

茶樹產期預測模式之建構

林義豪¹ 胡智益² 張振厚² 賴正南² 陳右人³

摘要

本研究針對北部茶區適製包種茶的四種品種青心烏龍、臺茶12號、臺茶19號及臺茶20號進行修剪至採收的連續四年試驗調查。基礎溫度乃利用變異係數 (CV值) 作為評定度積溫 (日平均溫度減去基礎溫度之和) 變異之標準, 並使用統計迴歸方式計算最小變異之基礎溫度。各品種春茶從修剪至採收之所需日數、積溫 (累積日均溫)、基礎溫度與度積溫分別為青心烏龍 (69.1日、1,115.8°C、1.8°C與989.1°C)、臺茶12號 (66.7日、1,071.5°C、2.2°C與924.5°C)、臺茶19號 (71.1日、1,157.8°C、1.7°C與1,034.0°C) 及臺茶20號 (63.1日、1,000.5°C、1.3°C與923.2°C)。各品種冬茶修剪到採收之所需日數、積溫 (累積日均溫)、基礎溫度與度積溫分別為青心烏龍 (56.7日、1,223.4°C、4.5°C與976.2°C)、臺茶12號 (54.3日、1,184.6°C、5.1°C與910.6°C)、臺茶19號 (56.1日、1,220.9°C、4.5°C與966.8°C) 及臺茶20號 (48.5日、1,070.9°C、4.5°C與852.4°C)。利用以上數據及當季氣象資料, 應可有效預測北部茶區重要栽培品種的最適採摘期。

關鍵字：積溫、基礎溫度、預測採摘期

前言

茶樹*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze 屬多年生木本常綠作物, 生產上以週期性採摘其新生芽葉為主, 芽葉的生長除了受到不同品種的遺傳因子調控外, 另受到環境的影響最為重大。環境因素如溫度、雨量及光照等與作物生長及生產有關, 其中溫度為影響作物生長速度的主要因子。理論上某一種作物於達到某種生長期前應累積許多的「度積溫」, 實際上度積溫多年來已被廣泛地應用於作物生長期之預測。但某一特定作物品種的度積溫並非固定, 會隨著作物生長環境及生長期有所改變。生長週期之長短固然受管理方法等因素影響, 但基本上可視為所累積之環境因子已達到茶樹遺傳上一個生長週期生長之指標, 其中特別以生長週期間之度積溫最被廣泛應用。其定義為一週期內日平均溫度減去基礎溫度之和, 即度積溫 = Σ (每日均溫 - 基礎溫度)。

王等 (1991) 曾利用積溫預測臺茶8號之採摘期, 利用最小變異法先假設一系列之基礎溫度, 再利用消去法求得最小變異者 (以CV值來評估) 當代表性基礎溫度。經統計分析求得臺茶8號之基礎溫度為4°C, 由剪枝至採摘所需度積溫為1,010°C。

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員。臺灣 桃園市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場 副研究員、副研究員、技佐。臺灣 桃園市。
 3. 國立臺灣大學園藝暨景觀學系教授。臺灣 臺北市。

本研究乃連續四年利用所調查的茶芽生長及氣象資料，計算北部地區茶樹品種的基礎溫度及茶芽生長時期所需的積溫。應用茶芽生長期所需積溫，建立北部地區茶樹產期預測的模式，以供未來利用即時積溫監控的方式，提供茶農最適採摘期的預測建議，將有助於建立更準確與有效的田間管理模式。

材料及方法

本試驗採用北部茶區四個為適製包種茶品種青心烏龍、臺茶12號（金萱）及新推廣品種臺茶19號（碧玉）與臺茶20號（迎香），於1988年種植於茶改場文山分場（新北市石碇區格頭里），行距1.6公尺，株距0.5公尺。每品種3重複，每重複10株，每年分春、冬茶二季各修剪3次，分別於1月31日、2月11日、2月21日及8月29日、9月9日、9月20日修剪，共計修剪6次。

修剪後定期每小區隨機以30cm × 30cm方框計算其中茶芽及對口芽數量以推算萌芽期及適採期等茶芽各階段生長期。萌芽期認定標準為萌芽率達 $80 \pm 10\%$ ；適採期的認定標準為3葉（含）以上的茶芽對口率 $70 \pm 15\%$ ，並配合實際觀察茶芽老嫩程度來判定。另於試驗區設置溫度紀錄器（HOBO data loggers）以收集試驗期間田間每小時溫度，並配合中央氣象局所設地區氣象站調查相關氣象資料，以對照茶芽生長期計算所需積溫、度積溫與基礎溫度，並了解是否有因極端氣候所造成之逆境。

結果與討論

一、試驗期間氣溫變化

本研究試驗區2010年1月~2013年12月之月平均溫度如表一所示，其間日均溫最低為2011年1月16日之 4.6°C ，最高溫為2010年7月3日之 29.3°C 。月均溫最低為2011年1月之 10.4°C ，最高溫為2010年及2012年7月之 27.0°C ，2011年3月平均氣溫較2010年3月低 3.9°C ，此時正值茶樹萌芽的時候，較低的氣溫使得茶芽的生長趨緩，其影響造成2011年春茶採收期明顯較2010年延遲2~3週。2013年春茶適逢暖冬（2月平均氣溫 16.2°C ），茶芽萌發均較往年早。試驗期間試驗區並無發生旱害、霜害、寒害等異常氣象狀況。

二、生長日數與累積溫度

鑒於2010年試驗結果，各品種於不同時間修剪至採收所需的積溫（累積日均溫）差異頗大，為較準確預測採收期，將以個別茶季所需的積溫來做分析比較。因包種茶在北部地區主要生產春茶及冬茶二季，故分析2011-2013年春茶（表二、表三、表四、表五及圖一）及2010-2013年冬茶的資料（表六、表七、表八、表九及圖二）。試驗結果顯示，各品種春茶從修剪至採收之所需日數及積溫（累積日均溫）分別為青心烏龍69.1日（ $1,115.8^{\circ}\text{C}$ ）、臺茶12號66.7日（ $1,071.5^{\circ}\text{C}$ ）、臺茶19號71.1日（ $1,157.8^{\circ}\text{C}$ ）、臺茶20號63.1日（ $1,000.5^{\circ}\text{C}$ ）。臺茶19號依據文獻資料雖被認為屬於中生品種，但本場文山分場春茶的試驗結果卻顯示所需日數與積溫，竟高於晚生品種青心烏龍，推測原因可能在於臺茶19號的樹體較青心烏龍強健許多，茶芽的持嫩性較佳，以至於推遲適採期。各品種冬茶修剪至採收之所需日數及積溫（累積日均溫）分別為青心烏龍56.7日（ $1,223.4^{\circ}\text{C}$ ）、臺茶12號54.3日（ $1,184.6^{\circ}\text{C}$ ）、臺茶19號56.1日（ $1,220.9^{\circ}\text{C}$ ）、

臺茶 20 號 48.5 日 (1,070.9°C)。冬茶各品種所需日數及積溫排序分別為青心烏龍 > 臺茶 19 號 > 臺茶 12 號 > 臺茶 20 號，符合青心烏龍晚生種的特性，但若臺茶 12 號屬於中生種，則臺茶 19 號應較接近晚生種，臺茶 20 號則較接近早生種。試驗期間雖有調查茶芽萌芽日期，以萌芽率達 80% 為認定標準。研究結果顯示，修剪至萌芽及萌芽至採收的日數與累積日均溫之變異係數 (CV 值) 普遍較修剪到採收來得大，推測其原因可能為萌芽日期的判定標準在田間實際作業上較容易有誤差。因此，在預測適採期 (採收期) 上建議仍以修剪為起始點計算推估較為準確。本研究結果適用於北部文山茶區，春茶建議約在立春 (2/4) 前後 2 週實施修剪，冬茶約在白露 (9/8) 前後 2 週實施修剪較適宜。

三、基礎溫度與度積溫之關係

本研究依據 2010-2013 年已經完成 9 次春茶與 11 次冬茶修剪後茶芽生長所需累積日均溫的調查資料，先假設一定序列基礎溫度 (0°C、1°C、2°C...17°C)，以評估各處理之日均溫扣除假設基礎溫度後所得的度積溫之變異係數 (coefficient of variation, CV)，並由「各假設基礎溫度」與「各假設基礎溫度所得度積溫之變異係數」建構其二次迴歸方程式 (圖三、圖四)，以推估最小變異係數時之基礎溫度，再利用所得之基礎溫度計算度積溫。試驗結果顯示，各品種春茶從修剪到採收之基礎溫度與度積溫分別為青心烏龍 (1.8°C 與 989.1°C)、臺茶 12 號 (2.2°C 與 924.5°C)、臺茶 19 號 (1.7°C 與 1,034.0°C)、臺茶 20 號 (1.3°C 與 923.2°C)。各品種冬茶修剪至採收之基礎溫度與度積溫分別為青心烏龍 (4.5°C 與 976.2°C)、臺茶 12 號 (5.1°C 與 910.6°C)、臺茶 19 號 (4.5°C 與 966.8°C)、臺茶 20 號 (4.5°C 與 852.4°C)。利用以上數據及當季氣象資料，應可有效預測北部文山茶區重要栽培品種的最適採摘期。

結 論

茶樹品種由修剪至採收所需積溫會隨不同季節修剪而有差異，在同一茶季內生長所需之積溫較相近，未來應持續研究調查並區分茶季來做比較分析，即能更準確找出並建立各地區不同茶樹品種於主要茶季 (春茶及冬茶) 所需的積溫與基礎溫度之預測採收期模式。

本研究所建構的茶樹產期的預測模式，係使用 4 品種四年的修剪試驗所紀錄的基礎溫度及度積溫來作為預測產期的參數，並利用當地長期氣溫資料，統計出每日平均氣溫，相關研究資料可應用來推估茶樹由修剪至適合採收的日期 (適採期)。藉由統計分析長期 2004~2014 年的每日平均氣溫，運用本研究結果，推估修剪到採收的日期相差從 0 至 11 天 (表十二)，其中相差天數較大的原因應為當年出現暖冬 (2 月及 3 月平均氣溫較高) 的特殊狀況，產生氣溫與長期統計的日均溫差異較大的關係，因此若能藉由測量當季實際的日均溫，並排除一些異常環境因素如乾旱、寒害、藥害、病蟲害等造成的誤差，再配合本研究的積溫模式，應能準確預測茶樹的產期。此外，未來農委會若推行農業天然災害保險制度，本研究亦可作為重要的參考資料。

誌 謝

本研究承蒙文山分場高東榮、黃美雅、王慧明、羅仕光、陳建宗、陳瑞麟等人協助長期試驗及調查，陳柏安提供數據分析建議，賴正南協助英文修訂，特此誌謝。

參考文獻

1. 許福星. 1990. 度積溫在作物栽培管理上之應用. 科學農業 8(5-6): 138-141。
2. 王兩全、林木連、何信鳳. 1991. 利用積溫預測臺茶8號品種採摘期. 臺灣茶業研究彙報 10: 41-50。
3. 陳玄、林木連、陳右人、曾信光. 1991. 氣候因子對青心烏龍種茶樹生長週期與茶菁品質之影響調查. 臺灣地區農業氣象災害調查與資源應用研討會報告專輯. pp. 1- 22。
4. 陳玄. 1991. 氣象因子對本省茶園分佈之影響. 土壤及農業氣象資源應用研討會專刊. 臺灣省茶業改良場特刊第3號. pp. 105-133。
5. 陳國任、謝邦昌. 1993. 茶樹生長模式之電腦分析系統. 臺灣茶業研究彙報 12: 75-82。
6. 馮鑑淮、陳國任、陳右人. 1994. 東部茶樹剪枝時期、保溫與灌溉對春茶萌芽生長之影響. 臺灣茶業研究彙報 13: 9-26。
7. 陳國任. 1994. 東部茶區早春及晚冬時期茶樹芽葉生長模式與化學成分之研究. 臺灣茶業研究彙報 13: 27-40。
8. 馮鑑淮. 1996. 東部冬季淺剪枝時期對早春茶萌芽生長及產量之影響. 臺灣茶業研究彙報 15: 11-24。
9. 馮鑑淮. 1997. 東部冬季淺剪枝時期對茶樹產期調整及產量之影響. 臺灣茶業研究彙報 16: 37-50。

表一、試驗期間月均溫變化

Table 1 Monthly average temperature during the experiment from 2010 to 2013

Month	平均氣溫 °C			
	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
1 月	13.3	10.4	12.8	13.5
2 月	15.1	13.9	13.8	16.2
3 月	17.0	13.1	16.7	17.0
4 月	17.9	18.8	20.2	18.2
5 月	22.6	21.9	23.1	23.0
6 月	23.6	25.8	24.8	26.1
7 月	27.0	26.6	27.0	26.7
8 月	26.8	26.5	25.9	26.9
9 月	25.5	24.2	24.0	24.6
10 月	21.0	20.7	20.3	20.4
11 月	17.7	19.9	18.0	17.8
12 月	14.3	13.5	14.5	13.3

表二、青心烏龍修剪到採收日數與累積日均溫 (2011-2013 年春茶)

Table 2 Interval days from pruning to harvest and summation of daily average temperature for Chin-Shin Oolong (spring-season tea in 2011-2013)

春茶修剪日期 pruning date of spring-season tea	採收日期 harvest date	間隔日數 interval (days)	累積日均溫 °C summation of daily average temperature
2011.01.31	4/18	77	1,121.6
2011.02.11	4/21	70	1,036.8
2011.02.21	4/27	65	1,022.5
2012.01.31	4/16	76	1,226.5
2012.02.10	4/18	68	1,138.4
2012.02.20	4/23	63	1,108.5
2013.01.28	4/12	74	1,219.3
2013.02.08	4/17	68	1,130.3
2013.02.19	4/21	61	1,038.6
平均 average		69.1	1,115.8
標準差 standard deviation		5.7	74.7
變異係數 coefficient of variation (%)		8.2	6.7

表三、臺茶 12 號修剪到採收所需日數與累積日均溫 (2011-2013 年春茶)

Table 3 Interval days from pruning to harvest and summation of daily average temperature for TTES No.12 (spring-season tea in 2011-2013)

春茶修剪日期 pruning date of spring-season tea	採收日期 harvest date	間隔日數 interval (days)	累積日均溫 °C summation of daily average temperature
2011.01.31	4/16	75	1,087.5
2011.02.11	4/21	69	1,016.9
2011.02.21	4/24	62	956.7
2012.01.31	4/14	74	1,188.2
2012.02.10	4/18	68	1,138.4
2012.02.20	4/23	63	1,108.5
2013.01.28	4/08	70	1,162.2
2013.02.08	4/11	62	1,021.4
2013.02.19	4/17	57	963.3
平均 average		66.7	1,071.5
標準差 standard deviation		6.0	85.4
變異係數 coefficient of variation (%)		9.1	8.0

表四、臺茶 19 號修剪到採收所需日數與累積日均溫(2011-2013 年春茶)

Table 4 Interval days from pruning to harvest and summation of daily average temperature for TTES No.19 (spring-season tea in 2011-2013)

春茶修剪日期 pruning date of spring-season tea	採收日期 harvest date	間隔日數 interval (days)	累積日均溫 °C summation of daily average temperature
2011.01.31	4/17	76	1,103.5
2011.02.11	4/27	75	1,138.0
2011.02.21	4/29	67	1,064.7
2012.01.31	4/18	78	1,263.8
2012.02.10	4/19	69	1,160.1
2012.02.20	4/25	65	1,156.1
2013.01.28	4/16	78	1,292.6
2013.02.08	4/18	69	1,153.9
2013.02.19	4/23	63	1,077.2
平均 average		71.1	1,157.8
標準差 standard deviation		5.7	75.9
變異係數 coefficient of variation (%)		8.1	6.6

表五、臺茶 20 號修剪到採收所需日數與累積日均溫 (2011-2013 年春茶)

Table 5 Interval days from pruning to harvest and summation of daily average temperature for TTES

No.20 (spring-season tea in 2011-2013)

春茶修剪日期 pruning date of spring-season tea	採收日期 harvest date	間隔日數 interval (days)	累積日均溫 °C summation of daily average temperature
2011.01.31	4/14	73	1,045.1
2011.02.11	4/17	65	946.6
2011.02.21	4/22	60	921.2
2012.01.31	4/07	67	1,038.1
2012.02.10	4/13	63	1,043.4
2012.02.20	4/14	54	922.9
2013.01.28	4/08	70	1,162.2
2013.02.08	4/10	61	1,006.9
2013.02.19	4/15	55	918.2
平均 average		63.1	1,000.5
標準差 standard deviation		6.4	81.7
變異係數 coefficient of variation (%)		10.1	8.2

表六、青心烏龍修剪到採收所需日數與累積日均溫 (2010-2013 年冬茶)

Table 6 Interval days from pruning to harvest and summation of daily average temperature for Chin-Shin Oolong (winter-season tea in 2010-2013)

冬茶修剪日期 pruning date of winter-season tea	採收日期 harvest date	間隔日數 interval (days)	累積日均溫 °C summation of daily average temperature
2010.08.26	10/12	47	1,164.6
2010.09.28	12/02	65	1,265.5
2011.08.29	10/19	51	1,182.8
2011.09.09	11/05	57	1,259.4
2011.09.20	11/19	60	1,268.3
2012.08.31	10/28	58	1,292.0
2012.09.10	11/10	61	1,274.7
2012.09.20	11/20	61	1,221.0
2013.08.29	10/24	56	1,290.8
2013.09.09	11/02	54	1,197.1
2013.09.20	11/13	54	1,140.8
平均 average		56.7	1,223.4
標準差 standard deviation		5.1	54.1
變異係數 coefficient of variation (%)		9.0	4.4

表七、臺茶 12 號修剪到採收所需日數與累積日均溫 (2010-2013 年冬茶)

Table 7 Interval days from pruning to harvest and summation of daily average temperature for TTES

No.12 (winter-season tea in 2010-2013)

冬茶修剪日期 pruning date of winter-season tea	採收日期 harvest date	間隔日數 interval (days)	累積日均溫 °C summation of daily average temperature
2010.08.26	10/07	42	1,049.7
2010.09.28	11/24	57	1,129.2
2011.08.29	10/13	45	1,060.7
2011.09.09	11/02	54	1,187.1
2011.09.20	11/18	59	1,247.9
2012.08.31	10/28	58	1,292.0
2012.09.10	11/10	61	1,274.7
2012.09.20	11/16	57	1,155.1
2013.08.29	10/24	56	1,290.8
2013.09.09	11/04	56	1,237.6
2013.09.20	11/11	52	1,105.7
平均 average		54.3	1,184.6
標準差 standard deviation		5.9	90.2
變異係數 coefficient of variation (%)		10.8	7.6

表八、臺茶 19 號修剪到採收所需日數與累積日均溫 (2010-2013 年冬茶)

Table 8 Interval days from pruning to harvest and summation of daily average temperature for TTES No.19 (winter-season tea in 2010-2013)

冬茶修剪日期 pruning date of winter-season tea	採收日期 harvest date	間隔日數 interval (days)	累積日均溫 °C summation of daily average temperature
2010.08.26	10/11	46	1,139.3
2010.09.28	11/29	62	1,214.2
2011.08.29	10/17	49	1,144.7
2011.09.09	11/04	56	1,235.0
2011.09.20	11/19	60	1,268.3
2012.08.31	10/30	60	1,331.9
2012.09.10	11/11	62	1,291.7
2012.09.20	11/17	58	1,171.2
2013.08.29	10/24	56	1,290.8
2013.09.09	11/04	56	1,237.6
2013.09.20	11/11	52	1,105.7
平均 average		56.1	1,220.9
標準差 standard deviation		5.2	72.9
變異係數 coefficient of variation (%)		9.3	6.0

表九、臺茶 20 號修剪到採收所需日數與累積日均溫 (2010-2013 年冬茶)

Table 9 Interval days from pruning to harvest and summation of daily average temperature for TTES No.20 (winter-season tea in 2010-2013)

冬茶修剪日期 pruning date of winter-season tea	採收日期 harvest date	間隔日數 interval (days)	累積日均溫 °C summation of daily average temperature
2010.08.26	10/05	40	1,005.7
2010.09.28	11/19	52	1,042.1
2011.08.29	10/13	45	1,060.7
2011.09.09	10/30	51	1,124.3
2011.09.20	11/10	51	1,091.9
2012.08.31	10/22	52	1,160.6
2012.09.10	11/02	53	1,117.6
2012.09.20	11/11	52	1,061.2
2013.08.29	10/ 12	44	1,055.3
2013.09.09	10/24	45	1,021.7
2013.09.20	11/09	49	1,039.2
平均 average		56.1	1,220.9
標準差 standard deviation		5.2	72.9
變異係數 coefficient of variation (%)		9.3	6.0

表十、各品種春茶以統計迴歸方式計算最小 CV 值之基礎溫度及度積溫

Table 10 Use the coefficient of variation as a measure of variability to determine the base temperature through statistical regression method to calculate the base temperature with the least variance and the heat unit summations of four cultivars (spring-season tea in 2011-2013)

各品種製成之春茶 spring-season tea produced by various cultivars	基礎溫度°C base temperature	度積溫°C heat unit summations	min CV (%)	R ²	p
青心烏龍 Chin-shin Oolong	1.83	989.1	6.82	0.9966	<0.01
臺茶 12 號 TTES No.12	2.17	924.5	8.09	0.9968	<0.01
臺茶 19 號 TTES No.19	1.73	1034.0	6.82	0.9970	<0.01
臺茶 20 號 TTES No.20	1.28	923.2	8.14	0.9969	<0.01

表十一、各品種冬茶以統計迴歸方式計算最小 CV 值之基礎溫度及度積溫

Table 11 Use the coefficient of variation as a measure of variability to determine the base temperature through statistical regression method to calculate the base temperature with the least variance and the heat unit summations of four cultivars (winter-season tea in 2010-2013)

各品種製成之冬茶 winter-season tea produced by various cultivars	基礎溫度°C base temperature	度積溫°C heat unit summations	min CV (%)	R ²	p
青心烏龍 Chin-shin Oolong	4.52	976.2	3.45	0.9753	<0.01
臺茶 12 號 TTES No.12	5.05	910.6	6.66	0.9511	<0.01
臺茶 19 號 TTES No.19	4.53	966.8	5.24	0.9687	<0.01
臺茶 20 號 TTES No.20	4.50	852.4	3.60	0.9744	<0.01

表十二、由 2004-2014 年長期氣溫資料運用產期預測模式推估 2010-2013 年春冬茶各品種修剪至採收之日期及其差異

Table 12 Observed and predicted plucking date of four cultivars- Chin-shin Oolong, TTES No.12, TTES No.19 and TTES No.20 used by the study results in Wenshan area

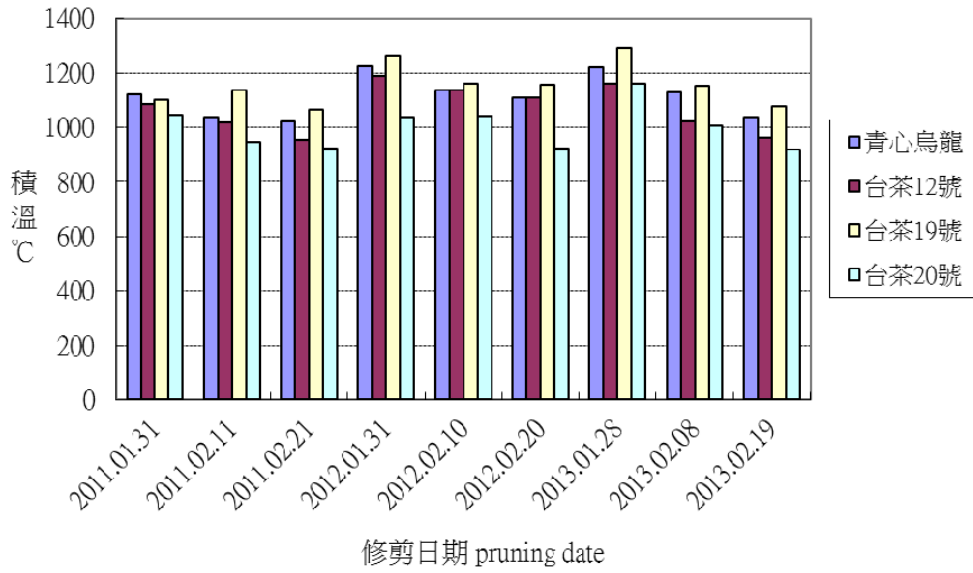
修剪日期	採收日期	預測日期 (日積溫)	差異 日數	預測日期 (度積溫)	差異 日數
青心烏龍 (春茶) Chin-shin Oolong (spring-season tea)					
2011.01.31	4/18	4/14	4	4/15	3
2011.02.11	4/21	4/22	1	4/22	1
2011.02.21	4/27	4/29	2	4/29	2
2012.01.31	4/16	4/14	2	4/15	1
2012.02.10	4/18	4/21	3	4/21	3
2012.02.20	4/23	4/28	5	4/28	5
2013.01.28	4/12	4/12	0	4/13	1
2013.02.08	4/17	4/20	3	4/20	3
臺茶 12 號 (春茶) TTES No.12 (spring-season tea)					
2011.01.31	4/16	4/12	4	4/13	3
2011.02.11	4/21	4/20	1	4/20	1
2011.02.21	4/24	4/27	3	4/27	3
2012.01.31	4/14	4/12	2	4/13	1
2012.02.10	4/18	4/19	1	4/19	1
2012.02.20	4/23	4/26	3	4/26	3
2013.01.28	4/08	4/10	2	4/11	3
2013.02.08	4/11	4/08	3	4/18	7
2013.02.19	4/17	4/25	8	4/25	8
臺茶 19 號 (春茶) TTES No.19 (spring-season tea)					
2011.01.31	4/17	4/17	0	4/17	0
2011.02.11	4/27	4/24	3	4/24	3
2011.02.21	4/29	5/01	2	5/01	2
2012.01.31	4/18	4/17	1	4/17	1
2012.02.10	4/19	4/23	4	4/23	4
2012.02.20	4/25	4/30	5	4/30	5

續表十二 (Table 12 Continued)

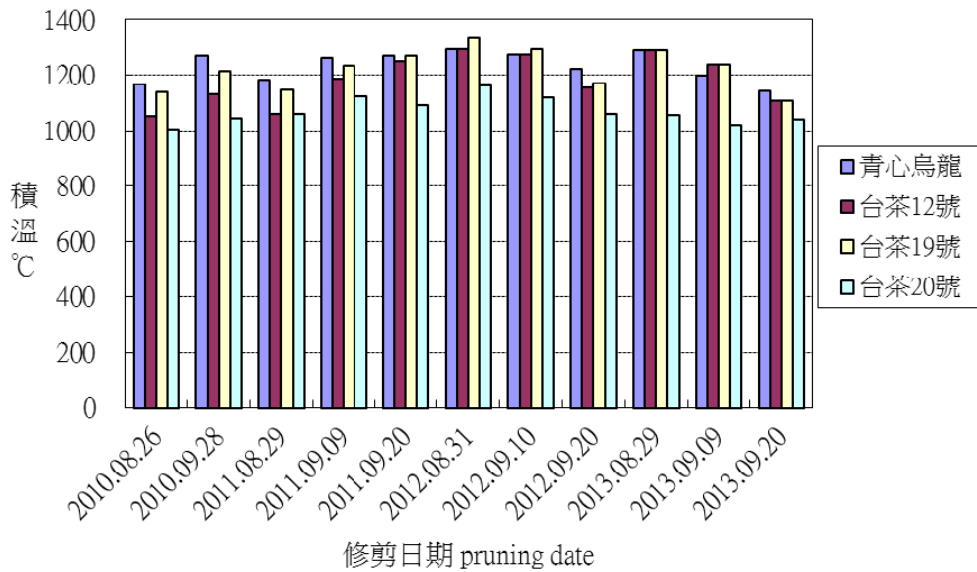
2013.01.28	4/16	4/14	2	4/15	1
2013.02.08	4/18	4/22	4	4/22	4
2013.02.19	4/23	4/30	7	4/30	7
臺茶 20 號 (春茶) TTES No.20 (spring-season tea)					
2011.01.31	4/14	4/08	6	4/09	5
2011.02.11	4/17	4/16	1	4/16	1
2011.02.21	4/22	4/23	1	4/23	1
2012.01.31	4/07	4/08	1	4/09	2
2012.02.10	4/13	4/15	2	4/16	3
2012.02.20	4/14	4/22	8	4/23	9
2013.01.28	4/08	4/06	2	4/07	1
2013.02.08	4/10	4/14	4	4/14	4
2013.02.19	4/15	4/22	7	4/22	7
青心烏龍 (冬茶) Chin-shin Oolong (winter-season tea)					
2010.08.26	10/12	10/19	7	10/19	7
2010.09.28	12/02	12/01	1	12/05	3
2011.08.29	10/19	10/23	4	10/23	4
2011.09.09	11/05	11/06	1	11/06	1
2011.09.20	11/19	11/20	1	11/22	3
2012.08.31	10/28	10/25	3	10/26	2
2012.09.10	11/10	11/07	3	11/08	2
2012.09.20	11/20	11/20	0	11/22	2
2013.08.29	10/24	10/23	1	10/23	1
2013.09.09	11/02	11/06	4	11/06	4
2013.09.20	11/13	11/20	7	11/22	9
臺茶 12 號 (冬茶) TTES No.12 (winter-season tea)					
2010.08.26	10/07	10/17	10	10/16	9
2010.09.28	11/24	11/29	5	12/03	10
2011.08.29	10/13	10/21	8	10/21	8
2011.09.09	11/02	11/04	2	11/04	2
2011.09.20	11/18	11/18	0	11/20	2

續表十二 (Table 12 Continued)

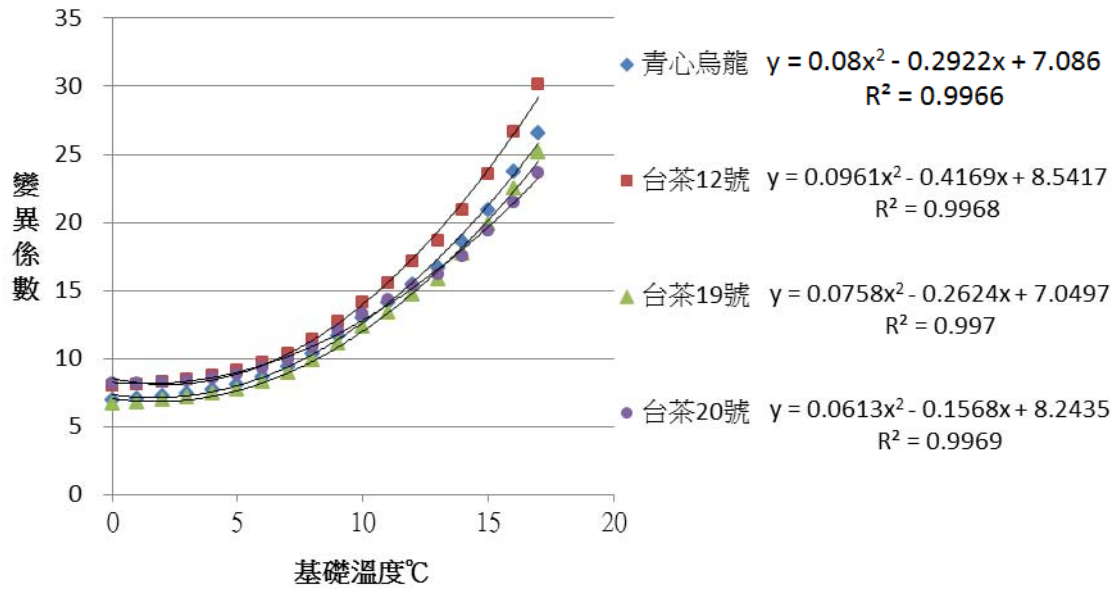
2012.08.31	10/28	10/23	5	10/23	5
2012.09.10	11/10	11/05	5	11/06	4
2012.09.20	11/16	11/18	2	11/20	4
2013.08.29	10/24	10/21	3	10/21	3
2013.09.09	11/04	11/04	0	11/04	0
2013.09.20	11/11	11/18	7	11/20	9
臺茶 19 號 (冬茶) TTES No.19 (winter-season tea)					
2010.08.26	10/ 11	10/19	8	10/18	7
2010.09.28	11/29	12/01	2	12/04	5
2011.08.29	10/17	10/23	6	10/22	5
2011.09.09	11/04	11/05	1	11/06	2
2011.09.20	11/19	11/20	1	11/22	3
2012.08.31	10/30	10/25	5	10/25	5
2012.09.10	11/11	11/07	4	11/07	4
2012.09.20	11/17	11/20	3	11/22	5
2013.08.29	10/24	10/23	1	10/22	2
2013.09.09	11/04	11/05	1	11/06	2
2013.09.20	11/11	11/20	9	11/22	11
臺茶 20 號 (冬茶) TTES No.20 (winter-season tea)					
2010.08.26	10/05	10/11	6	10/11	6
2010.09.28	11/19	11/22	3	11/24	5
2011.08.29	10/13	10/15	2	10/05	2
2011.09.09	10/30	10/29	1	10/29	1
2011.09.20	11/10	11/11	1	11/12	2
2012.08.31	10/22	10/18	4	10/17	5
2012.09.10	11/02	10/30	3	10/30	3
2012.09.20	11/11	11/11	0	11/12	1
2013.08.29	10/12	10/15	3	10/15	3
2013.09.09	10/24	10/29	5	10/29	5
2013.09.20	11/09	11/11	2	11/12	2



圖一、各品種春茶不同時期修剪至採收所需累積日均溫
 Fig. 1. Summation of daily average temperature of four cultivars from pruning to harvest in different spring-tea periods

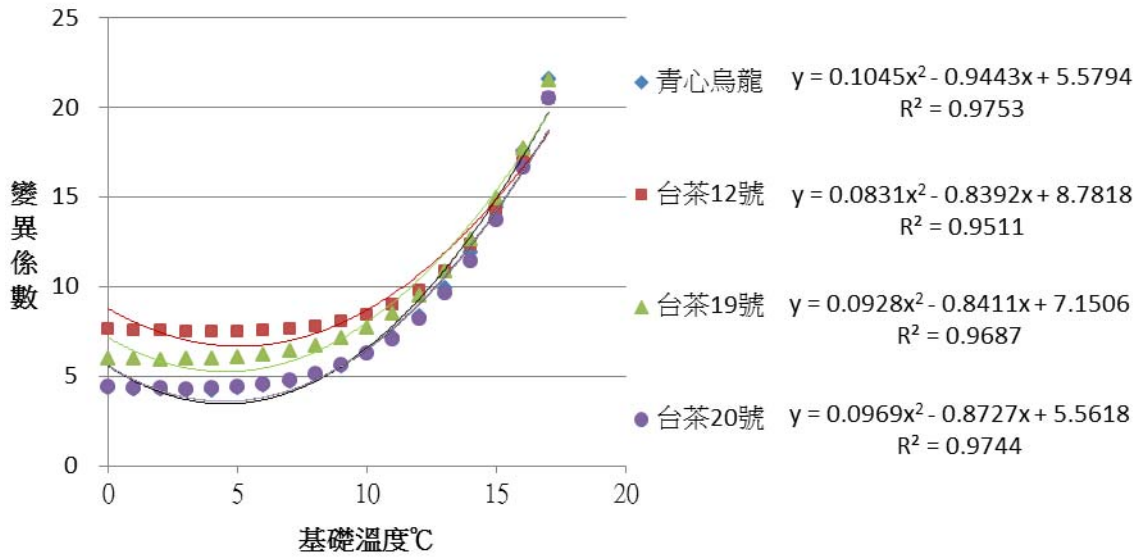


圖二、各品種冬茶不同時期修剪至採收所需累積日均溫
 Fig. 2. Summation of daily average temperature of four cultivars from pruning to harvest in different winter-tea periods



圖三、各品種春茶模擬不同基礎溫度下之變異係數及二次迴歸方程式 (2011-2013)

Fig. 3. Coefficients of variations at various presumed base temperatures and quadratic regression equation (2011-2013 spring-season tea)



圖四、各品種冬茶模擬不同基礎溫度下之變異係數及二次迴歸方程式(2010-2013)

Fig. 4. Coefficients of variations at various presumed base temperatures and quadratic regression equation (2010-2013 winter-season tea)

Establishing a Prediction Model of Tea Harvest Date

Yi-Hao Lin¹ Chih-Yi Hu² Cheng-Hou Chang² Cheng-Nan Lai²
Iou-Zen Chen³

Summary

This research has aimed at four cultivars - Chin-shin Oolong, TTES No.12, TTES No.19 and TTES No.20 which are suitable for processing Paochung teas in northern tea district and has conducted continuous four-year research from pruning to harvest. The coefficient of variation was used as a measure of variability to determine the base temperature through statistical regression method to calculate the base temperature with the least variance. Base on four years experiment data, from pruning to harvest, in spring-season tea, the average growth days, the temperature summation (summation of daily average temperature), the base temperature and the heat unit summations of four cultivars are as following: Chin-shin Oolong (69.1 days, 1,115.8°C, 1.8°C and 989.1°C), TTES No.12 (66.7 days, 1,071.5°C, 2.2°C and 924.5°C), TTES No.19 (71.1 days, 1,157.8°C, 1.7°C and 1,034.0°C) and TTES No.20 (63.1 days, 1,000.5°C, 1.3°C and 923.2°C), respectively. Base on four years experiment data, from pruning to harvest, in winter-season tea, the average growth days, the temperature summation (summation of daily average temperature), the base temperature and the heat unit summations of four cultivars are as following: Chin-shin Oolong (56.7 days, 1,223.4°C, 4.5°C and 976.2°C), TTES No.12 (54.3 days, 1,184.6°C, 5.1°C and 910.6°C), TTES No.19 (56.1 days, 1,220.9°C, 4.5°C and 966.8°C) and TTES No.20 (48.5 days, 1,070.9°C, 4.5°C and 852.4°C), respectively. Using above data and meteorological information in those seasons, it would help predict effectively the suitable plucking period for important cultivars in northern tea district.

Key words: Temperature summation, Base temperature, Prediction of plucking date

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

2. Associate Researcher, Associate Researcher, Junior Specialist, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

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

永康山茶品質特徵、化學成分及礦物元素含量之研究

鄭混元 范宏杰 余錦安^{1,*}

摘要

本研究係以茶業改良場臺東分場搜集的永康山茶為試驗材料，進行品質特徵、化學成分及礦物元素含量分析，期能了解永康山茶品質風味之特色，以及其與栽培種茶樹的差異性，做為永康山茶開發與利用之參考依據。永康山茶製成紅茶及綠茶品質優於包種茶，青葙鮮菇香味為其品質特徵，利用老葉製成的綠茶尚具飲用價值。經多次沖泡品質具持久性，紅茶耐泡性高於綠茶。無論嫩葉或老葉及其成品主要化學成分並沒有出現極端高低值。主要與微量礦物元素含量豐富，大都在適宜範圍，重金屬元素含量與栽培種互有高低。

關鍵字：永康山茶、品質特徵、化學成分、礦物元素

前言

臺東永康山茶分佈於中央山脈之東側，原生於海拔 850 至 950 公尺樹林中，為臺灣野生茶樹分佈之最東緣，也是東部唯一的分佈區域。由於受到中央山脈的阻隔，形成相當獨立的區塊，其植株形態及品質特徵不同於西部野生茶樹，更加突顯出此區域野生茶樹族群的重要性。由於受到氣候環境及人為因素的影響，目前永康山野生茶樹正逐年減少，現有原生面積不大，由此顯現保育與復育之重要性。近年來本

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

* 通訊作者。

場已完成永康山茶分佈情形、種原特性調查、蒐集、保存，以及利用扦插大量繁殖種原進行復育工作，目前已建立永康山茶種原保存園區，做為育種及學術研究資源，已經可以少量生產，且評估其適製性（鄭及范，2015）。永康山茶園會散發出特殊的氣味，尤其在強日照下，當微風徐徐吹來，更能感受其氣味之存在，一般栽培種茶樹則無此特性。由於成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（鄭及范，2013a）。經製作紅茶品質優良，製作包種茶及綠茶具有特殊香味，滋味微苦甘醇似香菇鮮味，其品質特徵與栽培種有明顯的差異，而且耐沖泡。其香菇鮮味在每次製茶均能夠穩定呈現出來，滋味特殊能夠與其他臺灣山茶有所區別，以永康山茶製作綠茶或紅茶其品質優於包種茶，為適製紅綠茶的種質資源（鄭，2014）。以往對臺灣野生茶樹試驗研究大多以分佈調查、種原蒐集、植株花葉形態、親緣分類為主，試驗材料均來自原生地或野生茶樹保存園區。臺灣野生茶樹分佈於南投縣、嘉義縣、高雄市及臺東縣。在高雄市六龜區已有少量人工栽培之野生茶樹，採製包種茶及紅茶販售，桃源山區亦有種植野生茶樹，主要以產製紅茶為主。目前臺東分場正進行臺灣山茶種原蒐集、保存及選育，期能篩選出樹勢強壯、抗旱、耐機採、耐高低溫、抗病蟲、特殊風味之優良新品系，以提供經濟栽培，做為日後開發新風味茶類之利用，使產品多樣化，且具市場區隔性，提昇茶葉產值（鄭及范，2013b）。

中國雲南為茶樹原產地，野生茶樹族群分佈面積廣大，種原具豐富多樣性，年代長久，稱之大茶樹、古茶樹，曾進行大規模有系統調查、蒐集、保存，對植株形態、親緣分類、化學成分及品質特性都曾進行調查分析，並且建立種原圃及篩選品質優異種原，以及對特異化學成分之高可溶成分、高多元酚、高 EGCG、高低咖啡因、高胺基酸含量進行種原篩選，做為育種選拔及開發利用之材料（王等，2012；李等，2013；李等，2014）。王等（2012）由雲南大葉茶 112 份篩選出優質紅碎茶資源 32 份，包括 10 份大於 38% 之高多元酚含量，2 份小於 1% 之低咖啡因含量，2 份大於 5% 之高咖啡因含量，23 份大於 1.3% 之高茶黃素含量，5 份大於 13% 之超高 EGCG 含量。李等（2013）在 62 份野生茶樹篩選到高可溶分、高咖啡因、高多元酚含量之種原 1 份，分別高達 52.24%、4.68%、41.04%。李等（2014）從 35 份古樹曬菁茶篩選出 4 份多元酚類含量超過 25% 之特異種原。張等（2013）從川渝野生大茶樹篩選出 1 份低咖啡因含量只有 0.323%，1 份大於 13% 之超高 EGCG 含量，2 份大於 5% 之高咖啡因含量。由上述學者研究顯示，從野生茶樹族群可以篩選到特異化學成分，提供育種選拔的資材及做為新茶類產品開發利用。茶葉含有豐富多樣的礦物元素，其主要及微量元素可為人體攝取之來源。馬等（2003）指出名優茶的礦物元素含量較高，尤其是一些與茶葉品質有關元素，如鎂、鋅、硫的含量較高，其中鉀、磷、鎂、鋅含量明

永康山茶品質特徵、化學成分及礦物元素含量之研究

顯高於大宗茶，而大宗茶中的鈣、鐵、錳、鋁含量高於名優茶，主要與各元素的移動性差異有關。四川名茶鉀、磷、硫、鈣、鎂、錳、鋁、鐵含量較高，主要與茶菁原料較幼嫩有關，其中磷、鉀、鋅、鎳、銅不僅對名茶品質有良好的影響，而且具營養保健價值（李及王，2008）。湖北名優綠茶鉀、鈣、鎂、鐵、錳、鋅、鋁含量較高，尤其與茶葉品質有關的元素，如鎂、鋅元素（龔等，2010）。大葉品種含鋇、鉀、鈉、銅、鈣、鈉相對較高，尤其是鋇比中小葉品種高 123.45%，而中小葉種的矽、磷、鎳高於大葉品種；紅茶品種的銅及鉀含量一般較高，因此，選育茶樹品種時，要重視礦物元素含量指標（李及王，2008）。

雖然由前人研究已得知永康山茶之種原特性及製茶特色，唯對於不同茶類的品質特徵描述還有待建立，以讓消費者能夠更容易了解永康山茶之品質風味，而且其化學成分及礦物元素含量資料也相對缺乏。因此，本試驗研究係以茶改場臺東分場搜集的永康山茶為試驗材料，進行品質特徵、化學成分及礦物元素含量分析，期能了解永康山茶品質風味之特色，以及分析其與栽培種茶樹的差異性，進而區隔產品，擴大利用範圍，產生更多的附加價值，做為永康山茶開發與利用之參考依據。

材料與方法

一、試驗材料

本試驗研究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茶園進行採製試驗。參與試驗調查分析的品種包括小葉種臺茶十二號、青心烏龍、大葉烏龍、大葉種臺茶八號、臺茶十八號、野生茶樹永康山茶。

二、試驗方法

（一）試驗內容

1、製茶品質

（1）嫩葉：於永康山茶適採期採製，在春、夏、秋、冬不同茶季分別製成綠茶、包種茶及紅茶，進行感官品評比較製茶品質。

（2）老葉：以野生茶樹永康山茶、小葉種臺茶十二號、青心烏龍、大葉烏龍、大葉種臺茶八號、臺茶十八號採摘老葉製成綠茶，進行感官品評比較製茶品質。

（3）茶菁條件：以永康山茶進行不同採摘期、採摘程度、有無攪拌及次數之製茶試驗，不同採摘期分別於二、三、四葉期、對口四葉期及成熟期。採摘程度以採摘二葉、二葉對口、三葉、三葉對口製成綠茶，以有及無攪拌分別製成綠茶及紅茶。包種茶攪拌方式分為輕及重攪拌。包種茶攪拌次數分為二、三、四、五次。分別進行感官品評

比較製茶品質。

以上述製成的試驗茶樣，秤取茶葉 3 公克，沖泡於 150 毫升之沸水中 5 分鐘，製茶品質品評項目分為形狀 (10%)、色澤(10%)、水色 (20%)、滋味 (30%) 及香氣 (30%)。

2、沖泡品質

(1) 品質：以永康山茶及臺茶十二號條形綠茶，以及永康山茶及臺茶八號條形紅茶，進行沖泡一、二、三、四、五次，每次沖泡後進行感官品評比較沖泡品質，沖泡品質品評項目分為水色 (20%)、滋味 (30%) 及香氣 (30%)。

(2) 茶湯水色：以上述品評茶樣進行沖泡一至五次，測定茶湯水色，以 Nippon Denshoko 之 ND-300A 型色差計測定，以 150 毫升沸水沖泡 3 公克茶樣，再靜置 5 分鐘後濾出茶湯，待茶湯稍冷後以色差計測定 L、a、b、 ΔE 。L 為明亮度，愈大表示愈亮，a 為紅綠值，正值偏紅、負值偏綠，b 為黃藍值，正值偏黃、負值偏藍， ΔE 為茶湯與對照 (泉水) 兩者的色差。

(3) 耐泡性：以上述茶葉樣品進行沖泡一至八次，分析可溶性成分，再計算萃出可溶物、萃取率、累計可溶物、殘留可溶物、累計萃取率、相對萃取率。

3、化學成分

(1) 嫩葉：在春秋茶季以永康山茶、大葉烏龍、青心烏龍、臺茶十二號、臺茶八號分別於適採期採取鮮葉，以及製成綠茶、包種茶及紅茶，進行化學分析。

(2) 老葉：永康山茶、臺茶十二號、臺茶八號、臺茶十八號分別採取鮮葉，以及製成綠茶，進行化學分析。

(3) 茶菁條件：永康山茶進行不同茶菁條件製茶加工試驗，包括不同採摘期、採摘程度、有無攪拌及次數之製茶試驗，進行化學分析。

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

4、礦物元素

在春秋冬茶季以永康山茶、青心烏龍、大葉烏龍、臺茶八號、臺茶十二號、臺茶十八號，分別採取嫩葉及老葉樣品，以及製成綠茶。經烘乾之鮮葉及綠茶成品進行礦物元素分析，包括分析氮、磷、鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅含量 (Chapman and Prayy, 1961; 張, 2000)，秋茶 A 樣品再分析重金屬元素，鋁、鉛、鎘、鉻、鎳含量。以元素分析儀及感應耦合電漿原子發射光譜儀 (ICP) 測定。

三、資料分析

上述分析資料先進行變方分析，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、製茶品質

(一) 嫩葉

永康山茶製成不同茶類品評分數高低，依序為紅茶、綠茶、包種茶，在不同茶季有相同的結果，以製成紅茶及綠茶品質優於包種茶，其中紅茶達到顯著的差異，各項品評分數呈現同樣的結果。綠茶與包種茶只有在春茶達到顯著的差異，其他茶季差異不大 (表一)。製成紅茶茶湯水色艷紅明亮，香氣顯現青葙甜果香濃郁，滋味呈現青葙果香味、醇和甘甜味收斂性。製成綠茶茶湯水色蜜黃綠明亮，香氣青葙蔬菜香，滋味青葙蔬菜香味、微苦回甘。製成包種茶茶湯水色為琥珀黃，香氣青葙淡花香，滋味青葙淡花香味、微苦回甘醇厚。在每次製茶皆能穩定呈現出三種茶類之品質特徵，其青葙風味隨發酵程度而遞減。

(二) 老葉

利用永康山茶老葉製成的綠茶，其品質優於大小葉栽培種 (表二)。茶湯滋味尚有野生茶之特殊青葙風味，水甜順，香氣具炒米麩香，唯青葙味濃厚度低於嫩葉製成之綠茶，而且水色較淡綠，尚具飲用價值，製作時可稍加揉捻，但易碎，或不揉捻，直接烘乾，其形狀粗平。若利用切菁再經炒菁烘乾，應可以提高可溶物萃取率，成品可以製成袋茶，方便沖泡，且易於溶出內容物。以大小葉栽培種老葉製成綠茶，因葉片含水量少，一般不經揉捻直接烘乾，其形狀粗平，水色青淡，香氣平淡，帶臭青味、青草香或割草香，滋味淡薄似青葉味，茶湯酸帶澀，不具飲用價值。

(三) 茶菁條件

由茶菁原料與加工條件之永康山茶製茶品質品評結果顯示，不同採摘期、採摘程度、有無攪拌及次數都會影響製茶品質。提早採摘期，綠茶品質較佳，當茶芽生長至對口或成熟期再行採摘，品質降低；採摘二葉品質雖然優於三葉，但未達顯著，採摘已對口茶芽，綠茶品質低於未開面茶葉；有無攪拌影響紅茶品質，以無攪拌品質較佳，綠茶品質有相同的結果，但未達顯著的差異，包種茶攪拌輕重品質差異不顯著；攪拌二至三次可以提升包種茶品質，至四次以上品質反而降低 (表三)。以上茶菁條件對永康山茶製茶品質的影響為初步的結果，對其產製技術之建立仍有待持續探討。

永康山茶品質特徵不同於栽培種茶樹，例如臺茶十二號之奶香味、臺茶十三號具花香、臺茶十八號為肉桂薄荷香，其風味品質與臺灣中南部分佈之野生茶樹亦不

相同，茶葉具有青葙鮮菇香味，有其獨特性與區別性。在永康山茶新植茶園發現常有野兔來咬斷啃食枝葉，以致造成缺株，茶園四周架設圍籬高度 90 公分，因野兔善跳躍，尚無法阻其進入，茶園內有永康山茶、臺茶八號、臺茶十八號及臺茶二十一號，野兔卻偏好永康山茶，其原因值得探討。中國雲南野生古樹茶製成生普洱茶，茶湯綠黃色，苦澀味較淡、醇和、回甘，帶花香（鮑等，2012）。貴州黔西南州野生茶樹適製性非常廣泛，已篩選出適製綠茶及紅茶之單株（尹等，2013）。本試驗永康山茶有相同的適製性，適合製成綠茶及紅茶，目前已篩選出五個優良單株，正進行田間品系比較試驗。貴州沿河古茶樹茶湯明亮，清香，醇正（沈等，2015）。大樹茶滋味協調、味厚、鮮爽、回甘，具有較好的耐泡性（陳等，2011）。老樹茶的茶氣更足，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（梁等，2006）。以古茶樹及現代茶樹製成曬菁茶，品質差異不大，認為不宜誇大古茶樹的特性，應以加強保護，著重種質資源、景觀、文化及科研價值進行合理開發利用（邵等，2012）。由野生茶品質特徵顯示，無論臺灣或中國分佈之野生茶樹都各具特色，若能在每次製茶穩定呈現，而且有特殊的風味品質特徵，為值得開發利用之茶產品。一般老葉製成茶葉品質不佳，不具飲用價值，本試驗利用永康山茶老葉製成綠茶，品質優於栽培種，可以再加以多元開發利用。野生茶製茶加工因其茶菁條件不同於栽培種，因此，有必要建立一套製茶流程，藉以提高茶葉品質。

二、沖泡品質

（一）品質

由永康山茶及臺茶十二號製成的綠茶，經沖泡一至五次之茶湯品質品評結果顯示，永康山茶茶湯水色在沖泡一至二次，品評分數顯著低於臺茶十二號，至沖泡三至五次已無顯著差異。滋味及香氣分別在沖泡二次及三次已顯著優於臺茶十二號，而且沖泡至五次，還是呈現較佳的品質。香味為香氣與滋味之合計，兩品種沖泡一次並無顯著的差異，至沖泡二次即以永康山茶優於臺茶十二號，而且維持至沖泡五次。水色、香氣與滋味之合計品質，沖泡一次以臺茶十二號顯著優於永康山茶，沖泡二次已無顯著差異，至沖泡三次及之後，反而以永康山茶品評分數顯著高於臺茶十二號（表四）。

由永康山茶及臺茶八號製成的紅茶，經沖泡一至五次之茶湯品質品評結果顯示，永康山茶茶湯水色在沖泡一次，品評分數顯著低於臺茶八號，至沖泡二次已無顯著差異，沖泡三至四次則以永康山茶品評分數顯著高於臺茶八號，至沖泡五次才呈現無顯著差異。沖泡一至二次之香氣沒有顯著差異，沖泡三至五次則以永康山茶呈現較佳的品質。滋味、香味及合計之品質有相同的趨勢（表四）。

（二）茶湯水色

永康山茶品質特徵、化學成分及礦物元素含量之研究

永康山茶及臺茶十二號綠茶茶湯明亮度 (L 值) 隨沖泡次數漸趨明亮。茶湯紅綠值 (a) 隨沖泡次數由綠轉淡綠。茶湯黃藍值 (b) 隨沖泡次數由黃轉淺黃。 ΔE 值則隨沖泡次數漸趨於泉水之色差。永康山茶茶湯水色上升或下降變化幅度大於臺茶十二號 (表五)。

永康山茶及臺茶八號紅茶茶湯明亮度 (L 值) 隨沖泡次數漸趨明亮。茶湯紅綠值 (a) 隨沖泡次數由紅轉淡紅。茶湯黃藍值 (b) 隨沖泡次數由藍轉淺藍。 ΔE 值則隨沖泡次數漸趨於泉水之色差。永康山茶茶湯水色上升或下降變化幅度小於臺茶八號 (表五)。

(三) 耐泡性

永康山茶及臺茶十二號製成的綠茶經連續沖泡八次，各次沖泡的萃取率有遞減的趨勢，永康山茶第六次沖泡的累計萃取率已超過 90%，臺茶十二號沖泡八次只萃取 78%，永康山茶相對萃取率顯著高於臺茶十二號，以致殘留可溶物較低，顯示臺茶十二號製成的綠茶較耐泡。雖然永康山茶製成的綠茶耐泡性低於臺茶十二號，但其沖泡品質具有持久性。永康山茶及臺茶十二號製成綠茶之可溶分含量約略相同，分別為 35.2 及 35.0% (表六)。

永康山茶及臺茶八號製成的紅茶經連續沖泡八次，各次沖泡的萃取率有遞減的趨勢，永康山茶第六次沖泡的累計萃取率已超過 90%，臺茶八號沖泡五次就超過 90%，永康山茶相對萃取率低於臺茶八號，以致殘留可溶物較高，顯示以永康山茶製成的紅茶較耐泡，而且沖泡品質具有持久性。永康山茶製成紅茶之可溶分為 31.1%，低於臺茶八號之 34.0% (表六)。

蔡及張 (1986) 指出不發酵茶類如龍井、煎茶萃取率較高，幾乎可萃取出一半的可溶分，而經布球揉捻的鐵觀音及凍頂茶則僅約三分之一的可溶分萃取出來，無論茶類，第一次沖泡萃取率通常較高。本試驗條形綠茶及紅茶有相同的結果。所謂耐泡茶即經得起多次沖泡而茶湯滋味猶甘醇濃厚。本試驗永康山茶之綠茶及紅茶經多次沖泡品質優於栽培種。不耐泡的茶類其總可溶分含量反而較耐泡茶類高，鐵觀音茶及凍頂茶之所以較耐泡，在於所含有的可溶分較不易被萃取出來，因此，認為選擇茶葉時，最重要的考慮因素應該是香氣和滋味，外形和耐泡性並不是那麼重要 (甘，1999)。因本試驗綠茶及紅茶皆為條形茶，分別以相同的製茶條件，其差異僅在於品種，因此茶葉耐泡性主要受到大小葉品種特性的影響，而不是有無揉捻。陳等 (2011) 指出古茶樹耐泡性高於臺地茶，可以多沖泡一次。本試驗有相同的結果，永康山茶可沖泡多次，具有持久性。永康山茶的綠、紅茶耐泡性的差異，與後述的茶菁條件所論述的高 ECG 含量是否有關，以致產生溶出機制差異，有待進一步討論。

三、化學成分

(一) 嫩葉及成品

永康山茶製成不同茶類，其品質風味不同於栽培種，其特色是否來自於化學成分的影響，由二個茶季不同品種化學成分分析結果顯示，無論鮮葉或成品，永康山茶可溶分、多元酚類含量與大小葉栽培種互有高低，春季兒茶素類、咖啡因、可溶糖及胺基酸含量與栽培種互有高低，秋季大致上介於大小葉栽培種之間，各種主要化學成分並沒有檢測出極端高低值(表七)。由此可知影響風味品質之化學成分相當複雜，由幾種主要化學成分並無法得知永康山茶風味形成的原因，但可以了解永康山茶主要化學成分與大小栽培種並沒有特別明顯的差異。

(二) 老葉及成品

利用永康山茶老葉製成的綠茶，茶湯滋味優於大小葉栽培種，其與化學成分是否有關，由不同大小葉栽培種製成綠茶之化學成分分析結果顯示，老葉及成品可溶分、多元酚類、兒茶素類含量與大小葉栽培種互有高低，並無一致性的變化，咖啡因含量則高於大小葉栽培種，可溶糖含量大致上低於大小葉栽培種，鮮葉胺基酸含量低於大小葉栽培種，成品則呈現相反的變化(表八)。雖然老葉製成綠茶在有些化學成分達到顯著的差異，而與栽培種有所區別，但還是很難從幾種化學成分的差異，進而了解永康山茶老葉製成的綠茶風味品質優於栽培種的影響因素。

(三) 茶菁條件

利用永康山茶不同茶菁製成的茶葉，了解其化學成分的變化幅度，做為茶菁原料與加工製程的參考，由採摘葉數與小綠葉蟬有無吸食的茶菁製成綠茶，其可溶分、多元酚類、兒茶素類、咖啡因、可溶糖及胺基酸含量達到顯著的差異，有無遮蔭只有胺基酸含量呈現差異顯著，不同茶類則以兒茶素類、咖啡因、可溶糖及胺基酸含量達到顯著的差異(表九)。不同茶菁條件影響葉綠素及類胡蘿蔔素含量高低，永康山茶老葉含量高於嫩葉(表十)。

可溶分是茶葉水溶物質的總和，是以多元酚類為主體，包括咖啡因、氨基酸、可溶性糖和可溶性蛋白質等，是茶湯滋味的綜合體。多元酚類約佔乾重之 30%，主要為兒茶素類，約佔多元酚的 80%，為乾重的 10~30%，可溶分的 40~50%，可分為酯型與游離型兒茶素類，是茶湯中的主要成分，具有苦澀味及收斂性；茶之咖啡因含量約佔乾重 3~4%，為可溶分的 8~10%，泡茶約有 80%溶於茶湯中，帶苦味；茶之單糖類含量約佔乾重之 4%，為可溶分的 11%，易溶於水，具有甜味；游離胺基酸約有二十餘種，佔乾重之 1~2%，為可溶分的 5~10%，其中以茶胺酸含量最多，佔總游離胺基酸的 50~60%，帶甘味；茶菁含多種色素成分，其中含量較高為葉綠素及類胡蘿蔔素，均為脂溶性，不溶於水，綠茶的綠色主要是由葉綠素決定，類胡蘿蔔素之顏色只有在葉綠素因破壞而減少時才會顯現，綠茶乾茶中的黃褐色，有部分為類

永康山茶品質特徵、化學成分及礦物元素含量之研究

胡蘿蔔素呈現的顏色(阮, 1995; 陳, 1995)。本試驗永康山茶主要化學成分含量大都在上述範圍內, 並無特異之化學成分。鄭及范(2013a)指出永康山茶具有可溶糖含量高及咖啡因含量低於大葉種的種原特性。本試驗永康山茶嫩葉咖啡因含量大致上有相同的結果, 老葉製成的綠茶則呈現相反的趨勢。無論嫩葉或老葉可溶糖含量都低於大葉種, 可能在於永康山茶茶菁原料採自海拔 860 公尺, 因環境差異的影響以致可溶糖含量較低。鮑等(2012)指出古樹茶與茶園茶之多元酚類、黃酮類化合物大約相同, 茶園茶兒茶素類及咖啡因含量高約 2 倍, 游離胺基酸含量較低, 可溶性糖含量則高於古樹茶, 主要在於樹林內光照較弱, 光合作用強度較低, 不利於古樹茶碳素代謝。陳等(2011)則指出古茶園茶可溶分、多元酚類、兒茶素類、胺基酸、咖啡因含量高於臺地茶園, 其中胺基酸含量達到顯著的差異。邵(2012)指出古茶樹鮮葉及成品多元酚類、兒茶素類、咖啡因、可溶物及灰分含量高於現代茶樹群體品種。由前人研究得知永康山茶綠茶 ECG 及 EC 含量明顯高於其他臺灣山茶、大小葉栽培種(鄭, 2014); 而且 ECG 含量為臺茶十二號、青心烏龍、大葉烏龍、香櫞的 3-4 倍, EC 含量較高, 不同茶類有相同的趨勢, 但總個別兒茶素含量則無明顯的差異(郭及李, 2010)。Lin et al. (2003)指出永康山茶綠茶之 TC 及 TCG 分別為 12.86 及 7.9%, 其中 ECG 含量達 2%, 約為其他品種臺茶十二號、臺茶八號、青心烏龍的 4 倍。楊(2008)分析永康山茶綠茶之 ECG 含量有同樣的結果, 其含量高達 3.16%, 高於青心烏龍、臺茶八號、臺茶十二號之 1.36-1.64%, EC 含量亦高於其他品種。蔡(2004)分析小葉種 ECG 含量皆未達 0.15%, 具有野生茶樹親緣之臺茶十八號, 其 ECG 含量為 0.8%, 高於其他品種, 僅次於屬大葉種之臺茶七號之 2.18%。本試驗僅就兒茶素總量進行分析, 並未分析個別兒茶素含量, 但由上述前人研究結果可以看出, 永康山茶化學成分與其他野生茶或栽培種呈現不同的結果, 此外茶葉進行炒菁時飄散濃烈的特殊氣味, 以及茶園與扦插繁殖圃散發特殊氣味, 當氣候炎熱, 氣味更濃, 這些因素都可能是形成永康山茶品質特徵的原因。臺灣野生茶樹分佈於中、南、東部, 其中東部永康山茶化學成分已建立部分資料, 但還欠缺更詳盡的資料, 中南部野生茶樹化學成分只有少數資料, 這些化學成分都尚待建立, 才能進一步了解影響野生茶品質的因素, 以及評估有無開發利用的價值。陳等(2014)指出普洱茶均有水溶性鞣花單寧-木麻黃素 (strictinin), 其中以野生普洱茶的含量特別高, 臺灣烏龍茶中幾乎偵測不到; 並觀察到木麻黃素與其熱裂解產物--沒食子酸 (gallic acid) 與鞣花酸 (ellagic acid) 皆具有抗流感的能力, 且以鞣花酸的抑制效果最佳。永康山茶是否有相同的結果, 其特有的青葙香氣與滋味, 機能性成分及保健功效是值得探討的課題。

四、礦物元素

(一) 主要元素

由不同茶季永康山茶及栽培種主要元素分析結果顯示，無論嫩葉或老葉及其成品主要元素含量在有些茶季品種間差異顯著，永康山茶氮含量大部分低於栽培種，磷含量則低於栽培種，鉀含量大部分高於栽培種，鈣及鎂含量與栽培種互有高低。永康山茶老葉氮、磷、鉀含量顯著低於嫩葉，老葉鈣及鎂含量高於嫩葉，但未達顯著的差異。永康山茶各種主要元素含量大都在適宜範圍，並無特別明顯之元素含量（表十一）。

（二）微量元素

由不同茶季永康山茶及栽培種微量元素分析結果顯示，無論嫩葉或老葉及其成品微量元素含量在有些茶季品種間差異顯著。永康山茶嫩葉及其成品鐵含量低於栽培種，老葉及其成品則因茶季而呈現不同的結果。嫩葉及其成品錳含量與栽培種沒有明顯的差異，秋茶老葉及其成品則顯著低於栽培種。秋茶嫩葉及其成品銅及鋅含量顯著高於栽培種，冬茶則差異不明顯，秋茶老葉及其成品則未呈現顯著的差異，春茶則與栽培種互有高低。永康山茶老葉鐵、錳、銅、鋅含量低於嫩葉，其中銅含量未達顯著的差異（表十二）。

（三）重金屬元素

永康山茶嫩葉及綠茶鋁含量介於栽培種之間，嫩葉之鉛、鎘、鉻含量與栽培種未達顯著的差異，其含量與栽培種互有高低，嫩葉及綠茶鎳含量則顯著低於栽培種。嫩葉及其成品鋁及鎳含量差異不大，嫩葉鉛含量大致上低於成品，嫩葉及其成品鎘及鉻含量因品種而呈現不同的變化（表十三）。

茶葉中的礦物質佔乾重的 5~6%，其中 60~70% 為熱水可溶，茶中富含磷、鉀、鈣、鎂、錳、鋁、氟、銅、鋅、碘及硒等（阮，1995）。茶樹葉片氮含量適宜範圍為 40-60 mg/g，磷含量為 2.5-4.0 mg/g，鉀含量 15.0-21.0 mg/g，鈣含量 2.5-5.5 mg/g，鎂含量 1.5-3.0 mg/g，鐵含量 90-150 mg/kg，錳含量 300-800 mg/kg，銅含量 8-15 mg/kg，鋅含量 20-400 mg/kg（張，1998）。茶葉主要元素與製茶品質有著密切的關係，氮含量有助於提升包種茶品質，磷含量與包種茶品質呈正相關，茶葉鈣與錳含量過高，茶菁易老化開面且影響品質（張，1993）。永康山茶主要及微量元素含量大都在適宜範圍內，並沒有出現極高或極低含量之元素。梁等（2006）指出老樹茶與臺地茶的微量元素含量差異不顯著，但老樹茶大部分微量元素高於臺地茶，其硫、磷、鉀、鈣、鎂則低於臺地茶。茶葉礦物元素含量高低不但關係著茶樹營養狀況與肥力需求，而且其中 14 種為人體所必需攝取及補充，包括大量需要之磷、鉀、鈣、鎂、鈉、硫、氮，少量需要為鐵、錳、銅、鋅、鉬、碘、鈷（阮，1995）。本試驗無論永康山茶或栽培種均含有各種元素。許等（2010）測定越南與臺灣茶葉礦物元素含量，以鉀含量最高，平均含量達 17,315 mg/kg，鈣、鎂、錳依次為 5,045、1,966、1,612 mg/kg，含量

較少的礦物元素鋅、銅、鉛、鎘依次為 23.5、15.8、4.3 及 0.76 mg/kg，含量最少為砷元素 138 ug/kg。彭等（1991）指出茶葉礦物元素含量非常豐富，其中鉀、鈣、鎂含量高於 1,000 mg/kg，錳、鐵含量為 100-1,000 mg/kg，銅、鋅、鈉含量為 10-100 mg/kg，鎘、鉛含量極低。高等（2009）指出茶葉含有相當豐富的微量元素，其中又以錳及鐵含量最高，有利於人體補充微量元素。本試驗永康山茶微量元素鐵及錳含量相當豐富。張（1994）以茶葉各種元素含量及其茶湯之浸出量與浸出率推算，如果每天飲用 10 公克茶葉可提供人體每日需要量 40% 以上的錳元素，可提供 1-10% 磷、鉀、鎂、鋅、鈾、鎳、鋁、鈉、鋇，而鈣、鐵、銅、硼、鈉、鋇則在 1% 以下，茶湯未偵測出鉻、鎘、鉛含量。不同茶類之綠茶、紅茶及普洱茶含量最高的是鐵、錳，分別達到 1,812.3、643 mg/kg，鉛、鎘、鉻對人體危害較大的元素含量最低，分別在 1.03、0.045、1.19 mg/kg 以下（楊等，2015）。浙江省十大名茶主要重金屬含量較低，符合限量值，砷含量 0.553-2.079 mg/kg，鎘含量 0.033-0.099 mg/kg，鉛含量 0.510-2.763 mg/kg，各種名茶有所差異，可能與茶樹品種及生長環境有關，如肥料、空氣、汽車尾氣、水體、土壤母質等相關，也可能與不同採摘標準、加工過程，以及加工器械與場地外在污染等有關（章等，2014）。楊等（2015）指出重金屬污染來自土壤比較難浸出，由大氣沉降或加工過程引入，比較容易浸出。張及游（2011）指出海拔較低受到鉛污染相對較嚴重，中低海拔茶區硼含量較高，茶葉中砷幾乎看不到。隔夜茶重金屬的浸出率趨於最大值，應避免喝長時間浸泡的茶湯（楊等，2015）。本試驗永康山茶重金屬元素含量介於栽培種之間，並無明顯之極高值，而且與各種名茶含量大致在相同的範圍。

結 論

永康山茶製成紅茶及綠茶品質優於包種茶，青葷鮮菇香味為其品質特徵，利用老葉製成的綠茶尚具飲用價值，不同茶菁條件影響製茶品質。影響永康山茶品質特徵形成的因素，以及產製技術的建立應持續探討。經多次沖泡品質具持久性，紅茶耐泡性高於綠茶，尤其沖泡幾次後其青葷甜果香愈趨於明顯。無論嫩葉或老葉及其成品主要化學成分並沒有出現極端高低值，其他化學成分有待建立，其機能性成分及保健功效是值得探討的課題。主要與微量元素含量豐富，大都在適宜範圍，重金屬元素含量與栽培種互有高低。

參考文獻

1. 王家金、謝瑾、劉本英、段志芬、宋維希、汪雲剛、馬玲. 2012. 雲南大葉茶資源的機能性物質分析及優異種質篩選. 南方農業學報 43: 924-928。
2. 尹杰、牛素貞、宋勤飛、劉進平、陳曦. 2013. 黔西南州野生茶樹的性狀特徵及品質分析. 浙江農業學報 25: 782-786。
3. 甘子能. 1999. 談茶葉的耐泡性. 茶訊 754: 3-5。
4. 沈強、張小琴、李蘭東、賀永龍. 2015. 沿河古茶樹茶葉的感官品質和化學成分. 貴州農業科學 43: 88-90。
5. 阮逸明. 1995. 茶葉的保健功效. 茶業技術推廣手冊製茶篇. pp. 107-118. 臺灣省茶業改良場編印。
6. 李慧、宋維希、周萌、李友勇、馬玲、段志芬、矣兵、劉本英. 2013. 雲南省野生茶樹資源的鑒定評價與篩選. 湖南農業科學 5: 14-16、22。
7. 李友勇、方成剛、孫雪梅、劉本英、周萌、蔣會兵、段志芬、成浩、汪雲剛、趙才美、矣兵、楊興榮. 2014. 滇南古樹曬菁茶品質化學成分特徵研究. 西南農業學報 27: 1874-1883。
8. 李春華、王雲. 2008a. 四川名茶礦質元素含量研究. 西南農業學報 21: 1286-1288。
9. 李春華、王雲. 2008b. 茶樹不同品種礦質元素含量研究. 西南農業學報 21: 1477-1479。
10. 邵宛芳、劉興祝、馬偉偉. 2012. 不同年代茶樹芽葉內容成分及其加工產品差異的研究. 雲南古茶樹資源保護與利用研究. pp. 135-145. 雲南科技出版社。
11. 高怡婷、劉恩好、鍾欣芸、王秋嫻、劉瓊霖. 2009. 全反射 X 光螢光光譜儀：應用於茶葉微量元素的測定. 林業研究季刊 31: 17-24。
12. 馬立鋒、石元值、韓文炎. 2003. 我國名優綠茶中無機元素含量及其現狀分析. 茶葉 29: 83-85。
13. 陳繼偉 楊毅堅 王立波 羅正飛 李朝雲 汪雲剛. 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。
14. 陳英玲. 1995. 茶葉化學. 茶業技術推廣手冊 (製茶篇). pp. 85-90. 臺灣省茶業改良場編印。
15. 陳冠亨、林榆倫、許君睿、曾志正. 2014. 野生普洱古樹茶富含具抑制流感病毒功效的多酚化合物-木麻黃素. 農林學報 63: 123-131。
16. 郭子豪、李世傑. 2010. 不同加工方式對臺灣特色茶種主要兒茶素含量與抗氧化

永康山茶品質特徵、化學成分及礦物元素含量之研究

- 活性變化之影響. pp. 371-378. 第六屆海峽兩岸茶業學術研討會論文集。
17. 許明晃、陳俊良、黃文達、陳國任、楊棋明. 2010. 茶葉礦物元素分析圖譜在產區判別之研究. 科學農業 58: 33-40。
 18. 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。
 19. 章劍揚、張穎彬、金壽珍、馬桂岑、陳利燕、劉新. 2014. 浙江省十大名茶主要重金屬元素分析. 中國農業科學 47: 3914-3921。
 20. 張鳳屏. 1993. 茶園土壤特性對新品種茶樹產量與品質之影響. 臺灣茶業研究彙報 12: 93-102。
 21. 張鳳屏、楊光盛. 1994. 包種茶中無機成分之含量與其浸出率之研究. 臺灣茶業研究彙報 13: 121-138。
 22. 張鳳屏. 1998. 茶樹營養與施肥. 茶業技術推廣手冊-茶作栽培技術. pp. 125-140. 行政院農業委員會茶業改良場編印。
 23. 張淑賢. 2000. 本省現行植物分析法. 作物需肥診斷技術. pp.53-59. 行政院農業試驗所編印。
 24. 張凱、丁陽平、楊堅. 2013. 川渝地區野生大茶樹兒茶素和咖啡鹼含量比較分析. 應用與環境生物學報 19: 379-382。
 25. 張正達、遊鎮烽. 2011. 茶葉中微量元素濃度與環境因素關聯性之探討. 國立臺灣博物館學刊 64: 1-16。
 26. 彭姍姍、石燕、邱斌 ;袁賽松. 1991. 茶葉中無機元素的含量及泡茶方式對其浸出的影響. 中國茶葉 2: 30-32。
 27. 楊剛顯. 2008. 永康山茶的綠茶化學成分與抗氧化能力之研究. 國立臺灣海洋大學碩士論文。臺灣 基隆市。
 28. 楊欽沾、陳孟君、溫恒、羅漢金. 2015. 茶葉中 10 種重金屬浸出率. 福建農業學報 30: 406-410。
 29. 蔡永生、張如華. 1986. 茶葉可溶分萃取之研究. 臺灣茶業研究彙報 5: 117-125。
 30. 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。
 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. 鄭混元、范宏杰. 2013a. 臺灣野生茶樹資源及其利用. 臺灣茶業研究彙報 32: 21-44。
 33. 鄭混元、范宏杰. 2013b. 臺灣山茶之種原蒐集及選育. 茶業改良場年報 101 年年

- 報 pp. 8-9。
34. 鄭混元. 2014. 臺灣山茶種原特性調查與評估. 第二屆茶業科技研討會專刊. pp. 59-93. 茶業改良場出版。
 35. 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. 茶業改良場出版。
 36. 鮑曉華、董玄、潘思軼. 2012. 野生古茶樹茶與茶園茶的比較研究. 浙江農業學報 24: 603-608。
 37. 龔自明、王雪萍、高士偉、鄭鵬程、葉飛、王紅娟. 2010. 湖北名優綠茶礦質元素含量研究. 湖北農業科學 49: 2903-2905。
 38. Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts, Polyphenoloxidase in *Bata vulgaris*. *Plant physiol.* 21: 1-15.
 39. Association of Official Agricultural Chemists. 1983. Official methods of analysis. In: W. Horwitz (Ed). A.O.A.C., Washington D. C., U.S.A.
 40. Chapman, H. D. and Prayy, P. F. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. Univ. Calif., U. S. A., p. 170.
 41. Iwasa, K. 1975. Methods of chemical analysis of green tea. *JARQ* 9: 161-164.
 42. Lin Y. S., Wu, S. S. and Lin, J. K. 2003. Determination of tea polyphenols and caffeine in tea flowers (*Camellia sinensis*) and their hydroxyl radical scavenging and nitric oxide suppressing effects. *J Agric. Food Chem.* 51: 975-80.
 43. Moore, S. and Stein, W. H. 1948. Photometric ninhydrin method for use the chromatograph of amino acid. *J. Biol. Chem.* 176: 376-388.
 44. Somogyi, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. *J. Biol. Chem.* 160: 61-68.
 45. Sakar, S. K. and Howarth, R. E. 1976. Specificity of the vanillin in test for flavanols. *J. Agric. Food Chem.* 24: 317-320.

Study of Quality Characteristics, Chemical Component and Mineral Element Content of Yung-Kang Wild Teas

Hun-Yuan Cheng Horng-Jey Fan Chin-An Yu^{1,*}

Summary

The experimental material in this study was collected from Yung-Kang wild tea trees by Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, for quality characteristics, chemical component and mineral element content analysis. The study is aimed to understand the characteristics of the flavor quality of Yung-Kang wild tea, and the differences between wild species and cultivars can be a reference for the development and utilization of Yung-Kang wild teas. The qualities of green tea and black tea quality were better than those of Pouchong tea of Yung-Kang wild tea leaves. The quality characteristic was a flavor of obvious raw fresh mushroom. The green tea made of old leaves still has a drinking value. After several brew, the tea has durable quality. Durative brewing characteristic of black tea was higher than green tea. Chemical component of fresh young or old leaves and its made tea had not appear extreme high or low values. Major and micro mineral elements content was abundant, mostly in the appropriate range. There are something different contents of heavy metal elements between Yung-Kang wild tea trees and other cultivars.

Key words: Yung-Kang wild tea tree, Quality characteristics, Chemical component, Mineral element

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

* Corresponding author.

表一、永康山茶製成不同茶類品質比較

Table 1 Comparison of the quality of different tea types produced by Yung-Kang

wild tea leaves								
茶季	茶類	形狀	色澤	水色	香氣	滋味	合計 1	合計 2
Tea	Tea	(10%)	(10%)	(20%)	(30%)	(30%)	Total 1	Total 2
season	type	Shape	Color	Liquor	Aroma	Taste		
				color				
茶 Spring	綠茶	5.6b	5.9b	13.2a	21.0b	21.0b	55.2b	66.7b
	包種茶	6.1a	6.1b	11.5b	21.3b	20.8b	53.5c	65.7c
	紅茶	6.3a	6.8a	14.2a	22.5a	24.0a	60.7a	73.7a
夏茶 1 Summer 1	綠茶	6.2b	6.1b	13.2ab	20.5b	19.5c	53.2b	65.4b
	包種茶	6.4ab	6.3b	12.4b	20.0c	20.0b	52.4b	65.1b
	紅茶	6.7a	6.9a	14.0a	21.0a	20.5a	55.5a	69.1a
夏茶 2 Summer 2	綠茶	6.8b	6.3b	13.5b	19.0b	19.0b	51.5b	64.6b
	包種茶	6.8b	6.3b	13.5b	19.5a	19.1b	52.1b	65.2b
	紅茶	7.0a	6.5a	14.0a	19.9a	19.9a	53.8a	67.2a
秋茶 Autumn	綠茶	6.3b	6.3b	12.9b	19.5b	20.0b	52.4b	65.0b
	包種茶	6.1b	6.1b	12.8b	19.5b	20.8ab	53.0b	65.2b
	紅茶	7.0a	7.0a	14.0a	21.0a	21.5a	56.5a	70.5a
冬茶 Winter	綠茶	6.7a	6.5a	12.9ab	19.5b	19.3b	51.6b	64.8b
	包種茶	6.3a	6.2a	11.9b	19.5b	19.5b	50.9b	63.3b
	紅茶	6.4a	6.8a	13.9a	21.0a	20.5a	55.4a	68.5a

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

合計 1：水色+香氣+滋味、合計 2：形狀+色澤+水色+香氣+滋味

永康山茶品質特徵、化學成分及礦物元素含量之研究

表二、永康山茶與栽培種茶樹老葉製成綠茶品質比較

Table 2 Comparison of green tea quality produced by old leaves of Yung-Kang wild tea trees and other cultivars

製作次數 Order of Manufacture	品種 Cultivar	形狀 (10%) Shape	色澤 (10%) Color	水色 (20%) Liquor color	香氣 (30%) Aroma	滋味 (30%) Taste	合計 1 Total 1	合計 2 Total 2
第一次 First	永康山茶 大葉烏龍	4.1b 4.9a	4.0c 5.1b	11.4a 9.0b	19.1a 16.4b	20.9a 15.8c	51.4a 41.1c	59.5a 51.2c
夏茶 Summer	青心烏龍 臺茶 12 號	5.3a 4.9a	5.5a 5.3ab	10.3a 8.8b	17.3b 16.3b	17.8b 16.3c	45.3b 41.3c	56.0b 51.5c
第二次 Second	永康山茶 臺茶 8 號	3.5a 2.8a	5.3a 5.1a	13.0a 11.2b	20.5a 19.0b	19.5a 17.0c	53.0a 47.2b	61.8a 55.0b
秋茶 Autumn	臺茶 12 號	3.5a	5.4a	11.5a	16.0c	17.5b	45.0c	53.9b
第三次 Third	永康山茶 臺茶 8 號	5.0a 4.5b	5.5a 5.0c	10.8b 11.6a	19.0a 17.5c	19.0a 17.8b	48.8a 46.9b	59.2a 56.3b
春茶 Spring	臺茶 18 號 臺茶 12 號	4.5b 5.0a	5.0c 5.3b	10.6b 11.1c	17.9b 16.0d	16.5c 14.0d	45.0c 39.0d	54.4c 49.2d

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

合計 1：水色+香氣+滋味、合計 2：形狀+色澤+水色+香氣+滋味

表三、採摘與攪拌對永康山茶品質之影響

Table 3 Effects of plucking and shaking on the quality of Yung-Kang wild teas

茶類 Tea type	採摘/攪拌 Plucking/ Shaking	形狀 (10%) Shape	色澤 (10%) Color	水色 (20%) Liquor color	香氣 (30%) Aroma	滋味 (30%) Taste	合計 1 Total 1	合計 2 Total 2
綠茶 Green tea	二葉期	9.0a	7.0a	14.0b	21.0a	19.2d	54.2a	70.2a
	三葉期	7.3b	6.3d	14.8a	19.8b	19.5c	54.1a	67.8b
	四葉期	7.0c	6.7b	13.9b	19.2c	21.0a	54.0a	67.8b
	四葉期對口	6.5d	6.5c	13.6b	19.2c	21.0a	53.7a	66.7c
	成熟期	6.0e	6.0e	12.0c	19.2c	20.5b	51.7b	63.7d
	採二葉	7.1a	6.5ab	14.9a	22.5a	22.5a	59.9a	73.5a
	採二葉(對口)	6.9b	6.7a	14.0a	20.5b	21.3a	55.8b	69.4b
	採三葉	6.6c	6.3b	16.0a	20.8b	22.0a	58.8a	71.7a
	採三葉(成熟)	6.6c	6.4b	15.0a	19.5c	20.8a	55.3b	68.3b
	無攪拌 攪拌	6.8a 6.8a	6.8a 6.5a	13.3a 12.9a	20.5a 19.8a	21.0a 20.5b	54.8a 53.1a	68.3a 66.4a
包種茶 Pouchong tea	輕攪拌	6.2a	6.2a	12.7a	19.5a	20.5b	52.7a	65.1a
	重攪拌	6.0b	6.0b	12.9a	19.5a	21.0a	53.4a	65.4a
	攪拌二次	7.7a	7.1a	13.0b	19.3a	19.0ab	51.3ab	66.0ab
	攪拌三次	7.1bc	6.6a	14.2a	19.5a	19.8a	53.4a	67.1a
	攪拌四次	7.3b	7.1a	11.9c	18.0b	19.0ab	48.9b	63.2b
攪拌五次	7.0c	6.8a	11.0c	16.5c	16.8b	44.3c	58.0c	
紅茶 Black tea	採二葉	8.9a	7.5a	15.0a	22.0a	21.3a	58.3a	74.6a
	採三葉	7.4b	7.0b	14.8a	21.0b	20.3b	56.0b	70.4b
	無攪拌 攪拌	7.2a 7.0b	6.8b 7.0a	13.0a 13.0a	20.5a 20.0b	21.0a 21.0a	54.5a 54.0b	68.5a 68.0b

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

合計 1：水色+香氣+滋味、合計 2：形狀+色澤+水色+香氣+滋味

永康山茶品質特徵、化學成分及礦物元素含量之研究

表四、茶葉沖泡次數對茶湯品質之影響

Table 4 Effects of brewing frequency on the tea infusion quality

茶類	品種	沖泡次數	水色	香氣	滋味	合計 1	合計 2
Tea type	Cultivar	Brewing frequency	(20%) Liquor color	(30%) Aroma	(30%) Taste	Total 1	Total 2
綠茶 Green tea	永康山茶 Yung-Kang wild tea tree	1	12.3cd	21.3a	21.3a	42.5a	54.8c
		2	13.0b	21.0ab	21.5a	42.5a	55.5b
		3	12.5bc	20.0c	20.5b	40.5b	53.0d
		4	12.7bc	18.5e	19.3c	37.8c	50.5f
		5	11.8de	18.0e	18.0d	36.0d	47.8g
		b	-0.13	-0.90	-0.88	-1.78	-1.91
		R ²	0.208	0.953**	0.893**	0.934**	0.893**
	臺茶十二號 TTES No.12	1	13.7a	21.5a	21.5a	43.0a	56.7a
		2	14.2a	20.5bc	20.8b	41.3b	55.4bc
		3	13.0b	19.3d	19.0c	38.3c	51.3e
		4	13.0b	17.3f	17.8d	35.0e	48.0g
		5	11.7e	16.5g	17.3e	33.8f	45.4h
b		-0.53	-1.33	-1.15	-2.48	-3.0	
	R ²	0.769	0.982**	0.971**	0.982**	0.982**	
紅茶 Black tea	永康山茶 Yung-Kang wild tea tree	1	14.3b	21.5a	21.5a	43.0a	57.3a
		2	14.0c	21.0b	21.5a	42.5a	56.5b
		3	13.0d	20.0c	20.0b	40.0b	53.0c
		4	12.3f	19.3d	19.3c	38.5c	50.8d
		5	11.5h	18.5e	18.0de	36.5d	48.0e
		b	-0.73	-0.78	-0.93	-1.70	-2.43
		R ²	0.982**	0.993**	0.945**	0.973**	0.976**
	臺茶八號 TTES No.8	1	15.0a	21.5a	21.5a	43.0a	58.0a
		2	14.0c	21.0b	21.3a	42.3a	56.3b
		3	12.7e	19.5d	19.3c	38.8c	51.5d
		4	12.0g	17.8f	18.5d	36.3d	48.3e
		5	11.5h	16.8g	17.8e	34.5e	46.0f
b		-0.90	-1.28	-1.03	-2.30	-3.20	
	R ²	0.972**	0.975**	0.949**	0.972**	0.981**	

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

合計 1：香氣+滋味、合計 2：水色+香氣+滋味

Y= a + bX, Y: tea infusion quality; X: brewing frequency; R²: the coefficient of determination;

a: Intercept; b: Slope

表五、茶葉沖泡次數對茶湯水色之影響

Table 5 Effect of brewing frequency on the tea liquor color

茶類	品種	沖泡次數	明亮度	紅綠值	黃藍值	色差
Tea type	Cultivar	Brewing frequency	L	a	b	ΔE
綠茶 Green tea	永康山茶 Yung-Kang wild tea tree	1	87.5f	-3.57e	19.8a	20.8a
		2	90.4e	-2.67d	16.7b	16.9b
		3	91.5d	-2.07bc	16.8b	16.6b
		4	92.3bcd	-1.25a	12.7de	12.3de
		5	91.6d	-1.17a	13.4cd	13.1cd
		b	1.01	0.62	-1.68	-1.99
		R ²	0.718	0.952**	0.853*	0.861*
	臺茶 12 號 TTES No.12	1	92.4bcd	-3.48e	14.4c	14.3c
		2	93.1ab	-2.28bcd	11.4f	11.1e
		3	91.9cd	-2.60d	12.9de	14.4c
4		93.5a	-2.52cd	11.9ef	11.6de	
5		92.8abc	-1.94b	12.2def	11.8de	
	b	0.10	0.29	-0.39	-0.46	
	R ²	0.08	0.616	0.292	0.208	
紅茶 Black tea	永康山茶 Yung-Kang wild tea tree	1	75.2e	7.72b	39.5a	44.3b
		2	79.1c	4.65d	35.6c	38.6d
		3	82.5b	2.19e	30.8d	32.7e
		4	85.7a	0.99f	24.2e	25.3f
		5	86.0a	0.64f	22.1f	23.3g
		b	2.82	-1.78	-4.62	-5.54
		R ²	0.945**	0.908*	0.982**	0.979**
	臺茶 8 號 TTES No.8	1	68.9f	12.6a	40.7a	48.9a
		2	77.1d	6.1c	37.4d	41.3c
		3	83.2b	2.1e	29.8d	31.8e
4		85.5a	1.4ef	24.6e	25.7f	
5		86.7a	0.60f	19.6g	20.5h	
	b	4.45	-2.87	-5.51	-7.23	
	R ²	0.901*	0.838*	0.990**	0.987**	

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

Y= a + bX, Y: tea infusion quality; X: brewing frequency; R²: the coefficient of determination;

a: Intercept; b: Slope

永康山茶品質特徵、化學成分及礦物元素含量之研究

表六、茶葉沖泡次數對可溶物及萃取率之影響

Table 6 Effect of brewing frequency on the soluble solid and extraction rate

茶類	品種	沖泡 次數	萃出 可溶物 Extract	萃取率 Extraction rate	累計 可溶物 Accum. soluble solids	殘留 可溶物 Residue soluble solids	累計 萃取率 Accum. extraction rate	相對 萃取率 Relative extraction rate
Tea type	Cultivar	Brewing frequency	soluble solids	rate	soluble solids	soluble solids	extraction rate	rate
						%		
綠茶	永康山茶	1	13.68a	38.84a	13.68k	21.54b	38.84k	38.84a
Green	Yung-Kang	2	7.66c	22.62c	21.65i	13.57d	61.46i	36.98ab
	(35.2%)	3	4.46e	12.67e	26.11f	9.11fg	74.13kg	32.87abcd
		4	2.71g	7.72g	28.83d	6.39i	81.84d	29.83abcd
		5	1.87h	5.30g	30.69c	4.53i	87.14c	29.17bcde
		6	1.25i	3.55i	31.94b	3.28ik	90.69b	27.60cde
		7	0.98ik	2.80ik	32.93ab	2.29kl	93.48ab	30.03abcd
		8	0.77k	2.18k	33.69a	1.53l	95.67a	33.53abc
	臺茶 12 號	1	8.68b	24.81b	8.68l	26.31a	24.81l	24.81def
	TTES No.12	2	5.43d	15.53d	14.11k	20.87b	40.34k	20.65efg
	(35.0%)	3	3.80f	10.86f	17.91i	17.08c	51.20i	18.20fg
		4	2.96g	8.46g	20.87i	14.11d	59.65i	17.33fg
		5	2.22h	6.35h	23.09h	11.89e	66.01h	15.74fg
		6	1.84hi	5.26hi	24.93e	10.05f	71.27e	15.48g
		7	1.41ij	4.03ij	26.34f	8.64gh	75.29f	14.01g
		8	1.18jk	3.38jk	27.53e	7.46hi	78.67e	13.68g
紅茶	永康山茶	1	14.49b	46.66b	14.49i	16.57a	46.66i	46.66a
Black	Yung-Kang	2	6.61d	21.29c	21.11h	9.96b	67.95h	39.91abc
	(31.1%)	3	3.13e	10.07d	24.23g	6.83c	78.02g	34.41cde
		4	2.13f	6.87e	26.37f	4.69de	84.89ef	31.26cde
		5	1.16h	3.72fg	27.52ef	3.54efg	88.61cde	24.63e
		6	0.78hi	2.51gh	28.30de	2.76ghi	91.12bcd	22.03e
		7	0.66hi	2.14gh	28.97de	2.10ghii	93.26abc	24.05de
		8	0.63hi	2.04gh	29.60cd	1.46hij	95.29ab	30.19cde
	臺茶 8 號	1	16.79a	49.39a	16.79i	17.21a	49.39i	49.39a
	TTES No.8	2	7.47c	21.97c	24.27g	9.74b	71.36h	43.41ab
	(34.0%)	3	3.46e	10.18d	27.72ef	6.28cd	81.54fg	35.54bcd
		4	1.92fg	5.64ef	29.64cd	4.36ef	87.17de	30.53cde
		5	1.33gh	3.90fg	30.97bc	3.04fg	91.07bcd	30.38cde
		6	0.99hi	2.90gh	31.96ab	2.05ghii	93.97ab	32.48cde
		7	0.81hi	2.38gh	32.77a	1.24ij	96.35a	39.53abc
		8	0.32i	0.94h	33.09a	0.92j	97.30a	25.85de

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

表七、永康山茶與栽培種茶樹鮮葉及成品化學成分含量比較

Table 7 Comparison of the chemical component of fresh leaf and made tea produced by Yung-Kang wild tea trees and other cultivars

茶季 Tea type	鮮葉/成品 Fresh leaf/ made tea	品種 Cultivar	可溶分 Soluble solids	多元酚 Poly- phenol	兒茶素類 Catechins	咖啡因 Caffeine	可溶糖 Soluble sugar	胺基酸 Amino acid
---mg/g---								
春茶 ^A Spring	鮮葉 Fresh leaf	永康山茶	271.0a	75.7a	41.2bc	35.5a	35.4c	9.9a
		大葉烏龍	255.0ab	56.7b	39.2c	36.0a	40.0ab	10.8a
		青心烏龍	238.0b	55.6b	43.6ab	33.5b	41.7a	11.8a
		臺茶 12 號	263.0a	80.5a	45.7a	36.9a	36.5bc	12.0a
	綠茶 Green tea	永康山茶	325.0b	140.3a	128.1a	35.0ab	34.6a	15.6b
		大葉烏龍	313.0c	126.5a	117.3a	33.7bc	33.4ab	18.3a
		青心烏龍	306.0d	123.2a	128.1a	31.5c	35.5a	14.2c
		臺茶 12 號	342.0a	121.6a	123.2a	36.8a	3.18b	14.6bc
	包種茶 Pouchong tea	永康山茶	347.0a	116.2a	108.5b	35.1a	34.5a	12.2b
		大葉烏龍	318.0b	125.9a	110.8b	33.1a	31.6b	16.1a
		青心烏龍	319.0b	130.5a	121.5a	34.1a	34.4a	12.0b
		臺茶 12 號	326.0b	131.3a	124.1a	34.6a	31.6b	10.1c
秋茶 ^B Autumn	鮮葉 Fresh leaf	永康山茶	277.4c	108.4a	48.4b	42.9b	28.6b	16.9b
		臺茶 8 號	314.1a	93.0b	54.6a	49.3a	38.7a	21.2a
		臺茶 12 號	286.6b	90.3b	33.0c	31.5c	39.2a	9.2c
	綠茶 Green tea	永康山茶	328.3b	139.0a	99.3b	43.4a	21.1c	14.6b
		臺茶 8 號	375.9a	148.5a	111.5a	45.6a	40.3b	18.5a
		臺茶 12 號	364.1a	138.6a	82.0c	32.6b	54.0a	8.4c
	包種茶 Pouchong tea	永康山茶	360.3b	142.9a	108.0a	46.6a	23.4c	14.7b
		臺茶 8 號	382.2a	129.9ab	108.4a	45.2a	37.5b	19.4a
		臺茶 12 號	369.7ab	114.4b	80.8b	34.6b	48.6a	14.4b
	紅茶 Black tea	永康山茶	279.8b	86.5a	41.4a	46.3b	23.9c	18.6ab
		臺茶 8 號	338.0a	91.0a	45.9a	49.8a	41.5b	23.5a
		臺茶 12 號	292.7b	82.8a	31.9b	34.2c	53.7a	13.5b

Values within column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$ by LSD
A: 樣品來自海拔 175 公尺; B: 永康山茶、臺茶 8 號、12 號樣品分別來自海拔 860、175、175 公尺。

永康山茶品質特徵、化學成分及礦物元素含量之研究

表八、永康山茶與栽培種茶樹老葉及綠茶化學成分含量比較

Table 8 Comparison of the chemical component of old leaf and green tea produced by Yung-Kang wild tea trees and other cultivars

鮮葉/綠茶 Fresh leaf/ Green tea	品種 Cultivar	可溶分 Soluble solids	多元酚 Poly- phenol	兒茶素類 Catechins	咖啡因 Caffeine	可溶糖 Soluble sugar	胺基酸 Amino acid
--mg/g--							
嫩葉 ^A	永康山茶	262.9c	75.2b	53.6c	32.5a	37.3c	14.7a
嫩葉/綠茶		333.7a	133.0a	125.1a	32.2a	34.8c	11.9bc
老葉		255.5c	37.0c	34.0d	19.4b	65.0a	12.6b
老葉/綠茶		292.1b	77.2b	73.4b	20.5b	57.6b	11.2c
老葉 ^B	永康山茶	164.3c	38.4c	17.0b	19.9a	39.2b	5.5b
Old leaf	臺茶 8 號	256.9a	72.0a	42.5a	15.5b	66.8a	7.7a
	臺茶 12 號	215.3b	50.2b	15.6b	13.4c	67.9a	7.8a
老葉/綠茶 ^B	永康山茶	218.1c	64.1b	62.2b	17.1a	47.0b	7.9a
Green tea	臺茶 8 號	289.9a	82.1a	76.2a	12.9b	78.9a	5.5b
	臺茶 12 號	241.5b	51.6c	52.3c	11.4b	81.6a	7.7a
老葉/綠茶 ^A	永康山茶	306.5a	92.1ab	80.0a	25.3a	68.8b	9.1a
Green tea	臺茶 8 號	307.9a	96.8a	79.0a	21.1b	61.8b	5.4c
	臺茶 18 號	305.1a	89.4b	72.6b	24.9a	68.8b	8.5ab
	臺茶 12 號	270.4b	60.4c	52.8c	16.4c	85.0a	7.9b

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

A：樣品來自海拔 175 公尺；B：永康山茶、臺茶 8 號、12 號樣品分別來自海拔 860、175、175 公尺。

表九、茶菁條件對永康山茶化學成分之影響

Table 9 Effect of tea leaves condition on the chemical component of Yung-Kang wild teas

鮮葉/茶類 Fresh leaf/ tea type	茶菁條件 Tea leaves condition	可溶分 Soluble solids	多元酚 Poly- phenol	兒茶素類 Catechins	咖啡因 Caffeine	可溶糖 Soluble sugar	胺基酸 Amino acid
--mg/g--							
綠茶 Green tea	二葉	360.1a	156.2a	133.6a	45.2a	38.2a	22.8a
	三葉	363.0a	154.1a	147.8a	37.2b	34.6ab	16.9b
	四葉	348.0a	142.6a	139.5a	39.1ab	32.0b	17.2b
	對口四葉	335.2a	138.5a	136.8a	36.8b	34.4ab	14.8c
鮮葉 Fresh leaf	鮮葉正常	352.8bc	137.1c	100.4b	32.9c	51.4b	16.3ab
	鮮葉危害	339.0c	128.9c	94.6b	37.6b	52.8b	14.2b
蜜香綠茶 Honey-flavor green tea	成品正常	369.4ab	148.8b	125.5a	30.6d	48.7b	20.2a
	成品危害	384.5a	158.3a	126.2a	40.3a	58.8a	17.2ab
綠茶 Green tea	無遮蔭	341.0a	147.5a	102.6a	33.0a	37.2a	12.6b
	50%遮蔭	328.8a	138.8a	101.7a	31.9a	39.1a	15.3a
	70%遮蔭	337.4a	142.5a	102.4a	31.9a	39.1a	14.9a
綠茶 包種茶	輕攪拌	349.9a	151.1a	144.2b	33.0b	39.2b	13.4b
	重攪拌	352.4a	153.0a	158.6a	34.0b	51.3a	13.9b
		349.7a	155.2a	156.9a	33.6b	49.8a	14.5ab
紅茶		284.2a	92.8a	64.3c	39.0a	38.1b	15.8a

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

永康山茶品質特徵、化學成分及礦物元素含量之研究

表十、茶菁條件對永康山茶與栽培種茶樹鮮葉及綠茶葉綠素含量之影響

Table 10 Effect of tea leaves condition on the chlorophyll content of fresh leaf and green tea in Yung-Kang wild tea trees and other cultivars

鮮葉/綠茶 Fresh leaf/ Green tea	茶菁條件 Tea leaves condition	品種 Cultivar	葉綠素 a Chl. a	葉綠素 b Chl. b	葉綠素 chlorophyll	類胡蘿蔔素 carotenoid
---mg/g---						
綠茶 Green tea	二葉	永康山茶	7.8c	3.0c	10.8c	22.4c
	三葉		8.9b	3.5b	12.4b	25.0bc
	四葉		10.5a	3.9a	14.4a	27.0ab
	對口四葉		10.3a	4.0a	14.2a	28.6a
	成熟		8.9b	3.8a	12.7b	24.4bc
鮮葉 Fresh leaf	鮮葉正常	永康山茶	8.2a	3.1a	11.3a	29.5a
	鮮葉危害		5.4b	2.6ab	8.0b	25.5b
蜜香綠茶 Honey-flavor green tea	成品正常		5.7b	2.4c	8.1b	16.3c
	成品危害		5.1b	2.6bc	7.6b	14.8c
綠茶 Green tea	無遮蔭	永康山茶	12.6b	5.2a	17.7a	31.5a
	50%遮蔭		12.9a	5.3a	18.3a	31.3a
	70%遮蔭		12.4b	5.2a	17.6a	30.9a
綠茶 鮮葉 Fresh leaf	嫩葉	永康山茶	13.0e	5.8d	18.8e	31.6c
	老葉	永康山茶	22.3bc	9.5b	31.8bc	45.6b
		臺茶 8 號	16.4de	7.5c	23.9de	37.9bc
		臺茶 12 號	23.9ab	12.0a	35.9ab	48.8b
綠茶 ^A Green tea	老葉	永康山茶	25.8ab	11.7a	37.5ab	48.3b
		臺茶 8 號	18.3cd	8.8bc	27.1cd	43.1b
		臺茶 12 號	28.9a	13.1a	42.0a	60.4a
綠茶 ^B Green tea	老葉	永康山茶	20.0c	8.4b	28.4c	41.4b
		臺茶 8 號	14.1d	5.0c	19.1d	31.8c
		臺茶 18 號	23.3b	8.8b	32.1b	50.0ab
		臺茶 12 號	26.1a	9.5a	35.5a	51.8a

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

A：秋茶；B：春茶

表十一、永康山茶與栽培種茶樹鮮葉及綠茶主要礦物元素含量比較

Table 11 Comparison of the major mineral element of fresh leaf and green tea produced by Yung-Kang wild tea trees and other cultivars

茶季 Tea season	鮮葉/綠茶 Fresh leaf/ green tea	品種 Cultivar	氮 N	磷 P	鉀 K	鈣 Ca	鎂 Mg	
---mg/g---								
秋茶 Autumn	嫩葉	永康山茶	29.3c	1.92c	15.2a	4.5b	2.1b	
		大葉烏龍	32.8a	2.57a	13.9b	5.1a	2.6a	
		青心烏龍	32.0ab	2.34b	13.0b	3.7c	2.1b	
		臺茶 12 號	31.2b	2.43ab	13.2b	4.5b	2.0b	
	嫩葉/綠茶	永康山茶	29.9c	1.99c	14.3a	4.8ab	2.1b	
		大葉烏龍	33.1a	2.51a	13.4b	5.4a	2.5a	
		青心烏龍	31.8b	2.37b	12.3c	3.9c	2.1b	
		臺茶 12 號	31.1bc	2.45ab	12.7c	4.6b	2.0b	
冬茶 Winter	嫩葉/綠茶	永康山茶	36.4a	4.87b	19.8a	6.0a	2.0a	
		大葉烏龍	34.5a	5.74a	18.7ab	5.2a	1.9a	
		青心烏龍	38.1a	4.53b	14.3b	5.4a	1.8a	
		臺茶 12 號	30.3a	5.90a	19.6a	6.8a	1.9a	
秋茶 Autumn	嫩葉/綠茶	永康山茶	36.5a	4.45b	22.6a	10.1a	2.9ab	
		老葉	永康山茶	30.1ab	2.40c	13.5b	14.6a	3.4a
		臺茶 8 號	33.2ab	6.05a	13.2b	17.8a	2.4ab	
	老葉/綠茶	臺茶 12 號	32.9ab	2.57c	14.4b	12.1a	2.3ab	
		永康山茶	28.2b	2.42c	12.8b	14.6a	3.4a	
		臺茶 8 號	32.2ab	6.05a	11.9b	13.5a	1.9b	
春茶 Spring	老葉/綠茶	臺茶 12 號	32.4ab	2.75c	13.8b	13.0a	2.2ab	
		永康山茶	27.5a	1.71c	13.0b	6.64c	2.35b	
		臺茶 8 號	22.5c	5.09a	11.7c	9.65ab	3.98a	
		臺茶 18 號	31.9a	2.42b	15.6a	7.43bc	3.04ab	
		臺茶 12 號	27.9b	1.57c	10.4d	10.5a	3.16ab	

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

永康山茶品質特徵、化學成分及礦物元素含量之研究

表十二、永康山茶與栽培種茶樹鮮葉及綠茶微量礦物元素含量比較

Table 12 Comparison of the micro mineral element of fresh leaf and green tea produced by Yung-Kang wild tea trees and other cultivars

茶季 Tea season	鮮葉/綠茶 Fresh leaf/ green tea	品種 Cultivar	鐵 Fe	錳 Mn	銅 Cu	鋅 Zn
---mg/kg---						
秋茶 Autumn	嫩葉	永康山茶	129.4a	947.1a	5.00a	12.1a
		大葉烏龍	167.3a	988.2a	0.97d	5.98b
		青心烏龍	173.6a	799.1a	1.96c	8.58b
		臺茶 12 號	141.5a	925.7a	3.34b	8.54b
	嫩葉/綠茶	永康山茶	98.7d	911.9ab	6.53a	19.6a
		大葉烏龍	270.6a	972.4a	2.05c	4.78c
		青心烏龍	185.6b	803.9b	3.87b	8.66bc
		臺茶 12 號	158.0c	952.6a	4.61b	9.41b
冬茶 Winter	嫩葉/綠茶	永康山茶	65.2a	662.2a	14.2a	23.4a
		大葉烏龍	66.7a	648.6a	14.3a	24.7a
		青心烏龍	71.0a	682.9a	12.1b	21.2b
		臺茶 12 號	70.4a	689.3a	14.0a	23.7a
秋茶 Autumn	嫩葉/綠茶	永康山茶	79.3a	454.0c	11.0a	20.3a
		老葉	49.5b	239.0e	8.75a	11.3c
		臺茶 8 號	52.8ab	675.0b	9.50a	13.0bc
	老葉/綠茶	臺茶 12 號	46.0b	727.3a	9.00a	11.5c
		永康山茶	55.5b	266.3d	9.00a	12.5bc
		臺茶 8 號	64.8ab	682.3b	11.5a	13.0bc
春茶 Spring	老葉/綠茶	臺茶 12 號	53.8b	725.8a	11.0a	14.3b
		永康山茶	93.4a	805.8ab	11.6a	15.6b
		臺茶 8 號	87.2ab	721.8b	10.1b	13.8c
		臺茶 18 號	75.2c	883.9a	11.5a	14.0c
		臺茶 12 號	85.1b	844.3a	9.24c	17.3a

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

表十三、永康山茶與栽培種茶樹鮮葉及綠茶重金屬元素含量比較

Table 13 Comparison of the heavy metal mineral element of fresh leaf and green tea produced by Yung-Kang wild tea trees and other cultivars

鮮葉/綠茶 Fresh leaf/ green tea	品種 Cultivar	鋁 Al	鉛 Pb	鎘 Cd	鉻 Cr	鎳 Ni
--- mg/kg---						
嫩葉 (秋) Young leaf (Autumn)	永康山茶	478.1a	0.50a	0.09a	1.07a	2.30c
	大葉烏龍	502.9a	0.43a	0.07a	1.24a	3.58a
	青心烏龍	263.1c	0.31a	0.03a	1.06a	2.60b
	臺茶 12 號	380.0b	0.25a	ND	1.69a	3.80a
綠茶 (秋) Green tea (Autumn)	永康山茶	450.7a	0.75a	0.15a	1.38ab	2.19b
	大葉烏龍	487.8a	0.42b	0.07b	2.11a	3.64a
	青心烏龍	268.2c	0.46b	ND	0.83b	2.72ab
	臺茶 12 號	374.7b	0.52b	0.15a	1.85ab	3.73a

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

不同葉形永康山茶芽葉性狀、化學成分及製茶品質之研究

鄭混元 范宏杰 余錦安^{1,*}

摘要

本試驗研究係以茶業改良場臺東分場搜集的永康山茶為試驗材料，進行不同葉形的芽葉性狀、葉色、製茶品質、化學成分及礦物元素含量分析，綜合各項特性以作為育種選拔及開發與利用之參考依據。由試驗結果顯示，永康山茶披針形與橢圓形大多數芽葉性狀達顯著差異，百芽重及葉片綠色值 (SPAD) 以披針形顯著大於橢圓形，紅芽與綠芽披針形之各項性狀差異不大。綠茶及包種茶葉綠素含量，以綠芽披針形高於紅芽披針形及橢圓形，紅茶則未達顯著的差異。橢圓形及綠芽披針形適製包種茶，紅芽及綠芽披針形則適製紅茶，不論葉形皆適製綠茶。不同葉形的包種茶化學成分的差異大於綠茶及紅茶。大部分礦物元素含量尚處於適宜範圍，並未出現極端值。

關鍵字：永康山茶、葉形、化學成分、製茶品質

前言

臺灣野生茶樹分佈於南投、嘉義、高雄、臺東等縣市內，位處中央山脈東西側，集中於海拔 800 至 1600 公尺 (王等, 1989; 何及王, 1984)，其中臺東永康山茶分佈於中央山脈之東側，原生於海拔 850 至 950 公尺樹林中，為臺灣野生茶樹分佈之最東緣，由於受到中央山脈的阻隔，形成相當獨立的區塊，其植株形態及品質特徵不同於西部野生茶樹，更加突顯出此區域野生茶樹族群的重要性 (鄭等, 2003; 鄭, 2014)。

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

* 通訊作者。

野生茶樹芽葉經採製後其滋味極具特色，在高雄市六龜區及桃源區已有少量人工栽培之野生茶販售，為近期利用野生茶樹的例子（林及羅，1998；鄭及范，2013）。2012年魚池鄉舉辦日月潭紅茶評鑑競賽，特別把山茶從大葉種中獨立出來評鑑。由此得知野生茶愈來愈受重視，唯目前人工栽培之野生茶樹尚未經選育，原生族群中有形態不一之各個單株。本場曾分別於1986、1990、2000及2001年自永康山蒐集野生茶樹，建立種原保存園區，做為育種、學術研究資源及經濟栽培，其茶芽色澤有綠、綠帶紅、黃帶綠，葉片色澤可區分綠、淺綠，葉形以披針形及長橢圓形居多，少數橢圓形，葉緣大多微波狀，少數平滑，部分葉片細長，葉面油光，葉質柔軟，製茶品質呈現青蕈香菇鮮味，極具特色（鄭等，2003；鄭及范，2013）。當氣候炎熱，氣味更濃，具廣製性，為紅茶類及綠茶類適製的種質資源，耐沖泡，炒菁時飄散濃烈的特殊氣味（鄭及范，2015）。

茶樹植株性狀與製茶種類、品質、產量與其他生產相關特性的相關，能夠做為早期選拔之指標（陳，2006），以及品種鑑別、品種特性描述及雜交親本選擇之依據（陳及蔡，1999；胡等，2005）。茶芽性狀與產量之相關程度大於品質，育種早期選拔較為可行（陳，2014）。茶樹產量與葉面積、葉長、葉寬、節間長、節間徑、茶芽密度、百芽重均呈正相關（吳，1974；馮，1988；馮與沈，1990；陳及蔡，2003；蔡及陳，2001）。影響品質之因素相對複雜且變化大，產量及多數芽葉性狀與各項品質呈現負相關（陳及蔡，2003）。馮（1998）以路徑分析得知葉面積愈大、節間長而粗及百芽重較重，適製紅茶，但不適製成綠茶、包種茶及烏龍茶，葉厚則與各種茶類品質呈正相關（馮及沈，1990）。但由於包種茶趨於輕發酵綠茶口味的轉變，使得芽葉各個性狀與品質之相關性也隨之改變，以致葉長、節間長及節間徑常會與品質呈正相關（陳及蔡，2003；蔡及陳，2001）。一般與產量為正相關的性狀，反而對品質有負面的影響，育種時量與質有無法兼顧之兩難（陳，2014）。由於茶樹生長季節的特性，應宜發展適製性廣的品種（陳，2006）。李（2008）認為除了以農藝性狀做為選拔依據外，也可參考化學成分與製茶品質的相關性，而且芽葉的色澤與化學成分及製茶品質有著密切的關係（吳，1974；程，1982；葉及吳，1976）。稍帶紫紅色茶芽適製包種茶，葉色淡的宜製紅茶，葉色濃的宜製綠茶，而紫色芽葉製紅、綠茶品質均差（陳及李，2000）。嫩梢多元酚含量高適製紅茶，反之則適製綠茶及包種茶（陳，2006）。

由於茶樹育種時間長久，需精準選育優良單株，以提高育種效率，所以需要了解葉部性狀及葉色與產量及製茶品質的關係，做為早期選拔指標及雜交親本選擇之依據，特別是適合特色茶類產製品種的篩選與育成。因此本試驗研究係以臺東分場搜集的臺東永康山茶為試驗材料，進行不同葉形的芽葉性狀、葉色、製茶品質、化學成分及礦物元素含量分析，綜合各項特性以作為育種選拔及開發與利用之參考依據。

材料與方法

在茶業改良場臺東分場永康山茶復育茶園進行試驗研究，依葉形及葉色區分為三個收集系，分別為紅芽披針形、綠芽披針形及橢圓形（含長橢圓形）。於不同茶季，夏茶1（7月4日）、夏茶2（8月26日）、秋茶（10月15日）進行芽葉性狀調查，茶芽調查項目包括葉片數、芽長、一心三葉長、節間徑、節間長、百芽鮮重與乾重、茶芽含水量，葉片農藝性狀調查葉長、寬、面積與長寬比值、葉厚。芽葉色澤係調查葉片綠色值（SPAD）、成品茶湯水色（L、a、b、 ΔE ）及葉綠素與類胡蘿蔔素含量分析（Arnon, 1940）。不同茶季分別製成綠茶、條形包種茶、紅茶，然後進行感官品評，項目計有形狀、色澤、水色、香氣、滋味。並分析主要化學成分之可溶分（AOAC, 1983）、兒茶素（Sakar and Howarth, 1976）、咖啡因（蔡及阮, 1987）、可溶糖（Somogyi, 1945）、胺基酸（Moore and Stein, 1948），以及分析礦物元素含量，包括氮、磷、鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅（Chapman and Pray, 1961；張, 2000）。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。

結果與討論

永康山茶依其葉形及茶芽色澤可大致區分三種易辨識的收集系，分別為紅芽披針形、綠芽披針形及橢圓形，大部分茶芽及葉片農藝性狀在披針形與橢圓形兩者達顯著差異，其中披針形之芽長、一心三葉長、節間徑與長、葉長、葉面積、葉厚及長寬比皆顯著大於橢圓形；紅芽與綠芽披針形差異不大，季節間不同葉形之芽葉性狀有相同的趨勢（表一、二）。百芽重以披針形大於橢圓形，而且達顯著差異，紅芽披針形稍大於綠芽披針形，但未達顯著差異；不同葉形茶芽含水量無明顯差異（表三）。鄭及范（2013）調查永康山茶族群茶芽色澤有綠、綠帶紅、黃帶綠，葉片色澤可區分綠、淺綠，葉尖形態呈現銳狀及漸銳狀，葉基形態為銳形及鈍形，齒形小，葉形以披針形及長橢圓形居多，少數橢圓形。且具有生長勢強，茶樹冠面寬廣，萌芽密度高的種原特性，可維持穩定的產量（鄭, 2014）。蔡及陳（2001）指出在早期個體選拔，可依節間長及葉長做為選拔指標，以選出高產之個體。本試驗披針形之節間長及葉長大於橢圓形，其百芽重亦較高。節間長具有完全顯性之優勢，百芽重及第二嫩葉長之遺傳力可達 90%以上（吳及徐, 1966；楊及曾, 1991）。本研究中永康山茶族群之植株葉部形態及葉色表現並不相同，進而影響芽葉性狀、產量、品質，尤其在旱季高溫及冬

季低溫之氣候逆境，其植株性狀強弱及葉色變化更易顯現，觀察晚冬季節茶芽生長尚良好，其他栽培品種則因低溫以致萌芽低或生長遲緩。

披針形芽葉綠色值 (SPAD) 大於橢圓形，而且達顯著差異，紅芽與綠芽披針形差異不大 (表四)。茶芽色澤在芽葉生長初期比較能明顯區分，隨著生長期，芽葉逐漸成熟，至採摘期同為披針形，葉片色澤已不易區分，因此綠色值未呈現顯著的差異。不同茶類葉形間茶湯 L 值變化不大，綠茶茶湯 a 值差異不明顯，包種茶及紅茶以披針形有較高的 a 值，綠茶茶湯 b 值及 ΔE 以紅芽披針形大於綠芽披針形及橢圓形，而且達顯著差異，紅茶茶湯 ΔE 有相同的變化，包種茶茶湯 b 值及 ΔE 亦有相同的趨勢，但未達顯著差異 (表四)。由此結果顯示不同葉形因葉色差異而影響茶湯水色的變化。由葉綠素含量可看出綠茶及包種茶之綠芽披針形高於紅芽披針形及橢圓形，紅茶葉形之間差異不明顯，無論茶類，不同葉形類胡蘿蔔素含量皆未達顯著差異 (表五)。綠茶品質較佳的品種，其葉綠素含量亦較高 (葉及吳，1976；鄭，1999)。在幼木期進行單株選拔可依據茶葉芽色早期篩選到適製茶類之個體 (陳及李，2000)。

表六為不同葉形分別製成綠茶、包種茶及紅茶的品質變化，不同葉形綠茶品質未達顯著差異，但各品評項目在不同葉形都達顯著差異，唯並不隨葉形而有一致性的變化，以致品評總分沒有顯著的差異，從水色可看出紅芽披針形分數最低，形狀及色澤則以披針形最佳，香氣分數反而較低，滋味在葉形間變化較大 (表六)。不同葉形包種茶品質達顯著差異，以橢圓形及綠芽披針形優於紅芽披針形，水色、香氣及滋味呈現相同的變化，形狀及色澤無顯著差異 (表六)。不同葉形紅茶品質達顯著差異，以紅芽及綠芽披針形優於橢圓形，香氣及滋味呈現相同的變化 (表六)。本試驗所採用的材料為永康山茶，雖然源自於同一族群，但各個單株葉形及葉色差異明顯，以致製成各種茶類，表現並不一致，可知橢圓形及綠芽披針形適製包種茶，紅芽及綠芽披針形適製紅茶，不論何種葉形皆適製綠茶。由上述結果顯示葉形及葉色會影響製茶品質，而且適製茶類因葉形及葉色而有不同的變化，相同的葉形不一定適製各種茶類，主要表現於茶湯香氣及滋味濃烈之差異。橢圓形之葉片色澤偏黃，以致製作紅茶品質低於綠茶，製作包種茶反而有較佳的品質。一般茶樹葉形大且寬、芽粗大、產量過高，包種茶品質有偏低之傾向 (陳及蔡，2003)，本試驗橢圓形葉面積、綠色值低於披針形，製成包種茶品質有較佳之表現。

不同葉形綠茶可溶分、咖啡因及可溶糖含量沒有顯著的差異，兒茶素及胺基酸含量則以紅芽披針形高於綠芽披針形及橢圓形，而且達顯著差異。不同葉形包種茶兒茶素含量無顯著差異，紅芽與綠芽披針形只有咖啡因含量達顯著差異，其他化學成分都未達顯著差異，紅芽披針形與橢圓形化學成分差異大，其可溶分、咖啡因、可溶糖、胺基酸含量皆達顯著差異。不同葉形紅茶可溶分、兒茶素、可溶糖及胺基酸含量皆達

顯著差異，可溶糖含量則以橢圓形高於披針形，其他化學成分互有高低並未呈現一致性的變化（表七）。由上述結果顯示葉形會影響各化學成分的含量，而且不同茶類的化學成分因葉形而有不同的變化。以不同葉形製作包種茶其化學成分的差異性大於綠茶及紅茶。本試驗三種葉形具有不同的葉色，除了葉綠素含量有顯著的差異外，也影響化學成分的變化。鄭（1999）指出綠茶可溶分、兒茶素類及咖啡因含量隨葉片綠色加深而降低，但總游離胺基酸及可溶糖含量則呈現相反之趨勢。葉形較大的品種，多元酚類及兒茶素類含量較高（程，1982）。本試驗不同葉形化學成分並無非常明顯的一致性變化，可能在於試驗品種的不同，同一族群之永康山茶葉色之差異不如各栽培品種差異大。李（2008）則認為化學成分與包種茶品質呈相關性較高，可做為茶樹育種早期選拔指標之另一參考因素。中國雲南為茶樹原產地，曾進行大規模有系統調查、蒐集、保存野生茶樹，並且建立種原圃及篩選品質優異種原，以及對特異化學成分之高可溶成分、高多元酚、高 EGCG、低咖啡因、高胺基酸含量進行種原篩選，做為育種選拔及開發利用之材料（王等，2012；李等，2013；李等，2014；張等，2013）。

不同葉形綠茶氮含量，綠茶及紅茶磷含量，綠茶、包種茶及紅茶鈣含量皆達顯著差異，氮含量以披針形高於橢圓形，磷含量在兩種茶類呈現相反的變化，綠茶以紅芽披針形較高，紅茶則以橢圓形較高，鈣含量則以紅芽披針形及橢圓形高於綠芽披針形（表八）。不同葉形紅茶錳、銅及鋅含量皆達顯著差異，其他茶類各種微量元素含量差異不大（表九）。茶葉含有豐富的礦物元素，從高到低依序為鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅（趙及張，2011）。每日需要量在 100 mg 以上稱為主要元素，有磷、鉀、鈣、鎂、硫、鈉、氯。日需要量在 100 mg 以下，稱為微量元素，為鐵、錳、銅、鋅、硒、碘、鋁、鈷、鉻、氟、矽、礬、鎳、錫（梁等，2006）。茶樹葉片氮含量適宜範圍為 40-60 mg/g，磷含量為 2.5-4.0 mg/g，鉀含量 15.0-21.0 mg/g，鈣含量 2.5-5.5 mg/g，鎂含量 1.5-3.0 mg/g，鐵含量 90-150 mg/kg，錳含量 300-800 mg/kg，銅含量 8-15 mg/kg，鋅含量 20-400 mg/kg（張，1998）。茶葉主要元素與製茶品質有著密切的關係，氮含量高有助於提升包種茶品質，磷含量高與包種茶品質呈正相關，茶葉鈣與錳含量過高，茶菁易老化開面且影響品質（張，1993）。由上述各種元素含量的適宜範圍顯示，永康山茶大部分礦物元素含量尚處於適宜範圍，除了氮及鎂含量稍低於栽培種，其他各種礦物元素含量與栽培種互有高低，並沒有出現極端值；而且大部分礦物元素含量在不同葉形無顯著差異，可能在於來自同一族群之永康山茶個體，經過長期的演化以適應環境，以致差異不大。

結 論

不同葉形永康山茶芽葉性狀、百芽重及葉片綠色值 (SPAD) 差異顯著,以披針形與橢圓形差異最大,同為披針形差異不顯著。製成綠茶及包種茶之葉綠素含量達顯著差異,紅茶則不顯著。橢圓形及綠芽披針形適製包種茶,紅芽及綠芽披針形則適製紅茶,不論葉形皆適製綠茶。不同葉形的包種茶化學成分差異性大於綠茶及紅茶。大部分礦物元素含量尚處於適宜範圍,並未出現極端值。本試驗所用的材料為永康山茶,雖然來源為同一族群,但各單株葉形及葉色差異大,因此不同葉形芽葉性狀有顯著差異,製成各種茶類,製茶品質因葉形及葉色的差異並無相同的變化。因此日後進行單株選拔時除了需要依據性狀、產量、樹勢,尚需評估葉形及葉色造成化學成分及品質的影響,再綜合各項產製特性藉以作為育種選拔,以及開發與利用之參考依據。茶樹育種常無法兼顧量與質,二者呈現相反的趨勢,隨著特色茶類的發展,新風味茶類之興起,以及為符合時代的需求,民眾口味的轉變,製茶方式亦不斷的改變,以致茶芽性狀與製茶品質之相關性產生了變化,因此建立早期選拔指標尤為重要,如此可提高育種效率,以適應快速變遷之需求。

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. 王家金、謝瑾、劉本英、段志芬、宋維希、汪雲剛、馬玲. 2012. 雲南大葉茶資源的機能性物質分析及優異種質篩選. 南方農業學報 43: 924-928。
3. 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。
4. 李臺強. 2008. 茶樹育種快速選拔指標鑑定方法之研究. 臺灣茶業研究彙報 27: 1-14。
5. 李友勇、方成剛、孫雪梅、劉本英、周萌、蔣會兵、段志芬、成浩、汪雲剛、趙才美、矣兵、楊興榮. 2014. 滇南古樹曬菁茶品質化學成分特徵研究. 西南農業學報 27: 1874-1883。
6. 李慧、宋維希、周萌、李友勇、馬玲、段志芬、矣兵、劉本英. 2013. 雲南省野生茶樹資源的鑒定評價與篩選. 湖南農業科學 10: 14-16、22。
7. 林木連、羅淑卿. 1998. 茶樹之野生種. 中華民國作物種原簡訊 3 (2): 5-6。
8. 吳振鐸、徐英祥. 1966. 茶樹雜種優勢之利用的研究. 中華農學會報 新 55: 1-26。

9. 吳振鐸、徐英祥. 1974. 茶樹早生新品系(種)茶芽特性與煎茶品質與產量的相關研究. 中華農學會報 新 86: 28-78。
10. 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。
11. 陳坤龍、李淑美. 2000. 茶樹芽葉色澤標定及其應用. 中國園藝 46: 331-338。
12. 陳右人、蔡俊明. 1999. 臺灣現有茶樹品種嫩梢與葉片性狀調查. 臺灣茶業研究彙報 18: 1-21。
13. 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。
14. 陳右人. 2006. 臺灣茶樹育種. 植物種苗 8: 1-20。
15. 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。
16. 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。
17. 程啓坤. 1982. 茶化淺析. p. 296. 中國農科院茶葉研究所。
18. 張鳳屏. 1998. 茶樹營養與施肥. 茶業技術推廣手冊-茶作栽培技術. pp. 125-140. 行政院農業委員會茶業改良場編印。
19. 張鳳屏. 1993. 茶園土壤特性對新品種茶樹產量與品質之影響. 臺灣茶業研究彙報 12: 93-102。
20. 張淑賢. 2000. 本省現行植物分析法～作物需肥診斷技術. pp. 53-59. 行政院農業試驗所編印。
21. 張凱、丁陽平、楊堅. 2013. 川渝地區野生大茶樹兒茶素和咖啡鹼含量比較分析. 應用與環境生物學報 19: 379-382。
22. 葉素卿、吳振鐸. 1976. 茶葉中葉綠素含量與製茶品質之關係研究. 臺灣農業 12: 1-12。
23. 馮鑑准. 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。
24. 馮鑑准、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。
25. 楊盛勳、曾富生. 1991. 茶樹產量、發酵力與農藝性狀之相關研究. 臺灣茶業研究彙報 10: 129-148。
26. 趙穎、張利. 2011. 蒙山茶葉中礦質元素含量的季節特徵及溶出率研究. 茶葉科學 31: 479-484。

27. 鄭混元. 1999. 葉色及葉綠素含量與綠茶品質之關係研究. 臺灣茶業研究彙報 18: 77-84。
28. 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。
29. 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。
30. 鄭混元. 2014. 臺灣山茶種原特性調查與評估. 第二屆茶業科技研討會專刊. pp. 59-93. 茶業改良場出版。
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. 蔡俊明、林金池、蔡永生、馮鑑淮、陳右人. 2000. 利用單相關與正向逐步回歸分析茶葉性狀與產量之關係. 中國園藝 46: 389-398。
33. 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。
34. Arnon, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts, Polyphenoloxidase in *Bata vulgaris*. *Plant physiol.* 21: 1-15.
35. Association of Official Agricultural Chemists. 1983. Official methods of analysis. In: W. Horwitz (Ed). A.O.A.C., Washington D. C., U.S.A.
36. Chapman, H. D. and Pray, P. F. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. Univ. Calif., U. S. A., p. 170.
37. Moore, S. and Stein, W. H. 1948. Photometric ninhydrin method for use the chromatograph of amino acid. *J. Biol. Chem.* 176: 376-388.
38. Somogyi, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. *J. Biol. Chem.* 160: 61-68.
39. Sakar, S. K. and Howarth, R. E. 1976. Specificity of the vanillin in test for flavanols. *J. Agric. Food Chem.* 24: 317-320.

Study of Different Leaf Shape on the Shoot Characteristic, Chemical Component and Manufacture Quality in Yung-Kang Wild Tea Leaves

Hun-Yuan Cheng Horng-Jey Fan Chin-An Yu^{1,*}

Summary

The experimental material in this study was collected from Yung-Kang wild tea tree by Taitung Branch, Tea Research and Extension Station. The study aimed at shoot characteristic, leaf color, tea quality, chemical component and mineral elements content analysis of different leaf shape. Integrate these characteristics as a reference base for breeding selection, utilization and development. The experimental results show that most of the shoot characteristic had significant differences in lanceolate and oval-shaped of Yung-Kang wild tea leaves. The 100-shoot weight and leaf greenness value of lanceolate leaf was significantly larger than oval-shaped leaf. Shoot characteristic of red and green bud lanceolate leaves have little differences. The chlorophyll content of green and Pouchong tea for green bud lanceolate leaf was higher than red bud lanceolate and oval-shaped leaves. Black tea doesn't have significant differences among leaf shapes. Oval-shaped and green bud lanceolate leaves were suitable for manufacturing Pouchong tea. Red and green bud lanceolate was suitable for manufacturing black tea. Regardless of the leaf shape, every type of shape was all suitable for manufacturing green tea. The chemical component difference of Pouchong tea was larger than that green and black tea among leaf shape. Most of the mineral elements were still in the appropriate range and haven't appeared extreme values.

Key words: Yung-Kang wild tea tree, Leaf shape, Chemical component, Tea manufacture quality

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

* Corresponding author.

表一、永康山茶不同葉形茶芽性狀差異

Table 1 Difference of different leaf shape on the shoot characteristic in Yung-Kang wild tea leaves

茶季 Tea season	葉形 Leaf shape	葉片 數 Leaf number	芽長 Shoot length cm	一心三 葉長 Length of one bud and three leaves cm	節間徑 Internode diameter mm		節間長 Internode length cm	
					一 1st	二 2nd	一 1st	二 2nd
夏茶 1 Summer 1	披針形 (紅)	4.5a	17.7a	12.3a	1.53a	1.84a	1.68a	2.91a
	披針形 (綠)	4.7a	18.6a	12.7a	1.37b	1.70b	1.59a	2.93a
	橢圓形	4.5a	14.8b	10.0b	1.28c	1.50c	1.23b	2.09b
夏茶 2 Summer 2	披針形 (紅)	4.9a	15.2a	10.7b	1.70a	2.08a	1.15ab	2.07ab
	披針形 (綠)	4.9a	16.2a	11.5a	1.60ab	1.89ab	1.42a	2.56a
	橢圓形	5.0a	13.0b	9.2c	1.37b	1.69b	0.98b	1.59b
秋茶 Autumn	披針形 (紅)	4.7b	16.8b	11.8a	1.57a	1.91a	1.41a	2.27b
	披針形 (綠)	4.7b	17.7a	12.3a	1.50ab	1.84a	1.57a	2.61a
	橢圓形	5.1a	15.9c	9.9b	1.34b	1.62b	1.02b	1.97c

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

表二、永康山茶不同葉形葉片農藝性狀差異

Table 2 Difference of different leaf shape on the leaf agronomic characteristic in Yung-Kang wild tea leaves

茶季 Tea season	葉形 Leaf shape	葉長 Leaf length		葉寬 Leaf width		葉面積 Leaf area		葉厚 Leaf thickness	
		二 2nd	三 3rd	二 2nd	三 3rd	二 2nd	三 3rd	二 2nd	三 3rd
		cm		cm		cm ²		mm	
夏茶 1 Summer 1	披針形 (紅)	6.9a	8.7b	2.5a	3.2a	11.9a	19.8a	0.185a	0.222a
	披針形 (綠)	7.1a	9.4a	2.4a	3.2a	11.9a	21.0a	0.181a	0.217ab
	橢圓形	6.0b	7.4c	2.4a	3.0a	10.1a	15.6b	0.167b	0.200b
夏茶 2 Summer 2	披針形 (紅)	6.4ab	8.5a	2.2a	3.0a	10.1a	17.9a	0.210a	0.249a
	披針形 (綠)	6.8a	8.4a	2.3a	2.8a	11.0a	16.9a	0.236a	0.236a
	橢圓形	5.8b	7.1b	2.3a	2.9a	14.7a	14.7a	0.191a	0.224a
秋茶 Autumn	披針形 (紅)	7.5a	8.9a	2.7a	3.4a	14.5a	21.6a	0.186a	0.215a
	披針形 (綠)	7.5a	9.1a	2.6a	3.1b	13.4ab	19.8a	0.186a	0.217a
	橢圓形	6.0b	8.0b	2.5a	3.3ab	10.5b	18.6b	0.160b	0.187b

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

表三、永康山茶不同葉形百芽重差異

Table 3 Difference of different leaf shape on the 100-shoot weight in Yung-Kang wild tea leaves

茶季 Tea season	葉形 Leaf shape	百芽重 100-shoot weight		含水量	長/寬 Length/width	
		鮮重 Fresh wt.	乾重 Dry wt.		二 2nd	三 3rd
		g			%	
夏茶 1 Summer 1	披針形 (紅)	106.3a	26.0a	75.5a	2.83a	2.69b
	披針形 (綠)	96.9a	25.3a	74.1a	3.03a	3.00a
	橢圓形	64.5b	18.6b	70.7a	2.54b	2.47c
夏茶 2 Summer 2	披針形 (紅)	97.9a	24.9a	74.4a	2.95a	2.89ab
	披針形 (綠)	96.9a	24.6a	74.6a	2.99a	2.99a
	橢圓形	70.3b	18.0b	74.3a	2.60b	2.46b
秋茶 Autumn	披針形 (紅)	110.2a	27.2a	75.3a	2.77ab	2.60b
	披針形 (綠)	99.9a	24.8a	75.2a	2.92a	2.95a
	橢圓形	73.9b	18.0b	75.6a	2.47b	2.42b

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

表四、永康山茶不同葉形葉片綠色值及茶湯水色差異

Table 4 Difference of different leaf shape on the leaf greenness and liquor color of tea infusion in Yung-Kang wild teas

茶類 Tea type	葉形 Leaf shape	葉片綠色值 Leaf greenness		茶湯水色 Liquor color			
		二	三	明亮度	紅綠值	黃藍值	色差值
		2nd	3rd	L	a	b	ΔE
綠茶 Green tea	披針形 (紅)	35.7a	40.5a	80.1b	-2.23a	22.0a	21.4a
	披針形 (綠)	32.9a	37.9a	84.3a	-2.37a	17.6b	16.1b
	橢圓形	23.0b	27.2b	83.4ab	-2.32a	17.6b	16.3b
包種茶 Pouchong tea	披針形 (紅)	29.0ab	36.3a	84.7a	-0.60a	20.6a	19.7a
	披針形 (綠)	29.9a	36.9a	84.1a	-0.46a	19.4a	19.0a
	橢圓形	24.0b	28.3b	88.0a	-2.01b	18.1a	16.7a
紅茶 Black tea	披針形 (紅)	31.9a	35.4a	60.1a	20.0a	36.9a	53.3a
	披針形 (綠)	31.6a	34.4a	61.1a	18.2b	37.3a	52.3b
	橢圓形	23.5b	26.3b	62.7a	18.1b	37.8a	51.6b

Values within column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$ by LSD
綠色值：SPAD 值

表五、永康山茶不同葉形葉綠素含量差異

Table 5 Difference of different leaf shape on the chlorophyll content in Yung-Kang wild teas

茶類 Tea type	葉形 Leaf shape	葉綠素 a Chlorophyll a	葉綠素 b Chlorophyll b	葉綠素 a+b Chlorophyll a+b	類胡蘿蔔素 carotenoid
				-----%----	
綠茶 Green tea	披針形 (紅)	1.55ab	0.73ab	2.27ab	3.80a
	披針形 (綠)	1.71a	0.76a	2.47a	4.23a
	橢圓形	1.42b	0.65b	2.06b	3.65a
包種茶 Pouchong tea	披針形 (紅)	1.10a	0.48b	1.58b	2.91a
	披針形 (綠)	1.26a	0.56a	1.82a	3.31a
	橢圓形	1.10a	0.49b	1.59ab	3.09a
紅茶 Black tea	披針形 (紅)	1.25a	0.59a	1.83a	9.72a
	披針形 (綠)	1.20a	0.60a	1.79a	10.19a
	橢圓形	1.22a	0.59a	1.81a	10.29a

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

表六、永康山茶不同葉形製茶品質差異

Table 6 Difference of different leaf shape on the made tea quality in Yung-Kang wild teas

茶類	葉形	形狀	色澤	水色 Liquor	香氣	滋味	合計
Tea type	Leaf shape (10%)	Shape (10%)	Color (10%)	color (20%)	Aroma (30%)	Taste (30%)	Total (score)
綠茶 Green tea	披針形 (紅)	6.37a	6.13a	12.8b	19.5b	20.5a	65.3a
	披針形 (綠)	6.30a	6.17a	13.8a	19.5b	19.5c	65.2a
	橢圓形	6.00b	5.67b	13.9a	20.0a	20.0b	65.6a
包種茶 Pouchong tea	披針形 (紅)	6.33a	6.27a	12.7b	19.7b	19.7b	64.6b
	披針形 (綠)	6.27a	6.03a	12.6b	20.8a	20.7a	66.4a
	橢圓形	6.23a	6.00a	13.9a	20.7a	20.7a	67.5a
紅茶 Black tea	披針形 (紅)	6.10b	6.00b	13.4a	20.5a	20.5a	66.5a
	披針形 (綠)	6.37a	6.43a	12.8a	20.3ab	19.8b	65.8a
	橢圓形	6.43a	6.00b	13.0a	19.3b	19.3c	64.1b

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

表七、永康山茶不同葉形化學成分差異

Table 7 Difference of different leaf shape on the chemical component in Yung-Kang wild teas

茶類	葉形	可溶分	兒茶素類	咖啡因	可溶糖	胺基酸
Tea type	Leaf shape	Soluble solids	Catechins	Caffeine	Soluble sugar	Amino acid
				mg/g		
綠茶	披針形 (紅)	334.4a	102.4a	29.6a	47.4a	13.9a
Green tea	披針形 (綠)	319.8a	85.8b	31.2a	47.1a	12.0b
	橢圓形	311.4a	84.1b	29.7a	47.9a	10.3b
包種茶	披針形 (紅)	324.7b	85.8a	35.7a	43.5b	12.2b
Pouchong tea	披針形 (綠)	337.3ab	83.2a	32.9c	49.5ab	10.9b
	橢圓形	345.9a	84.9a	33.8b	51.6a	14.3a
紅茶	披針形 (紅)	267.5a	21.9a	36.4a	59.2b	12.8b
Black tea	披針形 (綠)	248.4c	20.6ab	36.5a	53.5b	16.2a
	橢圓形	257.0b	19.9b	34.9a	67.4a	13.6b

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

表八、永康山茶不同葉形主要礦物元素差異

Table 8 Difference of different leaf shape on the major mineral element in Yung-Kang wild teas

茶類	葉形	氮	磷	鉀	鈣	鎂
Tea type	Leaf shape	N	P	K	Ca	Mg
				mg/g		
綠茶	披針形 (紅)	30.9a	2.3a	16.7a	3.7a	2.1a
Green tea	披針形 (綠)	30.7a	2.1b	16.4a	3.3c	2.0a
	橢圓形	29.1b	2.1b	15.6a	3.5b	2.1a
包種茶	披針形 (紅)	30.6a	2.4a	16.4a	3.9ab	2.2a
Pouchong tea	披針形 (綠)	29.5a	2.1a	16.3a	3.1b	2.0a
	橢圓形	29.8a	2.4a	18.0a	4.8a	2.1a
紅茶	披針形 (紅)	30.7a	2.5b	14.5a	2.8a	1.7a
Black tea	披針形 (綠)	31.1a	2.5b	16.5a	2.5b	1.7a
	橢圓形	29.9a	2.6a	16.6a	3.0a	1.8a

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

表九、永康山茶不同葉形微量礦物元素差異

Table 9 Difference of different leaf shape on the micro mineral element in Yung-Kang wild teas

茶類	葉形	鐵	錳	銅	鋅
Tea type	Leaf shape	Fe	Mn	Cu	Zn
				mg/kg	
綠茶	披針形 (紅)	61.1a	716.0a	14.2a	23.3a
Green tea	披針形 (綠)	75.6a	716.4a	14.2a	20.0a
	橢圓形	77.3a	724.8a	16.7a	25.1a
包種茶	披針形 (紅)	81.5a	913.2a	15.4a	23.0a
Pouchong tea	披針形 (綠)	90.6a	658.5a	12.3a	18.0a
	橢圓形	72.3a	913.9a	15.1a	21.2a
紅茶	披針形 (紅)	63.4a	611.7a	16.7b	19.5b
Black tea	披針形 (綠)	66.5a	555.1c	18.7a	19.2c
	橢圓形	60.9a	565.8b	16.9b	19.9a

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

野生栽培種與栽培茶樹化學成分及 礦物元素含量差異比較

鄭混元 范宏杰 余錦安^{1,*}

摘要

本試驗研究目的在於了解野生栽培種與栽培茶樹化學成分及礦物元素含量差異，做為茶葉新產品開發利用及育種選拔之參考依據。野生栽培種與大葉種化學成分差異明顯，且達顯著差異，其中又以單株較群體更為明顯，野生栽培種咖啡因、可溶糖及胺基酸含量較趨近於小葉種。永康山茶單株芽葉及成品可溶分、多元酚類、兒茶素類、咖啡因含量顯著低於大葉種，成品可溶糖含量顯著高於大葉種，胺基酸含量則介於大葉種之間。野生栽培種與栽培茶樹芽葉及綠茶氮、鉀、鈣、鎂、鐵、銅、鋅含量差異不大，互有高低，磷、錳含量差異較明顯。永康山茶單株大部分礦物元素含量介於大葉種之間。

關鍵字：野生栽培種、永康山茶、化學成分、礦物元素

前言

茶樹 (*Camellia sinensis* L. Kuntze) 屬山茶科 (Theaceae)、茶屬 (*Camellia*) 中最重要的經濟作物，茶有很多亞種，最重要的有中國小葉種或稱為小葉種 (*Camellia sinensis* var. *sinensis*)，以及阿薩姆種或稱為大葉種 (*Camellia sinensis* var. *assamica*) (陳，1998)。蘇 (2007) 指出臺灣山茶 (*Camellia formosensis*) 係生長於臺灣山區的原生茶類植物，為臺灣特有的一種野生茶樹，由外部形態或 DNA 分析，認為臺灣

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

* 通訊作者。

原生茶樹應該提升成一個獨立的種，其中分佈於臺東縣延平鄉的永康山茶 (*Camellia formosensis* var. *yungkangensis*)，因其形態特徵不同於西部族群，歸類為臺灣山茶的變種。臺灣野生茶樹分佈於南投、嘉義、高雄、臺東等縣市內，位處中央山脈東西側，集中於海拔 800 至 1600 公尺，其中分佈比較完整者為屬東勢林區之南投縣眉原山，林業試驗所六龜分所試驗林之高雄市茂林區南鳳山與鳴海山，主要在於早期已設置或曾經設置保護區。此外還有玉山林區之嘉義縣番路鄉水井山及草山，而臺東縣延平鄉永康山為分佈之最東緣 (鄭及范, 2013)。臺灣野生茶樹以地區名來分類，計有眉原山茶、德化社山茶、鳳凰山茶、龍頭山茶、樂野山茶、南鳳山茶、鳴海山茶、永康山茶。原生之野生茶具有特殊之滋味及香氣，為保有原有之特性，直接利用製茶可成為另類新產品，其芽葉形態及品質特徵不同於栽培種，兩者呈現明顯的差異，是值得開發利用之在地茶產品。野生茶樹芽葉經採製後其滋味頗佳，在高雄市六龜區已有少量人工栽培之野生茶樹，採製包種茶及紅茶販售，桃源山區亦有種植野生茶樹，有些以放任自然生長不修剪栽培方式，或有剪枝的栽培管理，其茶菁販售或自製，茶改場也輔導自製綠茶或紅茶 (鄭及范, 2013)。由臺東鹿野永康居民口述也得知在 1971 年當地民眾亦曾至永康山採製野生茶 (鄭等, 2003)。

可溶分是茶葉水溶物質的總和，是以多元酚類為主體，包括咖啡因、氨基酸、可溶性糖和可溶性蛋白質等，是茶湯滋味的綜合體。多元酚類約佔乾重之 30%，主要為兒茶素類，約佔多元酚類的 80%，為乾重的 10~30%，可溶分的 40~50%，可分為酯型與游離型兒茶素類，是茶湯中的主要成分，具有苦澀味及收斂性。茶之咖啡因含量約佔乾重 3~4%，為可溶分的 8~10%，泡茶約有 80% 溶於茶湯中，帶苦味。茶之單糖類含量約佔乾重之 4%，為可溶分的 11%，易溶於水，具有甜味。游離胺基酸約有二十餘種，佔乾重之 1~2%，為可溶分的 5~10%，其中以茶胺酸含量最多，佔總游離胺基酸的 50~60%，帶甘味 (甘, 1984; 阮, 1995; 陳, 1995)。茶樹品種依親緣分為大葉種與小葉種兩大類，其中大葉種適製全發酵之紅茶，小葉種適製不發酵茶及部分發酵茶。依其適製性分為不發酵茶、部分發酵茶及全發酵茶三大類；適製紅茶的品種，如臺灣山茶、臺茶 1 號、臺茶 7 號、臺茶 8 號及臺茶 18 號兒茶素含量均較高，而適製綠茶及包種茶之青心烏龍、青心大冇及臺茶 12 號含量較低 (甘, 1984; 石, 2007)。蔡等 (2004) 指出台灣目前主要栽培的茶樹品種中，3 個大葉種品種 (臺茶 7 號、臺茶 8 號及臺茶 18 號)，所含之兒茶素類含量均顯著高於其他 6 個小葉種品種 (青心大冇、臺茶 12 號、臺茶 13 號、四季春、青心烏龍及青心柑仔)。吳等 (2007) 指出在不同茶季大葉種之總兒茶素含量範圍約為 85.11 至 140.67 mg/g，其含量範圍大於小葉種之 79.58 至 117.58 mg/g。陳等 (2016) 以 50 份茶樹種質資源為材料，進行內含成分分析，篩選出多元酚類含量較高的材料，以及進行紅碎茶感

野生栽培種與栽培茶樹化學成分及礦物元素含量差異比較

官品評及生化成分的鑒定、評價，篩選出了 5 份紅碎茶品質優良且內含物質豐富的茶樹種質資源。劉等 (2015) 針對臺灣目前現有之茶樹栽培種及地方品系，共 124 個品種 (系) 進行低咖啡因含量篩選，以秋季最高，夏季次之，春季最低，阜廬、武夷、金龜及烏骨仔秋季咖啡因含量分別為 18.01、18.93、19.26 及 19.53 mg/g，為所有品種 (系) 中低於 20 mg/g，屬低咖啡因之品種。茶葉多元酚類、葉綠素、可溶性糖及可溶成分含量較高，形成了鮮濃、爽口的滋味特徵 (賀等，2007)。蔡等 (2003) 以標準評茶法沖泡，喝一杯綠茶及烏龍茶 (100 ml) 約分別攝取 25 及 13-18 毫克兒茶素類。

茶葉中的礦物質佔乾重的 5~6%，其中 60~70% 為熱水可溶，茶中富含磷、鉀、鈣、鎂、錳、鋁、氟、銅、鋅、碘及硒等 (阮，1995)。茶樹葉片氮含量適宜範圍為 40-60 mg/g，磷含量為 2.5-4.0 mg/g，鉀含量 15.0-21.0 mg/g，鈣含量 2.5-5.5 mg/g，鎂含量 1.5-3.0 mg/g，鐵含量 90-150 mg/kg，錳含量 300-800 mg/kg，銅含量 8-15 mg/kg，鋅含量 20-400 mg/kg (張，1998)。茶葉主要元素與製茶品質有著密切的關係，氮含量有助於提升包種茶品質，磷含量與包種茶品質呈正相關，茶葉鈣與錳含量過高，茶菁易老化開面，而且影響品質 (張，1993)。宇等 (1998) 指出鋅、磷、鉀、鎳、銅元素含量高的茶葉，品質較佳；錳、鋁、鈣、鉍元素含量較高的茶葉，品質較劣。茶葉礦物元素含量高低不但關係著茶樹營養狀況與肥力需求，而且其中 14 種為人體所必需攝取及補充，包括大量需要之磷、鉀、鈣、鎂、鈉、硫、氯，少量需要為鐵、錳、銅、鋅、鉍、碘、鈷 (阮，1995)。茶葉的微量元素鐵、錳、銅、鋅，具有參與人體生理代謝之功效 (周，2010)。茶樹是一種典型的富鎂、富鐵、聚錳、聚鋁作物 (陸，1989)，黃等 (1997) 指出茶是聚錳、聚鋁的植物，微量元素錳、鋅含量豐富，經常飲茶，很容易滿足每日攝入量。礦質元素是茶葉主要的營養成分，如鈣、鐵、錳、銅等是人體的必需元素，飲茶是人體攝取這些元素的途徑之一 (韓及王，1992)。茶葉礦物元素豐富，浸出量大，為提供多種微量元素的飲料來源之一，大多以有機態存在，有利於人體吸收，每日飲茶三杯 (平均 10 公克)，可以獲取相當於日需要量 5-20% 的礦質元素，其中鋅、氟、錳、硒、銅與人體健康有密切的關係 (李，2002；賀等，2007)。馬等 (1998) 指出茶葉是一種高鉀、高磷、低鈉的飲料，並含有人體必需的鎂、錳、鎳、鋅、銅微量元素，茶葉經沖泡後，只有溶入茶湯的那一部分無機營養成分能被人體吸收。而許多食品往往含鉀高，同時含鈉也高，但茶湯的鉀含量均在 100 ppm 以上，而鈉的含量還不到 2 ppm (戴等，1989)。選育優良茶樹品種不但要從有機生化特性考慮，也應注重與茶葉品質有關的礦質元素含量指標 (金等，2010)。

目前臺東分場正進行臺灣山茶種原蒐集、保存及選育，期能篩選出樹勢強壯、

抗旱、耐高低溫、抗病蟲、耐機採及特殊風味之優良新品系，以提供經濟栽培，做為日後開發新風味茶類之利用，使產品多樣化，且具市場區隔性，提昇茶葉產值。因此，本試驗研究目的在於了解野生栽培種與栽培茶樹化學成分及礦物元素含量差異，做為茶葉新產品開發利用及育種選拔之參考依據。

材料與方法

一、試驗材料

本試驗研究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茶園進行採製試驗。參與試驗調查分析的品種（收集種）包括 3 個野生栽培種、2 個小葉栽培種、3 個大葉栽培種及永康山茶單株，野生栽培種係由原生地採回插穗繁殖的材料。

二、試驗方法

（一）野生栽培種與栽培茶樹比較試驗

在不同茶季以同一試驗田區之 7 個品種（收集種），包括野生栽培種永康山茶（披針形）、永康山茶（橢圓形）及南鳳山茶，大葉栽培茶樹臺茶 8 號及臺茶 18 號，小葉栽培茶樹臺茶 19 號及臺茶 20 號為試驗材料，於 2010/10/4 採取芽葉烘乾，以及在不同茶季採製綠茶及紅茶，比較野生栽培種與栽培茶樹化學成分及礦物元素含量差異。化學分析茶樣為 2010/10/4、2010/11/25、2011/3/11、2011/5/16、2011/10/13、2011/12/15、2012/4/23、2012/8/8、2012/10/1 採製的綠茶，以及在 2010/3/3、2010/4/26、2010/6/14、2011/7/7、2012/3/2、2012/4/23 採製的紅茶，礦物元素分析茶樣為 2013/2/19、2013/4/23、2013/6/10、2013/7/30、2013/9/10、2013/10/20、2014/1/2 以永康山茶（披針形）、臺茶 18 號及臺茶 20 號採製的綠茶。

（二）不同永康山茶單株比較試驗

在永康山茶保存園區依芽色及葉形等特徵標記 30 個單株，進行單株選拔，選取 12 個產量及品質較佳的單株，並以臺茶 8 號、臺茶 18 號及臺茶 21 號為對照品種，採取芽葉烘乾，以及製成綠茶及紅茶，比較永康山茶單株與大葉種化學成分及礦物元素含量差異。單株編號 1、3、5、7、9、20、28 及 30 葉形為披針形，芽色分別為紅、綠、綠偏紅、紅、綠、紅、綠、紅，編號 2、4、13 及 21 為橢圓形，芽色分別為紅、黃綠、淺紅、綠帶紅。

（三）分析方法

化學成分分析包括可溶分（AOAC, 1983）、多元酚類（Iwasa, 1975）、兒茶素類（Sakar and Howarth, 1976）、咖啡因（蔡及阮, 1987）、可溶糖（Somogyi, 1945）、

胺基酸 (Moore and Stein, 1948) 含量，以分光光度計 (ANTHELIE) 測定。礦物元素分析包括分析氮、磷、鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅含量 (Chapman and Pray, 1961; 張, 2000)，氮以元素分析儀分析 (elementar/vario EL III)，磷用鉬黃法測定，鉀、鈣、鎂及微量元素用感應耦合電漿原子發射光譜儀 (ICP HORIBA/ULTIMA 2) 測定。

三、資料分析

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

結果與討論

一、化學成分

(一) 可溶分

由芽葉、綠茶及紅茶可溶分含量可看出野生栽培種低於大葉種，高於小葉種，不同野生栽培種含量相近，介於 348.7-353.1 mg/g，大葉種以臺茶 18 號之 380.7 mg/g，高於臺茶 8 號之 363.5 mg/g，小葉種差異不大，兩品種分別為 332.2 及 328.2 mg/g (表一、二、三、四、五)。永康山茶單株芽葉、綠茶及紅茶平均可溶分含量分別為 358.0、368.5 及 297.1 mg/g，其單株含量顯著低於大葉種之 409.3-427.9、397.8-434.0、333.3-364.3 mg/g (表六、七、八)。

(二) 多元酚類

野生栽培種與栽培茶樹多元酚類含量約略與可溶分呈現相同的趨勢，但其含量高低變化較為明顯，其中綠茶及紅茶有明顯的差異，臺茶 18 號含量最高，達 174.1 及 117.1 mg/g，野生栽培種及小葉種分別為 144.5-150.9 mg/g、82.9-92.2 mg/g 及 115.7-118.2 mg/g、74.9-80.2 mg/g (表一、二、三、四、五)。永康山茶單株芽葉、綠茶及紅茶平均多元酚類含量分別為 151.5、114.8 及 74.7 mg/g，其單株含量顯著低於大葉種之 179.5-206.9、171.5-185.1、105.4-126.3 mg/g (表六、七、八)。

(三) 兒茶素類

野生栽培種與栽培茶樹兒茶素類含量與多元酚類有相同的結果，以綠茶及紅茶差異較為明顯，臺茶 18 號含量最高，分別達 144.1 及 78.0 mg/g，野生栽培種及小葉種分別為 128.8-138.8 mg/g、60.9-66.2 mg/g 及 112.9-118.5 mg/g、58.3-59.8 mg/g (表一、二、三、四、五)。永康山茶芽葉部分單株兒茶素類含量顯著低於大葉種，綠茶及紅茶平均兒茶素類含量分別為 109.8 及 56.9 mg/g，其單株含量顯著低於大葉種之 147.2-182.1 及 74.3-92.2 mg/g (表六、七、八)。

(四) 咖啡因

野生栽培種芽葉咖啡因含量顯著低於大葉種，與小葉種差異不大，綠茶及紅茶有相同的結果，野生栽培種分別為 33.4-34.8 mg/g 及 37.3-37.9 mg/g，低於大葉種之 44.8-48.6 mg/g 及 45.8-49.0 mg/g，小葉種分別為 30.7-34.4 mg/g 及 38.4-39.6 mg/g (表一、二、三、四、五)。永康山茶大部分單株芽葉、綠茶及紅茶平均咖啡因含量分別為 36.5、39.2 及 42.1 mg/g，其單株含量顯著低於大葉種之 51.4-57.6、41.9-52.3 及 44.5-52.6 mg/g (表六、七、八)。

(五) 可溶糖

野生栽培種芽葉可溶糖含量高於大葉種，但未達顯著差異，趨近於小葉種，綠茶及紅茶有相同的結果，野生栽培種分別為 35.6-40.2 mg/g 及 37.2-45.5 mg/g，高於大葉種之 31.0-32.0 mg/g 及 32.9-33.6 mg/g，小葉種分別為 40.2-45.4 mg/g 及 39.5-43.0 mg/g (表一、二、三、四、五)。永康山茶單株芽葉可溶糖含量與大葉種互有高低，綠茶及紅茶平均可溶糖含量分別為 47.6 及 49.2 mg/g，其單株含量顯著高於大葉種之 27.7-29.2 及 24.8-32.2 mg/g (表六、七、八)。

(六) 胺基酸

野生栽培種芽葉胺基酸含量低於大葉種，與小葉種差異不大，綠茶及紅茶有相同的結果 (表一、二、三、四、五)。永康山茶單株芽葉胺基酸含量為 13.6 mg/g，其單株含量顯著低於大葉種臺茶 8 號之 20.7 mg/g 及臺茶 18 號之 20.4 mg/g，相近於臺茶 21 號。綠茶及紅茶部分單株反而高於臺茶 8 號及臺茶 21 號，而與臺茶 18 號互有高低 (表六、七、八)。

綜合上述結果顯示，野生栽培種與大葉種化學成分差異較明顯，而且達顯著差異，其中又以單株較族群更為明顯，野生栽培種咖啡因、可溶糖及胺基酸含量較趨近於小葉種。永康山茶單株芽葉及成品可溶分、多元酚類、兒茶素類、咖啡因含量顯著低於大葉種，成品可溶糖含量顯著高於大葉種，胺基酸含量則介於大葉種之間。

蔡等 (2003) 從臺灣主要產區蒐集 200 多個烏龍茶樣，最低及最高兒茶素類含量分別為 71 及 206 mg/g，分別取自名間及臺東之青心烏龍，平均含量為 122 mg/g；花東、桃竹苗、嘉義、鹿谷及名間茶區分別為 152、134、130、113 及 102 mg/g。黃等 (2003) 指出青心大冇冬茶及夏茶兒茶素類含量較高，分別為 110.6 及 110.4 mg/g，其次秋茶之 105.5 mg/g，春茶之 99.0 mg/g 為最低。Lin et al. (2003) 以 75% 乙醇萃取不同茶類兒茶素類含量，依序為綠茶 126.1 mg/g、烏龍茶 99.2 mg/g、鮮葉 36.7 mg/g、紅茶 6.0 mg/g。蔡等 (2004) 指出臺灣大葉種製成綠茶之總兒茶素含量高於小葉種，其中臺茶 7 號、臺茶 8 號及臺茶 18 號為最高，依序分別為 142.5、177.6 及 163.0 mg/g，而青心大冇、臺茶 12 號及四季春則略高於其他小葉種，依序分別為 119.5、111.0 及 101.1 mg/g。蔡等 (2003) 分析不同品種兒茶素類含量依序為青心大

有 134 mg/g、青心烏龍 124 mg/g、臺茶 12 號 121 mg/g、四季春 121 mg/g、臺茶 13 號 98 mg/g。吳等 (2007) 分析 33 個大葉品種(系)總兒茶素含量範圍為 85.11-140.67 mg/g，高於小葉種 79.58-117.58 mg/g，冬茶多元酚類含量最高，為 275.70 mg/g。郭等 (2006) 指出中國信陽毛尖茶的多元酚類、兒茶素類含量較高，分別為 241.3 及 137.5 mg/g。由以上各學者分析結果可知茶葉多元酚類及兒茶素類含量不但受到品種的影響，而且茶區、茶季之環境條件，以及不同茶類也影響含量之高低。本試驗大小葉品種兒茶素類含量大致上呈現相同的趨勢，以大葉種高於小葉種，唯含量高低變化略有差異，可能所用的試驗材料因地點、茶季、採摘的影響，以致稍有變化。

Lin et al. (2003) 以 HPLC 分析取自茶改場臺東分場之永康山茶製成的綠茶，兒茶素類含量為 128.8 mg/g，與臺茶 12 號之 123.5 mg/g，差異不大，ECG 含量則高達 20.0 mg/g，為其他栽培種的四倍。楊 (2008) 以 HPLC 分析永康山茶、青心烏龍、臺茶 8 號及臺茶 12 號綠茶化學成分，永康山茶多元酚類含量為 215.1 mg/g，高於其他品種之 194.5-181.4 mg/g；總兒茶素含量為 157.4 mg/g，雖然高於其他栽培種之 141.4-123.3 mg/g，但差異不大，ECG 含量高達 31.6 mg/g，高於其他栽培種之 13.6-16.4 mg/g，EC 含量亦較高。郭及李 (2010) 分析青心烏龍、臺茶 12 號、大葉烏龍、香櫞及永康山茶之兒茶素類含量，分別為 140.4、129.7、115.8、138.0 及 135.3 mg/g，五個品種未達顯著差異，其中永康山茶 ECG 含量為 20.7 mg/g，高於其他品種 3-4 倍，顯然不同於其他品種個別兒茶素含量之分佈。由以上各學者分析結果可知永康山茶與栽培種個別兒茶素含量呈現比較明顯的差異，總兒茶素含量差異則不明顯。本試驗野生栽培種兒茶素類含量雖然高於小葉種，但未達顯著差異，永康山茶單株芽葉及成品兒茶素類含量則顯著低於大葉種，與上述各學者的分析有相同的結果。

蔡等 (2004) 指出大葉種咖啡因含量較高，在 23.0-28.7 mg/g 之間，小葉種則介於 14.9-19.9 mg/g 之間。以 124 個品種(系)分成適製綠茶、包種茶及烏龍茶、紅茶品種，平均咖啡因含量分別為 27.76 ± 4.72 、 26.82 ± 2.18 、 29.22 ± 4.72 mg/g (劉等, 2015)。本試驗大小葉栽培種有相同的趨勢，但本試驗測得的咖啡因含量較高，可能在於不同的分析方法或栽培條件的影響。郭等 (2006) 指出中國信陽毛尖茶的咖啡因含量為 44.4 mg/g。Lin et al. (2003) 以 HPLC 分析永康山茶製成的綠茶，咖啡因含量為 47.5 mg/g，臺茶 12 號為 26.7 mg/g，永康山茶紅茶為 49.8 mg/g，臺茶 8 號為 42.7 mg/g。楊 (2008) 以 HPLC 分析永康山茶咖啡因為 23.8 mg/g，低於大葉種臺茶 8 號之 33.4 mg/g，相近於小葉種青心烏龍之 24.9 mg/g 及臺茶 12 號之 23.8 mg/g。郭及李 (2010) 指出青心烏龍、臺茶 12 號、大葉烏龍、香櫞及永康山茶，咖啡因含量分別為 24.4、26.4、21.4、19.5 及 30.7 mg/g。由上述永康山茶製成綠茶之咖啡因含量最高可達 47.5 mg/g，最低為 23.8 mg/g，本試驗永康山茶無論族群或單株咖啡因含量介於之間，其

高低含量差異可能因茶季、栽培、氣候環境、採摘程度的影響，與大小葉栽培種比較則有相同的結果。

嚴及王(1993)測定 46 個中國名茶的可溶糖含量，其範圍在 22.2-39.7 mg/g 之間。郭等(2006)指出中國信陽毛尖茶的可溶糖含量為 30.7 mg/g。楊(2008)測得永康山茶還原糖為 25.7 mg/g，低於青心烏龍之 32.6 mg/g，而與其他品種無差異。本試驗永康山茶單株或族群有較高的可溶糖含量，而且高於大葉種，相近於小葉種。

吳等(2007)指出春茶總游離胺基酸含量為 17.8 mg/g 高於其他茶季。郭等(2006)指出中國信陽毛尖茶的胺基酸含量為 41.5 mg/g。楊(2008)分析永康山茶總游離胺基酸為 24.5 mg/g，僅次於臺茶 8 號之 35.6 mg/g，較臺茶 12 號及青心烏龍略高。上述分析結果稍高於本試驗平均胺基酸含量，而相近於最高含量。

二、礦物元素

(一) 主要元素

野生栽培種芽葉及綠茶氮含量低於大葉種，與小葉種差異不大，永康山茶單株平均氮含量為 38.8 mg/g，與大葉種互有高低。野生栽培種芽葉磷含量顯著低於大葉種及小葉種之臺茶 19 號，綠茶有相同的結果，永康山茶單株平均磷含量為 2.40 mg/g，大部分單株磷含量低於大葉種，有些單株則達顯著差異。野生栽培種芽葉鉀含量與大葉種差異不大，顯著高於小葉種，綠茶也有相同的結果，永康山茶單株平均鉀含量為 20.8 mg/g，部分單株鉀含量低於大葉種。野生栽培種芽葉鈣含量與栽培茶樹差異不大，綠茶則以小葉種較高，永康山茶單株平均鈣含量為 4.12 mg/g，大部分單株鈣含量介於大葉種之間。野生栽培種芽葉及綠茶鎂含量與栽培種差異不大，永康山茶單株平均鎂含量為 2.44 mg/g，大部分單株鎂含量介於大葉種之間(表九、十、十一)。五種主要元素單株變異係數介於 6.55-14.46%之間(表十一)，茶季間變異係數因品種而呈現不同的變化，元素間以鈣含量變異係數最大。

(二) 微量元素

野生栽培種芽葉鐵含量與栽培茶樹差異不大，綠茶則以臺茶 18 號較高，為 81.6 mg/kg，永康山茶單株平均鐵含量為 58.2 mg/kg，大部分單株鐵含量與大葉種未達顯著差異。野生栽培種芽葉錳含量低於大葉種，顯著高於小葉種，綠茶也有相同的結果，永康山茶單株平均錳含量為 633.7 mg/kg，大部分單株錳含量介於大葉種之間，高低起伏變化大，變異係數高達 18%。野生栽培種及栽培茶樹芽葉銅含量互有高低，綠茶則以臺茶 18 號最高，臺茶 20 號最低，永康山茶單株平均銅含量為 15.1 mg/kg，單株銅含量高低起伏變化大，與大葉種互有高低，變異係數高達 19.6%。野生栽培種芽葉鋅含量低於栽培茶樹，綠茶則以臺茶 18 號最高，臺茶 20 號最低，永康山茶

野生栽培種與栽培茶樹化學成分及礦物元素含量差異比較

單株平均鋅含量為 27.9 mg/kg，單株鋅含量低於臺茶 8 號及臺茶 18 號，大部分單株鋅含量高於臺茶 21 號(表九、十、十一)。四種微量元素單株變異係數介於 5.75-19.6% 之間，茶季間變異係數因品種而呈現不同的變化，元素間以鐵含量變異係數最大，其次為銅含量(表十)。

綜合上述結果顯示，野生栽培種與栽培茶樹芽葉及綠茶氮、鉀、鈣、鎂、鐵、銅、鋅含量差異不大，互有高低，磷、錳含量差異較明顯。永康山茶單株大部分礦物元素含量介於大葉種之間，並無出現極端的高低值。

李(2001)指出西湖龍井茶礦物元素鉀含量最豐富，平均達 9.51 mg/g，其次是磷及鈣，分別為 5.65 及 1.73 mg/kg，以及鈉、鎂、鐵、錳對人體有益的元素，浸出量最多的元素依序為鉀、磷、鎂、鈉、錳。王等(2013)測定龍峰茶礦物元素之氮、磷、鉀、鈣、鎂含量分別為 54.7-66.5、4.10-5.02、9.66-11.23、0.97-1.35、0.60-0.86 mg/g，鐵、銅、鋅含量分別為 50.55-71.25、8.46-10.86、22.91-36.51 mg/kg。朱等(1998)分析貴州名優茶的礦物元素含量以鉀為主，平均含量為 18.5 mg/g。本試驗無論鮮葉或成品磷、鉀、鈣、鎂含量高於上述分析結果，可能在於龍井茶及龍峰茶採摘芽茶方式製茶，而本試驗以葉茶方式採摘，採摘一心三葉來製茶。

王等(2011)指出福建省茶葉富含鐵、錳、銅、鋅元素，含量分別為 37-371、135-1797、2.25-43.66、3.93-90.05 mg/kg，安溪產區烏龍茶錳平均含量甚至超過 1,000 mg/kg，其礦物元素含量範圍變異相當大。本試驗無論野生栽培種或栽培茶樹測得之鐵、錳、銅、鋅含量在此範圍，但含量高低相差不會太大。韓及王(1992)測得乾茶鉀、鈣、鎂含量分別為 19.5、3.7 及 1.9 mg/g，錳、鐵及銅含量為 1,038、254 及 25.6 mg/kg，鉀在乾茶中的含量變化較小，有 80% 以上的樣品鉀含量在 1.70-2.20% 之間，錳、鐵及銅的含量變幅較大，最大值分別是最小值的 9、10 及 21 倍。本試驗鉀含量有相同的趨勢，無論茶季或單株變異不大，錳、鐵和銅的含量變異較大，但最大值與最小值差異較小，可能是本試驗在同一栽培區不同茶季或單株取樣，樣品差異小於產地的影響。茶園土壤、栽培環境、水資源、氣候條件的影響，以及採摘季節及不同加工方式都可能是造成礦物元素含量高低差異的重要因素。

王等(2007)指出不同品種的茶葉礦物元素含量並不相同，但有一定的規律，皆以鈣含量最高，其順序為鈣、鎂、錳、鐵(鈉)、鋅、銅，其他元素含量較低。金等(2010)測定各茶樹品種的礦質元素含量依序為氮 > 鉀 > 磷、鈣 > 鎂 > 錳 > 鐵 > 鋅。宇等(1998)測定茶樹以鎂含量 1.86 mg/g 最高，銅含量 19.56 mg/kg 最低，這些礦物元素的含量排序為鎂 > 鈣 > 錳 > 鐵 > 鋅 > 銅，而且對鎂的富集力最強，對銅較弱。陸(1989)分析茶樹營養元素以鎂含量最高，平均達 2.0 mg/g，錳次之，平均達 777.4 mg/kg，各元素含量高低順序為鎂 > 錳 > 鋁 > 鐵 > 鋅 > 銅 >

硼 > 鋁。本試驗不同品種礦物元素含量亦呈現差異，無論野生栽培種或栽培茶樹，其含量高低約略有相同的變化趨勢。

宇等 (1998) 指出鈣、鐵的溶出率較低，鋅、銅、鎂、錳的溶出率較高，這可能與各種元素本身的化學性質，以及在茶葉中的存在形式有關。以錳和鐵的變化最大，其變異係數均大於 35%，顯示這些元素在茶葉中的含量易受環境等因素的影響 (宇等, 1998)。本試驗礦物元素鐵及錳含量變異大小有相同的結果。盤等 (2011) 分析茶葉鋅的最高含量為 82.84 mg/kg，最低含量為 25.66 mg/kg，在 27 件芽茶中鋅的含量範圍為 55.89-82.84 mg/kg，平均含量為 66.94 mg/kg，在 46 件葉茶中鋅的含量範圍為 25.66-51.70 mg/kg，平均含量為 56.61 mg/kg。本試驗所有品種 (單株) 鋅含量皆較低，在 40 mg/kg 以下，大多介於 20-40 mg/kg 間，臺灣茶樹是否含有高鋅含量的品種，日後可以再進行篩選分析，藉以做為礦物營養元素攝取的來源。

結 論

目前臺灣茶樹栽培品種係以臺茶 12 號及青心烏龍為主，茶產品趨於單一化，茶品種的多樣性可開發更多具有特色的茶產品，提供消費者多重選擇。所以除了新品種及地方品種以外，臺灣山茶是可以用來開發少量多樣化的茶產品。本試驗比較野生栽培種與栽培茶樹化學成分及礦物元素含量差異，做為茶葉新產品開發利用及育種選拔之參考依據。野生栽培種與大葉種化學成分差異較明顯，而且達到顯著的差異，其中又以單株較族群更為明顯，野生栽培種咖啡因、可溶糖及胺基酸含量較趨近於小葉種。永康山茶單株芽葉及成品可溶分、多元酚類、兒茶素類、咖啡因含量顯著低於大葉種，成品可溶糖含量顯著高於大葉種，胺基酸含量則介於大葉種之間。野生栽培種與栽培茶樹芽葉及綠茶氮、鉀、鈣、鎂、鐵、銅、鋅含量差異不大，互有高低，磷、錳含量差異較明顯。永康山茶單株大部分礦物元素含量介於大葉種之間。本試驗已建立永康山茶主要化學成分及礦物元素含量，並與栽培茶樹比較，永康山茶品質極具特色，從目前所分析的內含物成分，還無法確認特殊風味之成分，有待繼續探討，而且其機能性成分及營養保健功效是值得探討的課題。

參考文獻

1. 王寶森、郭俊明、張虹、嚴和平、劉傑、廖發武. 2007. 不同品種茶葉中礦物元素含量分析. 安徽農業科學 35: 4222-4223。
2. 王文偉、駱和東、周娜、白豔豔. 2011. 福建省地產茶葉中 14 種元素的分析與研究. 中國食品衛生雜誌 23: 265-269。
3. 王協書、余志、倪德江、陳玉瓊、郭承君. 2013. 竹溪龍峰茶的品質特徵、主要品質成分和礦物質含量分析. 華中農業大學學報 32: 138-143。
4. 甘子能. 1984. 茶葉化學入門. 臺灣省茶業改良場編印。
5. 石榆鳳. 2007. 製茶過程、採摘時期及品種（系）對大葉野生山茶茶樹多元酚含量之影響. 國立嘉義大學碩士論文. 臺灣 嘉義。
6. 宇莉、馬毛弟、黃培林. 1998. 貴州茶礦物元素含量分析與茶葉質量的關係. 微量元素與健康研究 15: 53-56。
7. 朱昭陽、王昌倫、孫向彤、許乾麗. 1998. 貴州名優茶礦物剖析. 貴州科學 16: 182-186。
8. 李旭玫. 2001. 西湖龍井茶礦物元素含量分析. 中國茶葉 23: 30-31。
9. 李旭玫. 2002. 茶葉中的礦物元素對人體健康的作用. 中國茶葉 24: 30-31。
10. 阮逸明. 1995. 茶葉的保健功效. 茶業技術推廣手冊製茶篇. pp. 107-118. 臺灣省茶業改良場編印。
11. 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。
12. 周利兵. 2010. 我國六大名茶中微量元素的評價研究. 湖南農業科學 13: 123-124、128。
13. 金孝芳、賈尚智、閔彩雲、陳勳、石亞亞、王雪萍. 2010. 湖北主栽茶樹品種礦質元素含量分析. 湖北農業科學 49: 3173-3175。
14. 郭桂義、胡孔鋒、袁丁. 2006. 信陽毛尖茶的化學成分. 食品科技 31: 298-301。
15. 郭子豪、李世傑. 2010. 不同加工方式對臺灣特色茶種主要兒茶素含量與抗氧化活性變化之影響. 第六屆海峽兩岸茶業學術研討會論文集. pp. 371-378。
16. 陳春林、梁名志、包雲秀、田易萍、鄧少春、徐丕忠、李朝雲. 2016. 雲南優質紅茶種質材料的篩選. 陝西農業科學 62: 83-85。
17. 陳英玲. 1995. 茶葉化學. 茶業技術推廣手冊（製茶篇）. 臺灣省茶業改良場編印 pp. 85-90。

18. 陳右人. 1998. 茶樹品種與育種介紹. 茶業技術推廣手冊(茶作篇). 臺灣省茶業改良場編印 pp. 7-14。
19. 馬永煥、方唯微、熊濤. 1998. 江西名茶無機營養成分的研究. 中國茶葉 20: 30-31。
20. 陸棉時. 1989. 茶樹品種營養元素的研究. 中國茶葉 6: 27-29。
21. 黃淵澤、王光燦、蔡大昌. 1997. 雲南茶葉中的微量元素分析. 微量元素與健康研究 14: 36-38。
22. 賀行良、劉昌嶺、朱志剛、任宏波. 2007. 嶗山茶微量元素特性研究. 微量元素與健康研究 24: 28-31。
23. 張淑賢. 2000. 本省現行植物分析法~作物需肥診斷技術. pp. 53-59. 行政院農業試驗所編印。
24. 張鳳屏. 1998. 茶樹營養與施肥. 茶業技術推廣手冊-茶作栽培技術. pp. 125-140. 臺灣省 茶業改良場編印。
25. 黃志煜、吳志鴻、張振生、葉永廉、張上鎮. 2003. 製程與採收季節對茶葉抽出物抗氧化活性之影響. 臺大實驗林研究報告 17: 231-237。
26. 楊剛顯. 2008. 永康山茶的綠茶化學成分與抗氧化能力之研究. 國立臺灣海洋大學碩士論文. 臺灣 基隆。
27. 劉千如、劉秋芳、羅士凱、蘇彥碩、邱垂豐、蔡憲宗. 2015. 低甲基黃嘌呤類茶樹品種(系)之篩選. 臺灣茶業研究彙報 34: 37-62。
28. 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。
29. 蔡永生、陳國任、郭寬福、張如華. 2003. 臺灣烏龍茶(包種茶)之兒茶素含量. 茶業專訊 10: 8-9。
30. 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。
31. 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。
32. 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。
33. 盤應娟、劉義、邵樹勳. 2011. 貴州鳳岡富鋅曬茶中鋅元素含量的研究. 中國西部科技 10: 13-14。
34. 蘇夢淮. 2007. 臺灣山茶之分類研究. 國立臺灣大學博士論文. 臺灣 臺北。
35. 戴東平、毛美飛、周捧芳. 1989. 從茶湯的礦質成分看茶葉的營養價值. 中國茶葉

- 6: 31-32。
36. 韓文炎、王曉萍. 1992. 茶葉中主要礦物元素含量背景值的調查. 中國茶葉 14: 18-19。
 37. 嚴俊、王秀麗. 1993. 中國名茶可溶糖的含量比較. 茶葉通報 15: 36-39。
 38. Association of Official Agricultural Chemists. 1983. Official methods of analysis. In: W. Horwitz. A.O.A.C., Washington D.C., U.S.A.
 39. Chapman, H. D. and Pray, P. F. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. Univ. Calif., U. S. A., p. 170.
 40. Iwasa, K. 1975. Methods of chemical analysis of green tea. JARQ 9: 161-164.
 41. Lin Y. S., Wu, S. S. and Lin, J. K. 2003. Determination of tea polyphenols and caffeine in tea flowers (*Camellia sinensis*) and their hydroxyl radical scavenging and nitric oxide suppressing effects. J. Agric. Food Chem. 51: 975-80.
 42. Moore, S. and Stein, W. H. 1948. Photometric ninhydrin method for use the chromatograph of amino acid. J. Biol. Chem. 176: 376-388.
 43. Somogyi, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. J. Biol. Chem. 160: 61-68.
 44. Sakar, S. K. and Howarth, R. E. 1976. Specificity of the vanillin in test for flavanols. J. Agric. Food Chem. 24: 317-320.

Comparison of Wild Species and Cultivars on the Chemical Component and Mineral Element Content of Tea Trees

Hun-Yuan Cheng Horng-Jey Fan Chin-An Yu^{1,*}

Summary

The experimental study aimed at understanding differences of the chemical component and mineral element content in wild species and cultivars, which is as a reference base for breeding selection, utilization and development of new products. Differences of the chemical component was more significant between wild species and large-leaf varieties, but also show significant differences, among which the single plant was more significant than that of wild species populations, and close to comparing with the caffeine, soluble sugar and amino acid content of small-leaf cultivars. Soluble solids, polyphenols, catechins, caffeine content of fresh leaves and made tea in Yung-Kang wild tea was significantly lower than that of large-leaf cultivars, soluble sugar content of made tea was significantly higher than that large-leaf cultivars. The content of amino acid of Yung-Kang wild tea single plant is between large-leaf cultivars. Nitrogen, potassium, calcium, magnesium, iron, copper, zinc content of green tea and fresh leaves was not significantly different between wild species and cultivars. There are something different contents of mineral elements between Yung-Kang wild species and cultivars. Phosphorus and manganese contents were more significantly different. Most content of minerals of Yung-Kang wild tea single plant is between large-leaf cultivars.

Key words: Wild species, Yung-Kang wild tea tree, Chemical component, Mineral element

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

* Corresponding author.

表一、野生栽培種與栽培茶樹芽葉化學成分含量比較

Table 1 Comparison of wild species and cultivars on the chemical component of tea shoots

品種 Cultivar	可溶分 Soluble solids	多元酚類 Poly- phenols	兒茶素類 Catechins	咖啡因 Caffeine	可溶糖 Soluble sugar	胺基酸 Amino acid
			--mg/g--			
野生種 Wild species	318.0ab	119.7a	86.3a	36.6b	37.7a	17.1a
大葉種 Large leaf Cultivar	345.4a	128.7a	82.2a	54.3a	32.6a	26.0a
小葉種 Small leaf Cultivar	304.2b	98.6a	82.0a	36.2b	38.3a	16.7a
永康山茶 (尖) Yung-Kang wild tea (L*)	309.9bc	112.3bc	82.2ab	37.2bc	37.9ab	16.2cd
永康山茶 (橢) Yung-Kang wild tea (O)	328.5b	122.4b	93.8a	35.9bc	38.3ab	16.9cd
南鳳山茶 Nan- Fong wild tea	315.6bc	124.4ab	82.8ab	36.7bc	36.8ab	18.2bc
臺茶 8 號 TTES No.8	328.2b	114.2bc	74.2b	54.0a	33.0b	31.1a
臺茶 18 號 TTES No.18	362.6a	143.2a	90.2ab	54.7a	32.3b	20.9b
臺茶 19 號 TTES No.19	307.7bc	97.3c	79.2ab	39.7b	35.1ab	19.3bc
臺茶 20 號 TTES No.20	300.8c	99.8c	84.8ab	32.7c	41.4a	14.2d

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

*L: lanceolate; O: oval-shaped

表二、不同茶季野生栽培種與栽培茶樹綠茶化學成分含量比較

Table 2 Comparison of wild species and cultivars on the chemical component of green tea in different tea seasons

化學成分 Chemical component	品種 Cultivar	2010 秋 Autumn	2010 冬 Winter	2011 早春 Early spring	2011 夏 Summer	2011 秋 Autumn
				mg/g		
可溶分 Soluble solids	野生種	365.3ab	355.1ab	351.0a	347.8b	343.9b
	大葉種	390.0a	375.7a	359.3a	382.9a	372.4a
	小葉種	338.6b	336.2b	335.7a	340.7b	326.3b
多元酚類 Polyphenols	野生種	115.8ab	174.7a	149.1a	147.4b	155.6b
	大葉種	125.9a	184.0a	139.5ab	183.0a	193.4a
	小葉種	94.0b	134.5b	118.8b	124.7b	123.4c
兒茶素類 Catechins	野生種	108.8a	155.6a	127.1a	145.2a	144.3a
	大葉種	106.2a	138.8a	110.9a	174.5a	146.8a
	小葉種	91.4a	126.1a	126.9a	140.0a	119.0b
咖啡因 Caffeine	野生種	36.1b	37.2b	37.2b	36.3b	28.1b
	大葉種	52.2a	49.3a	48.1a	45.9a	42.0a
	小葉種	35.1b	34.5b	37.5b	36.4b	25.5b
可溶糖 Soluble sugar	野生種	42.5a	34.7a	31.1ab	38.5a	46.0ab
	大葉種	30.1a	28.8a	26.5b	36.8a	36.7b
	小葉種	37.4a	38.0a	34.0a	39.3a	56.0a
胺基酸 Amino acid	野生種	15.4a	14.0a	15.1a	17.7a	10.1b
	大葉種	27.1a	18.8a	17.5a	18.5a	14.0a
	小葉種	17.0a	14.3a	17.6a	20.1a	11.9a

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

續表二 (Table 2 Continued)

化學成分 Chemical component	品種 Cultivar	2011 冬 Winter	2012 春 Spring	2012 夏 Summer	2012 秋 Autumn	平均 Mean	標準差 SD
				mg/g			
可溶分 Soluble solids	野生種	318.7b	355.6b	359.6ab	358.5b	350.6	13.6
	大葉種	333.3a	372.5a	377.5a	385.1a	372.1	17.0
	小葉種	297.4c	332.4c	333.0b	340.6b	331.2	13.5
多元酚類 Polyphenols	野生種	142.3a	149.0b	144.1a	150.2b	147.6	15.3
	大葉種	151.6a	181.9a	154.5a	176.8a	165.6	23.4
	小葉種	108.2b	120.0c	106.9b	122.0c	116.9	12.0
兒茶素類 Catechins	野生種	121.6a	149.1a	137.0a	124.9a	134.8	15.2
	大葉種	110.1a	159.9a	127.9ab	125.3a	133.4	23.7
	小葉種	98.7a	127.1a	105.5b	106.5a	115.7	15.9
咖啡因 Caffeine	野生種	28.5ab	33.9b	35.9b	34.6b	34.2	3.5
	大葉種	24.4a	47.0a	53.4a	47.9a	45.6	8.6
	小葉種	24.9b	34.5b	29.6c	35.2b	32.6	4.7
可溶糖 Soluble sugar	野生種	36.8b	40.5a	32.3b	38.1ab	37.8	4.8
	大葉種	35.4b	35.5a	24.1b	29.6b	31.5	4.7
	小葉種	53.7a	40.4a	45.8a	40.4a	42.8	7.5
胺基酸 Amino acid	野生種	9.0a	16.3a	18.7b	13.6a	14.4	3.2
	大葉種	13.3a	16.2a	27.8a	16.8a	18.9	5.2
	小葉種	13.0a	17.5a	17.4b	14.3a	15.9	2.6

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

表三、野生栽培種與栽培茶樹綠茶化學成分含量比較

Table 3 Comparison of wild species and cultivars on the chemical component of green teas

化學成分 Chemical component	品種 Cultivar	平均 Mean	標準差 SD	最大 Max	最小 Min	變異係數 CV
		mg/g			mg/g	%
可溶分 Soluble solids	永康山茶(尖)	350.0	13.5	365.2	322.6	3.86
	永康山茶(橢)	353.1	14.3	362.7	318.4	4.05
	南鳳山茶	348.7	16.4	371.5	315.2	4.69
	臺茶 8 號	363.5	14.8	378.6	330.7	4.06
	臺茶 18 號	380.7	20.5	402.2	336.0	5.38
	臺茶 19 號	332.2	16.1	346.0	295.1	4.83
	臺茶 20 號	328.2	12.4	346.0	299.7	3.76
多元酚類 Polyphenols	永康山茶(尖)	144.5	16.7	174.9	111.9	11.5
	永康山茶(橢)	147.3	16.9	177.4	112.3	11.5
	南鳳山茶	150.9	14.6	171.7	123.2	9.66
	臺茶 8 號	157.3	23.6	184.2	114.9	15.0
	臺茶 18 號	174.1	23.7	203.6	136.8	13.6
	臺茶 19 號	118.2	12.3	137.2	97.0	10.4
	臺茶 20 號	115.7	12.0	131.7	90.9	10.4
兒茶素類 Catechins	永康山茶(尖)	138.8	18.2	166.7	105.1	13.1
	永康山茶(橢)	137.0	14.2	158.4	111.9	10.3
	南鳳山茶	128.8	16.0	144.7	107.8	12.4
	臺茶 8 號	122.6	22.6	152.9	90.5	18.5
	臺茶 18 號	144.1	26.7	196.0	115.6	18.5
	臺茶 19 號	118.5	15.9	141.0	95.5	13.4
	臺茶 20 號	112.9	16.6	139.4	87.2	14.7
咖啡因 Caffeine	永康山茶(尖)	33.4	3.81	39.0	27.3	11.4
	永康山茶(橢)	34.8	4.07	39.0	28.1	11.7
	南鳳山茶	34.4	3.20	38.5	28.9	9.30
	臺茶 8 號	48.6	5.66	53.0	36.6	11.6
	臺茶 18 號	44.8	6.29	53.8	32.1	14.0
	臺茶 19 號	34.4	4.80	39.0	26.6	13.9
	臺茶 20 號	30.7	4.78	36.1	22.3	15.6

續表三 (Table 3 Continued)

化學成分 Chemical component	品種 Cultivar	平均 Mean	標準差 SD	最大 Max	最小 Min	變異係數 CV
		mg/g			mg/g	%
可溶糖 Soluble sugar	永康山茶 (尖)	37.8	6.61	49.4	29.4	17.5
	永康山茶 (橢)	40.2	6.13	50.1	31.7	15.2
	南鳳山茶	35.6	5.20	43.5	26.2	14.6
	臺茶 8 號	31.0	4.72	38.5	24.8	15.2
	臺茶 18 號	32.0	5.47	40.7	23.4	17.1
	臺茶 19 號	40.2	6.28	53.5	34.0	15.6
	臺茶 20 號	45.4	9.21	61.5	34.0	20.3
胺基酸 Amino acid	永康山茶 (尖)	13.0	3.08	16.8	8.4	23.6
	永康山茶 (橢)	14.9	4.12	22.4	8.8	27.7
	南鳳山茶	15.3	3.65	21.9	9.9	23.8
	臺茶 8 號	21.4	6.16	32.9	14.3	28.8
	臺茶 18 號	16.4	4.59	26.0	10.7	28.0
	臺茶 19 號	17.7	3.35	21.3	12.9	19.0
	臺茶 20 號	14.1	2.40	18.9	10.9	17.0

N=9

表四、不同茶季野生栽培種與栽培茶樹紅茶化學成分含量比較

Table 4 Comparison of wild species and cultivars on the chemical component of black tea in different tea seasons

化學成分	品種	2010	2010	2010	2011	2012	2012	平均	標準差
Chemical component	Cultivar	早春 ESpr	春 Spr	夏 Sum	夏 Sum	早春 ESpr	春 Spr	Mean	SD
		mg/g							
可溶分	野生種	302.2b	329.2ab	293.3b	301.5b	270.8ab	285.0b	297.0	19.6
Soluble	大葉種	328.4a	343.3a	352.1a	320.9a	283.8a	324.8a	325.6	23.6
solids	小葉種	310.2b	311.4b	288.0b	304.8ab	261.8b	276.9b	292.2	20.1
多元酚類	野生種	86.3b	107.8ab	93.9b	70.1b	90.2a	77.7b	87.7	13.1
Polyphenols	大葉種	107.2a	129.3a	132.7a	93.6a	94.1a	106.2a	110.5	16.9
	小葉種	89.9b	85.9b	76.9b	76.7b	70.1b	65.7b	77.5	9.2
兒茶素類	野生種	62.7a	82.4a	68.8a	48.0a	58.5a	59.6a	63.3	11.5
Catechins	大葉種	63.8a	88.4a	87.2a	53.9a	54.1a	69.0a	69.4	15.4
	小葉種	68.1a	69.3a	59.9a	50.6a	54.9a	53.7a	59.4	7.8
咖啡因	野生種	42.8b	43.7b	39.9b	36.0a	31.2b	32.5b	37.7	5.3
Caffeine	大葉種	51.7a	50.9a	53.7a	43.9a	38.3a	45.6a	47.4	5.8
	小葉種	45.5b	44.7ab	39.3b	38.9a	32.0b	33.7b	39.0	5.5
可溶糖	野生種	35.6b	38.7a	30.8a	44.8a	39.7a	51.1a	40.1	7.1
Soluble	大葉種	36.7b	27.0b	27.2a	36.8a	34.9a	36.9a	33.3	4.8
sugar	小葉種	47.0a	34.6ab	32.4a	37.1a	45.8a	50.5a	41.2	7.5
胺基酸	野生種	30.2b	24.5a	22.6c	22.6a	16.8a	20.5b	22.9	4.4
Amino acid	大葉種	32.8a	25.2a	31.3a	28.5a	17.2a	31.2a	27.7	5.8
	小葉種	31.0ab	24.2a	28.6b	24.8a	18.0a	27.0a	25.6	4.5

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

Espr: Early spring; Spr: Spring; Sum: Summer

表五、野生栽培種與栽培茶樹紅茶化學成分含量比較

Table 5 Comparison of wild species and cultivars on the chemical component of black teas

化學成分 Chemical component	品種 Cultivar	平均 Mean	標準差 SD	最大 Max	最小 Min	變異係數 CV
		mg/g			mg/g	%
可溶分 Soluble solids	永康山茶 (尖)	295.4	21.5	332.2	269.2	7.29
	永康山茶 (橢)	298.4	16.4	317.1	281.0	5.51
	南鳳山茶	297.2	24.6	338.2	262.0	8.28
	臺茶 8 號	319.5	21.4	340.8	281.5	6.68
	臺茶 18 號	331.7	26.8	363.5	286.2	8.08
	臺茶 19 號	288.0	19.9	310.4	259.1	6.91
	臺茶 20 號	296.4	20.9	313.8	264.5	7.05
多元酚類 Polyphenols	永康山茶 (尖)	82.9	10.7	101.7	71.7	12.8
	永康山茶 (橢)	87.8	12.1	102.0	71.8	13.8
	南鳳山茶	92.2	19.8	119.8	64.5	21.5
	臺茶 8 號	103.4	14.1	121.0	85.3	13.7
	臺茶 18 號	117.7	21.0	144.4	90.1	17.9
	臺茶 19 號	74.9	9.11	89.2	66.2	12.2
	臺茶 20 號	80.2	9.77	90.6	65.2	12.2
兒茶素類 Catechins	永康山茶 (尖)	62.9	11.2	84.2	51.6	17.7
	永康山茶 (橢)	66.2	10.2	80.2	50.2	15.5
	南鳳山茶	60.9	15.3	82.8	42.4	25.1
	臺茶 8 號	60.9	11.0	74.2	47.7	18.0
	臺茶 18 號	78.0	20.5	103.4	55.8	26.2
	臺茶 19 號	58.3	7.92	68.5	52.2	13.6
	臺茶 20 號	59.8	9.02	70.0	48.9	15.1
咖啡因 Caffeine	永康山茶 (尖)	37.9	5.79	45.0	30.0	15.3
	永康山茶 (橢)	37.3	5.73	43.9	30.3	15.4
	南鳳山茶	37.9	5.12	43.9	31.0	13.5
	臺茶 8 號	49.0	5.82	54.2	39.4	11.9
	臺茶 18 號	45.8	6.92	54.5	37.2	15.1
	臺茶 19 號	39.6	5.17	46.0	33.2	13.1
	臺茶 20 號	38.4	5.95	45.0	30.8	15.5

續表五 (Table 5 Continued)

化學成分 Chemical component	品種 Cultivar	平均 Mean	標準差 SD	最大 Max	最小 Min	變異係數 CV
		mg/g		mg/g		%
可溶糖 Soluble sugar	永康山茶 (尖)	37.7	4.84	44.3	33.2	12.9
	永康山茶 (橢)	45.5	11.4	63.9	31.2	25.1
	南鳳山茶	37.2	6.79	46.9	27.6	18.2
	臺茶 8 號	32.9	5.72	37.9	24.8	17.4
	臺茶 18 號	33.6	4.69	39.2	27.6	13.9
	臺茶 19 號	39.5	7.65	47.2	28.4	19.4
	臺茶 20 號	43.0	8.02	53.7	34.4	18.6
胺基酸 Amino acid	永康山茶 (尖)	21.4	3.56	24.5	15.1	16.6
	永康山茶 (橢)	22.2	4.65	28.0	16.3	20.9
	南鳳山茶	22.5	3.08	26.9	18.9	13.6
	臺茶 8 號	27.4	4.77	31.4	19.3	17.4
	臺茶 18 號	25.9	6.04	31.3	15.0	23.3
	臺茶 19 號	24.7	3.53	28.9	20.0	14.3
	臺茶 20 號	22.7	4.79	28.2	15.9	21.1

N=6

表六、永康山茶單株與大葉種芽葉化學成分含量比較

Table 6 Comparison of Yung-Kang wild tea single plant and large-leaf cultivars on the chemical component of tea shoots

單株編號 No. of Single plant	可溶分 Soluble solids	多元酚類 Polyphenols	兒茶素類 Catechins	咖啡因 Caffeine	可溶糖 Soluble sugar	胺基酸 Amino acid
	---mg/g---					
1	352.8ef	148.0fgh	141.6cde	46.8d	26.7h	16.3b
2	344.3f	141.3h	133.6ef	38.6f	46.5a	12.4f
3	374.4c	159.6cde	126.4f	38.5f	34.3de	17.0b
4	352.9ef	151.6efg	148.1abcd	41.2e	3.31ef	11.0g
5	348.6f	144.7gh	143.6cde	28.1j	30.7fg	9.9g
7	374.1c	162.8c	161.1a	34.1hi	28.9gh	12.4f
9	365.7cd	160.5cd	155.0abc	36.5g	28.2gh	14.9cd
13	353.9ef	148.7fgh	127.1f	36.2g	41.2b	13.3ef
20	361.8de	152.1efg	141.3cde	35.0gh	35.4cde	16.0bc
21	354.8def	147.5fgh	138.3def	35.5gh	37.8c	15.9bc
28	353.1ef	154.0def	154.1abc	32.6i	37.1cd	10.4g
30	360.1de	147.5fgh	146.6bcde	35.0gh	35.4cde	14.0de
Mean	358.0	151.5	143.1	36.5	34.66	13.6
SD	9.5	6.6	10.8	4.6	5.7	2.4
CV (%)	2.7	4.4	7.5	12.7	16.5	17.9
Large-leaf cultivars:						
臺茶 8 號 TTES No.8	409.3b	181.1b	137.5def	57.6a	26.5h	20.7a
臺茶 18 號 TTES No.18	419.1ab	179.5b	157.7ab	51.4c	35.1cde	20.4a
臺茶 21 號 TTES No.21	427.9a	206.9a	159.0ab	54.1b	32.6ef	13.1ef

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

表七、永康山茶單株與大葉種綠茶化學成分含量比較

Table 7 Comparison of Yung-Kang wild tea single plant and large-leaf cultivars on the chemical component of green teas

單株編號 No. of Single plant	可溶分 Soluble solids	多元酚類 Polyphenols	兒茶素類 Catechins	咖啡因 Caffeine	可溶糖 Soluble sugar	胺基酸 Amino acid
				---mg/g---		
1	358.7hi	107.8fgh	107.9fg	40.2cd	44.8cd	19.8bc
2	357.1i	105.9gh	99.0h	40.4cd	46.3bcd	24.8a
3	375.6ef	116.3de	101.5gh	42.0c	51.4a	19.9bc
4	361.6ghi	120.3cd	114.8def	37.2ef	48.9abc	18.0bc
5	367.6fgh	111.3efg	110.2ef	35.6f	50.7ab	16.6cd
7	367.1fghi	109.4efgh	95.5h	39.2de	48.6abc	25.2a
9	378.9de	127.6c	120.6cd	40.4cd	50.9ab	20.5bc
13	358.5hi	120.3cd	117.7de	35.0f	42.0d	16.6ab
20	363.5ghi	116.3de	111.7ef	36.6f	45.3cd	16.9cd
21	387.0d	125.9c	127.6c	40.5cd	47.9abc	19.1bc
28	369.1efg	102.7h	93.8h	36.3f	52.4a	17.8bcd
30	376.8fg	113.8def	117.2de	47.2b	42.5d	25.9a
Mean	368.5	114.8	109.8	39.2	47.6	20.1
SD	9.4	7.8	10.6	3.4	3.5	3.4
CV (%)	2.6	6.8	9.6	8.6	7.3	16.9
Large-leaf cultivars:						
臺茶 8 號	416.3b	173.4b	147.7b	47.0b	27.7e	13.7de
TTES No.8						
臺茶 18 號	434.0a	185.1a	182.1a	52.3a	29.2e	17.6bcd
TTES No.18						
臺茶 21 號	397.8c	171.5b	147.2b	41.9c	28.8e	10.2e
TTES No.21						

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

表八、永康山茶單株與大葉種紅茶化學成分含量比較

Table 8 Comparison of Yung-Kang wild tea single plant and large-leaf cultivars on the chemical component of black teas

單株編號 No. of Single plant	可溶分 Soluble solid	多元酚類 Polyphenols	兒茶素類 Catechins	咖啡因 Caffeine	可溶糖 Soluble sugar	胺基酸 Amino acid
---mg/g---						
1	309.4de	82.3e	59.8de	46.0bc	45.8de	29.3bc
2	299.0fg	79.0fg	53.8efg	46.7b	44.9de	28.7bc
3	294.4g	77.2gh	56.1def	45.0cd	37.5f	27.3c
4	281.3h	72.9i	53.0fg	41.6f	47.1de	22.4d
5	282.7h	63.6jk	49.8g	37.2h	45.8de	28.3bc
7	318.8d	84.9d	61.5cd	44.7cd	57.4b	29.1bc
9	298.6fg	79.6f	57.0def	44.1de	43.5e	31.6a
13	279.8h	65.3j	54.2efg	38.9g	57.8b	22.9d
20	305.4ef	75.1h	59.6de	38.9g	51.4c	30.1ab
21	309.7de	78.3fg	66.3c	41.0f	67.6a	23.9d
28	282.6h	63.0k	50.9fg	38.5gh	45.8de	29.0bc
30	303.3efg	75.2h	60.8cd	43.0e	46.3de	29.4bc
Mean	297.1	74.7	56.9	42.1	49.2	27.7
SD	13.0	7.2	4.9	3.2	8.1	3.0
CV (%)	4.4	9.7	8.6	7.7	16.5	10.7
Large-leaf cultivars:						
臺茶 8 號 TTES No.8	344.8b	123.0b	74.3b	44.5d	24.8h	18.4e
臺茶 18 號 TTES No.18	364.3a	126.3a	92.2a	52.0a	31.7g	32.0a
臺茶 21 號 TTES No.21	333.3c	105.4c	75.0b	52.6a	32.2g	21.8d

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

表九、野生栽培種與栽培茶樹芽葉主要及微量礦物元素含量比較

Table 9 Comparison of wild species and cultivars on the major and micro mineral element contents of tea shoots

品種 Cultivar	氮 N	磷 P	鉀 K	鈣 Ca	鎂 Mg
			---mg/g---		
永康山茶 (尖) Yung-Kang wild tea (L*)	38.6c	2.41d	22.4ab	4.04b	2.75a
永康山茶 (橢) Yung-Kang wild tea (O)	36.8c	2.56d	20.8c	4.30ab	2.60a
南鳳山茶 Nan-Fong wild tea	36.5c	2.59cd	20.8c	4.42ab	2.75a
臺茶 8 號 TTES No.8	51.4a	3.31a	21.3bc	4.58ab	2.71a
臺茶 18 號 TTES No.18	47.2ab	3.19ab	22.9a	5.25a	3.00a
臺茶 19 號 TTES No.19	45.4b	3.15abc	18.3d	4.76ab	2.73a
臺茶 20 號 TTES No.20	37.9c	2.74bcd	17.0d	4.71ab	3.05a

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

*L: lanceolate; O: oval-shaped

續表九 (Table 9 Continued)

品種 Cultivar	鐵 Fe	錳 Mn	銅 Cu	鋅 Zn
	---mg/kg---			
永康山茶 (尖) Yung-Kang wild tea (L*)	60.7a	1117.4bc	10.4bc	21.5c
永康山茶 (橢) Yung-Kang wild tea (O)	109.0a	1110.1bc	11.5abc	19.9c
南鳳山茶 Nan-Fong wild tea	83.6a	1140.1bc	9.7c	23.8bc
臺茶 8 號 TTES No.8	72.6a	1490.5a	12.9ab	27.6ab
臺茶 18 號 TTES No.18	80.5a	1364.8ab	13.3a	32.3a
臺茶 19 號 TTES No.19	79.2a	953.4cd	11.2abc	30.1a
臺茶 20 號 TTES No.20	138.7a	809.8d	9.9c	28.0ab

Values within column followed by the same letters are not significantly different at $\alpha=0.05$ by LSD
L: lanceolate、O: oval-shaped

表十、野生栽培種與栽培茶樹綠茶礦物元素含量比較

Table 10 Comparison of wild species and cultivars on the mineral element contents of green teas

礦物元素 Mineral element	品種 Cultivar	平均 Mean (%)	標準差 SD	最大 Max (%)	最小 Min (%)	變異係數 CV (%)
氮 (mg/g) N	永康山茶	40.0	4.73	46.0	34.1	11.8
	臺茶 18 號	44.8	8.33	53.2	29.3	18.6
	臺茶 20 號	40.4	4.68	45.7	33.4	11.6
磷 (mg/g) P	永康山茶	2.26	0.39	2.96	1.81	17.2
	臺茶 18 號	2.92	0.45	3.55	2.30	15.3
	臺茶 20 號	2.55	0.38	3.04	1.94	14.9
鉀 (mg/g) K	永康山茶	23.9	1.46	25.9	21.3	6.11
	臺茶 18 號	24.7	2.82	27.3	19.7	11.4
	臺茶 20 號	19.6	1.71	22.0	17.7	8.75
鈣 (mg/g) Ca	永康山茶	3.34	0.83	4.52	2.34	24.9
	臺茶 18 號	3.54	1.05	5.14	2.08	29.6
	臺茶 20 號	3.72	0.78	5.05	2.73	21.0
鎂 (mg/g) Mg	永康山茶	2.43	0.24	2.71	2.09	9.91
	臺茶 18 號	2.41	0.32	2.79	1.82	13.4
	臺茶 20 號	2.43	0.26	2.79	2.06	10.6
鐵 (mg/kg) Fe	永康山茶	67.3	28.7	107.7	43.3	42.7
	臺茶 18 號	81.6	41.77	162.6	47.8	51.2
	臺茶 20 號	63.1	24.6	105.2	42.3	39.0
錳 (mg/kg) Mn	永康山茶	1142.1	235.9	1582.7	900.3	20.7
	臺茶 18 號	1209.3	170.5	1470.7	913.7	14.1
	臺茶 20 號	952.4	109.9	1133.0	819.0	11.5
銅 (mg/kg) Cu	永康山茶	13.3	4.17	21.8	9.8	31.4
	臺茶 18 號	16.5	2.45	20.2	12.8	14.9
	臺茶 20 號	8.72	3.07	14.1	6.6	35.2
鋅 (mg/kg) Zn	永康山茶	19.2	5.12	29.8	14.2	26.6
	臺茶 18 號	28.0	3.41	32.8	23.3	12.2
	臺茶 20 號	17.5	2.59	21.9	13.9	14.8

N=7

表十一、永康山茶單株與大葉種芽葉主要及微量礦物元素含量比較
 Table 11 Comparison of Yung-Kang wild tea single plant and large-leaf cultivars on the major and micro mineral element contents of tea shoots

單株編號 No. of Single plant	氮 N	磷 P	鉀 K	鈣 Ca	鎂 Mg
			---mg/g---		
1	39.5e	1.93e	20.8ef	4.40abc	2.39b
2	44.2b	2.55abc	20.1fg	4.16bc	2.37b
3	40.9d	2.47abcd	22.7bc	3.66c	2.10cd
4	39.6e	2.76ab	19.6g	4.60abc	2.79a
5	35.9i	2.66ab	21.3de	4.24abc	2.78a
7	36.8gh	1.98e	18.6h	4.62abc	1.95d
9	44.9a	2.47abcd	23.5ab	3.69c	2.38b
13	40.9d	2.60abc	19.8g	4.71ab	2.75a
20	35.7i	2.11de	21.7d	2.64d	2.33b
21	38.5f	2.41bcd	20.1fg	4.13bc	2.81a
28	32.7j	2.26cde	20.8ef	3.89bc	2.67a
30	35.5i	2.53abc	20.2fg	4.69ab	2.00d
Mean	38.8	2.40	20.8	4.12	2.44
SD	3.6	0.27	1.4	0.60	0.32
CV (%)	9.4	11.1	6.6	14.5	13.0
Large-leaf cultivars:					
臺茶 8 號	42.9c	2.73ab	22.7c	3.93bc	2.29bc
TTES No.8					
臺茶 18 號	37.0g	2.81a	21.1de	4.16bc	2.70a
TTES No.18					
臺茶 21 號	36.4h	2.63abc	24.0a	5.15a	2.68a
TTES No.21					

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

續表十一 (Table 11 Continued)

單株編號 No. of Single plant	鐵 Fe	錳 Mn	銅 Cu	鋅 Zn
	---mg/kg---			
1	58.4ab	890.7a	19.0b	24.4ef
2	57.7ab	696.5c	13.3g	30.2bcd
3	56.3ab	610.0e	13.8fg	28.1bcde
4	57.6ab	551.4g	14.4ef	29.5bcd
5	57.9ab	693.2c	13.2g	26.4cdef
7	57.8ab	761.4b	14.8e	31.1bc
9	54.7b	521.6h	15.5d	31.3b
13	65.0a	511.8h	16.5c	32.3b
20	56.2ab	592.3ef	21.5a	23.5ef
21	54.0b	660.3d	16.2c	29.3bcd
28	58.5ab	512.4h	9.9i	22.8f
30	64.4a	603.2e	13.7g	25.7def
Mean	58.2	633.7	15.1	27.9
SD	3.3	113.9	3.0	3.2
CV (%)	4.8	18.0	19.6	11.6
Large-leaf				
Cultivars:				
臺茶 8 號 TTES No.8	62.7ab	523.8h	14.9de	39.3a
臺茶 18 號 TTES No.18	58.2ab	762.2b	16.5c	37.0a
臺茶 21 號 TTES No.21	64.9a	577.7f	11.1h	22.2f

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

白殭菌 (*Beauveria bassiana*) 應用內寄生性作為生物防治資材之介紹

林秀榮¹

摘要

內生微生物為存在植物組織中卻不會造成植物出現任何病徵之微生物。依定義來說，內生真菌即為以菌絲形態生存在植物組織中，而內生真菌與寄主植物之交互關係包括寄生、互利共生、片利共生。目前已有部分內生微生物如木黴菌 (*Trichoderma*)、白殭菌 (*Beauveria*)、鏈黴菌 (*Streptomyces*) 作為生物防治劑應用於溫室及田間病蟲害防治。*Beauveria bassiana* 為 Clavicitaceae 科真菌，而該科真菌最為人熟知的是遍佈世界各地之蟲生真菌，不僅具高度歧異之生態地位及產生多種具毒性二次代謝物之能力。本文針對白殭菌內寄生特性應用在寄主植物之抗病蟲害能力評估與對木本植物親和性之探討，期能應用於本場業務作物如茶、油茶及咖啡上，進而降低田間病蟲害管理上化學藥劑之使用。利用 7 株白殭菌 *B. bassiana* (ITCC 6063、ITCC 4512、ITCC 4563、ITCC 5562、ITCC 4796、ITCC 5408 及 ITCC 4705) 之孢子懸浮液利用浸種方式接種於白麻上，觀察接種後之白麻受莖象鼻蟲 (stem weevil) 危害情形，結果顯示不同白殭菌菌株對於白麻的盤踞率有差異，而在盆栽試驗結果顯示白殭菌盤踞白麻後可有效降低受莖象鼻蟲之危害。再者，利用四株 (ATO01、ATO05、EABb04/01-TP 及 ATCC74040) 皆分離自昆蟲之白殭菌進行對葡萄露菌病及夏南瓜黃化病毒之防治測試，結果顯示白殭菌可以有效地降低植物受此二種病原的危害。影響內生真菌盤踞率之因子包括菌株間不同的生長速度、內生特性、與寄主植物種類之親和性及不同接種方式等，而其防治機制可能包括主動抗病機制如抗菌作用 (產生抗菌性二次代謝物)、競爭生存空間或是養分、超寄生等，與間接抗病機制如誘導寄主植物產生抗性、增加植物生長等，而以上作用機制可能為單一或多種同時作用在同一內生真菌中，其防治之機制可能因防治對象不同而有差異。

關鍵字：蟲生真菌、內生真菌、誘導系統抗病、木本植物

前言

內生真菌 (endophyte) 最早為德國生物學家 de Bary 在 1866 年所定義的名詞 (Wilson, 1995)，意指該菌存在於植物組織中卻不會造成寄主植物產生明顯的病徵。內生真菌可在成年的植物上被偵測到，包括主要農作物如小麥、香蕉、大豆及番茄等。內生真菌寄生在寄主植物上部分或全長期

1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員。臺灣 桃園市。

內，具有保護寄主植物受到病原菌攻擊功能 (Siegel et al., 1987; Stone et al., 2000)，如提供植物對抵抗草食性昆蟲、植物寄生性線蟲及植物病原菌等為害，其可能之防禦機制為內生真菌在寄主植物內產生具有抗生特性之二次代謝物 (Stone et al., 2004; Strobel et al., 2004)，而這些二次代謝物質可對寄主植物造成促進生長、增加產量、對害蟲造成取食阻礙 (feeding deterrence)、克服生物性及非生物性逆境因子之功效，例如，熱帶黍 (*Dichantheium lanuginosum*) 若被一種內生真菌 (*Curvularia*) 寄生後，會較未受該內生真菌寄生之植株耐高土溫及耐旱。此外，亦有報導指出利用阿拉伯芥試驗發現，內生真菌或其二次代謝物可以活化系統性後天抗性 (systemic acquired resistance, SAR) 或 jasmonate/ethylene pathway 之關鍵基因 (Conn et al., 2008)。而第一個利用內生真菌進行生物防治的案例為利用 *Phomopsis* sp. 進行對荷蘭榆樹病 (Dutch elm disease, *Ceratocystis ulmi*) 之媒介昆蟲 (*Physocnemus brevilineum*) 防治，進而達到控制荷蘭榆樹病 (Webber, 1981)。目前已有市售商品並廣泛推廣利用於溫室及田間進行防治之內生真菌種類有木黴菌 (*Trichoderma*) 及白殭菌 (*Beauveria*) 等。

有一類的真菌不僅可寄生昆蟲，造成昆蟲生病，更具有植物內生性、抵禦植物病害、盤踞根群及促進植物生長等其他生態特性 (Vega et al., 2009)，其中白殭菌即屬於此類真菌。白殭菌是一種普遍存在土壤中的真菌，可寄生於昆蟲體內，並使昆蟲死亡。義大利的昆蟲學者 Agostino Bassi 首度於西元 1835 年發現並證實白殭菌 (*Beauveria bassiana*) 會造成家蠶大量僵化死亡，也確定白殭菌屬於一種昆蟲病原菌。白殭菌的寄主非常廣泛，可寄生於約 700 餘種的昆蟲的幼蟲、蛹和成蟲身上，例如：蛾、螞蟻、蝗蟲、蚜蟲、蟬及天牛等均可受害。白殭菌的孢子會先附著於寄主的體表，萌芽後菌絲穿入表皮，侵入寄主的體內吸收各器官的營養，使得寄主失去活動能力而死亡。菌絲在此期間由寄主的節縫間長出來並覆滿全身，並長出白色粉末狀的孢子，若遇到健康的昆蟲，即會沾附上去感染。由於白殭菌容易寄生於各種昆蟲，又對人體無害，因而常被用作農業害蟲的生物防治，目前亦應用在臭蟲科害蟲及瘧蚊防治上 (Biswas et al., 2013)。

白殭菌為真菌界、子囊菌門、囊殼菌綱、肉座菌目、麥角菌科、白殭菌屬真菌，其中麥角菌科屬真菌被報導有多種生態特性，包括為昆蟲病原菌、植物病原菌、真菌或年菌之寄生菌、草類之內生菌等 (White et al., 2003)。根據 Vakili (1990) 之報告指出白殭菌 (*B. bassiana*) 為玉米之一種內生真菌，此後開啓大量相關研究，目前已被報導白殭菌可內寄生的作物種類包括玉米 (*Zea mays*)、馬鈴薯 (*Solanum tuberosum*)、陸地棉 (*Gossypium hirsutum*)、蒼耳 (*Xanthium strumarium*)、曼陀羅 (*Datura stramonium*)、番茄 (*Lycopersicon esculentum*)、可可 (*Theobroma gileri*)、鐵木 (*Carpinus caroliniana*)、美國五葉松 (*Pinus monticola*)、罌粟 (*Papaver somniferum*)、海棗 (*Phoenix dactylifera*)、香蕉 (*Musa paradisiaca*)、咖啡 (*Coffea arabica*) 及可可樹 (*Theobroma cacao*) 等 (Vega, 2008)。

白殭菌在害蟲防治上之應用前驅研究是以玉米、白殭菌及歐洲玉米螟做為系統模式，利用白殭菌液態或是粒劑型式施用於玉米植株上，藉減少玉米螟在玉米莖上的穿孔方式來評估生長期間對玉米螟之抑制效果，Cherry et al. (2004) 將玉米利用白殭菌分生孢子乾粉處理或以孢子懸浮液噴施於葉腋或注射於莖部，利用白殭菌內生特性來防治非洲大螟，結果顯示處理後之玉米受害蟲孔數明顯降低，且調查經白殭菌注射之玉米中之幼蟲蟲體體重較對照組為輕，顯示處理組之玉米對害蟲有降低取食之功能，亦支持取食阻礙或抗生作用的論點。目前已有許多文獻指出，植物受白殭菌盤踞後可有效降低植物受害蟲之危害，包括玉米上之玉米螟 (*Ostrinia nubilalis*) 及非洲大螟 (*Sesamia calamistis*) (Bing and Lewis, 1991; Lewis et al., 2001; Cherry et al., 2004)、番茄上之美洲棉鈴蟲 (*Helicoverpa zea*) (Powell et al., 2007)、香蕉上之香蕉球莖象鼻蟲 (*Cosmopolites sordidus*) (Akello et al., 2008a, b)、罌粟上之 *Iraella luteipes* (Quesada-Moraga et al., 2009)、棉花之棉蚜 (*Aphis gossypii*)

(Gurulingappa et al., 2010) 及白麻之莖象鼻蟲 (*Apion corchori*)(Biswas et al., 2013) 等。

此外，白殭菌在對植物病原菌的抑制相關研究包括在培養基上，(1) 抑制菌絲生長，如對小麥全蝕病菌 (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*)(Renwick et al., 1991)、蜜環菌 (*Armillaria mellea*) 與褐座堅殼菌 (*Rosellinia necatrix*)(Reisenzein and Tiefenbrunner, 1997)、立枯絲核菌 (*Rhizoctonia solani*)(Lee et al., 1999)、蝴蝶蘭灰黴病 (*Botrytis cinerea*)(Bark et al., 1996) 及尖鎌孢菌 (*Fusarium oxysporum*)(Reisenzein and Tiefenbrunner, 1997; Bark et al., 1996) 等。(2) 引起植物病原菌之細胞溶解，如終極腐黴菌 (*Pythium ultimum*)、德巴利腐黴菌 (*P. debaryanum*) 及小麥穎枯病 (*Septoria nodorum*)(Vesely and Koubova, 1994)。而相對於應用防治昆蟲研究，實際將白殭菌內生性應用在病害溫室與田間防治報告甚少，目前已有的研究如在棉花上抗青枯病菌 (*Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*)(Griffin et al., 2006)、番茄幼苗之立枯絲核菌 (*R. solani*)(Ownley, 2004) 及根腐病 (*P. myriotylum*)(Clark et al., 2006) 等。

本文針對白殭菌的生態特性，包括昆蟲病原菌及內寄生性，利用三篇研究報告進行探討及分析白殭菌對植物病蟲害防治之潛力，及一篇白殭菌對於咖啡植物親和性研究，說明木本植物應用白殭菌進行生物防治之可能性，期能引起學者們利用內生真菌進行作物生物防治研究之共鳴。

四篇研究報告包括 Endophytic colonization of white jute (*Corchorus capsularis*) plants by different *Beauveria bassiana* strains for managing stem weevil (*Apion corchori*)(Biswas et al., 2013), Grapevine leaf tissue colonization by the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* s.l. and its effect against downy mildew (Lara, 2015), Endophytic colonization of squash by the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocerales) for managing Zucchini yellow mosaic virus in cucurbits (Lara and Nida, 2014), Inoculation of coffee plants with the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocerales) (Posada et al., 2007)。前三篇分別利用白殭菌內生寄生特性進行白麻莖象鼻蟲、葡萄露菌病及夏南瓜黃化嵌紋病毒防治效果評估，及一篇針對白殭菌具咖啡植株內寄生性研究，說明真菌內寄生特性應用在生物防治上之潛力，期能加以應用於本場業務作物如茶、油茶及咖啡等木本植物。

一般作物病蟲害防治以利用化學藥劑防治為主，但化學藥劑對環境及人類健康的具有長遠的不良影響，也因著對於此議題的重視，大量的研究逐漸聚焦於找尋取代化學防治方法，進而達到對環境友善、保護人類健康及永續環境經營的目的，故研究開發生物防治為當前重要任務。

實驗設計、材料及方法

一、內生白殭菌對白麻莖象鼻蟲防治試驗評估：

(一) 測試白殭菌盤踞白麻之能力：

將 9 株白殭菌菌株 (ITCC 6063、ITCC 4512、ITCC 4563、ITCC 5562、ITCC 4769、ITCC 5408、ITCC 4925、ITCC 4644 及 ITCC 4705) 培養於馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基上，待產孢後將孢子懸浮液調整至 1×10^8 conidia/mL。先將白麻種子經表面消毒，表面消毒為利用浸泡 0.5% 漂白水 2 分鐘，再浸泡 70% 酒精 2 分鐘，最後以滅菌水清洗。將表面消毒後之白麻種子浸泡在孢子懸浮液中，室溫下靜置隔夜後種植在介質經高溫滅菌的盆栽中，對照組為將白麻種子浸泡於滅菌水中。種子經 60 天在溫室種植後，採取葉片經表面消毒後利用白殭菌選擇性培養基培養，及利用分子檢測確定白殭菌菌株對白麻之盤踞率。

分子檢測方式：樣品經萃取出氧核糖核酸後，利用專一性引子對 SCAR 及 SCA15441 (forward

primer: 5'TTCCGAACCCGGTTAAGAGAC3' 與 reverse primer: 5'TTCCGAACCCATCATCATCCTGC 3') 進行增幅後比對確認。

(二) 調查莖象鼻蟲對接種白殭菌後白麻植株之危害度

將接種白殭菌後之植株盆栽置於室外培養使其受莖象鼻蟲為害，經培養 60 天後調查受危害率。

二、白殭菌對葡萄露菌病與夏南瓜黃化嵌紋病毒防治效果評估：

將分離自昆蟲之四株白殭菌培養於馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基上，25°C 完全黑暗下培養 3 週，待產孢後利用 0.1 % tween 80 製作孢子懸浮液，並測試其發芽率達 90%，將孢子懸浮液調整至 1×10^8 conidia/ mL 後備用。

在接種葡萄植株中，利用孢子懸浮液噴施葉面及葉背，植株培養 7 與 14 天後利用組織分離法確認白殭菌盤踞於葡萄植株情形。於接種 7 天後同時接種葡萄露菌病菌孢子懸浮液，植株接種葡萄露菌病後當天置於 25°C、相對濕度超過 95% 環境下 24 小時，再將植株移至 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 及有自然光的環境下培養 8 天，最後將植株移至 20°C、相對濕度超過 95% 及完全避光環境促進葡萄露菌病產孢，調查葡萄露菌病發病度。

在接種南瓜植株試驗中，利用孢子懸浮液噴施葉面及葉背，植株培養 7 天後利用組織分離法確認白殭菌盤踞於葡萄植株情形。在評估白殭菌接種後植物對夏南瓜黃化嵌紋病毒防治評估試驗中，利用生長兩週後之南瓜植株，具有 2~3 片全展開葉，先接種白殭菌菌株，並於同一天利用機械接種夏南瓜黃化嵌紋病毒，將接種後植株放置在 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 、相對濕度 60% 環境下培養，每週定期觀察並記錄發病率。發病等級分成 5 級，0 級代表無病徵；1 級代表在 1 至 2 片葉上出現輕微斑紋；2 級代表在 3 片或更多葉片上出現輕微斑紋；3 級代表在多數葉片或幾乎全株出現明顯斑紋；4 級代表全株葉片上有明顯的斑紋且葉片產生起泡狀突起或扭曲變形；5 級代表全株明顯的斑紋且葉片產生起泡狀突起或扭曲變形，且嚴重矮化。

三、白殭菌對咖啡植株之內寄生性測試：

利用自咖啡果小蠹 (*Hypothenemus hampei* (Ferrari)) 蟲上分離之白殭菌四株，菌株代號分別為 1480、CS16-1、5486 及 2687，培養至酵母抽出物麥芽培養基 (yeast malt agar, YMA) 上待產孢，並利用添加展著劑之溶劑配製 1×10^8 孢子/毫升之孢子懸浮液，選用株高 20 公分之咖啡，分別利用葉部噴施、莖部注射及土壤灌注等方式進行接種，分別在 2、4、6 及 8 個月後採取根莖葉進行分離，確認咖啡各組織中白殭菌盤踞之情形。

結 果

一、内生白殭菌對白麻莖象鼻蟲防治試驗評估：

9 株白殭菌中有 7 株可以成功盤踞在白麻植株中 (圖一)，包括 ITCC 6063、ITCC 4512、ITCC 4563、ITCC 5562、ITCC 4796、ITCC 5408 及 ITCC 4705，盤踞率在 42.54 至 70.09%，其中最高者為 ITCC 6063 (70.09%)，其次為 ITCC 5562 (67.67%)、ITCC 5408 (64.17%)，ITCC 4512 之盤踞率最低，為 42.54%，而 ITCC 4644 及 ITCC 4925 無法成功盤踞白麻植株中，造成菌株間差異可能原因為菌株間不同的生長速度與對寄主植物的親和性 (Posada & Vega, 2005)。利用分離培養方法檢測白殭菌是否成功盤踞寄主植物耗時且準確率可能較低，原因在於此種偵測方法需密切配合内生真菌與

寄主植物生長速率、分離培養基對內生真菌親和性等因素，所以需要開發更加精確的方式進行內生真菌偵測，在本篇研究中，利用專一性引子對可有效檢測到植物組織受白殭菌的盤踞，且與組織分離法相比較，組織分離法需要 3-6 天才可觀察到菌絲從分離組織長出，但以 PCR 檢測方式僅需要數小時即可確定是否有該內生真菌的盤踞，但此法仍在假設白殭菌為系統性感染，會自種子接種後與植物組織一同生長並存在於葉部。盆栽試驗結果顯示，大部分經白殭菌盤踞之植株受象鼻蟲之危害皆與對照組有顯著差異，其中以 ITCC 5408 對於降低受象鼻蟲危害率最顯著 (圖二)。

二、白殭菌對葡萄露菌病與夏南瓜黃化嵌紋病毒防治效果評估：

將分離自昆蟲體上之白殭菌接種於葡萄植株，經組織分離確認白殭菌對葡萄植株的盤踞率，結果 (圖三) 顯示各菌株間盤踞率差異大，菌株 ATCC 74040 在接種後第 7 天及第 14 天之盤踞率皆為最高，分別平均為 48.5% 及 40%，其次為 ATP05 及 ATP01。其中僅在第二次試驗中，菌株 ATP01 有隨著接種時間盤踞率下降之情形發生。在接種白殭菌 10 天後，利用分子生物技術亦偵測得白殭菌成功盤踞試驗植株。

4 株白殭菌對南瓜植株盤踞率調查為利用組織分離法，並以顯微鏡確認自組織中長出之菌絲屬白殭菌，調查之盤踞率結果 (圖四) 顯示，試驗菌株皆可成功盤踞南瓜植株，4 菌株間無顯著差異。

在測試受白殭菌盤踞後之植株對葡萄露菌病感染情形結果中 (圖五)，所有受白殭菌盤踞後之葡萄植株之發病率皆與對照組有顯著差異，其中發病率 (disease incidence) 調查中以菌株 ATCC 74040 處理後之葡萄植株之葡萄露菌病發病率最低，在罹病度 (disease severity) 調查中，4 株白殭菌菌株間表現則無顯著差異。

內生白殭菌接種南瓜抗夏南瓜黃化嵌紋病毒感染之影響調查結果 (表二、圖六) 顯示，夏南瓜黃化嵌紋病毒發病率 (植株表現受該病毒感染後病徵之百分比) 在受白殭菌處理後之南瓜植株較對照組有顯著差異，處理組之發病率明顯低於對照組，在罹病度調查中結果亦相同。其中在第二次試驗中，處理組之發病有延後發生的情形出現。本項調查中亦利用 DAS-ELISA 進行確認是否有無病徵之病毒感染植株，試驗結果顯示有非常少的樣品有此情形，該受病毒感染卻無病徵之植株中其病毒之毒性力價相對於有病徵者低。

三、白殭菌對咖啡植株之內寄生性研究

自咖啡果小蠹蟲體上分離之白殭菌利用不同接種方式進行對咖啡植株之感染能力測試，結果如表三，結果顯示所有的接種方法皆能成功將白殭菌接種於咖啡植株上，如利用莖部注射方式，在接種後 2 個月有 58.3% 可回分得原接種菌株，其他回分率包括在以灌根接種處理為 25%、葉噴處理為 8.3%，但在接種後 4 及 6 個月後僅利用莖部注射法處理咖啡植株仍可分離得接種菌株，在接種後 8 個月則在任何處理皆無法分得接種菌株。文中亦指出不同的菌株對於咖啡的感染能力也有差異，如菌株 1480 的感染率可以達到 44.4%、菌株 CS16-1 及 5486 的感染率為 22.2%、菌株 2687 感染率為 33.3%，而在接種後 4 個月僅菌株 1480 仍可在咖啡植株中偵測到。

討 論

由此四篇文章可得知，白殭菌盤踞於寄主植物中的偵測方法包括傳統的組織分離培養方法及利用分子生物學的檢測方式進行確認，此外尚可利用掃描式電子顯微鏡進行確認工作，以上方法皆可應用於所有內生真菌盤踞之調查。白殭菌的內寄生性廣泛存在於各種作物上，包括草本及木本植

物，並可以利用不同的接種方式得到驗證。

不同白殭菌菌株盤踞植物之成功率差異可能為菌株間不同的生長速度、內生特性及與寄主植物種類之親和性等 (Biswas et al., 2013)，如白殭菌不同菌株在可可 (Posada and Vega, 2005)、罌粟 (Quesada-Moraga et al., 2006; Quesada-Moraga et al., 2009) 及白麻 (Biswas et al., 2013) 等作物上之盤踞率皆有差異，且在部分報導中指出，內生真菌盤踞寄主植物會隨時間而減少，如在罌粟、咖啡、棉花、小麥、大豆、番茄、玉米、南瓜等皆有此現象，推測可能原因是寄主植物葉片的生長擴張或與原本寄主植物中的內生真菌競爭下造成的結果 (Posada et al., 2007)。影響接種成功率之因子除了上述以外，接種方式亦為重要因子之一。白殭菌接種方式會隨不同種類植物而有差異，如馬鈴薯接種方式為葉部噴施 (Jones, 1994)；玉米為利用注射莖部 (Bing and Lewis, 1991)、施用粒劑在葉鞘 (whorl) 中 (Lewis and Bing, 1991; Bing and Lewis, 1991) 及葉部噴施 (Wagner and Lewis, 2000)；番茄為利用白殭菌包覆種子 (Leckie, 2002; Ownley et al., 2004)；罌粟為利用葉部噴施白殭菌孢子懸浮液或是包覆種子處理 (Quesada-Moraga et al., 2006)；可可 (Posada and Vega, 2005) 及咖啡 (Posada and Vega, 2006) 為利用孢子懸浮液接種在胚軸上，此外白殭菌的接種方式尚包括由害蟲造成之傷口進入，如咖啡果小蠹造成之傷口使白殭菌順利感染咖啡植株 (Posada et al., 2007)。

不同屬之蟲生真菌已被分離確認具有內生特性 (Vega, 2008)，且可以利用不同的人工接種方式將這類的蟲生真菌導入寄主植物中，目的是為了可作為生物防治之用，但目前大多的研究報告僅做到將蟲生真菌成功接種於植物中及評估對病蟲害之影響。在內生真菌進行生物防治之可能機制包括競爭、寄生、產生二次代謝物、或刺激寄主植物生長及增加寄主植物之活力等 (Alabouvette et al., 2009)，而以上作用機制可能為單一或多種同時作用在同一內生真菌中 (Porras-Alfaro and Bayman, 2011)，大部分的報導著重在強調引起植物的防禦作用，特別是指後天系統抗性 (systemic acquired resistance, SAR)，而後天系統抗性常伴隨著水楊酸、茉莉酸、乙烯及其他病程相關蛋白質 (pathogenesis-related proteins, PR protein) 的產生，此外，內生真菌產生之二次代謝物可直接抑制病原菌或是害蟲危害，或是成為刺激寄主植物產生二次代謝物的誘導物質，故植物受內生真菌寄生後常可降低受病蟲害的影響 (Ownley et al., 2010)。Cherry 等人 (2004) 之報告指出，玉米接種白殭菌後可有效降低玉米受玉米非洲大螟的危害；Bing 與 Lewis (1991) 報告亦指出接種白殭菌後之玉米受玉米螟之危害較低，且經白殭菌盤踞後玉米植株組織細胞亦不會有崩解現象 (意指白殭菌的寄生不會造成寄主細胞的破壞)，由以上研究可證實，昆蟲對含有內生真菌之寄主植物危害程度較低的可能原因，包括內生真菌可能干擾昆蟲取食或產生具抗生特性的二次代謝物 (Vega et al., 2009a; Wagner and Lewis, 2000)。內生真菌產生具抗生特性之二次代謝物也首次被 Bacon 等人 (1977) 證實，其報告指出內生真菌 *Epichloe typhina* 當寄生於 *Festuca arundinacea* 時會產生毒素，以保護寄主植物受到植食性哺乳類動物之取食，白殭菌產生的二次代謝物種類包括有 beauvericin、beauverolides、bassianolides、oosporein 及 bassianolone 等，具有抗細菌、抗真菌及抗蟲等活性 (Ownley et al., 2010)。

白殭菌除了為昆蟲病原真菌外，更是植物的內生真菌，當白殭菌被利用作為內寄生性真菌防治劑時，其防治之機制可能因防治對象不同而有差異，如在對防治 *Rhizoctonia solani* 時，其作用機制可能為對空間的競爭作用；在防治 *Pythium myriotylum* 時，因白殭菌菌絲有明顯纏繞 *P. myriotylum* 菌絲情形產生，故“寄生”為其防治之機制 (Griffin, 2007)。在 Ownley 等人 (2008) 報告中指出，利用不同濃度 (1×10^5 、 1×10^7 、 1×10^9 conidial/ml) 之白殭菌菌株 11-98 孢子懸浮液接種棉花苗之根系，對照組則為利用水及已知會誘發誘導系統性抗病因子之化學物質 INA (dichloro-isonicotinic acid) $50 \mu\text{m/ml}$ 處理棉花苗之根系，經過 13 天後再處理 *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum*，48 小時後觀察出現的病徵計算罹病度，結果顯示 1×10^9 conidial/ml 處理及處理 INA 之棉花對於 *X.*

anxonopodis pv. *malvacearum* 之抗性較佳,顯示在本試驗中白殭菌菌系 11-98 防治 *X. anxonopodis* pv. *malvacearum* 之機制包含誘導抗病。總括來說主動抗病機制包括抗生作用 (產生抗生性二次代謝物)、競爭生存空間或是養分、超寄生等,而間接抗病機制則包括有誘導寄主植物產生抗性、增加植物生長等 (Ownley et al., 2008, 2010)。

由以上前人研究的結論可推斷本文探討的第一篇文章中,利用白殭菌接種於白麻植株抗莖象鼻蟲之作用機制較可能為白殭菌干擾昆蟲取食或產生具抗生特性的二次代謝物,使其達到防治白麻莖象鼻蟲之功效。在防治葡萄露菌病研究中,雖然尚未有明確的實驗證實其作用機制,但較有可能為多種作用機制同時出現,包括有競爭、寄生、產生抗生二次代謝物、誘導抗病等。在抑制病毒感染植物及在植物組織中擴散的機制侷限或是抑制病毒的移動,由於白殭菌屬於系統性地在寄主植物細胞間移動 (Landa et al., 2013),故可能可以抑制或是干擾病毒在細胞間的移動。在評估白殭菌接種南瓜後對夏南瓜嵌紋病毒之罹病率調查的第二次實驗中,發現病徵有延緩出現的情形,推測與誘導系統性抗病毒而造成之抑制病徵出現假設 (Fraser, 1979) 相同,故誘導系統性抗病亦有可能是白殭菌降低南瓜受夏南瓜嵌紋病毒感染之作用機制。此外,誘導植物產生抗性以抵抗病毒之感染其作用機制可為抑制病毒增生及累積 (Loebenstein, 1972)。在第三篇文章實驗結果亦顯示利用 DAS-ELISA 偵測病毒量時,在受白殭菌盤踞且無病徵出現的植株上檢測得相當低量之病毒,故推測白殭菌亦對夏南瓜黃化嵌紋病毒有抑制其增生與累積之作用。第四篇文章中探討白殭菌接種咖啡試驗結果顯示,來自咖啡果小蠹上之不同白殭菌菌株皆可利用莖部注射方式完成接種,且其中重要發現為白殭菌可在非接種部位上發現,顯示白殭菌可以在咖啡植株中移行,筆者嘗試利用染色方法觀察白殭菌菌絲在咖啡組織中生長情形,結果並沒有成功,推測原因為染色之目標組織並非白殭菌存活之位置,故認為該因素為接種後重新分離之分離率低的原因。Wanger & Lewis (2000) 利用光學及電子顯微鏡觀察到白殭菌在木質部移行,但卻從未觀察到組織中有孢子的產生。而此結果顯示試驗 4 株白殭菌具有不同對咖啡感染及盤踞的能力,儘管此試驗菌株並無可以長期存在於咖啡植株中之趨勢,推論是否具有內寄生性及與寄主植物的親和性為各菌株的本質。葉部噴灑施用方式為一般農民最常也最方便使用之方法,但其效果在文章中顯示最差,可能可以朝向接種種子種苗方向試驗,期能建立一套最佳的接種方法。

結 論

白殭菌不僅為土壤中普遍存在之一種真菌,更兼具昆蟲病原真菌與植物內生真菌等多種生態角色,目前已有大量報導指出白殭菌除了可以直接寄生昆蟲外,更可以系統性的盤踞於植物組織中,白殭菌除了被報導可成功盤踞於多種草本植物外,更可以盤踞木本植物,如咖啡、可可等,報導指出將白殭菌接種於咖啡種苗上,結果發現白殭菌可以在細胞間移動,造成全株的盤踞。又白殭菌已被報導為咖啡果小蠹蟲之蟲生真菌 (Vega et al., 2009b),故是否可因接種白殭菌而達防止咖啡免受咖啡果小蠹危害,實屬相當有價值之研究。此為開啓另一種生物防治方法的里程碑,期望經由此篇文章可引起國內更多學者投入內生真菌生物防治研究之興趣。

參考文獻

1. Akello, J., Dubois, T., Coyne, D. and Kyamanywa, S. 2008a. Effect of endophytic *Beauveria bassiana*

- on populations of the banana weevil, *Cosmopolites sordidus*, and their damage in tissue-cultured banana plants. *Entomol. Exp. Appl.* 129: 157–165.
2. Akello, J., Dubois, T., Coyne, D. and Kyamanywa, S. 2008b. Endophytic *Beauveria bassiana* in banana (*Musa* spp.) reduces banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) fitness and damage. *Crop Prot.* 27: 1437–1441.
 3. Alabouvette, C., Olivain, C., Migheli, Q. and Steinberg, C. 2009. Microbiological control of soil-borne phytopathogenic fungi with special emphasis on wilt-inducing *Fusarium oxysporum*. *New Phytol.* 184: 529–44.
 4. Bacon, C. W., Porter, J. K., Robins, J. D. and Luttrell, E. S. 1977. *Epichloe typhi* from toxic tall fescue grasses. *Appl. Environ. Microbiol.* 34: 576–581.
 5. Barbarin, A. M., Jenkins, N. E., Rajotte, E. G. and Thomas, M. B. 2012. A preliminary evaluation of the potential of *Beauveria bassiana* for bed bug control. *J. of Inve. Path.* 111 (1): 82–85.
 6. Bark, Y. G., Lee, D. G., Kim, Y. H. and Kang, S. C. 1996. Antibiotic properties of an entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana*, on *Fusarium oxysporum* and *Botrytis cinerea*. *Korean J. Plant Pathol.*, 12: 245–250.
 7. Bing, L. A. and Lewis, L. C. 1991. Suppression of *Ostrinia nubilalis* (Hübner)(Lepidoptera: Pyralidae) by endophytic *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin. *Environ Entomol.* 20: 1207–1211.
 8. Biswas, C., Dey, P., Satpathy, P. S. and Mahapatra, B. S. 2013. Endophytic colonization of white jute (*Corchorus capsularis*) plants by different *Beauveria basiiiana* strains for managing stem weevil (*Apion corchori*). *Phytoparasitica* 41: 17-21.
 9. Cherry, A. J., Banitob, A., Djeguia, D. and Lomer, C. 2004. Suppression of the stem-borer *Sesamia calamistis* (Lepidoptera; Noctuidae) in maize following seed dressing, topical application and stem injection with African isolates of *Beauveria bassiana*. *Inte. J. of Pest Mana.* 50: 67-73.
 10. Clark, M. M., Gwinn, K. D. and Ownley, B. H. 2006. Biological control of *Pythium myriotylum*. *Phytopathology* 96: S25.
 11. Conn, V. M., Walker, A. R. and Franco, C. M. M. 2008. Endophytic Actinobacteria Induce Defense Pathways in *Arabidopsis thaliana*. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 21: 208-218.
 12. Fraser, R. S. S. 1979. Systemic consequences of the local lesion reaction to tobacco mosaic virus in a tobacco variety lacking the N gene for hypersensitivity. *Physiological Plant Pathology* 14: 383–394.
 13. Griffin, M. R., Ownley, B. H., Klingeman, W. E. and Pereira, R. M. 2006. Evidence of induced systemic resistance with *Beauveria bassiana* against *Xanthomonas* in cotton. *Phytopathology* 96: S42.
 14. Griffin, M. R. 2007. *Beauveria bassiana*, a cotton endophyte with biocontrol activity against seedling disease. Ph.D. Dissertation, The University of Tennessee, Knoxville.
 15. Gurulingappa, P., Sword, G. A., Murdoch, G. and McGee, P. A. 2010. Colonization of crop plants by fungal entomopathogens and their effects on two insect pests when in planta. *Biol. Control* 55: 34–41.
 16. Jones, K. D. 1994. Aspects of the biology and biological control of the European corn borer in North Carolina. Ph.D. Dissertation. Department of Entomology. North Carolina State University.
 17. Landa, B. B., López-Díaz, C., Jiménez-Fernández, D., Montes-Borrego, M., Muñoz-Ledesma, F. J., Ortiz-Urquiza, A. and Quesada-Moraga, E. 2013. In-plant detection and monitorization of

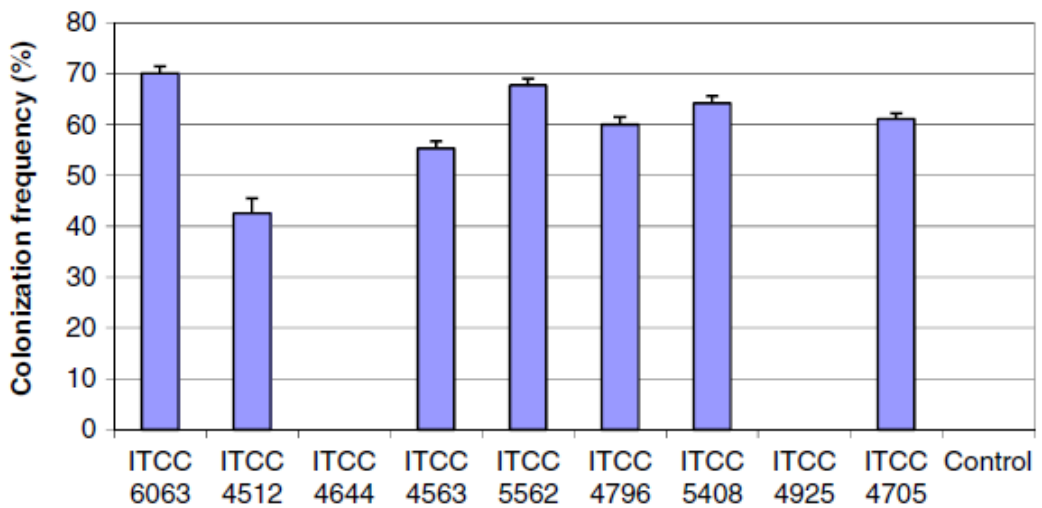
- endophytic colonization by a *Beauveria bassiana* strain using a new- developed nested and quantitative PCR-based assay and confocal laser scanning micro-scropy. *Journal of Invertebrate Pathology* 114: 128–138.
18. Lara, R. J. 2015. Grapevine leaf tissue colonization by the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* s.l. and its effect against downy mildew. *Biocontrol* 60: 103-112.
 19. Lara, R. J. and Nida, M. S. 2014. Endophytic colonisation of squash by the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocerales) for managing Zucchini yellow mosaic virus in cucurbits. *Biocontrol Science and Technology* 24: 1096-1109.
 20. Leckie, B. M. 2002. Effects of *Beauveria bassiana* mycelia and metabolites incorporated into synthetic diet and fed to larval *Helicoverpa zea*, and detection of endophytic *Beauveria bassiana* in tomato plants using PCR and ITS. MS thesis, Department of Entomology, University of Tennessee.
 21. Lee, S. M., Yeo, W. H., Jee, H. J., Shin, S. C. and Moon, Y. S. 1999. Effect of entomopathogenic fungi on growth of cucumber, and *Rhizoctonia solani*. *J. Forestry Sci.* 62: 118–125.
 22. Lewis, L. C. and Bing, L. A. 1991. *Bacillus thuringiensis* Berliner and *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuillemin for European corn borer control: program for immediate and season long suppression. *Canadian Entomologist* 123: 387–393.
 23. Lewis, L. C., Bruck, D. J., Gunnarson, R. D. and Bidne, K. G. 2001. Assessment of plant pathogenicity of endophytic *Beauveria bassiana* in Bt transgenic and non-transgenic corn. *Crop Sci.* 41: 1395–1400.
 24. Loebenstein, G. 1972. Localization and induced resistance in virus-infected plants. *Annual Review of Phytopathology* 10: 177–206.
 25. Luis, C. M., Enith, I. R., Zuleyka Maynarda, S. V. B., Arnold, A. E., Prakash Hebbard, G. J., Samuelse, N. R. and Edward, A. H. 2008. Endophytic fungi as biocontrol agents of *Theobroma cacao* pathogens. *Biological Control* 46: 4-14.
 26. Ownley, B. H., Griffin, M. R., Klingeman, W. E., Gwinn, K. D., Moulton, J. K. and Pereira, R. M. 2008. *Beauveria bassiana*: endophytic colonization and plant disease control. *J. of Inve. Path.* 98: 267-270.
 27. Ownley, B. H., Gwinn, K. D. and Vega, F. E. 2010. Endophytic fungal entomopathogens with activity against plant pathogens: ecology and evolution. *BioControl* 55: 113–28.
 28. Ownley, B. H., Pereira, R. M., Klingeman, W. E., Quigley, N. B. and Leckie, B. M. 2004. *Beauveria bassiana*, a dual purpose biocontrol organism, with activity against insect pests and plant pathogens. In: R. T. Lartey, A. Caesar (Eds). “Emerging concepts in plant health management”. Research Signpost, Kerala, India, pp. 256–269.
 29. Porrás-Alfaro, A. and Bayman, P. 2011. Hidden Fungi, Emergent Properties: Endophytes and Microbiomes *Annu. Rev. Phytopathol.* 49: 291–315.
 30. Posada, F., Aime, M. C., Peterson, S. W., Rehner, S. A. and Vega, F. E. 2007. Inoculation of coffee plants with the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocerales). *Mycol. Res.* 111: 749–758.
 31. Posada, F. and Vega, F. E. 2005. Establishment of the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocerales) as an endophyte in cocoa seedlings (*Theobroma cacao*). *Mycologia* 97: 1195–1200.

32. Posada, F. and Vega, F. E. 2006. Inoculation and colonization of coffee seedlings (*Coffea arabica* L.) with the fungal entomopathogen *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales). *Mycoscience* 47: 284–289.
33. Powell, W. A., Klingeman, W. E., Ownley, B. H., Gwinn, K. D., Dee, M. and Flanagan, P. C. 2007. Endophytic *Beauveria bassiana* in tomatoes yields mycosis in tomato fruit worm larvae. *HortScience* 42: 933.
34. Quesada-Moraga, E., Landa, B. B., Muñoz-Ledesma, J., JIMENEZ-diaz, R. M. and Santiago-A´lvarez C. 2006. Endophytic colonization of *opium poppy*, *Papaver somniferum*, by an entomopathogenic *Beauveria bassiana* strain. *Mycopathol.* 161: 323-329.
35. Quesada-Moraga, E., Muñoz-Ledesma, J. and Santiago-A´lvarez C. 2009. Systemic protection of *Papaver somniferum* L. against *Iraella luteipes* (Hymenoptera: Cynipidae) by an endophytic strain of *Beauveria bassiana* (Ascomycota: Hypocreales). *Environ Entomol.* 38: 723–730
36. Reisenzein, H. and Tiefenbrunner, W. 1997. Growth inhibiting effect of different isolates of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. to the plant parasitic fungi of the genera *Fusarium*, *Armillaria*, and *Rosellinia*. *Pflanzenschutzbericht*, 57: 15–24.
37. Renwick, A. G., Campbell, R. L., Coe, S. and Campbell, R. 1991. Assessment of in vivo screening systems for potential biocontrol agents of *Gaeumannomyces graminis*. *Plant Pathol.* 40: 524–532.
38. Tripath, S., Kamal, S., Sheramati, I., Oelmuller, R. and Varma, A. 2008. Mycorrhizal fungi and other root endophytes as biocontrol agents against root pathogens. *Mycorrhiza* 3: 281–306.
39. Wagner, B. L. and Lewis, L. C. 2000. Colonization of corn, Zeamays, by the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana*. *Appl. Environ. Microbiol.* 66: 3468–3473.
40. Webber, J. 1981. A nature control of Dutch elm disease. *Nature* 292: 449-451.
41. White, J. F., Bacon, C.W., Hywel-Jones, N. L. and Spatafora, J. W. (Eds.). 2003. *Clavicipitalean Fungi: Evolutionary Biology, Chemistry, Biocontrol and Cultural Impacts*. Marcel Dekker, New York.
42. Wilson, D. 1995. Endophyte: the evolution of a term, and clarification of its use and identification. *Oikos* 73: 274-276.
43. Vakili, N. G. 1990. Biocontrol of stalk rot in corn. In: *Proceedings of the Forty-fourth Annual Corn and Sorghum Industry Research Conference*. December 6–7. 1989. Chicago. IL. American Seed Trade Association. Washington. DC. pp. 87–105.
44. Vega, F. E. 2008. Insect pathology and fungal endophytes. *J. Invertebr. Pathol.* 98: 277–279.
45. Vega, F. E., Goettel, M. S., Blackwell, M. Chandler. D., Jackson, M. A., Keller, S., Koike, M., Maniania, N. K., Moonzon, A., Ownley, B. H., Pell, J. K., Rangel, D. E. N. and Roy, H. E. 2009a. Fungal entomopathogens: new insights on their ecology. *Fungal Ecol.* 2: 149-159.
46. Vega, F. E., Infante, F., Castillo, A. and Jaramillo, J. 2009b. The coffee berry borer, *Hypothenemus hampei* (Ferrari) (Coleoptera: Curculionidae): a short review, with recent findings and future research directions. *Terrestrial Arthropod Reviews* 2(2): 129-147.
47. Vesely, D. and Koubova, D. 1994. In vitro effect of the entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., and *B. brongniartii* (Sacc.) Petch on phytopathogenic fungi *Ochr. Rostl.* 30: 113–120.

表一、白殭菌菌株代號及其來源

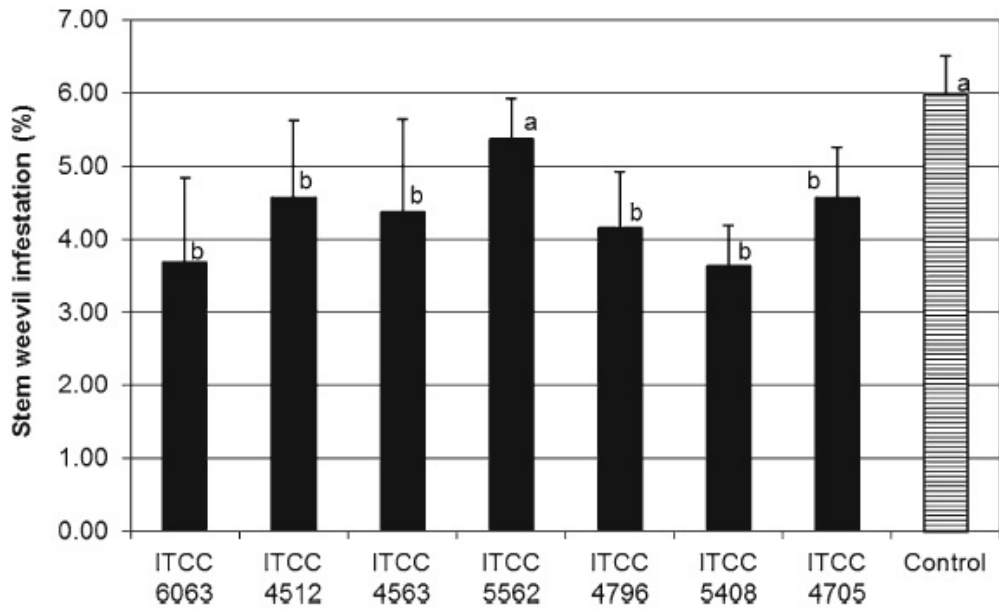
Table1 Isolates code and resources of *Beauveria bassiana* (Biswas et al., 2013)

Isolates	Sources
ATO01	Maize stem borer, <i>Busseola fusca</i>
ATP05	Sorghum chafer, <i>Pachnoda interrupta</i>
EABb04/01-TP	Dead <i>Timaspis papaveris</i>
ATCC74040	Formulated product Naturalis®



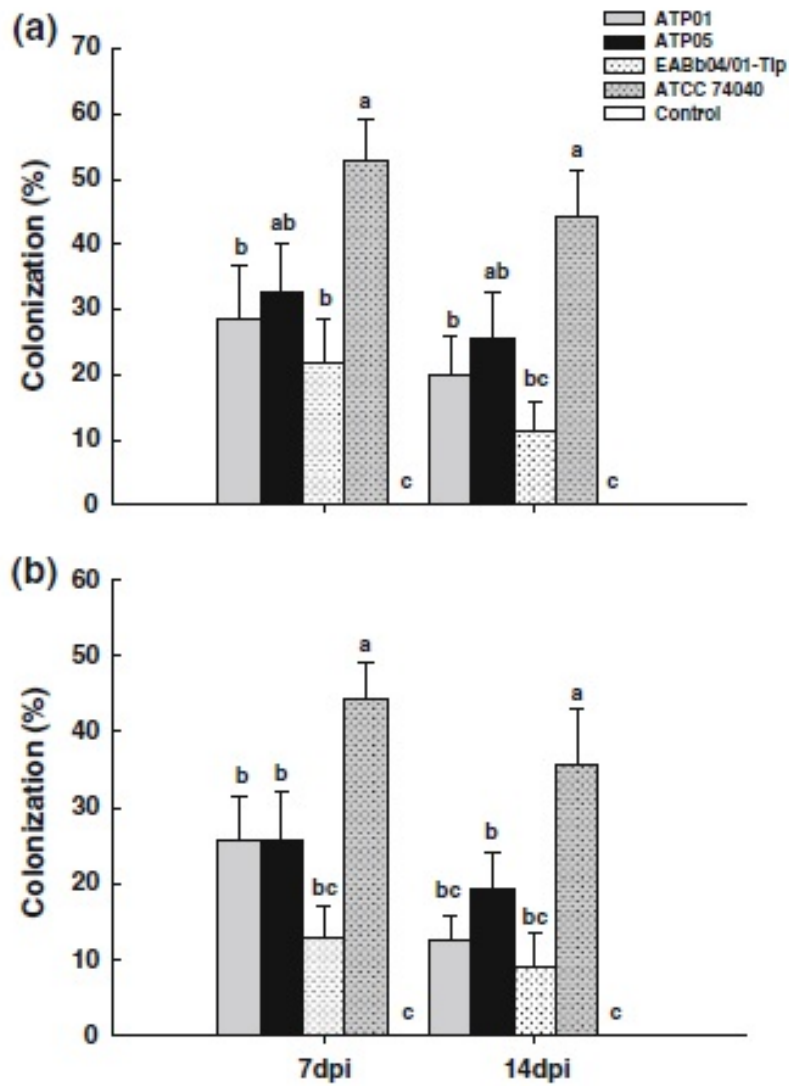
圖一、9 株白殭菌接種白麻植株之盤踞率調查 (Biswas et al., 2013)

Fig. 1. Colonization frequency of different *B. bassiana* strains in white jute



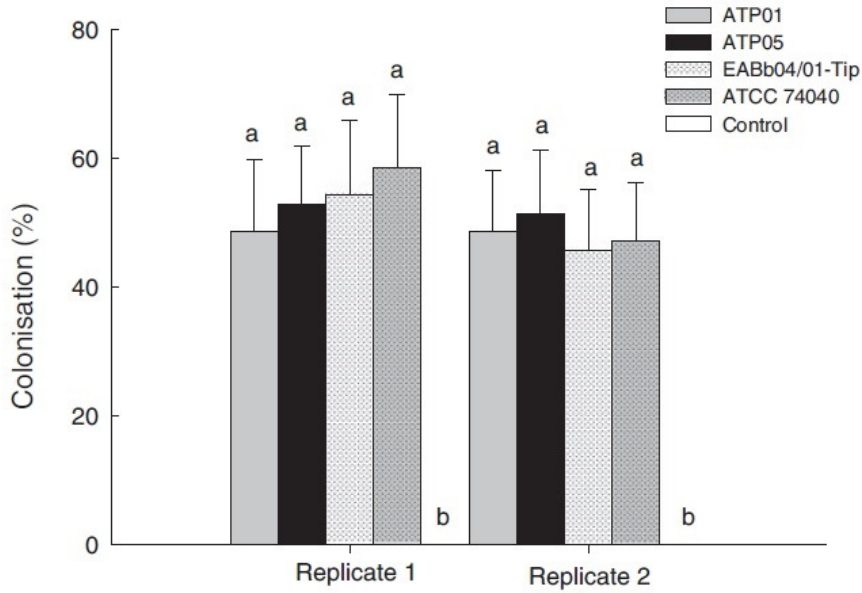
圖二、白麻接種白殭菌後對象鼻蟲危害之影響 (Biswas et al., 2013)

Fig. 2. Effect of endophytic *B. bassiana* on stem weevil infestation in white jute



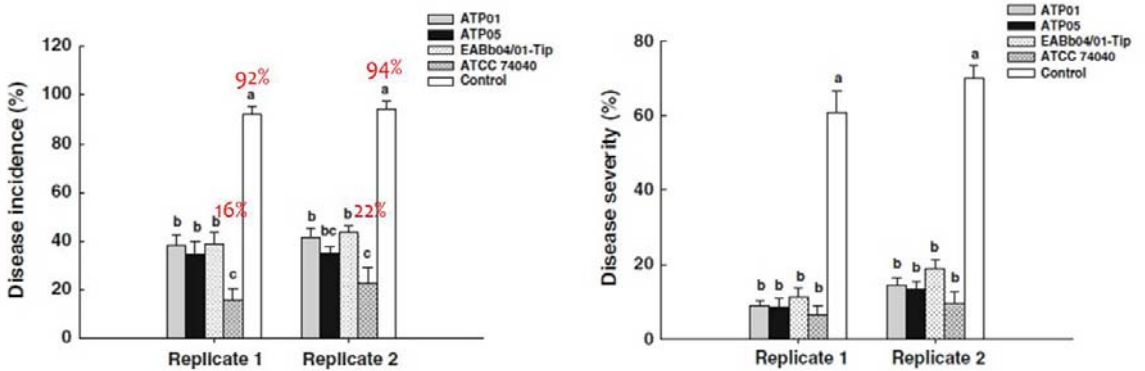
圖三、4 株白殭菌對葡萄植株盤踞率之調查 (Lara, 2015)

Fig. 3. Mean percent colonization of grapevine leaves by different *B. bassiana* strains



圖四、4 株白殭菌對接種南瓜植株 7 天後盤踞率之調查 (Lara and Nida, 2014)。

Fig. 4. Mean percent colonization of squash plants by different *B. bassiana* strains 7 days following inoculation.



圖五、葡萄露菌病對受白殭菌盤踞後之葡萄植株感染情形調查 (Lara, 2015)

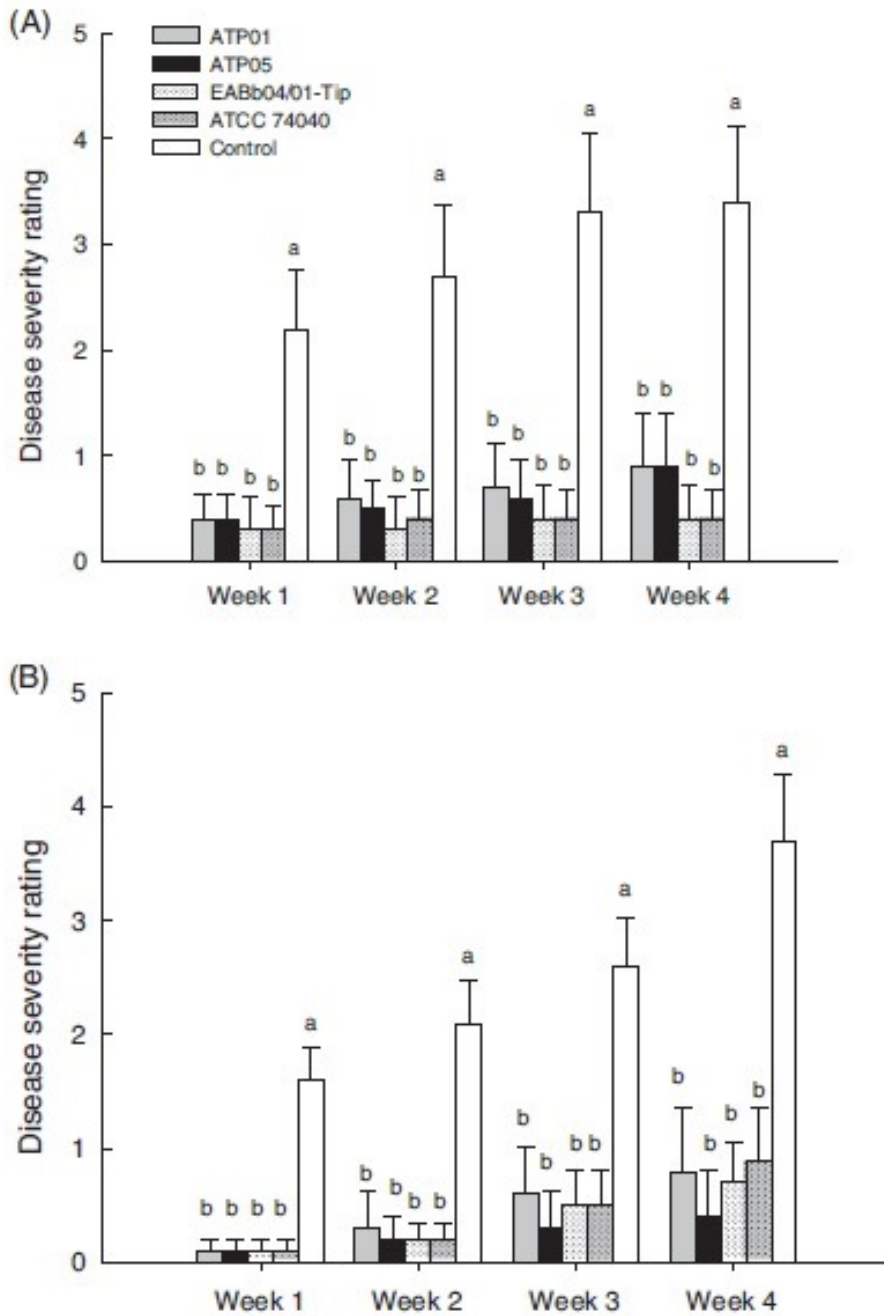
Fig. 5. Mean (+SE) percent disease incidence and severity of downy mildew in grapevine plants previously inoculated with different colonizing *B. bassiana*

表二、内生白殭菌對南瓜受夏南瓜黃化病毒感染之發病率影響

Table 2 Effect of endophytic *B. bassiana* on disease incidence of ZYMV in squash plants
(Lara and Nida, 2014)

		Percentage of disease incidence (mean \pm SE)			
	Treatment	Week 1	Week 2	Week 3	Week 4
Replicate 1	ATP01	30 \pm 0.16b	30 \pm 0.16b	30 \pm 0.16b	30 \pm 0.16b
	ATP05	30 \pm 0.16b	30 \pm 0.16b	30 \pm 0.16b	30 \pm 0.16b
	EABb04/01-Tip	10 \pm 0.11b	10 \pm 0.11b	20 \pm 0.14b	20 \pm 0.14b
	ATCC 74040	20 \pm 0.14b	20 \pm 0.14b	20 \pm 0.14b	20 \pm 0.14b
	Control	80 \pm 0.14a	80 \pm 0.14a	80 \pm 0.14a	80 \pm 0.14a
Replicate 2	ATP01	10 \pm 0.11b	10 \pm 0.11b	20 \pm 0.14b	20 \pm 0.14b
	ATP05	10 \pm 0.11b	10 \pm 0.11b	10 \pm 0.11b	10 \pm 0.11b
	EABb04/01-Tip	10 \pm 0.11b	20 \pm 0.14b	30 \pm 0.16b	40 \pm 0.17b
	ATCC 74040	10 \pm 0.11b	20 \pm 0.14b	30 \pm 0.16b	40 \pm 0.17b
	Control	90 \pm 0.11a	90 \pm 0.11a	90 \pm 0.11a	90 \pm 0.11a

Note: Numbers represent the mean percentage of disease incidence (percentage of plant showing ZYMV symptoms). Means (\pm SE) followed by the same letter within a column are not significantly different at $P = 0.05$ (LSD test after ANCOVA). Experimental Replicates 1 and 2 are presented.



圖六、內生白殭菌對南瓜受夏南瓜黃化病毒感染之罹病度影響 (Lara and Nida, 2014)。

Fig. 6. Effect of endophytic *B. bassiana* on disease severity of ZYMV in squash plants

表三、不同接種方式測試白殭菌對咖啡之感染率 (Posada et al., 2007)

Table 3 Infection rate of *Beauveria bassiana* isolates to coffee plants by using spray, injection, or drenches

Isolate	n ^a	Drench						Injection						Spraying						Total	
		Leaves		Stems		Roots		Leaves		Stems		Roots		Leaves		Stems		Roots		+	%
		+	%	+	%	+	%	+	%	+	%	+	%	+	%	+	%	+	%		
Two months																					
1480	3	0	0	0	0	1	33.3	0	0	3	100	0	0	0	0	0	0	0	0	4	44.4
CS16-1	3	0	0	0	0	1	33.3	0	0	1	33.3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	22.2
5486	3	0	0	1	33.3	0	0	0	0	1	33.3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	22.2
2687	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	66.7	0	0	1	33.3	0	0	0	0	3	33.3
Total		0	0	1	8.3	2	16.7	0	0	7	58.3	0	0	1	8.3	0	0	0	0	11	30.6
Four months																					
1480	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	66.7	0	0	0	0	0	0	0	0	2	22.2
CS16-1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5486	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2687	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		0	0	0	0	0	0	0	0	2	16.7	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5.5
Six months																					
1480	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CS16-1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5486	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	33.3	0	0	0	0	0	0	1	11.1
2687	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8.3	0	0	0	0	0	0	1	2.7

Beauveria bassiana was not detected eight months post-inoculation.

a There were three replicates for each isolate by treatment combination: three different plants were used, and within each plant, leaves, stems and roots were assessed for *B. bassiana* presence.

Introduction of a Bio-control Agent (*Beauveria bassiana*) Accompany with the Endophytic Ability

Shiou-Ruei Lin¹

Summary

Endophytes are microorganisms living in the internal tissues of the plants without causing symptoms. By definition, an endophytic fungus lives in mycelia form in biological association with living plants. The definition includes virtually the entire spectrum of symbiotic interactions in which fungi and plants participate: parasitism, commensalism and mutualism. Some endophytes, such as *Trichoderma*, *Beauveria*, *Streptomyces*, have been applied in greenhouse and field trials as biocontrol agents. *Beauveria bassiana*, a member of the ascomycetous family Clavicipitaceae, is known as an entomopathogenic fungus with worldwide distribution. This family of fungi is found in diverse ecological habitats and also well-known for production of secondary metabolites with toxigenic property. This study aimed at evaluating the endophytic ability of *B. bassiana* for applying to against plant pests and discussing the affinity between *B. bassiana* and woody plants. It expects to apply on the tea, oil-tea and coffee plants in advance to decrease the pesticides application during pest management in the field. Seven *B. bassiana* isolates, ITCC 6063, ITCC 4512, ITCC 4563, ITCC 5562, ITCC 4796, ITCC 5408, and ITCC 4705, were introduced through seed inoculation with spore suspension as an endophyte in white jute. The colonization frequency varied among the strains. Endophytic colonization of *B. bassiana* reduced stem weevil infestation under pot culture. *B. bassiana* isolates which isolated from insects, ATO01, ATO05, EABb04/01-TP and ATCC74040, showed the potential to protect cucurbits and grapevines against Zucchini yellow mosaic virus (ZYMV) and downy mildew caused by *Plasmopara viticola*, respectively. The influence factors of endophytic fungi colonization include growth rate of isolates, endophytic abilities of each fungal strain, compatibility with different host plant species or cultivars and inoculation methods. The mechanisms include direct modes, such as secondary metabolites (antibiosis), competition for space and nutrients and mycoparasitism, and indirect modes which are induced plant resistance and increased plant growth. The mode of action could be single or multiple occur in one endophytic fungus in host plant. It might differ with the control targets.

Key words: Entomopathogenic fungi, Endophytic fungi, Induced systemic resistance, Woody plants

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

冬片茶農藥殘留調查與安全性評估

黃玉如¹ 林秀榮² 巫嘉昌²

摘要

冬片茶生育期間，因早晚氣候冷涼、日夜溫差大，平均日照強度較弱且日照期間短、茶芽生長緩慢，茶葉品質優異，為臺灣優質特色茶類，廣為消費大眾所有喜愛。本研究以修改之 CNS 13570-2 作為冬片茶多重農藥殘留分析之樣品製備方法，檢液分別以高效液相層析儀搭配螢光檢出器及氣相層析儀搭配火焰光度檢出器和電子捕獲檢出器分析 162 種農藥。分別調查 2009-2010 年，南投縣中低海拔茶區之冬片茶樣品共 74 件，49 件檢驗結果符合臺灣茶葉農藥殘留容許量標準，25 件檢驗結果不符合規定。茶樹登記核准使用的藥劑，在不同茶區有相同的趨勢，主要以克凡派、益達胺、賽洛寧及陶斯松為主。以檢出農藥最大值估算農藥暴露量評估冬片茶安全性，計算暴露量結果均低於每人每日最大允許攝入量，顯示挑選符合殘留容許量標準的茶葉，其產品安全性並無疑慮。

關鍵字：茶、農藥殘留、食品安全

前言

臺灣是世界上包種茶主要產地之一，因氣候環境適合茶樹栽種，一年可採收四至五次，在冬茶採收後，因氣溫下降，茶樹生理代謝及機能趨緩，茶樹呈現休眠狀況。然而近年來，因全球氣候異常變遷，呈現氣候暖化現象，造成中南部中低海拔茶區之冬茶採收後，溫度較往年提高，促使茶芽提早萌發，尤其以四季春及臺茶 12 號因對溫度敏感度低，配合適當肥培管理造成冬茶採收後，約經 80 天生育期茶芽便萌發成熟可進行採摘，此季節所採摘之茶葉，稱為「冬片茶」、「冬片仔」或「六水或七水仔茶」（邱，2008）。

冬片茶生育期間，因早晚氣候冷涼、日夜溫差大，平均日照強度較弱且日照期間短，造成茶葉短小，且萌芽 2 至 3 葉便停止生長，此外，此期間所累積之胺基酸與碳水化合物較其他茶季高，故所製成之茶葉較不苦澀，不但具有獨特花香，茶湯滋味甘甜清潤，水色蜜綠明亮，品質優於其他茶季，為高海拔茶區及進口茶葉所無法媲美，堪為中南部中低海拔之特色茶（邱，2008）。

隨著國人生活水準提高，對於食品安全和食品標示等廣受各界的關注，尤其是食品的有效期限、農藥殘留及添加物等皆為消費者關心的話題。過去有許多學者曾對茶湯中殘留農藥情形進行研究 (Wan et al., 1991; Bhattacharya et al., 1995; Chen and Wan, 1988; Chen et al., 1987)，而 Ozbey

1. 行政院農委會茶業改良場凍頂工作站 助理研究員。臺灣 南投縣。

2. 行政院農委會茶業改良場 助理研究員、研究員兼課長。臺灣 桃園市。

和 Uygun 等 (2007) 指出, 茶葉中殘留有機磷農藥, 經沖泡後, 茶湯中殘留該類型農藥, 此與農藥之水溶解度、分配係數和亨利常數皆呈現顯著相關 (Nagayama, 1996; Gupta et al., 2008), 此外, 尚有許多文獻指出藥用植物或超市食品均有農藥殘留情形 (Abou-Arab and Abou-Donia, 2001; Zuin and Vilegas, 2000; Bai et al., 2006)。近年來, 食品或農產品中農藥殘留事件層出不窮, 造成消費者恐慌。本研究針對臺灣中低海拔茶區之冬片茶, 進行農藥殘留調查與安全性評估, 以確保冬片茶之安全性, 並提供相關單位辦理安全用藥輔導之參考。

材料及方法

一、儀器與分析條件

(一) 氣相層析儀 (Gas chromatography, GC) :

GC (Agilent Technologies 6890N) 串聯火焰光度檢出器 (Flame photometric detector, FPD) 及電子捕獲檢出器 (micro Electron capture detector, μ -ECD)。FPD 檢出器溫度為 280 °C, μ -ECD 檢測溫度為 300°C。FPD 串接層析管為 DB-608 毛細管柱 (內徑 0.53 mm \times 30 mm, Agilent, USA), 分析方式採梯度方式進行, 初溫為 170°C 維持 2 分鐘, 以每分鐘 4°C 升至 230°C, 230°C 維持 5 分鐘, 再以每分鐘 10°C 升至 260°C, 260°C 維持 15 分鐘 (巫, 2003)。 μ -ECD 串接層析管為 DB608 毛細管柱 (內徑 0.53 mm \times 30 mm, Agilent, USA), 分析方式採梯度方式進行, 初溫為 170°C 維持 2 分鐘, 以每分鐘 4°C 升至 230°C, 230°C 維持 10 分鐘, 再以每分鐘 10°C 升至 260°C, 260°C 維持 25 分鐘 (林等, 2008)。

(二) 高效液相層析儀 (High performance liquid chromatography, HPLC)

HPLC (Agilent Technologies 1100) 串聯螢光檢測器 (Fluorescence detector, FLD) 及後反應槽 (Pickering RCX 5200), 層析管為 Microsorb Rain C18, 移動相為 H₂O/CH₃CN=70/30, 流速為每分鐘 1ml, 呈梯度改變, 反應劑為 0.05 N NaOH 及 O-phthalaldehyde Buffer, 流速為每分鐘 0.3ml, 反應溫度為 100°C, 總分析時間為 20 分鐘 (Wu et al., 2009)。

二、試驗藥劑

丙酮、正己烷、乙腈、二氯甲烷、甲苯、無水硫酸鈉、氯化鈉等均採用化學試藥特級或液相層析級; 二氯松 (Dichlorvos) 等 162 種農藥對照用標準品購自農業委員會農業藥物毒物試驗所。

三、器具及材料

分析天平 (SARTORIUS CP-423S)、均質機 (POLYTRON PT-3100)、布赫納式漏斗 (Buchner funnel)、吹氮機 (Organomation Associates, Inc. N-EVAP-111)、Florisil 淨化管 (J. T. Baker 7213-07, 1000 mg/6 ml)、ENVI-Carb 淨化管 (Supelco 54035-U, 1000 mg/6 ml)、Amino 淨化管 (Agilent 188-1060, 1000 mg/6 ml)、C18 SPE 淨化管 (Supelco clean LC-18, 3 ml Tubes, Supelco)、硝子注射筒裝過濾膜 (0.2 μ m, 13 mm)。

四、樣品與分析製備方法

(一) 分析樣品來源

蒐集南投縣名間及竹山地區 2009-2010 年之冬片茶分別為 29 及 45 件, 採用本研究所評估建立之冬片茶農藥殘留分析方法進行定性及定量分析。

(二) 分析製備方法評估

1. 修改之 CNS-13570-2 前處理方法

取均質茶粉 10 克加入 40 毫升純水並靜置 20 分鐘後, 加入 80 毫升乙腈, 以均

質機均質 1 分鐘，利用濾紙過濾（2 號，直徑 11 公分），將濾液倒入 250 毫升之共栓量筒，以乙腈定容至 200 毫升，加入 15 克氯化鈉，震盪 1 分鐘後靜置 15 分鐘；取 10 毫升上層濾液以氮氣吹乾濃縮，加入 0.5 毫升丙酮及 4.5 毫升二氯甲烷，將濃縮液載入 Amino 淨化管淨化，以 8 毫升丙酮/二氯甲烷（1/9、v/v）分次沖提，沖提液經氮氣吹乾濃縮後，以乙腈定容至 1 毫升，過 0.2 μm 過濾膜後，待分析。

2. 離心方法

取均質茶粉 10 克加入 40 毫升純水並靜置 20 分鐘後，加入 80 毫升乙腈，以均質機均質 1 分鐘，利用濾紙過濾（2 號，直徑 11 公分），將濾液倒入 250 毫升之共栓量筒，以乙腈定容至 200 毫升，加入 15 克氯化鈉，震盪 1 分鐘後靜置 15 分鐘；取 10 毫升上層濾液以氮氣吹乾濃縮，以乙腈定容至 2 毫升，離心 5 分鐘，取上層離心液 1 毫升，過 0.2 μm 過濾膜後，待分析。

3. 安捷倫實驗室方法

取均質茶粉 10 克加入 100 毫升乙腈，震盪 30 分鐘後抽氣過濾，吹氮濃縮至萃取液 5 毫升，將萃取液加入 100 毫升 4%氯化鈉水溶液，再加入 50 毫升二氯甲烷震盪 10 分鐘，取下層液加入無水硫酸鈉震盪 30 秒後過濾，收集萃取液濃縮至 1 毫升，殘留物溶解於 5 毫升甲醇，將濃縮液載入 C18 SPE 淨化管，再用 5 毫升甲醇進行沖提，收集 10 毫升甲醇沖提液以氮氣吹乾濃縮，再以乙腈定容至 1 毫升，以 0.2 μm 濾膜過濾後，待分析。

4. 日本新方法-A

取均質茶粉 10 克加入 50 毫升乙腈，以均質機均質 1 分鐘後抽氣過濾，殘渣再以 20 毫升乙腈洗入原打碎瓶，均質一分鐘，合併兩次過濾液，並定量至 100 毫升，取 20 毫升定量液，於分液漏斗內，加入 10 克氯化鈉及 20 毫升磷酸緩衝液（0.5 mol/L，pH 7.0），震盪 10 分鐘，收集乙腈層以無水硫酸鈉脫水過濾，吹氮濃縮至微乾，以丙酮洗至試管，氮氣吹乾，以乙腈定容至 1 毫升，以 0.2 μm 濾膜過濾後，待分析。

5. 日本新方法-B

取均質茶粉 10 克加入 50 毫升乙腈，以均質機均質 1 分鐘後抽氣過濾，殘渣再以 20 毫升乙腈洗入原打碎瓶，均質一分鐘，合併兩次過濾液，並定量至 100 毫升，取 20 毫升定量液，於分液漏斗內，加入 10 克氯化鈉及 20 毫升磷酸緩衝液（0.5 mol/L，pH 7.0），震盪 10 分鐘，收集乙腈層以無水硫酸鈉脫水過濾，40°C 下濃縮至微乾，以 2 毫升甲苯/乙腈（1/3，v/v）溶解，將上述液體載入 ENVI-Carb/lc-NH₂ 淨化管，以 20 毫升甲苯/乙腈（1/3，v/v）進行沖提，沖提液吹氮濃縮至 1 毫升，加 10 毫升丙酮，濃縮至 1 毫升，再加 5 毫升丙酮，濃縮至乾，以丙酮洗至試管，氮氣吹乾，以乙腈定容至 1 毫升，以 0.2 μm 濾膜過濾後，待分析。

結果與討論

一、茶葉農藥殘留分析樣品製備方法評估

本研究共比較五種殘留農藥樣品製備方法，包括修改之 CNS-13570-2、離心方法、安捷倫實驗室方法、日本新方法-A 及日本新方法-B。此五種樣品製備方法中以安捷倫實驗室方法、日本新方法-A 及日本新方法-B 在進行茶葉殘留農藥萃取過程的乙腈用量較少為 100 毫升，而修改之

CNS-13570-2 及離心方法的乙腈量較多為 170 毫升；在樣品製備過程所耗費之時間由少至多排列依序為離心方法、日本新方法-A、修改之 CNS-13570-2、日本新方法-B 及安捷倫實驗室方法，消耗時間分別為 1.5、2、2.5、3 及 4 小時（表一）。

為評估不同樣品製備方法對不同類型藥劑的適用性，本研究以前添加方式添加有機磷類、有機氯暨雜環類及氨基甲酸鹽類等三大類農藥共 51 種藥劑，經五種不同樣品製備方法，計算各藥劑回收率以評估不同樣品製備方法的適用性。

修改之 CNS-13570-2 樣品製備過程約 2.5 小時。測試 28 種有機磷類、14 種有機氯暨雜環類及 9 種氨基甲酸鹽類等三大類農藥之回收率，三大類農藥中以有機氯暨雜環類及氨基甲酸鹽類農藥之結果較佳，在供試藥劑中分別有 13 種（93%）及 8 種（89%）藥劑的回收率介於 $100 \pm 40\%$ 可接受範圍，回收率分別為 72.3 ~ 120.1% 及 80.7 ~ 97.1%；以有機磷類農藥結果較差，28 種有機磷類供試藥劑，僅有 8 種（29%）藥劑的回收率介於可接受範圍，回收率為 72.5 ~ 137.7%。離心方法樣品製備過程約 1.5 小時。分析三大類農藥之回收率，以有機磷類農藥之結果較佳，28 種供試藥劑有 24 種藥劑的回收率介於可接受範圍，回收率為 62.7 ~ 104.8%；其次為氨基甲酸鹽類農藥，9 種供試藥劑有 2 種藥劑的回收率介於可接受範圍，回收率為 92.9 ~ 135.3%；以有機氯暨雜環類農藥表現最差，14 種供試藥劑的回收率，皆未達到 $100 \pm 40\%$ 可接受範圍內。

安捷倫實驗室方法樣品製備過程約 4 小時。分析三大類農藥之回收率，以氨基甲酸鹽類農藥之結果最佳，9 種供試藥劑的回收率均在 $100 \pm 40\%$ 可接受範圍內，回收率介於 65.7 ~ 119%；有機磷類農藥次之，28 種供試藥劑有 23 種藥劑的回收率介於可接受範圍，回收率為 65.7 ~ 106.2%；有機氯暨雜環類農藥之結果最差，僅 6 種供試藥劑的回收率介於可接受範圍，回收率為 62.2 ~ 77.4%。

日本新方法-A 樣品製備過程約 2 小時。分析三大類農藥之回收率，以氨基甲酸鹽類農藥之表現最佳，9 種供試藥劑的回收率均在 $100 \pm 40\%$ 可接受範圍內，回收率為 76.9 ~ 119.4%；有機磷類及有機氯暨雜環類農藥的回收率，皆未達到 $100 \pm 40\%$ 可接受範圍內。

日本新方法-B 樣品製備過程約 3 小時。分析有機磷類、有機氯暨雜環類及氨基甲酸鹽類等三大類農藥的回收率，皆未達到 $100 \pm 40\%$ 可接受範圍內（表二）。

由上述結果顯示，以五種不同的樣品製備方法進行茶葉中多重農藥殘留分析，以修改之 CNS-13570-2 樣品製備方法表現較佳，故本研究將以修改之 CNS-13570-2 作為茶葉中多重農藥殘留分析的樣品製備方法，進行冬片茶農藥殘留調查與安全性評估。

二、冬片茶農藥殘留調查結果

本研究為了評估冬片農藥殘留情形與安全性，2009-2010 年蒐集名間及竹山地區之冬片茶分別為 29 及 45 件。以前述所評估之分析製備方法，修改 CNS-13570-2 方法進行樣品製備，並分別以高效液相層析儀搭配螢光檢出器及氣相層析儀搭配火焰光度檢出器和電子捕獲檢出器，針對共 162 種農藥進行定性定量分析，檢驗結果依據當時衛生福利部公告之「農藥殘留容許量標準」予以判定。

由於「農藥殘留容許量標準」採取正面表列的方式，唯有列在表上的農藥與作物可以有殘留情形，且訂定有容許量標準；至於沒有訂定殘留標準的，以及公告禁止使用的農藥，除另有規定外，依法不得有殘留。因此，農藥殘留檢驗結果出現不合格的情形有兩種：（1）殘留量超過公告的容許量標準，及（2）檢驗出沒有訂定容許量標準或禁用的農藥。

74 件冬片茶樣品，檢驗結果符合臺灣茶葉農藥殘留容許量標準規定者有 49 件（佔 66.2%），不符合規定者有 25 件（佔 33.8%）。其中，名間茶區 29 件樣品，符合規定者有 22 件（佔 75.9%），

不符合規定者有 7 件 (佔 24.1%)；竹山茶區 45 件樣品，符合規定者有 27 件 (佔 60%)，不符合規定者有 18 件 (佔 40%) (表三)。

分析的 74 件樣品中，因檢出農藥超過殘留容許量標準及檢出沒有訂定容許量標準的農藥而違規的樣品分別有 10 件及 18 件。10 件因超量違規的樣品，分別有 4 件及 6 件來自名間及竹山茶區；其殘留超量的農藥為克凡派、畢芬寧、亞滅培、賽洛寧、芬普寧、第滅寧、益達胺及加保扶等 8 種農藥。18 件因檢出沒有訂定容許量標準的農藥違規的樣品，分別有 4 件及 14 件來自名間及竹山茶區；共檢出普硫松、撲克拉、托福松、愛殺松、二氯松、依普同、新殺蟎、撲滅寧及雙特松等 9 種農藥，均為未登記核准使用於茶樹的農藥 (表三)。

名間茶區之 29 件冬片茶樣品中有 4 件超量違規，超量農藥為克凡派、畢芬寧及亞滅培，其檢出濃度分別為 2.54、2.77~2.82 及 2.03 mg/kg；有 4 件檢出茶樹未核准使用的農藥普硫松、撲克拉及托福松；29 件冬片茶樣品有 1 件同時超量及檢出未核准使用藥劑。

竹山茶區之 45 件冬片茶樣品中有 6 件超量違規，超量農藥為賽洛寧、芬普寧、第滅寧、克凡派、益達胺及加保扶，其檢出濃度分別為 1.01、6.55、5.74、3.75、5.19 及 1.42 mg/kg；有 14 件檢出茶樹未核准使用農藥愛殺松、二氯松、依普同、普硫松、新殺蟎、撲滅寧及雙特松等；45 件冬片茶樣品有 2 件同時超量及檢出未核准使用藥劑 (表四)。

三、不同茶區用藥習慣分析

名間茶區之 29 件冬片茶樣品共檢出 30 種農藥殘留，包括 27 種茶樹核准使用藥劑：克凡派、益達胺、賽洛寧、芬普寧、陶斯松、畢芬寧、第滅寧、亞滅培、納乃得、加保利、加保扶、氟芬隆、賽扶寧、百滅寧、氟尼胺、得克利、滅大松、布芬淨、芬化利、克福隆、芬普蟎、百克敏、護賽寧、三泰隆、賽速安、可尼丁和合芬寧，及 3 種非茶樹核准使用藥劑：普硫松、撲克拉及托福松等。

竹山茶區之 45 件冬片茶樣品共檢出 33 種農藥殘留，包括 26 種茶樹核准使用藥劑：克凡派、益達胺、賽洛寧、芬普寧、陶斯松、畢芬寧、第滅寧、亞滅培、納乃得、加保利、加保扶、氟芬隆、賽扶寧、百滅寧、氟尼胺、得克利、滅大松、布芬淨、芬化利、克福隆、百克敏、護賽寧、畢達本、福化利、三泰隆及三得芬等，及 7 種非茶樹核准使用藥劑：愛殺松、二氯松、依普同、普硫松、新殺蟎、撲滅寧及雙特松等。

由 74 件不同茶區之冬片茶所有檢出農藥發現，檢出頻率最高的農藥依序為克凡派、益達胺、賽洛寧及陶斯松，其檢出率分別為 86.5%、67.6%、51.4%及 48.7%。分析不同茶區冬片茶最常檢出農藥發現，名間茶區檢出頻率最高的農藥依序為克凡派、益達胺、賽洛寧及陶斯松，檢出率分別為 86.2%、62.1%、55.2%及 48.3%；竹山茶區檢出頻率最高的農藥依序為克凡派、益達胺及賽洛寧、陶斯松、芬普寧，檢出率分別為 86.7%、71.1%及 48.9% (表五)。整體而言，名間及竹山茶區主要使用的農藥種類大致相同，以克凡派、益達胺、賽洛寧及陶斯松為主。另由表五發現，在茶樹核准使用藥劑清單中賽速安、芬普蟎、可尼丁及合芬寧等 4 種農藥僅在名間茶區之冬片茶樣品中出現；而得克利、畢達本、福化利及三得芬等 4 種農藥僅在竹山茶區之冬片茶樣品中出現，顯示在不同茶區間冬片茶的用藥習慣或病蟲害發生情形可能有所差異。

在非茶樹核准使用藥劑清單 (表六)，名間與竹山茶區出現之藥劑亦不相同，例如：撲克拉及托福松僅在名間茶區出現；而愛殺松、二氯松、依普同、新殺蟎、撲滅寧及雙特松等，則僅在竹山茶區出現；但由於調查樣本數不足，又這些藥劑檢出濃度非常低，是因非法使用抑或是環境因素造成，則需要更進一步調查。然而，在這些未登記核准於茶樹使用之農藥中，特別值得注意的是有機磷類殺蟲劑愛殺松檢出率為 10.8%，是檢出頻率最高的非茶樹核准使用農藥，且檢出濃度介於 0.01 - 0.17 mg/kg，應加強宣導使用登記核准於茶園使用之農藥，避免使用未登記核准使用之

藥劑，此乃因未核准使用的藥劑，並無茶樹上推薦使用的方法，農民若隨意使用，易發生藥害、殘留量過高或甚至危害施藥者健康的情形。

綜合上述結果可知，名間及竹山茶區冬片茶用藥習慣可分兩方面說明，在「核准使用」的藥劑部分，不同茶區有相同的趨勢，主要以殺蟲劑克凡派、益達胺、賽洛寧及陶斯松為主；而在「未核准使用」的藥劑部分，不同茶區間檢出的藥劑種類不盡相同，但此類藥劑其檢出濃度大多非常微量，且檢出次數太少，若要進一步釐清原因，則須再蒐集更多的冬片茶樣品進行分析配合田野調查，方可探討是人為因素或環境因素所致。

四、冬片茶安全性評估

農藥殘留基準即農藥殘留容許量 (Maximum residue limits, MRLs) 或稱為殘留限量，為確保食品安全所訂定的重要品質標準之一。由於各國作物與病蟲害發生情況不同，因此登記可用之病蟲害防治藥劑會有所差異，此外，由於各國的氣候因子、環境因子及施藥方式的差異，藥劑在不同作物上的殘留容許量訂定也會有所不同。對於殘留容許量的研定需具備：1. 每人每日可攝食量 (Acceptable daily intake, ADI)、2. 各類作物之國民平均取食量、3. 農藥在不同作物中之實際殘留量等 3 項基本資料，然因各國取食方法、主要攝食種類、數量，以及施藥方式等不同，造成同一種作物於不同國家設定之殘留限量有所不同。

比較臺灣、日本及歐盟等國家的茶葉農藥殘留容許量標準發現，殘留容許量標準最嚴格的為歐盟，其次為臺灣。由表七發現，愛殺松、二氯松、依普同、普硫松、撲克拉、托福松、新殺和撲滅寧等藥劑，在臺灣並未訂定茶葉的殘留容許量標準，但在日本或歐盟則有訂定殘留容許量標準，這可能是因為這些藥劑在臺灣並未登記核准使用於茶樹上，因此缺乏茶樹上的藥效、藥害及消退試驗等科學數據，無法提供研訂這些藥劑在茶葉上的殘留容許量標準時之參考。對於有這種情形的農藥，在輔導安全合理用藥時，應特別提醒農民注意，避免發生因不了解，導致誤用而觸法。

為進行冬片茶安全性評估，本研究根據冬片茶農藥殘留調查結果及國人茶葉平均取食量 (1.9 公斤/人/年)，估算國人取食茶葉的農藥暴露量，並以暴露量占每人每日最大允許攝入量 (maximum permissible intake, MPI) 的百分比作為風險描述依據。根據評估結果發現，以實際殘留平均值估算出冬片茶農藥暴露量，僅占 MPI 的 0.01 ~ 2.17%，而以殘留容許量標準估算的暴露量，約占 MPI 的 0.17 ~ 5.78%，若以實際殘留最大值估算的暴露量，則占 MPI 的 0.01 ~ 4.98% (表八)。由上述結果可知，冬片茶殘留農藥對取食茶葉的暴露風險很低，只要挑選符合殘留容許量標準的茶葉，其產品安全性並無疑慮。

政府以「農藥殘留容許量標準」做為行政管理上的管制點，確保農民依規定用藥，並對不合格產品採取行動的界線。此標準訂定原則是依農藥的「無可觀察危害效應劑量 (No observed adverse effect level, NOAEL)」為計算基準；依據政府核准的使用方法及防治作物為對象；最後還要考慮加上國人對農產品食用習慣及食用量等因素，研訂每一類農作物中的各種農藥殘留容許量標準。訂定標準時會收集農藥實際在作物上的殘留情形、每人每天最高可以容許攝入該農藥的量、國人會取食的農作物種類、每個種類的取食量等科學資料，在評估時假設的情境，都是模擬最壞的情況；如吃到的五穀、蔬菜水果等都有農藥殘留，食用前不經過水洗、去皮或烹煮，並且在有生之年每日都吃到有農藥殘留的農產品，依據這些假設訂定的標準。而茶葉的殘留農藥標準，則是對於沖泡前的茶葉進行規範。在如此嚴格的標準下，只要不是一次吃下極大量相同的農作物，依國人的食用習慣，即使偏食某種蔬果，也不會對健康造成危害。即使在偶爾不慎食用到稍微超過此一容許量標準之農產品，也並不會有立即性的危險，毋須對此產生不必要的恐慌。

結 論

本研究評估五種樣品製備方法，以修改之 CNS-13570-2 樣品製備方法表現較佳，故以修改之 CNS-13570-2 作為冬片茶中多重農藥殘留分析的樣品製備方法，並以高效液相層析儀搭配螢光檢出器及氣相層析儀搭配火焰光度檢出器和電子捕獲檢出器分析 162 種農藥，進行冬片茶農藥殘留調查與安全性評估。74 件冬片茶樣品，有 49 件（佔 66.2%）檢驗結果符合臺灣茶葉農藥殘留容許量標準，有 25 件（佔 33.8%）檢驗結果不符合規定。名間及竹山茶區冬片茶用藥習慣可分兩方面說明，在「核准使用」的藥劑部分，不同茶區有相同的趨勢，主要為克凡派、益達胺、賽洛寧及陶斯松；而在「未核准使用」的藥劑部分，不同茶區間檢出的藥劑種類不盡相同，但此類藥劑其檢出濃度大多非常微量，且檢出次數太少，若要進一步釐清原因，則須再蒐集更多的冬片茶樣品進行分析，方可探討為人為因素或先天環境條件所致。冬片茶安全性評估，以殘留平均值估算出冬片茶農藥暴露量，僅占 MPI 的 0.01 ~ 2.17%，而以殘留容許量標準估算的暴露量，約占 MPI 的 0.17 ~ 5.78%，若以殘留最大值估算的暴露量，則占 MPI 的 0.01 ~ 4.98%，顯示挑選符合殘留容許量標準的茶葉，其產品安全性並無疑慮。

致 謝

本研究承蒙茶業改良場凍頂工作站及南投農藥檢驗中心同仁：謝秀容、林麗華、張淑惠、竺敏雯、林正偉及洪國瑜等人協助試驗與分析工作，於此一併致以最誠摯的謝意。

參考文獻

1. 邱垂豐. 2008. 全球暖化 冬片仔茶一枝獨秀. 茶業專訊 63: 14。
2. 巫嘉昌. 2003. 茶菁中有機磷殺蟲劑之殘留量研究. 臺灣茶業研究彙報 22: 101-112。
3. 林正偉、巫嘉昌、侯金日. 2008. 降雨對茶樹噴施四種合成除蟲菊殺蟲劑消退之影響. 臺灣茶業研究彙報 27: 63-72。
4. Abou-Arab, A. A. K. and Abou-Donia, M. A. 2001. Pesticide residues in some Egyptian spices and medicinal plants as affected by processing. *Food Chemistry* 72: 439-445.
5. Bai, Y., Zhou, L. and Wang, J. 2006. Organophosphorus pesticide residues in market foods in Shaanxi area, China. *Food Chemistry* 98: 240-242.
6. Bhattacharya, A., Chowdhury, A., Somchowdhury, A. K., Pallarl, A. K. and Roy, U. S. 1995. Studies on residues, persistence and pre-harvest interval of cythion, durmet and ripcord in made tea of Darjeeling. *Pestology* 21(2): 28-36.
7. Chen, Z. M. and Wan, H. B. 1988. Factors affecting residues of pesticides in tea. *Pesticide Science* 23: 109-118.
8. Chen, Z. M., Wan, H. B., Wang, Y., Xue, Y. and Xia, H. 1987. Fate of pesticides in the ecosystem of tea garden. In *Proceedings of the international symposium, tea quality-human health*, November 4-9. pp. 146-149. Hangzhou, China: Tea Research Institute, Chinese Academy of Agriculture Sciences.

9. Gupta, M., Sharma, A. and Shanker, A. 2008. Dissipation of imidacloprid in Orthodox tea and its transfer from made tea to infusion. *Food Chemistry* 106: 158-164.
10. Nagayama, T. 1996. Behavior of residual organophosphorus pesticides in foodstuffs during leaching and cooking. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44: 2388-2393.
11. Ozbey, A. and Uygun, U. 2007. Behaviour of some organophosphorus pesticide residues in peppermint tea during the infusion process. *Food Chemistry* 104: 237-241.
12. Wan, H., Xia, H. and Chen, Z. 1991. Extraction of pesticide residues in tea by water during the infusion process. *Food Additives and Contaminants* 8: 497-500.
13. Wu, C. C., Chu, C., Wang, Y. S. and Lur, H. S. 2009. Analysis of carbamate pesticides residues in tea samples by high-performance liquid chromatography with fluorescence detector. *Journal of Environmental Science and Health, Part B* 44: 58-68.
14. Zuin, V. G. and Vilegas, J. H. Y. 2000. Pesticide residues in medicinal plants and phytomedicines. *Phytotherapy Research* 14: 73-88.

表一、五種樣品製備方法之比較

Table 1 Comparison of preparation methods for five samples

	A ^a	B	C	D	E
乙腈用量 (mL)	170	170	100	100	100
Consume of ACN					
時間 (小時)	2.5	1.5	4	2	3
Time spent (hr)					

^a: 五種樣品製備方法 A、B、C、D 及 E 分別代表修改之 CNS-13570-2、離心方法、安捷倫實驗室方法、日本新方法-A 及日本新方法-B。

表二、三大類農藥經由五種不同樣品製備方法之回收率

Table 2 Recoveries of 3 types pesticides with different sample preparation methods

樣品 製備方法 Preparation Method	回收率 (Recovery, %)	有機磷類 Organophosphate	有機氯暨雜環類 Organochloride and Heteroaromats	氨基甲酸鹽類 Carbamate
A ^a	8/28 ^b (72.5-137.7%) ^c	13/14 (72.3-120.1%)	8/9 (80.7-97.1%)	
B	24/28 (62.7-104.8%)	0/14 (-)	2/9 (92.9-135.3%)	
C	23/28 (65.7-106.2%)	6/14 (62.2-77.4%)	9/9 (65.7-119.0%)	
D	0/28 (-)	0/14 (-)	9/9 (76.9-119.4%)	
E	0/28 (-)	0/14 (-)	0/9 (-)	

^a: 五種樣品製備方法 A、B、C、D 及 E 分別代表修改之 CNS-13570-2、離心方法、安捷倫實驗室方法、日本新方法-A 及日本新方法-B。

^b: 分子表示回收率達 100 ± 40 % 之農藥數，分母表示供試之農藥種類。

^c: () 內數值表示可回收率達 100 ± 40 % 之農藥的實際回收率；若回收率達 100 ± 40 % 之農藥數為 0 時，其回收率則以 - 表示。

表三、不同茶區冬片茶農藥殘留檢驗情形及違規原因分析

Table 3 The results of pesticide residues and violation reasons in 2nd winter teas in different areas

地區 Area	檢驗 件數 Analysis number	違規 件數 Violation number	違規率 (%) Violation ratio	違規原因 Violation reasons		
				超量件數 (超量率, %) Over-MRL	不得檢出件數 (不得檢出率, %) No-detected	超量且含不得 檢出者 (%) Both in one sample
名間 Mingjian	29	7	24.1	4 (13.8)	4 (13.8)	1 (3.4)
竹山 Chushang	45	18	40	6 (13.3)	14 (31.1)	2 (4.4)
合計 Total	74	25	33.8	10 (13.5)	18 (24.3)	3 (4.1)

表四、不同茶區冬片茶違規農藥檢出濃度分布情形

Table 4 The detected results of violated 2nd winter teas in different areas

違規原因 Violation reason	農藥 Pesticide	名間 Mingjian		竹山 Chushang	
		違規件數 Number	檢出濃度 (mg/kg) Residue	違規件數 Number	檢出濃度 (mg/kg) Residue
超量 Over-MRL	克凡派 Chlorfenapyr	1	2.54	1	3.75
	畢芬寧 Bifenthrin	2	2.77-2.82	0	-
	亞滅培 Acetamiprid	1	2.03	0	-
	賽洛寧 lambda-Cyhalothrin	0	-	1	1.01
	芬普寧 Fenpropathrin	0	-	1	6.55
	第滅寧 Deltamethrin	0	-	1	5.74
	益達胺 Imidacloprid	0	-	1	5.19
	加保扶 Carbofuran	0	-	1	1.42
不得檢出 No-detected	普硫松 Prothiofos	1	0.01	1	0.01
	撲克拉 Prochloraz	2	0.01	0	-
	托福松 Terbufos	1	0.02	0	-
	愛殺松 Ethion	0	-	7	0.01-0.17
	二氯松 Dichlorvos	0	-	2	0.1-0.39
	依普同 Iprodione	0	-	2	0.16-0.17
	新殺蟎 Bromopropylate	0	-	1	0.27
	撲滅寧 Procymidone	0	-	1	0.23
雙特松 Dicrotophos	0	-	1	0.01	

表五、30 種茶樹登記核准使用藥劑在不同茶區的檢出情形

Table 5 The detected results of 30 registered pesticides in tea in different areas

農藥名稱 Common name	名間 Mingjian		竹山 Chushang		合計 Total	
	件數 Number	%	件數 Number	%	件數 Number	%
	克凡派 Chlorfenapyr	25	86.21	39	86.67	64
益達胺 Imidacloprid	18	62.07	32	71.11	50	67.57
賽洛寧 lambda-Cyhalothrin	16	55.17	22	48.89	38	51.35
陶斯松 Chlorpyrifos	14	48.28	22	48.89	36	48.65
芬普寧 Fenpropathrin	11	37.93	22	48.89	33	44.59
畢芬寧 Bifenthrin	12	41.38	15	33.33	27	36.49
亞滅培 Acetamiprid	11	37.93	10	22.22	21	28.38
納乃得 Methomyl	3	10.34	17	37.78	20	27.03
加保扶 Carbofuran	3	10.34	14	31.11	17	22.97
第滅寧 Deltamethrin	5	17.24	10	22.22	15	20.27
加保利 Carbaryl	2	6.90	13	28.89	15	20.27
賽扶寧 Cyfluthrin	8	27.59	5	11.11	13	17.57
氟芬隆 Flufenoxuron	8	27.59	4	8.89	12	16.22
氟尼胺 Flonicamid	4	13.79	5	11.11	9	12.16
百滅寧 Permethrin	2	6.90	5	11.11	7	9.46
滅大松 Methidathion	2	6.90	5	11.11	7	9.46

續表五 (Table 5 Continued)

布芬淨	2	6.90	5	11.11	7	9.46
Buprofezin						
克福隆	6	20.69	1	2.22	7	9.46
Chlorfluazuron						
芬化利	2	6.90	4	8.89	6	8.11
Fenvalerate						
得克利	0	0.00	5	11.11	5	6.76
Tebuconazole						
護賽寧	2	6.90	3	6.67	5	6.76
Flucythrinate						
畢達本	0	0.00	5	11.11	5	6.76
Pyridaben						
百克敏	2	6.90	2	4.44	4	5.41
Pyraclostrobin						
福化利	0	0.00	4	8.89	4	5.41
Tau-fluvalinate						
三泰隆	1	3.45	2	4.44	3	4.05
Triadimenol						
賽速安	2	6.90	0	0.00	2	2.70
Thiamethoxam						
芬普蟎	1	3.45	0	0.00	1	1.35
Fenpyroximate						
三得芬	0	0.00	1	2.22	1	1.35
Tridemorph						
可尼丁	1	3.45	0	0.00	1	1.35
Clothianidin						
合芬寧	1	3.45	0	0.00	1	1.35
Halfenprox						

表六、9 種非茶樹登記核准使用藥劑在不同茶區的檢出情形

Table 6 The detected results of 9 non-registered pesticides in tea in different areas

農藥名稱 Common name of pesticides	名間 Mingjian		竹山 Chushang		合計 Total	
	件數 Number	%	件數 Number	%	件數 Number	%
	愛殺松 Ethion	0	0.00	8	17.78	8
二氯松 Dichlorvos	0	0.00	2	4.44	2	2.70
依普同 Iprodione	0	0.00	2	4.44	2	2.70
普硫松 Prothiofos	1	3.45	1	2.22	2	2.70
撲克拉 Prochloraz	2	6.90	0	0.00	2	2.70
托福松 Terbufos	1	3.45	0	0.00	1	1.35
新殺蟎 Bromopropylate	0	0.00	1	2.22	1	1.35
撲滅寧 Procymidone	0	0.00	1	2.22	1	1.35
雙特松 Dicrotophos	0	0.00	1	2.22	1	1.35

表七、39 種冬片茶檢出藥劑在臺灣、日本及歐盟茶葉上的殘留容許量標準

Table 7 The MRL of 39 pesticide residues in 2nd winter teas in Taiwan, Japan and EU

農藥 Pesticide	殘留容許量 (ppm)		
	臺灣 Taiwan	日本 Japan	歐盟 EU
克凡派 Chlorfenapyr	2	40	50
益達胺 Imidacloprid	3	10	0.05
賽洛寧 lambda-Cyhalothrin	2	15	-
陶斯松 Chlorpyrifos	2	10	0.1
芬普寧 Fenpropathrin	10	25	2
畢芬寧 Bifenthrin	2	25	5
亞滅培 Acetamiprid	2	50	0.1
納乃得 Methomyl	1	20	0.1
加保扶 Carbofuran	1	0.2	0.05
第滅寧 Deltamethrin	5	10	5
加保利 Carbaryl	2	1	0.1
賽扶寧 Cyfluthrin	5	20	0.1
氟芬隆 Flufenoxuron	15	15	15
氟尼胺 Flonicamid	5	40	0.05
滅大松 Methidathion	0.5	1	0.5
愛殺松 ^a Ethion	-	0.3	3
百滅寧 Permethrin	10	20	0.1
布芬淨 Buprofezin	1	20	0.05
芬化利 Fenvalerate	5	1	0.05
克福隆 Chlorfluazuron	5	10	-
得克利 Tebuconazole	10	25	0.05
護賽寧 Flucythrinate	10	20	0.1
百克敏 Pyraclostrobin	5	-	0.05
畢達本 Pyridaben	5	10	0.05
福化利 Tau-fluvalinate	5	10	0.01
三泰隆 Triadimenol	6	20	0.2
二氯松 ^a Dichlorvos	-	0.1	0.02
依普同 ^a Iprodione	-	20	0.1
普硫松 ^a Prothiofos	-	5	-
撲克拉 ^a Prochloraz	-	0.1	0.1
賽速安 Thiamethoxam	1	15	0.1
芬普蟻 Fenpyroximate	5	10	0.1

續表七 (Table 7 Continued)

三得芬 Tridemorph	20	20	20
可尼丁 Clothianidin	5	50	0.05
合芬寧 Halfenprox	5	10	-
托福松 ^a Terbufos	-	0.005	0.01
新殺蟎 ^a Bromopropylate	-	0.1	0.1
撲滅寧 ^a Procymidone	-	0.1	0.1
雙特松 Dicrotophos	-	-	-

^a：為農委會未登記核准使用於茶樹之農藥。

-：無殘留容許量標準。

表八、冬片茶安全評估結果

Table 8 The risk assessment of 2nd winter teas

農藥 Pesticide	檢出濃度 (mg/kg)		容許量 (ppm)	MPI ^a (mg/day /人)	暴露量 ^b (mg/day/person)			%MPI ^c		
	Residue		MRL		Exposure level					
	最大值	平均值	臺灣	最大值	容許量	平均值	最大值	容許量	平均值	
	Max.	Aver.	Taiwan	推估 A ^d	推估 B	推估 C	推估 A	推估 B	推估 C	
克凡派 Chlorfenapyr	3.75	0.23	2	1.2	0.01952	0.01041	0.00120	1.63	0.87	0.10
益達胺 Imidacloprid	5.19	0.67	3	3.6	0.02702	0.01562	0.00349	0.75	0.43	0.10
賽洛寧 lambda-Cyhalothrin	4.6	0.5	2	1.2	0.02395	0.01041	0.00260	2.00	0.87	0.22
陶斯松 Chlorpyrifos	0.73	0.14	2	0.18	0.00380	0.01041	0.00073	2.11	5.78	0.40
畢芬寧 Bifenthrin	2.82	0.42	2	0.6	0.01468	0.01041	0.00219	2.45	1.74	0.36
亞滅培 Acetamiprid	2.03	0.33	2	6	0.01057	0.01041	0.00172	0.18	0.17	0.03
納乃得 Methomyl	0.05	0.02	1	0.6	0.00026	0.00521	0.00010	0.04	0.87	0.02
加保扶 Carbofuran	1.42	0.18	1	0.18	0.00739	0.00521	0.00094	4.11	2.89	0.52
第滅寧 Deltamethrin	5.74	0.94	5	0.6	0.02988	0.02603	0.00489	4.98	4.34	0.82
加保利 Carbaryl	0.42	0.12	2	0.48	0.00219	0.01041	0.00062	0.46	2.17	0.13
愛殺松 Ethion	0.17	0.05	-	0.06	0.00088	-	0.00026	1.47	-	0.43
二氯松 Dichlorvos	0.39	0.25	-	0.06	0.00203	-	0.00130	3.38	-	2.17
依普同 Iprodione	0.17	0.17	-	2.4	0.00088	-	0.00088	0.04	-	0.04
普硫松 Prothiofos	0.01	0.01	-	0.006	0.00005	-	0.00005	0.87	-	0.87
撲克拉 Prochloraz	0.01	0.01	-	0.6	0.00005	-	0.00005	0.01	-	0.01

續表八 (Table 8 Continued)

托福松 Terbufos	0.02	0.02	-	0.012	0.00010	-	0.00010	0.87	-	0.87
新殺蟎 Bromopropylate	0.27	0.27	-	1.8	0.00141	-	0.00141	0.08	-	0.08
撲滅寧 Procymidone	0.23	0.23	-	1.8	0.00120	-	0.00120	0.07	-	0.07

a: MPI 等於 ADI 乘以國民平均體重，國民平均體重以 60 公斤計算。

b: 暴露量等於殘留量乘以取食量，取食量以國人平均取食量 1.9 公斤/人/年計算。

c: %MPI 等於 (暴露量除以 MPI) × 100%。

d: A、B、C 分別表示以最大殘留量、殘留容許量標準及平均殘留量估算。

Risk Assessment of Pesticide Residues in Second Winter Teas

Yu-Ju Huang¹Shiou-Ruei Lin²Chia-Chang Wu²

Summary

To establish the completely pesticide residue analysis method of 2nd winter tea for the complete security evaluation, the suitable sample preparation, instrumentation and the examination method is necessary. We had evaluated five sample preparation methods for pesticide residue analysis of 2nd winter tea. It suggested that the modified CNS13570-2 is the best sample preparation methods for pesticide residue analysis of 2nd winter tea. According to multipesticides residues analysis, it indicated that Chlorfenapyr, Imidacloprid, Cyhalothrin and Chlorpyrifos were the most use pesticides in Mingjian and Chushang tea areas. However, all the calculation results of exposure level are lower than the maximum permissible intake (MPI), it suggested that there should be no harmful effect to human health when consumers buy teas which fit the standard of maximum residue limits.

Key words: Tea, Pesticide residues, Food safety

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

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

防治咖啡銹病之化學藥劑篩選及殘留 評估研究

林秀榮¹ 翁世豪² 黃玉如^{3,*} 黃思穎⁴ 戴佳如^{1,**}

摘要

咖啡銹病為世界性咖啡重要病害，隨著國人飲用咖啡習慣的養成，臺灣咖啡種植面積也逐年增加，田間咖啡銹病之藥劑防治需求亦隨之產生。然目前臺灣尚未有核准登記使用在咖啡銹病防治上之藥劑，故本研究針對市售已登記核准使用在其他作物銹病防治之藥劑，進行咖啡銹病孢子發芽抑制試驗與田間防治效果測試。選用之 22 種化學藥劑在有效濃度 100 µg a.i./ml 皆能達到 80% 的孢子發芽抑制率，選取兩種不同作用機制之藥劑包括菲克利與四氫異苯腈進行田間藥效試驗，結果以稀釋 1,500 倍之 5% 菲克利水懸劑的效果最佳，於發病初期使用 2 次即可達抑制病勢發展的效果。施藥後 60 天採集咖啡果實利用水洗處理法，中度烘焙後進行對菲克利與四氫異苯腈之農藥殘留檢測，結果均未檢出此二種藥劑之殘留。

關鍵字：孢子發芽、菲克利、田間試驗

前言

咖啡為茜草科 (Rubiaceae) 咖啡屬 (*Coffea* spp.) 的常綠灌木，主要栽種於熱帶、亞熱帶地區，全世界咖啡生產國有六十餘國，臺灣亦為栽種國家之一，為國際貿易中最重要之農產品 (田口，2011)。咖啡屬的植物約有四十餘種，但能夠生產出具有商品價值咖啡豆的僅有三種，分別為阿拉比卡種 (*C. arabica*)、羅布斯塔種 (*C. canephora*) 及賴比瑞亞種 (*C. liberica*)，稱為咖啡三大原生種 (田口，2004)。阿拉比卡種原產自衣索比亞，為目前全世界咖啡栽種之大宗，占全世界咖啡栽種量的 70-80%，其次為羅布斯塔種 (田口，2011)。臺灣地區目前咖啡大面積栽培品種為阿拉比卡咖啡，主要栽種地區為南投惠蓀和鹿谷、雲林古坑、臺南東山、屏東大武山地區及台東等地，年產量可達 500 公噸 (洪，2009)。

咖啡銹病 (coffee rust disease) 為影響全世界經濟最重要的病害，1970 年首次於巴西咖啡發現，嚴重摧毀當地咖啡產業，且於短時間內蔓延整個西半球咖啡栽培區，至今全世界有栽植咖啡的區域皆有咖啡銹病的存在，包括非洲地區、亞洲地區、東南歐地區、印度以及澳大利亞 (Waller et al.,

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

2007)。咖啡銹病由 *Hemileia vastatrix* 感染引起，本病菌屬於擔子菌門 (Basidiomycota)、銹菌綱 (Urediniomycetes)、銹菌目 (Uredinales)。本菌主要感染葉部，極少發現感染嫩莖及幼果，初期葉面可見淡黃色的小斑點，之後葉背有橘黃色夏孢子堆自氣孔長出，病斑中心漸漸乾枯成褐色，本病害會減少光合作用而減產 15-70%，且造成植物提早落葉，嚴重全株枯死 (張等，2011)。病害的蔓延及進展，限於雨季；長期乾季並不利於發病，葉面藉水膜是感染成功必要條件，孢子自下葉表氣孔侵入，主要以夏孢子經由水滴噴濺、昆蟲、風力及人為等進行傳播 (黃與許，2010)。咖啡銹病於臺灣 4-7 月雨季結束後，若無適當防治，則會在 8~12 月嚴重發生 (作物環境課，2008；黃與許，2010)。

咖啡為世界三大飲料作物之一，又國人逐漸將咖啡融入生活中，因此臺灣咖啡種植面積隨之逐年增加，根據行政院農業委員會農業統計資料 (<http://agrstat.coa.gov.tw/sdweb/public/inquiry/InquireAdvance.aspx>) 顯示，全臺咖啡種植面積自民國 93 年的 213 公頃逐年增加至 104 年的 976 公頃；且咖啡銹病為世界性咖啡重要病害，在臺灣咖啡田間管理上亦不例外，然目前臺灣尚無核准登記使用藥劑於咖啡銹病之防治，對於面臨咖啡種植面積逐漸增加、集約栽培及產量壓力下，咖啡銹病化學藥劑防治勢必為一重要之防治策略。本研究針對目前已核准登記使用在各種作物上之銹病防治化學藥劑，進行咖啡銹病防治測試，期能提供藥劑登記及延伸使用之參考，以正式推薦予咖啡農田間管理咖啡銹病之依據。

材料方法

一、供試菌株

本試驗供試咖啡銹病罹病葉採集自南投縣魚池鄉。利用無菌的移植環刮取新鮮葉片上的銹病孢子堆於無菌水中，製成孢子懸浮液供後續試驗用。

二、供試藥劑種類

選用植物保護手冊中核准登記使用於各種作物銹病之 22 種化學藥劑為供試藥劑 (表一)，包括 14 種三唑類藥劑 (依 FRAC 作用機制分類為 3, G1)：25.9% 得克利 (tebuconazole) 水基乳劑 EW (日農科技股份有限公司)、25% 特克利 (difenoconazole) 乳劑 EC (先正達股份有限公司)、10.5% 平克座 (penconazole) 乳劑 EC (世大化農工廠股份有限公司)、5% 菲克利 (hexaconazole) 水懸劑 SC (世大農化工廠股份有限公司)、40% 邁克尼 (myclobutanil) 可濕性粉劑 WP (臺灣杜邦股份有限公司)、9% 滅特座 (metconazole) 乳劑 EC (立農股份有限公司)、23% 三泰隆 (triadimenol) 水分散性乳劑 (正農化學股份有限公司)、25% 三泰芬 (triadimefon) 可濕性粉劑 WP (生力化學工業股份有限公司)、75g/L 依普座 (epoxiconazole) 乳劑 EC (台灣巴斯夫股份有限公司)、8.93% 溴克座 (bromuconazole) 水懸劑 SC (住友化學株式會社)、37% 護矽得 (flusiconazole) 乳劑 EC (興農股份有限公司)、30% 賽福座 (triflumizole) 可濕性粉劑 WP (瑞總股份有限公司)、25% 普克利 (propiconazole) 乳劑 EC (世大農化工廠股份有限公司)、11.8% 護汰芬 (flutriafol) 水懸劑 SC (臺灣科麥農有限公司)；1 種二硫代胺基甲酸鹽類 (依 FRAC 作用機制分類為 M3)：80% 鋅錳乃浦 (mancozeb) 可濕性粉劑 WP (聯合磷化物股份有限公司)；1 種氯腈類 (依 FRAC 作用機制分類為 M5)：75% 四氯異苯腈 (chlorothalonil) 可濕性粉劑 WP (生力化學工業股份有限公司)；1 種胍類 (依 FRAC 作用機制分類為 M7)：40% 克熱淨 (iminocadine triacetate) 可濕性粉劑 WP (億豐農化廠股份有限公司)；1 種氧硫雜還己烯類 (依 FRAC 作用機制分類為 7, C2)：75% 嘉保信 (oxycarboxin) 可濕性粉劑 WP (優品化學工業股份有限公司)；1 種甲氧基丙烯酯類 (依 FRAC 作用機制分類為 11, C3)：23.6% 百克敏 (pyraclostrobin) 乳

劑 EC (台灣巴斯夫股份有限公司)；以及 3 種混合劑：38% 白列克敏 (boscalid + pyraclostrobin) 水分散性粒劑 WG (台灣巴斯夫股份有限公司)、75% 貝芬普寧 (carbendazim + mepronil) 混合可濕性粉劑 WP (台灣庵原農藥股份有限公司)、28% (w/v) 亞托環克座 (azoxystrobin + cyproconazole) 混合水懸劑 SC (台灣先正達股份有限公司)。

三、藥劑對咖啡銹病菌孢子發芽之抑制能力測定

將供試藥劑以有效濃度 (active ingredient, a.i.) 估算後，配製供試濃度為 2 µg a.i./ml、20 µg a.i./ml、200 µg a.i./ml 及 2,000 µg a.i./ml 溶液，將銹病孢子懸浮液等體積加入不同濃度之供試藥劑，於玻璃培養皿中製造一濕室培養，隔夜後鏡檢計數孢子發芽率。於光學顯微鏡下鏡檢孢子發芽管長度若超過 1/2 孢子長度，即視為發芽，每重複隨機計算至少 100 顆孢子，孢子發芽率 = (處理組孢子發芽數 - 對照組孢子發芽數) / 對照組孢子發芽數 × 100%。

四、藥劑田間試驗

於 105 年 9 月 3 日進行田間試驗，試驗地點為南投縣魚池鄉之慣行咖啡園，供試咖啡樹為 10 年生，試驗以株為單位。試驗藥劑分別為，稀釋 600 及 1,200 倍 75% 四氯異苯腈可濕性粉劑、稀釋 1,500 及 3,000 倍 5% 菲克利水懸劑，對照組為噴施清水，共五處理。每處理 3 植株，每植株 3 枝條，隨機取樣。每株咖啡樹施用 700 mL 藥液，施用前及施用後第 7、12、19 天調查枝條上葉片銹病罹病度，參照一般藥劑登記於銹病之使用方法需連續使用，故於第 12 天調查後施用第二次藥劑。葉片罹病度以受銹病感染發病面積百分比計算，並經轉換後以 LSD 進行統計分析。

五、咖啡豆農藥殘留分析

(一) 試劑及藥品：

醋酸、甲酸及甲酸銨均採試藥特級；正己烷及丙酮均採用殘留級；乙腈採層析級。去離子水（電阻值高於 18 MΩ/cm 之水）。對照用農藥四氯異苯腈及菲克利之標準品，購自行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所。內部標準品磷酸三苯酯 (triphenylphosphate, TPP) 購自安捷倫科技有限公司 (Agilent Technologies)，批號為 Part No.5190-0503。

(二) 器具及材料：

1. 萃取用粉劑：含無水硫酸鎂 4 克及醋酸鈉 1 克。
2. 淨化用粉劑：含無水硫酸鎂、PSA 及 C18EC 分別為 900、450 及 300 毫克。
3. 玻璃試管 (Disposable culture tubes)：16 × 100 mm。
4. 針頭過濾器 (Syringe filter)：孔徑 0.2 µm，直徑 13 mm，PTFE 材質。
5. 高速組織研磨振盪均質機：SPEX SamplePrep 2010 GenoGrinder[®]。
6. 離心機 (Centrifuge)：Eppendorf Centrifuge 5810R。
7. 氮氣濃縮裝置 (Nitrogen evaporator)：OA-SYS N-EVAP 111。

(三) 分析樣品處理及檢液的配製：

分析的咖啡豆樣品為施藥後第 60 天採集之咖啡果實經水洗處理法之生豆，以楊家 800N 咖啡烘焙機烘焙，於攝氏 200-210 度下豆，一爆後出豆，屬中度烘焙，平均烘焙時間約 13 分鐘。

將咖啡豆以飛馬牌 600N 磨豆機，以刻度 4.5 磨成咖啡粉，取咖啡粉 2 克，置於 50 毫升離心管中，加入冷藏預冷之去離子水 10 毫升，靜置 20 分鐘，加入含 1% 醋酸之乙腈溶液 10 毫升，以手用力震盪混合數秒，再加入萃取用粉劑及陶瓷均質石 1 顆，蓋上離心管蓋，以手

激烈震盪數次，防止鹽類結塊，再以高速組織研磨震盪均質機以轉速 1,000 rpm 震盪 1 分鐘後，於 15°C，以轉速 3,000 g 離心 1 分鐘。取上清液 6 毫升，置於 15 毫升離心管，加入淨化用粉劑，以高速組織研磨震盪均質機 (SPEX SamplePrep 2010 GenoGrinder®) 以轉速 1,000 rpm 震盪 1 分鐘後，於 15°C，以轉速 3,000 g 離心 2 分鐘。各取上清液 1 毫升，以氮氣吹至微乾，殘留物分別以 1 毫升之乙腈水溶液 (1:1, v/v) 及丙酮正己烷混合液 (1:1, v/v) 溶解，以 0.22 μm 針頭過濾器 (PTFE) 過濾後，濾液分別供液相層析串聯質譜儀 (LC/MS/MS) 及氣相層析串聯質譜儀 (GC/MS/MS) 進行分析。

(四) 分析儀器及條件：

1. 氣相層析串聯質譜儀 (GC/MS/MS)：

氣相層析串聯質譜儀 (gas chromatography/tandem mass spectrometry, GC/MS/MS) 採用安捷倫 7890A 氣相層析儀，搭配 7000A 串聯質譜儀檢測器。注射口：溫度 250 °C，不分流進樣。樣品注射量：2 μL。離子源：電子撞擊離子源 (electron ionization, EI)，離子源溫度：230 °C。攜帶氣體：氮氣。層析管柱：毛細管柱 HP-5MS，30 m × 0.25 mm × 0.25 μm (Agilent, part number 19091S-433)。層析管柱溫度：初溫 70 °C，維持 2 分鐘，溫度上升速率 25 °C/min 至 150 °C，溫度上升速率 3 °C/min 至 200 °C，溫度上升速率 8 °C/min，終溫 280 °C，維持 10 分鐘。四極柱溫度：150 °C。碰撞室氣體：氮氣。偵測模式：多重反應監測模式 (multiple reaction monitoring, MRM)。

2. 液相層析串聯質譜儀 (LC/MS/MS)：

液相層析串聯質譜儀 (liquid chromatography/tandem mass spectrometry, LC/MS/MS) 採用安捷倫 1200 液相層析儀，搭配 6420 串聯質譜儀檢測器。移動相溶液為去離子水內含 0.1 % 的甲酸與 10 mM 的甲酸銨 (A) 與乙腈 (B) 進行梯度分析，移動相梯度設定條件如表二。樣品注射量：10 μL。層析管柱：Agilent Porochell 120 EC-C18 粒徑 2.7 μm，內徑 3.0 mm × 柱長 150 mm，層析管柱溫度：50 °C。離子源：電灑游離離子源 (electrospray ionization, ESI)。霧化氣體：氮氣，霧化氣體壓力：40 psi。偵測模式：動態多重反應監測模式 (dynamic multiple reaction monitoring, dynamic MRM)。

3. 鑑別試驗及含量測定

依上述分析儀器樣品注射量，精確量取檢液與基質匹配標準溶液，分別注入氣相層析串聯質譜儀和液相層析串聯質譜儀，就檢液與基質匹配標準溶液所得波峰之滯留時間及多重反應偵測相對離子強度鑑別之，並依下列計算式，求出樣品中各農藥之含量。

$$\text{樣品中各農藥之含量 (ppm)} = C \times M / V$$

C：由各農藥之基質匹配檢量線求得檢液中各農藥之濃度 (μg/mL)

M：取樣分析之樣品重量 (2 g)

V：萃取樣品之含 1% 醋酸之乙腈溶液體積 (10 mL)

結果與討論

田間觀測顯示，咖啡銹病之罹葉片正面病斑呈現黃暈，發病後期病斑逐漸變大且中間呈現褐化 (圖一 A)，罹病葉片背面病斑累積大量橙黃色至亮橘色孢子 (圖一 B 及 C)，刮下孢子利用顯

微鏡鏡檢，孢子長約 30 μm ，寬約 20 μm ，孢子外表一面光滑，而另一面具明顯凸刺（圖一 D）。待孢子成熟且濕度合適時會產生白色菌絲，隨之病斑自中心開始褐化。病斑會不斷擴張，且會多個病斑癒合成一個大病斑，罹病葉片後期容易脫落，故咖啡銹病罹病嚴重之咖啡園常因大量落葉而植株枯死，不僅造成咖啡減產，甚者更可能造成咖啡樹的死亡。

本試驗選用 22 種目前已登記核准使用在防治各種作物銹病之化學藥劑進行實驗室咖啡銹病孢子發芽抑制測試，結果（表三）顯示 22 種供試藥劑在有效濃度 100 $\mu\text{g a.i./ml}$ 時皆可抑制咖啡銹病孢子發芽達 80% 以上，在藥劑有效濃度 10 $\mu\text{g a.i./ml}$ 時可達 80% 抑制率之藥劑包括特克利、鋅錳乃浦、百克敏、克熱淨、四氯異苯腈、貝芬普寧、亞托環克座、普克利等 8 種，在藥劑有效濃度 1 $\mu\text{g a.i./ml}$ 時可達 80% 抑制率之藥劑包括鋅錳乃浦、百克敏、四氯異苯腈、亞托環克座等 4 種。

本試驗中 22 種供試藥劑同分屬於「殺菌劑抗藥性執行委員會」(Fungicide Resistance Action Committee, FRAC) 分類藥劑作用機制之 3, G1 中，其中共有 13 種為三唑類與 1 種為咪唑類，其標靶部位為抑制固醇類合成作用過程 C14-去甲基化作用，主要作用機制一般認定為影響細胞膜的完整性與正常（曾，2015），又此類藥劑特性涵蓋保護兼治療與除滅，在真菌性病害防治中廣為使用，然在試驗結果顯示在低有效濃度（10 $\mu\text{g a.i./ml}$ ）下少有能達到 80% 之孢子發芽抑制效果，但實際對咖啡銹病防治效果仍需經過田間試驗才可驗證。

在有效濃度 1 $\mu\text{g a.i./ml}$ 時對孢子發芽抑制達到 80% 之藥劑分屬於二硫代胺基甲酸鹽類（依 FRAC 作用機制分類為 M3）的鋅錳乃浦、甲氧基丙烯酸酯類（依 FRAC 作用機制分類為 11, C3）的百克敏、氯腈類（依 FRAC 作用機制分類為 M5）的四氯異苯腈及混合劑的亞托環克座（依 FRAC 作用機制分類為 11, C3 與 3, G1）等 4 種。分屬於 M 系列的藥劑屬多點作用機制藥劑，此類藥劑一般為通用型、廣用途，且一般認定為低度風險性，沒有任何跡象顯示會發展出抗藥性之一群藥劑，推測此類藥劑相對合適推廣應用於田間病害防治。本試驗中其中分屬 M 系列藥劑的鋅錳乃浦已核准登記使用於多種作物之炭疽病及大豆銹病；四氯異苯腈已核准登記使用於落花生、葡萄、桃等作物之銹病與多種作物炭疽病防治，再者，在各地區試驗單位提供的擬推薦咖啡炭疽病藥劑包括扶吉胺、腈硫醌、百克敏、得克利、鋅錳乃浦、克熱淨、貝芬撲克拉、福賽快得寧、腐絕快得寧及撲克拉等（植，2008），與文獻指出四氯異苯腈、免賴得、甲基多保淨、腐絕及腈硫醌等（Stephen and Rebecca, 1991）對於咖啡炭疽病具有良好的防治效果，若此二種藥劑正式核准登記使用在咖啡上，可以同時防治咖啡炭疽病及咖啡銹病，對於田間病害抗藥性管理將有助益。

百克敏分屬於 C3, 11 之甲氧基胺基甲酸酯類，非系統性，主要阻斷粒腺體 cytochrome bc1 電子傳遞作用，具保護與治療效用，亦已登記核准使用在多種作物之銹病與炭疽病之防治上，本試驗結果顯示百克敏在藥劑有效濃度 1 $\mu\text{g a.i./ml}$ 時可達 80% 抑制率，又林等（2014）指出百克敏於藥劑有效濃度 10 $\mu\text{g a.i./ml}$ 時可對咖啡炭疽病供試菌株菌絲生長抑制達 50%，顯示該藥劑對於銹病孢子發芽與炭疽病菌絲生長具有抑制效果，故本藥劑為有潛力同時防治咖啡銹病與炭疽病之藥劑種類。

供試之藥劑中之混合劑亞托環克座為亞托敏與環克座兩種藥劑之混合劑型，其中亞托敏屬於 C3, 11 之甲氧基丙烯酸酯類，環克座為 3, G1 之三唑類，該混合劑對於咖啡銹病孢子發芽抑制可在有效濃度 1 $\mu\text{g a.i./ml}$ 時可達 80% 抑制率，由本試驗結果推測亞托敏貢獻效益大於環克座，但需進行各別藥劑有效成分測試才可確認。此二種藥劑對於其他作物之銹病與炭疽病亦有防治效果，故本供試藥劑亦為有潛力登記在咖啡病害防治上之藥劑種類。

本試驗中選用實驗室孢子發芽抑制效果佳與不同藥劑作用機制之四氯異苯腈及菲克利兩種藥劑進行田間防治咖啡銹病試驗，此二種藥劑亦為目前田間農友作為防治時常使用之藥劑種類，參考登記於其他作物防治銹病之稀釋倍數進行試驗，分別以稀釋 600 及 1,200 倍之四氯異苯腈、稀釋

1,500 及 3,000 倍之菲克利進行田間施用，並與施用清水為對照。試驗結果（圖二）顯示，施用第一次藥劑後 7 天與 12 天調查結果顯示各藥劑處理與對照組無顯著差異，在施用第 2 次藥劑後 7 天進行調查，結果顯示菲克利稀釋 1,500 倍藥劑處理組之咖啡銹病罹病率與對照組有顯著差異，觀察其病斑（圖三）菲克利藥劑處理兩次後之銹病病斑黃暈外圈有顯著的褐化現象，顯示藥劑對病原菌殺滅後亦阻止病勢的發展，在四氫異苯腈處理則無顯著的抑制病斑擴大現象。田間藥劑試驗結果與實驗室的孢子發芽抑制試驗結果不完全相同，實驗室孢子發芽試驗中達 80% 抑制率之有效濃度四氫異苯腈為 $1 \mu\text{g a.i./ml}$ ，菲克利則為 $100 \mu\text{g a.i./ml}$ ，但實際在田間防治銹病的效果則是以低稀釋倍數菲克利對於抑制咖啡銹病的病勢發展較為有效，究其兩種供試藥劑差異為四氫異苯腈為非系統性葉用保護性製劑，菲克利屬於系統性保護兼具治療效果藥劑，推測藥劑施用於咖啡後因咖啡銹病主要產孢於葉背，需要藥劑有對植物組織之穿層滲透效果方可達到更加之藥效，故田間試驗結果中稀釋 1,500 倍之菲克利對咖啡銹病之防治效果較四氫異苯腈及對照組有顯著差異。田間施用藥劑實際效果可能會受環境因子（如溫度、濕度等）與施用藥劑方式而受影響，本試驗選擇施用氣候為合適咖啡銹病發生季節，故選用之藥劑須注意是否具有保護性與治療性；又本次噴施藥劑為正反面葉片皆均勻施用，實際藥效對應了藥劑特性（是否具有治療性）。

在田間施用次數部分，第一次施用後 7 天與 12 天調查中各處理與對照組葉片罹病率皆無差異，但在第二次藥劑施用後 7 天後調查則可觀察菲克利 1,500 倍稀釋處理則有顯著防治效果，推測因菲克利主要為影響細胞膜的穩定性，與病原菌在銹色孢子發芽時產生白色菌絲期對藥劑的敏感度提升而導致此試驗結果，故需要連續施藥。

本研究利用液相層析串聯質譜儀與氣相層析串聯質譜儀，分別對菲克利與四氫異苯腈進行定性定量分析。液相層析使用 Agilent Porochell 120 EC-C18 (I. D. 3.0 mm \times 150 mm, 2.7 μm) 管柱，以甲酸銨水溶液與乙腈進行梯度沖提，流速為 0.4 mL/min，於 20 分鐘內完成分析，菲克利的滯留時間為 9.15 分鐘（表四）。氣相層析使用 Agilent HP-5MS (30 m \times 0.25 mm \times 0.25 μm) 毛細管柱，初溫 70 $^{\circ}\text{C}$ ，進行梯度升溫，終溫 280 $^{\circ}\text{C}$ ，於 22 分鐘內完成分析，四氫異苯腈的滯留時間為 8.35 分鐘（表四）。層析儀器搭配串聯質譜儀，以三段式四極桿進行分析，先於第一段四極桿 (Q1) 選擇一特定離子，於第二段四極桿 (Q2) 通入氮氣進行碰撞，產生產物離子碎片，再由第三段四極桿 (Q3) 選擇特定離子進行偵測，並於個別化合物之選擇反應偵測得到一個最佳化之條件，並尋找經氮氣碰撞後產生最強的產物離子為定量離子，次強為定性離子。菲克利的定量離子對與定性離子對分別為 $314.1 > 70$ 與 $314.1 > 158.9$ ，四氫異苯腈的定量離子對與定性離子對分別為 $263.8 > 133.1$ 與 $263.8 > 229$ （表四）。

以外添加方式，分別添加 10、25 及 50 $\mu\text{g kg}^{-1}$ 三種不同濃度之農藥標準品至無農藥殘留之咖啡豆樣品中，每個濃度進行三重覆，並依檢液製備方法進行樣品前處理，檢液分別以液相及氣相層析串聯質譜儀分析，分析不同添加濃度下菲克利與四氫異苯腈之訊噪比（signal to noise, S/N），選擇三重覆的定性離子訊噪比均大於 3 且定量離子訊噪比均大於 10 之最低濃度，作為該農藥之定量極限；菲克利與四氫異苯腈的定量極限分別為 25 與 10 $\mu\text{g L}^{-1}$ （表四）。同樣以外添加方式，將待測試的農藥標準品添加至無農藥殘留之咖啡樣品中，進行三重覆，並依檢液製備方法進行樣品前處理，檢液分別以液相及氣相層析串聯質譜儀分析，並將分析數據帶入基質匹配檢量線，以內插法計算農藥之回收率及相對標準偏差，藉以評估本方法之準確度與精密度。在添加 100 $\mu\text{g kg}^{-1}$ 濃度下，菲克利與四氫異苯腈回收率分別為 85% 與 69%，相對標準偏差分別為 1% 與 17%（表四）；由上述結果顯示本方法的準確度及精密度，均符合歐盟食品與飼料中多重農藥殘留分析方法確效指引規範 (SANTE/11945/2015)。

試驗咖啡豆經水洗處理，並以咖啡烘焙機烘焙至中度烘焙程度，經磨粉及萃取處理後檢測是否

有四氯異苯腈及菲克利之殘留，分析結果顯示（圖四及圖五），無論是施用四氯異苯腈稀釋 600 或 1,200 倍、菲克利稀釋 1,500 及 3,000 倍處理的樣品，均未檢出農藥殘留。

結 論

咖啡銹病目前尚未有核准登記使用藥劑，又臺灣咖啡種植面積不斷增加，勢必造成田間病蟲害藥劑需求產生，本篇試驗利用市售已登記核准使用在各種作物上之銹病防治藥劑，進行對咖啡銹病實驗室孢子發芽抑制測試與田間防治銹病藥效評估，結果顯示供試藥劑在實驗室測試中於有效濃度 100 $\mu\text{g a.i./ml}$ 時皆能達到抑制銹病孢子發芽抑制率 80% 以上。咖啡銹病孢子發芽抑制試驗結果與林等 (2014) 測試咖啡炭疽病菌絲抑制結果比對，以鋅錳乃浦、四氯異苯腈、百克敏、亞托敏及環克座等藥劑具有同時防治咖啡銹病與炭疽病之潛力，故建議此四種藥劑應先進一步完成田間藥效測試，以供登記之參考。

本試驗中選用兩種不同作用機制與實驗室孢子發芽抑制效果不同之藥劑，包括菲克利與四氯異苯腈於田間測試對咖啡銹病防治效果，結果則顯示以菲克利稀釋 1,500 倍之處理兩次對咖啡銹病防治效果與對照及其他處理有顯著差異，然實驗室測試與田間試驗結果有差異，故建議藥劑在正式登記前仍需進行田間試驗以確定正確使用方法。但基於三唑類藥劑可能較容易使病原菌於田間產生抗藥性，故期能再進行其他種的藥劑田間試驗，以達藥劑輪替避免抗藥性產生。

本試驗結果建議以 5% 菲克利水懸劑為咖啡銹病之防治藥劑，其田間使用方法為稀釋 1,500 倍，並於發病初期使用 2 次以上可達到抑制病勢發展的效果。

參考文獻

1. 田口護. 2004. 咖啡大全. 頁 8-11. 積木文化出版社. 台北。
2. 田口護. 2011. 咖啡豆的基礎知識. 咖啡大全. 頁 6-9. 積木文化出版社. 台北。
3. 洪富峰. 2009. 臺灣咖啡產業的脫鏈現象. 發展研究年會會議論文. pp.1-21。
4. 張淑芬、楊宏仁、劉禎祺、林明瑩. 2011. 咖啡栽培管理. 農業試驗所 特刊 157 號. pp. 23-24。
5. 作物環境課. 2008. 咖啡銹病發生調查. 台南區農業改良場 97 年報 pp. 26-27。
6. 林秀榮、劉天麟、黃思穎、黃玉如、邱垂豐. 2014. 二十五種化學藥劑對咖啡炭疽病菌絲抑制之研究. 臺灣茶業研究 彙報 33: 119-138。
7. 曾德賜. 2015. 農藥藥理與應用-殺菌劑. 頁 83-94. 藝軒出版社. 台中。
8. 黃德昌、許育慈. 2010. 咖啡病蟲害發生與防治. 行政院農業委員會臺東區農業改良場專業農民講習. pp. 7-8。
9. 植物保護研究室. 2008. 年報摘要-果樹炭疽病室內藥劑篩選. 台南區農業改良場 97 年報 pp. 26-27。
10. Waller, J. M., Bigger, M. and Hillocks, R. J. 2007. Coffee pests, diseases and their management. Wallingford, Oxfordshire: CABI. p. 171.
11. SANTE/11945/2015. Guidance document on analytical quality control and method validation procedures for pesticides residues analysis in food and feed.

表一、試驗藥劑基本資料

Table 1 Profiles of tested fungicides

藥劑普通名	Common name	藥劑商品名 Trade name	劑型及有效濃度 Formulation and A.I. concentrations	分類 Classification (FRAC*)
得克利	Tebuconazole	長欣	25.9%水基乳劑	3,G1
待克利	Difenoconazole	炭剋	25%乳劑	3,G1
平克座	Penconazole	妥白絲	0.5%乳劑	3,G1
菲克利	Hexaconazole	包攻	5%水懸劑	3,G1
鋅錳乃浦	Mancozeb	大新	80%可濕性粉劑	M3
邁克尼	Myclobutanil	信生	40%可濕性粉劑	3,G1
百克敏	Pyraclostrobin	總司令	23.6%乳劑	11,C3
克熱淨	Guazatine	倍福農	40%可濕性粉劑	M7
四氫異苯腈	Chlorothalonil	大可寧	75%可濕性粉劑	M5
滅特座	Metconazole	立特座	9%乳劑	3,G1
三泰隆	Triadimenol	蓋克寧	23%水分散性乳劑	3,G1
三泰芬	Triadimefon	富菓農	25%可濕性粉劑	3,G1
依普座	Epoxiconazole	新禾綠贊	75g/L 乳劑	3,G1
溴克座	Bromuconazole	速克	8.93%水懸劑	3,G1
嘉保信	Oxycarboxin	嘉保信	75%可濕性粉劑	7,C2
百列克敏	Boscalid + Pyraclostrobin	治銹靈	38%水分散性粒劑	7, C2+11, C3
貝芬普寧	Carbendazim + Meproni	興農星	75%可濕性粉劑	1,B1+7,C2
護矽得	Flusiconazole	興農星	37%乳劑	3,G1
賽福座	Triflumizole	多富民	30%可濕性粉劑	3,G1
亞托環克座	Azoxystrobin + Cyproconazole	天大王	28%(w/v)混合水懸劑	11,C3+3,G1
普克利	Propiconazole	全壘打	25%乳劑	3,G1
護汰芬	Flutriafol	金正好	11.8%水懸劑	3,G1

*殺菌劑抗藥性執行委員會 (Fungicide Resistance Action Committee, FRAC)。FRAC 將殺菌劑依其活性成分及作用方式的不同，給予不同的編碼。

表二、移動相梯度設定條件

Table 2 The program of mobile phase

時間 Time (min)	流速 Flow rate ($\mu\text{L}/\text{min}$)	移動相溶液 Mobile phase	
		甲酸銨 (A, %)	乙腈 (B, %)
0	400	95	5
1	400	95	5
4	400	40	60
14	400	0	100
18	400	0	100
18.01	400	95	5
19	400	95	5
20	400	95	5
0	400	95	5

表三、化學藥劑對咖啡銹病孢子發芽抑制調查

Table 3 Inhibition effects of fungicide on the spore germination of coffee rust

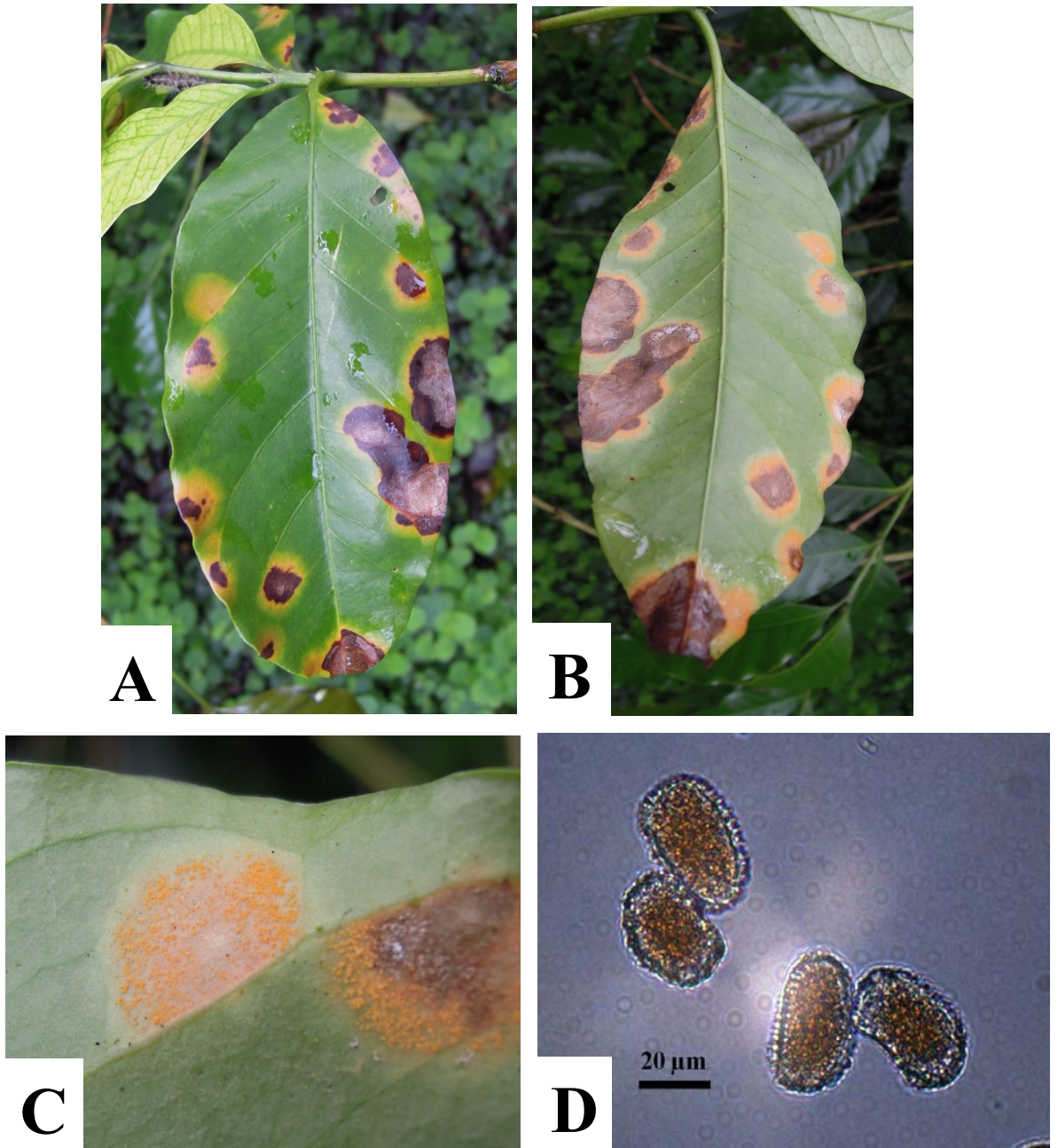
藥劑普通名 Common name	1,000 µg a.i./ml	100 µg a.i./ml	10 µg a.i./ml	1 µg a.i./ml
得克利	98.6±2.5*	96.4±4.5	34.9±27.8	26.6±11.9
待克利	100±0.0	100±0.0	89±13.7	18.6±15.1
平克座	99.1±1.6	100±0.0	66.3±19.7	41.6±11.1
菲克利	100±0.0	98.4±2.8	54.9±8.8	29.9±21.2
鋅錳乃浦	100±0.0	97.3±5.2	100±0.0	96.7±4.8
邁克尼	100±0.0	100±0.0	20.2±31.3	13.3±35.2
百克敏	100±0.0	98.5±2.4	99.4±1.4	96.8±3.7
克熱淨	100±0.0	94.9±4.3	80.7±12	11.8±23.4
四氫異苯腈	100±0.0	96.9±3.7	100±0.0	100±0.0
滅特座	100±0.0	100±0.0	53±21.2	-4.5±16.8
三泰隆	99.5±1.3	81.3±24.9	34.6±46.5	6.8±30.1
三泰芬	99.4±1.6	96.1±4.4	17±33.1	21.5±53.4
依普座	99.1±2.3	93.6±7.6	60.1±35	30.3±26.3
溴克座	100±0.0	100±0.0	48.3±18.6	41±24.9
嘉保信	99.3±1.7	100±0.0	-8.9±18.4	11.4±22.3
百列克敏	100±0.0	100±0.0	19.2±1.9	80.4±22.3
貝芬普寧	100±0.0	100±0.0	99.1±2.2	28.7±18.4
護矽得	100±0.0	98.7±2	38±15.6	19.7±16.1
賽福座	99.1±1	97.3±1.6	23.2±19.4	6.9±25
亞托環克座	100±0.0	100±0.0	100±0.0	100±0.0
普克利	100±0.0	100±0.0	100±0.0	-10.6±14.5
護汰芬	100±0.0	100±0.0	51.1±20.7	12.4±23.2

*孢子發芽抑制率 = (處理組孢子發芽數 - 對照組孢子發芽數) / 對照組孢子發芽數 × 100%。

表四、菲克利與四氫異苯睛的滯留時間、偵測離子對、定量極限、回收率與相對標準偏差

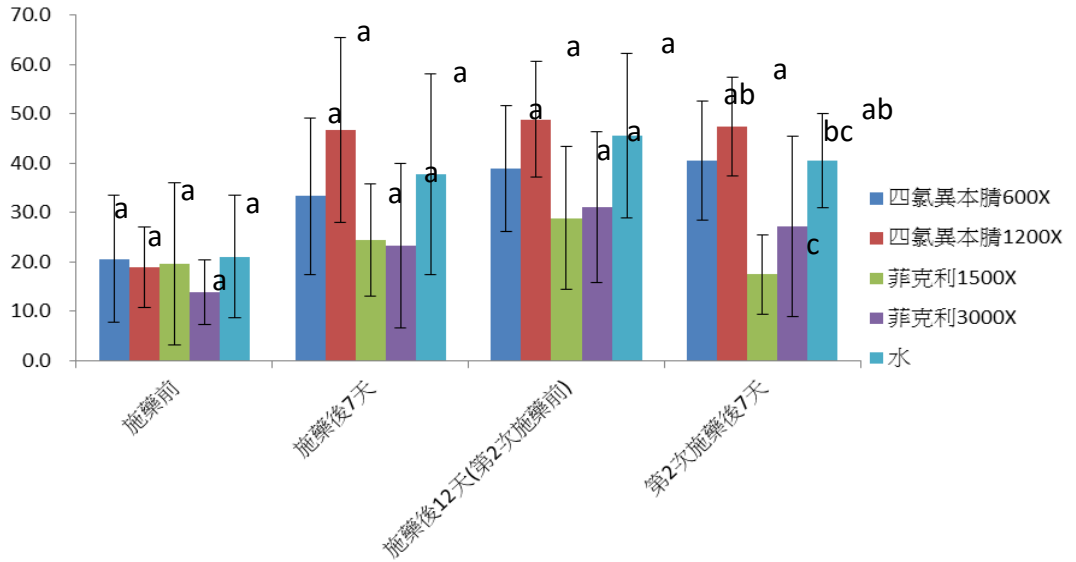
Table 4 The retention time, MRM transition, limit of quantitation, recovery and relative standard deviation of hexaconazole and chlorothalonil

目標物 Target	分析儀器 Instrument	滯留時間 Retention time (RT, min)	偵測離子對 MRM transition 前驅離子(<i>m/z</i>) > 產物離子(<i>m/z</i>) Precursor ion > Product ion	定量極限 Limit of quantitation (LOQ, µg/kg)	回收率 Recovery (R, %) N=3	相對標準偏差 Relative standard deviation (RSD, %)
菲克利 Hexaconazole	LC/MS/MS	9.15	314.1 > 70 314.1 > 158.9	25	84.7 ± 0.9	1.04
四氫異苯睛 Chlorothalonil	GC/MS/MS	8.35	263.8 > 133.1 263.8 > 229	10	69.4 ± 11.6	16.71



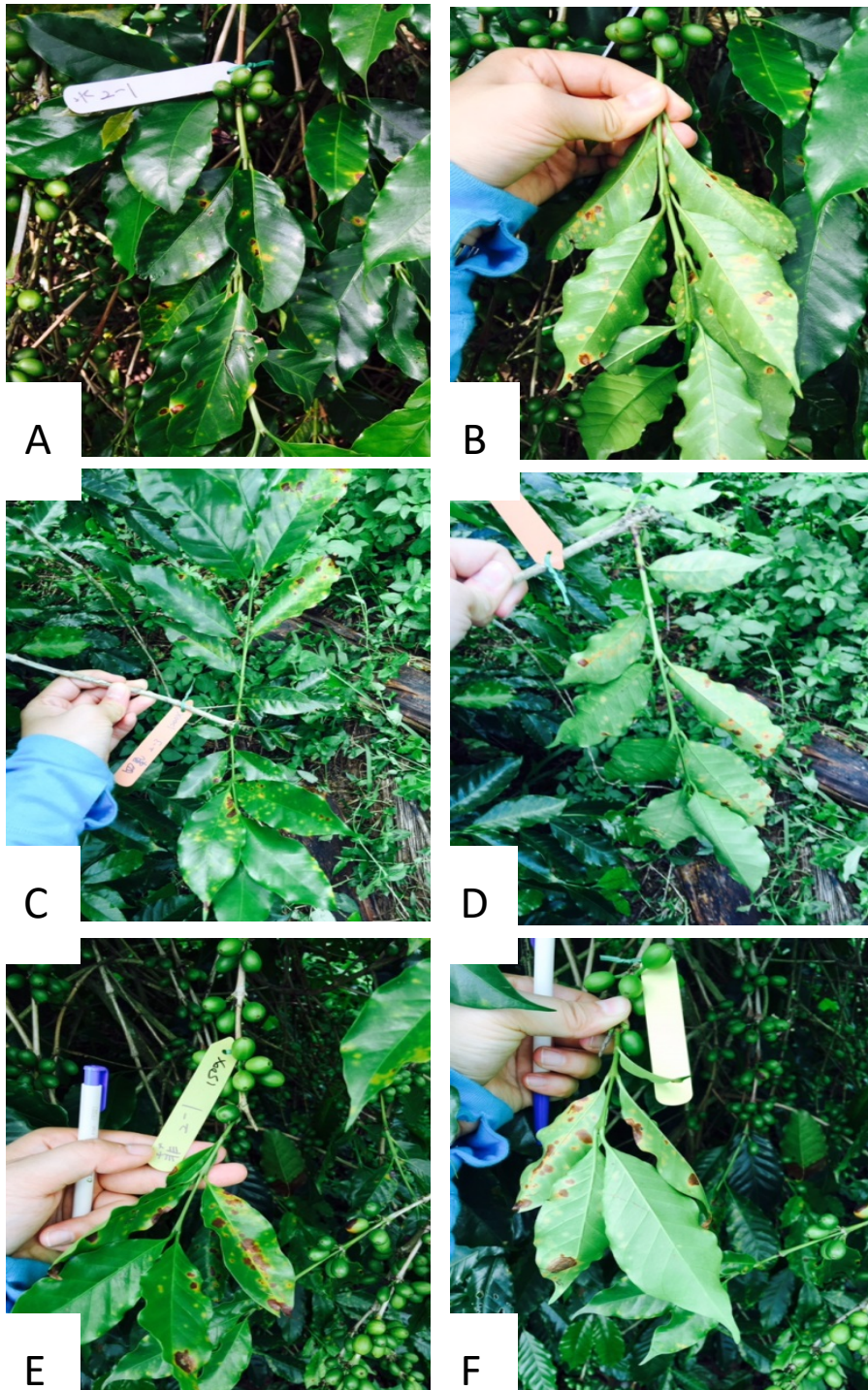
圖一、咖啡銹病。(A) (B) (C)為咖啡銹病在葉片上之病徵。(D)為咖啡銹病夏孢子。

Fig. 1. Coffee rust. A, B and C: the symptoms of coffee rust on leaves. D: the spores of coffee rust.

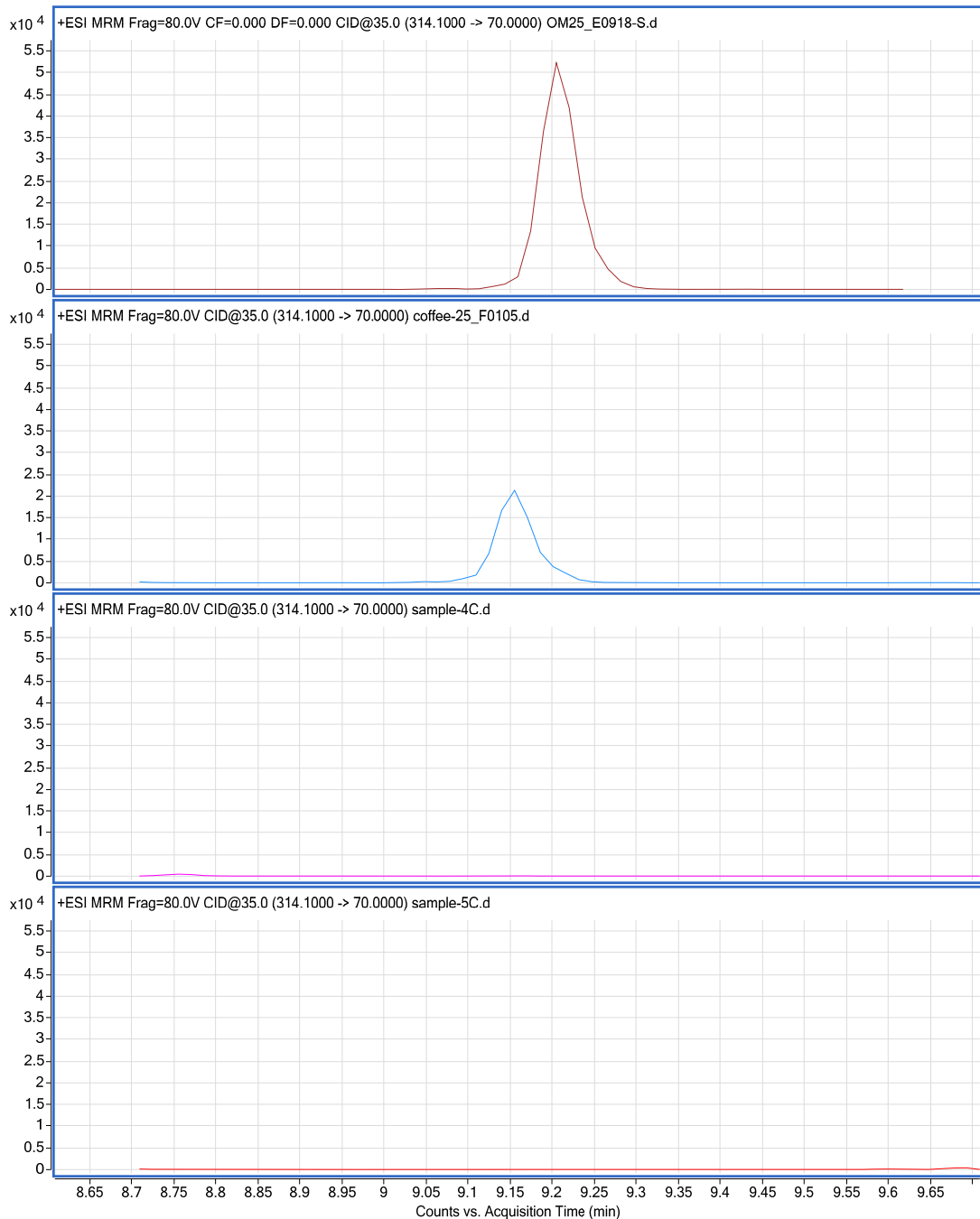


圖二、化學藥劑田間防治咖啡銹病結果

Fig. 2. Effects of fungicide field trial on controlling coffee rust

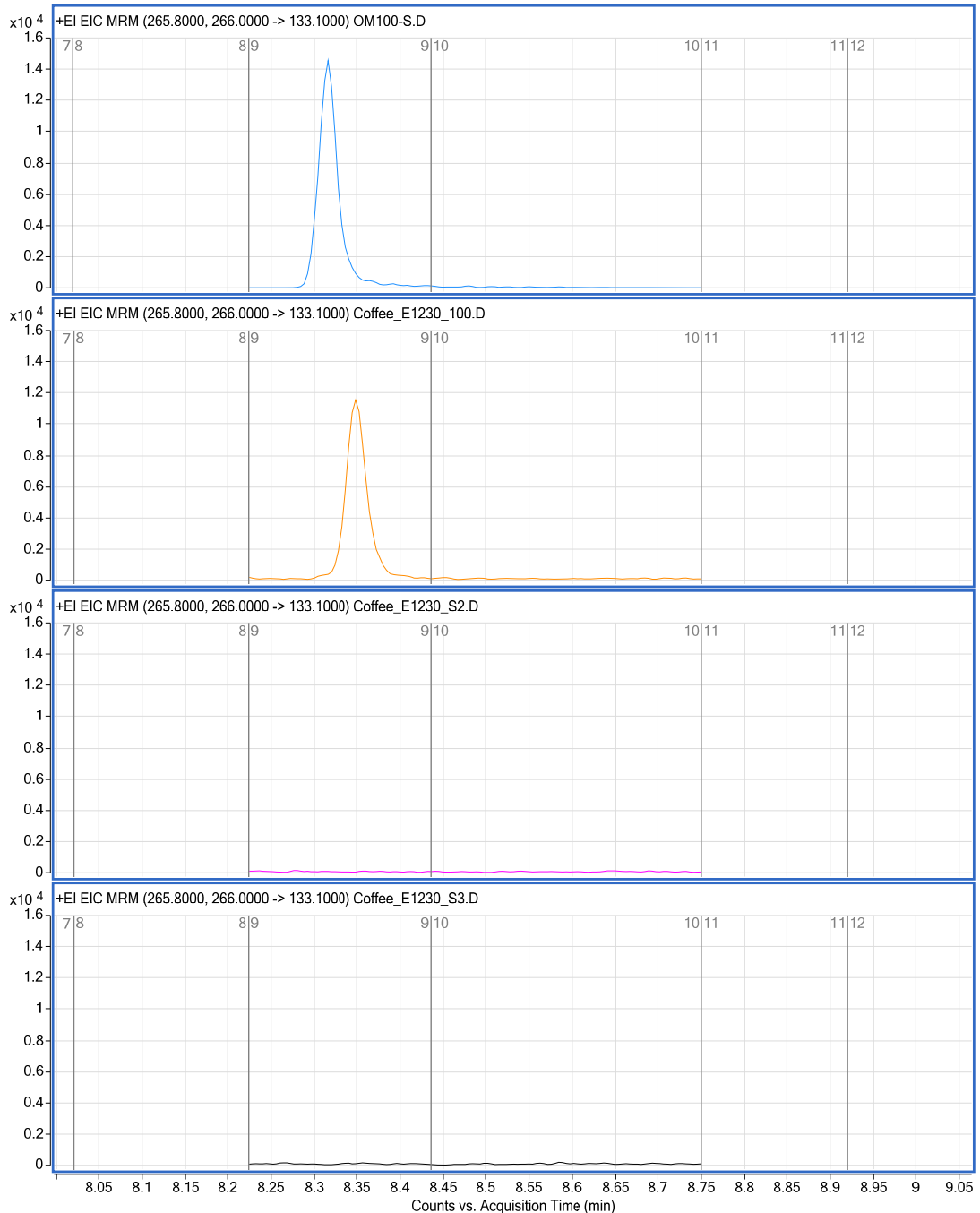


圖三、田間藥劑試驗防治咖啡銹病情形。(A)(B)為對照組噴水處理葉片正反面、
 (C)(D)為四氯異苯腈藥劑處理葉片正反面、(E)(F)為菲克利藥劑處理葉片正反面
 Fig. 3. Effects of fungicide field trial on controlling coffee rust. A and B: control; C and D:
 Chlorothalonil treatment; E and F: Hexaconazole treatment.



圖四、菲克利以液相層析串聯質譜儀分析之萃取離子層析圖（上至下圖依序為溶劑中添加 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 菲克利標準品、咖啡基質中添加 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$ 菲克利標準品、施用菲克利 1,500 倍及 3,000 倍處理的樣品）

Fig. 4. Chromatograms of Extracted Ion Chromatography (EIC) of the MRM transitions of m/z 314.1–70 for hexaconazole by LC/MS/MS extracted from four samples, chromatograms from top to down are standard in solvent and in matrix spiked 25 $\mu\text{g}/\text{kg}$, sample after hexaconazole treatment by 1,500X and 3,000X, sequentially.



圖五、四氯異苯腈以氣相層析串聯質譜儀分析之萃取離子層析圖（上至下圖依序為溶劑中添加 100 µg/kg 四氯異苯腈標準品之萃取離子層析圖、咖啡基質中添加 100 µg/kg 四氯異苯腈標準品之萃取離子層析圖、施用四氯異苯腈 600 倍及 1200 倍處理的樣品之萃取離子層析圖）

Fig. 5. Chromatograms of Extracted Ion Chromatography(EIC) of the MRM transitions of m/z 265.8–133.1 for chlorothalonil by GC/MS/MS extracted from four samples, chromatograms from top to down are standard in solvent and in matrix spiked 100 µg/kg, sample after chlorothalonil treatment by 600X and 1,200X, sequentially.

Fungicide Selection on Controlling Coffee Rust and Residues Evaluation

Shiou-Ruei Lin¹ Shih-Hao Weng² Yu-Ju Huang^{3,*} Sih-Ying Huang⁴
Jia-Ru Dai^{1,**}

Summary

Coffee rust is one worldwide important coffee disease. As the coffee drinking habit of compatriot raises in Taiwan, the coffee plantations are gradually increasing. Therefore, there is the fungicide demand of controlling coffee rust in plantation. However, there is no permitted fungicide on controlling coffee rust in Taiwan so far. In this study, 22 fungicides which registered on other crops for rust diseases control were tested the ability of inhibiting the coffee rust spore germination. All of the testing fungicides showed the ability of inhibiting the spore germination with EC₈₀ values < 100 µg/mL. It chose two different mode mechanisms fungicides, hexaconazole and chlorothalonil, for field trail. Hexaconazole 5 SC 1,500 folds diluted showed the efficacy of controlling coffee rust propagation and infection in plantation by spreading twice at the beginning of the disease occurring. It tested the two fungicides residual of coffee beans which washed and medium roasted after 60 days spraying. The data showed there is no detection of these two fungicides.

Key words: Spore germination, Hexaconazole, Field trail

-
1. Assistant Researcher, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
 2. Assistant Researcher, Yuchih Branch, of Tea Research and Extension Station Nantou, Taiwan, R.O.C.
 3. Assistant Agronomist, Tungding Branch, Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, R.O.C.
 4. Assistant, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

*Corresponding author.

**Co-corresponding author.

不同萃取水溫及時間對茶葉兒茶素類和總多元酚含量之影響

戴佳如¹ 林秀榮¹ 黃玉如² 楊美珠^{3,*}

摘要

茶葉中化學成分之萃取效率受到萃取溶劑種類、萃取溫度、萃取時間、萃取比例及樣品粒徑大小等因子的影響。為提升萃取效率，本研究以純水作為萃取溶劑，萃取比例為 1:100 (w:v)，一次性萃取，探討不同萃取溫度 (70-100°C) 和萃取時間 (10-60min) 對茶葉中兒茶素類和總多元酚含量之影響，期能提供茶葉兒茶素類與總多元酚之最佳萃取條件。試驗結果顯示，當以茶葉中 EGC、EC、EGCG、ECG 之萃取量為指標時，萃取溫度 70~80°C，萃取時間 10 分鐘，為最適萃取條件。當以茶葉中總多元酚之萃取量為指標時，萃取溫度 100°C，萃取時間 60 分鐘，為最適萃取條件。

關鍵字：萃取、兒茶素類、總多元酚

前言

茶是僅次於水被廣泛消費的飲料，相較於其他飲料而言，茶含有大量的含氮化合物、多元酚、醣類、有機酸、維生素和礦物質 (Park *et al.*, 2002)。兒茶素類是茶葉中最主要的多元酚類成分，約佔多元酚類成分總含量的 75~80 % (甘, 1984)。綠茶中主要兒茶素類為 (-)-epigallocatechin gallate (EGCG)、(-)-epicatechin gallate (ECG)、(-)-epigallocatechin (EGC) 和 (-)-epicatechin (EC)，這些表型兒茶素類能變成它們的表異構物，也就是非表型兒茶素類，如 (-)-gallocatechin gallate (GCG)、(-)-catechin gallate (CG)、(-)-gallocatechin (GC) 和 (±)-catechin (C) (Ananingsih *et al.*, 2013)，兒茶素類在高溫時會發生表異構化作用 (epimerization)，表異構化作用是兒茶素類萃取過程中受到關注的問題，其會導致分析結果中茶葉兒茶素類組成的差異。因此，在萃取過程中需考慮到溫度和時間的影響 (Wang and Hellewell, 2000)。

兒茶素類親水性較強，易溶於熱水、含水乙醇、甲醇、含水乙醚、乙酸乙酯、含水丙酮以及冰醋酸等溶劑。兒茶素類具有良好的生物活性，已被證實有抗氧化、調節免疫、防癌抗癌、抗突變、抗菌、抗病毒、防輻射等功能 (鮮等, 2012)。部分學者指出以 50% 乙醇 (Liang *et al.*, 2007)、50% 乙醇在酸性條件下 (Wang and Hellewell, 2001)、2% 磷酸水溶液 (Horie *et al.*, 2002)、70% 甲醇水溶液 (ISO 14502-2, 2005) 或熱水萃取後冰浴並將溶液 pH 值調整到 4 以下 (Hirun and Roach, 2011)，可有效萃取茶葉中的兒茶素類。亦有相關研究指出沸水萃取法與 70% 甲醇萃取法相比，可能沸水

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員、助理研究員。臺灣 桃園市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場凍頂工作站 助理研究員。臺灣 南投縣。
 3. 行政院農業委員會茶業改良場 副研究員兼製茶技術課課長。臺灣 桃園市。
- * 通訊作者。

萃取法更適於茶葉中兒茶素類含量的測定 (鮮等, 2012)。對於茶葉中兒茶素類組成的分析, 水是最佳的萃取溶劑 (Khokhar and Magnusdottir, 2002; Wang *et al.*, 2000), 而且是較安全且對環境友善的方法, 其檢測結果在藥理學研究中可以真實地反映茶葉中兒茶素類的藥理功能及其價值, 還可以在茶葉品質評價中作為一個相對有效的參考數據 (呂等, 2007)。不同文獻中, 利用水萃取的溫度和時間條件都不盡相同, 如 70°C 水浴 30 分鐘 (呂等, 2007)、80°C 水浴 20 分鐘 (蔡等, 2004)、80°C 水浴 40 分鐘 (Row and Jin, 2006)、90°C 水浴 30 分鐘 (Lee and Ong, 2000; Hirun and Roach, 2011) 和 100°C 水浴 45 分鐘 (鮮等, 2012)。因此, 本研究以水作為萃取溶劑, 探討不同萃取溫度及時間對兒茶素類及總多元酚溶出率之影響, 期能提供茶葉兒茶素類與多元酚之最佳萃取條件。

材料與方法

一、試驗材料

- (一) 碧螺春綠茶：購自新北市三峽區, 品種為青心柑仔, 春茶。
- (二) 文山包種茶：購自新北市坪林區, 品種為青心烏龍, 春茶。

二、萃取溫度及時間處理 (修正自蔡等, 2004)

- (一) 處理一：茶葉樣品以研磨機粉碎, 通過 35 mesh 篩網, 精秤 1 公克的茶粉, 置於玻璃三角錐瓶中, 加入 90 毫升的沸水, 分別以 70°C、80°C、90°C 和 100°C 水浴 20 和 60 分鐘後, 將茶湯急速冷卻並抽氣過濾, 定量至 100 毫升, 再以 0.45 μ m 之 PVDF 過濾碟過濾, 濾液以 HPLC 分析。
- (二) 處理二：茶葉樣品以研磨機粉碎, 通過 35 mesh 篩網, 精秤 1 公克的茶粉, 置於玻璃三角錐瓶中, 加入 90 毫升的沸水, 分別以 70°C 和 80°C 水浴 10、20、30、40、50 和 60 分鐘後, 將茶湯急速冷卻並抽氣過濾, 定量至 100 毫升, 再以 0.45 μ m 之 PVDF 過濾碟過濾, 濾液以 HPLC 分析。
- (三) 處理三：茶葉樣品以研磨機粉碎, 通過 35 mesh 篩網, 精秤 1 公克的茶粉, 置於玻璃三角錐瓶中, 加入 90 毫升的沸水, 分別以 90°C 和 100°C 水浴 10 分鐘後, 將茶湯急速冷卻並抽氣過濾, 定量至 100 毫升, 再以 0.45 μ m 之 PVDF 過濾碟過濾, 濾液以 HPLC 分析。

三、試劑

- (一) 試劑水：比電阻 18.2 M Ω -cm 之純水。
- (二) 標準品：(-)-Epigallocatechin gallate (EGCG)、(-)-Epicatechin gallate (ECG)、(-)-Epigallocatechin (EGC)、(-)-Epicatechin (EC)、(-)-gallocatechin (GC)、(-)-gallocatechin gallate (GCG)、(-)-gallocatechin、(\pm)-catechin (C) 和 gallic acid monohydrate 購自 Sigma。
- (三) acetonitrile、methyl alcohol 購自 Spectrum, HPLC Grade。
- (四) formic acid、sodium carbonate 和 folin reagent 購自 Merck。

四、分析項目及方法

- (一) 總多元酚：以 folin ciocalteu 法測定之。(ISO 14502-1: 2005)
- (二) 個別兒茶素之測定 (修正自 CNS 15022 N 6384)
HPLC (Agilent 1200)之分析條件如下：

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

Eluent A: 0.1% formic acid

Eluent B: acetonitrile

Flow rate: 1 mL/min

Detector: DAD

Wave length: 280 nm

Injection volume: 10 μ L

結果與討論

萃取溶劑種類、萃取溫度、萃取時間、萃取比例、萃取次數及樣品粒徑大小皆會影響茶葉中化學成分之溶出率。本研究以水作為萃取溶劑，萃取比例為 1:100，一次性萃取，茶葉粒徑小於 0.5 mm (35 mesh)。表面積越大會加速擴散作用，因此在萃取前先將茶樣過篩，使粒徑大小一致，Zimmermann and Gleichhagen (2013) 研究指出粒徑大小對兒茶素類的萃取效率有很大的影響，尤其是酯型兒茶素類，當粒徑小於 0.5mm 時，萃取之茶湯酯型兒茶素類濃度是粒徑大於 1.4 mm (12 mesh) 的 3 倍，是粒徑大於 0.71 mm (24 mesh) 小於 1.0 mm (16 mesh) 的 2 倍，因此本研究之茶粉皆先以 35 mesh 的篩網過篩，再進行萃取試驗。

碧螺春綠茶分別以 70 $^{\circ}$ C、80 $^{\circ}$ C、90 $^{\circ}$ C 和 100 $^{\circ}$ C 萃取 20 和 60 分鐘之結果如表一所示，在 70 $^{\circ}$ C 的處理中，EGC、EC、EGCG、ECG 等表型兒茶素類和 GC、C、GCG 等非表型兒茶素類在萃取 20 和 60 分鐘時，其含量皆沒有顯著性的差異。在 80 $^{\circ}$ C 的處理中，EGC、EC、EGCG、ECG 等表型兒茶素類在萃取 20 和 60 分鐘時，其含量並沒有顯著性的差異，但 GC、C、GCG 等非表型兒茶素類含量在萃取 20 分鐘時顯著低於萃取 60 分鐘者。在 90 $^{\circ}$ C 的處理中，萃取 20 分鐘之 EGC 和 EC 含量皆顯著高於萃取 60 分鐘，EGCG 和 ECG 含量則與萃取 60 分鐘者無顯著性的差異，GC、C、GCG 等非表型兒茶素類含量在萃取 20 分鐘時顯著低於萃取 60 分鐘者。在 100 $^{\circ}$ C 的處理中，EGC、EC、EGCG、ECG 等表型兒茶素類含量在萃取 20 分鐘時顯著高於萃取 60 分鐘者，而 GC、C、GCG 等非表型兒茶素類含量則恰好相反。Komatsu *et al.* (1993) 的研究報告指出，表型兒茶素類發生表異構化作用的初始溫度約為 82 $^{\circ}$ C；不僅溫度，加熱時間也會影響，隨著萃取時間的增加，茶葉中非表型兒茶素類的含量有明顯增加趨勢 (Wang *et al.*, 2000; 呂等, 2007)。本試驗的結果亦有相同的趨勢，在 80 $^{\circ}$ C 萃取 20 分鐘和 70 $^{\circ}$ C 萃取 20 和 60 分鐘三種處理之非表型兒茶素類含量間沒有顯著性差異，但 80 $^{\circ}$ C 萃取 60 分鐘則皆顯著高於前述三種處理，在 90 $^{\circ}$ C 和 100 $^{\circ}$ C 不論萃取 20 和 60 分鐘，其非表型兒茶素類含量亦顯著高於 80 $^{\circ}$ C 萃取 20 分鐘和 70 $^{\circ}$ C 萃取 20 和 60 分鐘三種處理。

若以不同溫度萃取 20 分鐘的處理而言，隨著萃取溫度的增加，EGC 和 EC 的含量有逐漸下降的趨勢，EGCG 和 ECG 則沒有顯著性的差異。兒茶素類的溶出率可分為兩類，第一類是取決於時間 (如 EGC 和 EC)，另一類則是取決於時間和溫度 (如 EGCG、ECG)(Labbe *et al.*, 2006)，且 EGC 和 EC 相較於 EGCG 和 ECG 較快被萃取出來 (Price and Spitzer, 1993)，因此，推測萃取 20 分鐘時，EGC 和 EC 的濃度已達平衡，所以隨著溫度的增加，因表異構化作用而導致 EGC 和 EC 的含量逐漸下降；而 EGCG 和 ECG 需要高溫較容易溶出，所以隨著溫度的增加，EGCG 和 ECG 的溶出率會增加，但也因為高溫會加速表異構化和氧化作用的發生，而導致其在溫度處理間沒有顯著性的差異。

溫度對萃取有兩方面的作用，一方面溫度升高，傳導的速率增大，有利總多元酚和兒茶素類的溶出；另一方面溫度越高，多元酚和兒茶素類的氧化越快 (范等, 2005)。在高溫的狀態下，表型兒茶素類因表異構化變成非表型兒茶素類的轉換率並不是 100%，因此，熱處理除了會發生表異構化作用，同時也伴隨著兒茶素類的氧化或降解作用 (degradation) (Komatsu *et al.*, 1993; Wang and Helliwell, 2000)。因此，總兒茶素含量雖然以 100 $^{\circ}$ C 萃取 60 分鐘之含量最高為 124.3 mg/g，其中

表型兒茶素類的總和為 79.7 mg/g，非表型兒茶素類的總和為 44.57 mg/g，而 70°C 萃取 20 分鐘之總兒茶素含量為 115.4 mg/g，表型兒茶素類的總和為 108.8mg/g，非表型兒茶素類的總和為 6.55 mg/g，雖然總兒茶素含量相近，但兒茶素類組成並不相同，其中以 70°C 萃取 20 分鐘之表型和非表型兒茶素類含量分別是以 100°C 萃取 60 分鐘的 1.37 和 0.18 倍。另以文山包種茶進行和碧螺春綠茶相同的萃取溫度和時間處理，其試驗結果 (表二) 與碧螺春綠茶之趨勢相同。因此可確認兒茶素類萃取溫度以 70~80°C 為佳，此與呂等 (2007) 之研究趨勢相同，兒茶素類萃取溫度在 70°C 就能夠達到相對理想的萃取效果。而在總多元酚部分，則是以 100°C 萃取 60 分鐘之含量最高。

為了進一步確認最佳萃取時間，分別以 70°C 和 80°C 萃取 10、20、30、40、50 和 60 分鐘，試驗結果顯示，EGC、EC、EGCG 和 ECG 的含量皆以 70°C 萃取 10 分鐘和 80°C 萃取 10 分鐘最高，隨著萃取時間的增加，70°C 處理的 EGC 和 EC 的含量會比 80°C 處理高，而 EGCG 和 ECG 隨著萃取時間的增加，在兩溫度處理間則沒有差異 (圖一)。在 80°C 處理中，隨著萃取時間的增加，GC、C 和 GCG 的含量逐漸上升，而在 70°C 處理，GC、C 和 GCG 的含量變化不大 (圖二)，這顯示在 70°C 處理中，兒茶素類的表異構化作用並不明顯，萃取過程中，若要減少表異構化作用的發生，70°C 是對兒茶素類萃取相對穩定的溫度，若以 80°C 為萃取溫度，則萃取時間建議不超過 10 分鐘。表型兒茶素類的總和以 70°C 萃取 10 分鐘和 80°C 萃取 10 分鐘最高，非表型兒茶素類的總和以 70°C 萃取 10 分鐘和 80°C 萃取 10 分鐘最低，總兒茶素和總多元酚在各處理間沒有明顯的差異 (圖三)，因此初步認定兒茶素類最佳之萃取溫度為 70~80°C，最佳之萃取時間為 10 分鐘。

前述試驗結果顯示，當萃取溫度為 90°C 和 100°C 時，其兒茶素類的表異構化作用較 70°C 和 80°C 明顯，為了要進一步了解高溫短時間是否有可能提升兒茶素類萃取率且減少表異構化發生的可能性，因此，分別以 90°C 和 100°C 萃取 10 分鐘，並和 70°C 和 80°C 萃取 10 分鐘之試驗結果做比較，如圖四所示。雖然總兒茶素和總多元酚含量，在不同溫度處理間之差異並不明顯，但是總表型兒茶素類含量在萃取溫度超過 80°C 後，就逐漸下降，總非表型兒茶素類含量在萃取溫度超過 80°C 後，就逐漸上升，這顯示雖然已將萃取時間縮短至 10 分鐘，相較於 70°C 和 80°C 處理，90°C 和 100°C 的處理仍會加速表異構化作用的發生。因此，分析茶葉中兒茶素類含量建議以 70~80°C 萃取 10 分鐘最佳。

結 論

萃取溫度越高，雖然有利總多元酚和兒茶素類的溶出，但是高溫會使兒茶素類發生表異構化作用，同時也伴隨著氧化或降解作用的發生。本試驗研究結果顯示，以茶葉中 EGC、EC、EGCG、ECG 之萃取量為指標時，當萃取比例為 1:100，茶葉粒徑小於 0.5 mm，萃取溫度為 70~80°C，萃取時間為 10 分鐘時，以純水一次性萃取，可以達到相對理想的萃取效果。相較於前述文獻報告，本試驗之萃取時間僅需 10 分鐘，可縮短茶葉萃取時所消耗的時間，提昇萃取的效益。以茶葉中總多元酚之萃取量為指標時，當萃取比例為 1:100，茶葉粒徑小於 0.5 mm，萃取溫度為 100°C，以純水一次性萃取，萃取時間為 60 分鐘時，可以達到相對理想的萃取效果。而兒茶素類在 80°C 以上，隨著萃取時間的增加，表型兒茶素類逐漸下降，非表型兒茶素類逐漸上升。因此，需視分析的項目選擇適合的萃取條件。

參考文獻

1. 甘子能. 1984. 茶葉化學入門. 臺灣省茶業改良場林口分場。
2. 呂海鵬、林智、谷記平、郭麗、譚俊峰. 2007. 茶葉兒茶素組分 HPLC 測定中的提取方法研究. 食品與發酵工業 33 (6): 76-79。

3. 范新年、藍先秋、宋航、李延芳、丁平平、付超. 2005. 兒茶素的兩種浸提工藝的優化及比較. 現代食品科技 21(2): 121-123。
4. 鮮殊、王璽、楊衛、林丹、談涵、宛曉春、李大祥. 2012. 不同浸提方法對茶樣中各兒茶素組分含量影響的比較. 分離與萃取 38(6): 219-223。
5. 蔡永生、劉士綸、王雪芳、區少梅. 2004. 臺灣主要栽培茶樹品種兒茶素含量與抗氧化活性之比較. 臺灣茶業研究彙報 23: 115-131。
6. Ananingsih, V. K., Sharma, A. and Zhou, W. 2013. Green tea catechins during food processing and storage: A review on stability and detection. Food Res. Int. 50: 469-479.
7. Hirun, S. and Roach, P. D. 2011. An improved solvent extraction method for the analysis of catechins and caffeine in green tea. J Food Nutr. Res. 50(3): 160-166.
8. Horie, H., Yamamoto, M., Ujihara, T. and Kohata, K. 2002. Extraction of tea catechins for chemical analysis. Chagyo Kenkyu Hokoku 94: 60-64.
9. ISO 14502-1. 2005. Determination of substances characteristic of green and black tea. Part 1: Content of total polyphenols in tea - Colorimetric method using Folin-Ciocalten reagent.
10. ISO 14502-2. 2005. Determination of substances characteristic of green and black tea -- Part 2: Content of catechins in green tea -- Method using high-performance liquid chromatography.
11. Khokhar, S. and Magnusdottir, S. G. M. 2002. Total phenol, catechin, and caffeine contents of teas commonly consumed in the United Kingdom. J Agric. Food Chem. 50: 565-570.
12. Komatsu, Y., Suematsu, S., Hisanobu, Y., Saigo, H., Matsuda, R. and Hara, K. 1993. Effects of pH and temperature on reaction kinetics of catechins in green tea infusion. Biosci. Biotechnol. Biochem. 57: 907-910.
13. Labbe, D., Tremblay, A. and Bazinet, L. 2006. Effect of brewing temperature and duration on green tea catechin solubilization: basis for production of EGC and EGCG-enriched fractions. Sep. Purif. Technol. 49: 1-9.
14. Lee, B. L. and Ong, C. N. 2000. Comparative analysis of tea catechins and theaflavins by high-performance liquid chromatography and capillary electrophoresis. J. Chromatogr. A. 881: 439-447.
15. Liang, H., Liang, Y., Dong, J., Lu, J., Xu, H. and Wang, H. 2007. Decaffeination of fresh green tea leaf (*Camellia sinensis*) by hot water treatment. Food Chem. 101: 1468-1473.
16. Park, Y. H., Won, E. K. and Son, D. J. 2002. Effect of pH on the stability of green tea catechins. J. Fd. Hyg. Safety 17: 117-123.
17. Price, W. E. and Spitzer, J. C. 1993. Variations in the amounts of individual flavanols in a range of green teas. Food Chem. 47: 271-276.
18. Row, K. H. and Jin, Y. 2006. Recovery of catechin compounds from Korean tea by solvent extraction. Bioresour. Technol. 97: 790-793.
19. Wang, H. and Helliwell, K. 2000. Epimerisation of catechins in green tea infusions. Food Chem. 70: 337-344.
20. Wang, H., Helliwell, K. and You, X. 2000. Isocratic elution system for the determination of catechins, caffeine and gallic acid in green tea using HPLC. Food Chem. 68: 115-121.
21. Wang, H. and Helliwell, K. 2001. Determination of flavonols in green tea and black tea leaves and green tea infusions by high performance liquid chromatography. Food Res. Int. 34: 223-227.

22. Zimmermann, B. F. and Gleichenhagen, M. 2013. Steeping time and temperature on the content of the main flavanols in green tea. In: V. R. Preedy (Ed). "Tea in Health and Disease Prevention". Elsevier Inc. pp. 335-341.

表一、不同萃取溫度及時間對綠茶兒茶素類及總多元酚含量之影響
Table 1 Effects of extraction temperature and time on the contents of green tea catechins and total polyphenols¹

	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	Epicatechins ¹	Epimers ²	TC ³	Total Polyphenols
70°C	20min	4.22 ^e	35.61 ^a	1.14 ^d	8.76 ^a	57.13 ^{abc}	1.19 ^e	7.30 ^{ab}	108.8 ^a	115.4 ^{bc}	129.3 ^{cd}
	60min	5.14 ^e	34.71 ^{ab}	1.27 ^d	8.68 ^{ab}	59.45 ^a	2.50 ^e	7.71 ^a	110.6 ^a	119.5 ^{ab}	135.0 ^{bc}
80°C	20min	4.90 ^e	33.23 ^{bc}	1.19 ^d	8.28 ^{bc}	53.99 ^{abcd}	2.28 ^e	7.00 ^{ab}	102.5 ^{ab}	110.9 ^e	125.0 ^d
	60min	7.61 ^d	31.51 ^{cd}	1.70 ^e	8.37 ^{abc}	57.44 ^{ab}	6.00 ^d	7.68 ^a	105.0 ^{ab}	120.3 ^{ab}	136.5 ^{ab}
90°C	20min	7.32 ^d	31.07 ^d	1.50 ^{cd}	8.17 ^e	51.75 ^{cd}	5.19 ^d	6.82 ^b	97.8 ^b	111.8 ^{bc}	124.9 ^{bcd}
	60min	12.93 ^b	25.88 ^f	2.42 ^b	7.37 ^d	49.14 ^{de}	13.19 ^b	6.86 ^b	89.3 ^c	117.8 ^{abc}	134.9 ^{bc}
100°C	20min	10.46 ^e	29.31 ^e	1.81 ^e	7.98 ^c	53.50 ^{bcd}	9.61 ^e	7.28 ^{ab}	98.1 ^b	120.0 ^{ab}	135.4 ^{abc}
	60min	18.94 ^a	21.38 ^g	3.87 ^a	6.73 ^e	45.01 ^e	21.76 ^a	6.57 ^b	79.7 ^d	124.3 ^a	141.7 ^a

¹Epicatechins = EGC + EC + EGCG + ECG

²Epimers = GC + C + GCG

³TC = GC + EGC + C + EC + EGCG + GCG + ECG

⁴ Results are shown as mean of triplicate analysis, expressed in mg/g. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Fisher's least significant difference (LSD) test.

表二、不同萃取溫度及時間對包種茶兒茶素類及總多元酚含量之影響
 Table 2 Effects of extraction temperature and time on the contents of paochung tea catechins and total polyphenols¹

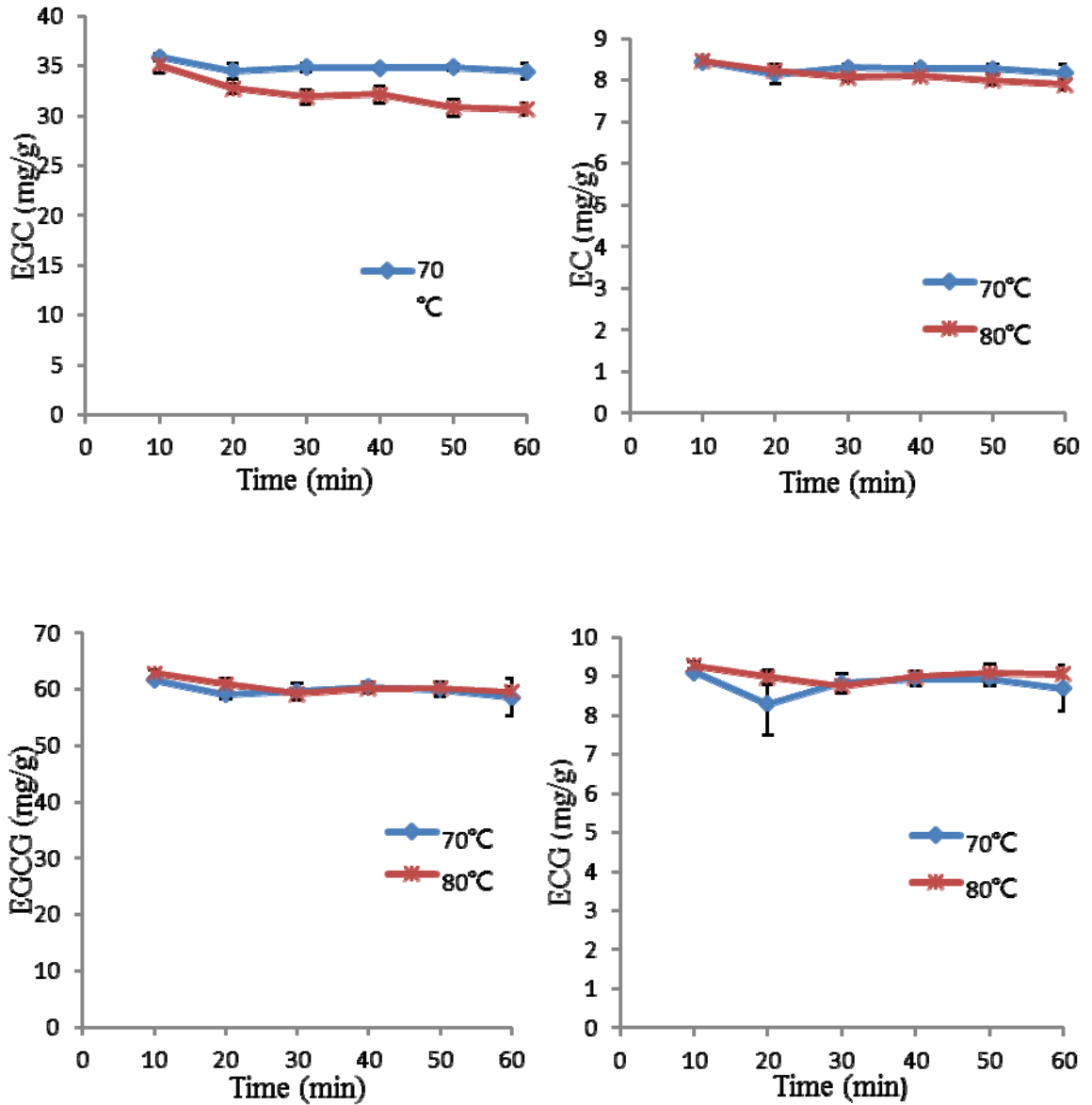
	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	Epicatechins ¹	Epimers ²	TC ³	Total Polyphenols	
70°C	20min	2.71 ^e	47.95 ^a	0.62 ^e	8.33 ^a	33.61 ^{ab}	0.82 ^e	3.43 ^{abc}	93.33 ^a	4.15 ^e	97.48 ^{cd}	96.92 ^{de}
	60min	3.80 ^e	44.97 ^b	0.70 ^e	7.98 ^{bc}	32.13 ^{abc}	1.46 ^e	3.34 ^{abc}	88.42 ^{bc}	5.96 ^e	94.38 ^d	95.52 ^e
80°C	20min	4.28 ^e	45.98 ^b	0.78 ^e	8.12 ^{ab}	34.13 ^a	1.63 ^e	3.53 ^{ab}	91.76 ^{ab}	6.69 ^e	98.45 ^{bc}	98.45 ^{cde}
	60min	7.61 ^d	41.87 ^c	1.04 ^d	7.76 ^{cd}	33.43 ^{ab}	3.45 ^d	3.56 ^{ab}	86.63 ^{cd}	12.11 ^d	98.74 ^{bc}	99.69 ^{bc}
90°C	20min	8.22 ^d	42.74 ^c	1.14 ^d	7.86 ^{bc}	31.66 ^{bc}	3.53 ^d	3.29 ^{bc}	85.55 ^{cd}	12.89 ^d	98.44 ^{bc}	98.60 ^{cd}
	60min	16.55 ^b	34.45 ^e	2.03 ^b	6.81 ^e	29.92 ^c	8.07 ^b	3.44 ^{abc}	74.62 ^e	26.65 ^b	101.3 ^{ab}	102.29 ^b
100°C	20min	12.11 ^c	39.91 ^d	1.52 ^c	7.52 ^d	32.54 ^{ab}	5.56 ^c	3.61 ^a	83.58 ^d	19.19 ^c	102.8 ^a	102.15 ^b
	60min	26.25 ^a	26.21 ^f	3.21 ^a	5.77 ^f	25.95 ^d	13.44 ^a	3.17 ^c	61.11 ^f	42.90 ^a	104.0 ^a	105.66 ^a

¹Epicatechins = EGC + EC + EGCG + ECG

²Epimers = GC + C + GCG

³TC = GC + EGC + C + EC + EGCG + GCG + ECG

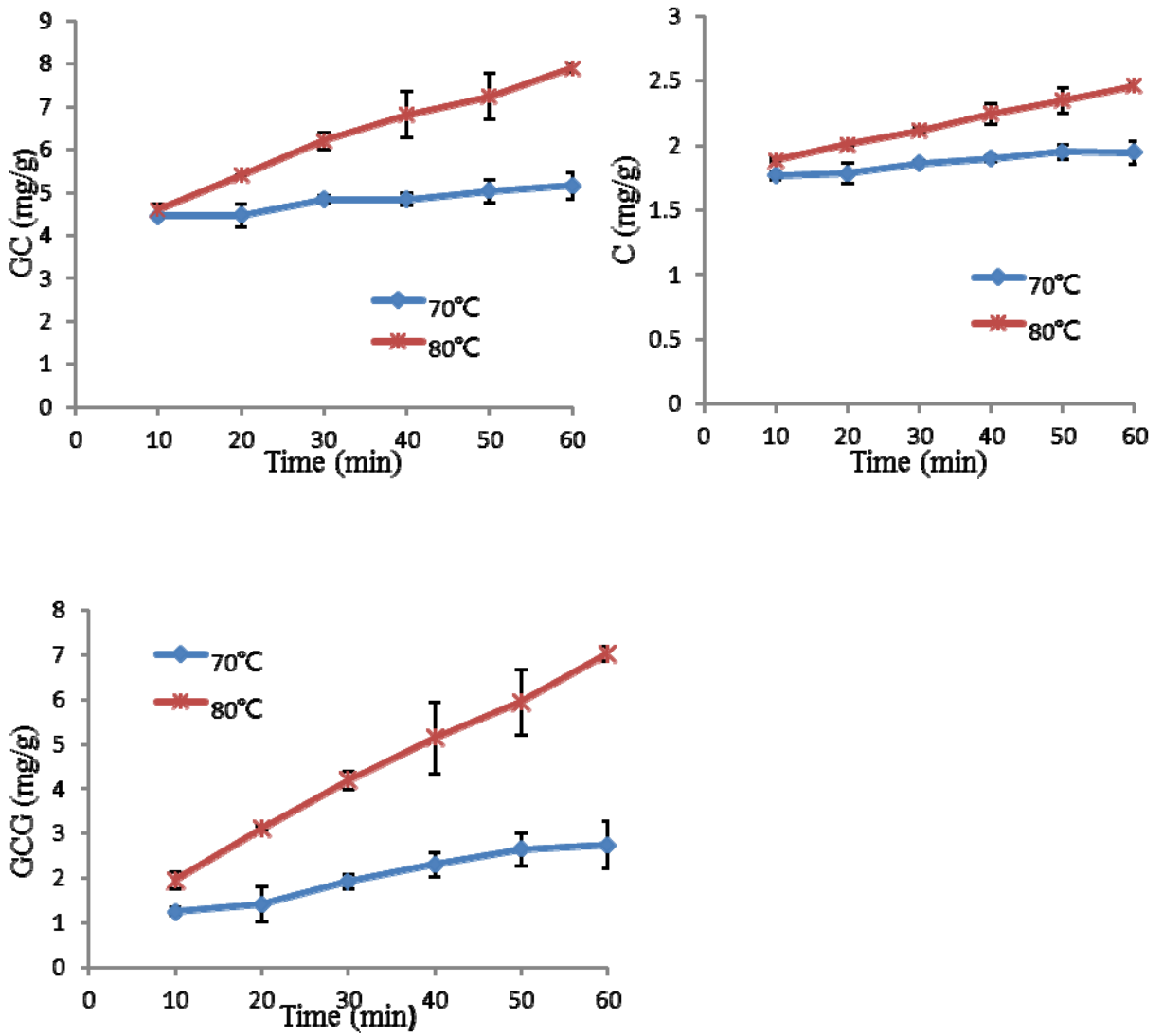
⁴ Results are shown as mean of triplicate analysis, expressed in mg/g. Means within each column followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Fisher's least significant difference (LSD) test.



圖一、不同萃取溫度及時間對綠茶表型兒茶素類含量之影響

Fig. 1. Effects of extraction temperature and time on the contents of green tea epicatechins.

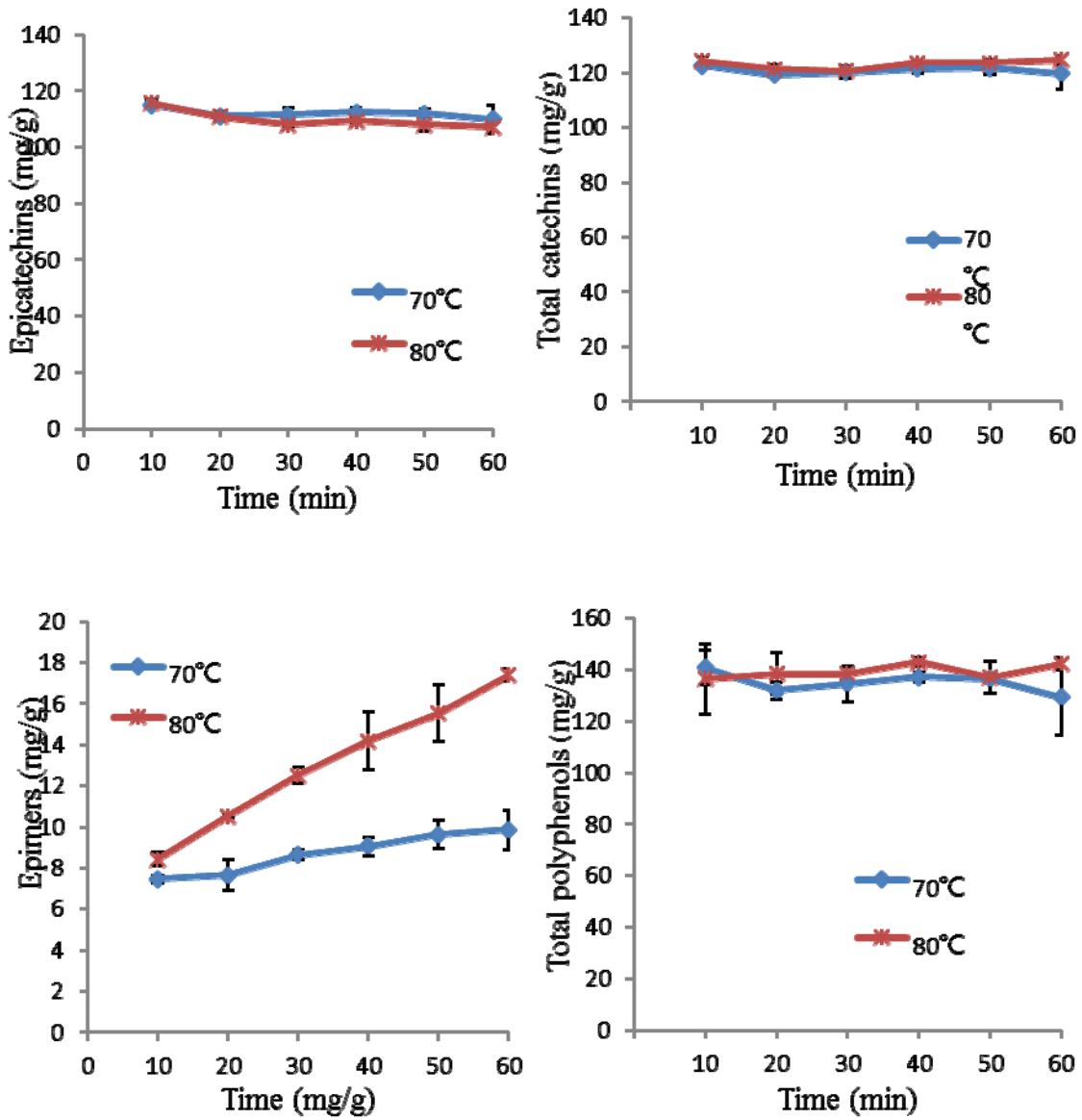
Data are expressed as means \pm S.D. of n=3 samples.



圖二、不同萃取溫度及時間對綠茶非表型兒茶素類含量之影響

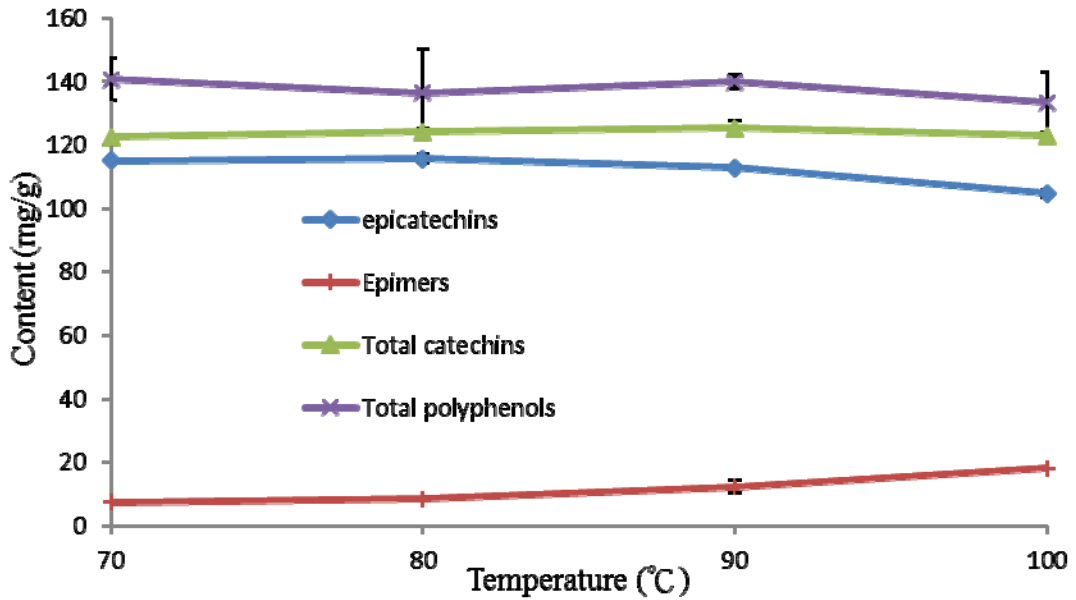
Fig. 2. Effects of extraction temperature and time on the contents of green tea epimers.

Data are expressed as means ± S.D. of n=3 samples.



圖三、不同萃取溫度及時間對綠茶總表型兒茶素、總非表型兒茶素、總兒茶素及總多元酚含量之影響

Fig. 3. Effects of extraction temperature and time on the contents of green tea epicatechins, epimers, total catechins and total polyphenols. Data are expressed as means \pm S.D. of n=3 samples.



圖四、不同萃取溫度對綠茶總表型兒茶素、總非表型兒茶素、總兒茶素及總多元酚含量之影響
Fig. 4. Effects of extraction temperature on the contents of green tea epicatechins, epimers, total catechins and total polyphenols. Data are expressed as means \pm S.D. of n=3 samples.

Effects of Extraction Temperature and Time on the Contents of Tea Catechins and Total Polyphenols

Jia-Ru Dai¹ Shiou-Ruei Lin¹ Yu-Ju Huang² Meei-Ju Yang^{3,*}

Summary

The extraction efficiency of tea components was usually influenced by solvent type, temperature, time, ratio of material to solvent and sample particle size. In order to enhance extraction efficiency, the purpose of this study was to discuss the effect of extraction temperature (70-100°C) and extraction time (10-60min) on the contents of tea catechins and total polyphenols when used pure water as extraction solvent, one step extraction and extraction ratio was 1:100 (w:v) for establishing the best extraction conditions of tea catechins and total polyphenols. The results showed that for the extraction of EGC, EC, EGCG and ECG, the best extraction condition was extracted in 70 ~ 80°C water bath for 10 min. For the extraction of tea total polyphenols, the best extraction condition was extracted in 100°C water bath for 60 min.

Key words: Extraction, Catechins, Total Polyphenols

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

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

3. Chief of Tea Processing Section, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

* Corresponding author.

從兒茶素類及茶湯水色差異判別普洱茶與臺灣特色茶類

戴佳如¹ 劉天麟³ 楊美珠² 陳國任⁴ 陳右人⁵ 林秀榮^{1,*}

摘要

臺灣綠茶、文山包種茶、清香型半球形包種茶和熟香型半球形包種茶的個別兒茶素含量中，以 EGC 和 EGCG 為主。而曬菁茶及普洱生茶以 C、ECG 和 EGCG 為主，且曬菁茶及普洱生茶之 C 和 EC 含量皆比所收集之台灣茶類含量高，且達顯著性差異。茶湯水色部分，散狀普洱熟茶及緊壓普洱熟茶之茶湯 a 值最高，與其他茶類達顯著性差異，東方美人茶和紅茶與曬菁茶和普洱生茶之茶湯 a 值亦達顯著性差異。依據所收集之試驗茶樣分析結果，C 和 EC + C 之相對含量應可作為判別普洱生茶與台灣不發酵茶和輕、中發酵之部分發酵茶之輔助因子，普洱熟茶與東方美人茶和紅茶則可以水色作為判別之輔助因子。

關鍵字：台灣特色茶、普洱茶、兒茶素類

前言

臺灣的特色茶類主要是依發酵程度作區分，不發酵茶如綠茶，部分發酵茶如文山包種茶、高山茶、凍頂烏龍茶、鐵觀音、東方美人茶和紅烏龍，全發酵茶如紅茶。中國六大茶類為綠茶、黃茶、白茶、青茶、紅茶和黑茶，其中綠茶、黃茶屬不發酵茶類，白茶、青茶屬部分發酵茶類，紅茶為全發酵茶，黑茶為後發酵茶。

普洱茶屬於黑茶類的一種，是以地理標誌保護範圍內的雲南大葉種茶 (*Camellia sinensis* (Linn.) var. *assamica* (Masters) Kitamura) 的曬菁毛茶為原料，並在地理標誌保護範圍內採用特定的加工工藝製成，具有獨特品質特徵的茶葉，因早期集散地在雲南普洱縣而得名 (金等，2011)。按其加工工藝及品質特徵，普洱茶分為普洱茶生茶和普洱茶熟茶兩種類型；按外觀型態分普洱茶 (熟茶) 散茶、普洱茶 (生茶、熟茶) 緊壓茶，其加工工藝流程如下 (中華人民共和國國家標準)：

1. 曬菁茶

鮮葉攤放→殺菁→揉捻→解塊→日光乾燥→包裝。

1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員、助理研究員。臺灣 桃園市。
2. 行政院農業委員會茶業改良場 副研究員兼製茶技術課課長。臺灣 桃園市。
3. 行政院農業委員會茶業改良場魚池分場 副研究員兼茶作股股長。臺灣 南投縣。
4. 行政院農業委員會茶業改良場 場長。臺灣 桃園市。
5. 國立臺灣大學園藝暨景觀學系 教授。臺灣 臺北市。

* 通訊作者。

2. 普洱茶 (生茶)

曬菁茶精製→蒸壓成型→乾燥→包裝。

3. 普洱茶 (熟茶) 散茶

曬菁茶後發酵→乾燥→精製→包裝。

4. 普洱茶 (熟茶) 緊壓茶

普洱茶 (熟茶) 散茶→蒸壓成型→乾燥→包裝。

曬菁茶精製→蒸壓成型→乾燥→後發酵→普洱茶 (熟茶) 緊壓茶→包裝。

普洱茶加工過程中有一道工序至關重要—固態發酵 (渥堆)，其為形成普洱茶品質特徵最關鍵的步驟。在這一工序中微生物發揮了重要作用，整個發酵過程中主要發生了以多酚類為主體的一系列複雜劇烈的生物轉化和氧化反應 (張等，2008)。就多酚類而言，其轉化產物大致可分為未被氧化的多酚類物質 (主要是殘留兒茶素)，水溶性的氧化產物 (主要是茶黃素類 (Theaflavins)、茶紅素類 (Thearubigins) 和茶褐素類 (Theabrownins) 等) 和非水溶性轉化物 (主要是與蛋白質結合的不溶性大分子物質) 三大部分 (段等，2009)。渥堆發酵過程會顯著影響普洱茶的成分變化，茶多酚、兒茶素類成分含量會急遽下降 (羅等，1998)。

茶葉中之兒茶素類屬多元酚 (polyphenol) 之一種，一般茶葉含 15~35% 多元酚類，其中兒茶素類約佔 80%，即一般茶葉約含 15~25% 之兒茶素類。兒茶素類在製茶過程中易氧化生成茶黃素類與茶紅素類等發酵 (氧化) 產物。這些成分是構成發酵茶類黃、紅、褐色主要物質 (蔡等，2004)，而影響茶菁中兒茶素類成分含量的因素包括品種、季節 (採摘時間)、採摘部位、栽培管理 (如遮蔭) 和氣候等，尤其製程是影響茶葉兒茶素類含量最大的因子 (蔡等，2004)。一般來說，發酵程度越高，成茶的兒茶素類成分總含量越低，不論茶樹品種為何、或在哪一季節製造都有相同的趨勢 (甘，1984)。影響兒茶素類含量第二大的因素是品種 (安徽農學院，1984)。

由於臺灣沒有生產普洱茶，因此，於 2004 年間開放自中國大陸進口普洱茶，其他中國大陸產製之茶類仍未開放，為防止不肖廠商假藉普洱茶名義夾帶其他茶葉進口，建立普洱茶判別指標有其必要性，雖然普洱茶之判別以「感官品評」即可明顯加以區分，但仍需有客觀之科學化數據加以輔助。因此本文擬以個別兒茶素之組成及茶湯水色探討普洱茶與臺灣特色茶類之差異性，期能作為判別之輔助因子。

材料與方法

一、試驗茶樣

分析之茶樣包括臺灣產製之綠茶、文山包種茶、清香型半球形包種茶、熟香型半球形包種茶、東方美人茶和紅茶，及來自中國大陸之曬菁茶、普洱生茶、散狀普洱熟茶和緊壓普洱熟茶等 10 種茶類，總計 123 個茶樣。茶類代號及茶樣數量如表一所示。所有試驗茶樣已於 2012 年分析完成。

從兒茶素類及茶湯水色差異判別普洱茶與臺灣特色茶類

表一、本研究茶類代號及茶樣數量表

Table 1 The symbol and numbers of tea samples in this study

茶類	代號	數量	備註
綠茶	G	5	品種：青心柑仔、臺茶 8 號、臺茶 12 號、臺茶 20 號
文山包種茶	W	5	品種：青心烏龍、水仙、臺茶 12 號、臺茶 13 號、臺茶 20 號
清香型半球型包種茶	Sb	6	品種：青心烏龍、水仙、臺茶 12 號、臺茶 13 號、臺茶 19 號、青心大有
熟香型半球型包種茶	Sb-T	5	品種：青心烏龍、水仙、臺茶 12 號、臺茶 13 號、臺茶 19 號
東方美人茶	O	2	品種：青心烏龍、白毛猴
紅茶	B	7	品種：水仙、臺茶 7 號、臺茶 8 號、臺茶 12 號、臺茶 18 號、青心柑仔
			年份
曬菁茶	Sd	9	2006-2011
緊壓普洱生茶	Raw-C	55	2007-2011
散狀普洱熟茶	Ripe-S	16	2005-2010，其中 5 個年份不詳。
緊壓普洱熟茶	Ripe-C	13	2006-2010，其中 5 個年份不詳。

二、分析方法

(一) 個別兒茶素：

秤取 1 克茶粉至錐形瓶，加入約 85-90 mL 的熱水，再以 100°C 水浴 20 分鐘，冷卻後抽氣過濾，將濾液定量至 100 mL。濾液再以 0.45 μm 之 PVDF 材質過濾碟 (購自 Merck-Millipore) 過濾後，以 HPLC 分析之。

兒茶素種類：GC ((-)-gallocatechin)、EGC ((-)-epigallocatechin)、C ((±)-catechin)、EC ((-)-epicatechin)、EGCG ((-)-epigallocatechin gallate)、GCG ((-)-gallocatechin gallate)、ECG ((-)-epicatechin gallate)、CG ((-)-catechin gallate)

HPLC 之分析條件如下：

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

Eluent A: 0.1% acetonitrile, 5% N,N-Dimethylformamide, 0.1% phosphoric acid

Eluent B: acetonitrile

Flow rate: 1 mL/min

Detector: Thermo UV6000LP

Wave length: 280 nm

Injection volume: 10 μL

(二) 茶湯水色：

秤取 1 克茶粉至錐形瓶，加入約 85-90 mL 的熱水，再以 100°C 水浴 20 分鐘，冷卻後抽氣過濾，

將濾液定量至 100 mL，以 HunterLab UltraScan PRO 色澤分析儀測定之。L 值越大表示茶湯越澄清明亮，反之則越暗濁；a 值正時表偏紅色，負時表偏綠色；b 值正時表偏黃色，負時偏藍色。

結果與討論

一、不同茶葉種類之個別兒茶素含量分析

依據試驗茶樣個別兒茶素之分析結果，曬菁茶和普洱生茶之個別兒茶素 C、EC、ECG 明顯高於所有臺灣特色茶類及普洱熟茶（圖一~圖三），而臺灣產製之綠茶、文山包種茶、清香型半球形包種茶和熟香型半球形包種茶之 EGC 含量則明顯高於曬菁茶、普洱生茶和普洱熟茶（圖四）。雲南大葉種的兒茶素組成表現出其原始特性，即 ECG、EC、C 高於茶 (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze, 俗稱小葉種) (王等, 2011)，相關研究報告亦指出雲南大葉種的兒茶素類組成中，ECG 的含量接近、有的甚至超過 EGCG 的含量，EC、C 的含量超過 EGC 的含量 (宛, 2003；王等, 2011)。邵等 (1995) 對用於生產普洱茶的雲南大葉種曬菁茶進行液相色譜分析，結果顯示多酚類物質主要為 ECG、EGCG 和 C，其中 ECG 含量最高。在本試驗所收集之曬菁茶和普洱生茶之兒茶素組成分析結果亦與上述前人研究之趨勢相同。

茶菁中兒茶素類的成分含量會受到品種、季節（採摘時間）、採摘部位、栽培管理（如遮蔭）和氣候等因素之影響 (甘, 1984)，根據兒茶素類的絕對含量很難進行正確的分類，因此表二至表四列出了試驗茶樣之兒茶素相對含量百分比，表二為台灣產製之綠茶、文山包種茶、清香型半球形包種茶和熟香型半球形包種茶之兒茶素相對含量，EGCG + EGC 之相對含量範圍為 58.8~72.1%，EGCG + ECG 為 29.2~68.1%，EGC + EC 為 14.0~48.3%，ECG + EC 為 10.0~22.7%，EC + C 為 5.1~13.9%，由此看出台灣綠茶、文山包種茶、清香型半球形包種茶和熟香型半球形包種茶的個別兒茶素含量以 EGC 和 EGCG 為主，此與蔡等 (2004) 之研究結果相符，台灣主要栽培品種製備綠茶之個別兒茶素含量多寡依序為 EGCG > EGC >>> EC > GC > ECG、C，其中酯型兒茶素中之 EGCG 和游離型兒茶素 EGC 含量較高。

台灣綠茶、文山包種茶、清香型半球形包種茶和熟香型半球形包種茶的 C 相對含量範圍為 1.3~5.2% (表二)，曬菁茶為 15.7~29.2% (表三)，緊壓普洱生茶為 15.4~28.4% (表四)，顯示台灣四種茶類 C 的相對含量與曬菁茶和緊壓普洱生茶有明顯區隔。曬菁茶 EGCG + ECG 之相對含量範圍為 43.2~49.3%，ECG + EC 為 30.9~40.8%，EC + C 為 29.5~40.7%，EGCG + EGC 為 29.1~39.8%，EGC + EC 為 17.3~26.5% (表三)；緊壓普洱生茶 EGCG + ECG 之相對含量範圍從 24.2~49.5%，EC + C 為 30.1~43.9%，ECG + EC 為 10.6~43.7%，EGCG + EGC 為 21.9~43.3%，EGC + EC 為 14.9~29.7% (表四)。顯示曬菁茶與緊壓普洱生茶之個別兒茶素含量以 EGCG 和 ECG 為主，且 EC + C 的含量高於 EGC，此與臺灣特色茶類之兒茶素類組成不同，應是茶樹品種特性差異所造成的。

由上述試驗結果顯示，臺灣產製之綠茶、文山包種茶、清香型半球形包種茶和熟香型半球形包種茶之 C 和 EC + C 的相對含量與曬菁茶和緊壓普洱生茶有明顯區隔，即使樣品年份不同 (表一)，仍有明顯趨勢，初步判定應可作為判別之依據，但是以台茶 7 號製成之綠茶或部分發酵茶除外，根據蔡等 (2004) 報告指出，臺茶 7 號之個別兒茶素 EC 和 C 遠高於臺灣目前主要栽培茶樹品種，以製成綠茶為例，其 EC + C 之相對含量為 40.35%。

二、不同茶葉種類之茶湯水色比較

東方美人茶屬於重發酵茶，紅茶為全發酵茶，普洱熟茶為後發酵茶，故這三個茶類之兒茶素含量都很低，但在香氣、滋味及茶湯水色表現則截然不同，東方美人茶係採自受茶小綠葉蟬刺吸之幼嫩茶芽，經手工攪拌控制發酵，使茶葉產生獨特的蜜糖香或熟果香，水色呈橙黃色；在紅茶的發酵過程中，茶樹鮮葉中多酚類物質的氧化是依靠多酚氧化酶及過氧化物酶的酶促作用而完成。而普洱茶在此過程

從兒茶素類及茶湯水色差異判別普洱茶與臺灣特色茶類

中多酚類的氧化主要是依靠濕熱作用完成，因加工普洱茶的原料不是鮮葉而是曬菁茶，而在曬菁茶加工的殺菁過程中，酶活性已被鈍化，以致普洱茶所具有的氧化產物及品質特徵與紅茶截然不同（邵等，1995）。

臺灣六種特色茶類及中國大陸之普洱茶茶樣，以標準沖泡法（3 公克茶葉 + 150 毫升沸水）沖泡後之茶湯水色如圖五、六所示，其中以東方美人茶與曬菁茶及緊壓普洱生茶之茶湯水色相近，其 a 值並沒有顯著性差異（數據未顯示），但以茶粉萃取之茶湯，東方美人茶之水色 a、b 值皆顯著高於曬菁茶及緊壓普洱生茶（圖七、八）。

不同茶類之茶湯水色 L 值以散狀普洱熟茶及緊壓普洱熟茶最低，與其他茶類達顯著性差異（數據未顯示）；散狀普洱熟茶及緊壓普洱熟茶之茶湯 a 值最高，與其他茶類達顯著性差異，東方美人茶及紅茶和曬菁茶及緊壓普洱生茶之茶湯 a 值亦達顯著性差異（圖七）；散狀普洱熟茶、緊壓普洱熟茶、東方美人茶及紅茶之茶湯 b 值之間無顯著性差異，曬菁茶、緊壓普洱生茶、綠茶、文山包種茶、清香型半球型包種茶和熟香型半球型包種茶之茶湯 b 值亦無顯著性差異（圖八）。

結 論

依據本研究試驗結果，臺灣產製之綠茶、文山包種茶、清香型半球形包種茶和熟香型半球形包種茶與曬菁茶和普洱生茶在 C 和 EC + C 之相對含量有明顯區隔，應可作為判別普洱生茶與臺灣不發酵茶和輕、中發酵之部分發酵茶之輔助因子，但臺茶 7 號製成之成茶除外；而普洱熟茶與東方美人茶和紅茶則可以水色作為判別之輔助因子。由於本研究普洱茶樣大多數為 5-6 年產品，至於 20 年或以上的普洱茶，是否測定各項數據會與本研究類似，有待後續更進一步之探討。

參考文獻

1. 中華人民共和國國家質量監督檢驗檢疫總局，中國國家標準化管理委員會. 2008. 中華人民共和國國家標準 GB/T 22111-2008 地理標誌產品 普洱茶. 中國標準出版社。
2. 王興華、楊柳霞、鄭文忠、羅朝光、蘇紅飛、姚啓萍、張廣輝. 2011. 普洱地區茶樹種質資源茶多酚組成的聚類分析. 分子植物育種 9(6): 779-787.
3. 甘子能. 1984. 茶葉化學入門. 台灣省茶業改良場林口分場。
4. 安徽農學院. 1984. 茶葉生物化學 (第二版). 北京農業出版社。
5. 邵宛芳、Clifford, M. N.、Powell, C. 1995. 紅茶及普洱茶主要成份差異的初步研究. 雲南農業大學學報 10(4): 285-291。
6. 宛曉春主編. 2003. 茶葉生物化學. 中國農業出版社。
7. 金裕范、高雪岩、王文全、練晶軍. 2011. 不同產地普洱茶主要化學成分之比較. 中國實驗方濟學雜誌 17(14): 78-82。
8. 段紅星、邵豔紅、趙麗萍、周紅杰. 2009. 雲南不同產地曬菁茶渥堆過程中茶多酚的變化研究. 茶葉 35(2): 82-84。
9. 張新富、龔加順、周紅杰、呂才有、胡小靜、周楊. 2008. 雲南普洱茶中多酚類物質與品質的關係研究. 食品科學 29(4): 230-233。
10. 蔡永生、劉士綸、王雪芳、區少梅. 2004. 台灣主要栽培茶樹品種兒茶素含量與抗氧化活性之比較.

台灣茶業研究彙報 23: 115-132。

11. 羅龍新、吳小崇、鄭余良、傅尙文. 1998. 雲南普洱茶渥堆過程中生化成分的變化及其與品質形成的關係. 茶葉科學 18(1): 53-60。

Study on the Difference between Pu-erh Teas and Taiwan Unique Teas from Catechins Content and Tea Liquor Color

Jia-Ru Dai¹ Tien-Lin Liu³ Meei-Ju Yang² Kuo-Renn Chen⁴
Iou-Zen Chen⁵ Shiou-Ruei Lin^{1,*}

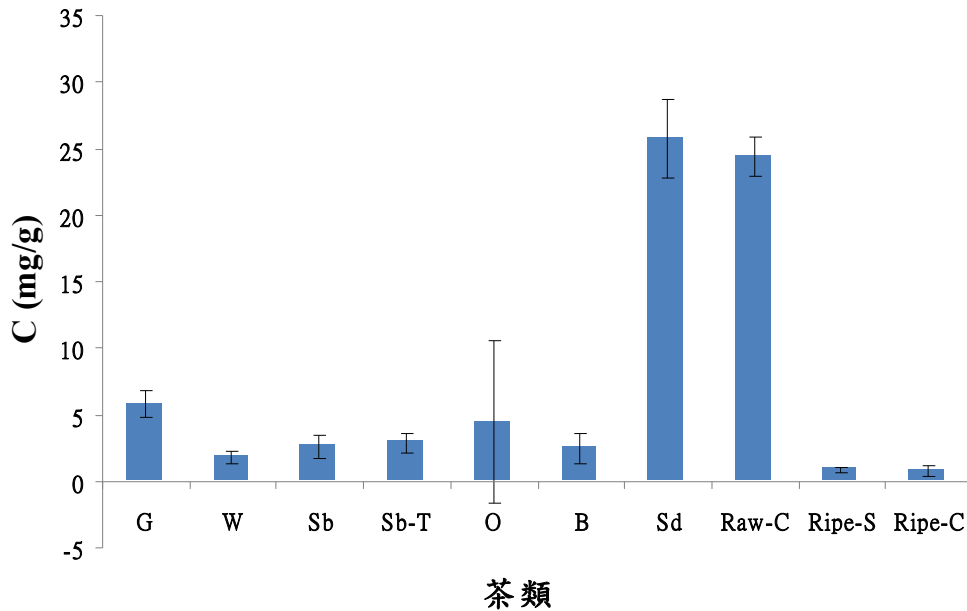
Summary

The result showed that the main catechins in Taiwan Green tea, Wenshen Paochong tea, semi-ball type Paochong tea were ECG and EGCG while sun-dried green tea and Pu-erh raw tea were C, ECG and EGCG. C and EC content of sun-dried green tea and Pu-erh raw tea were higher than Taiwan unique teas. The a value of tea liquor color of Pu-erh ripe tea was highest and significantly different from other teas. The a value of Oriental Beauty tea and black tea were significantly different from sun-dried green tea and Pu-erh raw tea. According to the result in this experiment, the relative content of C and EC + C should be the auxiliary factor to distinguish Pu-erh raw tea from Taiwan non-fermented, light fermented and medium fermented teas. The tea liquor color should be the auxiliary factor to distinguish Pu-erh ripe tea from Oriental Beauty tea and black tea.

Key words: Taiwan unique tea, Pu-erh tea, Catechins

-
1. Assistant Researcher, Assistant Researcher, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan. R.O.C.
 2. Chief of Tea Processing Section, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan. R.O.C.
 3. Associate Agronomist, Yuchih Branch, Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan. R.O.C.
 4. Director of Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan. R.O.C
 5. Professor, Department of Horticulture, National Taiwan University, Taipei, Taiwan. R.O.C.

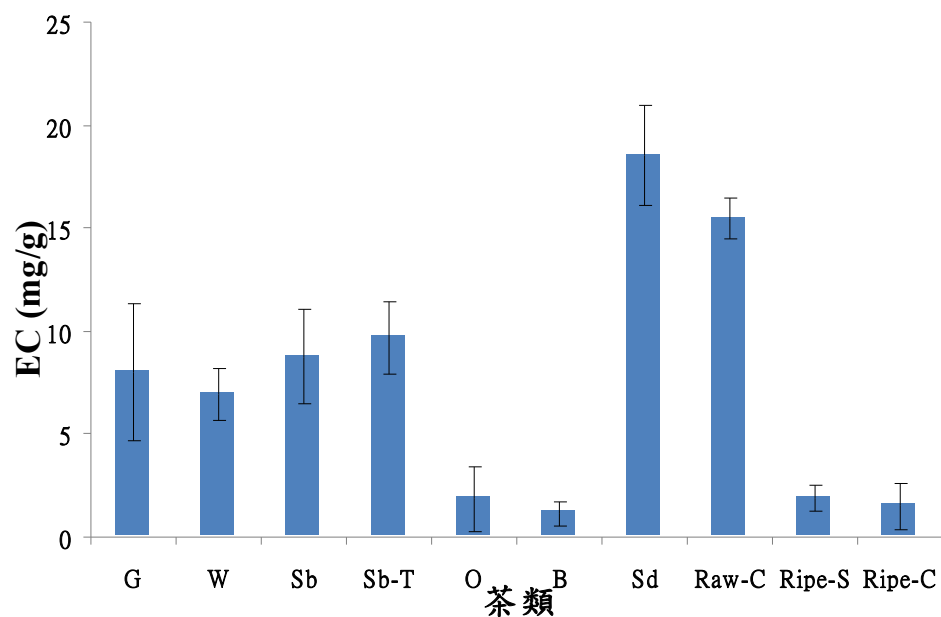
* Corresponding author.



圖一、不同茶類之個別兒茶素 C 之含量。G：綠茶、W：文山包種茶、Sb：清香型半球形包種茶、Sb-T：熟香型半球形包種茶、O：東方美人茶、B：紅茶、Sd：曬菁茶、Raw-C：普洱生茶、Ripe-S：散狀普洱熟茶、Ripe-C：緊壓普洱熟茶。誤差線為 95% 信賴區間。

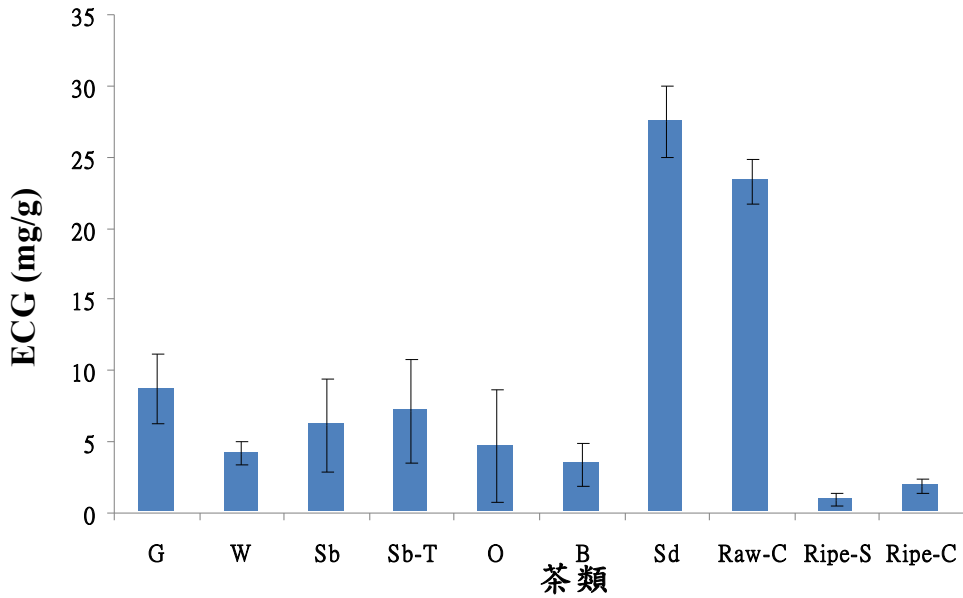
Fig. 1. The individual catechin (C) content of different types of tea. G: green tea, W: Wenshen Paochong tea, Sb: Semi-ball & fragrance type Paochong tea, Sb-T: Semi-ball & baked type Paochong tea, O: Oriental Beauty tea, B: black tea, Sd: Sun-dried green tea, Raw-C: compressed raw Pu-erh tea, Ripe-S: loose ripe Pu-erh tea, Ripe-C: compressed ripe Pu-erh tea. The error bars represent the 95% confidence interval of mean.

從兒茶素類及茶湯水色差異判別普洱茶與臺灣特色茶類



圖二、不同茶類之個別兒茶素 EC 之含量。G：綠茶、W：文山包種茶、Sb：清香型半球形包種茶、Sb-T：熟香型半球形包種茶、O：東方美人茶、B：紅茶、Sd：曬菁茶、Raw-C：普洱生茶、Ripe-S：散狀普洱熟茶、Ripe-C：緊壓普洱熟茶。誤差線為 95% 信賴區間。

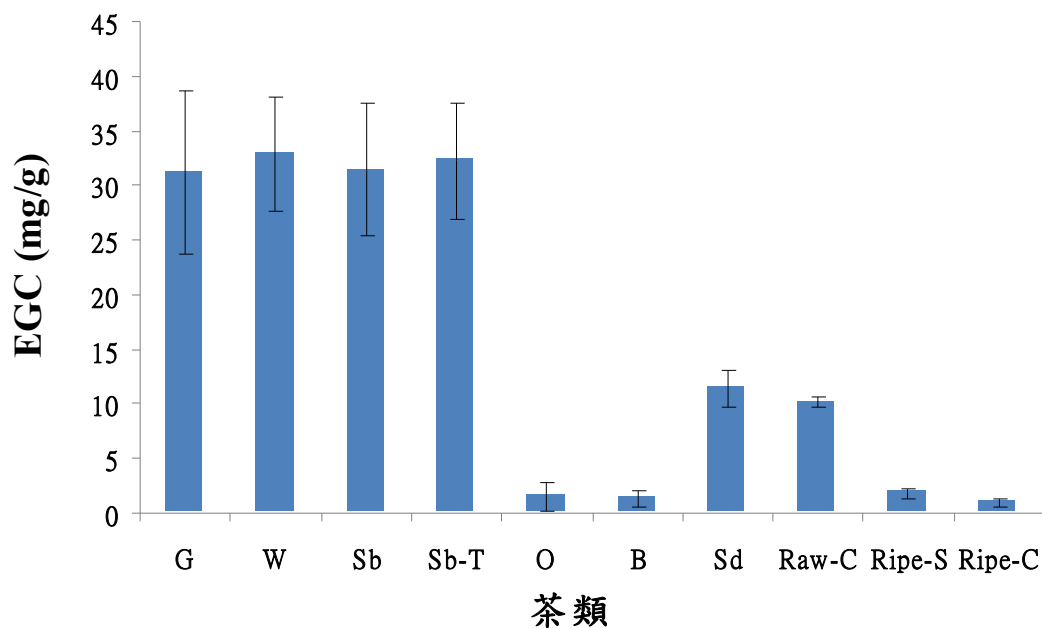
Fig. 2. The EC content of different types of tea. G: green tea, W: Wenshen Paochong tea, Sb: Semi-ball & fragrance type Paochong tea, Sb-T: Semi-ball & baked type Paochong tea, O: Oriental Beauty tea, B: black tea, Sd: Sun-dried green tea, Raw-C: compressed raw Pu-erh tea, Ripe-S: loose ripe Pu-erh tea, Ripe-C: compressed ripe Pu-erh tea. The error bars represent the 95% confidence interval of mean.



圖三、不同茶類之個別兒茶素 ECG 之含量。G：綠茶、W：文山包種茶、Sb：清香型半球形包種茶、Sb-T：熟香型半球形包種茶、O：東方美人茶、B：紅茶、Sd：曬菁茶、Raw-C：普洱生茶、Ripe-S：散狀普洱熟茶、Ripe-C：緊壓普洱熟茶。誤差線為 95% 信賴區間。

Fig. 3. The ECG content of different types of tea. G: green tea, W: Wenshen Paochong tea, Sb: Semi-ball & fragrance type Paochong tea, Sb-T: Semi-ball & baked type Paochong tea, O: Oriental Beauty tea, B: black tea, Sd: Sun-dried green tea, Raw-C: compressed raw Pu-erh tea, Ripe-S: loose ripe Pu-erh tea, Ripe-C: compressed ripe Pu-erh tea. The error bars represent the 95% confidence interval of mean.

從兒茶素類及茶湯水色差異判別普洱茶與臺灣特色茶類



圖四、不同茶類之個別兒茶素 EGC 之含量。G：綠茶、W：文山包種茶、Sb：清香型半球形包種茶、Sb-T：熟香型半球形包種茶、O：東方美人茶、B：紅茶、Sd：曬菁茶、Raw-C：普洱生茶、Ripe-S：散狀普洱熟茶、Ripe-C：緊壓普洱熟茶。誤差線為 95% 信賴區間。

Fig. 4. The EGC content of different types of tea. G: green tea, W: Wenshen Paochong tea, Sb: Semi-ball & fragrance type Paochong tea, Sb-T: Semi-ball & baked type Paochong tea, O: Oriental Beauty tea, B: black tea, Sd: Sun-dried green tea, Raw-C: compressed raw Pu-erh tea, Ripe-S: loose ripe Pu-erh tea, Ripe-C: compressed ripe Pu-erh tea. The error bars represent the 95% confidence interval of mean.

表二、台灣特色茶茶樣之個別兒茶素相對含量
 Table 2. The relative contents of individual catechins of Taiwan unique teas

Tea type	No.	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG	EGCG+ECG	EGC+EC	EGCG+EGC	ECG+EC	EC+C
unit : %														
綠茶	1	7.5	24.3	5.3	6.9	39.5	8.9	6.6	1.1	46.1	31.1	63.8	13.4	12.1
	2	6.8	27.8	5.2	6.5	39.2	8.3	5.3	0.8	44.5	34.3	67.0	11.9	11.7
	3	3.2	12.6	3.6	1.4	59.5	9.0	8.6	2.0	68.1	14.0	72.1	10.0	5.1
	4	7.1	25.8	4.7	7.3	39.1	8.9	6.1	1.2	45.1	33.1	64.9	13.4	12.0
	5	9.2	32.2	3.7	9.7	31.2	6.5	6.2	1.3	37.5	41.8	63.4	15.9	13.4
文山包種茶	1	13.6	41.5	1.7	6.9	26.0	6.8	3.2	0.3	29.2	48.3	67.5	10.0	8.6
	2	9.1	36.1	1.3	7.6	33.8	6.5	5.3	0.3	39.1	43.7	69.9	12.9	8.9
	3	6.7	27.1	1.9	6.1	43.2	9.3	4.9	0.7	48.1	33.2	70.3	11.0	8.1
	4	12.9	38.0	2.1	9.0	26.9	5.9	4.5	0.7	31.4	47.0	64.9	13.5	11.1
	5	7.3	35.1	2.6	7.9	34.8	6.6	4.9	0.9	39.6	43.1	69.9	12.8	10.5
清香型半球型包種茶	1	13.5	37.9	1.8	6.8	27.5	7.9	3.6	0.9	31.1	44.7	65.4	10.4	8.7
	2	6.4	21.1	2.6	9.6	41.6	7.0	10.4	1.3	52.0	30.7	62.7	20.0	12.3
	3	9.1	35.0	2.1	8.3	35.0	5.4	4.4	0.7	39.4	43.3	70.0	12.7	10.5
	4	9.3	27.4	2.8	8.9	36.5	7.5	6.4	1.2	42.9	36.3	64.0	15.3	11.7
	5	13.1	34.8	3.3	8.6	29.1	5.8	4.4	0.8	33.5	43.4	64.0	13.0	11.9
	6	8.7	29.1	2.0	7.7	40.1	6.7	4.9	0.8	45.1	36.8	69.3	12.6	9.7
熟香型半球型包種茶	1	12.5	37.7	2.1	8.7	29.1	5.2	3.9	0.8	33.1	46.4	66.9	12.6	10.7
	2	6.1	19.5	3.1	10.8	39.3	7.6	11.9	1.7	51.2	30.3	58.8	22.7	13.9
	3	9.1	32.0	2.1	7.9	37.3	6.0	4.8	0.8	42.1	39.9	69.3	12.7	10.0
	4	9.2	27.6	2.6	8.8	36.2	7.5	6.7	1.2	43.0	36.5	63.9	15.6	11.4
	5	12.7	33.6	3.2	8.2	30.8	6.1	4.7	0.8	35.5	41.8	64.4	12.9	11.4

從兒茶素類及茶湯水色差異判別普洱茶與臺灣特色茶類

表三、曬菁茶個別兒茶素之相對含量

Table 3 The relative contents of individual catechins of sun-dried green teas

No.	unit : %													
	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG	EGCG+ECG	EGC+EC	EGCG+EGC	ECG+EC	EC+C	
1	2.5	7.4	21.8	13.6	22.6	7.0	22.6	2.5	45.2	21.0	30.0	36.2	35.4	
2	2.3	5.8	29.2	11.5	23.4	6.2	19.9	1.8	43.2	17.3	29.1	31.4	40.7	
3	2.9	9.2	20.3	15.0	25.4	6.1	19.3	1.9	44.6	24.2	34.6	34.2	35.3	
4	2.8	9.3	15.7	15.4	25.8	5.9	22.6	2.5	48.5	24.6	35.1	38.0	31.0	
5	3.0	9.3	18.6	15.6	22.8	6.1	21.9	2.7	44.6	24.9	32.0	37.5	34.2	
6	3.5	10.1	19.0	13.1	27.4	5.4	19.7	1.7	47.2	23.2	37.5	32.9	32.1	
7	2.6	9.9	18.0	11.5	29.9	6.8	19.4	1.9	49.3	21.4	39.8	30.9	29.5	
8	2.9	9.0	19.6	16.7	21.0	5.5	22.7	2.7	43.6	25.7	29.9	39.4	36.3	
9	3.5	9.8	19.3	16.7	22.6	1.0	24.1	3.0	46.7	26.5	32.4	40.8	36.0	

表四、緊壓普洱生茶之個別兒茶素相對含量

Table 4 The relative contents of individual catechins of compressed raw Pu-erh teas

No.	unit : %												
	GC	EGC	C	EC	EGCG	GCG	ECG	CG	EGCG+ECG	EGC+EC	EGCG+EGC	EGC+EC	EC+C
1	2.8	8.6	19.5	12.2	28.1	7.1	19.4	2.2	47.5	20.8	36.7	31.6	31.7
2	2.9	8.4	24.0	11.8	26.0	7.3	17.4	2.1	43.4	20.2	34.4	29.2	35.8
3	1.6	6.3	24.6	13.5	22.5	6.4	22.7	2.6	45.1	19.8	28.8	36.2	38.1
4	2.7	7.0	20.3	14.9	22.7	5.8	23.9	2.7	46.6	21.9	29.8	38.8	35.1
5	2.6	7.6	21.6	14.2	24.2	6.0	21.5	2.3	45.8	21.7	31.8	35.7	35.7
6	3.3	9.1	17.6	15.2	26.5	5.6	20.0	2.8	46.5	24.3	35.6	35.2	32.8
7	3.2	8.4	18.6	12.3	28.7	6.8	19.5	2.5	48.2	20.7	37.2	31.7	30.9
8	2.6	7.2	21.1	16.4	21.8	5.2	22.9	2.9	44.7	23.6	29.0	39.2	37.5
9	2.5	7.4	21.8	19.9	19.4	4.2	22.4	2.6	41.7	27.3	26.7	42.3	41.7
10	2.9	6.6	18.0	17.6	19.7	5.6	26.1	3.4	45.8	24.2	26.4	43.7	35.6
11	1.9	4.8	25.6	15.1	18.9	6.1	25.0	2.6	43.9	19.9	23.7	40.1	40.7
12	2.8	11.0	21.8	13.4	25.2	4.8	19.8	1.2	45.0	24.4	36.2	33.2	35.2
13	3.5	11.1	21.7	13.3	23.2	5.8	19.9	1.5	43.1	24.4	34.3	33.2	35.0
14	3.7	16.9	27.5	10.3	23.6	4.4	12.8	0.8	36.4	27.3	40.5	23.1	37.8
15	3.5	11.0	20.5	14.5	22.7	5.6	20.6	1.6	43.3	25.6	33.7	35.1	35.0
16	2.4	10.3	20.8	11.7	27.5	6.6	19.2	1.5	46.7	22.0	37.8	31.0	32.5
17	2.6	10.7	20.6	12.5	26.5	6.1	19.8	1.2	46.3	23.2	37.2	32.3	33.1
18	2.1	8.8	22.3	15.6	21.0	4.8	23.6	1.8	44.6	24.4	29.8	39.2	37.9
19	3.1	10.1	21.2	12.9	24.2	5.8	21.1	1.6	45.3	23.0	34.3	34.0	34.1
20	2.6	10.5	23.0	11.8	25.2	6.3	19.3	1.3	44.5	22.3	35.7	31.1	34.7
21	3.4	11.0	20.3	13.8	23.0	5.3	21.6	1.5	44.6	24.8	34.0	35.4	34.1

從兒茶素類及茶湯水色差異判別普洱茶與臺灣特色茶類

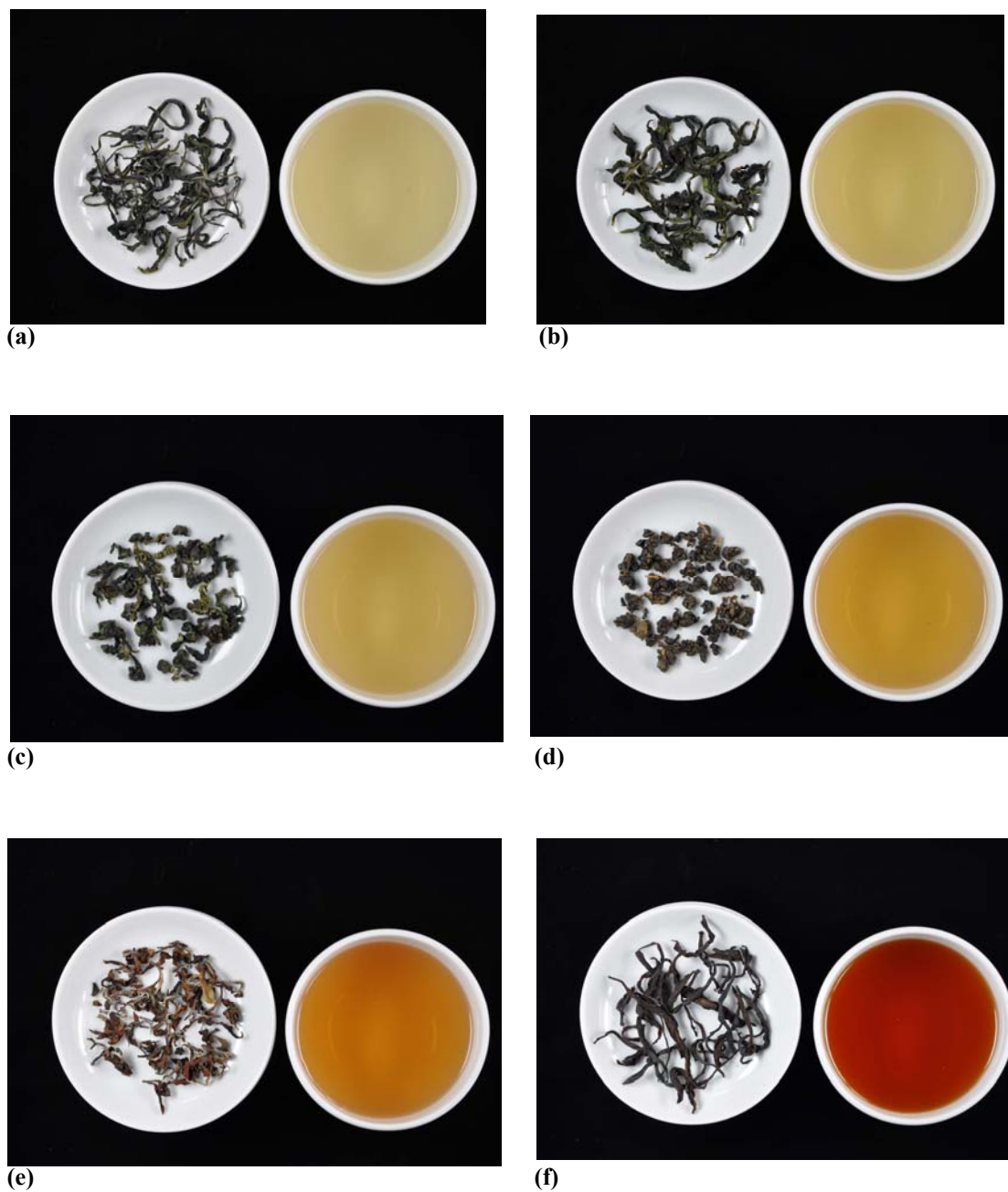
續表四 (Table 4 continued)

22	3.2	10.3	21.9	13.5	22.9	5.4	21.3	1.4	44.3	23.8	33.2	34.9	35.5
23	2.9	13.7	23.0	11.8	23.3	5.4	18.8	1.2	42.1	25.5	36.9	30.6	34.8
24	3.3	10.7	20.6	13.8	22.7	5.8	21.5	1.7	44.2	24.5	33.3	35.3	34.4
25	2.0	7.4	29.8	12.6	18.0	4.8	24.3	1.3	42.3	19.9	25.3	36.8	42.4
26	2.8	11.0	21.5	13.8	23.7	5.2	20.6	1.4	44.3	24.7	34.7	34.3	35.3
27	2.2	9.2	26.3	13.6	20.5	4.9	22.1	1.2	42.6	22.8	29.7	35.7	39.9
28	2.8	10.5	20.9	14.4	22.2	5.2	22.4	1.7	44.5	24.9	32.6	36.8	35.3
29	2.1	7.6	28.4	13.4	17.3	5.1	24.7	1.4	42.0	21.0	24.9	38.1	41.8
30	2.8	8.8	24.7	16.7	16.8	4.9	23.7	1.7	40.5	25.4	25.5	40.3	41.4
31	3.1	11.3	20.3	13.7	25.0	5.5	19.7	1.4	44.7	25.0	36.3	33.4	34.0
32	2.9	10.5	19.2	16.3	24.0	5.1	20.5	1.7	44.5	26.8	34.5	36.8	35.5
33	2.3	8.4	17.6	12.5	27.1	7.8	22.4	1.8	49.5	20.9	35.6	34.9	30.1
34	1.8	7.7	25.2	11.5	23.4	6.2	22.5	1.7	45.9	19.2	31.0	34.0	36.7
35	2.5	11.2	22.4	11.9	26.7	5.8	18.0	1.5	44.7	23.1	37.9	29.9	34.4
36	3.0	11.5	19.1	11.2	28.8	7.1	17.8	1.5	46.5	22.7	40.2	29.0	30.3
37	3.4	11.7	15.4	15.1	26.8	5.3	20.5	1.8	47.3	26.8	38.5	35.6	30.5
38	1.8	4.5	27.2	16.7	17.4	5.2	25.0	2.2	42.4	21.3	21.9	41.8	43.9
39	2.1	8.7	23.5	11.8	26.7	5.5	20.1	1.5	46.8	20.5	35.4	31.9	35.4
40	2.4	23.8	25.7	5.9	19.4	15.9	4.7	2.0	24.2	29.7	43.3	10.6	31.6
41	2.4	9.0	22.9	14.2	23.3	5.7	21.1	1.5	44.4	23.1	32.3	35.3	37.1
42	3.4	9.2	22.5	14.4	21.6	6.0	21.2	1.7	42.8	23.6	30.8	35.5	36.9
43	3.1	9.5	19.1	15.0	26.8	5.1	20.1	1.4	46.8	24.5	36.3	35.0	34.1
44	2.6	9.2	19.5	15.2	26.9	5.0	20.2	1.4	47.1	24.4	36.1	35.4	34.7
45	2.3	4.8	22.3	15.3	22.0	4.8	26.4	2.1	48.4	20.1	26.8	41.7	37.6

續表四 (Table 4 continued)

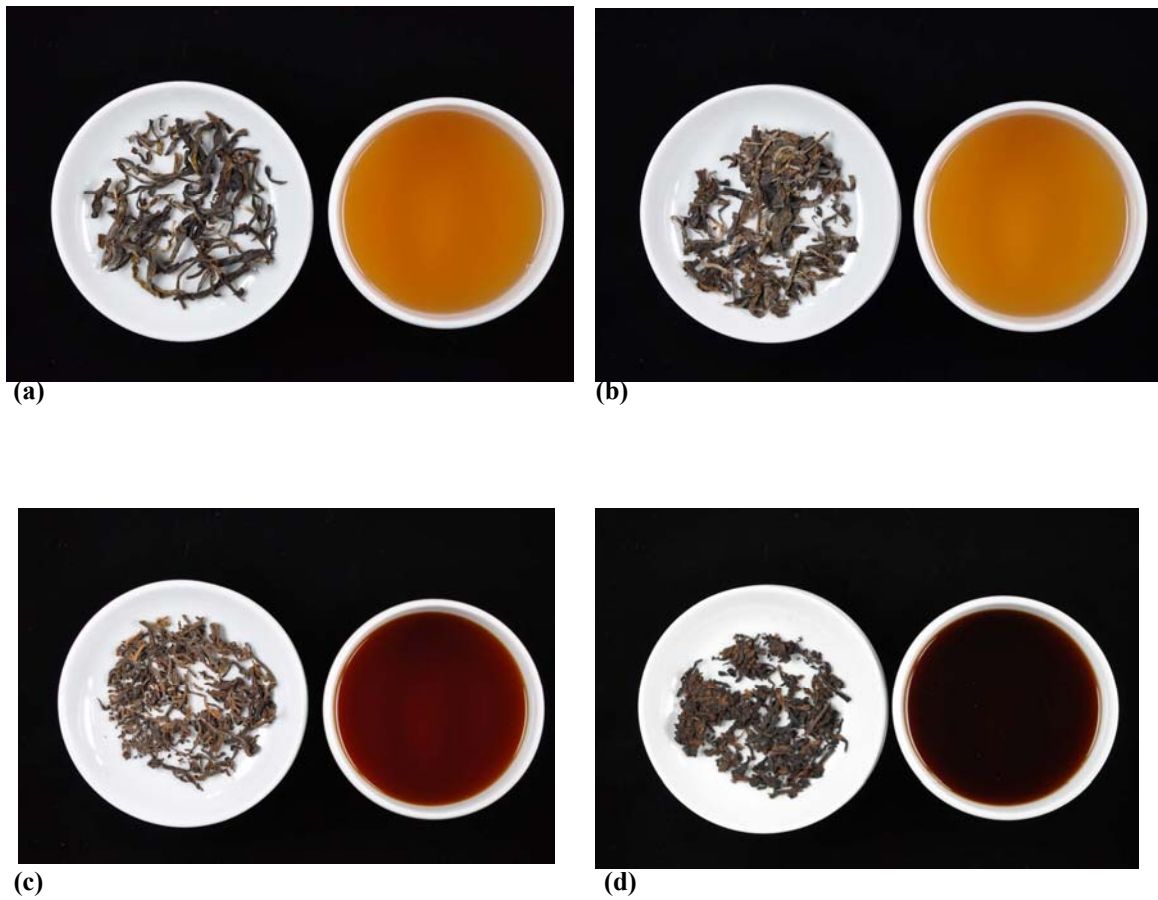
46	3.0	8.8	19.3	14.6	27.0	4.5	21.4	1.4	48.4	23.4	35.8	36.0	33.9
47	2.0	8.7	24.7	18.2	19.2	3.8	21.8	1.5	40.9	27.0	27.9	40.0	42.9
48	2.6	8.9	19.0	13.4	27.6	5.8	21.0	1.6	48.6	22.3	36.6	34.4	32.4
49	2.3	8.9	23.2	17.5	20.9	4.3	21.4	1.5	42.3	26.4	29.8	38.9	40.7
50	2.3	8.8	23.5	15.2	21.1	5.5	21.7	1.8	42.8	24.0	30.0	36.9	38.7
51	2.8	10.8	20.0	15.7	25.5	4.7	19.2	1.4	44.7	26.5	36.3	35.0	35.7
52	3.3	11.0	19.8	14.9	26.8	5.1	17.8	1.4	44.5	25.9	37.7	32.7	34.8
53	2.2	8.1	24.0	14.9	21.8	4.4	22.9	1.6	44.7	23.0	29.9	37.8	38.9
54	3.5	11.1	19.6	13.4	27.4	5.5	18.1	1.6	45.5	24.5	38.5	31.4	32.9
55	2.1	4.5	26.8	10.4	27.2	6.4	20.9	1.6	48.1	14.9	31.7	31.3	37.2

從兒茶素類及茶湯水色差異判別普洱茶與臺灣特色茶類



圖五、台灣特色茶之茶湯水色 (標準沖泡 1 : 50)。a : 綠茶、b : 文山包種茶、c : 清香型半球形包種茶、d : 熟香型半球形包種茶、e : 東方美人茶、f : 紅茶

Fig. 5. The tea liquor color of Taiwan unique teas brewed with standard brewing method (tea : water = 1 : 50). a: green tea, b: Wenshen Paochong tea, c: Semi-ball & fragrance type Paochong tea, d: Semi-ball & baked type Paochong tea, e: Oriental Beauty tea, f: black tea.

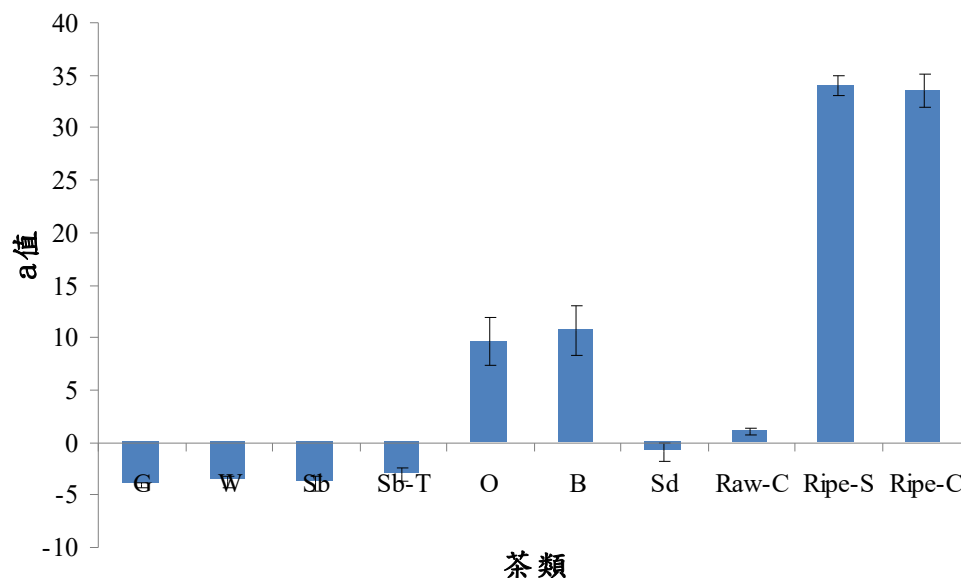


圖六、普洱茶之茶湯水色 (標準沖泡 1 : 50)。a : 曬菁茶、b : 普洱生茶 (已敲碎)、c : 散狀普洱熟茶、d : 緊壓普洱熟茶 (已敲碎)

Fig. 6. The tea liquor color of Pu-erh teas brewed with standard brewing method (tea : water = 1 : 50).

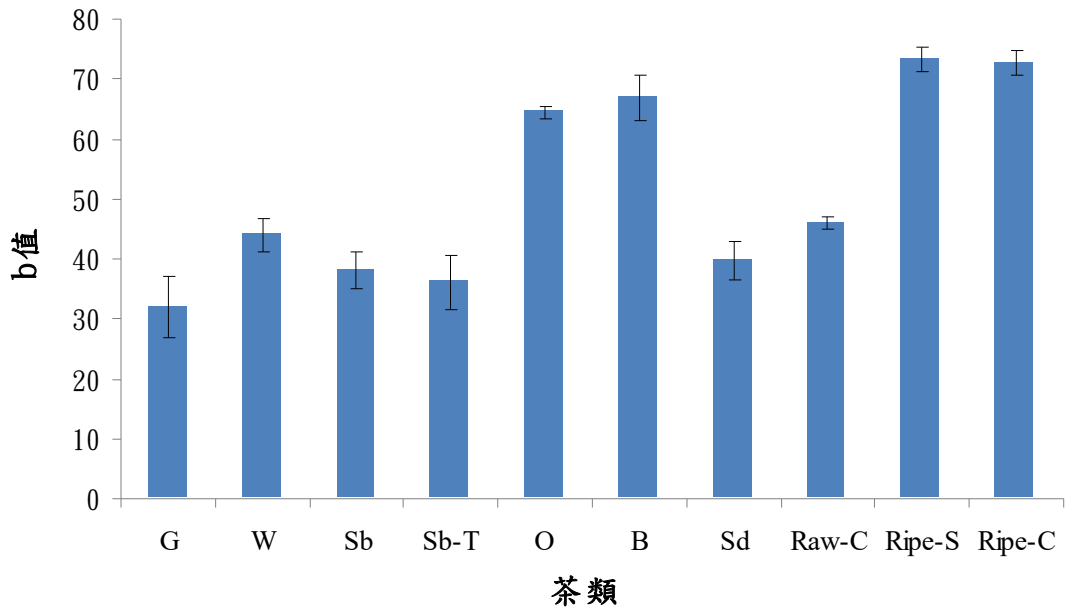
a: Sun-dried green tea, b: compressed raw Pu-erh tea (tea cake has broken), c: loose ripe Pu-erh tea, d: compressed ripe Pu-erh tea (tea cake has broken).

從兒茶素類及茶湯水色差異判別普洱茶與臺灣特色茶類



圖七、不同茶類茶粉沖泡之茶湯水色 a 值。G：綠茶、W：文山包種茶、Sb：清香型半球形包種茶、Sb-T：熟香型半球形包種茶、O：東方美人茶、B：紅茶、Sd：曬菁茶、Raw-C：普洱生茶、Ripe-S：散狀普洱熟茶、Ripe-C：緊壓普洱熟茶。誤差線為 95% 信賴區間。

Fig. 7. The a value of tea liquor color of tea powders from different types of tea. G: green tea, W: Wenshen Paochong tea, Sb: Semi-ball & fragrance type Paochong tea, Sb-T: Semi-ball & baked type Paochong tea, O: Oriental Beauty tea, B: black tea, Sd: Sun-dried green tea, Raw-C: compressed raw Pu-erh tea, Ripe-S: loose ripe Pu-erh tea, Ripe-C: compressed ripe Pu-erh tea. The error bars represent the 95% confidence interval of mean.



圖八、不同茶類茶粉沖泡之茶湯水色 b 值。G：綠茶、W：文山包種茶、Sb：清香型半球形包種茶、Sb-T：熟香型半球形包種茶、O：東方美人茶、B：紅茶、Sd：曬菁茶、Raw-C：普洱生茶、Ripe-S：散狀普洱熟茶、Ripe-C：緊壓普洱熟茶。誤差線為 95% 信賴區間。

Fig. 8. The b value of tea liquor color of tea powders from different types of tea. G: green tea, W: Wenshen Paochong tea, Sb: Semi-ball & fragrance type Paochong tea, Sb-T: Semi-ball & baked type Paochong tea, O: Oriental Beauty tea, B: black tea, Sd: Sun-dried green tea, Raw-C: compressed raw Pu-erh tea, Ripe-S: loose ripe Pu-erh tea, Ripe-C: compressed ripe Pu-erh tea. The error bars represent the 95% confidence interval of mean.

小型電熱炒菁機之改良研究

黃惟揚 蔡憲宗 巫嘉昌^{1,*}

摘要

本研究旨在改良小型電熱炒菁機，以解決傳統瓦斯炒菁機火排積碳造成炒菁機腔體溫度不均勻現象。試驗分別測試瓦斯及電熱炒菁機之腔體及空氣溫度，取 4 個位置進行 3 重覆量測，結果顯示，瓦斯及電熱炒菁機腔體溫度分別為 259 ± 28 °C 與 256 ± 10 °C；空氣溫度分別為 185 ± 10 °C 與 244 ± 3 °C。茶葉官能鑑定結果，電熱炒菁機處理的茶葉香氣清揚，滋味鮮爽。改良之電熱炒菁機可解決火排積碳造成腔體及空氣溫度不穩定現象，未來將研發大型電熱炒菁機供農友炒菁用。

關鍵字：炒菁、茶湯品質、茶葉加工技術

前言

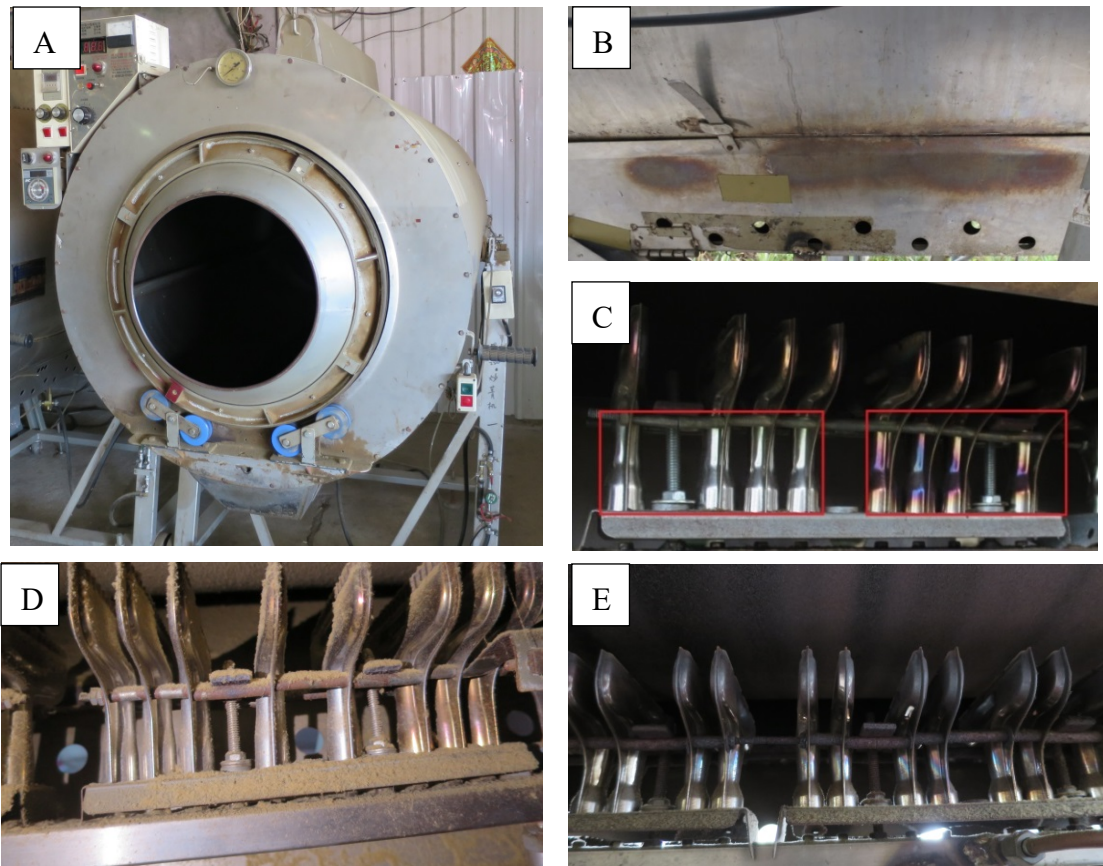
食材在乾熱下翻動引起的化學變化，稱為焙炒。焙炒對蛋白質有調性作用；澱粉有糊化作用；醣類有焦化作用。故茶葉焙炒能降低水分，並提升香氣與滋味。適當的高溫對食材也有殺菌效果，提升食品安全性。

茶葉需經炒菁以終止酵素活性，但此過程時間短且不易控制：溫度過高或過久會燒焦，溫度過低或過短無法去除菁味，故本場開發精密型炒菁機改善上述問題。張等 (1989) 及黃等 (1990、1991) 改良圓筒式炒菁機，焙炒時可設定時間自動下料，減輕製茶師傅的負擔，並設計不同外觀的攪葉板，探討不同攪葉板對製茶品質影響。蔡等 (1997、1998、1999) 開發複合式，針對包種茶先蒸菁後炒菁並探討其品質。張 (2002) 開發遠紅外線炒菁機，並且比較不同炒菁溫度對茶葉品質的影響。黃等 (2009) 探討不同加工方法對炒菁綠茶品質之影響，證明焙炒溫度高且時間短，其泡出的茶湯滋味與香氣最佳。張等 (2010) 探討微波加工炒菁對綠茶品質的影響，證明微波穿透性強可直接加熱到茶菁中心，焙炒程度均勻且穩定，不像傳統炒菁會發生葉緣燒焦的問題。程等 (2008、2010) 認為，熱風型炒菁機可設計成焙炒與乾燥一體。程等 (2013) 認為熱風型炒菁機容易造成焙炒過乾，而夏、秋茶鮮葉本身含水率低，故易發生燒焦問題，為改善此問題，在熱風型炒菁機內部增設加濕器以增加焙炒濕度。羅等 (2015) 將市面上滾筒炒菁機、蒸氣炒菁機、熱風炒菁機與微波炒菁機進行比較，其中滾筒炒菁機與臺灣茶農使用之炒菁機操作方式及製茶品質相似。

1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員、研究員兼茶作課長、研究員兼茶機課長。
臺灣 桃園市。

* 通訊作者。

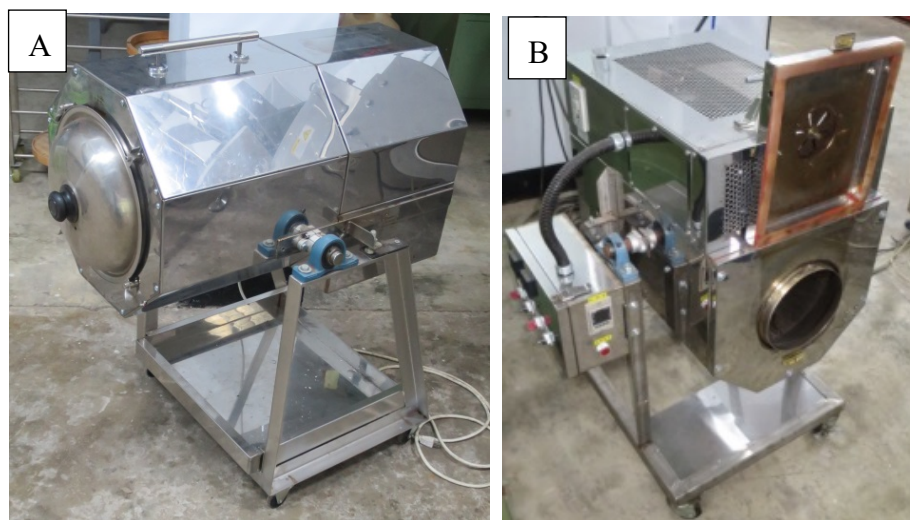
茶業改良場自 1989 年開發自動下料炒菁機，但迄今 (2016) 臺灣學者並未繼續針對炒菁機進一步改良 (圖一 A)。此外，國內外學者並無報告針對炒菁機鍋壁及空氣溫度進行量測、探討及炒菁機內部溫度均勻性。經觀察，長時間使用的炒菁機會有局部碳化的現象 (圖一 B)，推斷是炒菁機溫度整體分布不均的主要原因。更嚴重者，部分購買不到一年炒菁機的火排已有局部碳化的情形 (圖一 C 右)，比較左紅框與右紅框，可發現左紅框的火排沒碳化，而右紅框已經嚴重碳化，此現象說明火排溫度分布不均。此外，與茶農訪談發現，發生局部碳化火排之焙炒品質不佳，不是炒不熟就是容易造成燒焦情形。許多茶農購置炒菁機後，從未清理過火排 (圖一 D)，造成火排易積灰塵或茶葉碎屑，其燃燒時火嘴容易積碳，造成瓦斯分配不易均勻，因此造成炒菁機內部溫度分布不均。調查常製造成得獎優良茶或是獲得比賽茶冠軍茶農，發現他們的炒菁機會定期清理 (圖一 E) 與汰換 (火排)。有不少茶農反應，火排的汰換有顯著提升茶葉品質，說明了炒菁機溫度均勻是茶葉品質之關鍵因素。



圖一、炒菁機外觀與各式火排圖。(A：傳統炒菁機之外觀圖，B：傳統炒菁機碳化現象，C：右邊火排局部碳化現象，D：火排從未清理，E：火排定期清理。)

Fig. 1. The appearance of the traditional panning machine and firebox (A: The traditional panning machine, B: Carbonization of the traditional panning machine, C: Carbonization of the fireboxes indicated in the right red frame, D: Never-cleaned fireboxes, E: Periodic cleaning fireboxes).

針對傳統炒菁機鍋壁及空氣溫度分布不均問題，2014 - 2015 年茶業改良場開發電熱型炒菁機(圖二)。2014 年開發第一代電熱炒菁機(圖二 A)，把底部傳統瓦斯火排改為 1600 瓦的紅外線加熱管，其加工效果良好，但是每次炒菁後還需熱機 3 - 5 分鐘後溫度才能恢復到設定溫度。2015 年開發第二代改良型電熱炒菁機(圖二 B)，底部電加熱器改成 2000 瓦，此外加設 2000 瓦熱風裝置。本文將利用熱傳學闡釋炒菁機溫度分佈，並針對傳統炒菁機及改良式小型電熱炒菁機鍋壁與內部空氣溫度進行量測，期能解決炒菁機溫度不穩之現象。



圖二、新型電熱炒菁機外觀 (A：第一代電熱炒菁機，B：第二代電熱炒菁機。)

Fig. 2. Appearance of the new developed electrical panning machine.

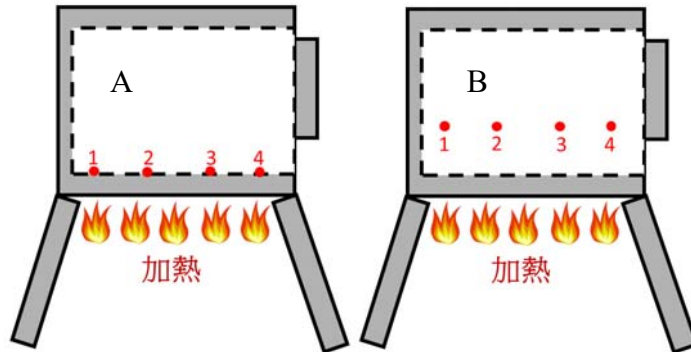
(A: The first generation electrical panning machine, B: The new kind of the electrical panning machine.)

材料與方法

一、溫度量測

本研究分別量測傳統模式之電熱炒菁機(熱源為底部 2,000 瓦加熱器)及改良式炒菁機(熱源為底部 2,000 瓦加熱器與 2,000 瓦內部熱風循環)。

供測試炒菁機加熱 40 分鐘後，分別記錄炒菁機內部空氣(離鍋壁上方 10 公分位置)與鍋壁 4 個位置的溫度，重覆測試 4 次。量測位置如圖三所示。



圖三、量測炒菁機溫度之部位 (A：鍋壁量測位置，B：內部空氣量測位置。)

Fig. 3. Positions of temperature measuring in panning machine

(A: Position of temperature measuring in the wall,

B: Position of temperature measuring in the air of inner space.)

二、炒菁試驗

(一) 傳統型炒菁機加工流程 (對照組)

茶菁 → 傳統炒菁機炒菁 → 揉捻 → 乾燥 → 成品

(二) 改良型炒菁機加工流程 (試驗組)

茶菁 → 改良炒菁機炒菁 → 揉捻 → 乾燥 → 成品

茶菁原料為手採臺茶 12 號，因開發的炒菁機體積小且熱源強，焙炒時間若與一般炒菁機一樣易燒焦，因此，每次炒菁鮮葉重量為 200 公克，每次炒菁 150 秒。

三、茶葉品質官能鑑定

稱取 3 公克的茶葉於標準評鑑杯中，以 150 毫升沸水沖泡，靜置 5 分鐘後，將茶湯倒入茶杯中，由場內三位品評人員，進行品評，比較相同茶樣之間品質的變異性。各處理之茶葉，依現行茶業改良場官能評審方法，鑑定其品質。

結果與討論

一、本試驗炒菁機或製茶過程溫度分佈與傳遞現象解釋，可用熱傳學的熱傳導、熱對流和熱輻射說明。

(一) 熱傳導

熱能由高溫往低溫傳遞為熱傳導，利用分子與分子間的震動能傳遞。各種材料間的熱傳性能不同，如金屬有自由電子，故熱傳速度快，可做為熱交換器材料；石棉 (隔熱棉) 傳導性能差，可做熱絕緣材料，故炒菁機內外桶間會放置隔熱棉減少焙炒之熱損失。茶葉在炒菁過程，茶菁與鍋壁間的熱傳遞屬於熱傳導方式。

(二) 熱對流

熱對流在同介質 (液體、氣體) 間的熱行為，可分為強迫對流和自然對流。強迫對

流為外力 (如風扇、鼓風機) 產生的流體循環。自然對流是流體溫度不同造成的密度變化, 藉由重力作用造成高密度 (低溫) 流體自上而下流動, 低密度 (高溫) 流體自下而上流動。茶葉在炒菁過程, 由於傳統炒菁機腔體內溫度高, 外界環境溫度低, 故腔體桶的熱量會以自然熱對流的形式散失至外界空氣中。另外在炒菁過程中, 有些茶農習慣開風扇加速水氣的散失, 此現象為強迫對流。

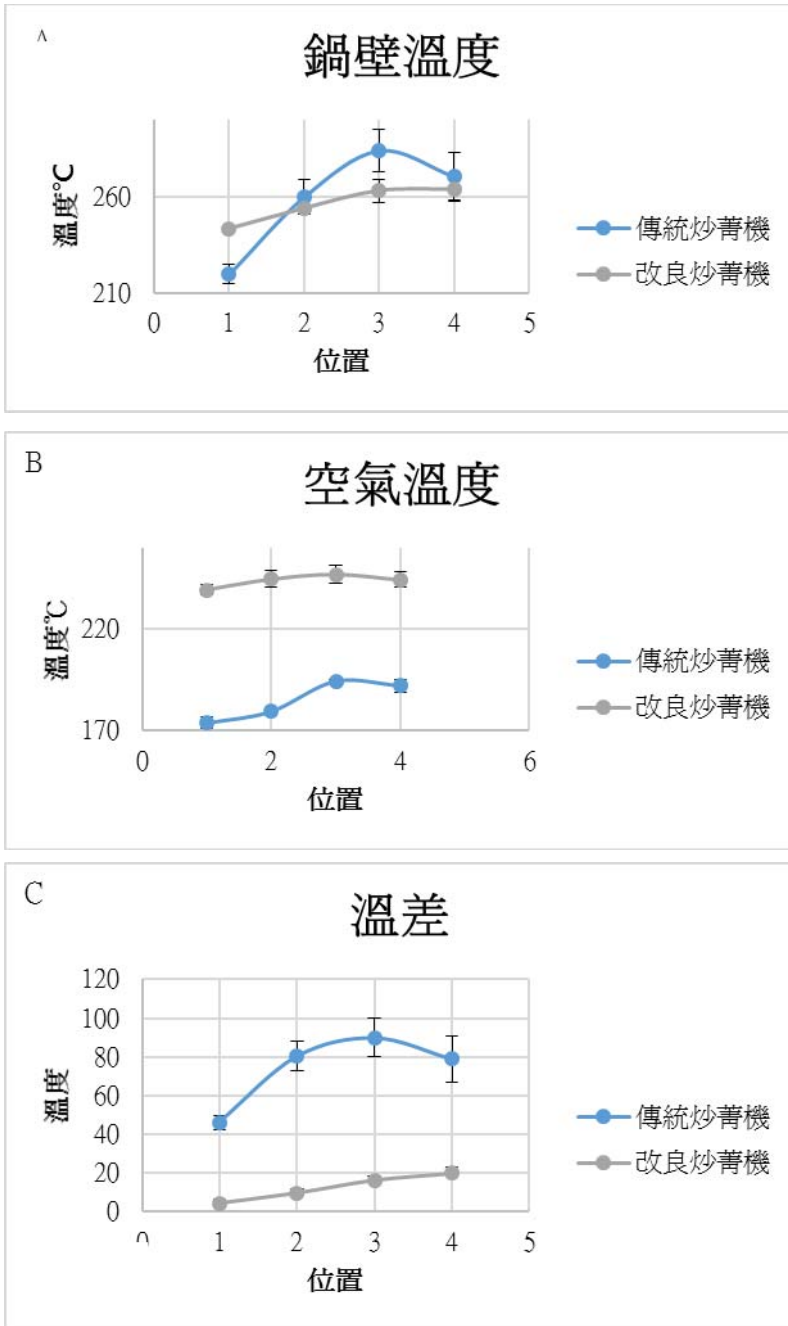
此外, 固體與流體 (液體、氣體) 間的熱交換, 也稱熱對流。當物體表面與環境存在溫度差時, 單位面積散失的熱量與溫差成正比。在茶葉炒菁過程中, 當炒好的茶菁從炒菁機卸料後, 因為茶菁溫度遠高於外界溫度, 其茶菁對外界環境散熱過程即為熱對流方式。

(三) 熱輻射

以電磁波輻射向外傳遞熱量, 傳導速度取決於熱源的絕對溫度, 溫度越高, 輻射越強; 唯一不需要介質 (固體、液體、氣體) 傳遞熱量。在製茶過程中, 在日光萎凋下茶菁的溫度較室內萎凋的茶菁溫度高, 主要是由太陽熱輻射提供大量輻射熱。

二、傳統炒菁機溫度分布數據與分析

爲了瞭解傳統炒菁機鍋壁與空氣溫度分布情形, 由圖四 A 與 B 得知傳統炒菁機內部空氣和鍋壁溫度分布不均, 鍋壁溫度最高 284 °C, 最低溫 220 °C, 兩者相差 64°C。空氣溫度最高 194 °C, 最低溫 174°C, 兩者相差 20 °C (圖四 A、B)。因此, 可瞭解傳統炒菁機在炒菁時會產生部分茶菁焦化, 或部分茶菁有炒菁不足情形, 導致炒菁品質不穩定及不良, 造成茶湯的品質不佳。傳統炒菁機熱源在底部, 藉熱傳導將熱傳到鍋壁再加熱炒菁機內部的空氣。由熱傳學得知, 此會造成鍋壁與空氣間存在溫差, 因此, 本試驗亦比較傳統炒菁機鍋壁及空氣溫度差異情形, 試驗結果發現, 其鍋壁與空氣間的最大溫差達 90°C (圖四 C), 故在炒菁的過程中, 茶葉接觸到高溫的鍋壁可迅速加熱, 但落在空氣會減緩加熱, 降低焙炒效率。另外傳統炒菁機以瓦斯為熱源, 用盡時需補充, 還需注意環境通風以避免一氧化碳中毒, 故瓦斯型炒菁機使用上有諸多不便。



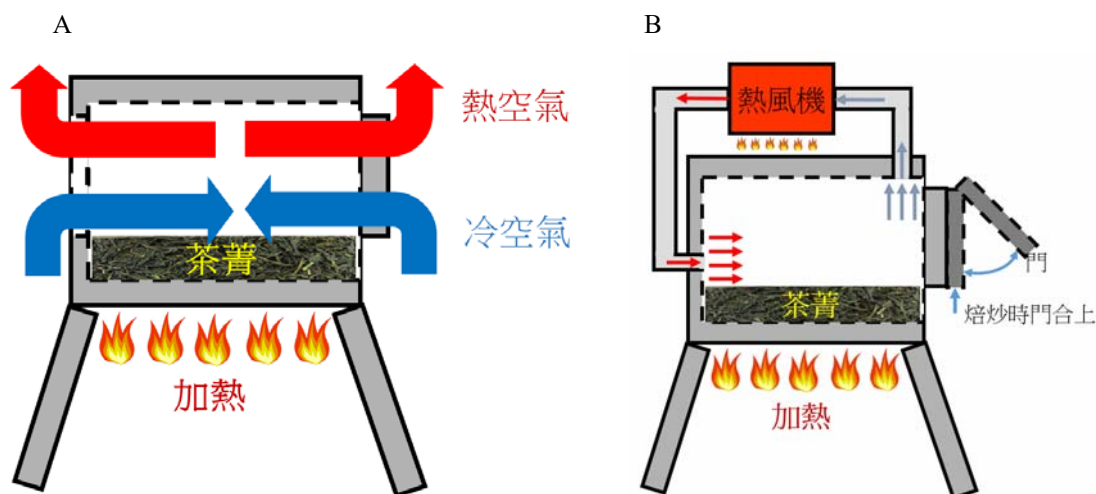
圖四、傳統炒菁機與改良炒菁機比較

(A：鍋壁溫度與位置變化，B：空氣溫度與位置變化，C：鍋壁與空氣溫差與位置變化)。

Fig. 4. Comparing with the temperature of the traditional and improved panning machine

(A: Changes of wall temperature vs. position, B: Changes of air temperature vs. position, C: Changes of temperature differences between wall and air vs. position).

過去傳統瓦斯炒菁機內部熱空氣藉由熱對流方式從兩側的開口散失 (圖五 A)，並吸入外界冷空氣，造成兩側溫度低，中間溫度高 (圖四 A)。為解決前述問題，增設熱風裝置以提高炒菁機內部空氣 (圖五 B)，藉由改善空氣與鍋壁間的溫度差異。此外將炒菁機尾部的開口封住，以及在入料口加設阻隔門，使炒菁機內部熱空氣不會直接跑到外界。開發改良型電熱炒菁機，試驗結果顯示可改善傳統炒菁機溫度分布不均的問題。



圖五、炒菁機空氣流動情形 (A：傳統炒菁機，B：改良電熱炒菁機)

Fig. 5. Diagram of the air flow in the panning machine (A: The traditional panning machine, B: The new kind of the electrical panning machine).

三、改良式小型電熱炒菁機溫度分布數據與分析

本試驗量測傳統炒菁機與改良炒菁機鍋壁溫度與空氣溫度及鍋壁與空氣溫差各點變化，如圖四所示。

改良炒菁機整體鍋壁溫度標準差，與傳統炒菁機整體鍋壁溫度標準差，分別為 10 及 3。說明改良炒菁機鍋壁溫度均勻性較佳。

改良炒菁機整體空氣溫度標準差，與傳統炒菁機整體空氣溫度標準差，分別為 3 及 10。說明改良炒菁機空氣溫度均勻性較佳。

改良炒菁機鍋壁與空氣之溫差，小於傳統炒菁機鍋壁與空氣之溫差，分別為 46°C~ 90°C 與 4°C~ 20°C，說明改良炒菁機鍋壁與空氣的溫度較一致且均勻。因改良炒菁機之空氣溫度比傳統炒菁機高 59°C，故可縮減茶菁炒菁時間。

綜合上述分析結果，可瞭解改良炒菁機 (增設熱風循環) 其鍋壁或空氣溫度變異性小。因此，增設熱風循環可改善焙炒不均勻的問題。另外，亦發現改良炒菁機之空氣溫度比傳統炒菁機空氣溫度高 59°C，可縮短茶菁炒菁的時間，提高製茶品質。

四、官能品評

為了進一步瞭解兩種炒菁機對茶菁品質之影響，本試驗以臺茶十二號手採新鮮原料，進

行炒菁試驗，並將炒菁後茶葉以 100°C 乾燥 1 小時，並依茶業改良場官能鑑定方法，進行茶葉品質鑑定，鑑定結果如表一 所示。改良炒菁機因腔體鍋壁及空氣溫度穩定，每次炒後之品質變異小，至於傳統炒菁機因腔體鍋壁及空氣溫度不穩定，炒後品質變異性較大。因此，使用改良式炒菁機炒後，茶葉香氣清揚且滋味鮮爽。

表一、不同炒菁機處理後茶葉品質差異

Table 1 Variation of tea quality after different panning machine treatments

處理	品質變異性	香 味	
		香氣	滋味
傳統炒菁機	大	劣	帶雜
改良炒菁機	小	清揚	鮮爽

結 論

炒菁機增設熱風機能降低炒菁機整體（鍋壁與空氣）的溫度差異，維持茶葉炒菁品質的穩定度。炒菁是綠茶及部分發酵茶製茶過程中重要步驟，藉由炒菁溫度變化，改變茶葉中酵素活性及影響茶湯中化學成分，因此，溫度之穩定性是極為重要控制因素。本試驗所設計改良式炒菁機雖然只能焙炒少量茶菁，但可用於教導新進茶農茶葉製造，模擬練習炒菁操作，增加炒菁實務經驗，以減少未來使用大型炒鍋時失誤的產生或控制不良。此外，改良炒菁機之高精度溫控，未來也可用於各類食材焙炒的試驗，藉以提升焙炒食材品質的再現性。

參考文獻

1. 胡凡勳、朱朝煌、邱漢傑. 2011. 熱傳遞學. 高立圖書。
2. 黃仁豐、吳聲舜. 2009. 不同加工方法對炒菁綠茶品質之影響. 臺灣茶業研究彙報 28: 85-104。
3. 黃騰鋒、張允恭、李清柳. 1990. 圓筒式炒菁機改良示範. 臺灣省茶業改良場年報 pp. 76-77。
4. 黃騰鋒、張允恭、李清柳. 1991. 圓筒式炒菁機改良示範. 臺灣省茶業改良場年報 pp. 75-77。
5. 程玉明、趙祖光. 2008. 茶葉熱風殺菁機. 中華人民共和國國家知識產權局 專利號：CN101238838 A。
6. 程玉明、趙祖光. 2010. 茶葉熱風殺菁機. 中華人民共和國國家知識產權局 專利號：CN 101238838 B。
7. 程玉明、甘建仁、趙祖光. 2013. 一種茶葉殺菁方法. 中華人民共和國國家知識產權局 專利號：CN102388992 B。
8. 張允恭、黃騰鋒、李清柳. 1989. 圓筒式炒菁機改良試驗. 臺灣省茶業改良場年報 pp. 57-58。
9. 張韻、徐良、張佩. 2010. 微波技術在綠茶加工中的應用. 農機科技推廣 p. 45。
10. 張連發. 2002. 紅外線炒菁機之研發與改良. 行政院農業委員會茶業改良場年報 pp. 168-169。
11. 蔡永生、黃騰鋒、張如華、李清柳. 1997. 複合式殺菁對包種茶外觀色澤與滋味改進之探討. 臺灣省茶業改良場年報 pp. 73-74。
12. 蔡永生、張如華. 1998. 複合式殺菁對包種茶外觀色澤與滋味改進之探討. 臺灣省茶業改良場年報 pp. 121-124。
13. 蔡永生、張如華. 1999. 複合式殺菁對包種茶外觀色澤與滋味改進之探討. 臺灣省茶業改良場年報 pp. 141-144。
14. 羅學平、趙先明. 2015. 茶葉加工機械與設備. 中國輕工業出版社. pp. 24-47。

Research of the Improvement for the Small Type Electrical Panning Machine

Wei-Yang Hwang Hsien-Tsung Tsai Chia-Chang Wu ^{1,*}

Summary

The temperature distribution is not uniform in the traditional panning machine, because the combustion is not uniform in the fireboxes. We designed and improved the small type electrical panning machine to solve the problem of temperature distribution. We measure the temperature of the machine wall and air of inner space. The results show that the average temperature of the machine wall of the gas panning machine is 259 ± 28 °C, and the average temperature of the machine wall of the electrical panning machine is 256 ± 10 °C. The average temperature of the air in inner space of the gas panning machine is 185 ± 10 °C, and the average temperature of the air in inner space of the electrical panning machine is 244 ± 3 °C. The sensory evaluation results show that tea aroma become more clear and taste become more fresh after electrical panning machine treatments. Electrical panning machine can make the temperature distribution uniform of the machine wall and air of inner space. In the future, we will design the big type electrical panning machine for the mass production.

Key words: Panning machine, Tea quality, Tea processing technology

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

*Corresponding author.

高海拔茶區春茶機採可行性評估

劉秋芳¹ 劉千如¹ 蘇彥碩² 林儒宏² 郭寬福² 羅士凱^{3,*}
蔡憲宗¹ 邱垂豐¹

摘要

臺灣中南部高海拔茶區春茶採收期過於集中且採工不足，影響春茶最佳採收時間，本試驗比較手採及機採方式對春茶產製之影響，以評估高海拔茶區春茶機採之可行性。本試驗在嘉義縣梅山鄉太平村海拔 1,200 公尺之茶園進行，調查單位面積採收量、茶芽農藝性狀、品質、化學成分、營養元素含量及成本分析。結果顯示臺茶 12 號機採茶菁其單位面積產量、茶葉感官品評之總分、茶胺酸、咖啡因及總兒茶素、氮含量皆較手採高，達顯著性差異，每公斤機採茶菁製成毛茶後的成本為 505 元，手採茶為 1,039 元，兩者相差近 2 倍，每 0.1 公頃茶園毛利機採茶為 107,610 元，手採茶為 78,082 元，機採茶園毛利較手採茶園增加 29,528 元。青心烏龍茶樹以機採與手採處理在各方面的調查結果無顯著性差異，惟機採茶菁在氮、鉀及鋁含量顯著高於手採，其他元素如磷、鈣、鎂、鐵含量比手採茶菁有較高之趨勢；每公斤毛茶機採成本為 654 元，手採茶為 824 元，機採茶製茶成本仍低於手採茶，但經挑梗後的毛茶數量低於手採茶，每 0.1 公頃茶園毛利部分機採茶為 75,500 元，手採茶 79,836 元，手採茶略高機採茶 4,336 元。綜合以上結果，高海拔茶區春茶應可以機械替代手採，因應採茶人力不足之問題。

關鍵字：茶葉、高海拔、機採

前言

近年來，臺灣因農村人口結構有高齡化趨勢，年輕人口又以外移為主，造成農業勞動力衰退，僱工不易，經問卷調查結果茶產業目前最需要人力也最易缺工的工項為手採工（佔 87 %），其次為製茶（佔 5 %），最需要人力也最易缺工的時期皆為 4 月份，屬於季節性的缺工（林等，2015）。採茶工絕大部分為臨時工，茶農主要以透過採茶工領班找到所需人力。南投縣（8,376 公頃/全臺 11,903 公頃/103 年）及嘉義縣栽種面積最大，約佔全臺總面積 72 %，是臺灣最重要的茶區，也是茶產業人力需求最大且密集鄰近的地區，其 4 月份每公頃手採工（技術需純熟）約需 92 工（人×天），超過半數的茶農（約有 53 %）希望能透過農會成立人力仲介服務平臺及農委會洽商勞動部引進外籍勞工來解決缺工問題（林等，2015）。

-
1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員、副研究員、研究員兼課長、研究員兼副場長。
臺灣 桃園市。
 2. 行政院農業委員會茶業改良場魚池分場 副研究員兼股長、副研究員兼股長、副研究員兼分場長。臺灣 南投縣。
 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。
- * 通訊作者。

由於氣候變遷，春茶生育初期氣候異常，如高低溫急遽變化或降雨量不足，導致各茶區茶葉生長初期茶芽萌發不整齊且發育緩慢，但隨著氣溫回升及降雨供應生長所需水分，在 3 月底至 4 月中上旬從低海拔至中高海拔之茶樹同時間快速成長，南投、嘉義主要產茶區之青心烏龍採摘期過度集中於清明 (4 月 4 日) 至穀雨 (4 月 19 日) 之間，春茶約占年產量之 40%，有句俗諺：茶葉採摘「前三天是寶，後三天是草」，顯示茶葉及時採摘及採摘標準對茶葉品質影響甚鉅。因茶葉採摘是以數量多寡計價，由中低海拔每斤 40~50 元至高海拔 80 元不等，在採茶班隊人力有限情況下，春茶常面臨請不到工採茶或抬高單價搶工情形發生，亦常發生採茶工不易管束，為賺更多錢採摘至一心五葉 (標準是一心三葉) 或以上，或選擇至單價較高之茶區採茶。

茶葉機械採收具有效率高 (雙人採茶機一天可達 1,500 公斤以上)、成本低、省工、茶菁鮮度易保持、產量高及有效調配人力等優點。臺灣自民國 59 年引進機械採收，在中低海拔茶區推廣使用，對於紓解採工勞力不足壓力及降低採收成本有極大效能 (Li, 1991)，目前如新北市坪林、三峽區，大宗商用或飲料茶來源如桃、竹、苗北部茶區、地勢平坦的南投縣名間鄉等茶菁主要以機採為主；高海拔茶區因茶價高，多以手採為主，高海拔茶區因春茶萌發集中，造成採茶人力不足問題，為解決此問題，於嘉義縣太平地區進行高海拔機採試驗，調查機械及人手採茶菁的性狀、製茶品質、茶菁化學成分及元素含量和作業成本差異，評估未來高海拔茶區因春茶採收人力不足改以機採的可行性。

材料與方法

- 一、茶樹品種：20 年生臺茶 12 號、25 年生青心烏龍。
- 二、試驗地點：嘉義縣梅山鄉太平村頂橋，海拔 1,200 公尺茶園。
- 三、試驗方法：選擇茶園內同一方位且生長均勻的茶行，每小區 250 平方公尺，於上午 9 時同時進行手採及雙人採茶機採茶作業，採收前進行春梢芽密度、開面程度調查，逢機採樣調查長度、葉片數調查，採收後逢機取樣，調查茶菁碎葉比及農藝性狀，並分析茶菁的無機元素及化學成分 (HPLC) 含量，機採及手採茶菁製成高山茶 (清香型烏龍茶) 茶乾後，進行感官品評，並調查機採及手採茶的投入的採茶人力、製茶成本。
- 四、試驗設計及統計方法：採 CRD，4 重複。各項試驗分析之數據，用 SAS EG 統計軟體進行變異數及費雪氏最小顯著差異法 (Fisher's least significant difference) 分析，顯著機率水準為 5%。

結果與討論

一、春梢性狀：

臺茶 12 號春梢長度約為 15.5~15.7 公分，葉片數約為 5 片，芽密度在 61.8~63.3 個之間，茶芽已達 5~6 成開面程度。青心烏龍的春梢約 11.8~14.6 公分之間，葉片數約 6 片，芽密度在 81.8~91 個，茶芽開面程度 3~4 成之間 (表一)。在春梢長度、葉片數、芽密度及開面程度處理間均無顯著性差異，但青心烏龍春梢茶芽長度手採及機採的平均值相差 2.8 公分，標準誤差也大，芽密度也是差異甚大，相差將近 10 個芽，排除取樣造成的因素，可知青心烏龍的春梢萌發較為不整齊，可能尚未達一般高山茶採收程度 (達 6~7 成) 有關。但因均未達顯著差異，手採及機採區視為均質的茶園。

二、茶菁農藝性狀：

臺茶 12 號所採收的茶菁除了碎葉比部分，機採的比例為 23 %、手採為 14 %，兩者呈顯著性差異外，其餘其他性狀不論機採或手採都沒有顯著性差異（表二）。但手採茶菁在各性狀的表現如茶菁長度、葉片數、節間徑、節間長，葉長、葉寬、葉面積、葉厚及芽重部分都有較機採較大的趨勢，且春梢葉片數平均約 5 片葉，茶菁葉片數也達 4.5 片，幾乎將春梢的葉片全數採完。手採較機採的採收完畢後較不均勻。此批採茶工以外配為主，採茶以茶菁重量計價，顯見採茶工為了採重以增加收入，茶菁能採越長越好，故園主較難以控制茶菁品質。

青心烏龍如同臺茶 12 號一樣，除了碎葉比部分，機採茶菁達 $20.4 \pm 2.3\%$ 明顯較手採茶菁 $7.5 \pm 0.8\%$ 高，兩者呈顯著性差異外，其餘性狀都未達顯著性差異（表二）。但不同於臺茶 12 號茶菁的部分，青心烏龍機採茶菁明顯在各性狀的表現如茶菁長度、葉片數、節間徑、節間長，葉長、葉寬、葉面積、葉厚及芽重部分都有較手採有較大的趨勢，由此可知應是機採深度較深，茶菁葉片數較多，因此，由茶菁基部開始測量的葉片較成熟所致，這個結果與臺茶 12 號結果是相反的，可能與採茶工有關，因此批採茶工係為臺灣人，雖然臺灣採茶工年紀較大，但配合度較高，採收的茶菁較短，較受園主的喜愛。

茶菁採摘品質受到採茶工之影響，臺灣採茶工雖然年紀較大，但採茶品質較能配合園主的需求，外配採茶工為求得較高的工資，茶菁長度會比較長，且手採時間較機採時間長，不易控制在午間採摘，茶菁有早、中、晚菁，含水量較難控制，增加製茶的難度，春茶的品質相對於機採較為不穩定。在人力短缺的高海拔茶區春茶採收季節，機採除了茶菁碎葉比率較高、坡面斜度高不易操作情形，卻有茶菁採收效率高，採收時間較能控制，茶菁含水率較低的優點，機採時可調整採茶的深度，相較不易管束的採茶工更能控制茶菁的品質。

三、感官品評：

臺茶 12 號茶菁試製高山茶（清香型烏龍茶）經感官品評後，機採茶葉尚未挑梗前（機採半成品）在茶乾形狀、色澤、茶湯水色及總分都是最低分，總分僅 73.3 ± 0.7 分（表三），與手採及機採挑梗後的成品呈顯著性差異，但其茶湯的香氣和滋味表現並不差。手採與機採成品（挑梗後）茶乾在茶乾形狀、色澤、茶湯水色、香氣、滋味及總分均無顯著性差異，甚至有略高的趨勢，由此可知，手採茶的含梗量雖然較機採低，但手採的茶菁仍受採茶工影響，當採茶工無法管制及管控茶菁品質時，雖機採所製毛茶半成品在外觀評分部分較不討喜，但配合挑梗後，則可提高評分的結果，表現不輸手採茶。

青心烏龍部分，仍是以機採未挑梗的半成品明顯在外觀的形狀及色澤部分得分最低，為 6.9 ± 0.3 及 7.1 ± 0.3 分，經挑梗後的成品，形狀和色澤比手採茶評分更高，各為 7.8 ± 0.2 、 8.0 ± 0 分（表三），分別比機採半成品及手採茶乾呈顯著性差異。其餘評分項目則在各處理間無顯著性差異，甚至機採茶不論挑梗與否，在香氣和滋味的表現均比手採稍佳。以上結果與谷等（2014）試驗結果相似，尚未挑梗前的機採半成品在外觀會略低手採的毛茶，但經過挑梗後的精製茶成品品質就更接近或稍優於手採茶。

四、茶菁化學成分含量：

逢機取樣手採及機採後的茶菁，分析其化學成分之含量，臺茶 12 號手採與機採茶菁化學成分含量結果如表四，機採茶菁的茶胺酸（Theanine）、咖啡因（Caffeine）、沒食子酸（Gallic acid）和個別兒茶素之 EGCG、GCG、ECG 及總兒茶素含量（分別為 3.9 ± 0 、 34.1 ± 0.6 、 7.6 ± 0.3 、 35.2 ± 0.4 、 8.4 ± 0.1 、 7.0 ± 0.1 、 115.1 ± 1.4 mg/g）均較手採茶菁含量（分別為 3.6 ± 0.1 、 31.5 ± 0.6 、 6.5 ± 0.2 、 32.2 ± 0.9 、 3.8 ± 0 、 6.6 ± 0.1 、 105.7 ± 1.9 mg/g）高，達顯著性差異，咖啡因及兒茶素都是蓄積在茶樹嫩葉含量較高，推測應是機械採摘的茶菁較手採的茶菁較

短、較嫩（開面程度比較低）的原因所造成的差異。

青心烏龍的部分，機採茶菁則僅在個別兒茶素 Catechin 和 GC 含量 (2.6 ± 0.1 、 4.7 ± 0 mg/g) 較手採茶菁 (2.0 ± 0.1 、 4.1 ± 0.1 mg/g) 高，達顯著性差異；GCG 含量則是手採茶菁 (7.8 ± 0.3 mg/g) 較機採茶菁 (3.9 ± 0 mg/g) 高，達顯著性差異。對照青心烏龍的茶菁農藝性狀（表二），機採的茶菁有較手採的茶菁較長，因此在化學成分含量的結果不像臺茶 12 號機採茶菁的兒茶素及咖啡因有明顯較高的趨勢，加上青心烏龍的春梢差異就較大，可能因此降低機採與手採的差異。

五、茶菁礦物元素含量：

將手採及機採後的茶菁進行逢機取樣，進行礦物元素含量分析，臺茶 12 號全氮含量則是機採茶菁顯著高於手採茶菁，在磷、鉀、鈣、鎂、鋁、鐵元素含量表現上，處理間雖無顯著性差異，但機採茶菁各礦物元素含量有比手採茶菁高（表五）的趨勢，氮、磷、鉀在幼嫩的葉片含量較高（王，2004；黃，2007），對照茶菁農藝性狀結果顯示，機採茶菁較手採茶菁幼嫩；青心烏龍則在全氮、鉀及鋁含量表現有顯著性差異（表五），機採茶菁全氮含量為 4.43 ± 0.03 %，高於手採茶菁的 4.26 ± 0.03 %；鉀含量為 177.6 ± 7.0 mg/kg 高於手採茶菁 156.4 ± 4.6 mg/kg，鋁含量也是機採茶菁 371.7 ± 17.8 mg/kg 高於手採茶菁 246.4 ± 10.3 mg/kg。其他元素如磷、鈣、鎂、鐵含量，處理間則無顯著性差異，也是各含量均比手採茶菁高。鋁主要蓄積在老葉（黃，2007），推測是機採茶菁的枝梗及成熟葉比例較高所致。

六、成本分析：成本包含採茶、製茶及茶園租金三大部分，因本試驗僅進行春茶毛茶之計算，毛茶再烘焙費用及租金因以年度作計算，因此，這兩部分的成本未計算在內。

（一）採收成本部分：

機採部分包括工資、餐費；手採則包含工資、餐費及載運採茶工之車資。臺茶 12 號以機採的茶菁量每 0.1 公頃可達 803.9 公斤（表六），明顯高於手採每公頃 588.4 公斤；青心烏龍機採的茶菁重量每 0.1 公頃 306.4 公斤，手採 305.5 公斤，兩者差異不大。

一般機採含 2 名主要操作者，操作雙人採茶機、2 名副手協助收茶菁、加上雙人採茶機械費及油料費每小時工資 1,700 元，因此高海拔茶區越平坦的區域，茶芽越茂盛，越容易操作採茶機的茶園，則採收茶菁單價越低。

本案例每 0.1 公頃茶 12 號茶園機採時間約為 5 小時，含午餐供應，採茶工資為 8,900 元，平均每公斤茶菁成本約 11 元。手採茶菁則是每公斤 45 元，25 名採茶工採收量每 0.1 公頃 588.4 公斤，約 4 小時採完，含午餐供應、車資，採茶工資為 33,978 元，每公斤茶菁平均約為 57.7 元，機採與手採茶菁成本相差 5 倍，周（2011）年試驗，單人機採茶菁年作業較手採節省 8 倍，其結果是相似。

青心烏龍茶園機採時間約為 2.5 小時，含餐費，採茶工資為 4,650 元，平均每公斤茶菁成本約 15.2 元。手採茶菁則是每公斤 55 元，23 名採茶工採收量耗時 4 小時，含午餐供應、車資，採茶工資為 22,683 元，每公斤茶菁平均手採成本為 74.2 元，機採與手採茶菁成本相差近 5 倍。

（二）製茶成本部分：包括作菁、炒菁、揉布球等工資及茶廠工具、電料、瓦斯、餐費等部分，機採茶葉還額外負擔電腦挑梗費用。作菁部分包括日光萎凋、室內萎凋、攪拌等，工資以每日計價，一組 6 人作菁師傅每日工資含餐飲為 23,200 元，機械及手採之茶菁作菁耗時均為 0.5 天，作菁工資為 11,600 元。

炒菁工資以未挑梗之茶乾計價，每臺斤 15 元，含餐費，臺茶 12 號機採茶菁炒菁工資為 4,360 元，手採茶菁炒菁工資為 3,220 元。青心烏龍機採茶菁炒菁工資為 1,750 元，

手採茶菁炒菁工資為 1,740 元

茶廠工具、電費、瓦斯費等耗材費用以茶乾每臺斤 40 元計算，臺茶 12 號機採之茶葉耗材費用為 11,360 元，手採為 8320 元；青心烏龍機採之茶葉耗材費用為 4,400 元，手採為 4,372 元。

機採製作的茶葉因茶梗較多，需經電腦挑梗，挑梗後的毛茶重量大約減少 15%，較黃等（1986）年試驗為高，因本試驗在製茶時並未將碎葉及枝梗先行挑除，因此會造成後期電腦挑梗量的增加。挑梗費用以茶乾重量計算，每臺斤 30 元，臺茶 12 號挑梗費用 8,520，青心烏龍則為 3,300 元。

(三) 毛利部分：綜合採茶及製茶成本，臺茶 12 號機採製作出 241 臺斤的茶葉成本需 73,140 元，每公斤成本為 505 元。手採製作出 125 臺斤的茶葉成本則需 77,918 元，每公斤毛茶成本 1,039 元，每公斤臺茶 12 號毛茶成本機採為手採的 48.6%，可降低 51.4%；毛茶的價格每臺斤 750 元計算，機採毛茶售價為 180,750 元，扣除採茶及製茶成本毛利為 107,610 元，手採毛茶售出價格為 156,000 元，毛利為 78,082 元，每 0.1 公頃茶園機採毛茶獲利比手採多 29,528 元。

青心烏龍機採製作出 93.5 臺斤 (56.1 公斤) 的茶葉成本需 36,700 元，每公斤毛茶成本為 654 元。手採可製作出毛茶 109.3 臺斤 (62.3 公斤) 成本需 51,325 元，每公斤成本 824 元，青心烏龍則為 79.37%，可降低 20.63%，此結果與谷等 (2014) 試驗結果一致，機採能降低毛茶的成本。毛茶價格每臺斤 1,200 元，毛茶收入機械及手採茶葉分別為 112,200 元及 131,160 元。扣除成本後每 0.1 公頃茶園之毛利各為 75,500、79,836 元，手採茶葉毛利稍高。

結 論

綜合以上結果，在人力短缺的高海拔茶區春茶採收季節，機採除了茶菁碎葉比率較高、坡面斜度高不易操作外，卻有茶菁採收效率高，採收時間較能控制，茶菁含水率較低的優點 (黃等，1986) 且經官能品評後，挑梗後的毛茶較手採的毛茶外觀更好，總得分更高，且毛獲利表現在臺茶 12 號更好，青心烏龍則差異不大情況下，當採工不足時，春茶應可以機採替代手採。

高海拔茶區茶園一般均會採收春、冬茶，夏、秋茶仍有部分茶農會採摘，採收次數隨著海拔高度降低 (陳等，2008)；連續機採容易造成茶芽短小、萌芽密度增加、芽重減輕、茶菁品質差等影響 (陳等，1989；黃，1986)，本試驗僅針對一季春茶進行試驗，機採對於夏、秋茶的茶芽萌發、品質、產量是否會受到影響，仍須進一步進行觀察比較。尤其是夏、秋茶仍有採收的茶園甚至會影響冬茶的採收。機採仍應配合適當的茶園管理，如增加肥料投入 (黃等，2015)，滿足茶樹的生理需求，控制茶菁整齊度，合理的留養秋梢，培養良好的樹型 (周，2011) 及掌握適當的採摘期 (駱等，2008)，並改良現有採茶機具，讓採收更省力，也便於不同坡度之機採；並透過製茶技術改良、機械化生產設備之改良、機採茶菁之分級或破碎葉篩分設備研發改良 (張等，2012)、茶葉挑梗精製機械等之研發，而能提升春季茶葉產製作業效率，有效解決勞動力不足問題。

參考文獻

1. 王爲一. 2004. 茶樹保護營養障礙症. 植物保護圖鑑系列 4. pp. 113-116。
2. 肖潤林、王久榮、譚正初、單武雄、何秋虹. 2009. 丘陵茶園不同機採方式對秋季茶鮮葉產量和名優綠茶品質的影響. 中國生態農業學報 5: 919-922。
3. 谷兆騏、曹婷婷、陳國榮、萬景紅、龔淑英、徐鵬程、魏明香. 2014. 機採與手採鮮葉加工平水日鑄茶工藝、品質及成本比較研究. 茶葉 4: 201-211。
4. 李清柳. 1991. 青心烏龍茶園機採之技術改進研究-剪枝時期與剪採深度對各季茶產量之影響. 臺灣茶業研究彙報 10: 115-128。
5. 林義豪、潘韋成、郭婷玫、林金池、賴正南. 2015. 茶產業缺工狀況調查. 臺灣茶業研究彙報 34: 237-245。
6. 周海東. 2011. 山地茶園機剪機採技術探討. 茶葉 3: 160-162。
7. 張蘭蘭、董跡芬、唐萌、蔡維秩、溫正軍、駱耀平. 2012. 名優茶機採鮮葉分級技術研究. 浙江大學學報 5: 593-598。
8. 莊瓊昌、陳惠藏. 1997. 夏季機採茶菁製造包種茶及其烘焙技術之改良. 臺灣省茶業改良場 85 年年報 pp. 243-244。
9. 陳錦堂、顏秋勤. 2008. 最具競爭力的農產品-台灣高山茶. 第五屆海峽兩岸茶業學術研討會論文集 pp. 599-609。
10. 陳盈孔、張清寬. 1989. 東部茶區手採茶園改行機採技術研究. 臺灣茶業研究彙報 8: 57-70。
11. 黃惟揚、巫嘉昌、劉銘純、張振厚. 2016. 請不到採茶工，機採嘍也通. 茶業專訊 96: 3-5。
12. 黃磊、裘琳、夏小歡、付傑. 2015. “龍井 43”手採茶園改建名優茶機採茶園技術. 茶業通報 3: 117-119。
13. 黃裕銘. 2007. 第四章 營養需求與肥培管理. 茶樹整合管理 pp. 37-48。
14. 黃膾鋒、李清柳、張允恭. 1986. 手採茶園改行機採試驗與推廣. 臺灣茶業研究彙報 5: 15-28。
15. 駱耀平、唐萌、蔡維秩、文冬華、溫正軍. 2008. 名優茶機採適期的研究. 茶葉科學 1: 9-13。
16. 蔡憲宗、林秀榮、蘇彥碩、黃玉如. 2013. 茶業健康管理專區推動成效. 102 年度重點作物健康管理生產體系及關鍵技術之研發成果研討會論文集 pp. 165-127。

表一、臺茶 12 號及青心烏龍採收前春梢性狀
Table 1 Spring shoot characteristics of TTES No. 12 and Chin Shin Oolong before harvest

品種 Cultivar	處理 Treatment	葉長		葉數		芽密度		開面比	
		Length cm	cm	Number of leaves No.	No.	Bud density No./900 cm ²	No.	Full banjhi degree %	%
臺茶 12 號	手採	15.7 ± 1.3a		5.1 ± 0.3a		63.3 ± 2.2a		61.3 ± 1.3a	
	機採	15.5 ± 0.9a		4.8 ± 0.1a		61.8 ± 1.6a		52.8 ± 3.3a	
青心烏龍	手採	11.8 ± 3.1a		6.2 ± 1.3a		81.8 ± 2.4a		34.5 ± 1.5a	
	機採	14.6 ± 6.0a		5.8 ± 0.8a		91.0 ± 4.9a		40.7 ± 2.2a	

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、手採及機採茶菁農藝性狀

Table 2 Agronomic characteristics of tea leaves plucked from TTES No. 12 and Chin Shin Oolong

品種	處理	碎葉比 %	茶菁長度 cm	茶菁葉數 No.	節間徑 mm		節間長 cm	
					第二葉 2nd leaf	第一葉 1st leaf	第二葉 2nd leaf	第一葉 1st leaf
台茶 12 號	手採	13.9 ± 0.8b	11.7 ± 2.8a	4.5 ± 0.6a	1.8 ± 0.2a	2.1 ± 0.2a	3.2 ± 0.9a	4.4 ± 0.4a
	機採	23.2 ± 0.7a	9.5 ± 1.8a	4.2 ± 0.4a	1.6 ± 0.2a	1.9 ± 0.1a	2.4 ± 0.6a	3.9 ± 0.5a
青心烏龍	手採	7.5 ± 0.8b	8.5 ± 2.2a	4.6 ± 0.5a	1.8 ± 0.2a	2.0 ± 0.2a	2.4 ± 0.6a	3.0 ± 0.5a
	機採	20.4 ± 2.3a	11.6 ± 3.3a	5.4 ± 0.8a	2.0 ± 0.3a	2.1 ± 0.2a	3.0 ± 0.8a	3.4 ± 0.4a

1. 第一葉、二葉係由所採茶菁基部算起第一片及第二片葉。The first and second leaves indicate those were counted from the base of plucked leaves.

2. Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at P < 0.05 by Fisher's protected LSD test.

續表二 (Table 2 continued)

品種	處理	第二葉 2 nd leaf				第一葉 1 st leaf				5 茶芽重 g
		葉長 cm	葉寬 cm	面積 cm ²	葉厚 mm	葉長 cm	葉寬 cm	面積 cm ²	葉厚 mm	
台茶 12 號	手採	7.1 ± 0.6a	3.0 ± 0.3a	15.3 ± 3.1a	0.25 ± 0.02a	7.9 ± 0.3a	3.7 ± 0.1a	20.3 ± 1.2a	0.28 ± 0.02a	8.0 ± 2.1 a
	機採	6.5 ± 0.5a	2.7 ± 0.2a	12.7 ± 1.9a	0.23 ± 0.01a	7.6 ± 0.4a	3.4 ± 0.1a	18.2 ± 1.4a	0.26 ± 0.01a	6.3 ± 1.3 a
青心烏龍	手採	6.6 ± 0.3a	2.5 ± 0.2a	11.7 ± 1.3a	0.31 ± 0.01a	6.7 ± 0.3a	2.7 ± 0.2a	12.7 ± 1.3a	0.35 ± 0.01a	6.2 ± 1.2 a
	機採	6.9 ± 0.5a	2.9 ± 0.3a	14.0 ± 2.3a	0.34 ± 0.04a	6.8 ± 0.2a	2.9 ± 0.1a	13.9 ± 0.7a	0.39 ± 0.03a	9.2 ± 2.7 a

1. 第一葉、二葉係由所採茶菁基部算起第一片及第二片葉。The first and second leaves indicate those were counted from the base of plucked leaves.

2. 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、手採及機採茶葉品質比較

Table 3 Differences of made tea (Oolong tea) quality between hand-plucked and machine-plucked tea leaves

品種	處理	形狀 (10 分)	色澤 (10 分)	水色 (20 分)	香氣 (30 分)	滋味 (30 分)	總分 (100 分)
臺茶 12 號	手採	7.2 ± 0.6a	6.8 ± 0.4a	15.4 ± 1.0a	23.3 ± 0.6a	23.9 ± 1.3a	76.7 ± 0.2a
	機採半成品	6.3 ± 0.7a	6.3 ± 0.7a	14.3 ± 1.2a	23.3 ± 0.9a	23.0 ± 2.0a	73.3 ± 0.7b
	機採成品	8.2 ± 0.4a	7.9 ± 0.2a	15.8 ± 0.6a	23.0 ± 0.3a	23.3 ± 0.2a	78.3 ± 0.6a
青心烏龍	手採	7.2 ± 0.3ab	7.2 ± 0.3b	15.5 ± 0.4a	23.0 ± 1.1a	22.8 ± 0.9a	75.7 ± 1.9a
	機採半成品	6.9 ± 0.3b	7.1 ± 0.3b	15.5 ± 0.8a	24.2 ± 1.1a	25.2 ± 0.8a	78.8 ± 1.2a
	機採成品	7.8 ± 0.2a	8.0 ± 0.0a	14.7 ± 0.7a	23.5 ± 0.5a	22.8 ± 0.9a	76.8 ± 1.8a

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、手採及機採茶菁化學成分含量之比較

Table 4 Differences of chemical composition between hand-plucked and machine-plucked tea leaves

unit: mg/g

處理	Theanine	Caffeine	Theobromine	Catechin	Gallic acid	GC	EGC	EC	EGCG	GCG	ECG	total catechins
臺茶 12 號												
手採	3.6 ± 0.1b	31.5 ± 0.6b	3.7 ± 0.1a	2.0 ± 0.1a	6.5 ± 0.2b	3.6 ± 0.1a	37.4 ± 0.5a	13.6 ± 0.3a	32.2 ± 0.9b	3.8 ± 0.0b	6.6 ± 0.1b	105.7 ± 1.9b
機採	3.9 ± 0.0a	34.1 ± 0.6a	4.0 ± 0.1a	2.1 ± 0.1a	7.6 ± 0.3a	3.8 ± 0.1a	37.2 ± 0.4a	13.9 ± 0.3a	35.2 ± 0.4a	8.4 ± 0.1a	7.0 ± 0.1a	115.1 ± 1.4a
青心 烏龍												
手採	3.8 ± 0.1a	28.5 ± 0.5a	2.8 ± 0.1a	2.0 ± 0.1b	3.2 ± 0.1a	4.1 ± 1b	39.6 ± 0.5a	14.3 ± 0.4a	33.7 ± 1.0a	7.8 ± 0.3a	7.9 ± 0.3a	112.5 ± 2.4a
機採	3.6 ± 0.0a	29.4 ± 0.5a	2.8 ± 0.2a	2.6 ± 0.1a	3.1 ± 0.2a	4.7 ± 0.0a	38.5 ± 0.2a	13.8 ± 0.2a	32.5 ± 0.9a	3.9 ± 0.0b	7.3 ± 0.7a	106.4 ± 1.9a

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、手採及機採茶菁主要元素含量比較

Table 5 Differences of major element content between hand-plucked and machine-plucked tea leaves

品種	處理	N (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Al (mg/kg)
台茶 12 號								
手採	4.45 ± 0.07b	43.3 ± 1.2a	158.7 ± 2.8a	45.9 ± 1.1a	20.5 ± 0.5a	94.5 ± 11.0a	404.9 ± 21.6a	
機採	4.72 ± 0.05a	46.3 ± 1.9a	166.7 ± 8.6a	51.0 ± 3.1a	21.2 ± 0.8a	107.7 ± 11.6a	425.1 ± 19.3a	
青心烏龍								
手採	4.26 ± 0.03b	46.3 ± 2.0a	156.4 ± 4.6b	40.9 ± 1.1a	21.9 ± 0.7a	97.6 ± 10.3a	246.4 ± 10.3b	
機採	4.43 ± 0.03a	49.7 ± 2.4a	177.6 ± 7.0a	44.6 ± 1.9a	22.7 ± 0.7a	105.7 ± 14.9a	371.7 ± 17.8a	

Means within each column followed by the different letter(s) are significantly different at $P < 0.05$ by Fisher's protected LSD test.

表六、手採及機採茶菁採收及製茶成本分析

Table 6 Cost analysis of plucking and manufacturing for hand-plucked and machine-plucked tea leaves

茶樹品種	臺茶 12 號		青心烏龍	
	機採	手採	機採	手採
採製成本分析				
面積 (公頃)	0.1	0.1	0.1	0.1
茶菁量 (公斤)	803.9	588.4	306.4	305.5
半成品茶乾 (臺斤)	284	0	110	0
成品茶乾 (臺斤)	241	125	93.5	109.3
採茶工資 (元)	8,900	33,978	4,650	22,683
作菁工資 (元)	11,600	11,600	11,600	11,600
炒菁工資 (元) (15 元/茶乾/臺斤)	4,360	3,220	1,750	1,740
茶廠工具、電費、瓦斯費 (元) (40 元茶乾/臺斤)	11,360	8,320	4,400	4,372
揉球工資 (元)(100 元/茶乾/臺斤)	28,400	20,800	11,000	10,930
電腦挑梗費用 (元)(30 元/臺斤)	8,520	0	3300	0
成本小計 (元)	73,140	77,918	36,700	51,325
毛茶成品價格 (元)	180,750	156,000	112,200	131,160
毛利 (元)	107,610	78,082	75,500	79,836
租金 (元)(0.1 公頃/年)	21,053		25,000	

The Evaluation of Probability for Machine-plucked Spring Teas in High Altitude Area

Chiou-Fang Liu¹ Chien-Ju Liu¹ Yen-Shuo Su² Ru-Hong Lin²
Kuan-Fu Kuo² Shih-Kai Lo^{3,*} Hsien-Tsung Tsai¹ Chui-Feng Chiu¹

Summary

The problems that hand-plucked spring tea in south-central Taiwan high altitude area encountered were concentrated harvest periods as well as the lack of labor, which interfered with the best harvest time for spring tea. Therefore, the experiment compared the effects of hand-plucked and machine-plucked on plucking and processing of spring teas in order to evaluate the probability for high altitude area to carry out machine-plucked during spring tea season. The experiment was conducted in a tea fields at Taiping Village, Meishan Township, Chiayi County which was 1,200 meters high. Survey items included yields per unit area, agronomic characteristics of flush, tea quality, chemical compositions, and nutritional element contents and cost analysis.

The results showed that the machine-plucked Taiwan Tea Experiment Station Number 12 (TTES No. 12) tea leaves had significant difference in yields per unit area, the sensory evaluation score, the amounts of theanine, caffeine and total catechin, and nitrogen contents compared to hand-plucked ones. As for cost analysis, machine-plucked tea leaves made into primarily processed tea cost NT\$ 505 per kg, and the hand-plucked one was NT\$ 1,039, which was almost the twice expense of the machine-plucked one. Overall, the gross profit of machine-plucked primarily processed tea was NT\$ 107,610 per 0.1 hectares, while hand-plucked one was NT\$ 78,082 per 0.1 hectares, the gross profit of the former was NT\$ 29,528 higher than the later.

In comparison to TTES No. 12, Ching Shing Oolong showed no significant difference between machine-plucked and hand-plucked teas, except for that the nitrogen, potassium, and aluminum contents was higher and other elements as phosphorus, calcium, magnesium, ferrous contents had an increasing trend in machine-plucked tea leaves. The cost of machine-plucked primarily processed tea was NT\$ 654 and hand-plucked one was NT\$ 824. However, the amounts of primarily processed tea were lower in machine-plucked teas after stalk separating. The gross profits of machine-plucked tea and hand-plucked tea were NT\$ 75,500 and 79,836 per 0.1 hectares, the gross profit of the later was NT\$ 4,336 higher than the former. In conclusion, spring tea in high altitude area could replace hand-plucked with machine-plucked method in response to the problem of plucking labor shortage.

Key words: Tea, High altitude area, Machine-plucked

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

2. Senior Agronomist, Senior Agronomist and Director, Yuchih Branch, TRES, Nantou, Taiwan, R. O. C.

3. Assistant Agronomist, Wenshan Branch, TRES, New Taipei City, Taiwan, R. O. C.

*Corresponding author.

臺灣地區茶業青年農民經營管理能力及成功因素之研究

賴正南 潘韋成 郭婷玫 林金池 林義豪^{1,*}

摘要

本研究欲瞭解青年茶農在經營過程中遭遇之困難與克服困難之處理方法、關鍵成功因素與未來的經營目標等，以做為其他青年農民投入茶業經營管理之借鏡。調查對象係從農委會『第二屆青年農民專案輔導』茶業青年中選擇農二代之團體組 2 位成員及 1 位自行創業之青農，另外加上非接受專案輔導之在地青農 1 位，共計 4 位，利用質性研究分析其經營成功因素。研究結果顯示 4 位受訪者對於加入茶業產製銷行列，均滿懷希望及抱持高度興趣、肯持續學習及接受新知識，只是有感於資金的不足及相關技術與知識的再充實。根據文獻資料及分析結果歸納出，茶業青年農民在經營管理能力建構上所需注意的重點包含三個階段（初創期、現階段及發展期）及七個構面（軟體面、硬體面；硬體面、資源面、政府配合面；行銷管理面、軟體面）。4 位受訪者認為從事茶業經營之主要關鍵成功因素為「具備熱誠與原動力、肯持續學習及接受新知識」。

關鍵字：青年茶農、茶業、經營管理、關鍵成功因素

緒論

近年來，由於經濟景氣起伏不定、茶業市場潛力看漲等影響，導致許多青年茶農紛紛返鄉從事茶業經營或參與茶業相關訓練講習，但常受限於茶業相關專業知識、農業相關法規及資金的不足，造成青年投入茶業經營後產生困境或瓶頸。近三十年來茶業改良場已推廣約十七種茶業創新技術，為讓更多茶農願意採用及主動學習更多創新技術以協助其運用在茶業經營管理的改善上，檢核分析茶農經營管理能力及輔導其茶業經營，應是茶業相關輔導單位亟需重視及完善解決的課題。因此，本研究希望藉由深入訪談的方式，瞭解青年茶農在經營過程中遭遇之困難與克服困難之處理方法、成功因素與未來的經營目標等，以做為其他青年農民投入茶業經營管理之借鏡。

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

*通訊作者。

文獻探討

(一) 茶業技術發展：

趙翠萍(2007)研究指出農民在一個較長時間跨度上對農業技術的選擇，主要是遵循「節約稀缺要素」的原則。例如臺灣茶園的管理工作繁重，人力亦嚴重缺乏，發展至 2003 年已有採收、剪枝、中耕除草、施肥、深耕、病蟲害防治、灌溉及搬運等項機械廣獲農民使用，顯著提高工作效率、降低成本及擴大經營面積。茶葉採摘最需耗費人工，早期靠人工採摘，1970 年推廣單人採茶機，1976 年推廣雙人採茶機。1983 年於宜蘭冬山、臺北坪林、南投名間等茶區成立機採茶園示範，建立機採茶園管理(許漢卿，2003)。

臺灣的茶產業由先民將茶種從中國大陸移植至臺灣已歷經二百多年歷史，它形成一個商品在市面上流通也歷經一百三十餘年。臺灣茶業科技水準自 1981 年代以來不斷提高，每公頃產量從 1956 年的 282 公斤增加到 2011 年的 1,228 公斤，成長近 3.4 倍。臺灣選育的茶樹品種繁多，迄 2008 年育成成功 21 個品種。茶園機械、灌溉、施肥等新技術應用也普及。並藉由栽培管理及製茶技術訓練班的舉辦，教導各茶區的茶農(行政院農業委員會，2012；林木連，2003；邱垂豐等，2008；張德粹，1958；張廣敏，2003)。

臺灣茶業近年來發展的特色可整理歸納如下七項(臺灣區製茶工業同業公會，2009；楊江帆等，2008)：(1) 臺灣茶樹的品種經茶改場的育種與推廣而發展出各自的特色，如青心烏龍種的包種茶、高山茶及凍頂烏龍茶，青心大有種的白毫烏龍茶，金萱、翠玉等新品種在清香烏龍茶的開發。(2) 綜觀全球茶區，一家工廠能利用季節的變化，而生產不同性質的茶葉者，唯有臺灣而已。臺灣的烏龍茶、包種茶、白毫烏龍茶，更是全球聞名。(3) 茶葉已從一般飲料的領域跨越到健康飲料，乃至醫藥品的範疇，利基擴大甚廣。(4) 臺灣茶加工度甚高，同時因商品生命週期長，消費層面又廣，銷售市場伸展到世界各地。(5) 休閒茶業發展迅速，觀光休閒茶業是目前臺灣茶業的發展方向之一，亦是臺灣茶業對抗外來茶葉競爭和衝擊的重要武器。(6) 茶業連鎖經營卓見成效，茶葉連鎖店的出現，帶給消費者很大便利。(7) 茶葉品牌建設與國際化接軌，隨著臺灣茶業的轉型，從追求數量到追求品質，臺灣茶業開始面向世界建立推廣臺灣茶葉品牌。

(二) 茶業經營管理與專案輔導：

茶企業除應通過精緻加工將茶葉標準化、規模化，以降低生產成本，提高品質穩定性。同時也應具有不斷開發新商品的能力，持續吸引消費者興趣，更可善用茶葉的多元特性，推出不同特色的茶類，可透過茶商公會整合業界共識，仿照服飾界設定每年流行主軸，把茶以流行精品概念導入；並與茶藝界合作，藉由各式茶藝文化活動作為平臺，讓消費者品鑑不同特色的茶類；有時亦能吸引媒體注意，建立消費大眾的認同，對於品牌知名度的推廣與提昇亦有助益。此外，亦可利用行銷管理策略及企業倫理，持續為滿足消費者需求而努力。今後臺灣茶產業的輔導之首要工作仍在減少用藥次數、用藥種類及避免重度使用藥劑的情形發生。對於原料供應者--茶農而言，可擔任品質守門員，為優良品質負起監督與把關之責；基於道德良心，持續利用終身學習來學習茶業創新技術(栽培管理與製造技術)，並貫徹政府相關單位所推展的政策(例如產銷履歷、營養及產地標示)(王端鎧等，2010)。展望未來，臺灣茶產業結構必須加速朝向技術與知識密集轉型，積極拓展茶葉消費市場。未來茶葉產品應以市場為導向，善用農業科技研發創新技術，推廣茶樹合理化施肥，積極改善生產環境與技術，研發推廣茶樹優良新品種與有機栽培；提昇茶葉品質，並研發茶葉多元化產品；並進行消費市場調查，促使茶產業朝本土特色化、精緻化與多元化發展；開發更精準或更穩定的元

素分析技術來共同佐證，以利消費者辨識優質臺製茶及進口之臺式茶(林木連等，2004；林木連等，2009；胡智益等，2009；Her, 2009；Rivera & Alex, 2005)。

行政院農業委員會於 102 年辦理青年農民專案輔導，同年 5 月 31 日公告第 1 屆專案輔導青年農民遴選結果(100 名)，6 月啟動為期 2 年個案陪伴式之專案輔導，103 年持續深化及擴大輔導能量；並於 103 年 10 月遴選第 2 屆專案輔導青年農民(區分個人組 82 名及團隊組 6 組 24 位，總人數 106 名)，104 年 1 月啟動為期 2 年之專案輔導。青年從農或創新經營初期，因生產技術、經營管理、行銷通路、資源整合等能力與經驗不足，農委會為協助青年農民順利克服從農或創新經營初期遭遇之困境，由跨領域專家結合改良場、技術專家，組成輔導團隊，透過產、銷、人、發、財、資等面向進行診斷及規劃輔導工作，協助青年農民穩健經營，並朝資源整合、互助合作，以提升青年農民競爭力(中國生產力中心，2014)。

(三) 關鍵成功因素

張任坊等(1993)研究指出：「“關鍵成功因素”(Critical Success Factor, CSF)的觀念最早是 1934 年由 Commons 以「限制因子」之名出現於組織中，主要是研究組織的管理與談判，隨後 1961 年 Daniel 提出大部份的產業都具有 3 至 6 項的決定成功因素，如果一個公司想成功，必須在這些關鍵因素做得特別好，才能朝向正確的努力目標邁進。Rockart (1979)認為對任何企業而言，在某些主要關鍵領域務必做的正確，則我們可以確定這個企業組織將會有成功的表現，這些主要關鍵領域即為成功關鍵因素，它是一組能力的組合」。陳光哲(2009)研究指出：「Boseman (1986)認為關鍵成功因素是由企業的強弱勢和機會威脅分析，作為建立組織策略的基礎。Aaker (1984)認為成功關鍵因素係指一產業最重要的競爭能力或競爭資產；成功的業者所擁有的優勢必為產業 CSF 中的優勢。不成功的業者則通常是缺少 CSF 中的某一個或某個因素。同時他認為關鍵成功因素會隨產業環境的變化而改變。黃營杉(1993)認為關鍵成功因素是指在產業中經營運作，為達到成功所必須具備的重要因素。吳思華(1988)認為所謂關鍵成功因素，簡單來說，就是在特定產業內，要成功的與人競爭，所需具備的競爭技術與產業」。張任坊等(2013)認為找尋關鍵成功因素可從企業所面對的整體環境、政治和社會上的環境著手，另一方面可以試著從產業結構、競爭對手以及產業專家經驗累積中尋得，或者從企業內部本身的價值活動中找出。

陳光哲(2009)認為關鍵成功因素具有以下特性：

1. 關鍵成功因素因產業不同而各異，且並非固定不變的，會隨著時間、產品市場的不同而改變。
 2. 管理者不應將所有的事情皆視為同等重要，而必須集中努力於特定事物或關鍵工作上，亦即要先確認產業的關鍵成功因素。
 3. 管理者必須深入研究，評估與分析並致力於少數幾個關鍵成功因素，以作為策略形成的基礎。
 4. 企業沒有競爭者就不需要策略，資本、人力和時間都是相當稀少的資源，因此應該確實用於攸關企業成敗的關鍵領域中。
 5. 企業內部或外部必須加以確認而慎重處理因素，因為這些因素會影響企業目標的達成，甚至威脅企業的生存。
 6. 關鍵成功因素可能是企業內在或外在的因素，而他們的影響可能是正面或反面的。
- 綜合以上文獻資料，可供本研究調查及分析討論等之理論依據。

研究方法

(一) 抽樣設計及訪談方式：

1. 調查對象之選取：

本研究之調查對象共包括二種類別，一類是接受政府青農專案輔導之百大青農，另一類則是並未接受專案輔導之在地青農。接受百大青農專案輔導之青農，從中再選出屬於團體組 2 位（農二代 1 位、自行創業 1 位），自行創業之個人組 1 位，而未接受專案輔導則選擇自行創業 1 位，共計 4 位，其中團體組的 2 位成員均為 18 歲至 45 歲青年經營組合，由青年茶農民與行銷加工製造等之跨領域青年。

2. 訪談法之採用：本研究採用半結構訪談法，主要是因為採用半結構訪談（semi-structured interview）的標準化程度比結構訪談低，它通常是事先準備好訪談的提綱與主要的問題，對於具體如何發問，訪問者可以根據現場的實際情況靈活掌握，而這種訪問以開放式問題為主。結構訪談法雖然收集資料具有較高的信度，但是訪談過程完全受制於事先準備好的訪問表，缺少靈活性，難以深入地收集資料，而且結構訪談過程受到訪問表的制約較多，而半結構訪談則在一定程度上克服種種制約，保證訪談過程間之靈活性；同時，與無結構訪談相比，半結構訪談又不像無結構訪談那樣毫無框架可循（風笑天，2006）。因此，針對茶業青年農民瞭解其在農業經營管理之現況與問題、目前接受政府經營管理能力之輔導，並探討經營成功之關鍵因素等，以作為規劃未來相關青年農民訓練課程的安排參考及輔導重點方向，採用半結構訪談法更為適合。

(二) 問卷設計及信效度：

問卷型式採半結構式，對上述 4 位青年茶農作調查。問卷內容大綱如下：

1. 基本資料

(1) 背景條件：

- A. 從小家庭的環境；
- B. 求學的過程、是否就讀農業相關科系；

(2) 人格特質：

- A. 自我個性的形容；
- B. 人際關係的形容；
- C. 和父母親的關係；
- D. 對風險的關心及接受態度；
- E. 接受新的事物的程度；

(3) 社會支援系統：

- A. 參與各類型的組織或活動的情形；
- B. 參與社會組織或活動的程度；

2. 初創期

(1) 選擇從農原因；

(2) 初期投入茶業之資金及地來源；

(3) 投入茶業經營遭遇的問題及困難；

3. 現階段

- (1) 目前從事茶業經營的現況；
- (2) 目前從事茶業經營遭遇的問題及解決之道；
 - A. 取得農業相關知識/資訊管道及效用
 - (1) 有效知識來源；
 - (2) 知識來源之有效性；
 - (3) 知識來源取得程度；
 - (4) 資訊獲得與成功之關聯性；
 - B. 政府單位之輔導與協助
 - (1) 目前經營表現之優異點及加強面向；
 - (2) 需要政府單位之輔導及協助；

4. 發展期

- (1) 未來的 5 到 10 年之經營目標；
- (2) 青年茶農從事茶業經營之重要關鍵成功因素；
- (3) 青年茶農民從事茶業之重要能力、建議、注意事項。

高敬文(1999)認為質化研究評估有其獨特的一套評估規準與策略，不能毫無選擇地採用量化之評估系統，應加以適切地轉化，從而建立屬於自己的評估系統。本研究根據下列規準作為控制本研究的信度與效度(胡幼慧等，1996；陳向明，2002；潘淑滿，2003)：

(1) 確實性：指內在效度。確實性亦可稱之為「可信性」，意指研究資料真實的程度。本研究於研究過程中，係以多元的方式來進行資料蒐集，包含蒐集相關文獻資料、訪談、錄音等。同時，將資料詳加研讀、深入探究，經分析統整後之資料，再交付部分研究對象檢視，以確認資料之真實性。

(2) 可轉換性：指外在效度。可轉換性亦可稱之為「遷移性」，意指能有效的將研究對象所陳述的情感及經驗，準確的以文字的形式描述出來。本研究謹慎地透過研究對象的互動過程和所蒐集之資料，描述出研究過程之演變。

(3) 可靠性：指內在信度。意指研究者必須詳加述說，如何取得可靠性的資料，以作為判斷資料是否可靠的依據。本研究先以彙整之文獻資料作為理論基礎，並根據問卷調查結果及專家意見擬定訪談大綱，再經由訪談過程之錄音，將之整理為逐字稿；其次，將訪談內容之逐字稿與所蒐集的文獻資料之間，相互進行檢驗；再者，透過部分研究對象對研究資料之檢視，以提升資料之可靠性。

結果與討論

(一) 基本資料

1. 背景條件：

4 位調查對象中部分從農委會『第二屆青年農民專案輔導』而來，一位則屬在地青農，故分為百大青農及在地青農二大類，而百大青農中再分為團體組 2 位成員及個人組 1 位成員，而其中又分為農二代及自行創業，在地青農則屬自行創業者 1 位，資料整理如表一，而此 4 位在求學過程均未就讀農業相關科系。

表一、青年茶農受訪者基本資料

Table1 The attributes of respondents

茶農	地區	組別 (創業別)	主要農作物	從農經驗
張小姐	桃園市	百大青農團體組 (自行創業)	茶菁、 稻作雜糧	3 年內
廖先生	桃園龍潭	百大青農團體組 (農二代)	茶葉	3 年以上
張小姐	苗栗泰安	百大青農個人組 (自行創業)	茶葉	3 年以上
莫先生	南投仁愛	在地青農個人組 (自行創業)	茶葉	6 年以上

2. 人格特質：

多數自我要求甚高，凡事追求完美；人際關係不錯；父母親同意從農；目前承擔風險能力尚可或略趨於保守；均能接受新的事物，且並喜歡創新。

3. 社會支援系統：

4 位中僅 1 位參加產銷班，其他 3 位參加縣農會輔導之青年農民聯誼會，有空檔時間亦會參與其他組織活動。

(二) 初創期

1. 當初選擇從農原因均不相同，並沒有被要求或強迫的因素。

「因為家裡從農，時間比較好安排……」(2-1-A4-01)

「主要是因為老公在從事這個部分。」(2-1-B4-02)

「想要做自己的事業，然後覺得從事茶業有發展性。」(2-1-C4-03)

「喜歡大自然環境，覺得茶葉是臺灣珍貴的寶物」(2-1-D4-04)

2. 投入茶業之土地及資金來源均不相同，但並未在取得上非常困難。

「我們沒有土地，都是跟農民契作，都是他們荒廢的茶園，我們幫他整理，有些要租金、有些不用租金。」(2-2-A5-01)

「我們原本是種稻子的，也是因為百大，所以才開始投入茶業這一個產業，目前我們還是在尋求可以試種的土地。在機器設備方面，因為有一些就是我們其他團員的機器設備，所以在資金方面可能，頂多就是租金的問題而已，所以大家資金來源自己都還能負擔。」(2-2-B5-02)

「資金來源主要是自己家裡面。土地來源是租的。」(2-2-C5-03)

「自籌、與銀行貸款。土地來源為親屬」(2-2-D5-04)

3. 初期投入茶業遭遇以製茶技術及市場消費之問題為主，其中三位均是遭遇製茶技術不專精、消費市場不佳的問題；另一位則是與土地相關的問題。

「一開始，就是茶葉的製作方面吧，一開始初入茶業的時候，製作完後面後面就比較會有銷售的問題，這幾年就是整個跑下來就都還可以，都可以把他克服，就是製茶可以克服、銷售也可以克服。」(2-3-A6-01)

「目前因為才剛投入而已，所以還沒有遇到比較大問題，因為目前，其實現在面臨的比較大問題就是土地，平地能不能來種茶，這個是我們比較需要克服的地方，因為我們還沒辦法找到說，平

地還能種茶的那種土地、適當的地方啊，因為土質也要檢驗啊、還有排水，主要是排水要如何克服。」(2-3-B6-02)

「就是因為本身對茶葉不是很瞭若指掌，就是說家裡面原來不是種茶，所以在茶園管理跟製茶這方面，經驗不足這樣子。」(2-3-C6-03)

「製茶技術不專精、沒有消費者」(2-3-D6-04)

(三) 現階段

1. 目前從事茶業經營的青農算是穩定發展。

「所有的量大概三分之一是批發，三分之二是自己零售。」(3-1-A7-01)

「目前，我們就是在找土地。」(3-1-B7-02)

「經過青農輔導之後，以今年的製茶狀況，品質有提升。」(3-1-C7-03)

「穩定發展中」(3-1-D7-04)

2. 目前從事茶業經營遭遇相當多元，如土地、通路、人力資源等問題，可自行尋求問題解決之道。

「還好，有的話應該就是青年同盟不多，就是年輕人比較少啦，所以我們請的工人相對的年紀比較大。目前，就是找一些年紀大，但是他們有經驗，所以很好帶，也不用教的很辛苦，只要跟他們講工作就可以去處理。」(3-2-A8-01)

「我們現在遇到的問題就是土地的排水性，我們現在還是在尋求解決的方案。」(3-2-B8-02)

「遭遇的問題就是銷售方面，比較沒有一個通路。解決的方法的話，就是，可能要多參加一些類似市集或是一些客戶的開發，可能要去自己去找一些公司行號之類的單位去開發。」(3-2-C8-03)

3. 知識/資訊之取得管道與成功之相關性

A. 從專案輔導及改良場所取得農業相關知識，但不表示經營一定能成功。青農均認同主要透過專案輔導、茶業改良場技術專家之教導以及農友間互相交流及網路資訊。但較深層的茶葉知識須至專業場所學習（如茶業改良場）。但不一定認同『資訊獲得越多，成功的機會越多』。

「應該就是，像茶改場嘍或是我們聯誼會裡面有相關的同業，或是一些農委會，農委會比較少，我都茶改場吧，還有同行之間問。也有，像茶改場賴先生每個月出的那些刊物，我都看，有些知識也是從那邊來的，像農藥啊、用藥啊，都是那個手冊來的。如果以製造面來說的話，可能是以政府單位的手冊、宣導手冊可能有幫助。比如說行銷的話，可能就要自己去尋找，不是從茶改場這邊來的。現在網路這麼發達，有的時候 GOOGLE 啊，或是說因為宣導的也很多，所以來源應該不難。有些人資訊多，至於「資訊獲得越多，成功的機會就越多」，這個我不敢說是與否或多與少。」

(3-2-1-A9-01)

「現在關於茶的知識的話，我們就是以團隊的其他茶農，就詢問他們來得到這個知識啦，目前是這樣。像廖先生，還有林先生也是，因為他們本身就是，從小就是作茶的，我們現在就問他，因為還有一個顧問或是課長都是我們詢問的來源這樣子。這些知識都有幫助啦，因為畢竟他們作茶都這麼久，不管是顧問啊或是課長或是我們團隊的這些茶農，其實都各有，這些知識一定都有幫助啦，但是我們目前就是土地方面的話，可能就需要茶改那邊給我們多一點的協助，讓我們瞭解如何去篩選土地啦，因為現在真的是要找到平地種茶的土地，是比較難找一點，所以這方面知識可能茶改場要多給我們意見。最近都在品茶嘛，所以我們可能就是要慢慢，去跟一些顧問或老師一起，就是由他們來講出這個茶的特點在哪裡，可能要去由這方面來慢慢取得對茶的瞭解，因為我們才剛進來，瞭解度還是有限，等於我們要從基礎開始啊。知識目前還算容易取得，因為老師、顧問還滿多的。資

訊獲得越多，相對的一定會提高成功的機會。」(3-2-1-B9-02)

「上課，例如說農民學院或者是其他一些學校的茶業相關課程。主要還是茶改場的課程較有幫助。就是比較基本的，現在是算容易取得，然後可是如果說比較像那種製茶？know-how？的那種需要經驗的，可能除了這個茶改場提供課程以外，可能外面比較沒有一個專門的、專業的。資訊獲得越多，應該是成功的機會越多。但是有一個問題，就是資訊太多會讓你很難去選擇。」(3-2-1-C9-03)

「有效知識是透過茶業改良場諸位老師的教導以及農友間互相交流、網路資訊。茶業改良場的較有幫助。一般茶葉常識容易獲得，較深層的茶葉知識須至專業場所學習（如：茶業改良場）。資訊獲得越多，成功的機會越多」(3-2-1-D9-04)

B. 經營表現應該再加強資源的投入，如土地、行銷、製茶技術等，也希望政府單位從以上項目輔導協助。

「因為我們是中小型，所以就參加一些比賽，現在以就是我們作的量大概三分之一都是比賽為主，那剩下三分之一我們就是用批發，希望就是我們把這三分之一留來都可以零售。」

(3-2-2-A10-01)

「因為我們主要的角色就是找土地，所以目前還沒有找到適合的，這是我們應該要再加強的地方。最好是政府單位協助我們，讓我們能找到土地。」(3-2-2-B10-02)

「需要再加強就是要知道怎麼去賣茶吧，可能在銷售這個方面。如果青農這個計畫結束之後，可能還有後續針對行銷這方面有其他的案子。」(3-2-2-C10-03)

「目前開發的茶品具獨創性。需加強製茶流程之熟練度。請政府單位協助宣傳」(3-2-2-D10-04)

(四) 發展期

1. 未來五到十年之經營目標是增加產量、提升品質及品牌經營

「希望把我們作的茶量增加、品質不變。」(4-1-A11-01)

「希望能夠擴大種茶的面積，而且是在平地，這是我們未來的目標。」(4-1-B11-02)

「在這個十年內慢慢的把品牌經營起來，然後投資的成本可以打平。」(4-1-C11-03)

「朝向連鎖式現烘茶葉館為目標」(4-1-D11-04)

2. 青年茶農從事茶業經營之重要關鍵成功因素為「具備熱誠與原動力、肯持續學習及接受新知識」。

「其實我是第二代啦，從小就有在看這些東西，所以可能比較熟悉，所以我在父親的協助之下，就是要上手的速度可能比較快。當然，如果你是從沒有經驗要開始製茶的話可能就比較困難。」

(4-2-A12-01)

「就是比較能夠接受新的觀念。」(4-2-B12-02)

「應該是本身要有一些對茶葉的那個基本知識，然後在技術方面可能要自己去努力精進學習，希望可以從老一輩的茶農身上學他們的經驗。」(4-2-C12-03)

「熱誠與原動力、較能接受新知識」(4-2-D12-04)

3. 青年茶農從事茶業經營須具備體力與耐力，過程中最需重視茶園管理、茶葉製作、茶葉精製與行銷管理技術。

「就會跟他們說可能比較辛苦，在農忙期的時候可能比較沒有自己的時間。製茶重要、末端的銷路也很重要，就是兩個要一起進行的啦，所以，你要會作、你也要會賣，如果你後端銷售比較沒有自己的銷售點，那就只能用批發，批發的話，相對的利潤各方面可能就會比較低一些。」

(4-3-A13-01)

「我覺得，體力跟耐力很重要吧，我覺得不管是除草或是對茶樹的照顧，是需要體力跟耐力啊，我覺得這是最基本的。」(4-3-B13-02)

「對茶的基本知識要先瞭解，然後你再看說要怎麼去規劃那個茶園，然後就是要設定說，你的產品是什麼、什麼樣的產品，定位那個產品，然後去設定說你的目標市場，因為可能就是單賣茶菁或是他要賣到零售還是批發這樣。」(4-3-C13-03)

「熟練茶園管理、茶葉製作過程與茶葉後製精製技術」(4-3-D13-04)

綜合以上，4位受訪者對於加入茶業產製銷行列，其實都滿懷希望及抱持高度興趣、肯持續學習及接受新知識，只是有感於資金的不足及相關技術與知識的再充實。對於其他青年茶農民從事茶業，他們認為應該要具備體力與耐力，在經營管理的建議上則需重視茶園管理、茶葉製作、茶葉精製與行銷管理技術。

結論與建議

(一) 結論：

依據張任坊等 (2013) 之研究建構出影響創業績效之各重要關鍵因素變數，並根據分析結果歸納出，茶業青年農民在經營管理能力建構上所需注意的重點包含三個階段七個構面：

1. 初創期：

(1) 軟體面：成本管理能力的(指資金取得來源及各項財務管理)、人格特質管理能力(指興趣、動機及認知等)。

(2) 硬體面：土地管理能力(指取得來源、經營規模)、經營策略管理能力(指專業知識、行銷管道及相關法規)。

2. 現階段：

(1) 硬體面：經營策略管理能力(指專業知識、行銷管道及相關法規)。

(2) 資源面：茶業知識資源管理能力(指主要取得來源、知識態度)、經營策略管理能力(指人力資源、專業技術及行銷方面之問題解決及因應方法)。

(3) 政府配合面：法規因素管理能力(指配合法規宣導、法規修改)、政府協助方面之管理能力(指由政府協助土地取得、資金取得、茶業輔導推廣與行銷)。

3. 發展期：

(1) 行銷管理面：經營目標管理能力(指茶葉質量並重、擴大茶園面積、建立品牌、連鎖經營)。

(2) 軟體面：關鍵成功因素管理能力(指熱誠與原動力、肯持續學習及接受新知識)、經營能力之管理能力(指體力與耐力、重視茶園管理、茶葉製作、茶葉精製與行銷管理技術)。

(二) 建議：

根據以上文獻及分析結果，本文提出4項建議：

1. 本研究調查對象係從農委會『第二屆青年農民專案輔導』6位茶業青年當中選擇團體組的2位成員(均為18歲至45歲青年經營組合，由青年茶農民與行銷加工製造等跨領域青年組成。1位為自行創業、1位為農二代)及1位青農(自行創業)、1位在地青農(自行創業)。雖然其中1位

非專案輔導青年農民，但在茶業經營上也算成果豐碩。4 位受訪者對於加入茶業產製銷行列，都滿懷希望及抱持高度興趣、肯持續學習及接受新知識，只是有感於資金的不足及相關技術與知識的再充實。相關政府單位在法規方面，應持續加強宣導或進行法規修改；並協助土地或資金取得、加強茶業輔導推廣與行銷。但仍應注意避免讓其他茶農感覺茶業推廣是有「選擇性」--即農政單位會對弱勢或不具影響力的茶農或茶農團體提供較少的服務。

2. 青年茶農表達深切需要「行銷管理的技術」，此現象正符合在行銷教學和諮詢累積了 40 多年經驗的行銷大師 Kotler 之看法：「行銷的目標是充分瞭解顧客的需求。行銷的工作是將人們不斷改變的需求，轉換成獲利的契機。而行銷的最高境界則是創新產品與服務價值，不斷為人類社會帶來更高的生活品質。」(齊立文，2006)。各級茶業輔導單位應重視此觀念的轉變，爾後茶業相關單位應針對此種知識需求作最適當的宣導或推廣，茶農本身亦應配合作局部修正。具體作法如下：

(1) 針對茶農方面：茶業改良場在規劃辦理訓練課程時應安排一定時數的行銷管理相關課程，配合其他管道（如定期刊物、研討會、茶改場官網等）刊登行銷管理相關文章或安排行銷管理相關專家學者直接與青年茶農座談或輔導等。

(2) 針對消費者方面：茶業相關單位可藉各類展示展售活動、媒體宣傳或名人代言、適時發佈正確茶葉消費或食安資訊等方式來增加臺灣各地區特色茶的知名度及提高消費量。青年茶農可利用行銷管理策略的改良（包括專業知識的再學習、增加行銷通路曝光度、運用體驗行銷或創新行銷手法等）及基於企業倫理，持續為滿足消費者需求而努力。

3. 茶業經營管理的成功，所需考量的關鍵因素是多元的。因此，未來青年茶農應加強行銷管理面及軟體面關鍵成功因素之執行力。

4. 農委會專案輔導之青年茶農除了透過輔導團隊利用產、銷、人、發、財、資等面向進行診斷及規劃輔導外，本身應基於道德良心，持續利用終身學習概念來學習茶業創新技術（栽培管理、製造技術、分級包裝與行銷等），並配合實施政府相關單位所推展的政策。

參考文獻

1. 王端鎧、賴正南（2010）。從品牌管理面談茶業永續發展。載於第五屆陸羽茶學研討會論文集（頁 132-143）。臺北市：財團法人天仁茶藝文化基金會。
2. 中國生產力中心（2014）。第二屆青年農民專案輔導計畫。取自 <http://ifarm.cpc.org.tw/iFarm/Web/RB.aspx>
3. 臺灣區製茶工業同業公會（2009）。2009 年度（第 22 屆第 2 次，2009 年 3 月 31 日）會員大會手冊。臺北市：作者。
4. 行政院農業委員會（2012）。2011 年農業統計年報。臺北市：作者。
5. 林木連（2003）。臺灣茶業產銷現況、品質管理及未來。載於蕭素女（主編），臺灣茶葉產製科技研究與發展專刊（頁 41-50）。桃園：茶業改良場。
6. 林木連、陳玉玲（2004）。建立茶業產銷知識管理系統。載於賴正南（主編），茶業改良場 2003 年年報（頁 275-277）。桃園：茶業改良場。
7. 林木連、林金池、戴佳如（2009）。茶葉產製技術研發與優質人才培育。行政院農業委員會農業管理計畫 2009 年度至 2010 年度單一計畫說明書。桃園：茶業改良場。
8. 邱垂豐、林金池、黃正宗、林儒宏、蕭建興、林木連、郭寬福（2008）。臺灣高香紅茶新品種--臺茶 21 號（紅韻）介紹。茶情雙月刊，40，1。

9. 胡幼慧、姚美華（1996）。一些質性方法上的思考。載於胡幼慧（主編），質性研究-理論、方法及本土女性研究實例（頁 143-144）。臺北市：巨流圖書公司。
10. 胡智益、郭冠黎、蔡右任、蔡志賢（2009）。元素分析在臺灣茶原產地證明技術之可行性評估。臺灣茶業研究彙報，28，61-72。
11. 風笑天（2006）。社會研究方法。北京：高等教育出版社。
12. 高敬文（1999）。質化研究方法論。臺北市：師大書苑公司。
13. 許漢卿（2003）。臺灣茶葉的運銷。載於賴正南、楊盛勳（主編），茶葉行銷及茶藝文化研討會專刊（頁 10-19）。桃園：茶業改良場。
14. 陳向明（2002）。社會科學質的研究。臺北市：五南出版。
15. 陳光哲（2009）。休閒農業經營關鍵成功因素之探討。南華大學旅遊事業管理研究所碩士論文。
16. 張德粹（1958）。臺灣茶葉生產與運銷的研究。臺北市：中國農村復興聯合委員會。
17. 張廣敏（2003）。閩臺農業經濟區域研究。北京：九州出版社。
18. 趙翠萍（2007）。農戶需要誘導的技術進步路徑：一個述評。蘭州學刊，11，74-76。
19. 張任坊、張博一、張紹勳（2013）。創業績效關鍵成功因素的彙總研究。中華管理評論國際學報，16（2），1-17。
20. 楊江帆、謝向英、管曦、雷國銓（2008）。茶業經濟與管理。廈門：廈門大學出版社。
21. 齊立文（2006）。向科特勒學行銷：行銷和推銷有什麼不同。經理人月刊（9月號）取自 http://tw.f726.mail.yahoo.com/ym/ShowLetter?MsgId=1630_10693239_447973_1465_122860_0_18606_253091_3849659471&Idx=0&YY=56604&inc=25&order=down&sort=date&pos=0&view=&head=&box=Inbox
22. 潘淑滿（2003）。質性研究：理論與應用。臺北市：心理。
23. Her, K. (2009). Taiwan's enduring brew. *Taiwan Review*, 59(5), 4-11.
24. Rivera, W., & Alex, G. (2005). Extension reform: the challenges ahead. *AIAEE 2005: Proceedings of the 21st Annual Conference*, 21, 260-271.

The Study of the Management Competence and Success Factor for Young Farmers in Taiwan Tea Industry

Cheng-Nan Lai Wei-Cheng Pan Ting-Mei Kuo Jin-Chih Lin
Yi-Hao Lin^{1,*}

Summary

The research objective is to understand what young tea farmers have encountered what kinds of troubles and how to overcome them, and their critical success factors and future management goal. Then utilize these results to use as reference for other young farmers involve in business management of tea industry. The four respondents of this survey are selected from two members of team and one tea farmer (who starts own business) who come from “2nd special case for guidance young farmers, COA”, one local tea farmer (who starts own business, but does not come from “2nd special case for guidance young farmers, COA”). This survey uses semi-structured interview method. The results show that when they involved in the production and marketing lines of tea industry, all of them have full of hope, keep high interesting, be willing to do continuing learning and accept new knowledge. But they also know that they have insufficient funds, and they also should have filled in related technology and knowledge. We have concluded that young tea farmers need to focus on key points include three stages and seven domains based on reference information and analysis results. The four respondents consider the main critical success factors are what they should possess enthusiasms and motive power, they are willing to do continuing learning and accept new knowledge.

Key words: Young tea farmer, Tea Industry, Business Management, Critical success factor

1. Junior Specialist, Assistant Researcher, Assistant Researcher, Chief of Industry Service Section, Assistant Researcher, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.

*Corresponding author.

臺灣茶農訓練成效（評茶能力）追蹤評核 之研究-以農民學院茶業初階班為例

潘韋成¹ 林義豪¹ 賴正南² 林金池³ 郭婷玫^{1,*}

摘要

目前茶產業發展主要問題為經濟不景氣、進口茶競爭及氣候變遷影響生產，茶業的經營必須以科技為導向，促使產業升級。本研究透過量化問卷調查101年至103年參加本場農民學院茶業初階班茶農，深入瞭解茶農在參與農民學院茶業初階訓練班時，對茶葉的知識、技能、從事茶業工作之職能需求，亦可經由訓練追蹤調查瞭解學員在受訓後對經營管理之助益及可能遭遇之困難，研究結果顯示茶農務農背景（如經營面積與務農年資）對於訓練後能力提升情形有顯著性關係，藉由重要-表現程度分析法顯示茶農各能力在工作上的重要性及訓練後能力提升程度關聯性，可作為未來訓練課程檢討與規劃及輔導茶農時的參考重點。

關鍵字：茶農、評茶能力、訓練成效評估

前言

臺灣地理、氣候及環境非常適合茶樹生長，有關茶樹的栽培管理及茶葉製造已有二百多年的歷史，是世界馳名的茶葉產區，產製部分發酵茶享譽中外，被視為茶葉精品。但近年來，臺灣茶業在國際化和自由化的政策下，每年有超過3萬噸以上茶葉產品自國外進口，與本地茶（1.5萬噸）之間形成強烈競爭。

農業委員會自100年度起規劃農民學院，以各試驗所及改良場為主，設立14個農業訓練中心（倪葆真，2012），分為入門、初階、進階、高階等訓練班別，規劃系統性之農業教育訓練課程，課程內容依據職能基準設計系統性農業知識及技能課程，還包括實習及相關體驗，以提供有意從農者農業終身學習之管道。

本場近5年來承辦農民學院與茶葉相關之教育訓練課程，學員來自臺灣各地茶區，且發現其年齡在30歲以下居多，顯示經濟不景氣可能促使青年願意返鄉從農。但在高度集中、一體化及全球化的產業價值鏈下，如何讓青年茶農能順利接手家業，且在過程中能解決家庭溝通、技術傳承及家族事業的經營與管理等問題，以提升自身競爭力與特色，不被大環境所排擠，引導小農在全球市場中擁有一席之地，因此建立相關配套機制期能穩定從農，是目前政府施政的當務之急。

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

*通訊作者。

本次研究針對過去三年內曾參加農民學院茶業初階班茶葉感官品評能力 (包括與茶葉感官品評相關之茶園栽培、製茶技術及茶藝與文化等知識與能力) 訓練之學員, 調查其在訓練過程中茶業技能之增進, 及目前從事茶業需求及困難, 作為訓練檢討、課程方向調整與資源規劃的參考依據。

訓練成效評核之意義與模式

戴幼農 (1994) 認為訓練成效評估, 是在培訓過程中或訓練期滿, 對於研習活動按照一定的標準, 作有系統的調查、分析及檢討, 以經濟效益的觀點, 研判訓練的價值與組織績效的衡量程序。

林麗惠 (1997) 指出, 訓練成效係指對訓練成果的評估, 就訓練成果評估的向度而言, 可分別從 2 個方向著手: 一為方案提供者的角度: 係指訓練方案的評估; 二為訓練需求者的角度: 係指對於受訓者學習成效之評估。

Kirkpatrick (1975) 提出四層次訓練方案評鑑模式。在反應 (reaction) 層面, 主要針對學員對訓練的看法及滿意情形。學習 (learning) 層面真對學員擁有之知識、技能或態度的改善, 以及經過學習後產生整體知能改變情形。行為 (job behavior) 層次針對學習成果在工作上呈現的情形, 或應用所學使行為改變的程度。結果 (results) 層次針對學員因訓練後對組織產生的具體貢獻, 或工作績效的提升程度。

本研究透過問卷調查茶農在參與農民學院茶業初階訓練班時, 在反應、學習、行為及結果等層面改變的情形, 瞭解學員在受訓後對經營管理之助益及可能遭遇之困難, 可作為未來訓練課程檢討與規劃及輔導茶農時的參考重點。

研究方法

一、問卷發放對象及方法

本研究針對台灣地區 101 年至 103 年間參加本場「農民學院—茶業初階班」共 6 梯次學員共 180 人次, 透過郵寄、電子郵件、及網路共發出 180 份問卷, 共回收 89 份, 有效問卷 79 份, 有效回收率為 44%。

二、問卷設計

本問卷內容包含「基本資料」、「工作需求及能力」、「訓練成效評估」及「訓練課程建議」共四大部分。

第一部分「基本資料」包含姓名、性別、年齡、教育程度、是否為農業相關 (系、所) 畢業、務農年資、目前工作地點、工作類別、經營面積、茶葉是否通過認 (驗) 證、是否有雇工、茶葉經營方式等題項; 第二部分為參考 103 年度「茶葉感官品評人員職能基準表」之主要職責及職能內涵規劃題項, 針對「目前能力評定」、「工作重要性」及「工作需求程度」調查; 第三部分為「訓練成效評估」則分成「訓練後能力提升程度」、「學習難易程度」來進行調查。第四部分「訓練後課程建議」共 6 題項。

除個人基本資料及訓練後課程建議外, 其餘題項採用李克特 (Likert) 五點量表, 依非常不同意、不同意、普通、同意、非常同意分別給予 1、2、3、4、5 的分數, 分數愈高代表愈同意。

三、問卷信效度分析

評估問卷的信度以 Cronbach's Alpha 係數檢視之, 凡 Cronbach's Alpha 值大於 0.7, 表示此問

卷調查數據很可信，「訓練成效評估」各題項構面之 Cronbach's Alpha 值均高於 0.8，顯示本研究所採用量表具有可信賴的內部一致性及相當穩定度，因此並不考慮刪除題項。

至於效度部分因所有問卷依據「茶葉感官品評人員職能基準表」規劃，並經專家審視修正，故問卷內容均具專家效度。

四、統計方法

本研究以 SPSS 軟體統計分析回收資料，分析方法包含敘述性統計分析、比較平均數檢定 (t 檢定及單因子變異數分析) 探討變項之間的差異。

研究結果討論與分析

一、描述性統計結果

(一) 基本資料

針對受訪者背景及經營狀況等特性採取敘述性統計分析說明，如表一所示：

1. 個人資料

接受調查者共 79 人，僅 1 人為原住民。其中男性比例遠高於女性 (男性 78.5%；女性 21.5%)，受訪者平均年齡為 33.9 歲。教育程度以大專為最多 (72.2%)，但受訪者就讀農業相關科系者少，僅占 8.9%。

2. 工作類別

受訪者工作在茶產業工作年資平均 7.1 年。受訪者工作地點主要分布於台灣各產茶區域。工作類別 (可複選) 包含茶農 73 人、製茶師傅 35 人、茶商 18 人、茶藝師 5 人、推廣人員 14 人、消費者 4 人及茶葉代工業者 11 人，顯然多數茶業從業人員會兼職多種茶業工作性質。農業經營方式，獨資經營有 1.3%，家族經營有 32.91%，合資經營有 53.2%，受雇人員有 6.3%。雇工方面，平均長期雇工人數為 4 人，平均短期雇工人數為 11.4 人。

3. 茶葉產品通過認 (驗) 證比例，受訪者多數未通過認證 (41 人)，通過產銷履歷驗證有 26 人，通過 CAS 台灣有機農產品標章有 8 人，通過 ISO 22000 食品安全衛生管理系統認證有 1 人，通過產地證明標章有 3 人。

(二) 工作職能與訓練成效

本部分參考「茶葉感官品評人員職能基準表」職能內涵與知識規劃，分成 5 個構面，共 36 題項，針對「目前能力自我評定」、「訓練後能力提升程度」、「工作重要性」、「工作需求性」、「學習難易程度」五大類進行調查分析。各類別及構面分析結果各不相同，如表二所示，「目前能力自我評定」以茶葉感官品評技術構面之平均分數最高，為 3.42 分、「訓練後能力提升程度」以茶葉感官品評技術構面之平均分數最高，為 3.83 分、「工作重要性」以茶葉感官品評技術構面之平均分數最高，為 4.36 分、「工作需求性」以茶葉感官品評技術構面之平均分數最高，為 4.27 分、「學習難易程度」以製茶技術構面之平均分數最高，為 4.41 分。

(三) 基本資料與訓練成效關連性評估

進一步探討學員背景與五大構面題項之關聯性，剔除類別中比例過於懸殊及進行變項中類別合併，利用 T 檢定或單因子變異分析結果，如表三、表四、表五及表六。由表三及表四得知不同教育程度及是否通過認證的學員與其目前能力現況及訓練後能力提升程度間，未達顯著差異。由表五得知，不同務農年資的學員與其目前茶園栽培管理能力現況有顯著差異，其中年資六年以上學員顯著性高於年資兩年以下學員。在訓練後能力提升上，茶葉感官品評知識、茶園栽培、製茶技術、

茶藝與文化等構面，年資六年以上學員皆顯著高於年資兩年以下學員。由表六得知，不同經營面積的學員與其目前茶藝與文化構面之能力現況、茶葉感官品評知識、茶園栽培、製茶技術、茶藝與文化等構面之訓練後能力提升程度有顯著差異，又以栽培面積三甲以上學員顯著高於一甲以內學員。

(四) 訓練課程之重要程度分析

重要-表現程度分析法 (Importance-Performance Analysis, IPA) 探討學員參訓後五大構面能力提升程度及其在工作上的重要性，訓練後能力提升程度為 X 軸，工作重要性為 Y 軸，各構面及能力分析結果如圖一，並整理如表七所示。五大能力構面中，茶葉感官品評技術構面及茶葉感官品評知識構面落在象限 I 繼續保持區，顯示此構面能力對工作的重要性高，且茶農在接受訓練後能力提升亦高，培訓這些能力之課程符合學員需求建議續辦理此構面能力培訓課程。茶園栽培構面及製茶技術構面落在象限 II 加強改善重點區，顯示此構面能力對工作的重要性高，但茶農在接受訓練後能力提升不佳，建議加強辦理此構面能力培訓課程。茶藝與文化構面落在象限 III 優先順序較低區域，顯示此構面能力對工作的重要性及茶農在接受訓練後能力提升低，建議減少辦理此構面能力培訓課程之資源。而五大構面內個別能力題項之分析結果，在第 I 象限繼續保持區，分別為「審視茶葉形狀、色澤及夾雜物」、「審視茶湯顏色、澄清晰度及明亮度」、「嗅聞茶葉香氣種類高低強弱輕濁純雜或異味」、「嘗茶湯濃稠、淡薄或甘醇、苦澀、活性有無，刺激性與活性等」、「感官品評基本知識與技術」、「感官品評理論及操作」、「茶園水土保持」、「茶葉製造技術」、「茶葉保鮮與貯藏技術」、「部分發酵茶製造技術及品評」、「茶葉分類與茶類介紹及品評」等 11 項能力。第 II 象限為加強改善重點區，有「審視茶渣色澤、舒展度與勻整度，了解品種、栽培與製造過程是否缺失」、「透過評鑑茶樣品質，指出缺失與造成原因」、「針對評鑑茶樣缺點，指導品質改進方法」、「影響茶葉品質變化原理」、「茶葉中主要化學成分與品質之關係」、「茶樹土壤及肥培管理」、「茶樹的營養管理」、「茶樹病蟲害防治」、「茶樹安全用藥及檢測」、「全發酵茶製造技術及品評」等 10 項能力。落於第 III 象限優先順序較低區域，有「茶葉化學成分及其保健功效」、「茶樹品種選育及新品種」、「茶樹性狀及生理」、「新植茶園栽培管理」、「茶園灌溉設施及應用」、「不發酵茶製造技術及品評」、「製茶廠規劃設計」、「製茶工廠安全衛生管理」、「茶藝泡茶理論與原則」、「臺灣茶業起源與發展」、「茶席配置及泡茶要領」等 11 項能力。落在第 IV 象限供給過度區有「正確擺設茶葉評鑑器具及茶樣」、「準確取樣、秤茶、泡茶、倒茶」、「評茶員職業規範與個人素養」、「臺灣茶區分布與特色」等 4 項，顯示這些能力在工作重要性低，學員參訓後能力提升佳，開課單位可減少這些能力培訓課程的資源投入。

結論與建議

農民學院為我國農民培訓的重要管道，提供知識課程及實際操作研習，藉由不同階段（入門班、初階班、進階班、高階班及見習農場實習），提供各階段農業經營所須知識與技能之培訓。本次研究特別因為青年返鄉承接家業情形增加，如何透過訓練與輔導讓青年茶農順利承接家業，是目前的當務之急，針對農民學院—茶業初階班 6 梯次學員之研究顯示，基本資料不同之學員間，在目前能力、參訓後能力提升程度方面進行分析，結果發現在辦理各類茶業訓練班時，經營面積與務農年資不同的茶農，在能力提升的程度上有所不同，所以針對不同程度的訓練班別，更應審慎審查茶農基本資料與務農需求，酌予加強輔導，以利學員順利習得所需知識與技能。同時依據重要-表現程度分析法 (IPA) 進行課程分析，在研究結果上發現，茶葉感官品評技術構面及茶葉感官品評知識構面之培訓課程符合學員需求，建議續辦理此構面能力培訓課程；茶園栽培構面及製茶技術構面上，受訓茶農認為此構面能力對工作的重要性高，但接受訓練後能力提升不佳，建議加強辦理此構

面能力培訓課程。茶藝與文化構面對茶農工作的重要性及茶農在接受訓練後能力提升低，建議減少辦理此構面能力培訓課程之資源。故在農民學院初階班之茶葉品評能力訓練課程上應該重新討論及規劃課程，特別是加強重點課程並減少不必要資源投入，以符合茶農實際務農所需。

誌 謝

本計畫經費係農業委員會科技計畫補助，感謝本課林金池課長、賴正南博士、林義豪及郭婷玫在農民教育輔導及研究方向之建議與支持，感謝吳秀惠、葉采旻及詹慧玲協助問卷調查與資料整理，本研究得以順利進行及產出報告。

參考文獻

1. 林麗惠 (1997)。成人參與在職進修訓練的自評成效及其相關因素之研究-以職業訓練局所屬職業訓練中心學員為主。國立中正大學成人及繼續教育研究所碩士論文。
2. 倪葆真 (2012)。農民學院規劃與推動。農業推廣文彙，57，345-350。
3. 戴幼農 (1994)。訓練評核的原則與方法。就業與訓練，12(4)，16-22。
4. Kirkpatrick, D. L. 1975. Evaluating Training Programs. Madison, Wisconsin: American Society for Training and Development.

表一、受訪者基本資料

Table 1 The attributes of respondents

類別	平均	分類	百分比
性別		男	78.5
		女	21.5
原住民		是	1.3
		否	98.7
年齡	33.9 歲	20-30 歲	41.8
		31-45 歲	48.1
		45 歲以上	8.9
教育程度		國中	5.1
		高中(職)	17.7
		大專	72.2
		研究所以上	5.1
農校		是	8.9
		否	91.1
年資	7.1 年	2 年內	24.4
		3-5 年	32.0
		6-10 年	24.4
		11 年以上	19.2
工作類別 (複選)		茶農	73 次
		製茶師	35 次
		茶商	18 次
		茶藝	5 次
		推廣	14 次
		消費	4 次
		代工	11 次
經營面積	2.6 甲	1 甲以下	36.7
		1.1-3 甲	43.0
		3.1 甲以上	20.3
經營方式		獨資經營	1.3
		家族經營	32.9

續表一 (Table 1 continued)

		合資經營	53.2
		受雇人員	6.3
		其它	1.3
雇工人數-長期	4.1 人	0 人	15.2
		1-2 人	20.2
		3-5 人	51.9
		6 人以上	12.7
雇工人數-短期	11.4 人	0 人	40.5
		1-5 人	20.3
		6-10 人	10.1
		11-20 人	7.6
		20 人以上	21.5
通過認 (驗) 證		無標章	48.1
		產銷履歷	32.9
		有機驗證	10.1
		ISO	1.3
		HACCP	0.0
		產地	3.8

N=79

表二、學員參與茶業初階班之各項能力平均分數一覽表

Table 2 Analysis results of all kinds of ability enhanced after training

類別	構面	平均數
目前能力自我評定 ^{備註一}	茶葉感官品評技術構面	3.42
	茶葉感官品評知識構面	3.22
	茶園栽培構面	3.15
	製茶技術構面	3.14
	茶藝與文化構面	3.23
訓練後能力提升程度 ^{備註二}	茶葉感官品評技術構面	3.83
	茶葉感官品評知識構面	3.75
	茶園栽培構面	3.69
	製茶技術構面	3.71
	茶藝與文化構面	3.71
工作重要性 ^{備註三}	茶葉感官品評技術構面	4.36
	茶葉感官品評知識構面	4.28
	茶園栽培構面	4.30
	製茶技術構面	4.27
	茶藝與文化構面	4.02
工作需求性 ^{備註四}	茶葉感官品評技術構面	4.27
	茶葉感官品評知識構面	4.24
	茶園栽培構面	4.23
	製茶技術構面	4.24
	茶藝與文化構面	4.02
學習難易程度 ^{備註五}	茶葉感官品評技術構面	3.29
	茶葉感官品評知識構面	3.32
	茶園栽培構面	3.35
	製茶技術構面	3.41
	茶藝與文化構面	3.02

備註一：1~5 分，分數愈高目前自我評定能力愈高。

備註二：1~5 分，分數愈高訓練後能力提升程度愈高。

備註三：1~5 分，分數愈高工作重要性愈高。

備註四：1~5 分，分數愈高工作需求程度愈高。

備註五：1~5 分，分數愈高學習難度愈高。

表三、不同學歷學員在各構面能力認知關聯性分析結果 (T 檢定)

Table 3 Relevance analysis result in all kinds of ability enhanced after training for trainee with different education (T-test)

類別	構面	學歷 ^{備註六}	平均數	t	顯著性 ^{備註七}
目前能力 自我評定	茶葉感官品評技術構面	高中以下	3.48	0.415	0.679
		大學以上	3.40		
	茶葉感官品評知識構面	高中以下	3.17	0.316	0.753
		大學以上	3.23		
	茶園栽培構面	高中以下	3.29	0.754	0.453
		大學以上	3.11		
	製茶技術構面	高中以下	3.25	0.710	0.480
		大學以上	3.11		
	茶藝與文化構面	高中以下	3.21	0.105	0.917
		大學以上	3.23		
訓練後能力 提升程度	茶葉感官品評技術構面	高中以下	3.90	0.485	0.629
		大學以上	3.8		
	茶葉感官品評知識構面	高中以下	3.73	0.169	0.866
		大學以上	3.76		
	茶園栽培構面	高中以下	3.80	0.819	0.415
		大學以上	3.65		
	製茶技術構面	高中以下	3.77	0.420	0.676
		大學以上	3.70		
	茶藝與文化構面	高中以下	3.79	0.534	0.595
		大學以上	3.69		
學習 難易程度	茶葉感官品評技術構面	高中以下	3.16	0.865	0.390
		大學以上	3.33		
	茶葉感官品評知識構面	高中以下	3.42	0.555	0.581
		大學以上	3.29		
	茶園栽培構面	高中以下	3.40	0.311	0.757
		大學以上	3.34		
	製茶技術構面	高中以下	3.36	0.254	0.800
		大學以上	3.42		
	茶藝與文化構面	高中以下	3.08	0.379	0.705
		大學以上	3.00		

備註六：學歷調查分成國小、國中、高中 (職)、大專及研究所以上，由於國小、國中及研究所以上人數略低，因此進行變項合併以進行 T 檢定。

備註七：當數值 < 0.05，顯示不同學歷與個別能力間達顯著性關係。

表四、通過認(驗)證有無學員在各構面能力認知關聯性分析結果(T檢定)

Table 4 Relevance analysis result in all kinds of ability enhanced after training for trainee which passed verification of agricultural products and have no any verification (T-test)

類別	構面	通過認(驗)證		t 值	顯著性 ^{備註八}
		有	無		
目前能力 自我評定	茶葉感官品評技術構面	有	3.56	1.600	0.114
		無	3.31		
	茶葉感官品評知識構面	有	3.24	0.302	0.764
		無	3.19		
	茶園栽培構面	有	3.24	0.740	0.461
		無	3.09		
	製茶技術構面	有	3.20	0.565	0.574
		無	3.10		
	茶藝與文化構面	有	3.21	0.169	0.866
		無	3.24		
訓練後能力 提升程度	茶葉感官品評技術構面	有	3.89	0.687	0.494
		無	3.79		
	茶葉感官品評知識構面	有	3.67	1.092	0.278
		無	3.82		
	茶園栽培構面	有	3.61	0.850	0.398
		無	3.75		
	製茶技術構面	有	3.64	0.980	0.330
		無	3.78		
	茶藝與文化構面	有	3.61	1.208	0.231
		無	3.80		
學習難易 程度	茶葉感官品評技術構面	有	3.16	1.353	0.180
		無	3.39		
	茶葉感官品評知識構面	有	3.20	1.102	0.274
		無	3.41		
	茶園栽培構面	有	3.19	1.741	0.086
		無	3.48		
	製茶技術構面	有	3.24	1.683	0.096
		無	3.54		
	茶藝與文化構面	有	2.87	1.419	0.160
		無	3.13		

備註八：當數值 < 0.05，顯示農產品通過認(驗)證有無與個別能力間達顯著性關係。

表五、不同務農年資與各構面能力認知單因子變異分析表 (ANOVA)

Table 5 Relevance analysis result in all kinds of ability enhanced after training for trainee which possess different farming seniority (ANOVA)

類別	構面	分類	個數	平均	ANOVA		事後比較檢定 ^{備註十}
					F	顯著性 ^{備註九}	
目前 能力 自我 評定	茶葉感官品評 技術構面	2 年以下	19	3.14	2.834	0.065	
		3-5 年	25	3.36			
		6 年以上	34	3.60			
		總和	78	3.42			
	茶葉感官品評 知識構面	2 年以下	19	2.93	2.329	0.104	
		3-5 年	25	3.21			
		6 年以上	34	3.37			
		總和	78	3.21			
	茶園栽培構面	2 年以下	19	2.74	3.522	0.035*	6 年以上 > 2 年以下
		3-5 年	25	3.14			
		6 年以上	34	3.39			
		總和	78	3.15			
製茶技術構面	2 年以下	19	2.84	2.538	0.086		
	3-5 年	25	3.11				
	6 年以上	34	3.33				
	總和	78	3.14				
茶藝與文化 構面	2 年以下	19	2.99	2.790	0.068		
	3-5 年	25	3.10				
	6 年以上	34	3.45				
	總和	78	3.22				
訓練 後能 力提 升程 度	茶葉感官品評 技術構面	2 年以下	19	3.67	1.131	0.328	
		3-5 年	25	3.79			
		6 年以上	34	3.94			
		總和	78	3.83			
	茶葉感官品評 知識構面	2 年以下	19	3.50	3.611	0.032*	6 年以上 > 2 年以下
		3-5 年	25	3.67			
		6 年以上	34	3.95			
		總和	78	3.75			
	茶園栽培構面	2 年以下	19	3.35	3.998	0.022*	6 年以上 > 2 年以下
		3-5 年	25	3.66			
		6 年以上	34	3.89			
		總和	78	3.68			

續表五 (Table 5 continued)

學習 難易 程度	製茶技術構面	2 年以下	19	3.50	3.625	0.031*	6 年以上 > 2 年以下
		3-5 年	25	3.58			
		6 年以上	34	3.92			
		總和	78	3.71			
	茶藝與文化 構面	2 年以下	19	3.49	4.212	0.018*	6 年以上 > 3-5 年 6 年以上 > 2 年以下
		3-5 年	25	3.54			
		6 年以上	34	3.95			
		總和	78	3.71			
	茶葉感官 品評技術 構面	2 年以下	19	3.54	3.696	0.029*	6 年以上 > 2 年以下
		3-5 年	25	3.43			
		6 年以上	34	3.03			
		總和	78	3.28			
	茶葉感官 品評知識 構面	2 年以下	19	3.57	2.772	0.069	
		3-5 年	25	3.43			
		6 年以上	34	3.07			
		總和	78	3.31			
	茶園栽培構面	2 年以下	19	3.53	1.424	0.247	
		3-5 年	25	3.40			
		6 年以上	34	3.19			
		總和	78	3.34			
製茶技術構面	2 年以下	19	3.58	2.743	0.071		
	3-5 年	25	3.58				
	6 年以上	34	3.16				
	總和	78	3.39				
茶藝與文化 構面	2 年以下	19	3.22	1.446	0.242		
	3-5 年	25	3.05				
	6 年以上	34	2.85				
	總和	78	3.00				

備註九：當數值 < 0.05 ，顯示不同務農年資茶農在各構面能力間達顯著性關係。

備註十：事後比較檢定 (post hoc tests) 以 LSD 法檢視不同務農年資與各構面能力間達顯著性關係之項目，確認是那些變項間達顯著性關係。

表六、不同經營面積與各構面能力認知單因子變異分析表(ANOVA)

Table 6 Relevance analysis result in all kinds of ability enhanced after training for trainee which different size of farm (ANOVA)

類別	構面	分類	描述性統計量		ANOVA		事後比較檢定
			個數	平均	F	顯著性	
目前 能力 自我 評定	茶葉感官品評 技術構面	1 甲內	29	3.28	1.608	0.207	
		1-3 甲	33	3.42			
		3 甲以上	17	3.66			
		總和	79	3.42			
	茶葉感官品評 知識構面	1 甲內	29	2.99	2.338	0.103	
		1-3 甲	33	3.33			
		3 甲以上	17	3.38			
		總和	79	3.22			
	茶園栽培 構面	1 甲內	29	2.86	2.671	0.076	
		1-3 甲	33	3.35			
		3 甲以上	17	3.27			
		總和	79	3.15			
製茶技術 構面	1 甲內	29	2.96	1.569	0.215		
	1-3 甲	33	3.30				
	3 甲以上	17	3.13				
	總和	79	3.14				
茶藝與文化 構面	1 甲內	29	2.98	3.227	0.045*	3 甲以上 > 1 甲內	
	1-3 甲	33	3.28				
	3 甲以上	17	3.54				
	總和	79	3.23				
訓練 後能 力提 升程 度	茶葉感官品評 技術構面	1 甲內	29	3.66	2.060	0.134	
		1-3 甲	33	3.88			
		3 甲以上	17	4.03			
		總和	79	3.83			
	茶葉感官品評 知識構面	1 甲內	29	3.49	4.487	0.014*	3 甲以上 > 1 甲內
		1-3 甲	33	3.88			
		3 甲以上	17	3.96			
		總和	79	3.75			
	茶園栽培 構面	1 甲內	29	3.39	4.663	0.012*	3 甲以上 > 1 甲內
		1-3 甲	33	3.88			
		3 甲以上	17	3.82			
		總和	79	3.69			
製茶技術構面	1 甲內	29	3.48	3.478	0.036*	3 甲以上 > 1 甲內	
	1-3 甲	33	3.84				

續表六 (Table 6 continued)

		3 甲以上	17	3.87			
		總和	79	3.71			
		1 甲內	29	3.50			
茶藝與文化 構面		1-3 甲	33	3.75	3.413	0.038*	3 甲以上 > 1 甲內
		3 甲以上	17	4.01			
		總和	79	3.71			
		1 甲內	29	3.33			
茶葉感官品評 技術構面		1-3 甲	33	3.36	0.773	0.465	
		3 甲以上	17	3.09			
		總和	79	3.29			
		1 甲內	29	3.39			
茶葉感官品評 知識構面		1-3 甲	33	3.38	0.914	0.405	
		3 甲以上	17	3.08			
		總和	79	3.32			
		1 甲內	29	3.40			
學習 難易 程度	茶園栽培構面	1-3 甲	33	3.38	0.331	0.719	
		3 甲以上	17	3.22			
		總和	79	3.35			
		1 甲內	29	3.38			
製茶技術構面		1-3 甲	33	3.51	0.569	0.568	
		3 甲以上	17	3.26			
		總和	79	3.41			
		1 甲內	29	3.06			
茶藝與文化 構面		1-3 甲	33	3.07	0.629	0.536	
		3 甲以上	17	2.82			
		總和	79	3.02			
		1 甲內	29	3.06			

表七、茶業知識與能力提升認知與工作重要性之重要-表現程度分析 (Importance-Performance Analysis, IPA) 分布

Table 7 Distribution of IPA in improving tea knowledge and skill after training and importance of work

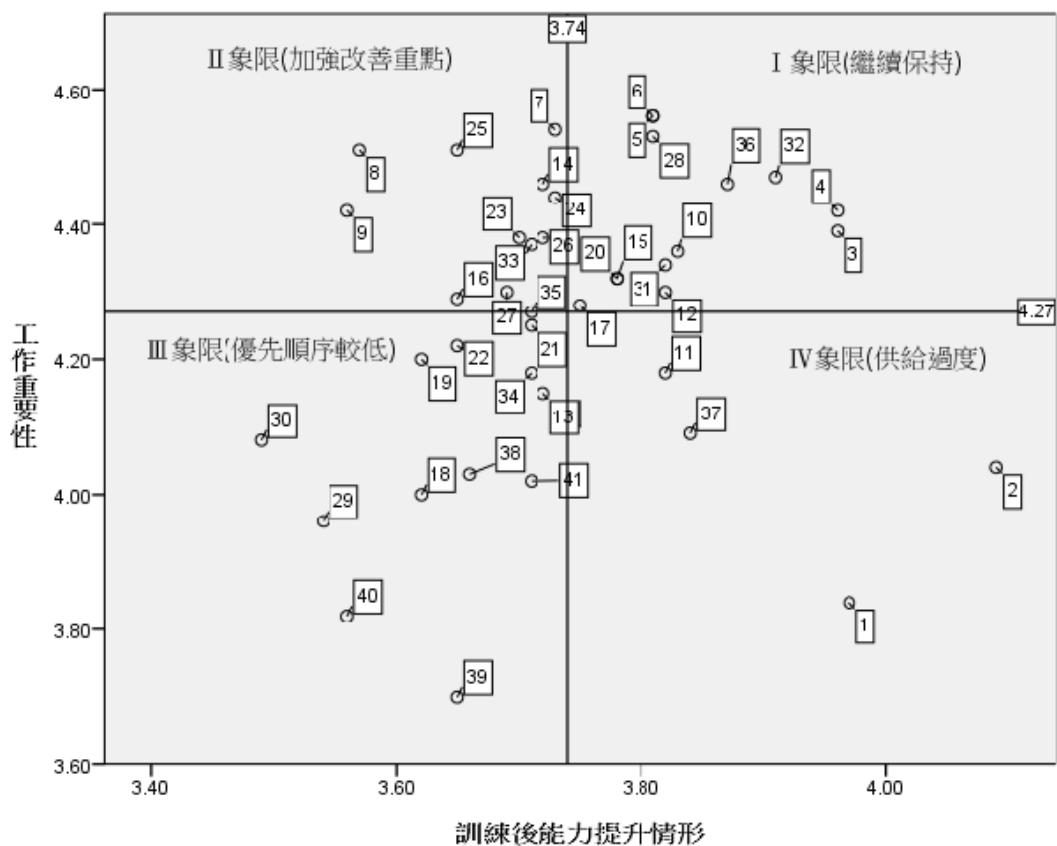
各構面及能力題項	座落象限	
1. 正確擺設茶葉評鑑器具及茶樣	IV	
2. 準確取樣、秤茶、泡茶、倒茶	IV	
3. 審視茶葉形狀、色澤及夾雜物	I	
4. 審視茶湯顏色、澄清度及明亮度	I	
茶葉感官 品評技術 構面	5. 嗅聞茶葉香氣種類高低強弱輕濁純雜或異味	I
6. 嘗茶湯濃稠、淡薄或甘醇、苦澀、活性有無，刺激性與活性等	I	
7. 審視茶渣色澤、舒展度與勻整度，了解品種、栽培與製造過程是否缺失	II	
8. 透過評鑑茶樣品質，指出缺失與造成原因	II	
9. 針對評鑑茶樣缺點，指導品質改進方法	II	
10. 茶葉感官品評技術構面平均	I	
11. 評茶員職業規範與個人素養	IV	
12. 感官品評基本知識與技術	I	
茶葉感官 品評知識 構面	13. 茶葉化學成分及其保健功效	III
14. 影響茶葉品質變化原理	II	
15. 感官品評理論及操作	I	
16. 茶葉中主要化學成分與品質之關係	II	
17. 茶葉感官品評知識構面平均	I	
18. 茶樹品種選育及新品種	III	
19. 茶樹性狀及生理	III	
20. 茶園水土保持	I	
茶園栽培 構面	21. 新植茶園栽培管理	III
22. 茶園灌溉設施及應用	III	
23. 茶樹土壤及肥培管理	II	
24. 茶樹的營養管理	II	
25. 茶樹病蟲害防治	II	
26. 茶樹安全用藥及檢測	II	
27. 茶園栽培構面平均	II	
28. 茶葉製造技術	I	
29. 不發酵茶製造技術及品評	III	
製茶技術 構面	30. 製茶廠規劃設計	III
31. 茶葉保鮮與貯藏技術	I	
32. 部分發酵茶製造技術及品評	I	

續表七 (Table 7 continued)

	33. 全發酵茶製造技術及品評	II
	34. 製茶工廠安全衛生管理	III
	35. 製茶技術構面平均	II
	36. 茶葉分類與茶類介紹及品評	I
	37. 臺灣茶區分布與特色	IV
茶藝與文化	38. 茶藝泡茶理論與原則	III
構面	39. 臺灣茶業起源與發展	III
	40. 茶席配置及泡茶要領	III
	41. 茶藝與文化構面平均	III

說明：

- (一) 座落在象限 I 為繼續保持區，顯示此構面或能力對工作的重要性高，且茶農在接受訓練後能力提升亦高，培訓這些能力之課程符合學員需求，建議續辦理此構面能力培訓課程。
- (二) 座落在象限 II 為加強改善重點區，顯示此構面或能力對工作的重要性高，但茶農在接受訓練後能力提升不佳，建議加強辦理此構面能力培訓課程。
- (三) 座落在象限 III 為優先順序較低區域，顯示此構面或能力對工作的重要性及茶農在接受訓練後能力提升低，建議減少辦理此構面能力培訓課程。
- (四) 座落在 IV 象限為供給過度區，顯示此構面或能力在工作重要性低，學員參訓後能力提升佳，開課單位可減少這些能力培訓課程的資源投入。



圖一、茶業知識與能力提升認知與工作重要性之重要度績效分析 (Importance-Performance Analysis, IPA) 分布圖

Fig. 1. Quadrant distribution of IPA in improving tea knowledge and skill after training and importance of work.

Research on the Follow-up Evaluation of Training Effectiveness (Skill of Tea Sensory Evaluation) for Taiwan Tea Farmers - the Example of Primary Training Courses of Tea Industry

Wei-Cheng Pan¹ Yi-Hao Lin¹ Cheng-Nan Lai² Jin-Chin Lin³
Ting-Mei Kuo^{1,*}

Summary

The main issues of tea industry development at present are economic downturn, import competition and climate change which impact on tea production. The purpose of this study is to investigate the current knowledge, technical ability, working requirement of tea industry operated by tea farmers and the results could be reference resources for future counseling. Follow-up survey can comprehend both problems and assistance trainee required during tea management after completed the training courses. The results show that the farming backgrounds (ex., Farming area and seniority) possess significant relationship for ability enhanced after training. According the results show that the relevance in working importance and level of ability enhanced after training through importance-performance analysis (IPA), they could provide references for reviewing and planning of future training courses, and provide key reference points for tea farmers' guidance.

Key words: Tea farmer, Competence of tea tasting, Evaluation of training effectiveness

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

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

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

*Corresponding author.

臺灣茶業研究彙報 第 35 期

發行人：陳國任

編輯：賴正南

編輯委員：邱垂豐、黃正宗、林金池、楊美珠、
蔡憲宗、巫嘉昌

審查委員：方珍玲、申 雍、巫嘉昌、邱垂豐、林金池
施清田、胡智益、侯金日、陳 玄、陳英玲、
陳右人、黃騰鋒、蔡右任、鄭混元、賴正南、
鍾文鑫、蕭建興 (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：華元廣告設計社 電話：03-4595933

出版年月：中華民國 105 年 11 月

工本費：NT\$ 240 元

ISSN: 0254-6590

GPN : 2007100029 膠裝