取時間對茶樣萃取液中花青素含量之影響

將茶樣加入 50% 甲醇溶液後，於室溫下分別以超音波震盪萃取 10、20、30、60 分鐘，萃取液之花青素含量如圖七所示。田等 (2019) 研究指出，將紫芽茶添加蒸餾水以 80℃ 萃取 10~60 分鐘，試驗結果顯示於 10~20 分鐘時花青素萃取率隨著萃取時間增加而提升，繼續增加萃取時間，花青素含量反而呈現下降趨勢。張等 (2021) 將茶葉以 70℃ 分別萃取 10、12.5、15、17.5、20 分鐘，當萃取時間超過 15 分鐘後花青素含量降低，推測過長的萃取時間可能會造成花青素結構破壞降解。本試驗於室溫下萃取臺茶 25 號 10 分鐘 (T25-10) 及 20 分鐘 (T25-20) 處理組花青素分別為 0.33 ± 0.00 及 0.29 ± 0.01 mg/g，而萃取 30 分鐘 (T25-30) 組之花青素含量為 0.50 ± 0.02 mg/g，顯著高於其它處理組別 ($p < 0.05$)，然而隨著萃取時間延長至 60 分鐘，萃取率則又有降低的趨勢。

四、不同濃度萃取溶劑對茶樣萃取液中花青素含量之影響

本研究分別以 50、75、100% 的甲醇溶液 (加入甲酸0.1%) 於室溫下萃取臺茶 25 號茶樣 30 分鐘，分析結果如表一所示。依據 AOAC 之酸鹼度差額法，其中 520 nm 吸光值需介於 0.2~1.4 之間 (Lee *et al.*, 2005)，如萃取液吸光值超出此範圍，則需進行稀釋。50 % 甲醇組稀釋倍數 (Dilution factor, DF) 為 5 倍時，其吸光值約介於 0.5828~0.6279，所萃取花青素量為 0.50 ± 0.02 mg/g。而 75 % 組需稀釋 10 倍方可使吸光值介於 0.2~1.4 之間，經計算萃取液中花青素含量達 0.91 ± 0.06 mg/g，萃取率相較於 50 % 組提升 1.82 倍。然而當以酸化 100% 甲醇作為溶劑時，花青素萃取量降低至 0.49 ± 0.09 mg/g，且加入 KCl (pH 1) 緩衝溶液後，試樣之色澤呈現橘黃色，與一般呈現粉紅色的狀態有所不同 (圖八)。曹等 (2019) 將黑豆分別以 30、40、50、60、70、80% 乙醇溶液進行萃取，花青素萃取率隨著乙醇濃度增加而提升至 70 % 含量為最高，提高乙醇濃度至80%，花青素萃取率卻呈現降低的趨勢，推測可能原因為濃度過高的乙醇溶液會促使茶葉中其它色素物質溶出。邱等 (2016) 研究指出葉綠素等天然色素亦會溶於甲醇、乙醇等有機溶劑，因此，為減低其他色素溶出形成干擾影響檢測數值，建議以75%甲醇萃取臺茶25號是較佳的溶劑濃度。

結 論

臺茶 25 號為本場於 2021 年命名的新品種，茶芽色澤為紫色，本試驗研究證實其茶芽花青素含量相較於臺茶 18 號茶樹高出許多，為具新穎性及潛力的優勢品種。本研究以 2 種萃取溶劑、2 種萃取溫度、4 種萃取時間、3 種溶劑濃度等參數進行茶葉花青素萃取，再以 AOAC 推薦之酸鹼度差額法進行花青素含量分析，藉以找出紫芽茶花青素最佳萃取條件。試驗結果顯示，溶劑種類、濃度與萃取時間均會影響紫芽茶中花青素之萃取效果，但於室溫或 70℃ 萃取則無顯著性差異。其中以 75% 酸化甲醇溶液 (含 0.1% 甲酸)，於室溫下超音波萃取 30 分鐘，可獲得較高含量的花青素，建議後續可以此萃取參數條件，作為後續茶葉花青素含量分析時之參考依據。

參考文獻

1. 王振江、羅國慶、唐翠明、吳福泉、吳劍安、肖更生、廖森泰. 2011. 桑椹成熟過程中酚類物質、總黃酮及花色苷含量的動態變化. 熱帶作物學報 32(9): 1658-1660。
2. 王靜、王瑾、徐建峰、鄭國建、周衛龍. 2019. 茶葉中花青素測定方法研究進展及分光光度測定法的優化. 中國茶葉加工 3: 59-62。
3. 田野、殷中瓊、唐茜. 2019. 紫嫣茶中花青素水提工藝及其提取物抗癌活性. 安徽農業大學學報 46(1): 1-7。
4. 邱念偉、王修順、楊發斌、楊曉剛、楊文、刁潤洁、王秀、崔靜、周峰. 2016. 葉綠素的快速提取與精密測定. 植物學報 51(5): 667-678。
5. 郭芯辰. 2018. 比較熱處理及非熱電漿處理對藍莓抗氧化性質的影響. 東海大學食品科學系碩士班食品科技組論文。
6. 張鈺、沈雪梅、劉琨毅、張紀偉、周藝凡、李光秀、李家華. 2021. 基於響應面法優化水提紫娟茶花青素工藝. 甘肅農業大學學報 56(1): 175-181。
7. 陳瓊、陸瑞瓊. 2011. 茶樹芽葉花色苷含量測定方法的研究. 北京工商大學學報 29(2): 41-44。
8. 曹柏營、張雅婷、孫睿彤、高秀娥、張瑞. 2019. 黑豆花青素提取及抗氧化活性研究. 食品研究與開發 40(6): 94-99。
9. 童丹、楊聲、韓黎明、安志剛、韓振剛. 2016. 不同提取溶劑對定西地產“黑美人”馬鈴薯中花青素提取效率的影響. 中獸醫藥雜誌 35(6): 24-26。
10. 趙貝塔、趙巍、劉鄰渭. 2014. 花青素類化合物分析方法研究進展. 西北農林科技大學學報 42(6): 180-188。
11. 蕭力爭、蘇曉倩、李勤. 2008. 紫芽品種茶樹芽葉多酚類物質組成特徵. 湖南農業大學學報 34(1): 7-79。
12. 鍾蘭蘭、屠迪、楊業、劉進輝. 2013. 花青素生理功能研究進展及其應用前景. 生物技術進展 3(5): 346-352。
13. 戴佳如、林秀榮、黃玉如、楊美珠. 2017. 不同溶劑及萃取處理對綠茶兒茶素類、咖啡因和總多酚萃取效率之影響. 臺灣茶業研究彙報 36: 133-144。
14. Francis, F. J. and Markakis, P. C. 1989. Food colorants: Anthocyanins. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 28(4): 273-314.
15. Kumari, P., Raju, D. V. S., Prasad, K. V., Singh, K. P., Saha, S., Arora, A., and Hossain, F. 2017.

- Quantification and correlation of anthocyanin pigments and their antioxidant activities in rose (*Rosa hybrida*) varieties. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 87(10): 1340-1346.
16. Lee, J., Durst, R. B., & Wrolstad, R. E. 2005. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative Study. *Journal of AOAC International*. 88(5): 1269-1278.
17. Minussi, R. C., Rossi, M., Bologna, L., Cordi, L., Rotilio, D., Pastore, G. M., & Dura'n, N. 2003. Phenolic compounds and total antioxidant potential of commercial wines. *Food Chemistry*. 82: 409-416.

表一、不同濃度甲醇溶劑對臺茶 25 號茶葉中花青素萃取率之影響

Table 1 Effect of different concentrations of methanol on the extraction rate of anthocyanins from TTES No.25 Teas

Treatment	DF	A	Anthocyanins contents** (mg per g teas)*
50% MeOH	5	0.5828	0.50 ± 0.02 ^b
	5	0.5862	
	5	0.6279	
75% MeOH	10	0.5055	0.91 ± 0.06 ^a
	10	0.5681	
	10	0.5571	
100% MeOH	10	0.2399	0.49 ± 0.09 ^b
	10	0.3414	
	10	0.3065	

*Means with different superscript letters (a-c) within the same column are significantly different ($p < 0.05$). Data are means ($\pm$ SD) of three replicates.

**Anthocyanin content (mg/g) = $(A \times MW \times DF \times 10^3) / (\epsilon \times L) \times (V/W)$
 $= (A \times 449.2 \times DF \times 10^3) / (26900 \times 1) \times (0.005/0.5)$

A (Absorbance, 吸光值) = $[(A_{520nm} - A_{700nm})_{pH1} - (A_{520nm} - A_{700nm})_{pH4.5}]$

MW (Molecular weight, 分子量) = 449.2 g/mol for cyanidin-3-glucoside (cyd-3-glu)

DF (Dilution factor, 稀釋倍率)(萃取液加入緩衝溶液後之稀釋倍率)

10^3 = factor for conversion from g to mg

ϵ (Molar extinction coefficient, 莫耳消光係數) = 26,900, in L & mol⁻¹ cm⁻¹, for cyd-3-glu

L (Cell path length in cm, 路徑長度) = 1

V 萃取液最終定量體積 = 0.005 L

W 樣品重量 = 0.5 克



圖一、臺茶 25 號茶樹春茶茶芽

Fig. 1. The spring tea shoots of tea cultivar-TTES No. 25



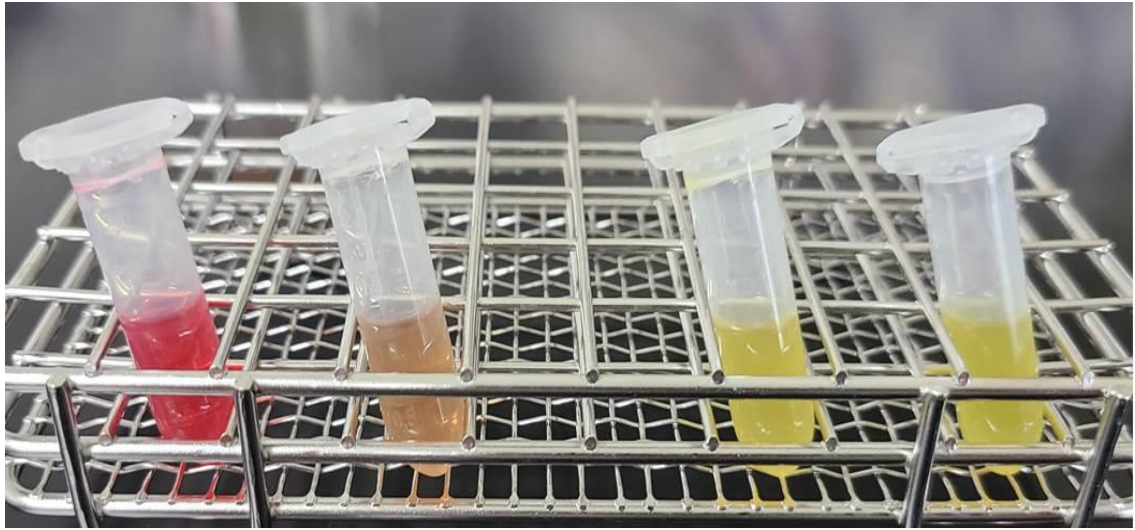
圖二、臺茶 18 號 (左) 與臺茶 25 號 (右) 春茶茶芽

Fig. 2. The spring tea shoots of tea cultivar-TTES No.18 (left) and tea cultivar-TTES No. 25 (right)

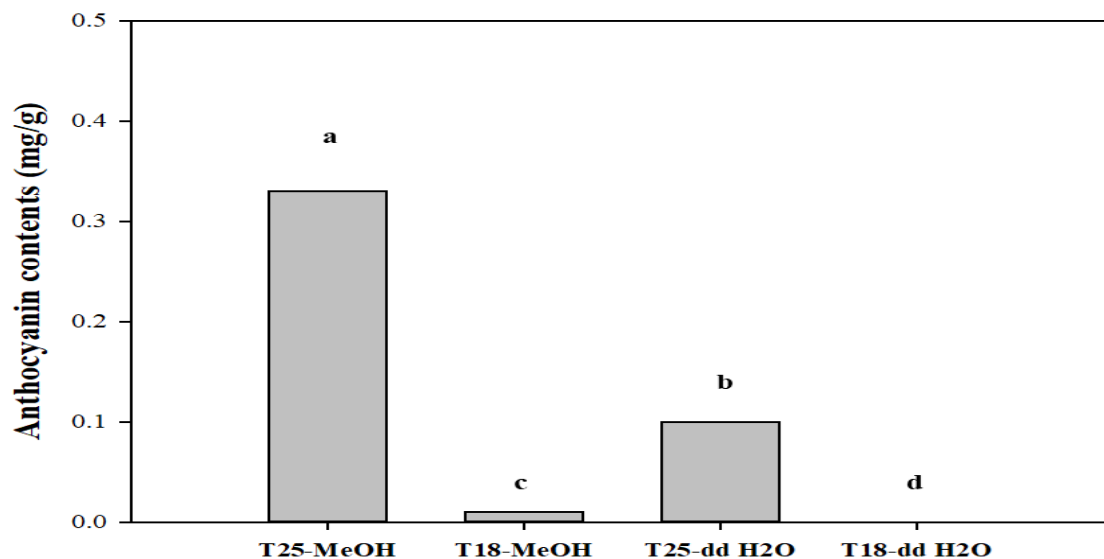


圖三、臺茶 18 號 (圖左) 與臺茶 25 號 (右) 綠茶茶葉外觀、葉底及茶湯

Fig. 3. The appearance, infused leaves and liquor of green teas made from tea cultivar-TTES No.18 (left) and tea cultivar-TTES No. 25 (right)

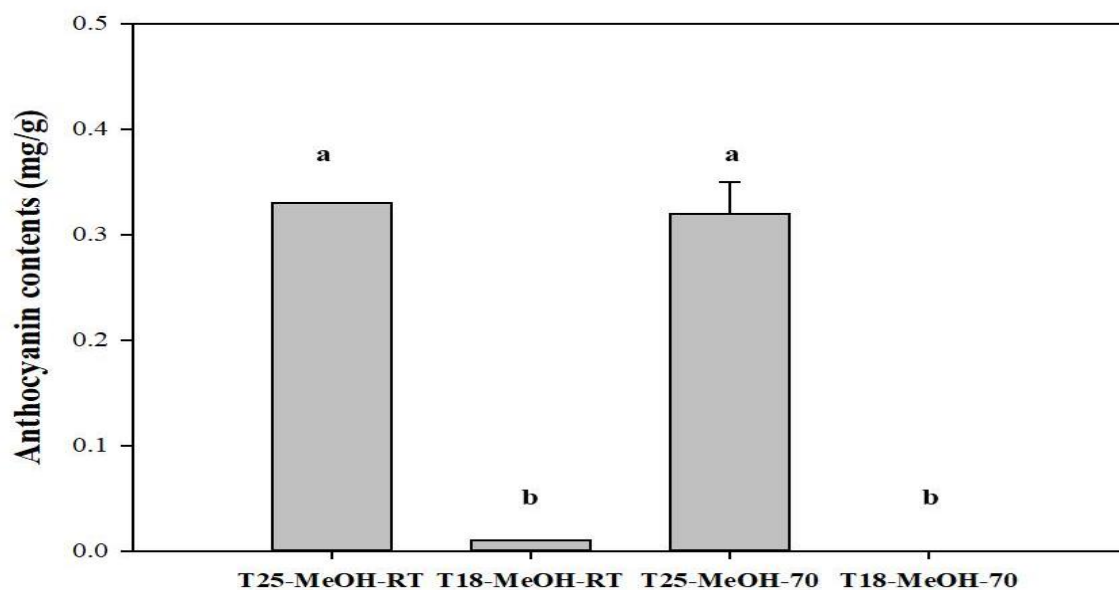


圖四、茶樣萃取液於 pH 1 及 pH 4.5 環境下之呈色，(左二組為臺茶 25 號，右二組為臺茶 18 號)
Fig. 4. The color of tea extract in pH 1 and pH 4.5 condition. (The left 2 tubes are tea cultivar-TTES No. 25 extract. The right 2 tubes are tea cultivar-TTES No. 18 extract)



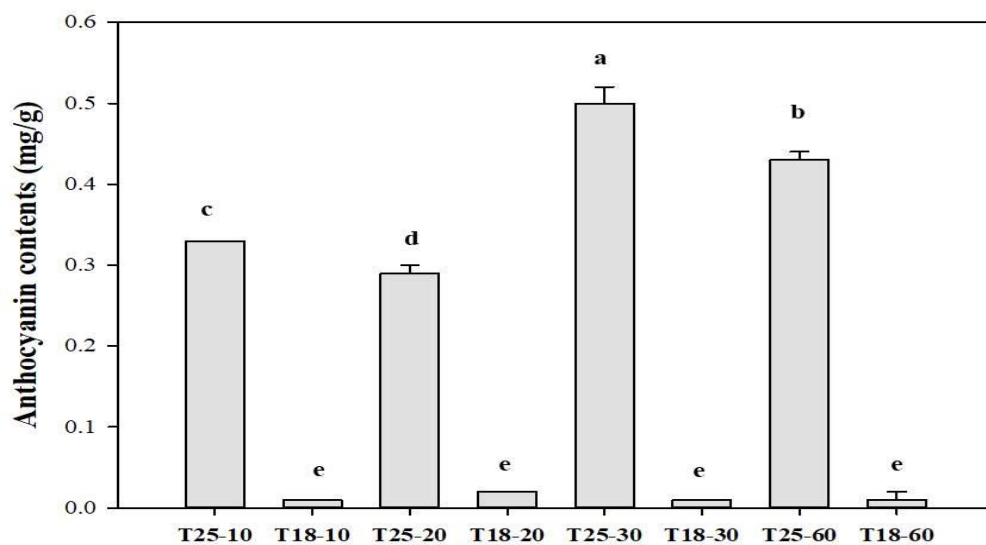
圖五、不同萃取溶劑對茶樣萃取液中花青素含量之影響

Fig. 5. Effect of different extraction solvent treatments on the anthocyanins content in tea extract (T25: TTES No. 25, T18: TTES No. 18, MeOH: 50% methanol)



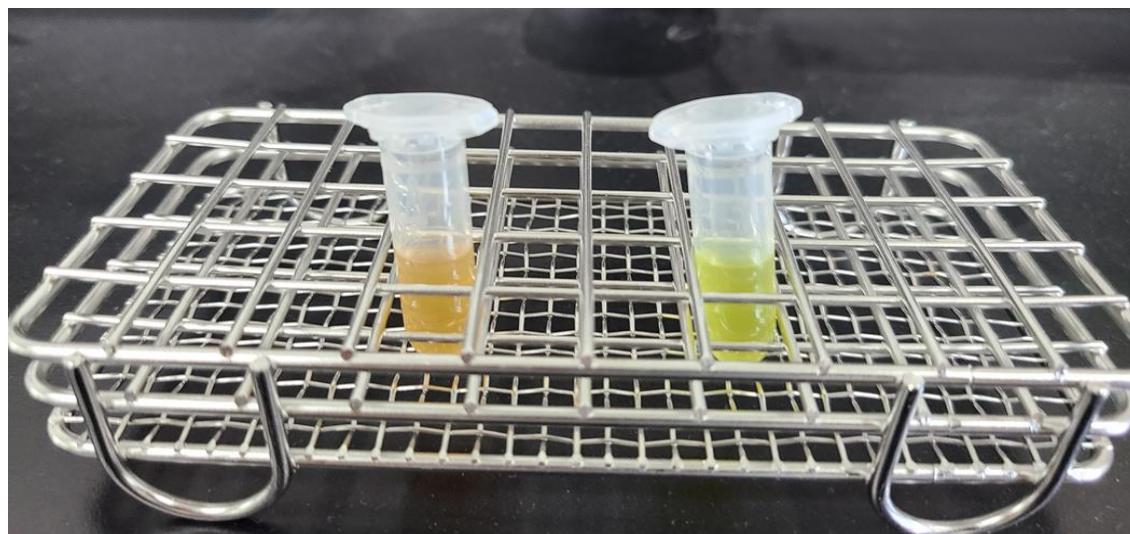
圖六、不同萃取溫度對茶樣萃取液中花青素含量之影響

Fig. 6. Effect of different extraction temperature treatments on the anthocyanins content in tea extract (T25: TTES No. 25, T18: TTES No. 18, MeOH: 50% methanol, RT: Room temperature, 70: 70°C)



圖七、不同萃取時間對茶樣萃取液中花青素含量之影響

Fig. 7. Effect of different extraction time treatments on the anthocyanins content in tea extract (T25: TTES No. 25, T18: TTES No. 18, 10: 10 min, 20: 20 min, 30: 30 min, 60: 60 min)



KCl (pH1)

CH₃COONa (pH 4.5)

T25-100% MeOH

圖八、臺茶 25 號之 100% 甲醇萃取液於 pH 1 (左) 及 pH4.5 (右) 環境之呈色情形

Fig. 8. The color of TTES No. 25 green tea extract extracted by 100% methanol in pH 1 (left) and pH 4.5 (right) condition

Effect of Different Extraction Conditions on the Extraction Rate of Anthocyanins from Green Tea Made from Cultivar-TTES No. 25

Chiao-Sung Chiou¹ Bi-Kuei Tsao² Yu-Ju Huang²
Cheng-Chung Huang² Meei-Ju Yang^{1,*}

Summary

Anthocyanins are water-soluble pigments that exist widely in many plants. In this study, different extraction conditions were used to determine the anthocyanins content in green tea made from cultivar-TTES No. 25 (purple shoot), and TTES No. 18 (green shoot). The analysis method of anthocyanins is the pH-differential method recommended by the Association of Official Analytical Chemists (AOAC). The results showed that using 50% acidified methanol solution and ultrasonic to extract the TTES No.25 tea leaves powder for 10 minutes, the total anthocyanins content is 0.33 mg/g, which was higher than that of acidified deionized water. There is no significant difference between different extraction temperatures of normal temperature and 70°C. Compared with different extraction times (10, 20, 30 and 60 minutes), the anthocyanins content can be increased to 0.50 mg/g as the highest in 30 minutes treatment. Extracting TTES No. 25 with different acidified methanol concentrations (50%, 75%, 100%). Extracting tea powder with 75% acidified methanol has the highest anthocyanins content (0.91 mg/g). However, TTES No.18 tea samples were extracted under different conditions, and the analytical values of anthocyanins were all lower than 0.02 mg/g. In summary, to analysis the anthocyanins content of purple shoot tea, using 75% acidified methanol solution (containing 0.1% formic acid) as the solvent, and perform ultrasonic extraction at room temperature for 30 minutes are the best extraction condition.

Key words: Purple shoot, TTES No. 25, Anthocyanins, pH-differential method

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

2. Assistant Researcher, Associate Agronomist, Senior Agronomist, Yuchih Branch, Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.

*Corresponding author.

不同臺灣茶樹品種製成緊壓茶品質、茶湯水色及化學成分變化之研究

鄭混元 余錦安 范宏杰¹

摘 要

本試驗目的在於探討以臺灣現有的茶樹製成緊壓茶之品質，藉此篩選出適製的品種，提供緊壓茶類製作原料之參考依據。參試品種（系）包括臺茶 12 號、青心烏龍、大葉烏龍、臺茶 8 號(大葉種)及永康山茶。分別以烘乾及日曬製成綠茶及紅烏龍茶，並壓製成沱茶進行貯存 0 至 4 年。結果顯示，不同品種間綠茶及紅烏龍茶品質皆隨著貯存年度略有變化。貯存 4 年烘乾綠茶品質以永康山茶最佳，日曬綠茶則以臺茶 12 號最佳，其次為青心烏龍及永康山茶，臺茶 8 號綠茶品質皆不佳。烘乾紅烏龍茶品質以臺茶 12 號及青心烏龍最佳，日曬紅烏龍茶則以臺茶 12 號最佳，其次為青心烏龍及大葉烏龍，臺茶 8 號及永康山茶紅烏龍茶品質皆不佳。無論烘乾或日曬綠茶，貯存 4 年臺茶 12 號、青心烏龍、大葉烏龍及永康山茶茶湯 a、b 及 ΔE 值未達顯著差異，但顯著高於臺茶 8 號；無論烘乾或日曬紅烏龍茶，貯存 4 年部分品種茶湯 L、a、b 及 ΔE 值差異顯著，以臺茶 8 號 L 值最低，a、b 及 ΔE 值最高。臺茶 8 號製成不發酵之綠茶在貯存後茶湯最為明亮，不同品種間綠色度最高，黃色度最低；製成重發酵之紅烏龍茶，茶湯明亮度最低，綠色度最低，黃色度最高，無論烘乾與日曬綠茶或紅烏龍茶皆呈現相同的結果；而且隨著貯存年度茶湯綠色度降低，黃色度增加。無論貯存或乾燥，不同品種間綠茶化學成分含量高低約略呈現相同的變化，紅烏龍茶亦有相似的結果。臺茶 8 號製成綠茶或紅烏龍茶之可溶分、多元酚類、兒茶素類及咖啡因含量顯著高於其他品種；葉綠素及類胡蘿蔔素含量則低於其他品種。由於茶湯水色及化學成分的影響，以致臺茶 8 號製成緊壓綠茶及紅烏龍茶品質皆不佳。

關鍵字：茶樹、品種、緊壓茶、品質

前 言

茶樹品種依其適製性可以分為適製綠茶、包種茶、烏龍茶、紅茶及廣適製性五大類。各種茶類品質與茶樹品種特性有著密切的關係，大葉種適合製成紅茶；小葉種則適製各種茶類。普洱茶是雲南特有的地理標誌產品，以符合普洱茶產地環境條件的大葉種曬菁茶為原料，按特定的加工工藝生產，具有獨特品質特徵的茶葉（周，2005）。曬菁為普洱茶製作過程炒菁後的重要加工流程，經日曬乾燥即成曬菁毛茶，簡稱菁毛茶，因日曬所產生的太陽味，是曬菁毛茶無可取代之特殊風味（石，2006）。良好的茶樹品種是茶葉品質優劣的重要影響因素之一，可以從現有品種中篩選出適製各種

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

茶類之品種。從大葉種與小葉種茶樹鮮葉之形態特徵及化學成分之差異，認為大葉種是最適合用於加工普洱茶的原料（張等，2008）。趙等（2018）指出古樹曬菁茶滋味品質之甜度較臺地曬菁茶明顯，臺地曬菁茶苦味較澀味明顯；古樹曬菁茶則是澀味較苦味明顯或是苦澀味相當。陳等（2011）亦指出大樹茶品質優於臺地茶，主要表現在滋味協調、味厚及鮮爽回甘，具耐泡性；臺地茶則味薄、濃帶苦澀及欠協調。浦等（2010）比較無性系良種與地方群體種曬菁茶品質，以大葉種無性系良種製成的曬菁茶品質優異，也是普洱茶加工的首選原料。夏等（2012）指出雲南勐海曬菁茶條索緊結、顯毫色潤、滋味較濃及醇厚回甘；古樹茶在滋味協調性及濃醇回甘方面優於生態茶。梁等（2006）則指出老樹茶茶湯口感優於臺地茶，主要表現在滋味協調及味厚回甘佳，各地的老樹茶品質風味亦有差異。曹等（2010）以黔湄系列品種、中小葉品種的曬菁和炒菁做為原料製成的普洱茶，其風味品質特殊，極具開發價值。徐等（2005）則指出由雲南大葉種製成的沱茶滋味濃度較優且帶澀，而湖南中小葉種則以醇度較佳欠濃厚。

茶葉品質色差分析法其原理是應用 Hunter-Lab 表色系，測定顏色的三個分量 L 、 a 、 b ，其 L 值為茶湯水色之明亮度， L 值愈大表示茶湯愈澄清明亮，反之愈暗濁； a 與 b 值同為茶湯色相之指標， a 值正時表偏紅色，負時偏綠色； b 值正時表偏黃色，負時偏藍色； ΔE 值即色差值，即同時以 L ， a ， b 值為綜合指標之一色的描述值（蔡等，1991a）。茶湯水色與茶葉品質有密切的關係，以色差計測定成茶、茶湯及葉底色澤，可以應用於茶葉色澤的評價數量化（嚴及林，1995）。嚴等（1997）建構成茶及葉底色澤與工夫紅茶品質之相關關係，指出成茶外觀色度值是簡便且快速評價品質的可行方法。賴等（1999）指出成茶外觀、粉末及茶湯色澤與品質的多元相關係數分別為 0.8708、0.9369 及 0.7662，其中成茶粉末色度值與品質的相關係數最高，可以提供炒菁綠茶的品質管理快速、簡便的理化檢測方法。茶湯色差與茶葉感官品質評分相關性高，可以做為評估茶葉品質或監控茶葉加工過程品質的變化（陳及陳，2004；陸等，2002；Liang et al., 2003; Liang et al., 2005a）。並可建立包種茶水色最適色差值及預測模式（蔡等，1991b）。賴及郭（2011）由福建 39 個綠茶之 $L^*a^*b^*$ 表色系系統與茶湯水色之相關分析，能夠反映水色及品質的變化趨勢。而且與黃酮類、多元酚類及葉綠素含量達到極顯著相關，黃酮類含量分別與 b^* 及 a^* 為極顯著正及負相關，多元酚類含量之相關性則為相反（賴及郭，2012）。苗等（2009）利用色差計測定烏龍茶加工過程的色澤變化，茶菁經曬菁和涼菁， L 及 b 值增加， a 值減少，隨著製程， L 及 b 值持續降低， a 值則升高。白毫烏龍茶之 a 與 b 值隨著攪拌次數之增加而增加，即茶湯綠色成分減少而黃色成分增加（陳及陳，2004）。

不同地域、季節、級別及品種皆影響曬菁茶品質，而且化學成分亦呈現差異性（官等，2012；曹等，2010；張等，2008）。趙等（2018）指出古樹曬菁茶的游離胺基酸及兒茶素類之 GC（Gallocatechin）含量均較臺地曬菁茶低，而兒茶素類之 C（Catechin）含量則較臺地曬菁茶高。同一季節不同產地大樹茶可溶分、多元酚及可溶糖含量差異顯著（官等，2012）。陳等（2011）分析古茶園鮮葉及成茶之多元酚類、兒茶素類、胺基酸、咖啡因及可溶分含量均高於臺地茶園；大樹茶的胺基酸含量顯著高於臺地茶，兒茶素類含量及酚/氨比值則顯著低於臺地茶。梁等（2006）則指出古茶樹芽葉多元酚類及兒茶素類含量高於臺地茶樹；而胺基酸及可溶分含量則低於臺地茶樹。喬等（2018）分析古茶樹曬菁毛茶多元酚類、游離胺基酸和生物鹼（茶鹼和可可鹼），不同類型中差異明顯，栽培型古茶樹兒茶素類和咖啡因含量高於過渡型或本山茶，可溶糖及咖啡因含量表現出一定的地域性。古樹茶的大部分化學成分含量不僅豐富，而且含量變異小（夏等，2012）。張等（2008）依據葉片大小分析多元酚類含量呈現雲南大葉 > 中葉 > 小葉規律，胺基酸含量以中葉 > 小葉 > 大葉，咖啡因含量則呈現大葉 > 中葉 > 小葉。雲南大葉種具有豐富的可溶分、酯型兒茶素、茶多糖、咖啡因含量，為普洱茶甘滑醇厚口感及耐沖泡特徵（張等，2008）。曹等（2010）指出黔湄系列品種胺基酸含量比雲南大葉種高，咖啡因及多元酚含量低，形成了普洱茶鮮爽滋味的品質。

為開發新茶類，利用臺灣現有的茶樹品種及加工技術研製本土之緊壓茶類，目前已有少量自行加工生產，稱之「緊壓茶」，以區隔雲南普洱茶。主要是以發展地方特色產品之小規模生產，還未形成產業規模。由於緊壓茶產品具有少量多樣化的特色，以及配合觀光休閒產業，可以開發成為地方性特色產品，提供消費者多重的選擇；但緊壓茶為新興茶類，其產製資料尚待建立。由於臺灣所處的氣候環境條件、茶園現況、茶樹品種不同於其他產區，茶菁原料及加工條件有所差異，以致影響緊壓茶的品質。因此，本試驗擬先行探討以臺灣現有的茶樹品種所生產的茶菁原料，製成緊壓茶之品質，藉此篩選出適製的品種，提供緊壓茶類製作原料之參考依據。

材料與方法

一、材料

本研究是以花東茶區栽培面積最廣之茶樹品種，以及臺東培育之原生種茶樹為試驗材料，包括小葉種臺茶 12 號、青心烏龍及大葉烏龍，大葉種臺茶 8 號及原生栽培種永康山茶，分別製成烘乾及日曬綠茶與紅烏龍茶為參試材料。本試驗烘乾綠茶與紅烏龍茶之初乾係以乙種乾燥機維持在 $100\pm 3^{\circ}\text{C}$ 進行乾燥 10 分鐘，再乾則以焙茶機設定 70°C ，乾燥 12 小時。日曬綠茶與紅烏龍茶則分別於炒菁揉捻後及揉捻發酵炒菁後，平均分配攤開放置於直徑 104 公分圓竹編筴上進行日光乾燥，在平均溫度 27 至 28.7°C ，最高溫度 30.4 至 33.1°C ，平均濕度 76 至 83% 之夏季晴天環境進行日曬 3 至 4 天，日夜間分別置於室外及室內。

綠茶製程係依據茶業技術推廣手冊（製茶篇）規範，綠茶製程：茶菁→炒菁→揉捻→初乾→再乾→成品（張，1995）。紅烏龍茶製程：茶菁→日光萎凋（重度）→室內靜置及攪拌（重度）→揉捻→發酵（中度）→炒菁→初乾→熱團揉→再乾（中度烘焙）→乾燥成半球型紅烏龍（吳及蕭，2013）。緊壓茶是以本試驗製成綠茶及紅烏龍茶之散狀茶 150 公克壓製成沱茶形狀，製作程序為毛茶原料→撿除茶梗黃片→秤重→蒸茶→套袋入茶→入模→壓製成型→解布→乾燥→包裝→成品，壓製器具為緊壓茶壓製裝置（陳等，2008）。

二、方法

（一）試驗品種

參試品種（系）包括（A）臺茶 12 號、（B）青心烏龍、（C）大葉烏龍、（D）臺茶 8 號、（E）永康山茶。分別以烘乾及日曬製成綠茶及紅烏龍茶，並壓製成沱茶進行貯存 1 至 4 年。試驗設計採用逢機完全區集設計（RCBD），5 處理，4 重複。

（二）分析項目

1. 製茶品質

秤取茶葉 3 公克，沖泡 150 毫升沸水於標準評鑑杯 5 分鐘，品評項目分為形狀（10%）、色澤（10%）、水色（20%）、香氣（30%）及滋味（30%）。本試驗品評小組由 5 位具有多年從事茶業研究及品評工作之研究人員所組成。

2. 茶湯水色

以 Nippon Denshoku 之 ND-300A 型色差計測定，以 150 毫升沸水沖泡 3 公克茶樣，再靜置 5 分鐘後濾出茶湯，待茶湯稍冷後以色差計測定 L、a、b、 ΔE 值。L 為明亮度，數值愈大表示愈明亮，a 為紅綠值，正值偏紅、負值偏綠，b 為黃藍值，正值偏黃、負值偏藍， ΔE 為茶湯與對照（蒸餾水）兩者的色差。

3. 化學成分

包括可溶分 (AOAC, 1983)、兒茶素 (Sakar and Howarth, 1976)、多元酚 (Iwasa, 1975)、咖啡因 (蔡及阮, 1987)、可溶糖 (Somogyi, 1945)、胺基酸 (Moore and Stein, 1948)、葉綠素 (Arnon, 1949) 含量分析, 以分光光度計 (ANTHELIE) 測定。

(三) 資料分析

上述試驗資料利用 Costat 6.1 統計分析, 先進行變方分析, 處理間達 5%顯著差異時, 再以最小顯著性差異測驗法 (LSD) 比較各處理間之差異。

結果與討論

一、不同品種製茶品質

(一) 綠茶

未貯存烘乾綠茶品質及香氣以青心烏龍及大葉烏龍較佳, 水色並未達顯著差異, 滋味則以臺茶 12 號及青心烏龍顯著優於其他品種; 貯存 1 至 3 年小葉種及永康山茶因年度各有良好的品質、水色、香氣及滋味; 貯存 4 年則以永康山茶品質顯著優於其他品種, 水色、香氣及滋味亦較佳, 臺茶 12 號、青心烏龍及大葉烏龍亦呈現較佳的香氣及滋味; 臺茶 8 號在貯存期間品質、水色、香氣及滋味皆不佳 (表一、二、三、四)。

未貯存日曬綠茶品質、香氣及滋味以青心烏龍及大葉烏龍較佳, 水色則以臺茶 8 號顯著優於永康山茶, 但與其他品種差異不顯著; 貯存 1 至 3 年小葉種及永康山茶因年度各有良好的品質、水色、香氣及滋味; 貯存 4 年則以臺茶 12 號、青心烏龍及永康山茶品質、水色、香氣及滋味較佳, 臺茶 8 號則在貯存期間品質及各個品評項目皆不佳 (表一、二、三、四)。

由上述結果顯示, 不同品種綠茶品質隨著貯存年度略有變化, 至貯存 4 年烘乾綠茶以永康山茶最佳, 水色深橙紅具陳香, 其次為小葉種, 水色橙紅, 陳香醇和尚濃郁。日曬綠茶則以臺茶 12 號最佳, 水色橙紅, 陳香醇和甘甜, 其次為青心烏龍及永康山茶, 水色分別為琥珀紅及深橙紅, 具稍陳香平和及醇和。無論烘乾或日曬, 大葉種臺茶 8 號綠茶品質皆不佳, 水色琥珀紅, 香味平淡稍澀苦。未貯存烘乾及日曬綠茶品質與各個品評項目在品種間之優劣並未呈現相同的結果, 貯存後則趨於一致性。

(二) 紅烏龍茶

未貯存烘乾紅烏龍茶品質以永康山茶及小葉種較佳, 水色以大葉烏龍及永康山茶顯著優於其他品種, 香氣以臺茶 12 號及永康山茶較佳, 滋味以青心烏龍及永康山茶較佳; 貯存 1 至 3 年臺茶 12 號、青心烏龍及大葉烏龍因年度各有良好的品質、水色、香氣及滋味; 貯存 4 年臺茶 12 號及青心烏龍品質及各品評項目顯著優於其他品種; 臺茶 8 號及永康山茶在大部分貯存年度品質及各個品評項目皆不佳 (表一、二、三、四)。

未貯存日曬紅烏龍茶品質及滋味以青心烏龍及永康山茶較佳, 水色以青心烏龍顯著優於其他品種, 香氣則未達顯著差異; 貯存 1 至 3 年臺茶 12 號、青心烏龍及大葉烏龍因年度各有良好的品質、水色、香氣及滋味; 貯存 4 年臺茶 12 號及青心烏龍品質、水色、香氣及滋味顯著優於其他品種; 臺茶 8 號及永康山茶在貯存期間品質及各個品評項目皆不佳 (表一、二、三、四)。

由上述結果顯示, 不同品種紅烏龍茶品質隨著貯存年度略有變化, 至貯存 4 年烘乾紅烏龍茶品質以臺茶 12 號及青心烏龍最佳, 水色分別為深橙紅及琥珀紅, 陳果香水甘醇和。日曬紅烏龍茶則以臺茶 12 號最佳, 水色橙紅, 陳果香水甘醇和, 其次為青心烏龍及大葉烏龍, 水色淺紅至紅, 陳香甘醇平和。無論烘乾或日曬, 大葉種臺茶 8 號及永康山茶紅烏龍茶品質皆不佳, 水色深紅, 微酸

苦澀。未貯存烘乾及日曬紅烏龍茶品質與各個品評項目在品種間之優劣並未呈現相同的結果，貯存後則趨於一致性。

無論烘乾或日曬，臺茶 12 號及永康山茶製成綠茶，以及臺茶 12 號及青心烏龍製成紅烏龍茶，貯存期間水色及香味陳化佳，貯存 4 年即獲得良好的品質；臺茶 8 號則隨著貯存年度品質漸佳，唯因品種特性及陳化速度，尚無法在貯存 4 年即陳化成最佳的品質，可能還需要更長期的貯存，才能獲得良好的品質。貯存 4 年不同品種間綠茶及紅烏龍茶品質皆以日曬優於烘乾，以日曬方式製成緊壓茶可以節省能源，減少碳足跡，符合環保茶之推廣，對貯存具有正面的效益。以小葉種製成緊壓茶可以縮短貯存陳化時間，大葉種臺茶 8 號則需要更長期的貯存時間，或不適於製成緊壓茶。

目前臺灣栽培品種以青心烏龍及臺茶 12 號為主，尤其青心烏龍由於製茶品質優異，各茶區均有栽植，為栽培面積最廣泛的品種，約佔 60-70%，適製烏龍茶及包種茶，具有蘭花香、桂花香等品種香，但抗病蟲害能力及抗旱性較弱，屬晚生種。臺茶 12 號為茶業改良場育成的品種，又名金萱，樹勢強，高產，採摘期長，生長旺盛，耐枝枯病，抗旱性強，全臺各主要茶區均有種植，生長情形良好，適製烏龍茶及包種茶，具奶香味，也是製成蜜香綠茶的優良品種，屬中生種(陳等，2004)。大葉烏龍適製清香半球形包種茶，製茶品質相當優異，外觀色澤烏黑，具光澤帶有明顯白毫，茶湯水色明亮呈金黃色，香氣幽雅帶特殊的芳醇香味，水軟甘甜、苦澀味少，滋味媲美高山茶，深受茶界及消費者的喜愛，已成為花東茶區的特色品種，也是蜜香紅茶適製品種，以花蓮縣瑞穗鄉舞鶴茶區為主要產地(鄭及范，2013a)。永康山茶為原生於臺東之野生茶樹，由於製茶具有特殊的滋味及香氣，為保有原生之特性，直接利用製茶可成為另類新的特色產品，是值得開發之在地茶產品，製成紅茶品質優良，製成包種茶及綠茶具有特殊香味，滋味微苦甘醇似蕁類香菇鮮味，在每次製茶均能穩定呈現出來，其品質特徵與栽培種及其他臺灣山茶有所區別，目前已經命名為臺茶 24 號(余等，2019；鄭及范，2013b)。小葉種紅茶、蜜香綠茶與紅茶及紅烏龍茶皆屬於新興特色茶類，臺茶 12 號、青心大有及大葉烏龍為其適製品種，為老品種創新利用之例子(邱等，2009；陳等，2004；吳，2013；吳及蕭，2013；范等，2011)。本試驗臺茶 12 號、青心烏龍及永康山茶製成緊壓茶皆有特殊的風味，為適製緊壓茶類之品種。雖然大葉種適宜製成普洱茶(張等，2008；陳等，2011；浦等，2010)；但由本試驗以臺茶 8 號製成緊壓茶品質不佳，可能在於產地、品種、生態環境或貯存時間之因素所造成。臺灣氣候在北回歸線以北為副熱帶季風氣候，以南為熱帶季風氣候，臺東夏秋季節高溫炎熱日照強，最高溫度在 30℃ 以上，為製成緊壓茶提供適合的日曬環境。不同於雲南之南亞熱帶濕潤氣候和北熱帶氣候類型，年平均溫度 17 至 22℃，相對濕度在 80% 以上(石，2006；周，2005)。由於臺灣與雲南氣候型態之差異，造成不同的日曬環境，可能影響日曬及貯存期間化學成分的變化，以致形成品質之差異性。除了日曬環境的影響，不同的茶樹品種亦是影響緊壓茶品質的重要因素之一。雲南產製的緊壓茶具有甘、滑、醇、厚，以及陳香的特點，外形色澤褐紅，湯色紅濃明亮，香氣獨特陳香，滋味醇厚回甘，葉底褐紅(周，2005)。以臺灣現有栽培面積廣泛的小葉種臺茶 12 號、青心烏龍，以及臺東永康山茶製成緊壓茶，其品質風味不同於大葉種，具有區隔性，茶菁原料並不缺乏，可以達到量產規模，值得開發利用。曹等(2010)亦指出中小葉種原料製成的普洱茶，其風味品質特殊，極具開發價值。賴等(2009)篩選陳香普洱茶適製品種，以滋味醇厚、陳香，具有良好的茶葉品質及貯存陳化潛力的品種最佳。邱等(2009)利用製茶新技術將夏季小葉種茶菁原料研製高香紅茶，可以有效提昇茶葉新口味及附加價值。以上皆是利用小葉種開發特色茶類之例子。

二、不同品種茶湯水色

(一) 綠茶

未貯存烘乾綠茶茶湯 L 值介於 82.2 至 90.0 之間，不同品種間未達顯著差異，貯存 1 至 3 年部

分品種差異顯著，貯存 4 年臺茶 8 號茶湯 L 值最高為 84.8，並與部分品種差異顯著，永康山茶最低為 78.8；未貯存烘乾綠茶臺茶 12 號茶湯 a 值最低為 -2.32，水色偏綠，並與其他品種達顯著差異，臺茶 8 號最高為 -0.62，水色偏淡綠，貯存 1 至 3 年臺茶 12 號、大葉烏龍及永康山茶茶湯 a 值最高，水色轉向偏紅，貯存 4 年臺茶 8 號茶湯 a 值為 3.45，顯著低於小葉種及永康山茶；未貯存烘乾綠茶茶湯 b 值在 12.5 至 14.6 之間，不同品種間未達顯著差異，貯存 1 至 3 年以臺茶 8 號低於其他品種，貯存 4 年臺茶 8 號茶湯 b 值為 19.4，顯著低於其他品種；無論貯存，不同品種間烘乾綠茶茶湯 ΔE 與 b 值呈現相近的結果；茶湯各項色差值年度間變異大小依序為 $a > b \equiv \Delta E > L$ ，不同品種有相同的結果（表五、六、七、八）。

無論貯存期間，不同品種日曬綠茶茶湯 L 值與烘乾綠茶呈現相近的結果；未貯存日曬綠茶臺茶 12 號茶湯 a 值最低為 -1.46，水色偏綠，青心烏龍最高為 -0.14，水色偏淡綠，貯存 1 至 3 年大葉烏龍及永康山茶茶湯 a 值最高，分別為 7.54 及 7.49，水色轉向偏紅，貯存 4 年亦有相同的結果，臺茶 8 號茶湯 a 值最低為 3.87；無論貯存，不同品種日曬綠茶茶湯 b 及 ΔE 值與烘乾綠茶呈現相近的結果；茶湯各項色差值年度間變異大小依序為 $a > b \equiv \Delta E > L$ ，不同品種有相同的結果（表五、六、七、八）。

未貯存烘乾綠茶茶湯 L 值與品質、水色、香氣及滋味呈現正相關，但未達顯著，貯存 1 至 3 年烘乾綠茶各項品評相關結果並不一致，日曬綠茶大多為正相關，貯存 4 年烘乾綠茶為顯著負相關，日曬綠茶則為負相關未達顯著；未貯存烘乾綠茶茶湯 a、b 及 ΔE 值與品質、水色、香氣及滋味大部分未達顯著相關；無論烘乾或日曬，貯存 1 至 4 年皆為正相關，而且貯存 4 年 b 及 ΔE 值與各項品評大多呈現顯著相關（表十一）。

（二）紅烏龍

未貯存烘乾紅烏龍茶茶湯 L 值介於 71.0 至 77.7 之間，臺茶 8 號為最低，並與部分品種達顯著差異，貯存 1 至 3 年臺茶 8 號及永康山茶低於小葉種，而且在貯存 2 至 3 年達顯著差異，貯存 4 年有相同的結果，茶湯 L 值在 66.7 至 76.6 之間；未貯存烘乾紅烏龍茶臺茶 8 號茶湯 a 值為 8.82，顯著高於其他品種，貯存 1 至 4 年呈現相同的結果，茶湯 a 值在 7.13 至 16.55 之間；未貯存烘乾紅烏龍茶臺茶 12 號茶湯 b 值為 30.3，顯著低於其他品種，貯存 1 至 3 年同樣以臺茶 12 號較低，貯存 4 年則以小葉種顯著低於臺茶 8 號及永康山茶，茶湯 b 值在 32.6 至 36.6 之間；貯存期間茶湯 ΔE 與 b 值有相近的變化；茶湯各項色差值年度間變異大小依序為 $a > b \equiv \Delta E \equiv L$ ，不同品種大致有相同的結果（表五、六、七、八）。

無論貯存期間，不同品種日曬與烘乾紅烏龍茶茶湯 L、a、b 及 ΔE 值呈現相近的結果，貯存 4 年不同品種茶湯 L 值介於 69.6 至 79.7 之間，a 值在 6.07 至 13.79 之範圍，b 值在 31.1 至 35.9 之間， ΔE 值為 34.3 至 45.5；茶湯各項色差值年度間變異大小依序為 $a > b \equiv \Delta E \equiv L$ ，不同品種大致有相同的結果（表五、六、七、八）。

無論貯存或乾燥，紅烏龍茶茶湯 L 值與品質、水色、香氣及滋味呈現正相關，部分相關達顯著；茶湯 a、b 及 ΔE 值與品質、水色、香氣及滋味幾乎皆為負相關，而且部分達顯著或極顯著，貯存 4 年只有品質未達顯著相關（表十一）。

由上述結果顯示，無論烘乾或日曬綠茶，未貯存不同品種間茶湯 L、b 及 ΔE 值差異不顯著，a 值則呈現互有高低，部分品種達顯著差異；貯存 4 年小葉種及永康山茶茶湯 a、b 及 ΔE 值未達顯著差異，但顯著高於臺茶 8 號。無論烘乾或日曬紅烏龍茶，未貯存部分品種茶湯 L、a、b 及 ΔE 值差異顯著，以臺茶 8 號 L 值最低，a、b 及 ΔE 值最高；貯存 4 年亦呈現相同的結果。無論貯存或乾燥，不同品種綠茶及紅烏龍茶茶湯 ΔE 與 b 值呈現相近的變化。綠茶茶湯各項色差值的變異大於紅烏龍茶。而且皆隨著貯存年度茶湯綠色度降低，黃色度增加。綠茶茶湯 L 值與品質、水色、

香氣及滋味因年度而呈現正或負相關，茶湯 a 、 b 及 ΔE 值則大部分呈現正相關；紅烏龍茶茶湯 L 值與品質、水色、香氣及滋味部分呈現顯著正相關，茶湯 a 、 b 及 ΔE 值大多為顯著負相關。

由於品種特性的關係，臺茶 8 號為適製紅茶的品種，製成不發酵之綠茶在貯存後茶湯最為明亮，不同品種間綠色度最高，黃色度最低；製成重發酵之紅烏龍茶，茶湯明亮度最低，綠色度最低，黃色度最高，烘乾與日曬綠茶或紅烏龍茶皆呈現相同的結果。蔡等（1991）指出包種茶水色 ΔE 與 b 值之變異相當一致，以色差計測定之 b 值可做為包種茶水色之重要指標。本試驗無論貯存、乾燥、品種或茶類，茶湯 b 及 ΔE 值的變化亦呈現相近的趨勢。甘和林（1987）將優良條形包種茶茶湯 L 、 a 、 b 及 ΔE 值分別訂在 95.5~87.1、-1.6~-3.8、21.4~11.8 及 23.5~13.2 之範圍。凍頂初製茶 a 及 b 值分別介於 -0.2~-0.4 及 12~14 之間，經烘焙後 a 值轉變為正值 0.4~0.5，表示紅色成分形成， b 值升高至 16~18 而黃色成分增加（陳及陳，2004）。蔡等（1991）利用色差計測定包種茶水色，其 b 值偏正， a 值偏負，即水色呈黃綠色，並由迴歸模式求得最適 b 值在 19.33 左右。文山包種茶及白毫烏龍茶 b 值分別為 10.5~11.0 及 29.2~30.2（陳及陳，2004）。即不同茶類茶湯各項色差值及其品質最適值亦不相同。本試驗紅烏龍茶為新興茶類，茶湯水色橙紅、滋味甘醇、發酵程度重之烏龍茶（吳及蕭，2013；范等，2011）。其茶湯 b 及 ΔE 值皆大於包種茶，其最適 b 值尚待訂定。陸等（2002）指出烏龍茶及綠茶茶湯 L 值與品質呈現顯著正相關，茶湯 a 及 b 值與品質則呈現顯著負相關，紅茶茶湯 a 及 b 值與品質呈現顯著正相關。本試驗綠茶為不發酵茶類，貯存 4 年茶湯 L 值與品質、水色、香氣及滋味皆為負相關，茶湯 a 、 b 及 ΔE 值則呈現正相關；紅烏龍茶為重發酵茶類，茶湯 L 值與品質、水色、香氣及滋味皆為正相關，茶湯 a 、 b 及 ΔE 值則呈現負相關。Liu et.al.（2014）指出成茶茶湯具有高 a 、 b 值及低 L 值，為極佳的紅茶適製性品種。普洱茶茶湯 a 及 b 值與品質呈現負相關，茶湯 ΔE 值與品質則達顯著負相關（Liang et al., 2005b）。本試驗緊壓紅烏龍茶與普洱茶有相同的相關分析結果，綠茶相關分析結果相近於紅茶，在於經過貯存陳化，水色趨向偏紅，以致茶湯水色、香氣及滋味已不同於未貯存的綠茶。由於不同品種間茶湯水色的差異，亦影響茶葉品質及化學成分。

三、不同品種化學成分

（一）綠茶

未貯存烘乾綠茶臺茶 8 號可溶分、兒茶素類及咖啡因含量顯著高於其他品種，可溶糖含量則呈現相反的結果，以永康山茶最高且顯著高於其他品種，小葉種有較高的胺基酸含量；未貯存烘乾綠茶葉綠素及類胡蘿蔔素含量以臺茶 8 號最低，其次為永康山茶，而且與小葉種達顯著差異；未貯存日曬綠茶臺茶 8 號葉綠素及類胡蘿蔔素含量與烘乾綠茶呈現相同的結果（表九、十）。

貯存 4 年烘乾綠茶臺茶 8 號可溶分、多元酚類、兒茶素類及咖啡因含量顯著高於其他品種，以臺茶 12 號最低，臺茶 8 號可溶糖含量顯著低於部分品種，永康山茶胺基酸含量則顯著低於其他品種；不同品種間葉綠素及類胡蘿蔔素含量差異相同於未貯存；貯存 4 年不同品種日曬綠茶化學成分的變化與烘乾綠茶有相同的結果，葉綠素及類胡蘿蔔素含量差異則相同於未貯存（表九、十）。

無論貯存或乾燥，綠茶可溶分、多元酚類、兒茶素類及咖啡因含量與品質、水色、香氣及滋味大部分呈現顯著負相關，可溶糖、葉綠素、類胡蘿蔔素含量與部分品評項目呈現顯著正相關，胺基酸含量則大多未達顯著相關，只有貯存 4 年烘乾綠茶之香氣為顯著負相關（表十二）。

（二）紅烏龍茶

未貯存烘乾紅烏龍茶臺茶 8 號可溶分、兒茶素類及咖啡因含量顯著高於其他品種，可溶糖含量則呈現相反的結果，小葉種有較高的胺基酸含量，不同品種間紅烏龍茶化學成分之差異相近於綠茶；未貯存烘乾紅烏龍茶不同品種間葉綠素含量差異與烘乾綠茶有相同的結果，不同品種間類胡蘿蔔素含量幾乎未達顯著差異，未貯存日曬紅烏龍茶葉綠素及類胡蘿蔔素含量亦呈現相同的結果（表

九、十)。

貯存 4 年不同品種間烘乾紅烏龍茶可溶分、多元酚類、兒茶素類、咖啡因及胺基酸含量之差異相近於烘乾綠茶，臺茶 12 號可溶糖含量低於其他品種；貯存 4 年不同品種間葉綠素及類胡蘿蔔素含量差異相近於未貯存；貯存 4 年不同品種日曬紅烏龍茶化學成分之差異相近於烘乾紅烏龍茶，葉綠素及類胡蘿蔔素含量差異則相近於未貯存（表九、十）。

無論貯存或乾燥，紅烏龍茶可溶分、多元酚類、兒茶素類及咖啡因含量與品質、水色、香氣及滋味大部分呈現顯著負相關，葉綠素含量與部分品評項目呈現顯著正相關，未貯存可溶糖及類胡蘿蔔素含量為正相關，貯存 4 年則為負相關，胺基酸含量大多未達顯著相關（表十二）。

由上述結果顯示，無論貯存或乾燥，不同品種間綠茶化學成分含量高低約略呈現相同的變化，紅烏龍茶亦有相似的結果。主要是由於品種特性的關係，臺茶 8 號製成綠茶或紅烏龍茶之可溶分、多元酚類、兒茶素類及咖啡因含量顯著高於其他品種；葉綠素及類胡蘿蔔素含量則低於其他品種。綠茶及紅烏龍茶可溶分、多元酚類、兒茶素類及咖啡因含量與品質、水色、香氣及滋味大部分呈現顯著負相關；葉綠素及類胡蘿蔔素含量則與部分品評項目呈現顯著正相關。

徐等（2004）以雲南大葉種製成綠茶之兒茶素含量高於小葉種。吳等（2007）亦指出不同茶季大葉種之兒茶素含量介於 85.11 至 140.67 mg/g，高於小葉種之 79.58 至 117.58 mg/g。蔡等（2004）分析兒茶素之成分中以 EGCG（Epigallocatechin gallate）和 EGC（Epigallocatechin）含量最多，平均約佔 70% 以上，大葉種之兒茶素類含量明顯高於小葉種。本試驗大葉種與小葉種製成綠茶及紅烏龍茶之兒茶素類含量差異亦呈現相近的結果。由於不同品種間化學成分的差異，以致影響緊壓茶適製性及原料品質之優劣。張等（2008）指出南方大葉種碳代謝強烈，多元酚類代謝旺盛，多元酚類、兒茶素類、酯型兒茶素含量及酚/氮比值大，形成茶黃素潛力大，適製紅茶及普洱茶；中小葉種氮代謝及胺基酸代謝旺盛，胺基酸、茶胺酸含量高，其香氣、滋味高爽，適製綠茶。曹等（2010）則指出黔湄系列品種製成普洱茶的胺基酸含量遠遠大於雲南大葉種。本試驗無論綠茶或紅烏龍茶，小葉種皆有較高的胺基酸含量。周（2005）指出雲南大葉種可溶分、多元酚類、兒茶素類、咖啡因及胺基酸含量高於中小葉種，是形成普洱茶甘、滑、醇、厚的品質特徵的關鍵。本試驗大葉種臺茶 8 號可溶分、多元酚類、兒茶素類及咖啡因含量高於小葉種，製成綠茶及紅烏龍茶的品質並未優於小葉種，可能在於栽培環境之氣候因素及品種特性差異的影響。永康山茶亦屬於大葉種，其各種化學成分含量與臺茶 8 號大多呈現顯著差異，可溶分、多元酚類、兒茶素類及咖啡因含量相近於小葉種，製成緊壓綠茶品質尚佳。何等（2009）指出可溶分含量高低直接影響普洱茶品質，而且與其湯色、濃度、滋味密切相關，多元酚類含量相對較高之普洱茶品質較佳，咖啡因及糖類含量並不是主要的影響因子，但能適度提升品質。邵等（1994）亦指出總灰分、可溶分、多元酚類及咖啡因含量與普洱茶品質達顯著正相關，粗纖維含量則呈現顯著負相關。陳香普洱茶之可溶分、胺基酸、多酚類含量皆高於其他普洱茶，可溶分高則滋味濃厚，胺基酸與多元酚類含量高則活性高（周等，2001）。本試驗無論貯存或乾燥，綠茶及紅烏龍茶大部分化學成分與緊壓茶品質呈現負相關，可能在於本試驗品種包括大葉種及小葉種，以致影響相關分析之結果，又本試驗地點為低海拔茶園，製成茶類相異，以及未經渥堆發酵之製程，以致結果不同。由於茶葉化學成分對品質之影響相當複雜，茶葉品質之優劣並非單一化學成分所能決定，係為化學成分綜合之結果，因此，對臺製緊壓茶化學成分與品質之關係尚需持續探討。

結 論

臺灣所處的氣候環境條件、茶園現況、茶樹品種不同於其他產區，以致茶菁原料及加工條件有所差異而影響緊壓茶的品質，以臺灣茶園所生產的茶菁原料，可以產製高品質具有本土風味及安全衛生的緊壓茶類，提供消費者多樣化的選擇。臺製的緊壓茶產品係以臺灣的茶樹品種，以及加工製成各種茶類，不同於普洱茶的生產方式，是值得開發產製的茶葉多樣化產品。不同品種間綠茶及紅烏龍茶品質皆隨著貯存年度略有變化。貯存 4 年烘乾綠茶品質以永康山茶最佳，日曬綠茶則以臺茶 12 號最佳，其次為青心烏龍及永康山茶，大葉種臺茶 8 號綠茶品質皆不佳。烘乾紅烏龍茶品質以臺茶 12 號及青心烏龍最佳，日曬紅烏龍茶則以臺茶 12 號最佳，其次為青心烏龍及大葉烏龍，大葉種臺茶 8 號及永康山茶紅烏龍茶品質皆不佳。以小葉種臺茶 12 號及原生栽培種永康山茶製成緊壓茶類，不但可以縮短貯存年限，而且有良好的品質；大葉種臺茶 8 號因品種特性，製成緊壓綠茶及紅烏龍茶品質皆不佳，其可溶分、兒茶素類及咖啡因含量較高，可能還需要更長時間進行貯存，才能有利於陳化提升品質。無論綠茶或紅烏龍茶，皆隨著貯存年度茶湯綠色度降低，黃色度增加。茶葉化學成分對品質之影響相當複雜，茶葉品質之優劣並非單一化學成分所能決定，係為化學成分綜合影響之結果，關於臺製緊壓茶類在貯存期間化學成分之變化還需要再持續探討。

參考文獻

1. 石昆牧. 2006. 經典普洱名辭釋義. 雲南科技出版社。
2. 甘子能、林義恆. 1987. 應用色差計探討茶湯的水色特徵. 臺灣省茶業改良場 75 年年報 pp. 39-42。
3. 余錦安、鄭混元、羅士凱、蕭建興、胡智益、楊美珠、林金池、吳聲舜、邱垂豐. 2019. 2019 年度命名茶樹新品種臺茶 24 號試驗報告. 臺灣茶業研究彙報 38: 11-28。
4. 何青元、張亞萍、王平盛. 2009. 雲南普洱茶感官品質與內含成分關係研究. 中國農學通報 25: 38-41。
5. 邵宛芳、蔡新、楊樹人、袁唯. 1994. 雲南普洱茶品質與化學成分關係的初步研究. 雲南農業大學學報 9: 17-22。
6. 吳聲舜. 2013. 值得您鑑賞品味的新興特色茶—蜜香茶介紹. 茶業專訊 84: 2-3。
7. 吳聲舜、蕭孟祿. 2013. 臺灣新興特色茶—紅烏龍介紹. 第一屆茶業科技研討會專刊. 茶業改良場編印. pp. 58-65。
8. 吳國豪、古國隆、邱垂豐、劉景平. 2007. 大葉種茶樹採摘時期對芽葉性狀及個別兒茶素含量之影響及性狀間相關性之探討. 作物、環境與生物資訊 4: 161-172。
9. 邱垂豐、林金池、黃正宗、陳國任. 2009. 老品種新創新—小葉種紅茶. 茶業專訊 69: 14。
10. 周紅杰、郭紅芳、曾燕妮、李佳敏、周玲. 2001. 陳香普洱茶品質特點分析. 茶葉 27: 31-34。
11. 周紅杰. 2005. 雲南普洱茶. 宇河文化出版有限公司。
12. 官興麗、尚海軍、梁俊濤、陳孝權、劉敏、白兵、趙亞華. 2012. 雲南西雙版納 7 個產地大樹茶(曬菁毛茶)品質分析. 中國農學通報 28: 297-303。
13. 范宏杰、吳聲舜、鄭混元. 2011. 紅烏龍產製技術之研究. 茶業改良場 99 年年報. pp. 191-194。
14. 夏麗飛、梁名志、王麗、陳玫、楊盛美、蔡麗、孫雲南、李友勇、王平盛、陳劍峰、浦紹柳、蔣曉應、劉軍. 2012. 勐海曬菁茶品質化學研究. 中國農學通報 16: 239-244。
15. 浦紹柳、李雲鋒、伍崗. 2010. 無性系良種與地方群體種曬菁茶品質比較. 中國茶葉加工 112: 18-19。

16. 陸建良、梁月榮、陸建良、梁月榮、龔淑英、顧志蕾、張凌雲、徐月榮. 2002. 茶湯色差與茶葉感官品質相關性研究. 茶葉科學 22: 57-61。
17. 陳信言、吳聲舜、鄭混元、范宏杰. 2008. 手工緊壓茶製作技術之研究. 茶業改良場 96 年年報 pp. 85-86。
18. 陳繼偉、梁名志、王立波、楊毅堅、羅正飛、李朝雲、夏麗飛、王麗. 2011. 古茶園與臺地茶園鮮葉常量成分及成茶品質比較研究. 中國農學通報 27: 339-344。
19. 陳國任、陳俊良. 2004. 不同攪拌次數對白毫烏龍感官品評及水色色差值之影響. 臺灣茶業研究彙報 23: 107-114。
20. 陳惠藏、吳聲舜、陳信言. 2004. 小綠葉蟬吸食茶菁製茶試驗. 臺灣茶業研究彙報 23: 79-90。
21. 徐仲溪、劉仲華、王坤波、劉芳、施玲、高代珍. 2004. 綠茶多酚和兒茶素提取與原料質量關係的研究. 湖南農業大學學報 30: 257-260。
22. 徐仲溪、王坤波、高代珍、徐超富、魏勇. 2005. 原料差異對沱茶品質形成的影響. 湖南農業大學學報 31: 180-182。
23. 張連發. 1995. 綠茶製造法. pp. 1-4. 茶業技術推廣手冊（製茶篇）。臺灣省茶業改良場編印。
24. 張春花、單治國、周紅杰. 2008. 雲南大葉種茶與小葉種茶的差異性與雲南大葉茶最適製普洱茶的分析. 普洱茶科技探究. pp. 125-128. 雲南科技出版社。
25. 曹雨、韓麗、羅顯揚. 2010. 黔湄系列品種與雲南大葉種所製普洱茶的比較分析. 農技服務 27: 1188-1189。
26. 梁名志、夏麗飛、張俊、方成剛、陳繼偉、陳林波、段志芬、孫榮琴. 2006. 老樹茶與臺地茶品質比較研究. 雲南農業大學學報 21: 493-497。
27. 喬小燕、李崇興、黃華林、吳華玲、左成琳、陳棟. 2018. 雲南白鶯山古茶樹曬菁毛茶生化成分分析. 茶葉通訊 45: 19-22。
28. 趙甜甜、劉順航、賈黎暉、徐瓊波、嚴生積、刀德良. 2018. 臺地曬青菁茶與古樹曬青茶滋味品質及主要呈味物質含量的對比研究. 雲南科技管理 4: 39-41。
29. 鄭混元、范宏杰. 2013a. 稀有地方茶樹品種芽葉特性及製茶品質比較研究. 臺灣茶業研究彙報 32: 1-20。
30. 鄭混元、范宏杰. 2013b. 臺灣野生茶樹資源及其利用. 臺灣茶業研究彙報 32: 21-44。
31. 蔡右任、阮逸明. 1987. 茶葉中咖啡因快速簡便測定法之研究. 臺灣茶業研究彙報 6: 1-7。
32. 蔡永生、區少梅、張如華. 1991a. 包種茶茶湯水色 I. 包種茶湯水色與酚類化合物之關係. 臺灣茶業研究彙報 10: 65-75。
33. 蔡永生、區少梅、張如華. 1991b. 包種茶茶湯水色 II. 包種茶水色之判別分析. 臺灣茶業研究彙報 10: 77-87。
34. 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: 115-132。
35. 賴國亮、吳金桃、蘭永輝. 1999. 測色技術在炒菁綠茶品質評價中的應用研究. 福建茶葉 79: 19-21。
36. 賴兆祥、黃國滋、龐式、凌彩金、陳海強. 2009. 陳香茶適製品種篩選研究. 廣東農業科學 10: 54-55、74。
37. 賴凌凌、郭雅玲. 2011. L*a*b*表色系統與綠茶湯色的相關性分析. 熱帶作物學報 32: 1172-1175。
38. 賴凌凌、郭雅玲. 2012. 福建綠茶色度值與茶湯呈色物質的相關性分析. 熱帶作物學報 33:

- 157-161。
39. 嚴俊、林剛. 1995. 測色技術在茶葉色澤及品質評價中的應用研究（二）茶葉色澤的測定. 茶葉通報 17: 1-3。
 40. 嚴俊、林剛、葉付剛、祝紀平. 1997. 測色技術在工夫紅茶品質評價中的應用研究. 中國農學通報 13: 24-26。
 41. Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. Plant Physiol 24: 1-15。
 42. Association of Official Analytical Chemists. 1983. Official methods of analysis. In: W. Horwitz (Ed). Washington D. C., U.S.A.
 43. Iwasa, K. 1975. Methods of chemical analysis of green tea. JARQ. 9: 161-164.
 44. Liu, Q. L., Jiang, Y. W., Jiang, H. Y., Zhang, J. Y., Hua, J. J., Xu, B. and Xue, J. J. 2014. Effect of varieties on tea pigment and chromatic aberration of black tea infusion. Agricultural Science & Technology 15: 1654-1659.
 45. Liang, Y. R., Lu, J. L., Zhang, L. Y., Wu, S. and Wu, Y. 2003. Estimation of black tea quality by analysis of chemical composition and colour difference of tea infusions. Food Chemistry 80: 283-290.
 46. Liang, Y. R., Lu, J. L., Zhang, L. Y., Wu, S. and Wu, Y. 2005a. Estimation of tea quality by infusion colour difference analysis. Journal of the Science of Food and Agriculture 85: 286-295.
 47. Liang, Y. R., Zhang, L. Y. and Lu, J. L. 2005b. A study on chemical estimation of pu-erh tea quality. Journal of the Science of Food and Agriculture 85: 381-390.
 48. Moore, S. and Stein, W. H. 1948. Photometric ninhydrin method for use the chromatograph of amino acid. J. Biol. Chem. 176: 376-388.
 49. Sakar, S. K. and Howarth, R. E. 1976. Specificity of the vanillin in test for flavanols. J. Agric. Food. Chem. 24: 317-320.
 50. Somogyi, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. J. Biol. Chem. 160: 61-68.

表一、不同品種及貯存期間烘乾與日曬緊壓茶感官品評比較

Table 1 Comparison of different cultivars during storage on the sensory evaluation of hot air dried and sun dried compressed tea

			貯存（年）					變異
茶類	乾燥	品種	Storage（years）					係數
Tea type	Drying	Cultivar	0	1	2	3	4	CV
--score--								%
綠茶 Green tea	烘乾	T12	53.1abc	51.4cd	51.8c	54.0ab	55.0cd	2.8
		CH	54.5a	49.7g	54.0b	54.0ab	55.4bc	4.1
		DY	53.8ab	53.0b	54.0b	52.1b	55.4bc	2.3
		T8	49.0f	50.1fg	49.0d	50.5e	52.0e	2.5
		YK	51.6cde	52.3bc	52.0c	51.5cd	56.3a	3.8
	日曬	T12	50.9de	50.4efg	54.0b	54.5a	56.0ab	4.5
		CH	52.3bcd	51.8cd	54.7b	54.8a	55.0cd	2.9
		DY	52.4bcd	54.3a	56.6a	53.2b	54.3d	2.9
		T8	50.4ef	50.9def	51.3c	50.5de	52.0e	1.3
		YK	50.9de	51.3de	53.5b	52.0c	55.4bc	3.5
紅烏龍 Red Oolong	烘乾	T12	53.5abc	55.2ab	54.0e	56.8a	57.5a	3.1
		CH	54.0abc	56.0a	55.0d	55.1b	57.5a	2.4
		DY	53.8abc	54.9ab	55.8c	55.0b	55.7d	1.5
		T8	50.0d	50.7e	50.0g	53.5c	53.5h	3.5
		YK	55.0a	52.3d	52.5f	53.8c	54.5f	2.2
	日曬	T12	52.7bc	54.9ab	56.8a	56.5a	57.0b	3.3
		CH	54.8ab	54.3bc	56.2bc	55.1b	56.2c	1.5
		DY	52.7c	52.7d	56.7ab	53.8c	55.2e	3.2
		T8	49.5d	52.6d	50.0g	53.1c	53.0i	3.4
		YK	53.5abc	53.5cd	54.5de	53.8c	54.0g	0.8

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

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

T12: TTES No.12; CH: Chin-Shin Oolong; DY: Dah-Yeh Oolong; T8: TTES No.8; YK: Yung-Kang wild tea

CV: Coefficient of variation

表二、不同品種及貯存期間烘乾與日曬緊壓茶水色比較

Table 2 Comparison of different cultivars during storage on the liquor color of hot air dried and sun dried compressed tea

茶類 Tea type	乾燥 Drying	品種 Cultivar	貯存 (年) Storage (years)					變異 係數 CV
			0	1	2	3	4	
			-- score --					%
綠茶 Green tea	烘乾	T12	13.4ab	13.2b	13.3d	13.0c	14.0b	2.8
		CH	13.5ab	13.2b	14.0b	13.7b	14.2ab	2.9
		DY	13.5ab	13.0b	14.0b	12.9cd	14.2ab	4.3
		T8	13.5ab	12.4c	13.0e	12.7d	13.0c	3.2
		YK	12.9ab	14.0a	14.0b	13.0c	14.3a	4.7
	日曬	T12	12.9ab	12.4c	14.0b	13.0c	14.0b	5.4
		CH	12.5ab	13.0b	13.7c	14.0a	14.0b	5.0
		DY	12.7ab	14.0a	14.3a	13.7b	14.0b	4.5
		T8	13.9a	12.2c	13.3d	13.0c	13.0c	4.7
		YK	12.4b	14.0a	14.0b	13.5b	14.2ab	5.4
紅烏龍 Red Oolong	烘乾	T12	13.0bc	13.2c	14.0a	14.0a	14.0a	3.7
		CH	13.0bc	13.5bc	13.0bc	13.3c	14.0a	3.1
		DY	14.0a	14.2a	13.3b	13.7b	13.7b	2.5
		T8	12.7c	11.7e	12.0d	13.0d	13.0c	4.8
		YK	14.0a	13.9ab	12.0d	13.0d	13.0c	6.2
	日曬	T12	12.7c	13.2c	14.3a	14.0a	14.0a	4.9
		CH	13.3b	13.5bc	13.2b	13.3c	13.7b	1.5
		DY	12.7c	13.7b	13.2b	14.0a	13.7b	3.8
		T8	12.0d	13.3c	12.0d	13.3c	13.0c	5.3
		YK	12.7c	12.7d	12.5cd	13.0d	13.0c	1.7

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

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

T12: TTES No.12; CH: Chin-Shin Oolong; DY: Dah-Yeh Oolong; T8: TTES No.8; YK: Yung-Kang wild tea

CV: Coefficient of variation

表三、不同品種及貯存期間烘乾與日曬緊壓茶香氣比較

Table 3 Comparison of different cultivars during storage on the aroma of hot air dried and sun dried compressed tea

			貯存（年）					變異
茶類	乾燥	品種	Storage（years）					係數
Tea type	Drying	Cultivar	0	1	2	3	4	CV
-- score --								%
綠茶 Green tea	烘乾	T12	20.3ab	19.5bc	19.0f	20.0a	20.0c	2.6
		CH	21.0a	18.5d	20.0d	20.0a	20.0c	4.5
		DY	21.0a	20.3a	20.0d	20.3a	21.0a	2.2
		T8	18.0g	20.0ab	19.5e	19.5b	19.5d	3.0
		YK	20.0bc	19.0cd	19.0f	19.5b	21.0a	4.2
	日曬	T12	18.3fg	19.0cd	20.5c	20.0a	21.0a	5.6
		CH	19.3cde	19.5bc	21.0b	20.3a	20.5b	3.5
		DY	19.5bcd	20.3a	21.5a	20.3a	20.0c	3.6
		T8	18.5efg	19.5bc	20.0d	19.5b	19.5d	2.8
		YK	19.0def	19.5bc	19.5e	20.0a	20.5b	2.9
紅烏龍 Red Oolong	烘乾	T12	20.5a	21.3b	20.5d	21.3a	22.5a	3.9
		CH	20.0ab	22.3a	21.0c	20.8abc	22.0b	4.4
		DY	20.3ab	21.3b	21.5b	21.0ab	21.5c	2.4
		T8	18.8b	19.3e	20.0e	21.3a	20.0f	4.7
		YK	20.5a	19.3e	20.0e	20.0d	21.0d	3.1
	日曬	T12	19.5ab	20.5c	21.0c	20.5bcd	21.0b	3.0
		CH	20.0ab	20.0cd	21.5b	20.3cd	21.0b	3.2
		DY	20.0ab	19.5de	22.0a	20.0d	20.5c	4.7
		T8	19.5ab	19.3e	20.5d	20.3cd	20.5c	2.9
		YK	19.8ab	19.8de	21.0c	20.0d	20.5c	2.6

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

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

T12: TTES No.12; CH: Chin-Shin Oolong; DY: Dah-Yeh Oolong; T8: TTES No.8; YK: Yung-Kang wild tea

CV: Coefficient of variation

表四、不同品種及貯存期間烘乾與日曬緊壓茶滋味比較

Table 4 Comparison of different cultivars during storage on the taste of hot air dried and sun dried compressed tea

茶類 Tea type	乾燥 Drying	品種 Cultivar	貯存（年） Storage（years）					變異 係數 CV
			0	1	2	3	4	
-- score --								%
綠茶 Green tea	烘乾	T12	19.5de	18.8bcd	19.5b	21.0ab	21.0ab	5.0
		CH	20.0bc	18.0cd	20.0ab	20.3bc	21.3a	6.0
		DY	19.3e	19.8ab	20.0ab	20.0cd	20.3c	1.9
		T8	17.5h	17.8d	16.5d	18.3fg	19.5d	6.1
		YK	18.8f	19.3ab	19.0bc	19.0ef	21.0ab	4.6
	日曬	T12	19.8cd	19.0abc	19.5b	21.5a	21.0ab	5.2
		CH	20.5a	19.3ab	20.0ab	20.5bc	20.5bc	2.6
		DY	20.3ab	20.0a	20.8a	19.3de	20.3c	2.7
		T8	18.0g	19.3ab	18.0c	18.0g	19.5d	4.1
		YK	19.5de	17.8d	20.0ab	18.5efg	20.8abc	6.2
紅烏龍 Red Oolong	烘乾	T12	20.0cd	20.8ab	19.5d	21.5ab	22.5a	5.7
		CH	21.0ab	20.3bc	21.0b	21.0bc	22.0b	2.9
		DY	19.5d	19.5de	21.0b	20.3cd	21.5c	4.4
		T8	18.5e	19.8cde	18.0e	19.3e	20.0f	4.5
		YK	20.5bc	19.3e	20.5c	20.8bc	21.0d	3.2
	日曬	T12	20.5bc	21.3a	21.5a	22.0a	22.0b	2.9
		CH	21.5a	20.8ab	21.5a	21.5ab	21.5c	1.5
		DY	20.0cd	19.5de	21.5a	19.8de	21.0d	4.2
		T8	18.0e	20.0cd	17.5f	19.5de	19.5g	5.7
		YK	21.0ab	21.0a	21.0b	20.8bc	20.5e	1.1

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

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

T12: TTES No.12; CH: Chin-Shin Oolong; DY: Dah-Yeh Oolong; T8: TTES No.8; YK: Yung-Kang wild tea

CV: Coefficient of variation

表五、不同品種及貯存期間烘乾與日曬緊壓茶茶湯水色 L 值比較

Table 5 Comparison of different cultivars during storage on the tea liquor L value of hot air dried and sun dried compressed tea

茶類 Tea type	乾燥 Drying	品種 Cultivar	貯存（年） Storage（years）					變異 係數 CV
			0	1	2	3	4	
綠茶 Green tea	烘乾	T12	90.0a	77.4bc	74.5bcd	78.5abc	80.6bc	7.4
		CH	87.3a	82.5a	73.2bcd	79.0ab	81.3abc	6.4
		DY	86.5a	79.4abc	77.9ab	78.9ab	82.3abc	4.3
		T8	83.0a	80.9ab	67.6d	81.4a	84.8a	8.6
		YK	82.2a	72.1d	69.7cd	77.0bc	78.8c	6.7
	日曬	T12	86.3a	77.2bc	84.0a	77.4bc	82.2abc	5.0
		CH	83.4a	80.8ab	79.2ab	81.7a	83.5ab	2.2
		DY	88.2a	79.6abc	76.3bc	76.8bc	81.2abc	6.0
		T8	87.5a	83.5a	73.2bcd	78.2abc	83.0ab	6.8
		YK	86.3a	76.3cd	73.9bcd	74.9c	80.3bc	6.5
紅烏龍 Red Oolong	烘乾	T12	77.0ab	75.7a	74.9a	74.6ab	75.7a	1.2
		CH	77.7a	68.9d	75.0a	72.5abc	76.6a	4.8
		DY	76.2ab	72.0bc	74.2a	70.7c	76.2a	3.4
		T8	71.0cd	63.7e	60.0bc	63.7d	66.7b	6.3
		YK	76.4ab	69.2cd	65.6b	64.2d	69.2b	6.9
	日曬	T12	76.0ab	73.5ab	77.3a	75.7a	77.9a	2.2
		CH	77.4a	70.5cd	72.6a	71.7bc	79.7a	5.3
		DY	73.4bc	69.7cd	73.6a	70.6c	77.3a	4.1
		T8	67.6d	64.0e	57.8c	63.1d	69.6b	7.1
		YK	70.5cd	71.0bcd	66.0b	64.7d	70.7b	4.4

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

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

T12: TTES No.12; CH: Chin-Shin Oolong; DY: Dah-Yeh Oolong; T8: TTES No.8; YK: Yung-Kang wild tea

CV: Coefficient of variation

表六、不同品種及貯存期間烘乾與日曬緊壓茶茶湯水色 a 值比較

Table 6 Comparison of different cultivars during storage on the tea liquor a value of hot air dried and sun dried compressed tea

茶類 Tea type	乾燥 Drying	品種 Cultivar	貯存（年） Storage（years）					變異 係數
			0	1	2	3	4	CV
綠茶 Green tea	烘乾	T12	-2.32d	3.87b	5.53c	7.02bc	7.16a	91.9
		CH	-1.11bc	3.14c	5.23c	5.87d	6.91a	79.2
		DY	-1.30bc	4.25a	6.27b	7.15bc	7.10a	75.6
		T8	-0.62abc	2.05e	4.27d	3.73e	3.45c	76.3
		YK	-1.22bc	4.24a	5.53c	7.51bc	7.25a	76.1
	日曬	T12	-1.46cd	2.65d	4.09d	6.88c	5.22b	91.0
		CH	-0.14a	2.89cd	4.29d	5.76d	5.02b	65.3
		DY	-1.03abc	4.52a	7.17a	7.98ab	7.54a	71.7
		T8	-0.88abc	2.20e	4.16d	4.56e	3.87c	80.4
		YK	-0.54ab	3.67b	5.50c	8.79a	7.49a	73.3
紅烏龍 Red Oolong	烘乾	T12	2.66d	5.3d	5.69de	7.01e	7.13ef	32.5
		CH	2.81cd	8.09bc	9.23bc	10.20cd	8.75de	37.1
		DY	4.57c	8.38b	7.90cde	9.84d	8.90d	25.3
		T8	8.82b	15.16a	15.08a	18.23a	16.22a	24.0
		YK	4.87c	9.43b	10.93b	15.39b	12.78b	36.9
	日曬	T12	2.49d	6.2d	5.31e	6.09e	6.07f	30.1
		CH	4.71c	9.11b	8.64bcd	12.03c	6.39f	34.1
		DY	4.56c	7.95bc	9.52bc	9.88d	7.66def	26.6
		T8	10.74a	14.56a	14.3a	17.95a	13.79b	18.0
		YK	7.48b	9.23b	11.14b	16.4ab	11.13c	30.2

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

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

T12: TTES No.12; CH: Chin-Shin Oolong; DY: Dah-Yeh Oolong; T8: TTES No.8; YK: Yung-Kang wild tea

CV: Coefficient of variation

表七、不同品種及貯存期間烘乾與日曬緊壓茶茶湯水色 b 值比較

Table 7 Comparison of different cultivars during storage on the tea liquor b value of hot air dried and sun dried compressed tea

茶類 Tea type	乾燥 Drying	品種 Cultivar	貯存 (年) Storage (years)					變異 係數 CV %
			0	1	2	3	4	
綠茶 Green tea	烘乾	T12	14.6a	25.0bc	25.7cd	28.6cd	28.8ab	23.7
		CH	13.3a	25.4ab	24.9cd	27.9d	31.2a	27.6
		DY	12.5a	28.2a	29.1ab	30.7bc	30.3a	29.4
		T8	12.8a	18.3e	18.7e	20.5f	19.4c	16.7
		YK	13.4a	24.7b	26.0cd	30.2bc	30.3a	27.7
	日曬	T12	14.5a	21.5cd	26.3cd	30.8bc	28.9ab	26.8
		CH	13.7a	21.0de	23.7d	28.6cd	26.8b	25.7
		DY	15.6a	26.8ab	30.6a	31.7ab	31.1a	24.8
		T8	12.9a	18.2e	20.2e	23.4e	20.0c	20.4
		YK	15.2a	24.4bc	27.3bc	33.7a	31.0a	27.2
紅烏龍 Red Oolong	烘乾	T12	30.3cd	30.0e	30.1e	30.8bc	32.6cde	3.5
		CH	33.6ab	30.4de	35.4bc	34.6abc	34.6abc	5.8
		DY	36.5a	34.5ab	33.7a	34.5abc	35.7ab	3.2
		T8	35.6a	35.2a	33.1d	36.7a	36.6a	4.1
		YK	34.5ab	33.7abcd	33.3d	36.0ab	36.5a	4.0
	日曬	T12	27.5d	31.0cde	30.4e	29.8c	31.8de	5.4
		CH	34.2ab	33.0abcde	32.8d	36.5a	31.1e	6.0
		DY	32.2bc	31.7bcde	36.0ab	32.9abc	33.8bcd	5.1
		T8	35.9a	34.8ab	30.6e	35.9ab	35.9ab	6.6
		YK	34.8ab	34.2abc	34.1cd	37.2a	35.6ab	3.6

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

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

T12: TTES No.12; CH: Chin-Shin Oolong; DY: Dah-Yeh Oolong; T8: TTES No.8; YK: Yung-Kang wild tea

CV: Coefficient of variation

表八、不同品種及貯存期間烘乾與日曬緊壓茶茶湯水色 ΔE 比較Table 8 Comparison of different cultivars during storage on the tea liquor ΔE value of hot air dried and sun dried compressed tea

茶類	乾燥	品種	貯存（年）					變異 係數
			Storage（years）					
Tea type	Drying	Cultivar	0	1	2	3	4	CV
								%
綠茶 Green tea	烘乾	T12	14.9a	26.7bc	33.0ab	29.8cd	32.0ab	26.9
		CH	14.9a	24.9cd	32.6ab	28.8d	33.8a	28.2
		DY	14.9a	28.5ab	33.2a	31.6bc	32.6ab	27.1
		T8	17.1a	19.1f	32.9ab	20.8f	21.3d	27.8
		YK	18.1a	29.5a	35.9a	31.9bc	34.3a	23.5
	日曬	T12	16.3a	23.7d	29.0bc	32.1b	31.0bc	24.7
		CH	17.4a	21.6e	27.9c	28.7d	28.6c	20.6
		DY	16.3a	27.4b	35.7a	33.4b	33.9a	27.0
		T8	13.9a	17.8f	29.3a	24.7e	23.1d	27.6
		YK	16.9a	26.8bc	34.0a	36.6a	34.2a	27.1
紅烏龍 Red Oolong	烘乾	T12	34.7ef	32.1d	35.8de	33.2c	37.8cd	6.4
		CH	37.4de	36.5bc	40.7bcd	38.2b	38.2c	4.1
		DY	40.7bc	38.3b	38.6cde	38.6b	40.4c	2.9
		T8	43.2ab	45.2a	49.7a	46.3a	48.5a	5.6
		YK	38.8cd	39.2b	44.8ab	44.6a	45.8ab	7.9
	日曬	T12	32.9f	34.1cd	34.5e	31.8c	35.7de	4.4
		CH	38.1cd	37.9b	39.6bcde	40.5b	34.3e	6.2
		DY	38.4cd	37.1bc	41.9bc	37.4b	38.0cd	5.0
		T8	45.9a	44.5a	49.5a	46.0a	45.5b	4.1
		YK	42.7b	38.7b	45.2ab	45.6a	43.8b	6.4

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

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

T12: TTES No.12; CH: Chin-Shin Oolong; DY: Dah-Yeh Oolong; T8: TTES No.8; YK: Yung-Kang wild tea

CV: Coefficient of variation

表九、不同品種及貯存期間烘乾與日曬緊壓茶化學成分含量比較

Table 9 Comparison of different cultivars during storage on the chemical components content of hot air dried and sun dried compressed tea

茶類	貯存 (年)	乾燥	品種	可溶分	多元酚類	兒茶素類	咖啡因	可溶糖	胺基酸
Tea type	Storage (years)	Drying	Cultivar	Soluble solids	Poly- phenols	Catechins	Caffeine	Soluble sugar	Amino acid
--mg/g--									
綠茶 Green tea	0	烘乾	T12	311.4c	—	101.0d	35.6b	42.7c	23.3a
			CH	328.1b	—	114.4c	37.2b	47.0b	22.2ab
			DY	330.7b	—	133.7bc	37.3b	41.6c	17.8bc
			T8	402.4a	—	154.6a	52.3a	31.4d	16.9c
			YK	340.7b	—	125.0b	38.5b	52.2a	16.1c
	4	烘乾	T12	302.8d	98.5ef	75.4c	38.8e	33.3ab	14.6b
			CH	321.6bc	105.2de	92.6b	39.5de	36.5a	15.6a
			DY	306.8cd	109.3cd	90.0b	40.2cde	29.0cd	12.7d
			T8	396.8a	185.1a	132.8a	59.7a	26.0de	15.2ab
			YK	328.2b	120.0b	91.4b	40.3cde	34.7ab	11.8e
		日曬	T12	304.6d	92.6f	74.0c	39.7de	35.3a	14.9b
			CH	326.5b	112.3cd	93.7b	41.3c	33.5ab	14.9b
			DY	308.8cd	106.8d	89.4b	40.9cd	31.4bc	12.7cd
			T8	395.1a	184.1a	128.4a	57.2b	24.6e	13.3c
			YK	327.0b	116.7bc	91.8b	40.5cd	35.3a	11.9e
紅烏龍 Red Oolong	0	烘乾	T12	243.0c	—	35.0d	37.0b	35.7ab	20.9ab
			CH	277.9b	—	54.6b	36.9b	38.2ab	23.8a
			DY	286.5b	—	54.8b	39.0b	37.3ab	23.1a
			T8	348.7a	—	79.2a	45.6a	34.2b	16.2bc
			YK	254.1c	—	43.3c	35.8b	39.9a	14.1c
	4	烘乾	T12	244.4d	45.1e	21.7e	42.3cd	16.1c	13.8ab
			CH	267.3bc	61.1bc	36.3bc	43.8c	21.7ab	14.2a
			DY	265.3bc	64.8b	39.2b	43.1cd	21.8ab	14.3a
			T8	340.7a	120.0a	64.9a	53.1b	20.3ab	12.8b
			YK	252.4cd	57.0cd	28.6d	42.6cd	18.9bc	10.9c
		日曬	T12	240.1d	45.9e	20.0e	43.6cd	16.4c	13.4ab
			CH	271.0bc	55.5d	34.5cd	42.3cd	21.8ab	14.5a
			DY	273.5b	62.9b	34.3bcd	43.5cd	19.6abc	13.8ab
			T8	336.8a	119.6a	61.0a	55.8a	23.1a	13.7ab
			YK	257.3bcd	57.6cd	34.9bc	41.4d	21.7ab	10.4c

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

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

T12: TTES No.12; CH: Chin-Shin Oolong; DY: Dah-Yeh Oolong; T8: TTES No.8; YK: Yung-Kang wild tea

表十、不同品種及貯存期間烘乾與日曬緊壓茶葉綠素及類胡蘿蔔素含量比較

Table 10 Comparison of different cultivars during storage on the chlorophyll and carotenoid content of hot air dried and sun dried compressed tea

茶類 Tea type	貯存 (年) Storage (years)	乾燥 Dry- ing	品種 Cul- tivar	葉綠素 Chlorophyll			類胡蘿蔔素 Carotenoid	
				a	b	a+b		
綠茶 Green tea	0	烘乾	T12	24.5a	--mg/g-- 9.8a	34.2a	58.0ab	
			CH	20.5cd	9.7a	30.3bcd	55.1ab	
			DY	20.4cd	9.2a	29.6cd	52.4ab	
			T8	8.0f	3.2d	11.2g	23.7e	
			YK	16.2e	6.8b	23.0e	42.8cd	
		日曬	T12	23.1ab	10.1a	23.2ab	59.4a	
			CH	18.9d	9.1a	28.0d	50.5bc	
			DY	21.7bc	9.8a	31.5abc	55.6ab	
			T8	7.2f	3.0d	10.2g	20.8e	
			YK	14.5e	5.4c	19.9f	38.9d	
		4	烘乾	T12	17.6a	3.5ab	21.1a	42.7a
				CH	15.6b	3.1b	18.7b	38.9a
				DY	17.4a	3.7a	21.1a	40.5a
				T8	7.3d	1.6c	8.9d	21.7b
			日曬	YK	13.1c	3.0b	16.1c	35.5a
				T12	17.6a	3.4a	21.0ab	41.7ab
	CH			18.5a	3.7a	22.2a	45.9a	
	DY			18.5a	3.8a	22.3a	45.5a	
	紅烏龍 Red Oolong	0	烘乾	T12	22.6a	12.6a	35.2a	82.4a
				CH	17.1bc	9.7b	26.8bc	73.4ab
				DY	18.4bc	9.4bc	27.8bc	76.6ab
				T8	8.0e	4.2g	12.2f	70.2bc
				YK	14.5d	7.7e	22.2de	74.3ab
			日曬	T12	19.1b	9.5bc	28.7b	70.8bc
CH				16.5cd	8.8cd	25.3c	72.2bc	
DY				16.3cd	8.6d	24.9cd	70.7bc	
T8				7.5e	3.8g	11.2f	63.7c	
YK				14.4d	6.6f	21.0e	67.6bc	
4			烘乾	T12	16.3a	6.3ab	22.6a	45.5b
				CH	15.5ab	5.3ab	20.7ab	49.9ab
				DY	15.8ab	4.1b	19.9b	47.7ab
				T8	8.5c	4.7ab	13.2c	55.7a
			日曬	YK	13.6b	6.6a	20.2ab	52.3ab
				T12	17.9a	6.6a	24.5a	46.8abc
		CH		14.7b	5.1a	19.8bc	44.7bc	
		DY		16.2ab	5.9a	22.0ab	51.5a	
4		烘乾	T8	7.4d	4.3a	11.7d	51.0ab	
			YK	12.2c	5.7a	17.9c	44.4c	

表中直行有相同英文字母者表示差異未達 5 % 顯著。

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

T12: TTES No.12; CH: Chin-Shin Oolong; DY: Dah-Yeh Oolong; T8: TTES No.8; YK: Yung-Kang wild tea

表十一、緊壓茶品質與茶湯水色色差值之相關分析

Table 11 Correlation analysis for compressed tea quality and color difference of tea liquor

色差 Color Differ- ence	乾燥 Dry- ing	貯存 (年) Storage (years)	綠茶 Green tea				紅烏龍 Red Oolong			
			品質	水色	香氣	滋味	品質	水色	香氣	滋味
			Quality	Liquor color	Aroma	Taste	Quality	Liquor color	Aroma	Taste
L	烘乾	0	0.695	0.520	0.573	0.714	0.913**	0.408	0.893**	0.889**
		1	-0.631	-0.784*	0.095	-0.580	0.724	0.618	0.540	0.465
		2	0.794*	0.471	0.426	0.820*	0.943**	0.870*	0.783*	0.706
		3	-0.359	-0.293	-0.116	-0.389	0.941**	0.867*	0.404	0.720
		4	-0.898**	-0.835*	-0.612	-0.898**	0.541	0.949**	0.893**	0.907**
	日曬	0	-0.286	0.449	-0.134	-0.442	0.785*	0.872*	0.418	0.760*
		1	0.083	-0.498	0.230	0.597	0.789*	-0.188	0.867*	0.647
		2	0.339	0.302	0.387	0.223	0.966**	0.938**	0.658	0.901**
		3	0.455	0.399	0.205	0.390	0.898**	0.732	0.492	0.722
		4	-0.350	-0.525	-0.155	-0.350	0.665	0.927**	0.752	0.914**
a	烘乾	0	-0.496	0.068	-0.481	-0.572	-0.795*	-0.208	-0.836*	-0.825*
		1	0.833**	0.751	-0.049	0.905**	-0.854*	-0.706	-0.682	-0.493
		2	0.809*	0.711	0.152	0.852*	-0.830*	-0.909**	-0.583	-0.578
		3	0.419	0.171	0.419	0.559	-0.945**	-0.908**	-0.264	-0.787*
		4	0.965**	0.977**	0.697	0.965**	-0.626	-0.924**	-0.974**	-0.932**
	日曬	0	0.354	-0.357	0.568	0.205	-0.669	-0.696	-0.286	-0.678
		1	0.848*	0.934**	0.780*	0.125	-0.656	-0.046	-0.763*	-0.414
		2	0.704	0.741	0.415	0.718	-0.877**	-0.985**	-0.411	-0.813*
		3	0.173	0.267	0.525	0.026	-0.830*	-0.850*	-0.401	-0.605
		4	0.470	0.738	0.215	0.470	-0.731	-0.940**	-0.759*	-0.971**
b	烘乾	0	0.201	-0.210	0.147	0.371	-0.229	0.400	-0.408	-0.408
		1	0.612	0.521	-0.111	0.747	-0.753	-0.211	-0.708	-0.841*
		2	0.858*	0.771*	0.151	0.906**	0.178	-0.453	0.328	0.461
		3	0.481	0.327	0.548	0.597	-0.986**	-0.921**	-0.401	-0.768*
		4	0.963**	0.991**	0.679	0.963**	-0.245	-0.845*	-0.885**	-0.877**
	日曬	0	0.405	-0.704	0.472	0.588	-0.206	-0.216	0.254	-0.272
		1	0.747	0.911**	0.644	0.031	-0.521	-0.431	-0.635	-0.124
		2	0.845*	0.992**	0.408	0.892*	0.423	-0.112	0.798*	0.486
		3	0.420	0.351	0.665	0.272	-0.658	-0.924**	-0.482	-0.339
		4	0.808*	0.943**	0.619	0.808*	-0.649	-0.888**	-0.922**	-0.940**
ΔE	烘乾	0	-0.756*	-0.734	-0.630	-0.699	-0.623	0.039	-0.738	-0.715
		1	0.774**	0.826*	-0.179	0.859*	-0.836*	-0.555	-0.688	-0.649
		2	-0.047	0.382	-0.575	0.006	-0.853*	-0.943**	-0.652	-0.561
		3	0.469	0.319	0.493	0.576	-0.986**	-0.928**	-0.377	-0.773*
		4	0.985**	0.995**	0.695	0.985**	-0.529	-0.979**	-0.962**	-0.976**
	日曬	0	0.629	-0.974**	0.535	0.900**	-0.539	-0.583	-0.080	-0.565
		1	0.539	0.864*	0.412	-0.183	-0.717	-0.064	-0.816*	-0.458
		2	0.495	0.702	0.092	0.592	-0.857*	-0.985**	-0.402	-0.782*
		3	0.250	0.244	0.531	0.123	-0.827*	-0.881**	-0.473	-0.573
		4	0.744	0.903**	0.539	0.744	-0.689	-0.931**	-0.822*	-0.950**

n=5 0.05=0.7545, 0.01=0.8745 *, ** denote significance at 5% and 1% level, respectively

表十二、緊壓茶品質與化學成分之相關分析

Table 12 Correlation analysis for compressed tea quality and chemical components

貯存 (年) Storage (years)	乾燥 Dry- ing	化學成分 Chemical components	綠茶 Green tea				紅烏龍 Red Oolong			
			品質 Quality	水色 Liquor color	香氣 Aroma	滋味 Taste	品質 Quality	水色 Liquor color	香氣 Aroma	滋味 Taste
0	烘乾	可溶分	-0.886**	0.118	-0.900**	-0.922**	-0.878**	-0.429	-0.956**	-0.759*
		兒茶素類	-0.722	0.138	-0.687	-0.836*	-0.822*	-0.401	-0.944**	-0.675
		咖啡因	-0.892**	0.205	-0.932**	-0.918**	-0.969**	-0.510	-0.936**	-0.902**
		可溶糖	0.570	-0.685	0.678	0.647	0.886**	0.726	0.676	0.793*
		胺基酸	0.614	0.438	0.461	0.699	0.209	-0.096	0.248	0.292
		葉綠素 a	0.887**	0.057	0.869*	0.914**	0.659	0.233	0.836*	0.539
		葉綠素 b	0.968**	0.122	0.945**	0.972**	0.638	0.134	0.805*	0.583
		葉綠素	0.920**	0.079	0.900**	0.939**	0.653	0.198	0.826*	0.556
		類胡蘿蔔素	0.945**	0.069	0.927**	0.963**	0.458	0.152	0.738	0.265
	日曬	葉綠素 a	0.617	-0.662	0.272	0.872*	0.775*	0.758*	0.348	0.798*
		葉綠素 b	0.701	-0.604	0.320	0.887**	0.766*	0.790*	0.423	0.759*
		葉綠素	0.911**	-0.759*	0.704	0.965**	0.774*	0.771*	0.372	0.788*
		類胡蘿蔔素	0.628	-0.679	0.281	0.885**	0.847*	0.897**	0.594	0.809*
4	烘乾	可溶分	-0.854*	-0.896**	-0.589	-0.854*	-0.927**	-0.543	-0.826*	-0.678
		多元酚類	-0.871*	-0.914**	-0.515	-0.871*	-0.904**	-0.614	-0.875**	-0.746
		兒茶素類	-0.846*	-0.866*	-0.514	-0.846*	-0.865*	-0.525	-0.833*	-0.684
		咖啡因	-0.940**	-0.964**	-0.619	-0.940**	-0.950**	-0.557	-0.810*	-0.672
		可溶糖	0.776*	0.766*	0.247	0.776*	-0.089	-0.061	-0.338	-0.193
		胺基酸	-0.585	-0.510	-0.919**	-0.585	-0.113	0.824*	0.523	0.645
		葉綠素 a	0.752	0.819*	0.486	0.752	0.812*	0.801*	0.929**	0.848*
		葉綠素 b	0.831*	0.880**	0.648	0.831*	0.474	-0.051	0.321	0.205
		葉綠素	0.767*	0.831*	0.513	0.767*	0.865*	0.697	0.923**	0.814*
		類胡蘿蔔素	0.821*	0.871*	0.508	0.821*	-0.560	-0.843*	-0.925**	-0.833*
	日曬	可溶分	-0.892**	-0.915**	-0.779*	-0.892**	-0.769*	-0.608	-0.503	-0.765*
		多元酚類	-0.934**	-0.923**	-0.846*	-0.934**	-0.871*	-0.658	-0.548	-0.808*
		兒茶素類	-0.949**	-0.882**	-0.891**	-0.949**	-0.721	-0.758*	-0.595	-0.868*
		咖啡因	-0.939**	-0.982**	-0.817*	-0.939**	-0.928**	-0.473	-0.365	-0.638
		可溶糖	0.990**	0.951**	0.924**	0.990**	-0.226	-0.810*	-0.494	-0.780*
		胺基酸	0.243	-0.034	0.439	0.243	-0.090	0.560	0.452	0.378
		葉綠素 a	0.812*	0.871*	0.699	0.812*	0.659	0.900**	0.585	0.916**
		葉綠素 b	0.799*	0.928**	0.640	0.799*	0.467	0.667	0.347	0.712
		葉綠素	0.812*	0.881**	0.693	0.812*	0.638	0.875**	0.559	0.898*
		類胡蘿蔔素	0.748	0.828*	0.631	0.748	-0.736	-0.047	-0.519	-0.362

n=5 0.05=0.7545, 0.01=0.8745 *, ** denote significance at 5% and 1% level, respectively

Study on the Quality, Liquor Color and Chemical Component Changes of Compressed Tea Made from Different Taiwan Tea Cultivars

Hun-Yuan Cheng Chin-An Yu Horng-Jey Fan¹

Summary

The purpose of this experiment was to understand the quality, liquor color and chemical components of compressed tea made from different Taiwan tea cultivars, so as to screen out suitable cultivars and provide a reference basis for compressed tea raw materials. The tested cultivars (lines) included TTES No. 12, Chin-Shin Oolong, Dah-Yeh Oolong, TTES No. 8 (large-leaf cultivar) and Yung-kang wild tea. Green tea and red oolong tea were made by hot air dried and sun dried respectively, and compressed into Tuocha for storage for 0 to 4 years. The results showed that the quality of green tea and red oolong tea among different cultivars changed slightly with the storage year. The best hot air dried green tea stored for 4 years was Yung-kang wild tea, and the best sun-dried green tea was TTES No. 12, followed by Chin-Shin Oolong and Yung-kang wild tea. TTES No. 8 green tea was of poor quality. The quality of hot air dried red oolong tea was best in TTES No. 12 and Chin-Shin Oolong. Sun-dried red oolong tea was best in TTES No. 12, followed by Chin-Shin Oolong and Dah-Yeh Oolong. The red oolong tea quality of TTES No. 8 and Yung-kang wild tea was not good. No matter the hot air dried and sun dried green tea, The a, b and ΔE of tea liquor had not reached significant differences among TTES No. 12, Chin-Shin Oolong, Dah-Yeh Oolong and Yung-kang wild tea for storage 4 years, but the difference was higher than TTES No. 8. No matter the hot air dried and sun dried red oolong tea, the L, a, b and ΔE of tea liquor was significant differences in some cultivars for storage 4 years, with the lowest L value and a, b, ΔE values of TTES No. 8. The unfermented green tea made from large-leaf cultivar TTES No. 8 had the brightest tea liquor after storage, with the highest greenness and the lowest yellowness among different cultivars; the heavily fermented red oolong tea had the lowest brightness, the lowest greenness, and the highest yellowness. No matter the hot air dried and sun dried green tea or red oolong tea, the same results were shown; and the greenness of the tea liquor decreases with the storage year, and the yellowness increases. No matter the storage and dried, the level of green tea chemical component content among different cultivars had the same change, and the red oolong tea had similar results. The soluble solids, polyphenols, catechins and caffeine content of TTES No. 8 were significantly higher than other cultivars; the content of chlorophyll and carotenoids was lower than other cultivars. Due to the influence of the liquor color and chemical components of the tea leaves, the quality of compressed green tea and red oolong tea was not good.

Key words: Tea tree, Cultivar, Compressed tea, Quality

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

臺灣優良茶比賽入選茶樣化學成分差異之探討

郭芷君 黃宜翰 楊美珠^{1,*}

摘 要

本試驗收集臺灣特色茶優良茶比賽入選茶樣，均是利用小葉種茶芽製成，包含 1 種綠茶、6 種部分發酵茶及 2 種紅茶，共計 9 種特色茶，以高效液相層析儀 (high performance liquid chromatography, HPLC) 及液相層析串聯質譜儀 (Liquid chromatography-mass spectrometry, LC-MSMS) 進行化學成分組成之分析。試驗結果顯示沒食子酸及兒茶素類其 LC-MSMS 離子豐度與 HPLC 測定含量具高度相關性，顯示離子豐度可良好推測該化合物之相對含量。兒茶素類是綠茶、文山包種茶、高山烏龍茶、凍頂烏龍茶及木柵鐵觀音茶之主要成分，並且推測兒茶素類二聚體多寡取決於單體的含量，烏龍茶質類雖然各茶類皆可被偵測到，然在東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶其離子豐度較高，茶黃質類則僅能於東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶被偵測到，是該茶類之特色成分之一，沒食子酸、奎寧酸類與黃酮醇糖苷類則普遍存在於各茶類當中，但於各茶類所佔比例有所不同。綜上，各茶類化學成分隨著採摘標準與加工製程的不同而有所差異，故特定的指標性成分與含量於未來可作為臺灣特色茶分類之參考依據。

關鍵字：液相層析串聯質譜儀、烏龍茶質類、茶黃質類

前 言

茶葉富含機能性成分，兒茶素類 (Catechins) 便佔了茶葉中多元酚類的 80% (甘, 1984)。Maki 等人認為攝取兒茶素可有效降低受試者的體重及脂肪 (Maki et al., 2009)，且可降低 BMI 值及腰圍 (Nagao et al., 2005, 2007)。茶葉中的兒茶素經過發酵製程，依據茶葉發酵程度會氧化聚合成烏龍茶質類 (Theasinsins)、茶黃質類 (Theaflavins) 或茶紅質類 (Thearubigins) 等，大鼠於高脂肪飲食試驗當中投入前述三種物質，則其肝臟的膽固醇相較於對照組皆有降低的現象，並且類固醇有隨著糞便被排出的趨勢 (Miyata et al., 2011)，此外，烏龍茶質可減少小鼠受到化療藥物所造成的肝腎傷害 (辛等人, 2002)。Pan (2000) 則發現烏龍茶質與茶黃質可使癌細胞進行細胞凋亡，癌細胞會隨著施用的多酚濃度越高，生長量越低，並且烏龍茶質及茶黃質能同時抑制癌細胞的 PARP。黃酮醇亦屬多酚類，其 C-3 位置易糖苷化，使其通常以糖苷形式存在於植體中，黃酮醇非糖苷部分稱為黃酮醇苷元，以山奈素 (Kaempferol)、槲皮素 (Quercetin)、楊梅素 (Myricetin) 較常見，黃酮醇類主要存在於葉片、花及果皮等表面 (Aherne et al., 2002)。

已知茶葉的化學成分會受到茶樹品種、產製季節、栽培管理方式、氣候土宜、採摘程度及製茶加工方式的影響 (林等, 2010; 邱, 2008; 松永等, 2016; Aherne et al., 2002; Jolvis Pou, 2016; Lin et al., 2003)，尤以製茶加工方式造成成分變化最為複雜，然臺灣特色茶種類繁多，不發酵茶

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

*通訊作者

的代表茶類有三峽碧螺春綠茶，部分發酵茶的代表茶類有文山包種茶、高山烏龍茶、凍頂烏龍茶、木柵鐵觀音茶、東方美人茶及紅烏龍茶，紅茶類的代表茶類有小葉種紅茶、蜜香紅茶及大葉種紅茶，鮮少研究能針對臺灣特色茶有完整茶樣的蒐集及化學組成成分之研究，本試驗參考楊等人（2019）之分析方式及化合物鑑定結果進行後續分析，期能解構臺灣特色茶主要機能性成分變化，以及建立後續分級與分類之重要指標。

材料與方法

一、試驗材料：

(一)選擇以小葉種茶芽加工之臺灣特色茶，從各優良茶比賽取樣，茶樣來源包括：

1. 臺灣綠茶：108 年新北市三峽春季碧螺春優良茶比賽頭獎 1 點、金獎 1 點、銀獎 1 點、優良 2 點。
2. 清香型條形包種茶（文山包種茶）：108 年新北市坪林文山包種優良茶比賽頭等獎 1 點、貳等獎 1 點、參等獎 1 點、優良獎 2 點。
3. 清香型球形烏龍茶（高山烏龍茶）：108 年嘉義縣梅山鄉高山烏龍茶優良茶比賽，青心烏龍組：金質獎 1 點、優良獎 1 點；金萱（臺茶 12 號）組：金質獎 1 點、優良獎 1 點、優等獎 1 點。
4. 東方美人茶：108 年新竹縣東方美人茶（膨風茶）優良茶比賽頭等 2 點；108 年苗栗縣東方美人茶比賽茶頭等獎 1 點、貳等獎 1 點；108 年全國東方美人茶優良茶比賽貳等獎 1 點。
5. 焙香型球形烏龍茶
 - (1) 凍頂烏龍茶：108 年南投竹山鄉杉林溪春茶評鑑，青心烏龍組：頭等獎 2 點、貳等獎 1 點；金萱（臺茶 12 號）組：頭等獎 1 點、貳等獎 1 點。
 - (2) 鐵觀音茶：108 年木柵區春季優良鐵觀音茶比賽：頭等獎 2 點、貳等獎 2 點、參等獎 1 點。
 - (3) 紅烏龍茶：108 年臺東鹿野紅烏龍評鑑金獎 3 點、銀獎 2 點。
6. 臺灣紅茶：
 - (1) 小葉種紅茶：108 年南投名間鄉小葉種紅茶優良茶比賽頭等獎 1 點、金牌獎 1 點，108 年桃園市優質紅茶評鑑比賽金質獎 2 點、優質獎 1 點。
 - (2) 蜜香紅茶：108 年花蓮瑞穗鄉蜜香紅茶評鑑金獎 1 點、銀獎 3 點、銅獎 1 點，係使用小葉種品種（臺茶 12 號或大葉烏龍）製成。

(二)試驗藥劑：(-)-epi-gallocatechin (EGC)($\geq 95\%$)、(-)-epi-catechin (EC)($\geq 98\%$)、(-)-epi-gallocatechin gallate (EGCG)($\geq 95\%$)，(-)-catechin (C)($\geq 98\%$)、(-)-gallocatechin gallate (GCG)($\geq 98\%$)、(-)-epi-catechin gallate (ECG)($\geq 98\%$)、(-)-gallocatechin (GC)($\geq 98\%$)、(-)-catechin gallate (CG)($\geq 98\%$)、沒食子酸 (gallic acid)、咖啡因 (caffeine) 皆購自 Sigma-Aldrich (USA) 公司。Acetonitrile (LC grade) 及 formic acid (LC grade, 85%) 皆購自 Merck (Darmstadt, Germany)。

二、分析方法：

- (一)樣品處理：茶樣以均質機磨粉處理後秤取 0.5 克茶粉，以 90℃ 熱水萃取 20 分鐘，抽氣過濾待冷並定量至 50 毫升，每樣品萃取三重複並進行分析，平均值作為該樣品之分析結果。
- (二)個別兒茶素及咖啡因高效液相層析儀 (high performance liquid chromatography, HPLC) 分析條件：參考中華民國國家標準 (CNS) 15022 類號 N6384「食品檢驗法

-兒茶素之測定」之層析條件，根據實際分析結果調整後確立本試驗分析條件。

1. 管柱: Merck CART 250-4 PUROSPHER STAR RP-18(E) 5 μ m。
2. Eluent A: 0.1% formic acid、Eluent B: acetonitrile、Flow rate: 1 mL/min、Detector: DAD (Agilent 1260)、Wave length: 280 nm、Injection volume: 10 μ L。
3. 層析分離的梯度變化為自 0 分鐘到 5 分鐘，以 A: B = 100:0 比例線性變化至 A:B = 90:10，維持該比例不變至 15 分鐘，接著以線性變化至 A:B = 80:20 至 29 分鐘，以線性變化至 A:B = 78:22 至 35 分鐘，以線性變化至 A:B = 75:25 至 40 分鐘。

(三)液相層析串聯質譜儀 (Liquid chromatography-mass spectrometry, LC-MSMS) 分析條件:

1. 管柱: Agilent, prorshell 120 EC-C18, 2.7 μ m。
2. Eluent A: 0.1% formic acid、Eluent B: Methanol、Flow rate: 0.4 mL/min、Injection volume: 10 μ L。
3. 層析分離的梯度變化為自 0 分鐘到 2 分鐘，以 A: B = 95:5 比例線性變化至 A:B = 80:20，維持該比例不變至 8 分鐘，接著以線性變化至 A:B = 40:60 至 12 分鐘，維持該比例不變至 15 分鐘，再以線性變化至 A:B = 5:95 至 19 分鐘，維持該比例不變至 24 分鐘，再以線性變化至 A:B = 95:5 至 27 分鐘，維持該比例不變至 30 分鐘。
4. 電噴灑離子化三段式四極柱串聯質譜儀 (electrospray ionization triple quadrupole mass spectrometer, Agilent 6410B) 參數設定: capillary voltage: 3500 V, gas temperature: 350 $^{\circ}$ C, gas flow: 11 L/min, nebulizer: 50 psi, cell accelerator voltage: 7V, scan time: 500 ms; mass scan range, m/z: 130-2,000 m/z。

(四)數據統計：各項成分含量以統計軟體 CoStat (version 6.400) 進行二因子變異數 (ANOVA) 分析，並以 Fisher's least significant difference test 進行差異性比較。

結果與討論

本試驗使用以小葉種茶葉加工製成之臺灣特色茶作為試驗材料，蒐集 108 年度不同茶類優良茶評鑑入選之比賽茶樣，依據發酵程度不同分別為三峽碧螺春綠茶、文山包種茶、高山烏龍茶、凍頂烏龍茶、木柵鐵觀音茶、東方美人茶、紅烏龍茶及紅茶（包含小葉種紅茶及蜜香紅茶），綠茶為不發酵茶，其製程為炒菁、揉捻後乾燥；紅茶製程為室內萎凋、揉捻、發酵後乾燥，餘為部分發酵茶，文山包種茶為條形茶，其製程為日光萎凋、室內萎凋與攪拌、炒菁、揉捻後乾燥，高山烏龍茶其製程至揉捻步驟皆同文山包種茶，惟因其為球形茶，故揉捻後會進行團揉及複炒，最後乾燥；凍頂烏龍茶步驟同高山烏龍茶，惟其團揉及複炒次數較多，並於乾燥後進行烘焙；木柵鐵觀音茶步驟同凍頂烏龍茶，惟其團揉及複炒次數較凍頂烏龍茶為多，且以文火烘焙，烘焙程度較凍頂烏龍茶為高；東方美人茶製程則為日光萎凋、室內萎凋與攪拌、炒菁、炒後悶、揉捻後乾燥，紅烏龍製程則為結合烏龍茶及紅茶製程，並且具中度的烘焙程度。綠茶、東方美人茶及紅茶採摘茶菁原料皆屬芽茶，且東方美人茶及蜜香紅茶的茶菁需經小綠葉蟬危害。本試驗以熱水萃取茶樣後，將水萃物以 HPLC 及 LC-MSMS 進行分析，並根據化合物特徵離子和斷裂產生的特徵碎片參考前人研究作化合物判定（楊等，2019），試驗結果如下：

一、LC-MSMS 離子豐度與 HPLC 測定含量之相關性：

由各茶類 LC-MSMS 分析結果（表一）顯示：兒茶素類除了 CG 以外，其他兒茶素類皆可於

不同茶類中發現，此結果與楊等人（2019）研究結果相同，然此與 HPLC 分析結果略有不同（表二），各茶類以 HPLC 分析仍有少量 CG 的訊號，考量 LC-MSMS 並未偵測到，推測 HPLC 的訊號可能為其他具有相同滯留時間的化合物，而非兒茶素 CG。以 LC-MSMS 豐度與 HPLC 測定含量（mg/g）進行迴歸分析，則沒食子酸、GC、EGC、EC、EGCG、GCG 及 ECG 其決定係數（coefficient of determination, R^2 ）皆大於 0.7 以上，GC、EGC 與 EC 更大於 0.9 以上，顯示 LC-MSMS 離子豐度可良好推測該化合物之相對含量。

二、化學成分單體與其成對氧化聚合之化合物或去酸根產物之相關性：

除了兒茶素單體，LC-MSMS 亦偵測到 CG 以外各項兒茶素的成對氧化聚合之化合物（Paired oxidative polymerization compound, POPC），GC、EGC、C、EGCG、GCG 及 ECG 其決定係數皆大於 0.7 以上，而 C、EGCG 及 ECG 其氧化聚合化合物與單體豐度具顯著正向相關性（correlation），C 與 ECG 的 P 值 < 0.001 ，EGCG 的 P 值 < 0.01 ，顯示大部分兒茶素其成對氧化聚合化合物含量多寡可能取決於單體的含量。Galloyl quinic acid 是所有茶類離子豐度前二十高的化合物之一（表三），與其成對氧化聚合化合物離子豐度具有高度正相關性（0.90, $P < 0.001$ ），迴歸分析決定係數亦達 0.81，顯示成對氧化聚合化合物含量多寡可能取決於單體的含量。連苯三酚（Pyrogallol）為沒食子酸去酸根產物（Helmut et al., 2014），其豐度趨勢同沒食子酸，並且與沒食子酸離子豐度呈現高度正相關（0.99, $P < 0.001$ ），迴歸分析的決定係數亦達 0.99，推測連苯三酚含量取決於沒食子酸的含量，故影響沒食子酸含量之製程有很高的機會同步影響連苯三酚的含量。

三、不同茶類成分組成差異

（一）、兒茶素類：

由各茶類 HPLC 分析結果（表二）顯示：總兒茶素含量以綠茶（ 130.85 ± 10.15 mg/g）最高，文山包種茶（ 106.65 ± 9.40 mg/g）與凍頂烏龍茶（ 112.62 ± 10.53 mg/g）其次，紅烏龍茶（ 6.67 ± 1.29 mg/g）、小葉種紅茶（ 13.55 ± 3.85 mg/g）及蜜香紅茶（ 13.28 ± 3.91 mg/g）三者最低；非酯型兒茶素含量（GC、EC、EGC、C 之總和）則以文山包種茶（ 63.68 ± 7.45 mg/g）與凍頂烏龍茶（ 60.05 ± 11.58 mg/g）最高、綠茶（ 46.09 ± 2.29 mg/g）其次，紅烏龍茶（ 3.32 ± 0.54 mg/g）及蜜香紅茶（ 6.26 ± 1.82 mg/g）最低；總酯型兒茶素含量（GCG、ECG、EGCG、CG 之總和）則以綠茶（ 84.77 ± 10.88 mg/g）最高，凍頂烏龍茶（ 52.57 ± 8.74 mg/g）其次，紅烏龍茶（ 3.35 ± 1.05 mg/g）、小葉種紅茶（ 5.71 ± 2.55 mg/g）及蜜香紅茶（ 6.79 ± 2.53 mg/g）三者最低。本試驗結果與池池谷（1987）研究趨勢雷同，該研究指出不同茶類當中，總兒茶素及總酯型兒茶素含量由高而低趨勢為日本上等的釜炒茶（可視為炒菁綠茶）最高，其次為中國大陸的鐵觀音烏龍茶（不同於臺灣木柵鐵觀音茶，為未經烘焙的綠觀音茶，發酵程度較輕），日本上等的焙茶（深度烘焙過的茶）含量最低。

依據 LC-MSMS 分析結果將主要化合物包含：沒食子酸類、奎寧酸類、酯型兒茶素、非酯型兒茶素、成對兒茶素氧化聚合之化合物、烏龍茶質（Theasinensins, TSs）、茶黃質（Theaflavins, TFs）及黃酮醇糖苷類離子豐度繪製圓餅圖（圖一），探討特色茶類主要成分差異。由圖一可知綠茶、文山包種茶、高山烏龍茶、凍頂烏龍茶及木柵鐵觀音茶的兒茶素類佔比落在 41% 至 51% 左右，東方美人茶兒茶素佔比則為 31%，紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶則落在 16% 至 29% 之間。綠茶、文山包種茶、高山烏龍茶、凍頂烏龍茶及木柵鐵觀音茶的非酯型兒茶素以 EGC 離子豐度最高、EC 其次，兩者皆落於前述茶類離子豐度排行前三名內（表三），酯型兒茶素則以 EGCG 單體或二聚體離子豐度最高，並且綠茶的離子豐度前十名排行內，兒茶素便佔了九名，文山包種茶與高山烏龍茶則佔八名，顯示兒茶素類是綠茶、文山包種茶及高山烏龍茶的主要化學成分。綠茶、文山包種茶、高山烏龍茶、凍頂烏龍茶、木柵鐵觀音茶及東方美人茶其成對兒茶素氧化聚合之化合物佔比落在 13% 至 23%（圖一），主要為 EGCG 及 EGC 的氧化聚合化合物（表三），紅烏龍茶、小

葉種紅茶及蜜香紅茶其成對兒茶素氧化聚合之化合物佔比則驟減至 1%至 6%，推測因兒茶素單體於此三種茶類之佔比較低，形成機會亦較低。

(二)、烏龍茶質類：圖一顯示烏龍茶質類在綠茶、文山包種茶、高山烏龍茶及木柵鐵觀音茶佔比落在 0.42%至 0.71%，而東方美人茶與紅烏龍茶佔比達 3%以上，小葉種紅茶與蜜香紅茶佔比則在 2%以上。此與 Parliament 等人 (2000) 指出 TSs 在烏龍茶及紅茶中都能被檢測出來，且烏龍茶含有較多烏龍茶質之趨勢雷同。由表一可知，TSC (Theasinensin C) 在所有茶類皆可發現，TSB (Theasinensin B) 則在東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶能被偵測到，TSA (Theasinensin A) 則是在東方美人茶與紅烏龍茶可被偵測到，於小葉種紅茶與蜜香紅茶中離子豐度極低，TSH 為 TSB 的對掌異構物，則是於綠茶、文山包種茶、高山烏龍茶、凍頂烏龍茶、木柵鐵觀音茶及東方美人茶當中可以被發現。Tanaka 等人於 2002 研究認為發酵過的茶葉在加熱的情況下 quinone dimers 會開始聚合成烏龍茶質，因此，除了重發酵的製程之外，發酵的溫度是否亦為形成 TSA 與 TSB 的關鍵步驟有待後續試驗確認。又徐等人 (2014) 針對環境溫度與時間測定烏龍茶質含量變化，發現試驗開始的 1 小時內，30 至 40°C 的處理其 TSs 的含量相較於 20 至 25°C 處理者為高，然 2 小時後，40°C 處理其烏龍茶質含量開始大幅下降，紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶的發酵步驟溫度介於 35 至 40°C 之間，時間約為 1.5 至 2 小時，是否因該步驟影響 TSH 值得後續研究

(三)、茶黃質類：由圖一及表一顯示，茶黃質類 (TFs) 的 Theaflavin (TF)、Theaflavin-3-O-gallate (TF3)、Theaflavin-3'-O-gallate (TF3')、Theaflavin 3, 3'-digallate (TFd)，在綠茶、文山包種茶、高山烏龍茶、凍頂烏龍茶及木柵鐵觀音茶含量極少或甚至偵測不到，在東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶方能被偵測到。此結果與楊等人於 2019 年分析綠茶、包種茶及紅茶之研究結果雷同：TF、TF3、TF3' 及 TFd 僅能於紅茶中被偵測到。已知烏龍茶質及茶黃質為兒茶素類聚合物 (Ozawa et al., 1996; Tanaka et al., 2002)，東方美人茶、紅烏龍茶屬於重萎凋、重攪拌，又紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶皆有發酵步驟，因此，兒茶素含量大量減少，並且形成上述烏龍茶質及茶黃質等化合物。比較東方美人茶與蜜香紅茶其 TF3 與 TF3' 離子豐度於茶黃質當中佔比例明顯較高，東方美人茶及蜜香紅茶皆屬於經過小綠葉蟬危害茶菁製作的蜜香茶類，是否與原料有相關性，值得後續針對茶菁原料化學成分比例組成進行後續分析。

(四)、沒食子酸：由圖一顯示綠茶、文山包種茶及高山烏龍茶沒食子酸佔比皆低於 1%，其含量亦落於 0.21 至 1.07 mg/g (表一)，凍頂烏龍茶及木柵鐵觀音茶佔比則在 2%至 3%，含量 0.46 至 1.69 mg/g，推測除了發酵程度不同之外，烘焙亦會增加沒食子酸的含量 (楊等, 2018; Lee et al., 2018)；而東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶佔比則 8%至 13%左右，含量 2.85 至 5.38 mg/g，相較於綠茶增加 2 至 5 倍。又沒食子酸及連苯三酚皆是東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶化合物離子豐度排行前十名之物質 (表三)，顯示重發酵與紅茶類其沒食子酸是主要成分之一。

(五)、奎寧酸類：由圖一顯示奎寧酸類以紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶其佔比較高，佔 36%至 48%，其餘茶類則落在 19%至 28%左右，顯示奎寧酸類是紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶主要成分之一。奎寧酸 (Quinic acid) 為綠原酸 (Chlorogenic acid) 前驅物 (Boerjan et al., 2003)，經 LC-MSMS 分析結果顯示其為高山烏龍茶、東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶離子豐度最高之化合物 (表三)，但於綠茶、文山包種茶、凍頂烏龍茶及木柵鐵觀音茶離子豐度亦高，分別排名第五、第三、第二及第三，各茶類奎寧酸離子豐度的 log 值皆有 5.4 以上，以凍頂烏龍

茶與紅烏龍茶離子豐度最高，東方美人茶最低。Galloyl quinic acid 是所有茶類離子豐度前二十高的化合物之一（表三），Galloyl quinic acid 及其二聚體離子豐度皆以綠茶最高、紅烏龍茶最低。於分析茶樣中的奎寧酸類尚有 4-o-p-coumaroylquinic acid (4-pCoQA) 與 5-o-p-coumaroylquinic acid (5-pCoQA)，其離子豐度相當高，5-pCoQA 是所有茶類離子豐度前二十高的化合物之一（表三），許多天然植物富含 pCoQA，如甘藍、韭菜及檸檬草 (Rothwell et al., 2013)，兩者皆以綠茶離子豐度最高，4-pCoQA 以東方美人茶離子豐度最低、5-pCoQA 以文山包種茶與東方美人茶離子豐度最低。此外，文山包種茶的 4 種奎寧酸類化合物含量都偏低，東方美人茶則以 pCoQA 含量偏低，是否與採摘標準或製程上的差異而造成此結果，仍有待後續研究，又此 4 種奎寧酸類化合物離子豐度與奎寧酸無顯著相關性 ($P > 0.05$)。

(六)、黃酮醇糖苷類：黃酮糖苷及黃酮醇糖苷是茶葉苦澀味的來源之一 (張等, 2015)，可引起口腔乾燥及帶有柔軟收斂性的澀味，不同於兒茶素所引起口腔起皺的收斂性及粗糙的澀味，其人體閾值遠小於兒茶素，兒茶素類的閾值約 190 至 930 $\mu\text{mol/L}$ ，黃酮醇糖苷則為 0.00115 至 6.7 $\mu\text{mol/L}$ ，本試驗以 LC-MSMS 分析之茶樣，參考前人文獻 (楊等, 2019) 可比對出數種黃酮糖苷及黃酮醇糖苷。由圖一可知綠茶及文山包種茶其黃酮醇糖苷類佔比低於 10%，高山烏龍茶、凍頂烏龍茶及木柵鐵觀音茶佔比約 12% 左右，東方美人茶、紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶佔比則落在 14% 至 19%。各茶類中以 Kaempferol-3-O-galactosyl-rhamnosyl-glucoside (K-3-gal-rha-g) 離子豐度最高 (表三)，是所有茶類離子豐度前二十高的化合物之一，Myricetin-O-galactoside (M-gal)、Quercetin-3-O-glycosyl-rhamnosyl-glucoside (Q-3-gly-rha-g) 及 Quercetin-3-O-glucoside (Q-3-g) 離子豐度其次，並且可以發現，K-3-gal-rha-g、M-gal、Q-3-gly-rha-g 及 Q-3-g 皆以部分發酵茶離子豐度較不發酵茶的綠茶及全發酵茶的小葉種紅茶或蜜香紅茶來得高，此趨勢與盧等人 (2006) 研究趨勢雷同，該研究團隊比較綠茶、烏龍茶及紅茶其楊梅素糖苷、山奈素糖苷及槲皮素糖苷，發現烏龍茶前述項目的含量皆高於綠茶及紅茶，而該等人則推論楊梅素糖苷與烏龍茶的採摘標準及加工製程有關，林等人 (2010) 提出黃酮醇類化合物在自然狀態下不是很穩定，在熱、酵素及氧化性物質的作用下容易降解，因此，茶葉在加工過程當中黃酮醇類容易發生轉化和降解。

(七)、咖啡因：於咖啡因含量部分，萎凋、炒菁、揉捻與乾燥製程對於咖啡因含量無顯著性影響 (甘, 1984)，因此，主要是以茶菁原料同屬芽茶的茶類含量較高 (表二)，東方美人茶與小葉種紅茶最高，綠茶其次，蜜香紅茶再次，與前人研究指出採摘程度越嫩則咖啡因含量越高的趨勢相同 (Jolvis Pou, 2016)。

結 論

臺灣特色茶主要成分依據採摘標準、製茶加工而有所不同，綠茶、文山包種茶及高山烏龍茶以兒茶素類為主要成分，其次為奎寧酸類，再次為成對兒茶素氧化聚合之化合物；凍頂烏龍茶與木柵鐵觀音茶同樣以兒茶素類為主要成份，其次亦為奎寧酸類，再次為成對兒茶素氧化聚合之化合物與黃酮醇糖苷類，且相較於前述茶類，凍頂烏龍茶與木柵鐵觀音茶其沒食子酸佔比較高；東方美人茶仍以兒茶素類為主要成分，其次為奎寧酸類與成對兒茶素氧化聚合之化合物，再次為黃酮醇糖苷類，並且沒食子酸、烏龍茶質類及茶黃質類佔比較前述茶類為高；紅烏龍茶、小葉種紅茶及蜜香紅茶則以奎寧酸類為主要成分，其次為兒茶素類與黃酮醇糖苷類，再次為沒食子酸，烏龍茶質類與茶黃質類佔比與東方美人茶相當，但成對兒茶素氧化聚合之化合物佔比相較於前述茶類為低。

綜上，不同茶類及主要化學成分含量皆有所不同，顯示特定成分可做為該茶類之指標性成分，如烏龍茶質類、茶黃質類或成對兒茶素氧化聚合之化合物等，除可做為臺灣特色茶類分類指標以外，未來可依據指標成分進一步針對不同等級做相關性探討，並期能鏈結至感官品評風味。再者，因不同茶類主要機能性成分組成有所不同，故其主導之功效性亦有所差異，未來可進一步瞭解特定茶類所富含之成分其潛在功效性，以作為茶業推廣之科學性依據。

參考文獻

1. 甘子能. 1984. 茶葉化學入門. 茶業改良場 pp.22-36。
2. 李欣潔、陳冠亨、曾志正. 2014. 烏龍茶種植海拔高度與其茶湯澀度的關聯性. 農林學報 63(2): 107-113。
3. 辛華雯、史霄燕、曾繁典、謝筆鈞. 2002. 聚酯型兒茶素的減毒作用研究. 中國藥師. 5(11): 650-651。
4. 邱芳慶. 2008. 不同海拔之茶區季節間青心烏龍茶葉農藝性狀及品質之變異. 國立中興大學農藝學系碩士學位論文。
5. 林傑、段玲靚、吳春燕、須海榮. 2010. 茶葉中的黃酮醇類物質及對感官品質的影響. 茶葉: 36(1): 14-18。
6. 徐斌、江和源、薛金金、劉千錄、張建勇、王岩. 2014. 茶鮮葉懸浮發酵中 TSs 和 TFs 的形成機理研究. 中國農學通報 30(22): 140-147。
7. 張英娜、陳根生、劉陽、許勇泉、汪芳、陳建新、尹軍峰. 2015. 烘青綠茶苦澀味及其滋味貢獻物質分析. 茶葉科學 35(4): 377~383。
8. 楊美珠、張芷瑜、郭芷君、黃宣翰、陳右人. 2019. 以液相層析串聯質譜技術解構茶葉成分特性及其與發酵反應之關聯. 臺灣茶業研究彙報 38: 141-158。
9. 楊美珠、戴佳如、郭芷君、陳右人、陳國任. 2018. 烘焙條件對球形部分發酵茶品質相關成分含量變化之影響. 茶業改良場第六屆茶業科技研討會. p. 29。
10. 盧邦俊、範必威、甄雲鵬、馬亮邦、蘭昌雲. 2006. 高效液相色譜法測定：中國茶中的黃酮醇. 天然產物研究與開發 18: 160 -164。
11. 池池谷賢次郎. 1987. 茶の製造と栄養成分. 食の科學 117(11): 29-35。
12. 松永明子、佐野智人、廣野祐平、崛江秀樹. 2016. Effects of various directly covered shading levels on chemical components in tea new shoots of the first flush. 茶業研究報告 122: 1-7.
13. Aherne, S. A., and O'Brien, N. M. 2002. Dietary Flavonols Chemistry, Food Content, and Metabolism. Nutrition: 18, 75-81.
14. Boerjan, W., Ralph, J., and Baucher, M. 2003. Lignin biosynthesis. Annu. Rev. plant biol. 54(1): 519-546.
15. Helmut, F., Voges, H., Toshikazu, H., Sumio, U., Tadao, I., Hisaya, M., Yasuhiro, F., Hans-Josef, B., Dorothea, G., and Wilfried, P. 2014. Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (7th ed.). Weinheim, Germany: Wiley-VCH. p. 1072.
16. Jolvis Pou, K. R. 2016. Fermentation: The key step in the processing of black tea. J. Biosyst. Eng. 41(2): 85-92.
17. Lee, R. J., Lee, V. S. Y., Tzen, J. T. C., and Lee M. R. 2010. Study of the release of gallic acid from (–) - epigallocatechin gallate in old oolong tea by mass spectrometry. Rapid Commun. Mass Spectrom. 24: 851-858.
18. Lin, Y. S., Tsai, Y. J., Tsay, J. S., & Lin, J. K. 2003. Factors affecting the levels of tea polyphenols

- and caffeine in tea leaves. *J. agricul. food chem.* 51(7): 1864-1873.
19. Miyata, Y., Tanaka, T., Tamaya, K., Matsui, T., Tamaru, S., and Tanaka, K. 2011. Cholesterol-lowering effect of black tea polyphenols, theaflavins, theasinensin A and thearubigins, in rats fed high fat diet. *Food Sci. Tech. Res.* 17(6): 585-588.
20. Maki, K. C., Reeves, M. S., Farmer, M., Yasunaga, K., Matsuo, N., Katsuragi, Y., Komikado, M., Tokimitsu, I., Wilder, D., Jones, F., Blumberg, J. B., and Cartwright, Y. 2009. Green tea catechin consumption enhances exercise-induced abdominal fat loss in overweight and obese adults. *J. nutr.* 139(2): 264-270.
21. Nagao, T., Komine, Y., Soga, S., Meguro, S., Hase, T., Tanaka, Y., and Tokimitsu, I. 2005. Ingestion of a tea rich in catechins leads to a reduction in body fat and malondialdehyde-modified LDL in men. *Am. J. clin. Nutr.* 81(1): 122-129.
22. Nagao, T., Hase, T., and Tokimitsu, I. 2007. A green tea extract high in catechins reduces body fat and cardiovascular risks in humans. *Obesity.* 15(6): 1473-1483.
23. Ozawa, T., Kataoka, M., Morikawa, K., and Negishi, O. 1996. Elucidation of the partial structure of polymeric thearubigins from black tea by chemical degradation. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 60(12): 2023-2027.
24. Parliament, T. H., Ho, C. T., and Schieberle, P. 2000. Caffeinated beverages. Washington: American Chemical Society pp. 316-326.
25. Pan, M. H., Liang, Y. C., Lin-Shiau, S. Y., Zhu, N. Q., Ho, C. T., and Lin, J. K. 2000. Induction of apoptosis by the oolong tea polyphenol theasinensin A through cytochrome c release and activation of caspase-9 and caspase-3 in human U937 cells. *J. agricul. food chem.* 48(12): 6337-6346.
26. Rothwell, J. A., Pérez-Jiménez, J., Neveu, V., Medina-Ramon, A., M'Hiri, N., Garcia-Lobato, P., Manach, C., Knox, K., Eisner, R., Wishart, D. and Scalbert, A. 2013 Phenol-Explorer 3.0: a major update of the Phenol-Explorer database to incorporate data on the effects of food processing on polyphenol content. *Database*, 10.1093/database/bat070.
27. Tanaka, T., Mine, C., Watarumi, S., Fujioka, T., Mihashi, K., Zhang, Y. J. and Kouno, I. 2002. Accumulation of epigallocatechin quinone dimers during tea fermentation and formation of theasinensins. *J. Nat. Prod.* 65(11): 1582-1587.

Table 1 LC-MSMS identification results of different types of tea

[illegible]

續表一 (Table 1 continued)

Retention time (min)	CE (ev)	[M-H] ⁻ (m/z)	MS ² (m/z)	Identified compound name	G	P	HM	DD	MT	OB	RO	SB	HB
6.1	20	335	-	-								+	+
	20	290	128, 168, 96	-							+		+
6.2	20	405	-	-				+					
6.364	20	111	67	-			+	+	+	+	+	+	
	20	191	111	-			+	+	+	+	+	+	
	20	128	82	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	279	128	-				+					
6.454	21	609	471, 167, 305, 565, 243, 591, 453, 411	TSC	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	331	169, 123, 151, 211, 59, - 89	-	+					+			
6.64	20	611	235, 349, 437, 505, 593	-	+	+							
7.028	20	243	197, 82, 98	-							+	+	
7.147	20	344	150, 133	-	+	+		+	+	+	+		+
	20	150	-	-							+		+
7.282	20	331	151, 169, 211, 271, 123, 59, 89	galloyl-glucose	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	180	163, 72, 119	-	+	+				+		+	
7.7	20	241	97	-					+		+		
	20	383	89, 113, 59	-				+					
	20	130	-	-	+								
8.005	20	331	169, 125	-	+	+		+					+
	38	609	177	-	+						+		
	20	282	133, 150, 50, 33	-								+	
8.431	20	169	79, 125, 97	Gallic acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	18	125	79, 97, 53, 125	Pyrogallol	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	22	343	191, 101	Galloyl quinic acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	191	85, 111, 127, 191, 59, 71, 81, 109	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	23	687	343, 191	Galloyl quinic acid dimer	+	+	+		+	+	+	+	+

續表一 (Table 1 continued)

[illegible]

續表一 (Table 1 continued)

Retention time (min)	CE (ev)	[M-H] ⁺ (m/z)	MS ² (m/z)	Identified compound name	G	P	HM	DD	MT	OB	RO	SB	HB
14.234	16	289	109, 245, 227, 203, 125, 151, 179, 123, 165, 137, 109, 161, 221	C	+	+	+	+	+	+	+	+	+
14.661	22	337	163, 119, 191	4-O-coumaroylquinic acid	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	20	163	93, 119, 89, 75	-	+	+	+	+	+		+	+	+
14.974	18	577	451, 407, 289, 125, 287, 299, 425, 161	C POPC	+	+	+	+	+	+	+		+
	20	511	431, 311, 97	-			+	+	+		+		+
15.317	20	911	578, 589, 759, 409, 741, 481, 169, 725, 893	-						+	+		+
	20	349	135, 187, 97, 169, 241, 197, 80	-						+	+		+
15.459	20	473	124.7、302.7、320.5、 177、104.7	-						+		+	
15.72	20	729	388, 125, 451, 406.6	-	+								
	20	443	101, 178.7, 85, 219, 59, 236.8, 374.8, 89, 119, 87	-	+								
	20	191	84.8, 100.8	-	+	+		+					
	20	353	191	-	+			+					
15.922	23	457	169, 125, 305	EGCG	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	25	915	457, 305, 169	EGCG POPC	+	+	+	+	+	+	+	+	+
16.22	20	349	80, 97, 169, 241	-									
16.392	30	457	169, 125	GCG	+	+	+	+	+	+	+		+
	20	169	125, 79, 107	-					+	+			
	20	581	239, 401, 269, 209, 299	-						+			
16.481	18	289	109, 125, 137, 151, 161, 203, 209, 221, 245, 178, 118	EC	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	30	457	169, 125	-		+					+		
	20	501	193, 287, 331, 349, 103, 305, 340	-						+	+	+	+

[illegible]

續表一 (Table 1 continued)

Retention time (min)	CE (ev)	[M-H] ⁻ (m/z)	MS ² (m/z)	Identified compound name	G	P	HM	DD	MT	OB	RO	SB	HB
	20	301	229	-				+					+
19.309	20	593	285, 327	Kaempferol-3-O-rutinoside	+	+	+		+	+	+	+	+
	22	447	284, 255	Kaempferol-3-O-glucoside	+	+	+		+	+	+	+	+
	20	515	447	-						+			
19.742	23	867	607, 559, 527, 697, 563	Theaflavin 3, 3'-digallate						+	+	+	+
	20	509	463, 331, 161	-						+			
19.891	22	715	527, 563, 577	Theaflavin-3-O-gallate						+	+	+	+
	22	539	301	Quercetin-glycosides	+	+	+	+				+	+
20.062	20	531	301, 145, 458, 447	-	+	+		+	+	+	+		
	22	715	527, 545, 563, 577, 401, 321, 425, 419, 169, 125	Theaflavin-3'-O-gallate						+	+	+	+
	20	563	353, 425, 125, 137, 197, 257, 545, 379, 241, 167	Theaflavin						+	+	+	+
20.331	20	450	145, 301	-				+	+		+		
20.421	20	137	-	-						+	+	+	
20.51	20	377	-	-						+			
20.801	20	523	285, 145, 431, 450	-	+		+	+	+		+		
	20	175	103, 119	-	+		+						
21.055	10	531	145, 301, 458, 163, 285, 127	Kaempferol glycoside	+		+	+				+	+
21.331	10	442	285, 145, 431, 163, 182, 118	-				+	+		+		
	20	885	285, 453, 431, 187, 739	-							+		
23.286	20	493	447, 131, 101, 315, 149, 89	-	+	+	+	+	+				
	20	447	101, 175, 119, 243	-	+	+	+	+					

*G: Green tea (碧螺春綠茶), P: Wen-Shan Paochung tea (文山包種茶), HM: High mountain Oolong tea (高山烏龍茶), TD: Tong-Ding Oolong tea (凍頂烏龍茶), MT: Mu-Cha Tieh Kuan Yin tea (木柵鐵觀音), OB: Oriental beauty tea (東方美人茶), RO: Red Oolong tea (紅烏龍茶), SB: small leaf type black tea (小葉種紅茶), HB: honey flavor black tea (蜜香紅茶)

表二、不同茶類 HPLC 分析結果

Table 2 HPLC analysis results of different tea types

Tea types	Total catechins (mg/g)	Total		Total		Gallic acid (mg/g)	Caffeine (mg/g)
		non-galloylated		galloylated			
		catechins (mg/g)		catechins (mg/g)			
綠茶	130.85 ± 10.15 a	46.09 ± 2.29 b		84.77 ± 10.88 a		1.07 ± 0.16 ef	33.02 ± 3.38 bc
文山包種茶	106.65 ± 9.40 b	63.68 ± 7.45 a		42.97 ± 2.26 c		0.21 ± 0.03 g	21.12 ± 1.75 f
高山烏龍茶	73.23 ± 6.37 c	40.17 ± 7.10 b		33.06 ± 2.83 d		0.82 ± 0.24 fg	20.24 ± 0.85 f
凍頂烏龍茶	112.62 ± 10.53 b	60.05 ± 11.58 a		52.57 ± 8.74 b		0.46 ± 0.24 fg	26.20 ± 2.14 e
木柵鐵觀音茶	66.51 ± 4.72 c	32.04 ± 3.73 c		34.48 ± 2.88 d		1.69 ± 1.02 e	18.62 ± 1.39 f
東方美人茶	35.44 ± 4.26 d	13.73 ± 1.45 d		21.72 ± 2.98 e		5.38 ± 0.26 a	37.64 ± 3.61 a
紅烏龍茶	6.67 ± 1.29 e	3.32 ± 0.54 e		3.35 ± 1.05 f		2.85 ± 0.52 d	26.78 ± 6.95 de
小葉種紅茶	12.62 ± 4.56 e	6.91 ± 2.29 de		5.71 ± 2.55 f		3.72 ± 0.93 c	35.63 ± 2.25 ab
蜜香紅茶	13.02 ± 3.66 e	6.23 ± 2.06 e		6.79 ± 2.53 f		4.68 ± 0.31 b	30.65 ± 2.12 cd

表三、不同茶類經 LC-MSMS 分析其化合物豐度排行

Table 3 The ranking of compounds abundance analyzed by LC-MSMS for different tea types

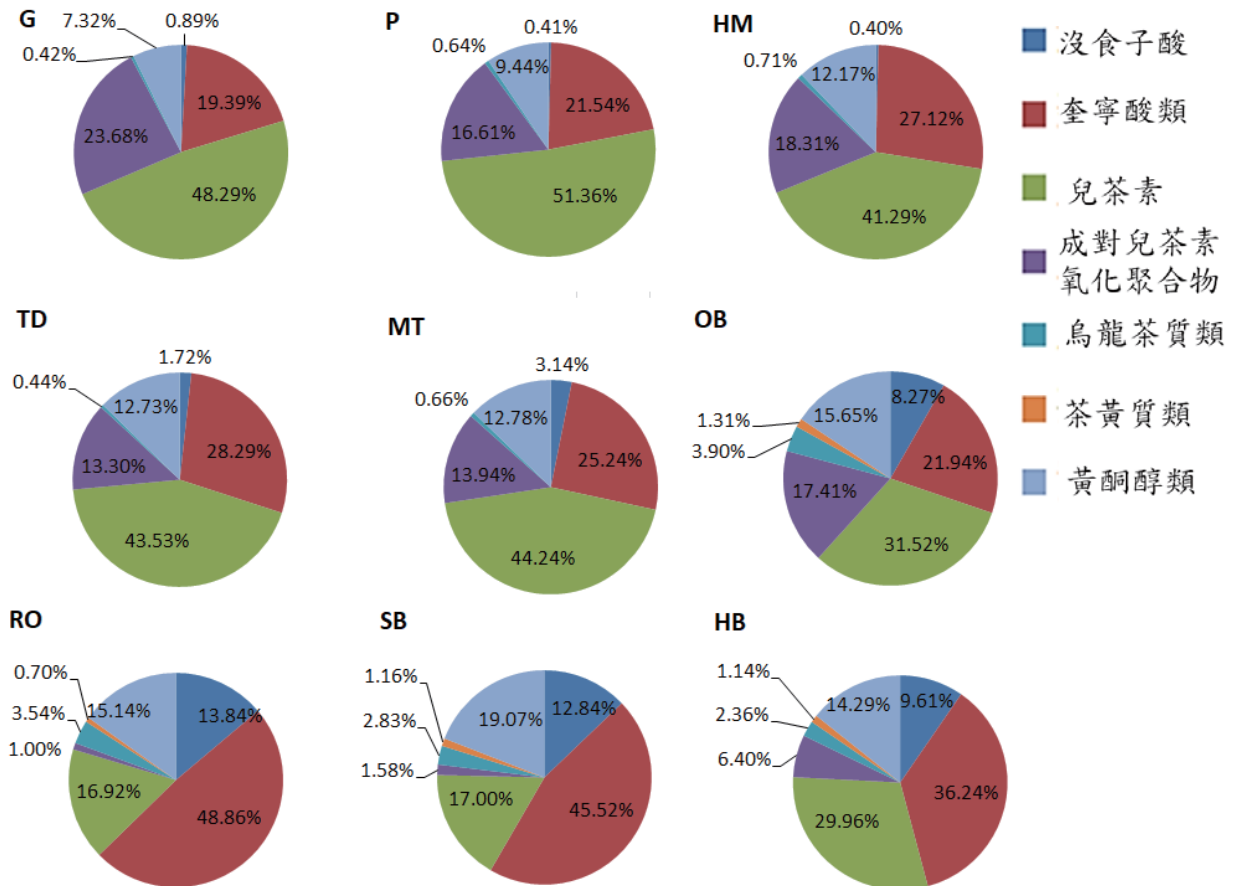
ranking	G*	P	HM	DD	MT	OB	RO	SB	HB
	compound	log of abundance	compound	log of abundance	compound	log of abundance	compound	log of abundance	compound
1	EGC	5.94	EGC	6.01	EGC	5.82	QA	5.43	QA
2	EGCG POPC	5.85	EC	5.83	EGC	5.66	ECG	5.36	GA
3	EC	5.8	QA	5.72	EC	5.74	EC	5.65	EGC POPC
4	GC	5.67	EGCG POPC	5.62	EGCG POPC	5.53	EGCG	5.32	EGCG
5	**QA	5.62	EGCG	5.53	GC	5.54	EGCG	5.29	EGCG
6	GCG	5.62	EGC POPC	5.5	EGCG POPC	5.51	EGCG	5.02	GA
7	EGCG	5.57	ECG	5.36	EGCG	5.41	EC	5.24	5-pCoQA
8	ECG	5.53	GC	5.36	GCG	5.33	EGCG	5.16	ECG
9	EGC POPC	5.53	GCG	5.3	EGC	5.12	EGC	5.1	Q-3-g
10	EGC POPC	5.41	Aconitic acid	5.27	M-gal	5.3	5-pCoQA	5.18	K-3-gal-rha-g

*G: Green tea (碧螺春綠茶), P: Wen-Shan Paochung tea (文山包種茶), HM: High mountain Oolong tea (高山烏龍茶), TD: Tong-Ding Oolong tea (凍頂烏龍茶), MT: Mu-Cha Tieh Kuan Yin tea (木柵鐵觀音), OB: Oriental beauty tea (東方美人茶), RO: Red Oolong tea (紅烏龍茶), SB: small leaf type black tea (小葉種紅茶), HB: honey flavor black tea (蜜香紅茶)

**GA: gallic acid; QA: quinic acid; GQA: Galloyl quinic acid; M-gal: Myricetin-O-galactoside; K-gly: Kaempferol glycoside; K-3-gal-rha-g: Kaempferol-3-O-galactosyl-rhamnosyl-glucoside; K-3-gal: Kaempferol-3-O-galactoside; K-3-r: Kaempferol-3-O-rutinoside; K-3-g: Kaempferol-3-O-glucoside; Q-3-g: Quercetin-3-O-glucoside; Q-3-gly-rha-g: Quercetin-3-O-glycosyl-rhamnosyl-glucoside; Q-3-r: Quercetin-3-O-rutinoside; A-6-g-8-ara: Apigenin 6-glucoside 8-arabinoside; 4-pCoQA: 4-O-p-coumaroylquinic acid; 5-pCoQA: 5-O-p-coumaroylquinic acid.

續表三 (Table 3 continued)

ranking	G		P		HM		DD		MT		OB		RO		SB		HB	
	compound	log of abundance	compound	log of abundance	compound	log of abundance	compound	log of abundance	compound	log of abundance	compound	log of abundance	compound	log of abundance	compound	log of abundance	compound	log of abundance
11	GQA	5.40	Caffeoyl-glucose	5.16	Aconitic acid	5.24	ECG	5.17	M-gal	5.06	K-3-gal-rha-g	4.94	Q-3-gly-rha-g	4.66	Q-3-gly-rha-g	4.76	K-3-gal-rha-g	4.93
12	C	5.35	M-gal	5.12	C	5.14	GQA	5.13	5-pCoQA	5.00	Q-3-g	4.94	EGC	4.63	Q-3-g	4.72	EGCG dimer	4.91
13	Aconitic acid	5.31	C	5.10	K-3-gal-rha-g	5.12	Q-3-gly-rha-g	5.09	GCG	4.97	C	4.89	4-pCoQA	4.60	EGC	4.68	Aconitic acid	4.84
14	5-pCoQA	5.26	K-3-gal-rha-g	5.07	ECG dimer	5.08	C	5.08	GQA	4.93	M-gal	4.89	Aconitic acid	4.60	4-pCoQA	4.54	Q-3-g	4.81
15	Galloyl-glucose	5.17	ECG dimer	5.01	5-pCoQA	5.08	Caffeoyl-glucose	5.07	GA	4.89	Q-3-gly-rha-g	4.88	GQA	4.59	K-3-g	4.53	Q-3-gly-rha-g	4.77
16	K-3-gal-rha-g	5.08	GC dimer	5.00	GQA	5.03	GC dimer	5.02	Q-3-gly-rha-g	4.85	Galloyl-glucose	4.85	K-3-g	4.52	TSC	4.52	EGC dimer	4.75
17	4-pCoQA	5.12	GQA	4.94	GC dimer	4.97	Q-3-g	4.94	Q-3-g	4.80	5-pCoQA	4.84	K-3-r	4.46	GQA dimer	4.46	C	4.59
18	GQA dimer	5.05	5-pCoQA	4.85	Q-3-gly-rha-g	4.94	GCG	4.92	Pyrogallol	4.80	GQA dimer	4.79	Q-3-r	4.45	K-3-gal	4.43	Caffeoyl-glucose	4.56
19	GC dimer	5.05	Galloyl-glucose	4.81	GQA dimer	4.89	Aconitic acid	4.83	K-3-r	4.72	TSB	4.76	A-6-g-8-ara	4.40	K-gly	4.42	TSC	4.55
20	EC dimer	4.94	Q-3-gly-rha-g	4.80	Q-3-g	4.89	GA	4.82	4-pCoQA	4.72	Aconitic acid	4.72	K-3-gal	4.38	Q-3-r	4.39	K-3-g	4.55



圖一、不同茶類經 LC-MSMS 分析各化合物離子豐度相對百分比

Fig. 1. The relative percentage of compounds abundance in different types of tea analyzed by LC-MSMS.

*G: Green tea (碧螺春綠茶), P: Wen-Shan Paochung tea (文山包種茶), HM: High mountain Oolong tea (高山烏龍茶), TD: Tong-Ding Oolong tea (凍頂烏龍茶), MT: Mu-Cha Tieh Kuan Yin tea (木柵鐵觀音), OB: Oriental beauty tea (東方美人茶), RO: Red Oolong tea (紅烏龍茶), SB: small leaf type black tea (小葉種紅茶), HB: honey flavor black tea (蜜香紅茶)

Differences in Chemical Compounds of Shortlisted Taiwan's Unique Teas from Tea Contest

Chih-Chun Kuo¹ Hsuan-Han Huang¹ Meei-Ju, Yang^{1,*}

Summary

We collected the 9 types of Taiwan unique teas by selected grade from the tea contest, which are all made by small-leaf type tea cultivars, including one green tea, six partially fermented teas, and two black teas. We analyzed the chemical compounds of the tea by high performance liquid chromatography and liquid chromatography–mass spectrometry. The results show that the compounds' ion abundance highly correlated to their contents, which means that contents of compounds could be presumed by ion abundance. We also found that catechins are the main component of green tea, Wen-Shan Paochung tea, high mountain Oolong tea, Tong-Ding Oolong tea and Mu-Zha Tieh-Kuan-Yin tea. Furthermore, we presumed the abundance of catechins paired oxidative polymerization compounds depend on their monomers. Although, the theasinensins could be detected in all types of teas, the ion abundance in oriental beauty tea, red Oolong tea, small-leaf type black tea and honey flavor black tea were higher. Theaflavins could only be detected in oriental beauty tea, red Oolong tea, small-leaf type black tea and honey flavor black tea, which means that theaflavins are characteristic compounds of these teas. Gallic acid, quinic acid and flavonol glycosides generally existed in all types of teas with different abundance. In summary, tea chemical compounds differ from the plucking standards and manufacturing process, so that the specific indicator ingredients and content can be used as a reference basis for Taiwan unique tea classification.

Key words: Liquid chromatography-mass spectrometry, Theasinensins, Theaflavins

1. Research Assistant, Research Assistant, Associate Research & Chief, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R. O. C.

*Corresponding author

倉儲包材及溫度對杭菊品質及化學成分含量之影響

劉秋芳¹ 陳鈺楨² 郭芷君¹ 邱喬嵩¹ 邱垂豐³ 蔡憲宗⁴

摘 要

臺灣杭菊為地方特色作物，花朵主要產期集中在 11~12 月，乾燥後的花朵表面積大，容易吸濕造成品質下降。農民現行倉儲方式以大型透明塑膠包裝，袋外以布覆蓋遮光儲藏在室溫待售；因缺乏倉儲條件對杭菊品質的相關資料，故進行包材和儲藏溫度的複因子試驗，探討其對杭菊乾燥花朵儲藏後的品質影響。結果顯示，農民現有的倉儲方式最容易引起杭菊乾花含水量的上升，造成品質下降，儲藏至 24 個月後，產生蟲蛀及褐變現象而喪失商品價值。條件允許下，以透明塑膠袋包裝存放在冷藏 (5℃) 及冷凍 (-20℃) 品質最佳，但因冷藏和冷凍的成本較高，退而求其次以大型茶葉鋁袋包裝後存放在室溫下 24 個月尚能維持一定的品質。

關鍵字：杭菊、儲藏、包材、溫度

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，也是臺灣藥食同源作物，約於民國 50 年左右引入臺灣種植，在臺灣目前栽種品種為白花的臺灣 1 號及黃花的臺灣 2 號。臺灣杭菊於 2016~2020 年期間平均栽培面積為 58 公頃，平均產量為 61 公噸 (農情報告資源網)；主要產區在苗栗縣銅鑼鄉及臺東縣，以苗栗縣銅鑼鄉栽種面積最廣，佔 8 成，產量則佔 9 成。杭菊 1 年僅 1 收，每年於 11~12 月開花採收乾燥，採收期非常集中。杭菊花農將乾燥後的菊花以透明塑膠袋包裝，袋外以布包覆，置放在陰涼處等待銷售或分批上架零售。

杭白菊由於易受潮、變色、發黴及蟲蛀而造成儲架壽命短，影響杭菊的品質 (黃和黃, 1990)。藥用菊花在儲藏過程中蟲蛀、黴變程度與其產地、品種、加工方法、地理位置及採收時間等因素有關 (張和王, 2013)。由於菊花極易吸潮，並導致蟲蛀和黴變，故做好儲存工作頗為重要 (張, 1999)。杭菊為地方特色作物，面積和產量在全臺農作物占比小，因此，並未有杭菊儲藏相關試驗報告。包材和儲藏的環境條件影響杭菊的品質，為探討杭菊倉儲有效保存方式，本試驗以不同的包裝資材及儲存溫度下存放 2 年，企圖尋求較佳的保存條件，以供菊農或業者參考。

-
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 助理。臺灣 桃園市。
 3. 行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼副場長。臺灣 桃園市。
 4. 行政院農業委員會茶業改良場 研究員兼副課長。臺灣 桃園市。

材料與方法

一、材料

1. 臺灣杭菊1號 (白雪) 乾燥花朵：民國106年11月28日自苗栗縣銅鑼鄉九湖農場購入當季採收、烘乾的臺灣杭菊1號 (白雪) 乾燥花朵。
2. 包裝材料：厚度0.2mm低密度聚乙烯 (LDPE) 透明塑膠袋 (PB) 及無忌公司加強型鋁箔 35cm×21cm×107cm，由NY + PE + AL + LLDPE組合而成的茶葉鋁袋 (ALB)。

二、方法

將購入之臺灣杭菊1號 (白雪) 乾燥花朵再以60℃統一烘乾至含水量4%以下，分別以透明塑膠袋及茶葉鋁袋裝入各3公斤，透明塑膠袋外再以布覆蓋，兩種包材分別存放在室溫、冷藏(5℃)及冷凍(-20℃)環境下，經0、6、12、18及24個月後，每處理取樣3重複，進行感官品評及化學成分分析。

1. 感官品評：由本場資深品評員擔任評審評定分數，杭菊乾燥花朵之形狀及色澤各佔10分，茶湯水色佔20分、香氣及滋味各佔30分，總分100分。
2. 化學成分分析：
 - (1) 含水量測定為每次秤取1g乾品後 (W1)，置放在鋁盒內，以105℃烘乾24小時後，移入乾燥皿內放涼後再精秤 (W2)，含水量 = $(W1 - W2) / W1$ 。
 - (2) 樣品萃取方法：樣品磨粉後，精秤0.5 g，以100℃熱水45 mL萃取5分鐘後過濾，濾液定量至50 mL。
 - (3) 分析項目：以 Ikegaya and Masuda (1986) 比色法測定總游離胺基酸 (Total free Amino Acids, FAA)，黎等 (2007) 紫外光分光光度法測定總黃酮 (Total Flavonoids, TF)，Iwasa (1975) 比色法測定總多元酚 (Total Polyphenols, PP)，以高效液相層析儀 (HPLC) 測定綠原酸 (Chlorogenic acid 或 3-O-caffeoylquinic acid, 3-CQA)：參考中華民國國家標準 (CNS) 15022 類號 N6384「食品檢驗法-兒茶素之測定」之層析條件，根據實際分析結果調整後確立本試驗分析條件，管柱：Merck CART 250-4 PUROSPHER STAR RP-18(E) 5 μ m，Detector：Agilent 1260 DAD、Wave length：280 nm、Injection volume：10 μ L。Eluent A：0.1% formic acid、Eluent B：acetonitrile、Flow rate：1 mL/min，層析分離的梯度變化為自 0 分鐘到 5 分鐘，以 A：B = 100:0 比例線性變化至 A:B = 90:10，維持該比例不變至 15 分鐘，接著以線性變化至 A:B = 80:20 至 29 分鐘，以線性變化至 A:B = 78:22 至 35 分鐘，以線性變化至 A:B = 75:25 至 40 分鐘。

三、資料統計分析

上述分析資料以 SAS EG 軟體先進行複因子變方分析，處理間達 5%顯著差異時，以費雪氏 (Fisher) 最小顯著性差異測驗法 (LSD) 比較各處理間之差異，並以相關和回歸分析各成分之間的相關程度及儲藏期間變化趨勢。

結果與討論

一、感官品評

臺灣杭菊 1 號 (白雪) 乾燥花朵儲藏試驗 6 個月結果顯示，包裝資材和溫度差異不大；儲

藏 12 個月結果顯示，在形狀、水色、香氣、滋味及總分的表現，包材與儲藏的溫度間並未產生交感作用，主要受到包材和儲藏溫度各自影響較大。包材部分以塑膠袋香氣、滋味和總分表現會較不透光鋁袋來的好，兩者呈顯著性差異；在儲藏溫度部分，則以冷凍在水色、香氣、滋味和總分的表現均較佳，與室溫處理呈顯著性差異（表一）。儲藏 18 個月時，包材部分仍以塑膠袋在香氣、滋味和總分的表現優於鋁袋；溫度部分則以冷凍效果最佳。但至 24 個月時，鋁袋在形狀、色澤及水色會顯著較塑膠袋高，但香氣與滋味無顯著性差異；儲藏溫度仍以冷凍或冷藏在各項評比分數會較室溫表現好。

儲藏至 12 個月前時，均以包材和儲藏溫度為主要影響因子；但至 18 個月後，不僅受包材與儲藏溫度主要因子的影響，且會全面產生交感作用。18 個月時，以塑膠袋儲存在 -20°C 冷凍條件下優於其他處理，其次為塑膠袋儲存在冷藏條件，最差的仍為塑膠袋儲存在室溫下。但至 24 個月以塑膠袋包裝放在冷凍或冷藏的條件下，在水色、香氣和滋味評比分數最高，其次為鋁袋包裝在各儲藏溫度，滋味略差，係因鋁袋氣密性最佳，容易造成悶味所致；塑膠袋放在室溫的杭菊各項評分最低（表二），且已有產生蠹蟲，已無法食用（圖一）。

賴等（2021）試驗結果顯示不同儲藏溫度對抗白菊感官品質變化的影響存在差異，在同樣低溫儲藏環境下，60 天內，各組感官品質得分變化並不明顯，隨著儲藏時間的延長，儲藏溫度越高，感官品質下降愈明顯。刁等在 2017 年杭白菊試驗結果亦顯示儲藏溫度和含水量越低，感官品質越好。本試驗與賴等（2021）和刁等（2017）結果類似，但因本試驗的杭菊初始含水量僅 3.48%，至 18 個月以後才有明顯的交感作用。

二、化學成分含量變化

杭白菊中主要含有酚類、黃酮類、萜類、有機酸類等多種成分，具有抗氧化、抗衰老、增加機體免疫力等生理活性作用（金等，2014）。杭白菊經萃取解析後，共檢出 776 種代謝物，主要包括醇類、氨基酸類、糖類、黃酮苷類等（嚴等，2021）。杭菊（白雪）乾燥花朵儲藏後成分分析結果顯示，含水量和各項化學成分不僅受到包材和儲藏溫度 2 項主要效應的影響，而且還產生交感作用。針對各項含水量及化學成分逐一說明如下：

(1) 含水量

包材部分：杭白菊含水率過高，易發黴，變成次級品；含水率過低，則香氣差、易斷碎，故控制乾燥度和水活性成為影響杭白菊產品品質和等級的重要因素（張和王，2013）。本試驗所使用的塑膠袋具有透氣性，其含水量均高於密封性較佳的鋁袋，自 6 個月後，兩者呈顯著性差異（表三），且隨儲藏時間增加而增加，塑膠袋含水量上升幅度較鋁袋高，呈直線回歸曲線（圖二），具有中度相關性（表五）。

溫度部分：儲藏溫度則在室溫下，含水量也是在儲藏 6 個月後顯著高於冷藏和冷凍，隨著儲藏時間的增加而增加（圖三），上升幅度也是較高，兩者呈現正相關（表五），與賴等（2021）以不同儲藏條件的杭白菊水分含量與儲藏時間呈正相關結果相同。

包材和儲藏溫度交感情形：以塑膠袋放在室溫的上升速度最快，其次為塑膠袋放在冷藏的條件，鋁袋因氣密性好，不論儲藏在何種溫度下，上升的幅度均較為平緩（圖四、圖五）。

(2) 總多元酚

在許多作物中含有豐富的多元酚，如茶葉、咖啡等中。菊花亦含有酚類化合物，其主要來源為類黃酮和酚酸類，為天然抗氧化物質之一。

包材部分：儲藏至 12 個月內，總多元酚含量不論在包材或溫度均無顯著性差異；至

18 個月時，塑膠袋顯著高於鋁袋；與包材呈低度相關性（表五）。

溫度部分：室溫儲藏的總多元酚含量也顯著高於冷藏或冷凍（表三），與儲藏溫度和含水量呈低度正相關（表五）。與曾等（2019）在荔枝果汁儲存在 25℃ 和 37℃ 儲藏 5 週後總多元酚含量顯著高於 4℃ 結果相似。黑小麥籽粒儲藏試驗也有類似結果，在 45℃ 下總多元酚含量表現顯著高於 4℃（李等，2016）。曾等（2019）認為較高溫度下梅納反應的加劇產生部分還原性產物增加，係影響荔枝果汁總多元酚含量測定結果上升的主要因素。

包材或溫度交感情形：在 6 個月時，塑膠袋在冷藏情況下總多元酚顯著較高，但 12~24 個月均是塑膠袋在室溫顯著較高（表四）。由儲藏期間動態變化可知，各處理多元酚含量變動情形並不一致（圖六），如塑膠袋室溫儲藏 6 個月後總多元酚含量持續上升，24 個月時達到最高；鋁袋儲藏冷凍儲藏則是總多元酚含量持續上升至 18 個月達到最高後，至 24 個月降到最低；不論儲藏期間如何變動，儲藏至 24 個月時，塑膠袋室溫、鋁袋室溫和塑膠袋冷藏 3 種處理總多元酚含量均高於儲藏前的含量，其他處理則與儲藏前的含量並無顯著差異。此種變化可能與多酚類物質發生聚合或部分成分裂解有關。

不論在包材或儲藏溫度處理之主要效應來看，或以包材和溫度處理之交感情況下來看，以多項式回歸曲線分析顯示杭菊總多元酚含量隨儲藏時間呈現先升後降的趨勢（圖七~圖九）。但其變化幅度相對較小，顯示杭菊總多元酚在各處理情況下含量較不受影響。

(3) 總游離胺基酸

不同品種菊花含有不同程度含量的總游離胺基酸含量（高等，2012），異種大白菊、小黃菊、早小洋菊和黃藥菊 4 個杭菊品種分析出 17 種胺基酸（王等，2016）。

包材部分：塑膠袋和鋁袋儲藏 6~18 個月，總游離胺基酸含量都沒有顯著差異，但至 24 個月時，鋁袋會顯著高於塑膠袋（表三）。

溫度部分：6 個月時室溫、冷藏和冷凍的總游離胺基酸含量均無顯著差異，至 12 個月時，冷藏和冷凍顯著高於室溫，但至 18~24 個月時，冷凍均高於冷藏和室溫（表三）。

包材和溫度的交感情形：儲藏 6 個月時各處理間均無顯著差異；但至 12 個月時，塑膠袋或鋁袋的冷藏和冷凍處理均高於室溫。至 18 和 24 個月時，鋁袋包裝放在冷凍情況下，總游離胺基酸含量高於其他處理（表四）。儲藏期間，每個處理總游離胺基酸含量在 6 個月均上升，但至 18 個月時含量下降至最低，但至 24 個月時又會回升，其中鋁袋冷凍、冷藏處理較儲藏前高；其他處理則與儲藏前含量差異不大（圖十）。

總游離胺基酸含量變動在儲藏期間，不論是包材、儲藏溫度或兩者交感情形下，回歸曲線均呈現微幅下降的趨勢（圖十一~圖十三）。

(4) 總黃酮

多數研究認為黃酮類化合物是菊花的主要有效成分，與菊花的藥理作用密切相關。

包材部分：12 個月內鋁袋和塑膠袋總黃酮含量無顯著差異，至 18 月時，塑膠袋含量顯著高於鋁袋，但至 24 個月時，兩者含量又無顯著差異（表三），與包材呈低度相關（表五）。

溫度部分：6 個月時，冷藏處理的總黃酮含量顯著高於室溫及冷凍；12 和 18 個月時溫度處理間無顯著差異，但至 24 個月時室溫處理的總黃酮含量卻顯著高於冷藏（表三）。本試驗在 6 個月時，室溫儲藏處理的總黃酮降解率較冷藏或冷凍高，與張（2009）滁菊水萃液存放在 30~60℃，其總黃酮含量會隨溫度增加而緩慢降解類似，但 12 個月後，含量又增加，是否與黃酮類物質解離有關，需再進一步探討。

包材和溫度的交感情形：6 個月時，塑膠袋冷藏處理顯著高於其他處理組，12 個月時

塑膠袋室溫和鋁袋冷藏處理又顯著較高，18 個月時，鋁袋的冷凍處理顯著高於其他組，24 個月時，卻是塑膠袋室溫處理顯著高於其他組。

總黃酮含量變化在包材及儲藏溫度單獨影響下，回歸曲線並無一致性的變化（圖十四~圖十五）；但兩者交感情形下，各處理於 6 個月時均呈現下降趨勢，12 個月再上升，塑膠袋室溫處理總黃酮含量達到高點，且維持穩定至 24 個月；塑膠袋冷凍和塑膠袋冷藏處理 18 個月再上升，但至 24 個月時下降，較儲藏前含量略低；鋁袋冷藏和鋁袋冷凍處理則於 18 個月下降，24 個月再下降；鋁袋室溫則是持續上升至 18 個月，24 個月再下降（圖十六）。

鋁袋室溫處理的總黃酮含量隨儲藏時間增加而增加（圖十七），其他處理儲藏前後變動不大，顯示，本試驗的包裝及儲藏溫度對杭菊總黃酮的影響較小。本試驗與前人研究結果杭菊總黃酮隨儲藏時間增加而減少的情形不同（陳和盛 2006；陳，2001），是否為品種或包材所導致的差異，仍需進一步再進行探討。

(5) 綠原酸

綠原酸等成分也被證明具有抗氧化、抗菌、抑制基因突變、抗腫瘤、抗愛滋病病毒（HIV）等活性，同時對在治療胃潰瘍和糖尿病等方面也表現了較好的顯著療效（Wang et al., 2013、2015）。杭菊綠原酸為臺灣中藥典品質指標之一，其含量需達到 0.2% 以上，故儲藏後其含量是否能達到中藥材的品質標準至為重要。

包材部分：6 個月時，塑膠袋處理之杭菊綠原酸含量顯著高於鋁袋處理，但其他儲藏月份均無顯著差異（表三）。

溫度部分：在 6~18 個月時溫度處理均無顯著差異，至 24 個月時室溫處理顯著高於冷藏或冷凍處理（表三）。

包材和溫度處理之交感情形：6 個月時，塑膠袋冷凍處理之杭菊綠原酸含量顯著高於其他處理；12 個月時，塑膠袋冷凍處理和鋁袋冷藏處理顯著較高；18 個月時，各處理組間無顯著差異；24 個月時，鋁袋包裝室溫處理之杭菊綠原酸含量卻是最高（表四）。儲藏期間綠原酸含量動態變化於 6 個月時，鋁袋冷藏、塑膠袋室溫、冷藏和冷凍處理均上升，但之後持續下降；鋁袋冷凍和室溫 6 個月時尚能維持與儲藏前的含量，最終至 24 個月時均下降，所有處理儲藏至 25 個月時均較儲藏前低（圖十八）。

由多項式回歸曲線圖來看，不論是包材、溫度或兩者交感的情況下均呈現杭菊綠原酸含量隨儲藏時間增加而下降的趨勢（圖十九~圖二十一），與儲藏期呈高度負相關（表五）。以二項式回歸方程式推估，其中以鋁袋冷藏保存綠原酸含量下降最快，到 23.04 個月時，綠原酸含量就降為 0.2%；鋁袋室溫保存綠原酸保持在 2% 以上時間最久，至 38.38 個月才會下降至 2%（表六）。

化學成分含量除受以上包材、儲藏溫度或兩者交感影響外，化學成分因含量的變動亦會相互影響，故彼此之間呈現不同程度的相關性。如總多元酚與含水量呈低度正相關；總游離胺基酸與總多元酚呈低度負相關；總黃酮與含水量呈低度正相關，與總多元酚呈中度正相關，與總游離胺基酸呈低度負相關；綠原酸與總多元酚、游離胺基酸呈低度正相關（表五）。

結 論

綜上所述，包材以茶葉鋁袋效果較佳，因氣密性較佳，故儲藏期間含水量升高較為緩慢，影響化學成分含量變化較小；儲藏溫度則以冷藏或冷凍較室溫佳，因室溫條件下杭菊含水量較高，造成

杭菊劣變速度加快；包材及儲藏溫度複因子下，可知透明塑膠袋放在室溫下含水量高達16%，乾花呈現深褐色且開始有蟲發生，不具商品價值。茶葉鋁袋雖因氣密性佳，含水量明顯較塑膠袋低，缺點易產生悶味，滋味表現稍低於塑膠袋。因此，若條件允許，以現有的塑膠袋包裝後，輔以布遮蔽存放在冷凍（-20℃）或冷藏（5℃）條件下貯藏，但因冷藏和冷凍成本較高，如在常溫下則需以茶葉鋁袋包裝存放才能保有較佳的乾花品質。

參考文獻

1. 刁春華、李強、白曉麗、楊秀芳. 2017. 儲藏條件對抗白菊初製花品質的影響. 中國茶葉加工 (2): 21-27.
2. 王彥蘇、王夢馨、韓善捷、張嘉蒼、沈學根、周建松、韓寶瑜. 2016. 杭白菊 4 個栽培品種鮮花及製成品氨基酸含量及差異. 安徽農業大學學報 (6): 1024-1028。
3. 李耀光、秦海霞、丁會納、馬冬雲、孫德祥、王晨陽、郭天財. 2016. 收穫時期及儲藏溫度對黑小麥籽粒酚酸及組分的影響. 中國糧油學報 31(9): 13-18。
4. 金建忠、聞鳴、申屠超. 2014. 杭白菊化學成分最新研究進展. 食品工業科技 35(15): 386-389, 394。
5. 高學玲、賀曼曼、鄒敏亮、岳鵬翔、查芳芳. 2012. 不同品種藥用菊花中游離糖類及游離氨基酸含量的 HPLC 分析. 天然產物研究與開發 24: 639-643。
6. 陳志蓮. 2001. 不同貯藏期、不同品種菊花中總黃酮的含量比較. 基層中藥雜誌年 15(5): 18-19。
7. 陳偉光、盛靜. 2006. 不同存儲時間和存儲方法對抗白菊總黃酮含量的影響. 時珍國醫國藥年 17(8): 1483-1484。
8. 張玲、王德群. 2013. 不同產地藥用菊花貯藏變化觀察. 中國中藥雜誌 38(20): 3458-3460。
9. 張啟勇. 2009. 滁菊中水溶性總黃酮的穩定性分析. 滁州學院學報 (6): 111-112.
10. 張文婷. 1999. 菊花的貯存與質量關係. 中藥園地 10: 455。
11. 黃榮敏、黃柳根. 1990. 杭白菊綜合保藏技術研究. 浙江農業學報 (2): 81-85。
12. 曾慶帥、廖森泰、張名位、鄧媛元、魏振承、唐小俊. 2012. 儲藏溫度對荔枝果汁中酚類物質含量及抗氧化能力的影響. 中國食品學報 (3): 112-118。
13. 農情報告資源網. 2021. https://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp. 2021.07.23。
14. 黎彧、凌偉忠、葉勇、李梅娣、藍方存、肖愛玲、鄭康偉、黃國朝、黃毅. 2007. 可見光及紫外光分光光度法測定丁香總黃酮含量的研究. 時珍國醫國藥年 18(2): 271-272。
15. 賴愛萍、朱加虹、劉岩、王昊、胡桂仙. 2021. 貯藏條件對抗白菊功能成分的影響. 食品工業科技. <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2020110279>。
16. 嚴淘、楊敏敏、施琳、高若曦、劉天啓、張妍、衛鈺成、張華峰. 菊花不同提取物代謝組學分析及其抗氧化活性功效物質成分篩選. 食品工業科技. doi: 10.13386/j.issn1002-0306.2021010248。
17. Ikegaya, K., and Masuda, M. 1986. A new simple determination method of total amino acid in tea. Tea Research Journal 63: 35-36.
18. Iwasa, K., and Torii, H. 1962. A colorimetric determination of tea tannin with ferrous tartrate. Tea Research Journal 19: 104-108.
19. Wang, T., Zhu, Z. B., Guo, Q. S., and Mao, P. 2013. Variation in major flavonoids glycosides and

- caffeoylquinic acids during florescence of three *Chrysanthemum morifolium* Ramat cv. 'Hangju' genotypes. *Biochemical Systematics and Ecology* 47: 74-79.
20. Wang, T., Xi, M. Q., Guo, Q. S., Wang, L., and Shen, Z. G. 2015. Chemical components and antioxidant activity of volatile oil of a Compositae tea (*Coreopsis tinctoria* Nutt.) from Mt. Kunlun. *Industrial Crops and Products* (4): 318-323.

表一、杭菊儲藏後感官品評之比較 (包材、儲藏溫度各自比較)

Table 1 Comparisons of sensory evaluation of chrysanthemum after storage (comparisons of packaging materials and storage temperatures)

Storage Period (month)	treatment	appearance (10 scores)	color (10 scores)	liquid (20 scores)	aroma (30 scores)	taste (30 scores)	total (100 scores)
0		7.2 ± 0.8	7.2 ± 0.8	15.7 ± 0.7	22.6 ± 0.9	23.4 ± 1.7	76.1 ± 2.9
6	PB	5.9 ± 0.3 a	5.9 ± 0.3 a	14.7 ± 1.5 a	20.2 ± 0.8 a	20.7 ± 0.9 a	67.4 ± 3.3 a
	ALB	5.9 ± 0.4 a	5.8 ± 0.2 a	14.6 ± 1.4 a	19.4 ± 1.0 a	19.8 ± 1.0 a	65.6 ± 2.9 a
	RT	5.8 ± 0.4 a	5.6 ± 0.2 b	14.3 ± 1.5 a	19.8 ± 1.0 a	20.3 ± 1.1 a	65.7 ± 3.3 a
	5°C	6.1 ± 0.1 a	6.0 ± 0.1 a	14.8 ± 1.7 a	19.7 ± 1.1 a	20.0 ± 1.2 a	66.5 ± 3.8 a
	-20°C	6.0 ± 0.3 a	6.0 ± 0.3 a	14.8 ± 1.2 a	19.9 ± 1.0 a	20.5 ± 0.9 a	67.2 ± 2.7 a
12	PB	5.5 ± 0.3 a	5.7 ± 0.3 a	13.7 ± 0.6 a	18.3 ± 0.3 a	19.3 ± 0.3 a	62.5 ± 1.1 a
	ALB	5.2 ± 0.3 a	5.6 ± 0.2 a	13.7 ± 0.4 a	17.3 ± 0.5 b	18.9 ± 0.5 b	60.8 ± 1.3 b
	RT	5.5 ± 0.3 a	5.6 ± 0.2 a	13.3 ± 0.4 b	17.5 ± 0.8 b	18.8 ± 0.5 b	60.7 ± 1.2 b
	5°C	5.3 ± 0.3 a	5.7 ± 0.1 a	14.0 ± 0.4 a	17.8 ± 0.6 ab	19.2 ± 0.4 ab	62.0 ± 1.6 ab
	-20°C	5.2 ± 0.4 a	5.8 ± 0.3 a	13.9 ± 0.1 a	18.1 ± 0.4 a	19.3 ± 0.3 a	62.2 ± 1.3 a
18	PB	5.3 ± 0.3 a	5.0 ± 0.7 a	12.8 ± 1.3 a	17.3 ± 1.5 a	17.7 ± 1.2 a	58.2 ± 4.7 a
	ALB	5.1 ± 0.3 b	5.0 ± 0.3 a	13.1 ± 0.6 a	16.2 ± 0.5 b	16.9 ± 0.4 b	56.4 ± 1.1 b
	RT	5.2 ± 0.2 a	4.6 ± 0.5 b	12.0 ± 0.9 b	15.8 ± 0.5 c	16.6 ± 0.4 c	54.2 ± 2.1 c
	5°C	5.3 ± 0.2 a	5.2 ± 0.3 a	13.3 ± 0.5 a	16.8 ± 1.1 b	17.2 ± 0.8 b	57.7 ± 2.3 b
	-20°C	5.2 ± 0.4 a	5.4 ± 0.3 a	13.7 ± 0.5 a	17.7 ± 1.2 a	18.1 ± 1.0 a	60.0 ± 3.1 a
24	PB	4.0 ± 1.7 b	3.8 ± 1.4 b	12.5 ± 2.3 b	16.3 ± 4.3 b	17.5 ± 2.2 a	58.5 ± 9.5 b
	ALB	5.1 ± 0.2 a	4.6 ± 0.3 a	13.7 ± 0.3 a	17.8 ± 0.6 a	17.7 ± 0.5 a	61.0 ± 1.8 a
	RT	5.2 ± 0.2 a	4.8 ± 0.2 a	13.7 ± 0.1 a	18.1 ± 0.9 b	17.9 ± 0.6 b	61.7 ± 1.5 a
	5°C	5.1 ± 0.3 a	4.7 ± 0.2 a	13.9 ± 0.3 a	18.9 ± 0.7 a	18.6 ± 0.8 a	63.2 ± 1.9 a
	-20°C	3.4 ± 1.8 b	3.1 ± 1.4 b	11.6 ± 2.4 b	14.2 ± 3.9 c	16.2 ± 2.1 c	53.6 ± 9.7 b

PB 塑膠袋、ALB 鋁袋、RT 室溫

表中直行有相同英文字母者表示未達 5% 顯著差異。

Values followed by the same letters are not significantly different at $p \geq 0.05$.

表二、杭菊儲藏後感官品評之比較 (包材和儲藏溫度交感情形)

Table 2 Comparisons of sensory evaluation of chrysanthemum after storage (the interaction of packaging Materials and storage temperatures)

Storage Period (month)	Packing material	Temp.	appearance (10 scores)	color (10 scores)	liquid (20 scores)	aroma (30 scores)	taste (30 scores)	total (100 scores)
0	PB		7.2 ± 0.8	7.2 ± 0.8	15.7 ± 0.7	22.6 ± 0.9	23.4 ± 1.7	76.1 ± 2.9
		RT	5.1 ± 0.0 bc	4.2 ± 0.0 c	11.2 ± 0.2 a	15.5 ± 0.2 d	16.4 ± 0.1 d	52.3 ± 0.2 d
18	PB	5°C	5.4 ± 0.1 ab	5.4 ± 0.1 a	13.2 ± 0.1 b	17.7 ± 0.4 b	17.9 ± 0.2 b	59.5 ± 0.3 b
		-20°C	5.5 ± 0.2 a	5.6 ± 0.1 a	14.0 ± 0.3 c	18.7 ± 0.1 a	19.0 ± 0.1 a	62.9 ± 0.5 a
	ALB	RT	5.3 ± 0.1 abc	5.0 ± 0.2 b	12.7 ± 0.3 b	16.2 ± 0.2 c	16.9 ± 0.3 cd	56.0 ± 0.9 c
		5°C	5.1 ± 0.1 bc	5.0 ± 0.2 b	13.3 ± 0.5 b	15.9 ± 0.3 cd	16.6 ± 0.3 cd	55.9 ± 0.5 c
24	PB	-20°C	4.9 ± 0.1 c	5.1 ± 0.1 ab	13.4 ± 0.1 bc	16.6 ± 0.2 c	17.2 ± 0.2 c	57.2 ± 0.0 c
		RT	1.8 ± 0.5 b	1.9 ± 0.4 b	9.1 ± 1.8 b	10.6 ± 4.6 b	14.0 ± 0.0 b	40.8 ± 2.1 b
		5°C	5.2 ± 1.0 a	4.7 ± 0.7 a	13.7 ± 0.7 a	18.9 ± 2.7 a	18.3 ± 2.6 a	60.8 ± 7.1 a
		-20°C	5.0 ± 0.8 a	4.8 ± 0.9 a	14.1 ± 0.7 a	19.4 ± 2.7 a	19.1 ± 2.5 a	62.5 ± 7.0 a
	ALB	RT	5.0 ± 0.7 a	4.3 ± 0.7 a	13.7 ± 0.8 a	17.7 ± 2.2 a	17.7 ± 2.6 ab	58.4 ± 6.5 a
		5°C	5.2 ± 1.0 a	4.8 ± 0.8 a	13.8 ± 0.8 a	17.4 ± 2.4 a	17.4 ± 2.7 ab	58.6 ± 7.2 a
		-20°C	5.1 ± 1.1 a	4.6 ± 0.9 a	13.7 ± 0.6 a	18.4 ± 2.4 a	18.1 ± 2.7 ab	59.9 ± 7.0 a

PB 塑膠袋、ALB 鋁袋、RT 室溫

表中直行有相同英文字母者表示未達 5% 顯著差異。

Values followed by the same letters are not significantly different at $p \geq 0.05$.

表三、杭菊儲藏後化學成分含量比較 (包材、儲藏溫度各自比較)

Table 3 Comparisons of chemical composition content of chrysanthemum after storage (comparisons of packaging materials and storage temperature)

Storage Period (month)	treatment	water content %	PP mg/g	FAA mg/g	TF mg/g	3-CQA mg/g
0		3.48 ± 1.48	23.93 ± 0.09	23.98 ± 0.10	16.84 ± 0.15	6.35 ± 0.25
6	PB	6.09 ± 1.08 a	26.10 ± 2.33 a	28.28 ± 2.60 a	15.25 ± 1.30 a	8.07 ± 1.06 a
	ALB	5.46 ± 0.43 b	25.98 ± 1.41 a	30.40 ± 3.62 a	15.13 ± 0.97 a	6.60 ± 0.87 b
	RT	6.31 ± 1.34 a	25.19 ± 1.88 a	28.44 ± 3.60 a	14.29 ± 0.83 b	6.97 ± 1.01 a
	5°C	5.72 ± 0.31 b	26.32 ± 2.25 a	31.24 ± 2.66 a	15.78 ± 1.02 a	7.28 ± 0.60 a
	-20°C	5.30 ± 0.08 c	26.61 ± 1.39 a	28.33 ± 3.05 a	15.50 ± 0.99 ab	7.77 ± 1.78 a
12	PB	7.95 ± 2.06 a	28.45 ± 1.81 a	27.03 ± 3.28 a	16.73 ± 0.80 a	4.99 ± 0.41 a
	ALB	6.21 ± 0.25 b	27.02 ± 2.65 a	26.72 ± 2.89 a	16.51 ± 0.63 a	4.56 ± 0.76 a
	RT	8.29 ± 2.48 a	28.03 ± 1.48 a	23.22 ± 1.33 b	16.57 ± 0.95 a	4.75 ± 0.46 a
	5°C	6.89 ± 0.55 b	28.66 ± 2.49 a	29.01 ± 1.71 a	16.75 ± 0.72 a	5.02 ± 0.58 a
	-20°C	6.06 ± 0.19 c	26.64 ± 2.67 a	27.97 ± 1.77 a	16.54 ± 0.51 a	4.54 ± 0.80 a
18	PB	8.28 ± 2.27 a	29.61 ± 1.09 a	17.62 ± 1.74 a	17.31 ± 0.52 a	4.19 ± 0.67 a
	ALB	5.35 ± 0.30 b	26.49 ± 3.85 b	18.56 ± 1.93 a	15.98 ± 0.97 b	4.57 ± 1.29 a
	RT	8.29 ± 3.22 a	30.46 ± 0.63 a	17.59 ± 1.08 b	16.90 ± 0.53 a	4.77 ± 0.57 a
	5°C	6.32 ± 1.20 b	27.48 ± 2.76 b	16.85 ± 1.82 b	16.69 ± 0.88 a	4.34 ± 1.35 a
	-20°C	5.84 ± 0.49 c	26.20 ± 3.85 b	19.83 ± 1.18 a	16.35 ± 1.52 a	4.04 ± 1.01 a
24	PB	10.66 ± 4.14 a	26.42 ± 4.80 a	23.48 ± 2.35 b	16.22 ± 1.25 a	2.82 ± 1.29 a
	ALB	6.23 ± 0.79 b	25.27 ± 4.02 a	26.60 ± 2.50 a	15.36 ± 0.79 a	2.55 ± 1.42 a
	RT	11.27 ± 5.18 a	29.43 ± 1.46 a	23.61 ± 2.71 b	16.58 ± 1.23 a	3.64 ± 0.27 a
	5°C	7.20 ± 2.15 b	24.81 ± 4.32 ab	24.23 ± 1.70 b	15.01 ± 0.45 b	2.07 ± 1.53 b
	-20°C	6.86 ± 0.35 b	23.30 ± 4.32 b	27.29 ± 2.84 a	15.78 ± 0.99 ab	2.34 ± 1.38 ab

PB 塑膠袋、ALB 鋁袋、RT 室溫、PP 總多元酚、FAA 總游離胺基酸、TF 總黃酮、3-CQA 綠原酸
表中直行有相同英文字母者表示未達 5% 顯著差異。

Values followed by the same letters are not significantly different at $p \geq 0.05$.

表四、杭菊儲藏後化學成分含量比較 (包材和儲藏溫度交感情形)

Table 4 Comparisons of chemical composition content of chrysanthemum after storage (the interaction of packaging materials and storage temperatures)

Storage Period (month)	Packing material	Temp	Water content %	PP mg/g	FAA mg/g	TF mg/g	3-CQA mg/g
0			3.48 ± 1.48	23.93 ± 0.09	23.98 ± 0.1	16.84 ± 0.15	6.35 ± 0.25
6	PB	RT	7.51 ± 0.28 a	23.88 ± 1.80 c	27.46 ± 1.50 a	14.07 ± 1.10 b	7.55 ± 1.17 ab
		5°C	5.47 ± 0.18 c	27.99 ± 1.62 a	29.82 ± 3.34 a	16.02 ± 0.95 a	7.59 ± 0.53 ab
		-20°C	5.30 ± 0.06 c	26.43 ± 1.72 abc	27.55 ± 2.87 a	15.67 ± 1.16 ab	9.08 ± 0.77 a
	ALB	RT	5.11 ± 0.31 c	26.50 ± 0.64 ab	29.42 ± 5.22 a	14.52 ± 0.59 ab	6.39 ± 0.44 b
		5°C	5.97 ± 0.17 b	24.65 ± 1.29 bc	32.66 ± 0.68 a	15.55 ± 1.24 ab	6.96 ± 0.58 b
		-20°C	5.30 ± 0.12 c	26.79 ± 1.34 ab	29.11 ± 3.63 a	15.32 ± 1.00 ab	6.46 ± 1.48 b
12	PB	RT	10.56 ± 0.16 a	28.96 ± 0.99 a	23.44 ± 1.58 b	17.30 ± 0.75 a	5.11 ± 0.19 ab
		5°C	7.33 ± 0.33 b	27.70 ± 2.97 ab	29.88 ± 1.58 a	16.32 ± 0.80 ab	4.76 ± 0.57 ab
		-20°C	5.96 ± 0.17 d	28.80 ± 0.84 ab	28.13 ± 0.38 a	16.57 ± 0.76 ab	5.20 ± 0.22 a
	ALB	RT	6.03 ± 0.11 d	26.64 ± 0.62 ab	22.88 ± 1.30 b	15.83 ± 0.23 b	4.38 ± 0.23 ab
		5°C	6.44 ± 0.26 c	30.10 ± 0.47 a	28.15 ± 1.59 a	17.18 ± 0.32 a	5.42 ± 0.39 a
		-20°C	6.16 ± 0.18 cd	25.20 ± 2.49 b	27.86 ± 2.48 a	16.51 ± 0.25 ab	4.11 ± 0.74 b
18	PB	RT	11.22 ± 0.09 a	30.61 ± 0.85 a	18.01 ± 0.54 bc	17.27 ± 0.43 ab	4.58 ± 0.61 a
		5°C	7.39 ± 0.23 b	28.54 ± 0.65 ab	15.83 ± 1.79 c	16.99 ± 0.41 ab	3.58 ± 0.19 a
		-20°C	6.24 ± 0.05 c	29.67 ± 0.65 a	19.01 ± 0.85 ab	17.68 ± 0.63 a	4.42 ± 0.71 a
	ALB	RT	5.35 ± 0.24 d	30.32 ± 0.45 a	17.18 ± 1.45 bc	16.54 ± 0.35 b	4.96 ± 0.57 a
		5°C	5.26 ± 0.39 d	26.42 ± 3.91 b	17.87 ± 1.40 bc	16.38 ± 1.21 b	5.10 ± 1.67 a
		-20°C	5.45 ± 0.36 d	22.72 ± 0.73 c	20.64 ± 0.87 a	15.02 ± 0.30 c	3.65 ± 1.26 a
24	PB	RT	15.99 ± 0.27 a	30.47 ± 0.92 a	21.75 ± 1.80 c	17.41 ± 0.78 a	3.61 ± 0.18 a
		5°C	9.15 ± 0.26 b	25.73 ± 3.27 ab	22.92 ± 1.29 bc	15.28 ± 0.37 b	2.96 ± 0.98 ab
		-20°C	6.83 ± 0.47 c	23.06 ± 6.20 b	25.78 ± 2.07 ab	15.97 ± 1.41 ab	1.89 ± 1.85 ab
	ALB	RT	6.54 ± 0.17 c	28.39 ± 1.12 ab	25.47 ± 2.18 ab	15.75 ± 1.05 b	3.66 ± 0.39 a
		5°C	5.26 ± 0.39 d	23.88 ± 5.78 ab	25.54 ± 0.66 ab	14.75 ± 0.38 b	1.18 ± 1.58 b
		-20°C	6.90 ± 0.30 c	23.55 ± 2.85 ab	28.79 ± 3.00 a	15.59 ± 0.59 b	2.79 ± 0.85 ab

PB塑膠袋、ALB鋁袋、RT室溫、PP總多元酚、FAA總游離胺基酸、TF總黃酮、3-CQA綠原酸
 表中直行有相同英文字母者表示未達5% 顯著差異。

Values followed by the same letters are not significantly different at $p \geq 0.05$.

表五、儲藏條件及化學成分間的相關統計

Table 5 Relevant statistics of storage conditions and chemical compositions

		Packing material	Storage Temp	Storage period	Water content	PP	FAA	TF	3-CQA
Packing material	CC	1							
	P value								
Storage Temp	CC	0	1						
	P value	1							
Storage period	CC	0	0	1					
	P value	1	1						
Water content	CC	-0.49418	0.40849	0.35164	1				
	P value	<.0001	0.0004	0.0025					
PP	CC	-0.23364	0.33782	-0.00625	0.29858	1			
	P value	0.0533	0.0045	0.9594	0.0127				
FAA	CC	0.15159	-0.20028	-0.48598	-0.25136	-0.28346	1		
	P value	0.2103	0.0964	<.0001	0.0358	0.0201			
TF	CC	-0.27625	0.01544	0.17814	0.36543	0.60052	-0.38319	1	
	P value	0.0188	0.8976	0.1344	0.0016	<.0001	0.0011		
3-CQA	CC	-0.11144	0.07193	-0.8234	-0.22327	0.27089	0.28884	-0.0708	1
	P value	0.3656	0.5600	<.0001	0.0672	0.0255	0.0187	0.5662	

PP 總多元酚、FAA 總游離胺基酸、TF 總黃酮、3-CQA 綠原酸、
CC (Correlation coefficient) 相關係數

表六、預測各處理之綠原酸含量降為0.2%所需時間

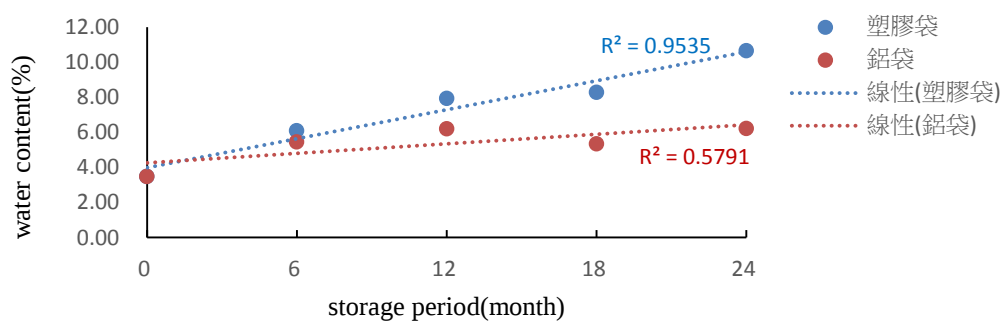
Table 6 Predict the time required for each treatment to reduce the content of chlorogenic acid to 0.2%

Packing material	Temp	Polynomial regression equation	R ²	Month
	RT	$y = -0.0048x^2 - 0.025x + 6.7825$	0.7989	29.07
PB	5°C	$y = -0.0041x^2 - 0.0813x + 6.9103$	0.8099	26.08
	-20°C	$y = -0.0147x^2 + 0.1271x + 7.0443$	0.8054	23.35
	RT	$y = -0.0002x^2 - 0.1095x + 6.4974$	0.7959	38.38
ALB	5°C	$y = -0.0155x^2 + 0.1696x + 6.3227$	0.9426	23.04
	-20°C	$y = -9E-05x^2 - 0.1633x + 6.6497$	0.9036	28.04



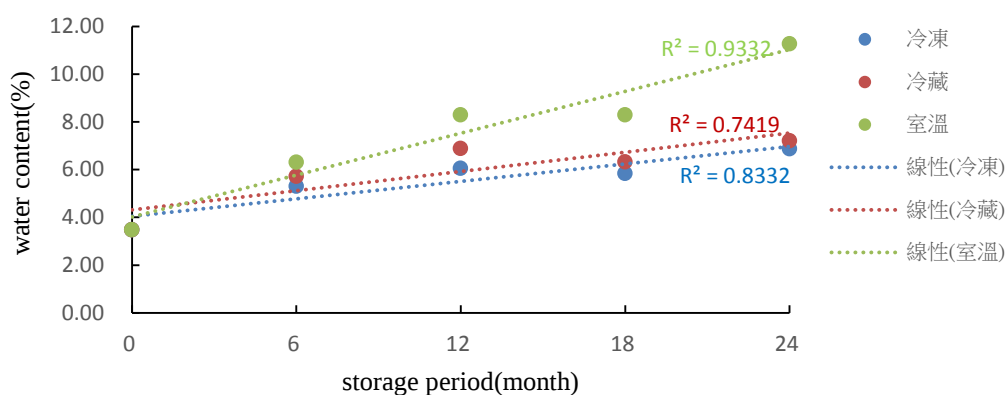
圖一、杭菊以塑膠袋包裝儲藏在室溫 24 個月產生褐變和霉蟲

Fig. 1. Chrysanthemum becomes brown and has silverfish after stored in plastic bags at room temperature for 24 months



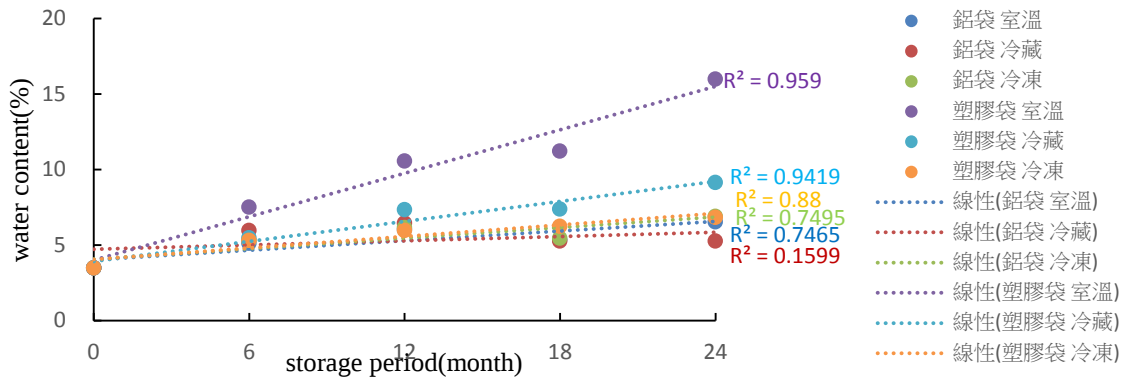
圖二、不同儲藏包材杭菊含水量回歸曲線

Fig. 2. Regression Curve of water content of Chrysanthemum stored under different packaging materials



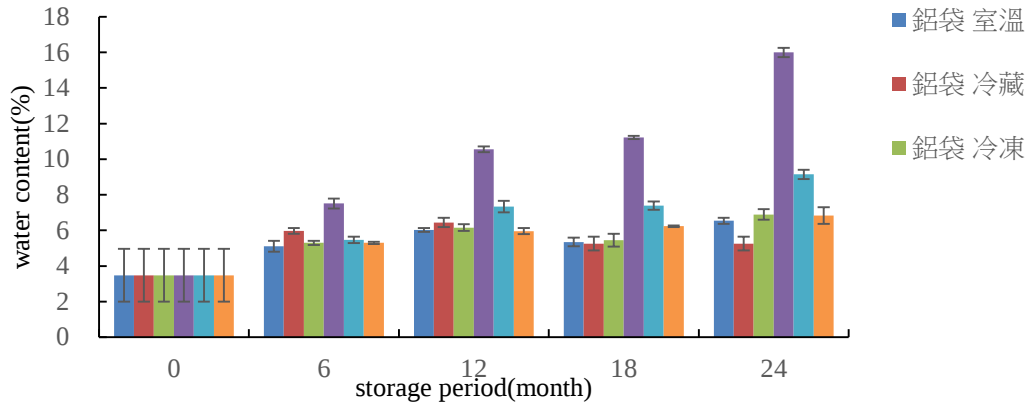
圖三、不同儲藏溫度杭菊含水量回歸曲線

Fig. 3. Regression Curve of water content of Chrysanthemum in different storage temperatures



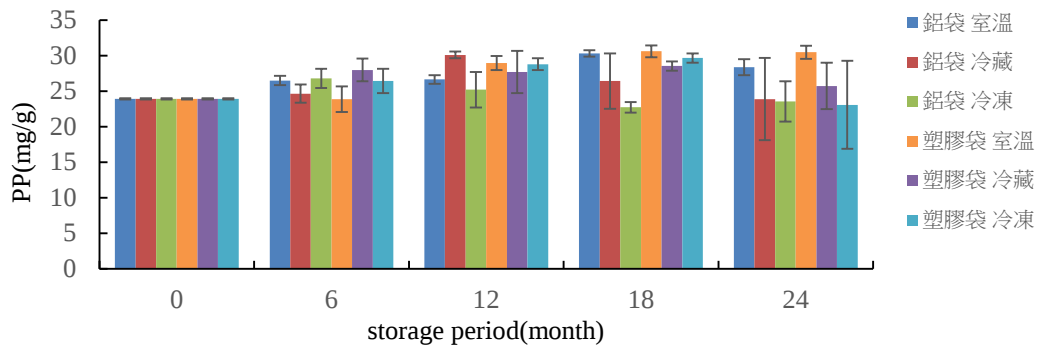
圖四、不同包材及溫度下儲藏杭菊含水量回歸曲線

Fig. 4. Regression curve of water content of Chrysanthemum stored under different packaging materials and temperatures



圖五、在不同包材及溫度下儲藏杭菊含水量動態變化

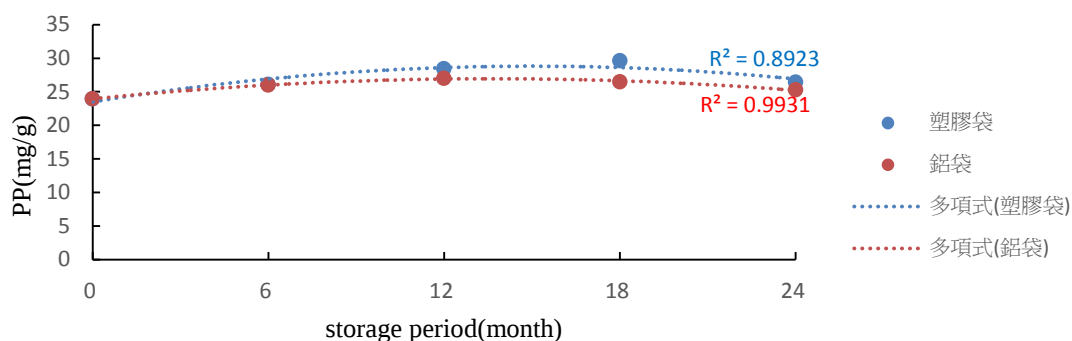
Fig. 5. The dynamic changes of water content of Chrysanthemum stored under different packaging materials and temperatures



圖六、在不同包材及溫度下儲藏杭菊總多元酚含量動態變化

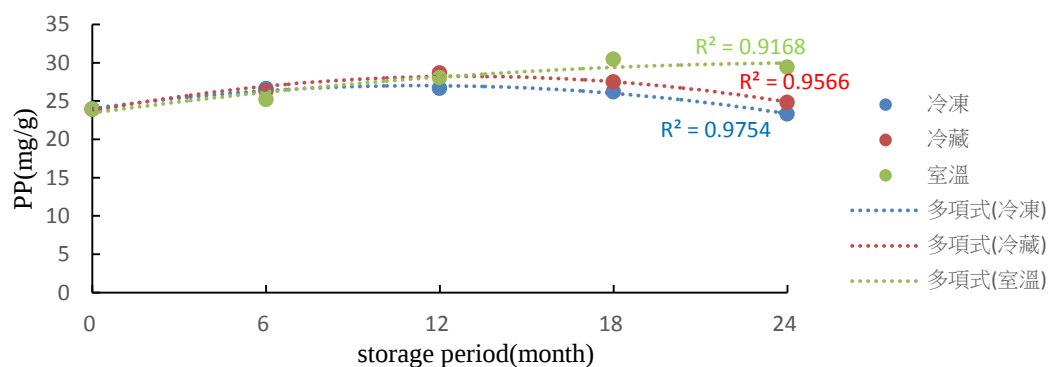
Fig. 6. The dynamic changes of polyphenols content of Chrysanthemum stored under different packaging materials and temperatures

倉儲包材及溫度對杭菊品質及化學成分 含量之影響



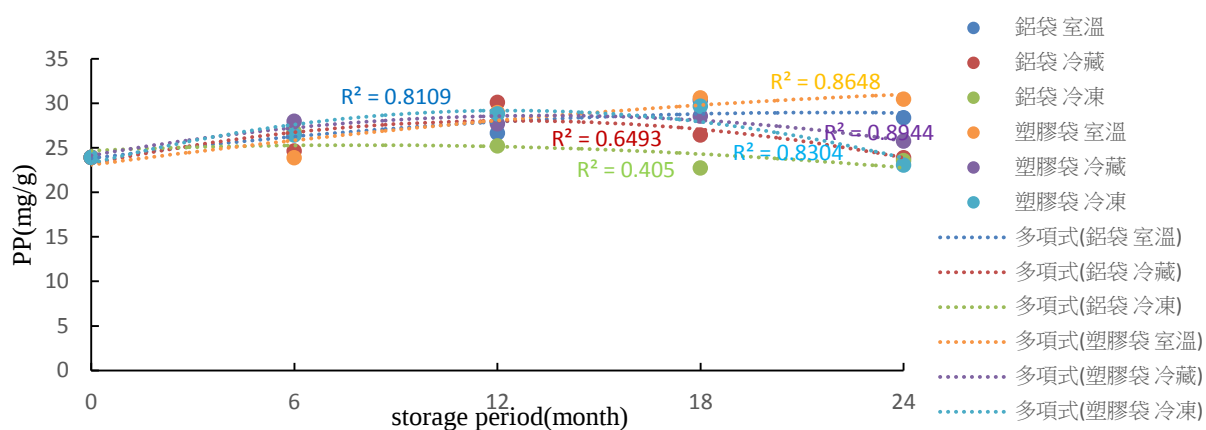
圖七、不同儲藏包材杭菊總多元酚含量回歸曲線

Fig. 7. Regression curve of polyphenols content of Chrysanthemum stored under different packaging materials



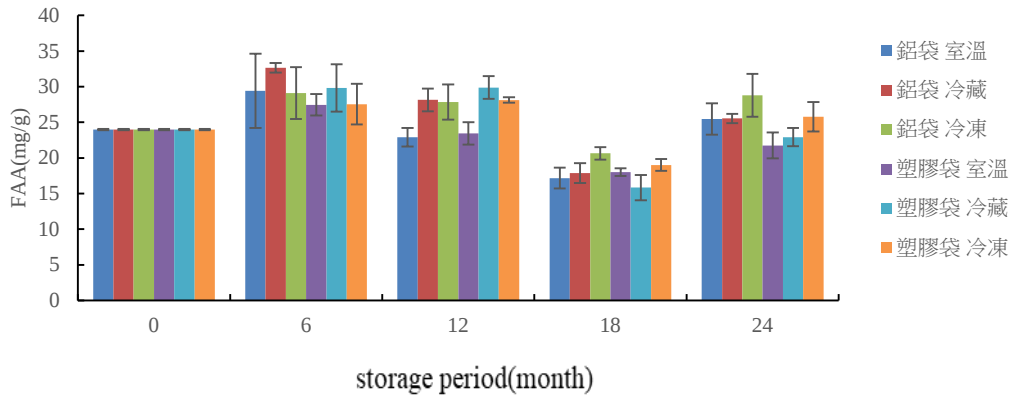
圖八、不同儲藏溫度杭菊總多元酚含量回歸曲線

Fig. 8. Regression curve of polyphenols content of Chrysanthemum stored under different temperatures



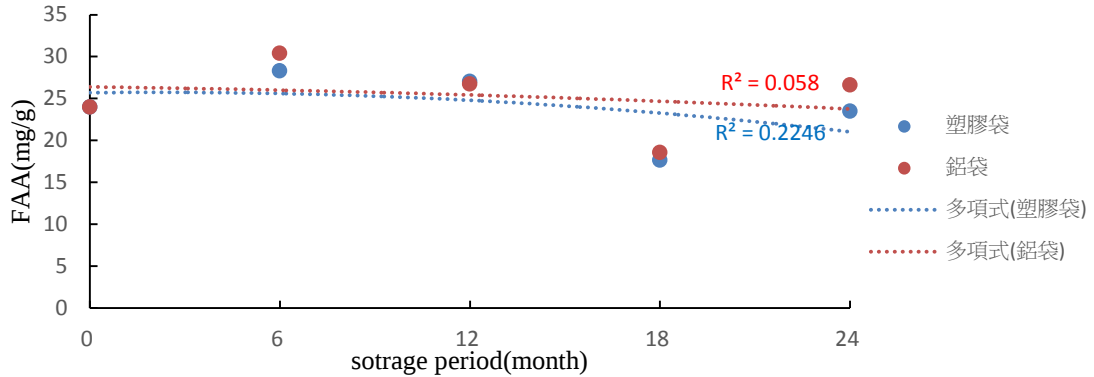
圖九、在不同包材及溫度下儲藏杭菊總多元酚含量回歸曲線

Fig. 9. Regression curve of polyphenols content of Chrysanthemum stored under different packaging materials and temperatures



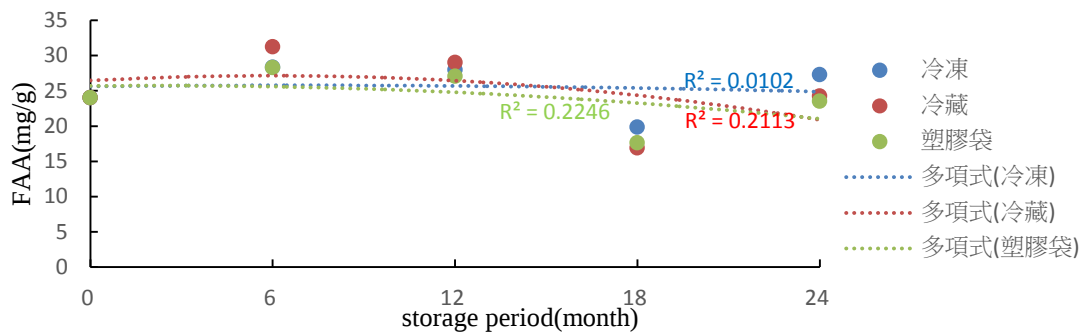
圖十、在不同包材及溫度下儲藏杭菊總游離胺基酸含量動態變化

Fig. 10. The dynamic changes of Chrysanthemum free amino acid content under different packaging materials and temperatures



圖十一、不同儲藏包材杭菊總游離胺基酸含量回歸曲線

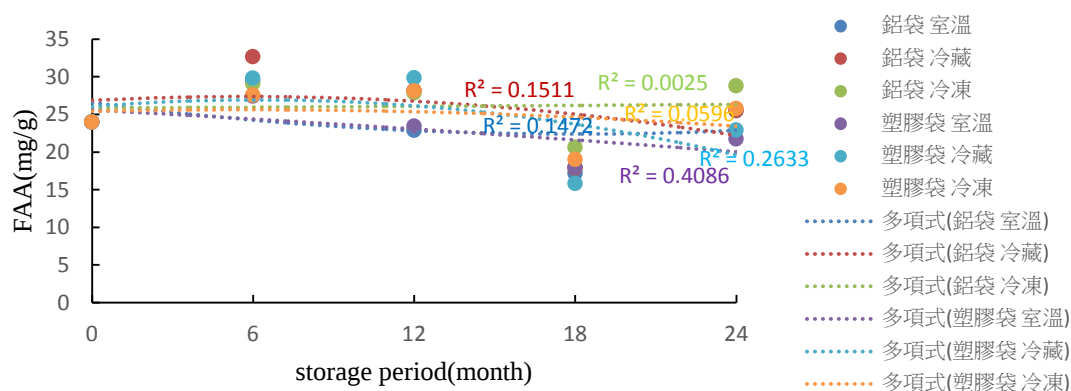
Fig. 11. Regression curve of free amino acid content of Chrysanthemum stored under different packaging materials



圖十二、不同儲藏溫度杭菊總游離胺基酸含量回歸曲線

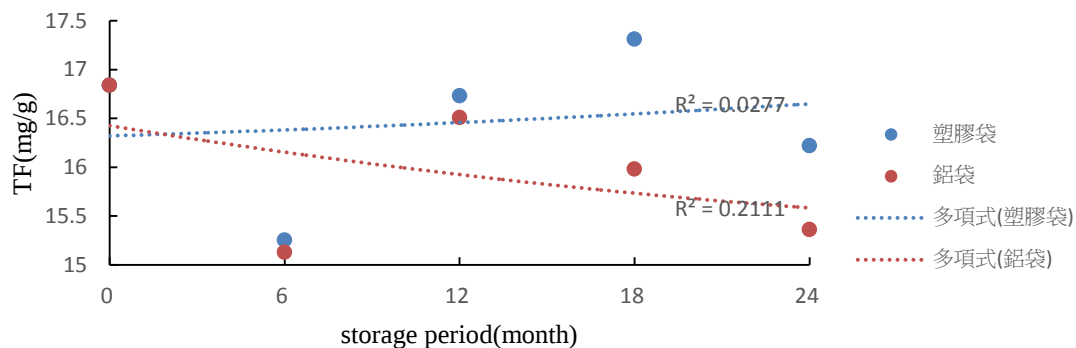
Fig. 12. Regression curve of free amino acid content of Chrysanthemum stored under different temperatures

倉儲包材及溫度對杭菊品質及化學成分 含量之影響



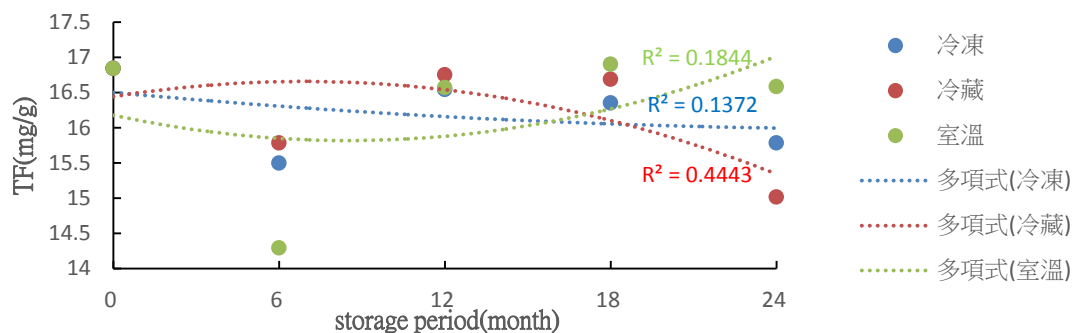
圖十三、在不同包材及溫度下儲藏杭菊總游離胺基酸含量回歸曲線

Fig. 13. Regression curve of free amino acid content of Chrysanthemum stored under different packaging materials and temperatures



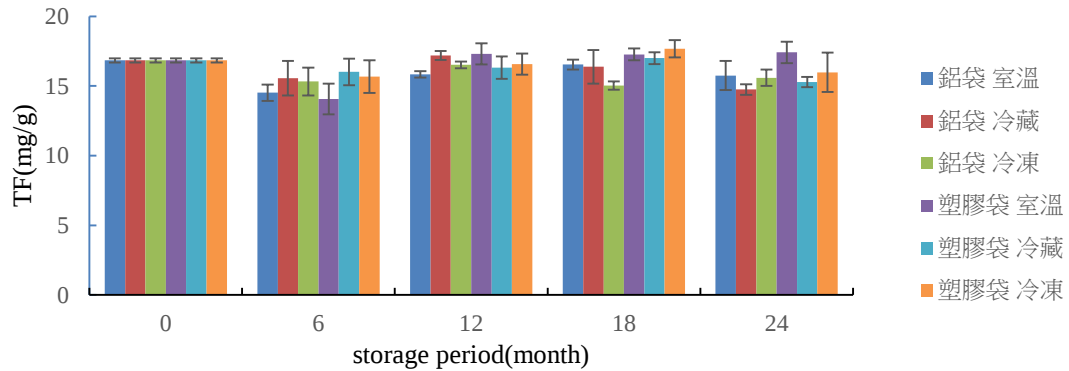
圖十四、不同儲藏包材杭菊總黃酮含量回歸曲線

Fig. 14. Regression curve of total flavonoids content of Chrysanthemum stored under different packing materials



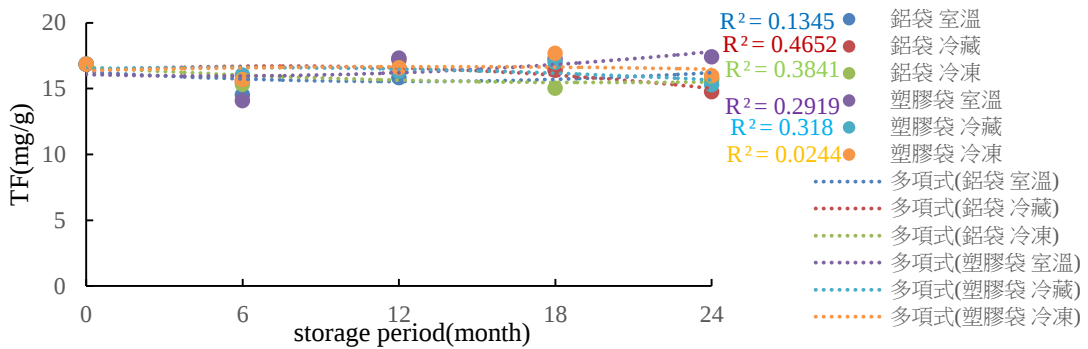
圖十五、不同儲藏包材杭菊總黃酮含量回歸曲線

Fig. 15. Regression curve of total flavonoids content of Chrysanthemum stored under different temperatures



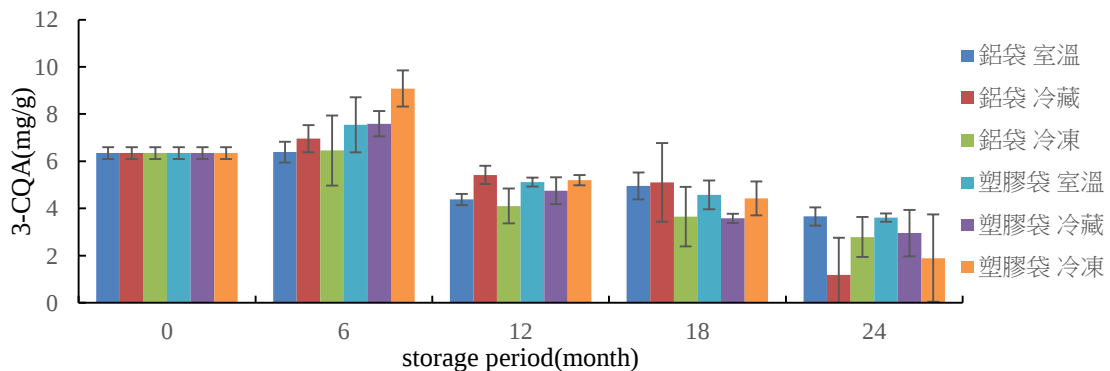
圖十六、在不同包材及溫度下儲藏杭菊總黃酮含量動態變化

Fig. 16. Storage dynamics of Chrysanthemum total flavonoids content under different packaging materials and temperature.



圖十七、在不同包材及溫度下儲藏杭菊總黃酮含量回歸曲線

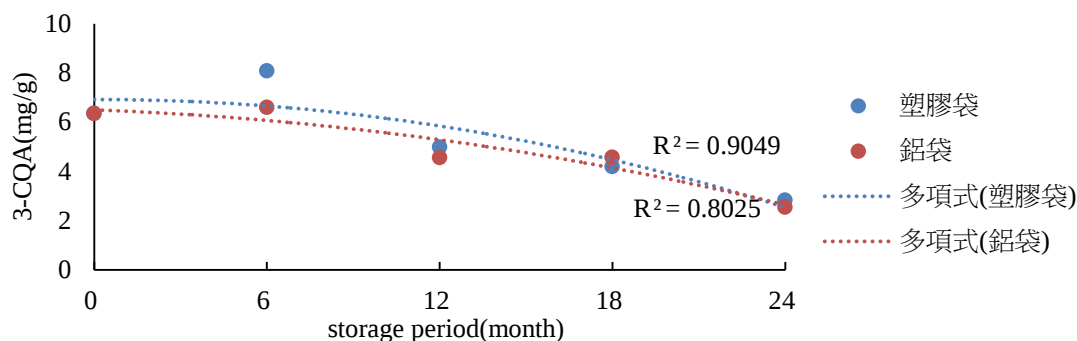
Fig. 17. Regression curve of total flavonoids content of Chrysanthemum stored under different packaging materials and temperature.



圖十八、不同包材及溫度下儲藏杭菊綠原酸含量動態變化

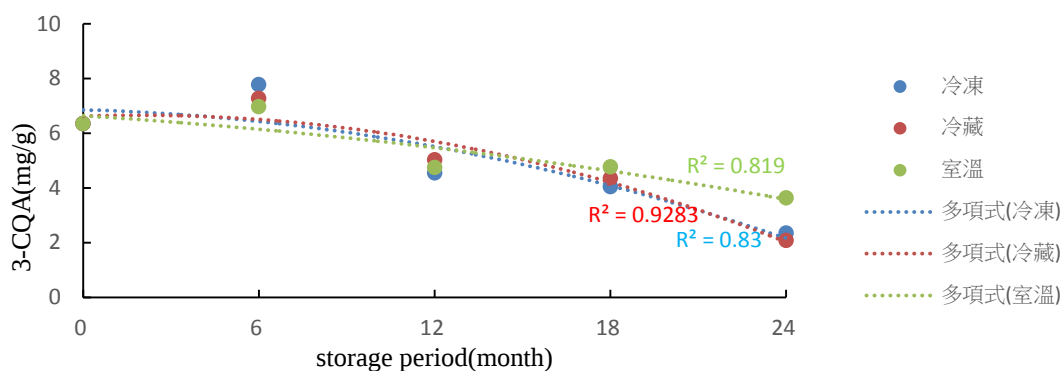
Fig. 18. Storage dynamics of Chrysanthemum chlorogenic acid content under different packaging materials and temperatures

倉儲包材及溫度對杭菊品質及化學成分含量之影響



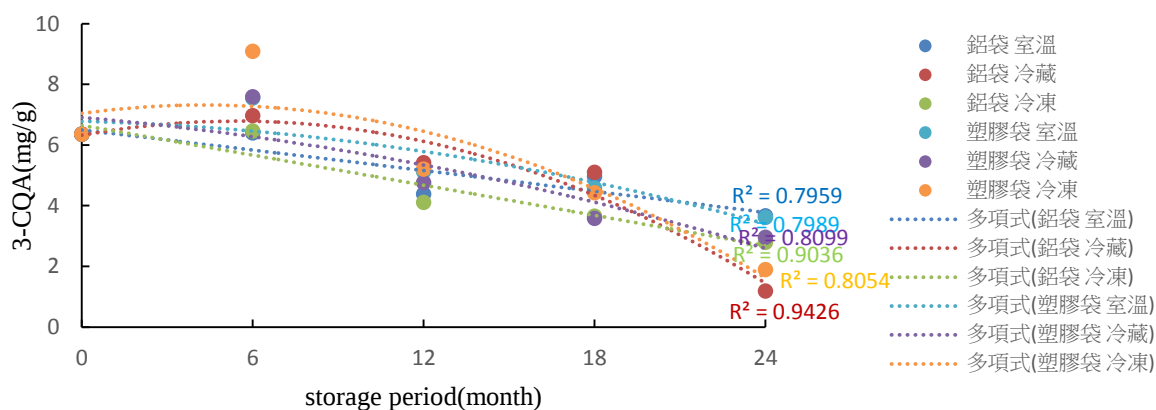
圖十九、不同儲藏包材杭菊綠原酸含量回歸曲線

Fig.19. Regression curve of chlorogenic acid content of Chrysanthemum stored under different packing materials



圖二十、不同儲藏溫度杭菊綠原酸含量回歸曲線

Fig. 20. Regression curve of chlorogenic acid content of Chrysanthemum stored under different temperatures



圖二十一、在不同包材及溫度下儲藏杭菊綠原酸含量回歸曲線

Fig. 21. Regression curve of chlorogenic acid content of Chrysanthemum stored under different packaging materials and temperatures

Effect of Storage Packaging Materials and Temperatures on the Quality and Chemical Composition Content of Chrysanthemum

Chiou-Fang Liu¹ Yu-Jen Chen² Chih-Chun Kuo¹
Chui-Feng Chiu³ Hsien-Tsung Tsai⁴

Summary

Chrysanthemum is a local characteristic crop in Taiwan. The flowering period is concentrated from November to December. Dried flowers have large surface area so that are easy to absorb moisture and cause quality decline. The farmer's current storage method uses large transparent plastic packaging. The plastic bag covered with cloth to store at room temperature for sale. Due to the lack of relevant information on the quality of chrysanthemum under storage conditions, we plan a multiple factor test of packaging materials and storage temperatures. Discuss its influence on the quality of dried flowers of chrysanthemum after storage. The results show that the existing storage methods of farmers are most likely to cause the moisture content of dried flowers of chrysanthemum to increase, resulting in a decline in quality. After 24 months of storage, silverfish and browning will occur and the commodity value will be lost. When conditions permit, the best quality is stored in a transparent plastic bag and stored in 5°C or -20°C storage. However, due to the high cost of cold storage and freezing, the second choice is to store it in large aluminum tea bags after packaging. It can maintain a certain quality of dried flowers at room temperature for 24 months.

Key words: Chrysanthemum, Storage, Packaging material, Temperature

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

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

3. Researcher and deputy director, Tea Research and Extension Station, Taoyuan Taiwan, R. O. C.

4. Researcher and chief, Tea Research and Extension Station, Taoyuan Taiwan, R. O. C.

茶感官品鑑可以不同嗎--從品茗圈 的茶氣說談起

廖紫均¹

摘 要

品茗時互相比較茶的良窳，早在唐代茶成為飲料的角即有記載；現今的茶人在聚會時，以各式的方式較量茶品，藉此交流而成為社交活動，其實是古代鬥茶的延續。這個較量比的是茶的品質，雖說臺灣自比賽茶開辦以來，對於茶品的比較，制定出外觀、香氣、滋味、顏色、葉底等評比項目，但是私下的聚會，評比的方式五花八門，而其中的茶氣是透過身體來感覺茶品，並搭配自然保育的有機生態論述，並且形成用身體來感覺茶品是否乾淨的品質論述。當然茶氣是來自普洱品茗圈的詞彙，被用在喝普洱時，從觀察身體與茶的對應關係，而作為判斷茶品的依據；因普洱茶的普及，茶氣作為鬥茶時的衡量，也逐漸擴及品烏龍茶的圈子。由於茶氣是個看似來自中醫，實則來自能量醫學的概念，搭配上有機生態等的茶園管理，使得看似虛無飄渺的詞彙，有明確可依附的載體，形成乾淨的茶是可以補充身體能量的論述，因此，不論在烏龍茶或者普洱茶逐漸形成看似可作為選評茶的標準。本文擬探討茶氣所論述的品評概念，反映的是什麼樣的價值意涵，對於現今烏龍茶的品飲具有什麼樣的啟發。

關鍵字：茶氣、審評、普洱茶、品鑑、茶療

研究緣起

茶氣說是茶進入身體後，去解讀身體的感應，形成體質與茶的對應。茶氣說從最早的練功的人品普洱的感受為發端，開始在普洱圈產生影響，逐步將中醫的食療法引入，依照體質狀況來辨識茶在身體的作用，進而選擇合適的茶。雖說中醫裡茶的屬性被界定在味苦性寒，但各種茶類因製程屬性略有不同，紅茶是全發酵屬性為平和，老普因為有菌的作用所以被視為偏補性，綠茶與烏龍茶都屬於偏向性寒。但持茶氣說者以為，這樣的屬性會因為茶的產地、製程等，對於人體的經絡與臟腑有影響，所以同屬於部分發酵茶的烏龍有可能影響到脾胃，也有可能作用到肺經，作用的結果使得喝的人有感到舒適，而判斷為好茶。因此，茶氣說的核心，是在品飲的過程，去觀察身體的變化，並學會選擇適合身體的好茶。然而實際操作時，卻形成因個體造成感受上的差異，很難確認茶與臟腑正確的對應關係，以及變數太多，很難歸因於品茗造成身體的輕安感。這樣的現象也隨著對這個詞彙感興趣的人增加，而困境必須解決，開始轉向為茶氣是探討茶與養生保健的關係；因此，茶氣逐漸從感知茶對人體的影響，轉為茶的內含物，對身體保健的影響，茶氣幾乎與茶療畫上等號。

另一方面為了讓這樣的論述能持續，持茶氣說者必須實質上提出相對應的好茶，因此，需要

1. 國立自然科學博物館人類學組助理研究員兼蒐藏經理。臺灣 臺中市。

有茶農的製茶技術和茶園管理搭配，形成生態茶、野放茶、有機茶等與茶氣說鏈結，所以茶氣的感知成了判斷茶品優劣的依據之一。茶氣說提出的目的是為了選茶，並以選擇適合個人的茶為導向，相對於傳統的品茗，以比賽茶的品評做為參考架構有很大的不同。由於茶氣詞彙有虛無飄渺的特性，究竟茶氣與身體感知的結合，是否可以成為品評茶品時的依據？茶氣一詞從生成到流轉的過程，是否也反映某些品茗概念逐漸受到注意？

研究目的

茶氣是從普洱茶品飲出現，也就是從消費端裡發展出來的詞彙，茶從生產到消費，在消費端裡進行價值的交換，而茶氣則為進行交換時的價值之一。從 Appadurari (1986) 的觀點，價值存在於商品的交換過程，而經濟交換創造了價值；所以商品的本质是人所賦予的，對商品來說更重要的是人和社會活動的軌跡。茶氣究竟本質上是什麼？茶氣與品茶的感官知覺有密切關係，也與茶的生命史-從生產到消費有緊密扣連；這樣的對應關係，是否可以幫助理解茶氣的性狀？從茶氣在消費者端的論述來看，是從品飲普洱而逐漸擴及烏龍茶的品飲體系，夾雜中醫養生的詞彙，以及生態、茶園管理等概念，茶氣究竟可否作為品鑑的一環，而成為消費者考量的指標之一？

文獻探討

一、茶氣 vs. 茶療

茶氣是依附著品茗而生成的論述，從普洱老茶開始發展到臺灣烏龍茶體系，被稱為具有茶氣的茶，從老茶逐漸蔓延到新茶。茶作為商品，在銷售時強調身體的感受，這個論述的源頭，與傳統中醫有某種程度的關係。最早指出茶氣的是鄧時海 (1995)，他從品飲普洱的體悟以為可以從幾個面向去理解，「一指茶香很強；二指茶湯很濃；三指茶葉所含的成分很足，茶湯口感很釅；四指茶葉中成分很重，茶湯苦、澀味很強；五指只有極少數品茗者，由於體認茶氣的氣感，而正確指出茶氣很強。」這裡他也提出嗅覺、味覺是基礎，他提出「茶氣進入人體內部，而運行於經絡，如果到達一定強度感覺，促使毛孔發出微汗，並且漸漸凝聚於骨骼中，成為一股清流，浸潤全身肌骨。....如果此時再增加茶氣，清飲爽化逐漸浮現，交會成一股溫暖而鼓盪，潛在體內竄激，最後浸沐在一股飄然且安穩的意境裡，飄然欲仙。」這種茶氣的感受，鄧時海以為是老茶客，他也提出「一般的品茗者，對茶氣的感覺是，品飲後全身體內激蕩一股熱氣，接著毛孔清清發出微汗，這個汗是輕薄微細的汗，和喝熱湯之後的汗流浹背不同。」他的茶氣概念，是一種熱流在身體經絡經過的感覺，再加上發汗，也形成日後茶氣討論的文本，並且以身體對茶的感受為核心。

當熱流、身體、經絡等詞彙被提出後，茶與中醫的鏈結不斷的出現在網路，茶氣說者也是從這裡切入，將茶與傳統中藥鏈結，形成茶氣與養生鏈結的概念。從傳統中藥學來看，茶被列在味苦性寒、清熱利水，可以清心肺與脾胃之火¹。除了上述的特質，「甘、苦、微寒、無毒，主癰瘡，利小便，去痰熱渴，令人少睡，...苦茶，主下氣，消宿食²」，「寒破熱氣，除瘴氣，利大小腸³...」，從記載可見茶因甘味而具有補性，因苦味具有瀉，其微寒而具有清熱、瀉火、涼血、清頭目等，

¹明代，李時珍《本草綱目》

²唐代，蘇敬《新修本草》

³唐代，陳藏器《本草拾遺》

對於人體有多方面的活性，而影響遍及五臟（林乾良等，2006）。也因這樣的特質，使得持茶氣說者以為，茶氣就是品飲之後，飲者感受茶在身體流動的那股氣，因此，需仔細觀察每一泡茶氣在人體的流動，才可以做出茶對於個體的影響之正確判斷。

由於不同的茶類因為製程的關係，形成對身體的影響略有不同，因此，羅列出如綠茶味甘、苦，性寒涼，影響心、肺、肝、胃經；紅茶味甘、性溫，影響心、肺、胃經等（衛明等，2011）。這樣的看法對於茶氣說者以為不足，以紅茶為例，樹種、產地的差異，以及各地進行的做工不一，所以每一泡茶在茶學課中，都重新進行檢視。以最古早的神農嘗百草的方式-透過直接品飲，感受茶與身體的互動，那個熱流的流經路徑並且敘述出，來進行確認影響的經絡或臟腑⁴。一般接受茶道班訓練的學員，鮮少具有中醫背景，要有能力做出正確的觀察具有難度，再加上茶在治療疾病的功效有限，因此，茶氣的議題，可以見到轉型，逐步轉為食療的領域並與藥膳結合，以茶療的面貌呈現。

由於茶療是將茶視為食物，認為透過適當的飲食調養，達到補精益氣協調臟腑。因此，確認體質屬於哪一種狀況，例如陽虛、陰虛、痰濕、濕熱、血瘀、氣鬱等，再搭配合宜的茶，例如陽虛體質適合紅茶、普洱；濕熱體質適合綠茶，氣鬱體質適合花茶等。由於人體質複雜，因此，其他中藥材也同時運用，例如氣虛體質搭配人參、黨參、黃耆、大棗、白朮、淮山、蓮子等（董毅等，2011）。但多數人屬於混合型體質，很難做簡易評斷，求助傳統的把脈輔助，或是觀察節氣作為輔助。目前在香港有茶療館的成立，透過把脈進行體質辨證後，開立單方或複方茶給患者，強調「喝着好喝的茶，順便把病給治了」，例如熟普溫陽暖胃治療胃寒，陳年白茶清熱解毒治療外感發熱等。將性味相近的中藥與茶搭配，增強整體療效，例如普洱茶配伍厚朴花，提高普洱茶消滯功效；胃熱嘔逆時，柿蒂、竹茹搭配綠茶，清熱和胃降氣止嘔（容若之水，2019/03/15；2019 訪談衛明）。

茶的藥用價值自古已有記載，茶富含含有各種成分，並被萃取製成多種保健品或功能食品，被用在抗腫瘤、抗疲勞、調節免疫、降血糖、抗氧化等（劉莉，2018）。但是這些療效靠的是萃取物，在每一泡的茶湯中要求要達到上述的效果，需要用藥劑的面貌呈現。因此，茶氣說者也開始引用能量醫學的觀點，能量醫學者認為《神農本草經》、《本草綱目》等中草藥專書裡記載的，都可視為能量茶飲⁵，可依四性五味分類並探討作用於人體的作用（黃文聰等，2013）。能量醫學者對於體質上的辨識，會用各式的脈診儀器等，來測出身體的失衡處，才探討合宜的飲品；然而茶氣說者要能專業的解讀與使用脈診儀有某種難度，因此，茶氣說者強調喝乾淨的茶對健康的重要，以及乾淨的茶可以被身體感覺，開始轉向與有機栽種概念的結合。

二、茶氣說 vs. 生態

茶氣說最初提出是品普洱茶者，主要的立基點是在茶的生態環境，以及野生喬木的樹種。廣義的普洱茶指涉的是雲南、廣東、廣西、湖南等地的後發酵黑茶，但各地的工藝製程略有不同，目前普洱茶店裡販售的，分為普洱熟茶、普洱生茶兩大類別，普洱熟茶是由曬青毛茶經渥堆發酵而成，湯色紅褐、帶有陳香、滋味濃厚；普洱生茶由曬青毛茶經過精製後壓製的緊壓茶，湯色黃亮透出清香，滋味濃強、刺激性強苦澀較明顯（彭功明，2019）。由於中國西南特殊的氣候與生態環境，造就普洱茶成為茶中之茶，具有茶氣，甚至是綠色經濟的代表；並且普洱茶在茶馬古道的運輸，被視為環保低碳，是經濟與生態的結合，是普洱茶發展的主要途徑（黃鳳靄，2021）。尤其雲南地處西

⁴陳必誠 中國醫藥大學中醫系教授 2018 年受訪時表示，這種方式是神農式的年代，中藥材屬於不熟悉的狀態才會使用的方式；然而歷經了千年的傳承，歷代醫家已將中藥材做了分類，雖說有製程、產地的差異，但是屬性上不會有很大的落差，因此，現今的醫家，會從既有的中藥學基礎，進一步做診療與運用。

⁵能量茶飲解決的不是器官病症的問題，比較偏向情緒性的鬱結，或是身體偶而失衡時的調理，身體器官的病根，或是慢性疾病的治療，還是需要專業醫療人員的處方。

南邊陲，在低緯度高原季風氣候下，被視為茶樹的起源地，也是茶樹遺傳多樣性中心 (唐一春等，2009)。即使具有優異的野生茶樹資源，隨著現代的發展與土地的開發利用，雲南也出現地利枯竭、茶樹老化、化肥與化學藥劑的問題等。鄧時海提出「美其言是精華板塊移動，其實是退化板塊的形成。」鄧時海 (2019) 點出「過去雲南春茶採收兩季，分別是清明、穀雨；現在的春茶一年可以採收 5、6 季，對茶樹是很大的傷害，且過去用有機肥，現今已用化學肥料代替」。生態條件是茶樹生長的环境，地力的喪失、環境污染等議題是全球性的，不論是臺灣或雲南都有這個困境，探討茶的生態條件時，還是得回到個別茶樣取得的茶園來談。

而茶氣說對生態的重視，將良好的生態環境視為茶氣生成的重要條件，這樣的理念對於臺灣來說並不陌生。以臺灣來說，臺灣是 1980 年開始推廣有機栽培，1988 年茶業改良場投入有機茶栽培，並輔導茶農實施示範區 (巫嘉昌等，2014)。臺灣各處陸續可見到有機茶園，有機栽種強調環保的重要，以不使用化肥、藥劑，遵循自然的方式投入生產。茶氣說轉換到臺灣的茶園體系，是無縫接軌的將臺灣原本的有機栽種相關的理論與實務注入當中。茶氣說提出茶生長環境的重要性，認為生態條件、土地的開發與汙染問題等，都被視為影響茶氣生成的要件。茶樹原本生長在熱帶、亞熱帶叢林，茶樹從叢林移出到茶園，離開原來的生態系統，因此，茶園管理是要做到創造原生性良好的茶園系統 (田永輝等，2001)。所以臺灣茶園的有機栽種，到 2020 年茶農戶數約 250 戶，茶園面積 433 公頃，對比全臺灣的茶園面積為 12,000 公頃⁶。由於臺灣有機栽種有各種門派如秀明農法、MOA 自然農法等，產品琳瑯滿目，形成市面上有各種的認證標章如 MOA、TOPA、TOC、NCHU 等。由於品項複雜，所以茶氣說者對於有機產品，還是以身體的感應為主來做挑選。

但身體的感應主觀，因此，市場上出現野放茶園的類別，有別於有機茶園裡，仍使用有機資材來做運用，作為呼應茶氣說中乾淨的生態茶園。野放茶園的詞彙，在學理上並沒有清楚的定義，是由茶農自行界定：野放茶則是任土壤中生物自由互動而產生出的自然物，是茶本來的味道與質地。野放茶農以為現行不管是有機或慣行農法，其實都是一種變相的加味茶，是透過施肥、管理而長出的茶，茶湯帶有肥分累積、產生的氣味與口感 (錢麗安，2019)。但是若從有機驗證的角度，並非所有的野放茶是乾淨無汙染茶園，源於臺灣現今所見的野放茶，多指原本以慣行農法種植，後來由於個別原因被遺棄，被棄置的時間各別差異很大，長時期存在於茶區，是否有汙染源，或是茶樹的健康狀態是否良好等，個別案例都有差異。但是這些被稱為野放茶園，如果僅靠自然落葉、土壤自行生成的肥分，採摘方式如同慣行農法，那麼茶園兩年後也會貧瘠。假使採摘方式維持一年一採，但是產量很少，茶農在收益上是否能承受是另外的問題⁷。無論是有機茶或是野放茶，因強調茶來自乾淨、無汙染的環境，這類的茶品是茶氣說者用來論述茶氣與身體感關係的基礎。

由於野放茶園的茶量少，另一個被關注具有茶氣的是臺灣原生山茶，臺灣將山茶採摘運用，在 1717 年的諸羅縣志已出現，分布主要在臺灣的中南部中低海拔山區，東部偶而可見 (蘇孟淮，2015)。日治時期有學者調查研究，認為印度阿薩姆種的品質優於臺灣山茶，因此，臺灣生產的紅茶，新植茶園為阿薩姆種。時至今日最常被提及拿來運用的是高雄六龜的產製 (吳聲舜，2009)，魚池鄉以及臺東都有產出。許多茶人認為臺灣山茶逐漸受到矚目，與普洱新茶的流行有關，因茶商見到臺灣山茶類似雲南普洱茶不施肥、喬木、野放，甚至風味表現出現類似普洱新茶的某些款。但是老饕級的普洱茶嗜好者，以為臺灣山茶和普洱茶口感完全不同，有沒有茶氣見人見智。實際上臺灣山茶是獨立的種，原本不是用來製茶，現今所稱的德化山茶、眉原山茶、永康山茶等是茶改場依據發現地點命名 (潘美玲，2017)。臺灣山茶被嗜好者認為品種來自臺灣，具有臺灣的文化底蘊，

⁶ 蘇慕容 2020 臺灣有機茶國際品茗交流暨媒合會

⁷ 電話訪談李臺強 2020/09，茶業改良場副研究員退休

在臺茶發展史上有其重要的歷史定位。由於臺灣沒有類似雲南的大茶樹或古茶樹，但臺灣山茶某些特質與雲南的茶樹類似，追求這個滋味表現開始成為風潮，所以這一類的茶品也被茶氣說者用來論述為具有茶氣的茶。

三、茶氣 vs. 茶審評

提出茶氣說者主要目的是將茶氣作為茶審評裡的一環，認為有茶氣的茶是好茶。茶為食品之一，目前檢測食品質量的方法有感官品評，化學分析、物理化學法。當中的感官品評是傳統的茶葉審評使用的，另外兩種的結果是作為品質評定的參考。臺灣的茶品質分級鑑定是採用官能鑑定方法為主，科學審查為副，互相參酌評定。官能審查茶葉的形、色、味、優劣，同時要做到審評的環境與評茶的設備規格一致，秤茶樣、沖水的比例、泡茶的溫度等要穩定（何信鳳，2001）。現今臺灣的茶葉審評，是援用英國的制度，是從視覺、嗅覺、味覺、觸覺提出鑑定判斷（吳振鐸，1950），並且參考1975年美國食品學會的方式「感官品評是用以引發、量測、分析、解釋食物或其他材料特性，受五感（視、嗅、嚐、觸及聽）覺之後的反應科學」（劉伯康等，2020）。

審評不是以任何未經掌握的樣本，或是無法掌控的變數所進行的蒐集，基本上以科學方法為基礎。茶氣如何在感官中的呈現，以及客觀的被定量與量測，一直是茶氣說者無法突破的盲點。翻閱食品感官歷史演進，赫然發現古人的五官對應五色、五氣、五味、五臟、五腑等，這個分類體系下的相關作用與應用，其實是當今科學審評的濫觴。中醫的望、聞、問、切是八綱辯證的基礎，也是專家型感官評估的先鋒；而日常飲食裡四氣五味與補益作用，而發展出的歷代飲食專書，以感官指標為依據，並參考消費活動，為現代品評的雛形（劉伯康等，2020）。

茶的審評為的是要找出優良品質的茶，所謂優良品質的認定，其實是經過不斷的修正與協商，因為品質並不是一個給定不變的，產品的特質是從生產過程、運輸、分配、銷售管道、甚至於消費者的認知，在不同的環節因不同的考量而被推選出，透過協商而形成共享，當然也會隨時進行修正（Allaire, 2004）。因此，茶審評裡提出的外型、湯色、香氣、滋味和葉底為具體的五項，簡稱五項因子，而外形又分為條索、整碎、淨度和色澤，其實是透過不斷的協商與討論而被運用在比賽茶。茶氣是否可以成為當中一個可被感知的項目，其實也牽涉到茶氣可否作為品質的特徵，除了它的物理性質是否可以成為定量或是定性的測量指標，也牽涉到在茶從生產到銷售的過程，相關的行動者對茶氣這個詞彙的解讀。

茶氣要成為可被測量以及實質的物質，一般認為從體感的反應來衡量，以頭部來說臉頰發熱、頭皮發麻、氣上腦門直冲百會；以身體來說，打嗝、排氣、出汗、飽足感等。老茶因為經過轉化，茶湯溶出物，對於促進人體的基礎代謝明顯增強，產生發麻、出汗、打嗝等現象更為明顯（林永俊，2012）。由於這些現象不容易用量化描述，有茶人以為測量茶湯的糖類物質、生物鹼等化學物含量，可以量測茶氣含量；因為茶中的糖類物質造成血糖上升，而需要散熱來維持血糖平衡，而茶湯中的生物鹼刺激身體的代謝，促進血液循環，使得發熱更為快速（李揚，2018）。然而從食療的角度，可以造成身體的發熱感有很多原因，具有溫補的食材或是各別體質的差異，都會造成因品飲而身體有發熱感。所以發熱感很難作為茶氣在身體展現的具體可量測的項目，況且咖啡鹼與葡萄糖的含量，在其他的飲品也可見。另有臺灣學者研究借用道家氣場的概念，請練功之人將氣導入茶中，形成具有高階氣場的茶膠囊或茶裡，透過紫外光與可見光兩種光譜的對照，看茶樣的變化，並且透過感官品評來描述差異性（楊金倉等，2010；趙唯凱等，2011）。

若從提倡茶氣說者的目的來看，是要用這個項目來作為選茶的指標，甚至作為品評茶好壞的基礎。然而茶的品評分為兩種--審評和品鑑，審評的本質是要找出製茶工藝上的問題，是從專業、從茶的角度出發對一款茶進行評價，更多的是客觀因素的考量，是一種差評模式；茶葉的品鑑是從通俗、從人的角度出發對一款茶進行評價，更多的是主觀因素的考量，是一種好評模式（六堡茶之家，

2019；茶葉進化論，2019；茶業改良場，2016)。前者偏向對製茶工藝提出意見，後者偏向以銷售為目的。專業的茶比賽更偏向前者，沈培和 (1998) 提出「作為評茶人員，應對製茶工藝、茶葉品質、茶葉機械、茶葉化學等相關知識有一定程度地了解，這樣有利於做好茶葉審評。」，在許多製茶比賽的探討中被奉為主臬。當然這兩個面向只能視為茶的兩個端點，彼此間錯縱交叉，後者涉及更多的流行口味、風味的等象徵意義、以及不同的地方群體形成的口感論述、以及銷售量等，使得製茶的工序或方向改變。

當茶氣說的論述被提出時，原本用來描述普洱老茶，而且偏向練功之人，爾後擴及烏龍老茶、普洱新茶、野放茶、甚至強調乾淨的茶，提出的目的，是要透過一種新的感官知覺，來評論茶品，為的是要選好茶。仔細推敲茶氣背後所涉及的概念，與土壤、樹種、種植方式、製茶技術等都有關，這些面向看似與審評有關；但是茶氣的定性與定量都有難度，茶氣說偏向個人嗜好的品鑑。品鑑屬於消費者的導向，以販售和行銷為主，尤其茶氣說是從普洱茶品飲帶出來，更彰顯這個說法的本質，是以嗜好、喜歡、好評為主。

調查與分析

- 一、研究對象：自臺灣的茶人、茶師、農會等，選取約 10 位的受訪者，訪談對茶的品質認定、茶的品鑑與審評及茶的製作工藝等。
- 二、研究步驟與方法：筆者於 2016 年至 2018 年參與三期在臺中舉辦的茶道班，以茶中醫為主題，實則探討茶氣以及觀察茶氣在身體的流動，文中關於茶氣說的看法，援引自該茶道班的學習。由於該茶道班的理論，引述坊間李啟章的《茶日子》一書甚多，再加上一些中醫的概述，以及授課者自身的學經歷，強調培養學員透過自身的身體感，學會選擇適合自己的茶。筆者以此為基礎，進行田野調查時，直接以課堂上形成的概念，與受訪者進行對話。本研究採用人類學式的深度訪談，以及參與觀察方式進行，觀察的部分包含製茶工序、茶比賽等。本研究分為兩個部分，一部分是在茶區進行，另一部分是在消費者眾多的都市如臺北、高雄等。由於臺灣的茶區眾多，本文主要以南投縣鹿谷鄉凍頂茶區的茶師為主，但是也拜訪其他條型茶製作為主的坪林茶區、日月潭茶區、甚至同為球型的阿里山茶區等。選擇凍頂茶區來自於，在臺灣老茶尚未流行的年代，凍頂老茶就已被一些茶人，因價格相對普洱茶價低，拿來取代陳年普洱茶，享受茶氣與身體的對應。雖說對於老饕級的普洱茶茶人，以為那完全是不同的茶氣與口感，不可相提並論，但是普洱老茶的品飲概念，進入到烏龍品飲體系，確實是從這裡開始。也因為二、三十年前，在凍頂茶區發生這樣的現象，啟發凍頂茶區成為全臺第一個舉辦老茶比賽的茶區。雖說歷年來老茶比賽得獎的茶，多半不是來自凍頂地區，反而來自梨山、阿里山等茶區；但市面上的老茶，凍頂老茶具有一定的分量，若品質不錯、年份足夠、陳放條件佳的茶，價格也相對較其他茶區高。筆者拜訪非凍頂茶區的目的，是為了比較不同的茶在審評與評鑑上的差異，並將工藝、生態等不同條件與品鑑作對照。關於消費者訪談的部分，從以談茶氣與身體感為主的知名茶人開始，多半為經營普洱茶的店家與其常客，特別喜好以茶氣來評茶，也會以茶氣來論述普洱茶和烏龍茶的差異性。在臺灣目前雖說喝陳年普洱茶的是特定某一群人，但是品烏龍茶為主的消費者，對於茶品的嗜好比較廣，各種茶品、有無茶氣都會嘗試；雖說品烏龍茶者所談的茶氣，偏向從生態的乾淨度來談，這樣的說法也出現在品普洱老茶的茶人裡。
- 三、資料分析：本論文將訪談後的內容，整理成逐字稿，透過訪談內容的整理，形成受訪者間的對

話，以及與理論的對話。

結果與討論

一、生態面向對於茶氣的影響

不論來自雲南或是臺灣茶區的茶，都會以「喝乾淨的茶」來稱呼好茶，乾淨指涉的是生態環境。然而雲南茶區對於臺灣多數的人是陌生的，如何判斷來自雲南茶區的茶，都是乾淨的茶？又在臺灣茶區號稱乾淨的茶，只要走一趟茶山，消費者立即見真章，但是這個做法也未必見得，因眼見未必為憑，有可能茶農帶去看的茶園，其實是鄰居的有機茶園。然而所謂的乾淨，指涉的是無汙染的環境，最基本的條件是有機栽種，但是也不盡然有機栽種都是乾淨的茶，因為有機農法還牽涉肥料施放的技術，有機肥的製作與施放要拿捏很好不容易。由於有機栽種者，還是需要搭配偶而化肥的使用，因為茶樹生長有最少養分率的問題，有機肥很難補充某一元素（廖慶樑等，2005）。究竟什麼叫做乾淨的茶？

以雲南茶區來說判斷乾淨的茶最簡單的方式，有茶商建議用年代來看，至少選擇 1980 年代以前的茶餅，就不會買到地雷：

大陸到 1970 年代把一些新改良的品種，用類似烏龍茶改良的方式，採收量才會出來，研究新的品質。1982-1985 年類似臺灣的茶園管理方式，不像以前的單株，以前是有性繁殖，改無性繁殖之後品質也可以提升與穩定。1982-1985 年開始有大量的茶，是臺地茶，80 年代末推出大量的茶（訪談 S: 2020/09/05）。

但是聽在一些品普洱的老饕耳中，以為這個區分過於武斷，應該還是要回到普洱茶餅的真假判斷，以及茶餅的品質判斷。

普洱茶的真假才是普洱的價值，通常是從包裝、內飛、大票、小票大略的看出茶餅的年代，看餅面對不對、看餅的鬆緊度、看餅的凹窩、以及它喝起來的口感等...（訪談 C: 2020/08/15）。

中華茶聯總會會長李以德以為，普洱茶最重要的是在生態與樹種，那是乾淨茶的源頭：

.....有些古樹茶有上千年的歷史，有些甚至沒有開放採，雲南的森林保存了原始的風貌，而茶氣就是經由大地孕育出來的一個能量，有些人的體感會比較清楚。臺灣茶主要的問題是以栽培型的居多，就是有人工的施肥和打藥的處理，所以和大地並不是很直接的接觸在一起，所以臺灣茶的氣就相對比較弱...（訪談 2020/07）。

普洱茶的生態與樹種，指涉樹的品種為大樹茶、古樹茶，散佈於森林、自然環境優良，相對於小樹茶與新茶園，來自低矮的灌木，樹齡年輕、種植密集、施肥率高、農藥比例重等。普洱茶具有茶氣，成為茶中之茶，就是因雲南茶樹生長的环境土層深厚與肥沃、有機質含量豐富、茶樹的茶質豐富、茶芽長與壯等（雷平陽，2015）。由於普洱茶價呈倍數翻升，使得辨識真實的普洱是每位消費者必做的功課，而普洱的自然環境、樹種等的辨識，就是入門的基礎。一般初入門時，是從臺地茶與古樹茶的區辨做起，兩者的口感有落差，古樹茶的茶氣足、滋味協調、味厚回甘好，葉底薄大而柔軟；臺地茶滋味欠協調、味薄、生津回甘較差、葉底較硬。當然各地的風格也會有差異（梁名志等，2006）。只是這樣的品飲經驗，在指導消費者時，往往從茶湯的膠質感、茶湯內含物質的豐富度、香氣與滋味的變化、以及這個茶的口感是否符合市面上對於該茶餅的認定。由於普洱茶工藝裡的拼配，參雜的變數更多，使得這個判定多半需由老饕帶領，才不容易出錯。

茶氣說者觀察到雲南擁有的樹種複雜，育苗、種植等栽培方式，再加上雲南各產地因土質、氣候條件的差異，茶園的類型比臺灣更為繁複；將之簡化為茶氣的來源來自於優異的生態條件，強

調有機茶、野放茶，並稱呼為乾淨茶。由於這樣的論述，市面上不斷的有質疑的聲浪，因此，茶氣說也模仿普洱茶，從品飲來辨識真假。

我跟你說啦，那個你說那個很厲害的什麼野放茶，那種不一定啦，我聽說他給人家看的是一回事，他賣的是別人做的，因為他的量太少，不可能都是自己的。那你怎麼知道他去拿別人的，那個是從哪邊來，都一定是有機嗎？難道沒有慣行農法嗎？一般消費者怎麼可能分得出來... (訪談 L: 2020/09/02)。

上述的質疑聲浪，造就茶氣說者在判斷乾淨的茶，更強調身體的感知，重點放在身體的感受舒適度，以及香氣的表現。相對於普洱茶皮膚發熱、流汗等情形，以及口感上的醇香、甘甜、潤滑、濃醞等特質，茶氣說者在論述烏龍茶氣時，有不同的方式：

我現在做的是有香精、香水的味道，也有梔子花。真的聞過梔子花的有幾個人？只能用比較常接觸到的味道去判別，反而很少聞過的不知道怎麼去描述。我說香精，你一喝就是濃縮過的香精味道，我的茶就是那樣的味道。生態管理就是這樣，所以茶湯一定更厲害，沒有弱的。這些茶樹都是年紀大，又比較健康的。.....我喜歡前面三沖聞香氣，茶湯在舌頭的滑潤感很重要，那是一部份，但我已經走到不是那一塊了。我是往身體的方向...好的東西身體沒有負擔。是很輕鬆沒有壓力，還有愉悅感、飽足感，不影響睡眠，這些都符合我就覺得是 OK 的茶 (訪談 S: 2021/01/17)。

由於茶氣說者強調香氣上是多重複合的味道，是用同一批茶園的茶，並非傳統拼配功夫，所以茶氣說者會強調觀察葉底，判斷是否來自同一個茶園，以及葉片的膠質多、葉片厚等特質：

.....你摸這葉子的厚度很厚，它吸收的東西不一樣，內含物不同，跟施肥長出來的葉子也不一樣。施肥是用外力介入，一喝就知道，基本上黃豆最多，一喝就知道豆子轉換出來的味道，我們這是最天然的，甜度有很多種，有添加的也有自然本身的，我們就是本身的。這邊都不施肥的，會物競天擇，會死是旁邊沒有雜樹，身體比較脆弱會自動被淘汰，所以茶園常常會一樣一樣跳位子... (訪談 S: 2021/01/17)。

從葉底和茶湯判斷茶的品質，是傳統茶審評裡的一環，一般認為茶質厚重，可以透過泡茶技術在嗅覺與味覺上呈現茶湯的濃郁度，但是膠質感指的是口腔觸覺的粥樣感及潤滑感，通常茶若有不錯的膠質感，會讓茶加很多分；但茶氣說者更強調身體感受茶的無刺激性，特別春、冬茶更彰顯這些特點⁸。身體上的舒適度，成為鑑別有茶氣的茶的重要指標，只是這樣的身體感究竟可否作為品鑑的項目之一，並成為品質好壞的判斷標準，似乎可從不同的行動者論述

二、茶氣與茶品鑑

茶作為商品目的是要進入市場做交換，透過審評分辨出製茶技術的高低，透過品鑑，選擇喜好的茶。身體感是茶氣說者用來作為品鑑時的重要參考，這個標準看似來自茶的本身條件，其實更多是來自各方行動者對於品飲的看法，價值觀上的差異。資深茶人周渝以為：

做臺灣茶的不太喜歡講茶氣，但做普洱茶的喜歡講，有可能是臺灣茶改場的那套審評標準影響到了大家評茶的方式，就不太會去講茶氣的問題。早期因為茶改場要判斷比賽茶，從民國 64 年吳振鐸場長就開始推行，幫比賽茶訂標準，就是中國古代社會茶類的性質，有四個字，「香」「甘」「滑」「重」，我記得我在民國 70 年開始經營茶的時候，我去看他們的比賽茶，那時候的評審說評茶標準就那四個字，後來我去研究之後，發現那其實是宋徽宗早就定下來對茶的評鑑，後來就都用這樣的標準來評茶。.....民間很早就把茶當作一種解毒或調理身體的藥，我選茶評斷標準會以身體

⁸嚴新富 (國立自然科學博物館副研究員) 指出，有機肥到植物體還需要轉換的程序，所以產出物的時間比較慢，而化學肥直接補充植物所需元素，不需要經過植物體的轉化，兩者相比似乎呈現，有機栽種的春、冬茶，可舒眠、不影響睡眠等效果。而夏茶因為植物體代謝快，生成刺激物多，不論是否有機，都沒有明顯的舒眠等功效。

的感受為主，茶氣的觀念很早就有了，我在民國 70 年就發現了茶氣對身體的功效。新茶茶氣和老茶茶氣比起來，老茶茶氣會比較往下沉，新茶則是往上，另外新茶茶氣比較偏寒，老茶茶氣偏暖，比較有助於調理、暖和身體，它還可以放鬆，其實新茶茶氣有的也很強，但它的氣是往上衝，容易衝腦門，跟老茶茶氣強的不一樣…… (訪談 2020/08/29)。

顏學誠 (2004) 提出茶比賽是透過感官知覺來指出茶的身世，例如土壤狀態、摘茶菁的時間、炒菁時的溫度高低等，茶好壞的客觀性，在於可驗證的身世。茶業改良場的主審林金池課長對於茶審評下的註腳：

我們評茶的過程不是講製程而已，一杯茶喝下去就要從茶菁開始談起了。所以茶農當然也會講走水不順、發酵不足...因為茶的品質好壞，茶菁採下來一心兩葉已經決定 60%、70%，後面製茶的工藝技術可能 30%、40%而已。你今天採低海拔的茶菁原料，或梨山的，梨山的隨便做一做可能就是甜的，耐泡度也好。評審大概都在挑缺點，所以我們只要淘汰都會寫評語：菁味、苦澀、陳味、澀味、味淡...這邊有很多缺點，缺點一個是講茶葉條件好不好，另一個就是製茶過程有沒有缺點，有沒有採傷。這部分就是從一杯茶就可以反推回去，你的栽培管理、製茶過程、烘焙過程有沒有缺點，或烘焙有沒有做到最好的點... (訪談 2000/11/11)。

茶是生態、品種與工藝三者必備，茶滋味與香氣的呈現，是茶樹生長地的環境、種植的方式、土壤的狀況，採摘時的天候等自然因素，再加上工藝而成。將茶氣說與這些條件相比，茶氣說者的茶氣來自生態、種植方式、茶園管理與製茶技術，差異之處在於茶氣帶來的身體感，目前所有的茶類評鑑有將身體感放入考量的是普洱茶。大益普洱茶在臺銷售的負責人田經理表示：

我們普洱茶的茶氣也是一個評鑑的重點，普洱茶評鑑會分成五個，第一個是看乾料，第二個是聞香氣，第三個是看湯色，第四個是品滋味，第五個是看它的葉底。第一個步驟會先給你看它的乾料是怎樣的，然後泡一杯去聞它的香氣，聞了之後是聞到草香、花香還是焦糖香，這個就是要去做分辨，所以說香氣裡面就有茶氣，而茶氣一般會去用體感分辨它的強弱，也會因每個人的身體狀況不同而有不同感受，茶氣這個部分是個人去體會的 (訪談 2020/08/20)。

普洱茶的茶氣具體表現是在香的嗅覺上，但是還是要搭配滋味，但是重心還是回到身體感的描述：

普洱茶的品質是看它的茶質、茶性 (就是茶氣)，像這個茶可以感受茶性很好，茶氣很強，是走上呼吸道的氣。我們一般都是在講求茶質，問題沒有人談茶性，茶質指的是內含物，內含物本來要夠，茶性大部分在講茶氣，我們人有上中下焦，如果在十年左右普洱，那個茶氣主要在上丹田，會往上跑，茶氣會亂竄，喝了頭會發脹，整個臉是黃，那個茶沒有被馴化過時間還很短。如果二十年的話是在中焦，會感覺到那個茶氣在這裡，如果喝到三十年的普洱茶，那個味道會往下沉。 (訪談 T: 2019/10/09)。

身體感的論述在臺灣比賽茶裡不被考量的主因，來自於無法明確定量與定性：

開玩笑那個叫茶氣的，那是什麼東西，沒辦法用科學的指標來表現，我們現在的茶審評，是用科學的方法，來做感官品評。那些談茶氣的，每個人講的茶氣都不一樣，怎麼可能拿來評茶 (訪談 L: 2020/09/20)。

茶氣的提出，使得消費者對茶的認識，除了原本的嗅覺、味覺、觸覺、視覺，還包含身體的感受。但是消費者要怎麼樣能辨識出茶氣的存在，除了身體的感受，其餘的感官認知，與沒有茶氣的茶很難拉開很大的差距，況且有茶氣的茶遍佈各種茶類，無法用這麼截然的指標做篩選。因此，論述茶氣者，特別將身體的感受標示：

...很會做茶可以靠製茶技術在茶界撐起一片天，很會焙火的人，把別人的茶拿來，用自己的獨門焙火技術，也可以在茶界，但是你有看過有人，特別標示材料嗎？我的茶花費那麼多力氣，但是

我的功夫就是在那個茶菁。所以我要告訴你，我的茶真的很特別，喝了以後身體的感受很舒服、沒有負擔、很輕鬆、不影響睡眠、有茶氣... (訪談 S: 2021/01/24)

身體的感受被特別提出，是為了凸顯健康的議題。尤其「喝對自己身體好的茶」，是茶氣說者常用的語彙，這個語彙具有市場價值，與當今社會的養生風潮有關：

喝新茶是以口腔口感為主，我們喝老茶則是以身體反應為主。像是有些人喝了新茶會胃痛、睡不著，但喝老茶就不太會，喝老茶完全是自己的身體來感覺的，覺得好就好，像是中醫強調身體感，西醫則是把身體當成是客體來研究，這就是不一樣的地方。臺灣老茶和普洱老茶茶氣其實很接近，有些老茶放很久味道會很接近普洱，有點藥味，還有點人參味，所以基本上老茶喝了身體溫暖舒服通暢，普洱老茶跟臺灣老茶喝起來沒甚麼兩樣，只是某些風味有點不同而已 (訪談 C: 2020/08/29)。

由於辨識茶氣的方式，多半從茶的販售者習得，身體對茶的感知，不似其他的感官品評有清楚的學習目標，例如品普洱茶時的發汗，或是有機茶、野放茶的輕鬆感，在其他的食品，或者不具有茶氣的茶類，都會有類似的現象，所以逐漸形成跟著習茶的老師挑選茶。消費者泰半很難僅從茶本身，來培養自己的價值判斷，絕多數的人在體感測不到茶氣的氣感時，都會運用原先已培養出的對茶的品鑑能力，從茶的香氣、滋味、湯色、葉底等來與販售者對話。而販售者對於感受不到茶氣者，幾乎都用同樣的詞彙「你的身體有塞住」，或是「有練功的人才能體會到」。也因此使得茶氣，看似有清楚可以描述的物理特質，實際上在消費者端，卻是模糊的概念。

儘管茶氣是模糊的概念，對消費者來說，這個選擇卻可以鏈結到養生，所以消費者購買的是保健。在當代社會中，食物所具有的象徵意義，影響人對於食物的選擇，消費者與食物建立的關係，已不是物理性質的考量，而是行動者基於考量的再現與社會建構 (Ilbery & Kneafsey, 2000)。消費者透過購買，來展現某個價值，除了是自我的展現，也同時受到社會風潮影響。養生的價值被強調，與飲食西化帶來的慢性病的發生率提升、少子化與高齡化社會的到來、養生對個人生命的意義等有關。茶在日常生活為飲料的一種，但強調茶氣後，它讓茶實質上或象徵上鏈結安全、健康、自然，讓焦點更加聚焦於茶與人體的對應關係，而不僅是茶作為客體的品質選擇，茶被消費者以不同的意義與特質被識別。消費者購買有茶氣的茶，某種程度是表達對友善環境的生產過程的支持，以及凸顯自身參與到臺灣新一波的飲食風潮--強調有機與養生。

觀察這些具有茶氣的茶，與不具有茶氣的茶，感官知覺的落差其實很微細，筆者曾經將茶道教室購買具有茶氣的茶，分享給同好者，但是當茶沖泡出之後，同好者卻指出，茶湯的混濁早已脫離一般人對於優良茶的認知，光是從視覺已經可以判斷這屬於不是好茶的範疇，為何還需要喝下去再來判斷身體與茶湯的反應。因此，一泡有茶氣的好茶，還是得建構在一般人對於好茶的認知範疇，而剩下的些微差距，其實是來自人為的建置。所謂的人為建置以 Marx (2004) 來說，指涉的是勞動的差距造就，也就是商品在交換時的價值；套用在有茶氣的茶身上，是乾淨的茶園所需付出的實際成本，包含與其他一般茶園的距離拉開，使用的水源要特別保護，生態環境上的費心，茶園管理的繁複，甚至出現徒手抓蟲與割草都不為過，因為需要花費的心力與時間較多，而收成量又有限，所以有茶氣的茶在市面上多屬於高價茶。

某種程度來說，有茶氣的茶是屬於有機茶的類別，因為茶氣是透過生態的乾淨，以及品飲的人感受到乾淨而形成的品質論述。這樣的價值提出，是相關的行動者經歷不斷的協商，所提出的特質。當然商品的價值不是一個一直給定不變、固定不動的概念，它的價值會隨著行動者的商議與討論，不斷地進行修正。比賽茶在臺灣行之有年，建構出的價值論述對於品茗圈已經耳熟能詳；茶氣說者從能量茶飲、傳統中醫等路徑將茶品重新著墨，在市場上形塑其獨特性，也將市場中對於品質論述的焦點移轉到生態乾淨、環境保護等熱門議題。簡言而論，茶氣形塑的是新的消費需求，也開

展了消費者在品飲茶時，除了傳統的嗅覺、味覺等感知，現在還多了一個身體感的選項。茶氣說努力建構的以身品茶，無形中也將重視養生、保健的族群吸引到品茗圈，擴大了茶飲消費的族群。

結 論

茶在日常生活是作為嗜好品而存在，它與社會關係是交錯存在，茶是消耗性的商品，感官在茶的生產與交換過程扮演重要的角色；臺灣人對於茶的品評從比賽茶開辦以來，開始被訓練成觀外型、葉底與湯色、辨香氣與滋味，來辨識茶品質的好壞。茶氣說的提出是在傳統的品評之外，多了一個身體氣感的提出，使得茶在傳統的風味描述上，似乎多了一個項目稱為茶氣，增加商品在市場上的類別。由於茶的生產是從自然資源的加工到成為產品，茶氣說為了建構己身的獨特性，從生態、茶園管理等到成品，一系列都與傳統審評下的種植與製茶，進行差異性的論述；但是這些論述經實際的進行科學檢驗，卻可看出兩種類別不是那麼截然，無法從一泡茶清楚辨識的困境。因此，茶氣說對於市場來說，代表的是茶的品質論述，從強調茶在五感上的表現，逐漸移轉到茶作用到個體後，與個體互動後的結果，也就是個別品茗者身體的覺受。茶在市場發展的不同階段，隨著消費者或市場策略，茶被賦予的意涵不同；茶氣說的提出，使得個體對於茶的養生，強調個人風格的攝養身心品茶，在市場端重新被注意。

誌 謝

感謝二位審查人提供寶貴建議，使本文更臻完善；也感謝本文寫作期間，為釐清各種觀點，多位受訪的茶界前輩協助釋疑。

參考文獻

1. 六堡茶之家. 2019. 六堡茶審評與品鑑的區別. 2021 年 1 月 15 日，取自 <https://kknews.cc/zh-tw/news/9geqgj.html>。
2. 田永輝等. 2001. 人工生態茶園生態效應研究. 茶葉科學 21(2):170-174。
3. 巫嘉昌、朱苡甄. 2014. 臺灣地區有機茶生產製造及行銷調查. 第三屆茶業科技研討會專刊 pp. 81-92 楊梅：行政院農委會茶業改良場。
4. 何信鳳. 2001. 評審凍頂茶品質的要領. 茶訊特刊 pp. 89-91。
5. 沈培和. 1998. 茶葉審評指南. 北京：中國農業大學出版社。
6. 李時珍. 1578. 本草綱目. 中國哲學書電子計畫. 2021 年 2 月 17 日，取自 <https://ctext.org/wiki.pl?if=gb&res=8>。
7. 李揚. 2018. 喝茶發熱不只是因為熱水. 說茶網. 2021 年 2 月 10 日，取自 <http://www.ishuocha.com/news/hy/43291.htm>。
8. 林乾良、陳小憶. 2006. 我的第一本茶療全書. 臺北：宇河文化出版。
9. 林永俊. 2012. 淺談茶的力與氣. 農業考古 2: 61-63。
10. 吳聲舜. 2009. 六龜野生茶介紹. 茶情雙月刊 54 期。
11. 吳振鐸. 1997 評茶. 吳振鐸茶學研究論文選集. pp. 821-827. 臺北：農業出版社。

12. 唐一春等. 2009. 雲南野生茶樹資源的多樣性、利用價值及其保護研究. 西南農業學報. 22(2): 518-521。
13. 容若之水. 2019. 茶療就是喝好喝的茶順便把病給治了. 2020 年 3 月 15 日，取自 <https://kknews.cc/zh-tw/news/b5bejvm.html>。
14. 茶業改良場. 2016. 105 年行政院農委會茶業改良場茶葉感官品評初級班講義集。
15. 茶葉進化論. 2019. 審評和品鑑. 2021 年 3 月 15 日，取自 <https://kknews.cc/zh-tw/news/klkl12v.html>。
16. 陳藏器撰、尚志鈞輯釋. 2004. 本草拾遺. 安徽：安徽科學技術出版社。
17. 梁名志、夏麗飛、張俊、方成剛、陳繼偉、陳林波、段志芬、孫榮琴. 2006. 老樹茶與臺地茶品質比較研究. 雲南農業大學學報 21(4): 493-497。
18. 黃鳳靄. 2021. 生態視野下的普洱茶-近五年普洱茶產業研究綜述. 南方論刊 1: 19-22。
19. 黃文聰、黃孔良. 2013. 身心靈養生樂活實踐之探討-能量茶飲對經絡的影響. 發展與前瞻學報 2: 63-87。
20. 彭功明. 2019. 雲南普洱茶加工技術的發展和演變. 現代食品 23: 80-82。
21. 雷平陽. 2005. 普洱茶記. 雲南：雲南美術出版社。
22. 楊金倉、趙唯凱. 2010. 氣對茶葉的作用之初步探討. 蘭陽學報 9:109-118。
23. 趙唯凱、楊金倉、黃孔良. 2011. 氣場對相鄰物質的作用初探-以茶葉為例. 國立高雄海洋科技大學學報 25: 129-151。
24. 劉莉. 2018. 淺談茶葉主要功效成分及其生物活性. 南方農業 24: 132-133, 141。
25. 劉伯康、莊朝琪. 2020. 食品感官品評理論與實務. 新北市：新聞經開發. 第三版。
26. 廖慶樑、劉禎祺. 2005. 茶園的合理化施肥技術. 合理化施肥專刊 pp. 247-254。
27. 潘美玲. 2017. 瑰寶或遺株?臺灣原生山茶的百年探索. 經典雜誌 225 期。2021 年 2 月 5 日，取自 <http://www.rhythmsmonthly.com/?p=32128>。
28. 鄧時海. 1995. 普洱茶. 臺北：壺中天第出版社. 第六版。
29. 鄧時海. 2019. 普洱茶大師鄧時海解構當代普洱茶投資收藏新趨勢. 今周刊. 2021 年 2 月 5 日，取自 <https://www.bustoday.com.tw/article/category/80401/post/201906150008/>。
30. 衛明、梁浩榮. 2011. 中國茶療學. 香港：天地圖書有限公司。
31. 顏學誠. 2004. 茶葉比賽、階序與權力學術研討會論文集. 臺北：中央研究院民族學研究所 2004/10/6-8。
32. 錢麗安. 2019. 青年茶農-與樹齊高野放茶成新趨勢. 商業周刊 1626 期. 2021 年 2 月 1 日，取自 <https://news.tvbs.com.tw/life/1063629>。
33. 蘇孟淮. 2015. 臺灣原生山茶屬分類概述. 林業研究專訊 22(4): 11-16。
34. 蘇敬. 659. 新修本草. 中國哲學書電子計畫. 2021 年 2 月 3 日，取自 <https://ctext.org/wiki.pl?if=gb&res=923585>。
35. 黨毅、陳虎標. 2011. 茶療. 香港：萬里機構。
36. Allaire, G. 2004. Quality of Economics. In M. Harvey, A. McMeekin, & A. Warde (Eds.), Qualities of food. pp. 61-93. Manchester: Manchester University Press.
37. Appadurari, A. 1986. Introduction: Commodities and the politics of value. In Appadurari, A. Ed., The Social Life of Things: Commodities in Cultural Perspective. pp. 3-63. Cambridge: Cambridge University Press.
38. Ilbery, B., and Kneafsey, M. 2000. Producer constructions of quality in regional specialty food

- production: A case study from south west England. *Journal of Rural Studies* 16: 217-230.
39. Marx, K. 1906. *Capital: a critique of political economy*. New York: Modern Library. 2004 中共中央馬克思恩格斯列寧斯大林著作編譯局譯，資本論. 北京：人民出版社。

Can the Tea Sensory Evaluation be Different – from the Tea-qi of Tea-tasting Group to Look at This Issue

Zu-Chun Liao¹

Summary

The evaluation of the tea is archived as early as the Tang Dynasty in China while tea became a drink. Nowadays, when people get together and compare tea quality in various ways, it is actually a continuation of the ancient tea competition. Although in Taiwan the tea contest have held for over than 40 years, the tea sensory evaluation has developed a couple of items to make the judgment of tea quality, such as appearance, aroma, taste, colors of the tea liquors, infused leaves. Beyond the normal contest, many tea parties had held to make a comparison of teas. Recently, among these activities, one kind of tea evaluation is noticed that the tea flavor is felt through the body. The discourse of this kind of tasting is formed and it gradually has become a new trend in the tea social groups. The goal of this kind of tasting is to judge the quality of the teas. In addition, this discourse is different from traditional evaluation because it uses somatosensory response to make the assessment. This kind trend of tea drinking starts from the Pu-erh tea drinking groups and has gradually expand to oolong teas. “Tea-qi” is a concept that seems to come from Chinese medicine, but actually comes from energy medicine. Its discourse is connected with the ecology of the tea plantations, the plantations’ management, etc. It is seemingly a vague term but sometimes it appears to be clear. Thus it might be a new judgment for tea selection. This paper intends to explore what kind of value connotations are reflected in the “Tea-qi” tasting, and what kind of inspiration it has for the present day Oolong tea tasting.

Key words: Tea-qi, Evaluation, Pu-erh tea, Tasting, Tea therapy

1. Assistant Curator and Collection Manager, National Museum of Natural Science, Department of Anthropology, Taichung, Taiwan, R.O.C.

臺灣茶業研究彙報 第 40 期

發行人：蘇宗振

編輯：賴正南

編輯委員：邱垂豐、吳聲舜、史瓊月、林金池、
楊美珠、蔡憲宗、劉天麟

審查委員：邱垂豐、胡智益、侯金日、陳 玄、陳英玲、
陳祥水、莊益源、黃宣翰、黃裕銘、楊秀珠、
蔡志賢、潘宣任、賴正南 (依姓氏筆劃序)

出版機關：行政院農業委員會茶業改良場

電話：03-4822059

地址：326 桃園市楊梅區埔心中興路 324 號

網址：<http://www.tres.gov.tw>

印刷所：明廣數位科技有限公司 電話：03-4574555

出版年月：中華民國 110 年 11 月

工本費：NT\$174 元

ISSN: 0254-6590

GPN: 2007100029 膠裝

臺灣茶業研究彙報 稿約

一、本彙報以刊印本場、各分場及工作站之研究成果、學術調查報告及有關茶業之學術論述為原則。場外稿件若其內容與茶業技術或推廣有關者亦歡迎投稿。

二、本刊每年出版一期，七月底截稿，十一月份出版為原則，逾期則編入下一期。

三、文稿書寫方式：

(一) 稿件之內容中 (英) 文書寫，依次為中文標題、作者姓名、中文摘要、前言、材料與方法、結果、討論 (結果與討論可合於一節撰寫)、誌謝、參考文獻、英文標題、作者英文姓名、英文摘要等項目。文章內容應力求簡潔，以不超過兩萬字為限 (包括圖表)；「摘要」力求簡明，中文 400 字以內為限，英文摘要 250 字以內為限，其內容包括報告重點及主題、研究對象之學名及俗名、研究方法之要點、重要數據及結果以及所有關鍵字。摘要下方寫出本篇之關鍵字 (Key words)，包括生物拉丁學名及俗名、器官或組織、生理現象、生育階段、化學成分或化學反應等，勿超過六個字。

(二) 來稿交兩份，光碟一份或用 e-mail 傳送，專有名詞初用或不常用者須附註原文。

(三) 文字敘述之編號順序：一、(一)、1、(1)、i、(i) 或 I、i、A、a；註腳以小號字體之阿拉伯字註於右上角表之，如 (1, 2, 3)。

(四) 作者英文名以全名為原則，名在前姓在後；題目、表格、插圖及照片須有中英文並列之標題；學名須用斜體字。

(五) 英文標題與文獻之書名及雜誌名稱的重要字第一字母大寫，介系詞、連接詞及不重要字小寫；表格、插圖與照片之英文標題、表格各欄細目及文獻篇名除第一字之第一字母大寫外餘小寫。

(六) 度量衡須用公制單位，如 m (公尺)，kg (公斤)，l (公升)，ha (公頃)，℃ (攝氏度)，pH (氫離子濃度)，ppm (百萬分之一)，M (體積摩爾濃度)。

(七) 表格注意事項：

1. 能以文字說明之表，應採用文字說明；能繪插圖之表應以插圖表之。
2. 原始記錄應加分析簡化與歸納後始可列入表中。
3. 表格上方須有中英文標題。圖片下方須有中英文說明。
4. 表格中之項目與內容應儘量簡化，並附英文。
5. 表幅寬度勿超過 20 公分。

(八) 插圖務求工整、清晰；不得用徒手繪寫或其影印本。

(九) 照片限與原文有重要關連且有學術價值者為限，並限清晰、黑白光面者；儘量提供數位圖檔 (.jpg)。欲製彩色版須經場長核示必要後採用之。圖片版權，由作者自負。

四、參考文獻以作者能取得且確經引用者為限，並依下列規定排列書寫：

(一) 參考文獻之排列依中文、亞洲文、英文以外之拼音為序；中、日文以姓氏筆劃為序，英文則以作者姓之字母順序排列。

(二) 每一文獻之排列次序為作者 (姓先名後)、年代、題目、發表刊物名稱、卷數、頁次等依序書寫；若為書籍則以著者、年代、引用章節的題目、書名 (出版者)、參考頁數、發行地點、出版社等次序書明。

(三) 西文雜誌名須用縮寫，其縮寫方式依美國出版之“Biological Abstracts”為準；中、日文雜誌用全名。

(四) 第一作者相同時以第二作者姓名之筆劃或英文字母為序排序，作者相同時，以年代為序，愈早發表者愈前，作者年代均相同時，以可辨認早發表者為前或以題目中第一字序排序，並在年代後依序加註 a、

b 等。

(五) 參考文獻舉例：

1. 朱惠民. 1982. 茶樹三要素適宜需要量之探討. 臺灣茶業研究彙報 1: 15-29。
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. Sakar, S. K. and Howarth, R. E. 1976. Specificity of the vanillin in test for flavanols. J. Agric. Food Chem. 24: 317-320.

(六) 參考文獻如引用專刊、或全書引用等可寫成如下：

1. 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。
2. 吳振鐸、馮鑑淮. 1984. 72 年度命名茶樹新品種台茶 14、15 和 17 號的育成. 台灣省茶業改良場研究特刊第 1 號 51P。

(七) 參考文獻引用自書之一部份時：

1. 陳貴、張榮如. 1988. 桂花. 台灣農家要覽. pp. 105-107。
2. Murphy, P. A., Hendrich, S. 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.

(八) 參考文獻引用自網路，需列資料主題或標題及上網日期，如下例：

1. 黃子彬. 2008. 考察日本農業科技技術移轉及商品化機制計畫. 行政院國家科學委員會補助專題研究計畫 (NSC96-3111-P-466-010-Y) 成果報告. 2009 年 4 月 20 日，取自 http://open.nat.gov.tw/OpenFront/report/show_file.jsp?sysId=C09800396&fileNo=001
2. Assefa, A. 2007. Farmer led innovation: experiences and challenges in Ethiopia. Retrieved April 19, 2009, from http://www.future-agricultures.org/farmerfirst/files/T2b_Assefa.pdf

五、每篇稿件均由場內外各一位委員審稿，通過後予以刊印。來稿文責，由作者自負。

六、稿件出版後，無稿酬。