

紅茶新品種-臺茶 21 號

邱垂豐^{1*} 林金池¹ 黃正宗² 林儒宏² 蕭建興²

摘要

臺茶 21 號(品系代號：FKK-22)為 FKK-1 (母本為 Kyang，父本為 Kimen) 天然雜交後代所收集編號第 22 顆種子，經播種發芽後，歷經 40 餘年試驗研究所培育出適製高香優良紅茶品種。本品種於 2008 年 10 月 17 日經審查通過，正式命名為「臺茶 21 號」。

茶業改良場紅茶品種選育目標，希望能透過育種程序，選出具有阿薩姆種特性與祁門種高香，且能兼具抗風性強之雜交新品種，做為台灣紅茶推廣種植之用。因此，茶業改良場魚池分場從 1946 年開始，持續進行長時間且多樣的紅茶育種工作，至今魚池分場已選育出為數眾多之優良紅茶新品系，其中 FKK-22 即為優良品系之一。

臺茶 21 號樹型屬小喬木，樹姿直立，生長勢強，葉為長橢圓型，葉片大小為中葉、葉色濃綠，葉尖向下彎曲，葉基形狀呈狹長型，葉緣微波狀，葉面狀態呈波浪狀，葉內折度小，葉鋸齒型狀銳利，具有蠟質，葉柄短；茶芽萌芽早，節間短，茶芽密度少，茸毛短而密，易開花結果，具有抗風和抗旱等特性。

臺茶 21 號製茶品質佳，具阿薩姆與祁門親本之優點，茶湯水色金紅明亮，滋味甘甜鮮爽，茶葉香氣表現極為突出，帶有濃郁花果香，其香氣類似柑桔植物開花時所散發之花香，歷經中外茶業界人士審評讚譽有加，一致推崇具有高香特點之紅茶新品種，極具推廣價值。

關鍵字：茶樹、雜交育種、紅茶、臺茶 21 號

前言

1926 年 12 月日本三井物產株式會社自印度引進茶樹 Jaipuri、Manipuri、Kyang 等三品種之種子，及蒐集近魚池鄉司馬鞍山之野生山茶種子，播種於中央研究所蓮華池試驗支所，為臺灣紅茶最早茶樹種植歷史之發跡地，並在 1928 至 1930 年於同地建立母樹園，為種原採種之用。1935 年於母樹園採集種子並播種在魚池分場保留地，1936 年中央研究所魚池紅茶試驗支所成立後（現為魚池分場），陸續自國外引進如 Shan（1938 年東邦紅茶公司郭少三先生引進）、Burma（1939 年日東農林株式會社引進種子，三義工廠護育成苗於 1940 年寄贈），祁門種（1936 年臺灣帝大山本亮教授自安徽祁門引進種子，於 1938 年贈送魚池分場）、湖南（1940 年新竹州農會藁科先生引進種子，於 1941 年贈送魚池分場）、大吉嶺（1941 年讚井先生自臺北州茶業指導所攜回魚池分場種植）等種植在魚池分場各區茶園，供作育種材料。

1. 行政院農業委員會茶業改良場研究員兼茶作課長、研究員兼秘書。台灣 桃園縣。

2. 行政院農業委員會茶業改良場魚池分場副研究員兼製茶課長、助理研究員、副研究員兼茶作課長。台灣 南投縣。

*：通訊作者

臺灣光復之後，茶業改良場魚池分場從 1946 年陸續進行茶樹雜交育種工作，爲了達到將優良的品種系命名推廣目標，魚池分場再進行一系列遺傳及農藝性狀之試驗調查，持續進行長時間且多樣雜交組合的紅茶育種工作，至今魚池分場已選育出爲數眾多之優良紅茶新品種(系)，如臺茶 7 號、8 號及 18 號(紅玉)(邱，2004)。當時臺灣阿薩姆種紅茶之品質雖佳，但香氣仍較中國大陸名種祁門紅茶差，且不具抗風性。FKK 一號之母本爲 Kyang，父本爲祁門(Kimen)。Kyang 品種原產於印度阿薩姆(Assam)地區，屬大葉種，產量高，茶菁年產量每公頃高達 3,000~4,000 公斤，生長勢強，但懼強風，製造紅茶品質，除香氣較弱外，其他品質特性表現極佳；祁門品種則屬小葉種，具有高香且兼具抗風性強特性。因此，1946 年選取兩品種做爲雜交親本進行雜交育種，1953 年由 FKK 優良雜交後代 F1 之四個品系中，經趙連芳博士等人蒞臨魚池茶業試驗分所，參加 8 月茶業評議會時，評選出產量與品質優異，兼具抗風和抗旱特性且製茶品質佳，具阿薩姆種與祁門種親本優點之 FKK-1 品系。FKK-1 品系也歷經中外茶業界人士評審讚譽，一致認爲 FKK-1 具有高香特點之紅茶新品系。因此，茶業改良場魚池分場選育一種兼具阿薩姆特性與祁門高香，並兼具抗風性強之雜交紅茶新品種爲育種目標，期能作爲臺灣北部及中南部紅茶推廣種植之用(李，1958；何等，1977、1980、1981、1982、1983、1984、1985；朱等，1983、1984；邱，2004；邱等，2008)。

育成經過及方法

一、親本來源及特性

(一) 親本來源

1925 年三井株式會社由印度阿薩姆省引入 Kyang，種植在蓮華池試驗地，1935 年採收之種子播種魚池分場，1936 年移植至魚池分場作爲種原採種之用，1937 年再移植做爲種原採種之用。

祁門種係 1936 年臺北帝大教授 山本 亮 先生由安徽省祁門所引進之種子，於 1938 年贈送魚池分場，播種定植於魚池分場，1941 年同地再定植 300 株，爲魚池分場祁門種之來源。

1953 年經雜交後選育出 FKK-1 品系，並於同年經趙連芳博士命名爲 FKK 一號，作爲育種材料及大量栽植之品種。經十數年栽培後，於 1967 年發現 FKK 一號第 22 株天然雜交個體，其製茶品質之香氣具有更優異之表現，故以 FKK-22 代號稱之，隨即進行繁殖與生育調查，並將其選作爲育種優良品系，與臺茶 18 號(B-40-58)同時進行區域試驗。

(二) 親本特性

1. 母本特性：

Kyang 品種原產於印度阿薩姆地區，屬大葉種，產量高，茶菁年產量每公頃高達 3,000~4,000 公斤，生長勢強，但懼強風，製造紅茶品質，除香氣較弱外，其他品質特性表現極佳。

2. 父本特性：

祁門(Kimen)則屬小葉種，萌芽後嫩葉易硬化，製造紅茶品質香味醇和雋永，

具有高香且兼具抗風、抗旱性強之特性，缺點為茶樹生長發育情形與水色滋味表現較差。

3.FKK 一號特性：

FKK 一號產量與品質表現優異，兼具抗風和抗旱特性，製茶品質佳，具阿薩姆種與祁門種親本之優點，為具有高香特點之紅茶品系。

二、育成經過

(一) 人工雜交及後裔培育

本場魚池分場利用人工雜交之親本和其他作物或小葉種茶樹不同之處，係未能採用營養系繁殖後之多株純一系統優良品種為材料進行雜交工作，而僅利用引進之紅茶茶樹品種，以種籽繁殖，種植成園之異型結合單株中篩選優良者，進行人工雜交工作，且不可能在同一組合內獲得更多花源進行雜交，故得到之後裔（F₁）不如採用營養系繁殖後之多株純一系統之優良品種後裔者多。

1. 人工雜交親本之選定。

(1) 母本：114 個異型結合單株。

(2) 父本：155 個異型結合單株。

2. 雜交花數及其後裔（F₁）之培育。

雜交工作自 1946 至 1959 年分批進行，合計雜交花朵數為 33,368 朵（503 組合數），朔果數共得 1,845 個（226 組合），結實率平均為 5.52%，去掉果皮所得種籽總共 3,565 粒（225 組合），經播種繁殖結果，所得成苗數為 1,777 株（178 組合），育苗率達 49.9%，經過移植後成木數 1,466 株（171 組合），成活率達 82.5%，在 1941 至 1966 年初次成木汰劣篩選後剩餘優良成木共得 673 株（82 組合），留待正式個體選拔工作。其中本品系於 1946 年進行雜交，共 26 朵，結實 4 粒，僅 1 粒發育成植株；1947 年再進行雜交，其組合數為 7 組 26 系，於 1951 至 1953 年進行繁殖及選拔，僅選拔出 4 組，其中為 FKK-1，並命名為 FKK 一號（圖一）。

(二) 雜交後裔個體試驗設計及選育經過

雜交後裔區 1,466 株，全區種植行距為 1.5 公尺，株距為 0.6 公尺，並在 1950 至 1966 年初次汰劣篩選後所剩餘較為優良之 673 株雜交後裔（F₁）個體，正式在 1967 至 1971 年分批分年進行個體選育工作，其間主要工作為選育樹勢強壯抗性強且容易管理之紅茶茶樹品系，詳實紀錄每一個體之茶菁生育情形、收量及製茶品質之評審。其中在 1967 年調查發現天然雜交個體 FKK-22 優異特點，為本次申請命名品種之開端。1971 年進行的選育工作，由雜交後裔中選出優良 17 個體留養枝條，進行扦插比較試驗，成苗後再選擇苗木成活率高，發育良好的 15 品系進行高級試驗及 1971 年度選育新品系高級試驗。

(三) 1971 年度選育紅茶新品系高級試驗規劃及選育經過

1971 年自 673 個雜交後裔個體中選得之優良品系 15 品系，於 1973 年在魚池分場進行高級試驗，採逢機完全區集設計，以臺茶 7 號做為對照品種，計供試 16 品系（種），三重複，三行區，每行 10 株，行距 1.5 公尺，株距 0.6 公尺，小區面積 27 平方公尺，

重複間設保護行。試驗結果在 1979 年選出性狀優良、品質俱優者 9 品系進入區域試驗及 1979 年度選育新品系區域試驗。

(四) 1979 年度選育紅茶新品系區域試驗規劃及選育經過

1979 年分別在魚池分場、台東縣鹿野茶區茶農李逢勝先生茶園及花蓮瑞穗土地銀行鶴岡茶場等三個地區進行區域試驗。採逢機完全區集設計，以臺茶 7、8 號做對照品種，計供試 12 品系(種)，四重複，三行區，每行 10 株，行距 1.5 公尺，株距 0.6 公尺，小區面積 27 平方公尺，重複間設保護行。1987 年選出農藝性狀優良，抗病蟲害強，製茶品質佳之品系，擬申請登記命名。

試驗調查結果

一、植株特性：

(一) 茶芽特性

FKK-22 芽葉為長橢圓型，葉色濃綠，其茶芽節間長及葉面積也較對照品種小(表一)。FKK-22 茶芽容易纖維化，也導致 FKK-22 適採時期相對的會較對照品種短。

(二) 茶樹特性

FKK-22 樹型屬小喬木，樹姿直立，生長勢強，葉為長橢圓型，葉色濃綠，葉尖中，葉尖習性為向下彎曲，葉基形狀呈狹長型，葉緣微波狀，葉面狀態呈波浪狀。成葉性狀調查(表二)，FKK-22 成葉之葉面積為 $36.67 \pm 6.05 \text{ cm}^2$ ，較臺茶 8 號 ($66.70 \pm 5.70 \text{ cm}^2$) 小，葉內折度小，葉鋸齒型狀為銳，具有蠟質，葉柄短，易開花結果。

茶樹種植成活率調查顯示，本場魚池分場 FKK-22 可達 97.5%，高於臺茶 8 號；鹿野及瑞穗茶區 FKK-22 存活率均低於對照品種，但存活率亦維持在 8 成左右(表三)。FKK-22 與臺茶 8 號在茶樹之樹高、樹冠及樹幹圍生長量調查結果，品種間有顯著差異存在(表四)。FKK-22 茶菁收量在成木 5 至 7 年生(1983 至 1985 年)平均茶菁收量於魚池分場共計有 4,032 kg/ha、鹿野茶區 2,757 kg/ha、瑞穗茶區 6,945 kg/ha(表五)。相對 FKK-22 病蟲危害方面較對照品種輕微，僅紫銹蟎危害較對照品種嚴重(表六)。

二、製茶品質

(一) 紅茶製造方法

1. 春茶及夏茶：春茶及夏茶的萎凋率約在 40% 左右，揉捻時間以 150 分鐘，發酵時間 60、90 及 120 分鐘為佳(表七、表八)。
2. 秋茶：秋茶的萎凋率約在 50~55%，秋茶揉捻時間為 150 分鐘，發酵時間 120 分鐘，乾燥 90~100°C(表九)。

(二) 紅茶特性

製茶品質評審方法，係依據官能評審評定茶葉「外觀」、「水色」、「香氣」、「滋味」及「葉底」等優劣。

泡茶方法為 150 毫升鑑定杯組內，放置 3 公克茶葉後，沖入沸水浸泡 5 分鐘，隨即將茶湯倒入評審杯內，並先評審未經沖泡茶樣外觀「形狀」及「色澤」之優劣，再評審茶湯「水色」、「香味」。評審評分標準為：形狀及色澤各占 10 分、水色占 20 分、

香氣及滋味各占 25 分、葉底占 10 分，合計為 100 分。

官能評審結果顯示，FKK-22 在魚池分場、鹿野及瑞穗茶區等三個不同地區官能品質均優於臺茶 8 號(表十)。FKK-22 與對照品種臺茶 8 號每年茶葉製造次數約為 4 至 5 次，藉由歷年各品系製茶品質累積分數比較，其積分計算公式分別如下：

$$\text{積分} = \frac{(10 \times n_1) + (9 \times n_2) + (8 \times n_3) + \cdots + (1 \times n_n)}{N}$$

品質等位積分=(第 1 位：10 分)+(第 2 位：9 分)+...(第 10 位：1 分)

n_1 ：製茶品質最優合計年數(第 1 位)； n_2 ：製茶品質次優合計年數(第 2 位)； n_3 、 n_4 ... 以下類推。

N ：製茶品質評審總年數。

經由積分比較 10 為最高，1 分最低，因此歷經 11 年（1979 至 1990）產製與評審統計結果顯示，FKK-22 品質無論外觀之色澤、茶湯水色、香氣及滋味方面較臺茶 8 號評價高（表十一），其中又以香氣表現最佳，積分高達 9.1 分，顯示歷年香氣評價均名列前茅。

(三)茶葉主要化學成分含量分析

1.試驗方法

- (1).全氮分析：利用 Kjeldahl 法定量。
- (2).兒茶素(多元酚類)測定：利用酒石酸鐵法分析。
- (3).咖啡因測定：取咖啡因標準液(0.1mg/ml)5ml，以去離子水定量至 25ml，再加入 0.8g PVPP(Polyvinyl polypyrrolidone)經常攪拌混合 35 分鐘，以 Whatman No. 41 濾紙過濾，定量至 100ml，濾液於寬 10mm 石英測光管中以光譜測定儀測定，測定波長 220~440nm 之吸收值，以相同方法測定茶湯稀釋液之吸收值。

2.試驗結果

FKK-22 與臺茶 8 號經分析後，FKK-22 之多元酚類含量 19.86 %為最高；另在兒茶素含量方面，FKK-22 為 19.58%高於臺茶 8 號 17.83 %；由試驗結果顯示，FKK-22 具有相當高的兒茶素與多元酚類，故其滋味較醇厚（表十二）。

此外，FKK-22 高香氣的品系特質是臺茶 8 號所無法產出的，此為 FKK-22 的品種特性。試驗也顯示 FKK-22 必須經過較長的揉捻時間才能產出好的紅茶品質。總之，FKK-22 製造紅茶品質具有香味醇和雋永，水色豔紅明亮，香氣帶有類似柑桔植物開花氣味的特殊風韻，適製高香型的優質紅茶。

三、綜合評價

(一)FKK-22 與臺茶 8 號農藝性狀及茶葉品質之比較

1.農藝性狀差異性：

FKK-22 農藝性狀調查結果顯示，其葉片屬於直立狀、葉片大小與形狀為中葉、長矛形，葉脈與鋸齒明顯；節間短；茶芽密度少，茸毛短而密，葉色濃綠。另外，本品系茶芽易纖維化為栽培管理上需注意的重點，茶芽伸長至一心四葉便會形成對口葉（俗稱

開面)，若不及時採摘，茶芽極易纖維化，導致茶菁產量降低。

對照品種臺茶 8 號其生長勢極強，產量高，是由印度阿薩姆品系 Jaipuri 單株選育而成，並於 1973 年命名推廣，此品種可克服連作障礙，可供農民於大葉種茶園缺株時補植之用。臺茶 8 號其葉片屬直立狀；葉片大小與形狀為大葉、橢圓形；葉脈對數多，葉脈與鋸齒明顯；萌芽期與茶芽密度中，茸毛短而疏忽，葉色黃中帶綠（表十三）。

2. 茶葉品質差異性

FKK-22 與對照品種臺茶 8 號，兩者均為大葉種品種系，適合製造紅茶。兩品種系經製成紅茶之官能品評結果，FKK-22 因茶芽易纖維化，茶葉外觀條索較不緊結，評分較低；茶湯水色金紅明亮；茶湯滋味甘甜鮮爽、味稍淡，此與其父本祁門是小葉種有關；但茶葉香氣表現極為突出，帶有濃郁花果香，其香氣似芸香科植物開花時散發之花香，適合製造高香型之高級紅茶。一般茶葉香氣品質比滋味更易獲得消費大眾青睞，香氣高，相對的售價也會跟著水漲船高。

對照品種臺茶 8 號為印度阿薩姆品系後裔，適合做為調味茶如奶茶或檸檬紅茶之原料。因較不易纖維化，適採期長，製成紅茶條索較佳，但水色稍暗及明亮度較差，香氣淡而悶雜，葉底柔軟，滋味濃稠甘醇為其特色。

(二) FKK-22 品系與對照品種之優缺點之比較

FKK22 其優點為具有高香氣的特質，有芸香花氣味的特殊風韻，滋味甘醇且含有相當高的兒茶素與多元酚類，適製高級紅茶。但茶芽易纖維化，適採時間較短且茶菁產量低為其缺點（表十四）。

臺茶 8 號以茶芽不易纖維化，扦插及種植成活率高，適合種於更新茶園，單位面積茶菁產量高，也適合機械剪採，種植土壤除保水力甚弱之砂壤土外均適合種植，製茶品質「形狀」、「色澤」、「水色」、「葉底」均為優良，茶葉具有白毫為其優點。缺點為茶葉製造發酵時間緩慢，其製茶品質均較 FKK-22、臺茶 7 號、臺茶 18 號為差。

栽培應注意事項

FKK-22 萌芽後嫩葉易纖維化，採摘期短。因此，採摘時最好以嫩採為主，當茶葉生長至 1 心 3 至 4 葉左右，必須開始進行採摘，若到 5 葉左右，茶芽即容易纖維化而顯得粗老，不利於製茶。若以粗老的茶菁所製成的紅茶，條索較粗鬆，外觀及色澤不佳，品質差，容易失去 FKK-22 特殊的風味，本品系今後在栽培管理上應加以注意。

誌謝

茶樹育種是一條漫長且需持之以恆的工作，育種工作團隊由選定父母本，歷經授粉、種植、農藝性狀調查、病蟲害抗性的研究、茶葉製造、化學成分分析、茶葉品質官能評審、資料的整理與統計分析等不是少數研究人員可獨立完成。一般茶樹育種最快需 21 年，但往往是研究團隊數十年如一日，一棒接一棒無私的付出才能選育萬眾矚目茶樹新品種。由於諸多前輩犧牲奉獻及揮汗的耕耘，今 FKK-22 已申請命名，在此向參與 FKK-22 研究之人員致上最崇高敬意(表十五)。

參考文獻

1. 朱湧岳、邱瑞騰、吳文魁.1983.新品系 41-50 及 FKK-22 紅茶製造試驗.台灣省茶業改良場年報 pp. 174-181。
2. 朱湧岳、邱瑞騰、吳文魁.1984.新品系 41-50 及 FKK-22 紅茶製造試驗.台灣省茶業改良場年報 pp. 144-151。
3. 李振昌.1958.茶樹雜交新品種 FKK 一號育成經過.魚池茶業試驗分所編印。
4. 何信鳳、王兩全、陳月裡.1977.茶樹雜交育種試驗.台灣省茶業改良場年報 pp. 117-118。
5. 何信鳳、王兩全、陳月裡.1980.62 及 68 年度選育新品系高級試驗.台灣省茶業改良場年報 pp. 82-84。
6. 何信鳳、王兩全、陳月裡.1981.62 及 68 年度選育新品系高級試驗.台灣省茶業改良場年報 pp. 73-75。
7. 何信鳳、王兩全、陳月裡.1982.62 及 68 年度選育新品系高級試驗.台灣省茶業改良場年報 pp. 79-81。
8. 何信鳳、王兩全、陳月裡.1983.62 及 68 年度選育新品系高級試驗.台灣省茶業改良場年報 pp. 108-112。
9. 何信鳳、王兩全、陳月裡.1984.62 及 68 年度選育新品系高級試驗. 台灣省茶業改良場年報 pp. 102-106。
10. 何信鳳、王兩全、陳月裡.1985.62 年度選育新品系高級試驗.台灣省茶業改良場年報 pp. 105-115。
11. 邱垂豐.2004.台茶 18 號（別名：紅玉）簡介.茶情雙月刊 28: 1。
12. 邱垂豐、林金池、黃正宗、林儒宏、蕭建興、林木連、郭寬福.2008.台灣高香紅茶新品種-台茶 21 號（紅韻）介紹.茶情雙月刊 40: 1。

New Cultivar of Black Tea-TTES No. 21

Chui-Feng Chiu^{1*} Jin-Chih Lin¹ Cheng-Chung Huang²
Ju-Hung Lin² Jian-Hsing Shiau²

Summary

TTES No. 21 (strain code: FKK-22) is the twenty-second seed of FKK-1 (female parent is Kyang from India, male parent is Kimen from Kimen) natural hybrids' collections. Following seed germination, TTES No.21 was cultured by testing and studying for more 40 years to become suitable for making the goodness variety of strongly aromatic black tea. This cultivar was adopted by the review in October 17, 2008, and is officially named "TTES No. 21."

The goal of selecting and breeding this cultivar of black tea from the Tea Research and Extension Station is to use the breeding procedure to select new hybrid cultivars with the characteristics of Assam, the strong aroma of Kimen, and the high resistance to strong winds. Therefore, the Tea Research and Extension Station Yuchih Branch has been performing these breeding exercises since 1946. It has already selected and bred several excellent cultivars of black tea, and FKK-22 is one of them.

TTES No. 21 is a small tree which is: upright in shape, strong growth potential, long oval leaves, middle sized leaves, green color, tip is bending down, long and narrow leaf base, leaf margin is microwave-like, wavy leaf shape, leaf with a small degree of folding, serrated leaf shape that is sharp and waxy, short petiole, tea buds that sprout early, short internode, low density of tea bud, fine hair is short and dense, bears fruit easily, with good resistance to wind and drought.

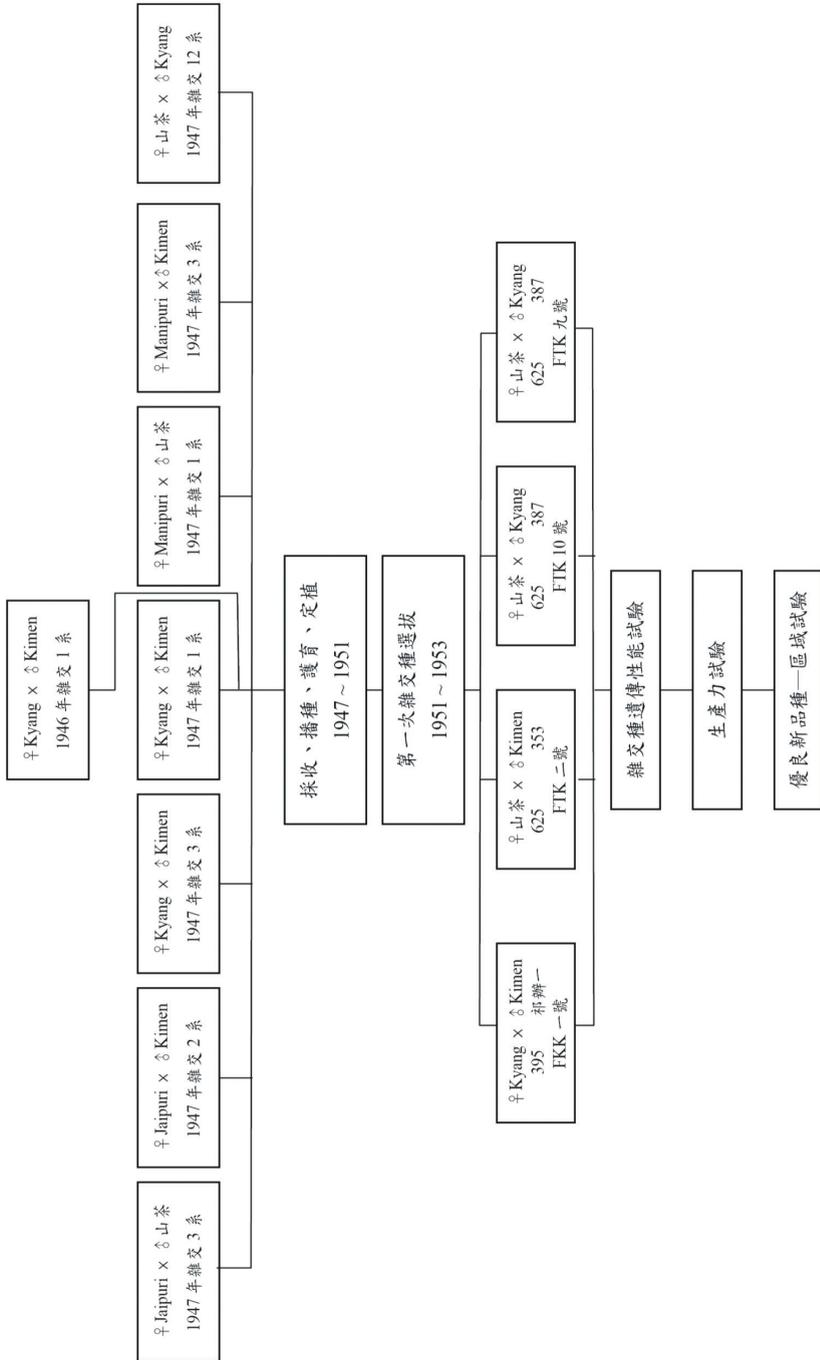
The quality of TTES No. 21 with the advantages of the parental species of Assam and Kimen is excellent. The tea soup is bright gold and red. It tastes sweet and fresh, and the aroma from the rich flower and fruit is excellent. The aroma is similar to the bloom of citrus flowering plants. Foreign and native reviewers of the tea industry have highly praised this new species of black tea with its excellent fragrance being heavily promoted.

Key words: Tea, Hybrid breeding, Black tea, TTES No. 21

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

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

*: Corresponding author.



圖一、FKK 一號雜交育成

Fig. 1. Crossbreeding of FKK No. 1

表一、FKK-22 與對照品種臺茶 8 號茶芽農藝性狀比較

Table 1. Comparison of tea young shoot agronomic characters between FKK-22 and TTES No.8

部位	調查項目	FKK-22	臺茶 8 號
第二葉	長 (cm)	5.86±0.47	7.19±0.05
	寬 (cm)	2.36±0.21	3.11±0.21
	厚 (mm)	0.25±0.01	0.21±0.01
	節間長 (cm)	1.27±0.10	1.71±0.24
	節間徑 (mm)	1.96±0.12	2.27±0.11
	葉面積 (cm ²)	9.80±1.66	15.79±0.85
第三葉	長 (cm)	7.38±0.50	8.79±0.12
	寬 (cm)	3.19±0.28	4.11±0.19
	厚 (mm)	0.29±0.01	0.22±0.01
	節間長 (cm)	2.55±0.11	3.29±0.45
	節間徑 (mm)	2.38±0.08	3.82±0.06
	葉面積 (cm ²)	16.80±2.54	25.47±1.35

表二、FKK-22 與對照品種臺茶 8 號成葉農藝性狀比較

Table 2. Comparison of mature leaves agronomic characters between FKK-22 and TTES No.8

調查項目	FKK-22	臺茶 8 號
實長 (cm)	10.80±1.13	14.37±0.78
實寬 (cm)	4.29±0.35	6.62±0.41
虛長 (cm)	10.59±1.13	13.95±0.78
虛寬 (cm)	3.91±0.33	5.99±0.40
反轉度 (%)	1.96±0.72	2.93±0.73
內折度 (%)	8.85±3.05	9.51±2.45
長寬比	2.51±0.10	2.17±0.14
葉面積 (cm ²)	32.67±6.05	66.70±5.70
葉厚 (mm)	0.30±0.01	0.25±0.01
側脈數 (對)	9.00±0.70	10.60±1.00
側脈角度	68.30±5.40	67.50±3.30
葉基角度	60.90±6.10	88.10±9.20
葉尖角度	46.40±6.40	41.20±5.40

(續表二)

鋸齒數 (單緣)		42.60±4.30	43.30±5.70
葉柄長 (cm)		0.56±0.13	0.65±0.17
平緣長 (cm)	葉基	1.93±0.23	3.04±0.42
	葉尖	0.41±0.10	0.63±0.16
齒緣長 (cm)		9.47±1.10	13.02±0.93
闊位距 (cm)		5.20±0.58	6.84±0.50

表三、不同茶區 FKK-22 與對照品種臺茶 8 號之茶樹種植成活率(%) 比較

Table 3. Comparison of tea planter survival rate (%) in different tea-growing region between FKK-22 and TTES No.8

品種(系)	魚池分場	鹿野	瑞穗
FKK-22	97.5	88.4	84.5
臺茶 8 號	95.9	97.5	90.8

表四、FKK-22 與對照品種臺茶 8 號茶樹之樹高、樹冠、樹幹圍之生長量比較

Table 4. Comparison of the growth quantity of tea tree height, crown, ground diameter between FKK-22 and TTES No.8

調查項目	地 區	FKK-22	臺茶 8 號
樹高(cm)	魚池分場	30.7	35.4
	鹿 野	21.1	26.4
	瑞 穗	23.3	18.3
	平 均	25.0	26.8
樹冠(cm)	魚池分場	25.7	31.2
	鹿 野	18.2	19.9
	瑞 穗	20.9	19.8
	平 均	21.6	23.6
樹幹圍(cm)	魚池分場	0.60	0.70
	鹿 野	0.40	0.32
	瑞 穗	0.41	0.27
	平 均	0.47	0.43

表五、FKK-22 與對照品種臺茶 8 號手採茶菁三年平均收量之比較

Table 5. Comparison of average of hand-picked tea in three years between FKK-22 and TTES No.8

試驗層級	試驗地點	品種(系)	茶菁收量(kg/ha)			合計
			春茶	夏茶	秋茶	
區域試驗	魚池分場	FKK-22	831	1,537	1,664	4,032
		臺茶 8 號	639	2,069	1,974	4,634
	鹿野	FKK-22	557	1,074	1,126	2,757
		臺茶 8 號	1,167	2,014	2,240	5,376
	瑞穗	FKK-22	1,473	2,490	2,982	6,945
		臺茶 8 號	2,151	4,046	5,374	11,572

註：茶菁三年平均收量為 1983 至 1985 年。

表六、FKK-22 與對照品種臺茶 8 號之病蟲害發生種類及危害程度調查比較

Table 6. Comparison of occurring disease kind and investigation of damage level between FKK-22 and TTES No.8

品系(種)	病蟲害種類及風害								
	茶餅病	炭疽病	綠斑病	小綠	盲椿象	黑姬捲葉	茶葉蟎	紫銹蟬	風害
FKK-22	+	+	++	+	+	+	+	+++	+
臺茶 8 號	++	++	++	++	+	++	++	++	+

註：-：無發生；+：輕微；++：重；+++：較重；++++：極重

表七、不同製程對 FKK-22 春茶品質之影響(魚池分場)

Table 7. Effects of Spring tea quality of FKK-22 produced by different process (Yuchih Branch)

發酵時間(分)		60	90	120	150
萎凋率 40%	外觀	20.0	20.0	20.0	20.0
	水色	14.5	14.5	15.0	15.5
	香氣	14.0	14.0	14.5	15.0
	滋味	16.0	16.5	16.5	15.5
	葉底	6.0	6.5	6.5	6.5
	總分	70.5	71.5	72.5	72.5

註：揉捻時間為 150 分。

表八、不同製程對 FKK-22 夏茶品質之影響(魚池分場)

Table 8. Effects of Summer tea quality of FKK-22 produced by different process (Yuchih Branch)

發酵時間(分)		60	90	120	150
萎凋率 40%	外觀	24.5	24.5	24.5	24.5
	水色	13.5	14.0	14.0	14.5
	香氣	15.5	16.0	16.5	16.0
	滋味	16.0	16.0	17.0	16.5
	葉底	7.0	7.0	7.5	7.5
	總分	76.5	77.5	79.5	79.0

註：揉捻時間為 150 分。

表九、不同製程對 FKK-22 秋茶品質之影響(魚池分場)

Table 9. Effects of Autumn tea quality of FKK-22 produced by different process (Yuchih Branch)

發酵時間(分)		60	90	120	150
萎凋率 50%	外觀	22.0	22.0	22.0	22.0
	水色	14.0	14.0	14.5	14.5
	香氣	17.0	17.5	17.0	16.5
	滋味	17.0	17.5	16.5	16.5
	葉底	5.5	5.5	6.0	6.0
	總分	75.5	76.5	76.0	75.5

註：揉捻時間為 150 分。

表十、區域試驗中 FKK-22 品系與對照品種臺茶 8 號各試驗地點之製茶官能品質之比較

Table 10. Comparison of sensory evaluation between FKK-22 and TTES No.8 in regional tests

試驗地點	品種(系)	製茶品質						合計
		形狀	色澤	水色	滋味	香氣	葉底	
魚池分場	FKK-22	6.2	6.2	14.2	18.0	18.5	6.2	69.3
	臺茶 8 號	6.3	6.3	14.4	18.0	17.7	6.3	69.0
鹿野	FKK-22	6.1	6.1	14.8	18.0	18.4	6.2	69.6
	臺茶 8 號	6.2	6.2	14.2	17.2	17.2	6.0	67.0
瑞穗	FKK-22	6.1	6.2	15.3	18.1	18.5	6.3	70.5
	臺茶 8 號	6.1	6.0	14.8	17.9	17.7	6.4	68.9

表十一、FKK-22 品系與對照品種臺茶 8 號經 11 年製茶品質評審等第累積分數之比較

Table 11. Comparison of ranking accumulation score for tea quality evaluation between FKK-22 and TTES No.8 for eleven years

品系(種)	官能評審項目					
	形狀 (分)	色澤 (分)	水色 (分)	滋味 (分)	香氣 (分)	葉底 (分)
FKK-22	7.0	7.2	4.5	5.7	9.1	3.7
臺茶 8 號	7.3	5.2	3.7	3.2	5.5	3.9

註： 1. 資料為 1979 至 1990 年計 11 年製茶品質評審成績之積分。

2. 製茶品質評審等第 10 分為最高，1 分為最低。

表十二、FKK-22 品系及對照品種臺茶 8 號茶葉化學成分含量之比較

Table 12. Comparison of chemical composition content between FKK-22 and TTES No.8

成分含量	FKK-22	臺茶 8 號
多元酚類 (mg/g)	198.6	187.2
兒茶素 (mg/g)	195.8	178.3
咖啡因 (mg/g)	30.5	33.0
全氮量 (mg/g)	43.8	45.5

表十三、FKK-22 品系及對照品種臺茶 8 號之生育性狀及抗病蟲害之比較

Table 13. Comparison of growing characters and the resistance of disease and pests between FKK-22 and TTES No.8

調查項目	FKK-22	臺茶 8 號
親本來源 (♀×♂)	FKK 一號天然雜交後代	Jaipuri 單株選拔
定植成活率 (%)	84.5	90.8~95.9
萌芽期 (月/日)	2/10~2/17	2/6~2/20
採摘期 (月/日)	3/11~3/16	3/8~3/19

表十三、FKK-22 品系及對照品種臺茶 8 號之生育性狀及抗病蟲害之比較

Table 13. Comparison of growing characters and the resistance of disease and pests between FKK-22 and

TTES No.8		
百芽重 (g/100 芽)	51.2	73.7
全年茶芽密度 (30×30 cm)	116	140.0
生長勢	強	強
樹型	中間	直立
樹高 (cm)	21.1~30.7	18.3~35.4
樹冠 (cm)	18.2~25.7	19.8~31.2
樹徑 (cm)	0.40~0.60	0.27~0.70
抗病性 (茶餅病)	強	中
抗蟲性 (蚜蟬類)	中	中
抗風性	強	強
製造紅茶等級	高級	中、高級

備註：試驗時間 1974 至 1988 年。

表十四、FKK-22 品系與對照品種臺茶 8 號之優缺點之比較

Table 14. Comparison of advantages and disadvantages between FKK-22 and TTES No.8

品 種	優 點	缺 點
FKK-22	1. 具高香氣的特質，有芸香花氣味的特殊風韻，滋味甘醇。 2. 具有相當高的兒茶素與多元酚類。 3. 抗病蟲害及抗風性較強。 4. 適製高級紅茶。	1. 茶芽易纖維化，適採時間較短。 2. 茶菁產量低。
臺茶 8 號	1. 茶芽不易纖維化，扦插及種植成活率高，適合種於更新茶園，單位面積茶菁產量高，也適合機械剪採，種植土壤除保水力甚弱之砂壤土外均適合種植。 2. 製茶品質「形狀」、「色澤」、「水色」、「葉底」均為優良，茶葉具有白毫。	1. 對捲葉蛾類、葉蟬及蚜蟬類之抗性較差。 2. 茶葉製造發酵時間緩慢，其製茶品質均較 FKK-22、臺茶 7 號、臺茶 18 號為差。

表十五、FKK-22 育成過程之參與人員、工作項目及相關說明

Table 15. Participants, working projects, and related explanation of the crossbreeding process of FKK-22

年 別	參與人員	工 作 項 目	說 明 備 註
1946	李振昌 楊守國	1. 人工雜交。 2. 成苗移植。	♀Kyang (395) × ♂Kimen (祁辦一號) 雜交後，共 26 朵授粉，4 顆結實，僅 1 顆發育成株，經細心照料，作為雜交材料。
1947~1952	李振昌 楊守國	1. 人工雜交。 2. 扦插繁殖。 3. 成苗移植。	進行人工雜交，共 7 種組合，合計 26 系，並進行植株護育與定植。
1953~1958	李振昌 邱宣鐘 楊守國	1. 生育調查。 2. 製茶試驗。 3. 品種命名。	進行雜交選拔、生育調查、製茶試驗並選拔出 4 品系，其中將 FKK 一號進行命名。
1959~1967	邱宣鐘 李振昌 楊守國	1. 扦插繁殖。 2. 生育調查。 3. 製茶試驗。	持續將選拔出 4 品系進行茶樹生育、製茶之比較，並進行人工雜交、自交及天然雜交之雜交選拔。
1967~1989	史 樺 陳永盛 楊守國 陳月裡 王兩全 廖增祿 何信鳳	1. 紅茶雜交選拔。 2. 扦插繁殖。 3. 生育調查。 4. 製茶試驗。	1. 自 FKK 一號品系中，天然雜交後裔 30 株中，篩選編號第 22 號個體 (FKK-22)，其品質最優，尤以香氣較歷年選育之品系為優，故選拔出作為育種材料及區域試驗品種。 2. 為臺茶 18 號 (B-40-58) 之同期區域試驗品種。

(續表十五)

1990~2003	王兩全 吳文魁 許飛霜 曹碧貴 黃正宗 廖增祿 邱瑞騰 何信鳳 林金池 邱垂豐	1. 紅茶雜交選拔。 2. 生育調查。 3. 製茶試驗。	1. 持續調查歷年雜交後裔性狀表現。 2. 1999 年臺茶 18 號 (B-40-58) 申請命名通過。
2004~2007	林儒宏 許飛霜 曹碧貴 蕭建興 黃正宗 林金池 邱垂豐	1. 紅茶雜交選拔。 2. 扦插繁殖。 3. 生育調查。 4. 製茶試驗。	1. 進行 FKK-22 栽培改善計畫。 2. 持續調查歷年雜交後裔性狀表現。 3. 整理 FKK-22 相關資料，申請命名。
2008~2009	林儒宏 蕭建興 黃正宗 邱垂豐 林金池	當選品系申請命名 1. 蒐集資料與整理。 2. 撰寫報告。 3. 申請登記命名。 4. 申請商標權 5. 發表研究報告。 6. 技術授權。	1. 整理 FKK-22 相關資料。 2. 申請 FKK-22 命名。 3. 撰寫命名報告。 4. 2009 年 5 月 1 日經濟部智慧財產局已核准臺茶 21 號「紅韻及圖」商標權。 5. 2009 年 7 月 15 日通過農委會第 66 次智審會「臺茶 21 號產製技術」非專屬授權。

不同海拔茶區青心烏龍季節間農藝性狀與葉部組織結構之變異

邱芳慶¹ 邱垂豐^{2*} 林金池² 葉茂生³

摘要

本研究利用經緯度相近的不同海拔之五個茶區：照鏡山(180 公尺)、山坪頂(534 公尺)、石壁(1,275 公尺)、三層坪茶區(1,560 公尺)和武陵農場(2,048 公尺)，於 2006 年秋和冬季及 2007 年春和夏季共四季，所採摘一心三葉之茶芽葉，探討不同海拔茶區青心烏龍季節間茶芽葉農藝性狀及葉部組織結構之變異：

一、茶芽葉農藝性狀之變異

照鏡山茶區之茶芽葉，第一、二節之節間長與節間徑、第二葉厚度、葉柄長和第三葉長度、寬度、厚度、葉面積、葉柄長等 11 項茶芽葉農藝性狀，季節之間均達顯著性差異；山坪頂茶區之茶芽葉僅第一節徑和第三葉長寬比季節間未達顯著差異；三層坪茶區之茶芽葉亦僅第二節間長與第二葉葉柄長季節間未達顯著差異；至於石壁茶區和武陵農場茶區之茶芽葉，則所調查的 16 項茶芽葉農藝性狀，季節間均達顯著差異。

二、葉部組織結構之變異

照鏡山茶區之葉部組織結構，第一、二層柵狀細胞寬度以冬茶最寬；山坪頂茶區之葉部組織結構，柵狀組織厚度和第一層柵狀細胞長度以冬茶的數值最大，第一層柵狀細胞寬度和海綿組織厚度以春茶的數值最大；石壁茶區之葉部組織結構，葉肉厚度和第一層柵狀細胞密度以春茶的數值最大，第二層柵狀細胞寬度以冬茶最寬；三層坪茶區之葉部組織結構，第一、二層柵狀細胞和海綿細胞密度以春茶最高，海綿細胞長度和葉片下表皮細胞長、寬度以冬茶的數據最大，以上各茶區葉部組織性狀多以夏、秋茶的數值較大；但武陵農場第二層柵狀細胞寬度以秋茶最寬，且有 13 項調查性狀均以春和冬茶的數據最大。各茶區柵狀/海綿之比皆以冬茶的比值最大。

關鍵字：茶樹、農藝性狀、葉部組織結構、海拔

前言

青心烏龍屬山茶科 (*Theaceae*)，山茶屬(*Camellia*)。別稱：青心、種仔、烏龍、軟枝烏龍、正欖等，樹形稍小屬於開張型，枝葉較密生，葉形長橢圓形，由葉基起全長 3/5 處為葉部最闊處，葉肉稍厚，質柔軟富彈性，葉色濃綠富光澤，葉脈色淡且凹陷，與主脈交角最小平均約 40°，幼芽呈紫色，晚生種，

1. 國立中興大學農藝學系碩士。台灣 台中市。

2. 行政院農業委員會茶業改良場研究員兼茶作課長、研究員兼秘書。台灣 桃園縣。

3. 國立中興大學農藝學系教授。台灣 台中市。

*：通訊作者

，適製包種茶及烏龍茶(行政院農業委員會茶業改良場，2005)。

台灣位於亞熱帶地區，其氣候及土壤條件非常適合茶樹生長(林等，2003)，一年中若以季節的不同，可生產春茶、夏茶、六月白(第二次夏茶)、秋茶及冬茶，依年生產比例區分，春茶約佔 30%、夏茶 40%、秋茶 20%、冬茶 10%(吳和朱，1999)，然而各季節的茶葉價格並不相同，綠茶、包種茶或烏龍茶以春、冬茶的價格高於夏、秋茶(李等，2000)；東方美人茶(膨風茶)或紅茶以夏、秋茶的價格高於春、冬茶，造成價格上的差異，主要是因為茶葉季節性及品質的不同。

茶菁品質的優劣是決定茶葉品質的基礎，茶葉品質與茶菁的農藝性狀、葉部組織結構及化學成分有極密切的相關性。但茶樹芽葉易受品種、栽培技術、水分、海拔及溫度等環境因子的影響(馮等，1993)，且溫度對茶葉品質的影響，最明顯的是季節性變化與栽植地海拔的差異(蔡等，2004；王，2005)。

因此，本研究擬以不同海拔茶區青心烏龍季節間所採摘一心三葉的茶芽葉，探討青心烏龍茶芽葉農藝性狀及葉部組織結構之變異情形。

材料與方法

一、材料

(一) 品種：青心烏龍

(二) 地點：

採集地點為南投縣竹山鎮照鏡山茶區(180 公尺)、山坪頂茶區(534 公尺)、石壁茶區(1,275 公尺)、三層坪茶區(1,560 公尺)及台中縣和平鄉武陵農場(2,048 公尺)；因氣候環境等因素，故每年僅採收春、秋及冬茶。

(三) 採集期間：自 2006 年 8 月至 2007 年 7 月

二、方法

(一) 茶芽葉農藝性狀之變異

茶芽葉農藝性狀共調查四個季節(2006 年秋、冬季和 2007 年春、夏季)，分別逢機取各茶區茶樹一心三葉之茶芽葉，每重複取 5 個，三重複，共調查 15 個茶芽葉。共調查 16 項茶芽葉農藝性狀，量測方法如下：

1. 第一及第二節節間徑：以厚薄規夾測第一葉至第二葉之第一節間之直徑；第二葉至第三葉之第二節間之直徑，以 mm 表示。
2. 第一及第二節間長度：以游標尺度量第一葉葉柄基部至第二葉葉柄基部之長度；第二葉葉柄基部至第三葉葉柄基部之長度，以 mm 表示。
3. 第二及第三葉長度：以游標尺量測第二葉或第三葉葉尖至葉基間之長度，以 mm 表示。
4. 第二及第三葉寬度：以游標尺量測第二葉及第三葉最寬處之長度，以 mm 表示。
5. 第二葉及第三葉長寬比：第二葉及第三葉葉長度 ÷ 第二葉及第三葉葉寬度，以比值表示。

6. 第二葉及第三葉葉厚度：以厚薄規夾測第二葉及第三葉中肋右下葉片處之厚度，以mm表示。
7. 第二葉及第三葉葉面積：第二葉及第三葉葉長度 × 第二葉葉及第三葉寬度 × 0.7，以mm²表示。
8. 第二葉及第三葉葉柄長：以游標尺量測第二葉及第三葉基部至葉柄基部之間長度，以mm表示。

(二) 葉部組織結構之變異

依吳(1964)之方法修改，取一心四葉之第三葉中下部位(帶中肋)，利用石蠟切片製成永久片，再以顯微鏡觀察其內部形態特徵，其組織切片之方法如下(李，1997)：

1. 固定

將材料以 FAA 固定液(ethanol : formalin : glacial acetic acid = 90 : 5 : 5)固定 24 小時，並以真空抽氣除去組織內的氣泡，再進行脫水步驟。

2. 脫水

3. 滲臘及埋臘

4. 脫臘、染色及封片

5. 鏡檢及調查

將完成之切片以光學顯微鏡觀察，利用測微尺度量，調查項目如下：

- (1).葉片厚度(μm)。(2).量取柵狀組織與海綿組織的總厚度(μm)。(3).葉片上表皮細胞長度(μm)。(4).葉片上表皮細胞寬度(μm)。(5).柵狀組織厚度(μm)。(6).第一層柵狀細胞長度(μm)。(7).第一層柵狀細胞寬度(μm)。(8).第一層柵狀細胞密度：以 150 μm 長度為距離，計算此長度範圍內，所含第一層柵狀細胞的數量。(9).第二層柵狀細胞長度(μm)。(10).第二層柵狀細胞寬度(μm)。(11).第二層柵狀細胞密度：以 150 μm 長度為距離，計算此長度範圍內，所含第二層柵狀細胞的個數。(12).海綿組織厚度(μm)。(13).海綿細胞長度(μm)。(14).海綿細胞寬度(μm)。(15).海綿細胞密度：在 125 μm × 125 μm 的面積內，計算海綿細胞的數量。(16).柵海比：柵狀組織厚度與海綿組織厚度相比之比值。(17).葉片下表皮細胞長度(μm)。(18).葉片下表皮細胞寬度(μm)。

三、統計分析

本試驗將季節間調查所得之茶芽葉農藝性狀和葉部組織結構等資料之分析結果，各採集地點分別利用 SAS 軟體進行最小顯著性分析(least significant difference test, LSD)。

結果與討論

一、茶芽葉農藝性狀之變異

(一) 照鏡山茶區

不同海拔茶區青心烏龍季節間茶芽葉農藝性狀之變異，經調查結果發現，照鏡山茶

區之茶芽葉僅第二葉長度、寬度、長寬比、葉面積及第三葉長寬比在季節間未達顯著性差異(表一)。第一節或第二節間徑以夏和秋茶(1.89 mm; 2.29 mm)為最長，以春茶(1.57 mm; 1.94 mm)為最短，故第一節或第二節間徑在不同季節間均有顯著差異。第一節或第二節間長度以秋茶(13.20 mm; 25.59 mm)為最長，以冬茶(1.56 mm; 16.83 mm)為最短，春、夏茶與秋及冬茶間均有顯著差異。

第二葉葉厚度以夏茶(0.30 mm)最厚，以春茶(0.25 mm)最薄，夏茶與其餘三個茶季間有顯著差異。第二葉葉柄長以秋茶(3.53 mm)為最長，以冬茶(3.08 mm)最短，冬茶與春、夏茶間有顯著差異。

第三葉葉長度以夏茶(65.36 mm)最長，以冬茶(56.08 mm)最短，冬茶與其餘三個茶季間有顯著差異。第三葉葉寬度以夏茶(25.65 mm)最寬，而以冬茶(21.97 mm)最窄，冬茶與夏茶間有顯著差異。第三葉葉厚度以夏茶(0.36 mm)為最厚，以秋茶(0.29 mm)最薄，夏季茶與其餘三個茶季間有顯著差異。第三葉葉面積以夏茶(1179.88 mm²)為最大，以冬茶(871.82 mm²)最小，冬茶與夏、秋茶間有顯著差異。第三葉葉柄長以秋茶(4.01 mm)為最長，以冬茶(3.51 mm)最短，冬茶與夏、秋茶間有顯著差異。由上述結果可知，照鏡山茶區之茶芽葉，除了第二葉長度、寬度、長寬比、葉面積及第三葉長寬之農藝性狀未達顯著性差異，其餘 8 項農藝性狀均以夏、秋茶之調查數值為最大。

(二).山坪頂茶區

在山坪頂茶區調查發現，茶芽葉僅第一節間徑和第三葉長寬比在季節間未達顯著性差異(表一)。第二節間徑以春茶(2.00 mm)為最長，以秋茶(1.72 mm)最短，春茶與秋茶間有顯著差異。第一節間長度以夏茶(14.56 mm)為最長，以秋茶(5.15 mm)最短，四個茶季間均有顯著差異。第二節間長度以春茶(26.55 mm)為最長，以秋茶(10.06 mm)最短，春、夏茶與秋、冬茶間均有顯著差異。

第二葉葉長度以春茶(53.26 mm)為最長，以秋茶(39.39 mm)最短，秋、冬茶與春及夏茶間均有顯著差異。第二葉葉寬度以春茶(18.46 mm)為最寬，以秋茶(14.23 mm)最窄，春茶與秋茶間有顯著差異。第二葉葉厚度以夏茶(0.27 mm)為最厚，以冬茶(0.22 mm)最薄，冬茶與夏、秋茶間有顯著差異。第二葉長寬比以春茶的比值(2.89)為最大，以冬季的比值(2.64)最小，春茶與冬茶間有顯著差異。第二葉葉面積以春茶(694.31 mm²)為最大，以秋茶(410.21 mm²)最小，春茶與秋茶間有顯著差異。第二葉葉柄長以夏茶(3.34 mm)最長，以秋茶(2.09 mm)最短，春、夏茶與秋及冬茶間均有顯著差異。

第三葉葉長度以春茶(66.64 mm)為最長，以秋茶(51.98 mm)最短，春茶與秋、冬茶間有顯著差異。第三葉葉寬度以春季(24.07 mm)最寬，以秋茶(20.08 mm)最窄，秋茶與春、冬茶間有顯著差異。第三葉葉厚度以秋茶(0.32 mm)為最厚，以冬茶(0.25 mm)最薄，秋茶與春、冬茶間均有顯著差異，而冬茶與夏、秋茶間亦均有顯著差異。第三葉葉面積以春茶(1138.28 mm²)為最大，以秋茶(737.95 mm²)最小，春茶與秋茶間有顯著差異。第三葉葉柄長以春茶(3.56 mm)為最長，以冬茶(2.84 mm)最短，春、夏茶與秋、冬茶間有顯著差異。山坪頂茶區之茶芽葉，除了第一節間長度、第二葉葉厚度、葉柄長和第三葉葉厚以夏、秋茶的調查數據為最大，第一節間徑和第三葉長寬比未達顯著性差異，其餘 10 項農藝性狀調查均以春茶的調查數據為最大。

(三).石壁茶區

至於石壁茶區之茶芽葉，16 項調查農藝性狀結果發現皆有顯著性差異(表一)。第一節間徑以夏、秋茶(1.88 mm)為最長，以春茶(1.62 mm)最短，春、冬茶與夏、秋茶間有顯著差異。第二節間徑以夏茶(2.34 mm)為最長，以冬茶(1.92 mm)最短，春、冬茶與夏、秋茶間有顯著差異。第一節間或第二節長度以秋茶(15.16 mm; 31.74 mm)為最長，以冬茶(7.26 mm; 16.62 mm)最短，春茶與秋及冬茶間均有顯著差異，而冬茶與其餘三個茶季亦均有顯著差異。

第二葉葉長度以夏季茶(60.09 mm)為最長，以秋茶(47.53 mm)最短，春茶與冬茶間有顯著差異，而夏茶與秋及冬茶間亦均有顯著差異。第二葉葉寬度以夏茶(23.85 mm)為最寬，以冬茶(19.13 mm)最窄，夏茶與春、冬茶間有顯著差異。第二葉葉厚度以夏茶(0.28 mm)為最厚，以春、冬茶(0.25 mm)最薄，夏茶與其餘三個茶季間有顯著差異。第二葉長寬比以春茶的比值(2.73)為最大，以秋茶的比值(2.46)最小，春茶與其餘三個茶季間有顯著差異。第二葉葉面積以夏茶(1017.58 mm²)為最大，以冬茶(645.30 mm²)最小，夏茶與其餘三個茶季間有顯著差異。第二葉葉柄長以秋茶(3.93 mm)為最長，以冬茶(3.12 mm)最短，春、冬茶與夏、秋茶間有顯著差異。第三葉葉長度以夏茶(78.81 mm)為最長，以冬茶(63.92 mm)最短，春、冬茶與夏及秋季茶間均有顯著差異。

第三葉葉寬度以夏茶(32.81 mm)為最寬，以春茶(24.44 mm)最窄，四個茶季間均有顯著差異。第三葉葉厚度以夏茶(0.32 mm)為最厚，以春、冬茶(0.25 mm)最薄，春、冬茶與夏及秋茶間均有顯著差異。第三葉長寬比以春茶的比值(2.66)為最大，以夏茶的比值(2.40)最小，春茶與其餘三季茶間有顯著差異。第三葉葉面積以夏茶(1819.26 mm²)為最大，以春茶(1118.54 mm²)最小，春、冬茶與夏及秋茶間均有顯著差異。第三葉葉柄長以秋茶(4.40 mm)為最長，以冬茶(3.56 mm)最短，春、冬茶與夏、秋茶間有顯著差異。由上述調查結果可知，石壁茶區之茶芽葉，除了第二、三葉長寬比以春茶為最大，其餘 14 項調查性狀均以夏、秋茶的調查數據為最大。

(四).三層坪茶區

在三層坪茶區之茶芽葉，僅第二節間長度和第二葉葉柄長未達顯著性差異(表一)。第一節或第二節間徑以夏季茶(2.02 mm; 2.38 mm)為最長，以冬季茶(1.61 mm; 1.90 mm)最短，秋、冬茶與春、夏茶間均有顯著差異。第一節間長度以春茶(12.48 mm)為最長，以冬茶(8.74 mm)最短，春、夏茶與冬茶間有顯著差異。

第二葉葉長度以夏茶(59.30 mm)為最長，以春茶(39.20 mm)最短，秋、冬茶與春及夏茶間均有顯著差異。第二葉葉寬度以夏茶(22.31 mm)為最寬，以春茶(15.36 mm)最窄，春、秋茶與夏、冬茶間有顯著差異。第二葉葉厚度以夏茶(0.29 mm)為最厚，以春茶(0.24 mm)最薄，春茶與夏茶間有顯著差異。第二葉長寬比以秋茶之比值(2.75)為最大，以冬茶之比值(2.36)最小，春茶與秋及冬茶間均有顯著差異，而冬茶與其餘三個茶季間亦均有顯著差異。第二葉葉面積以夏茶(932.33 mm²)為最大，以春茶(425.17 mm²)最小，秋、冬茶與春及夏茶間均有顯著差異。

第三葉葉長度以夏茶(76.32 mm)為最長，以春茶(41.71 mm)最短，四個茶季間均有顯

著差異。第三葉葉寬度以夏茶(29.55 mm)為最寬，以春茶(16.78 mm)最窄，夏、冬茶與春及秋茶間均有顯著差異。第三葉葉厚度以秋茶(0.34 mm)為最厚，以春茶(0.25 mm)最窄，夏、秋茶與春及冬茶間均有顯著差異。第三葉長寬比以秋茶的比值(2.64)為最大，而以冬茶的比值(2.39)最小，夏、秋茶與冬茶間有顯著差異。第三葉葉面積以夏茶(1582.18 mm²)為最大，以春茶(496.27 mm²)最小，四個茶季間均有顯著差異。第三葉葉柄長以秋茶(3.26 mm)為最長，以春茶(2.86 mm)最短，春茶與夏、秋茶間有顯著差異。故由調查資料結果，三層坪茶區之茶芽葉，除了第一節間長度以春茶為最長，第二節間長和第三葉葉柄長未達顯著性差異，其餘 12 項農藝性狀調查均以夏、秋茶的調查數據為最大。

(五).武陵農場茶區

在武陵農場茶區之 16 項農藝性狀調查項目中，皆有顯著性差異(表一)。茶芽葉第一節或第二節間徑以秋季茶(1.91 mm; 2.37 mm)為最長，以春季茶(1.68 mm; 2.03 mm)最短，春茶與秋、冬茶間有顯著差異。第一節或第二節間長度以秋茶(15.44 mm; 34.08 mm)為最長，以冬茶(5.05 mm; 8.85 mm)最短，三個茶季間均有顯著差異。

第二葉葉長度以秋茶(61.27 mm)為最長，以冬茶(45.37 mm)最短；第二葉葉寬度以秋茶(23.77 mm)為最寬，以春茶(17.51 mm)最窄，兩者三個茶季間均有顯著差異。第二葉葉厚度以冬茶(0.28 mm)為最厚，其次為春、秋茶(0.25 mm)，春、秋茶與夏季茶間有顯著差異。第二葉長寬比以春茶的比值(2.93)為最大，以冬茶的比值(2.51)最小，春茶與秋、冬茶間有顯著差異。第二葉葉面積以秋茶(1030.61 mm²)為最大，以冬季茶(576.96 cm²)最小，春、冬茶與夏茶間有顯著差異。第二葉葉柄長以春茶(3.88 mm)為最長，以冬茶(2.30 mm)最短，春、秋茶與冬茶間有顯著差異。

第三葉葉長度以秋茶(74.44 mm)為最長，以冬茶(61.00 mm)最短；第三葉葉寬度以秋茶(32.99 mm)為最寬，以春茶(22.34 mm)最窄，兩者春、冬茶與秋茶間有顯著差異。第三葉葉厚度以冬茶(0.33 mm)為最厚，以秋茶(0.27 mm)最薄，春、秋茶與冬茶間有顯著差異；第三葉長寬比以春茶的比值(2.80)為最大，以秋茶的比值(2.26)最小，春茶與秋、冬茶間有顯著差異；第三葉葉面積以秋茶(1729.00 mm²)為最大，以春茶(979.50 mm²)最小，春、冬茶與秋茶間有顯著差異。第三葉葉柄長以春茶(3.95 mm)為最長，以冬茶(2.92 mm)最短，春、秋茶與冬茶間有顯著差異。由上述調查結果可知，武陵農場茶區之茶芽葉，除了第二、三葉葉厚度以冬茶為最厚，第二、三葉長寬比和葉柄長以春茶的數據為最大，其餘 10 項農藝性狀調查均以秋茶的調查數據為最大。

茶樹主要經濟利用部位為其幼嫩之一心三葉的茶芽葉，此摘採部位亦常用於判定其茶菁品質與產量的相關研究。影響茶樹芽葉農藝性狀之因子，在同一地區則以季節性變化的影響較大，故可於不同季節，調查茶芽葉的第一節及第二節節間長、節間徑；第二葉與第三葉之葉長、葉寬、葉片長寬比、葉厚、葉面積及葉柄長等農藝性狀，用以評估季節因子對茶芽葉所造成的變異情況。

本試驗於不同海拔，但經緯度相近的五個茶區，進行青心烏龍茶芽葉農藝性狀於不同季節間之觀察，共調查 16 項茶芽葉農藝性狀，結果顯示，照鏡山茶區第一節與第二節之節間長與節間徑、第二葉厚度、葉柄長和第三葉長度、寬度、厚度、葉面積、葉柄長等 11 項茶芽葉農藝性狀，季節間均達顯著差異。山坪頂茶區僅第一節徑和第三葉長寬比

季節間未達顯著差異。三層坪茶區亦僅第二節間長與第二葉葉柄長季節間未達顯著差異。石壁茶區和武陵農場茶區則所調查的 16 項茶芽葉農藝性狀季節間均達顯著差異。

鄭(1995)以茶業改良場台東分場十年生之台茶 12 號，連續三年(1995-1997)調查各季節茶芽葉農藝性狀，調查項目包括第二葉與第三葉之葉長度、葉寬度、葉厚度與葉面積及第一節與第二節之節間長與節間徑等，調查結果顯示節間徑、節間長、葉長、寬、厚及面積等，季節間有極顯著差異，此結果與本試驗相符。

陳和蔡(1999)以台灣茶業改良場茶樹品種園內所種植之 96 個品種茶樹，在春、夏、秋分別採一心三葉之茶芽葉，調查第二葉與第三葉之葉長度、葉寬度、葉厚度與葉面積及第一節與第二節之節間長與節間徑，調查結果發現夏季茶芽葉的各項農藝性狀除長寬比較小以外，其餘農藝性狀均較大。本試驗結果亦顯示，五個茶區青心烏龍茶芽葉各項農藝性狀除了第二、三葉長寬比於季節間比較，多以春茶的比值顯著較大，其餘 14 項茶芽葉農藝性狀則多以夏、秋茶可得顯著較大值。

綜合上述結果，青心烏龍茶芽葉農藝性狀，季節間多呈顯著差異，且除第二、三葉長寬比於季節間比較，多以春茶顯著較大外，其餘性狀均以夏、秋茶有顯著較大值，季節間比較，茶芽葉農藝性狀中，尤以葉厚變異較為明顯。因此，可知季節因子確實會使青心烏龍茶芽葉農藝性狀有所差異，且於季節間溫度較高的夏和秋季，茶芽葉生長情況較佳。

二、葉部組織結構之變異

(一)照鏡山茶區

不同海拔茶區青心烏龍季節間茶芽葉第三葉部構造之變異，由測定結果發現，照鏡山茶區之葉部組織結構僅葉片上表皮細胞長度、第二層柵狀細胞密度、海綿細胞長度、海綿細胞寬度及葉片下表皮細胞長度在季節間未達顯著性差異。葉片及葉肉厚度以夏茶(348.61 μm ；296.39 μm)為最厚，秋茶(235.28 μm ；197.50 μm)最薄，四個茶季間均有顯著差異。葉片上表皮細胞寬度以夏茶(26.67 μm)為最寬，以秋茶(14.45 μm)最窄，春、冬茶與夏及秋茶間均有顯著差異。柵狀組織厚度，四個茶季間均有顯著差異，其中以夏茶(99.72 μm)為最厚，以秋茶(54.45 μm)最薄。

由測定結果可知，照鏡山茶區之葉部組織結構，除了第一、二層柵狀細胞寬度和柵海比以冬茶的數據為最大，以及葉片上、下表皮細胞長度和第二層柵狀細胞、海綿細胞密度及海綿細胞寬度未達顯著性差異的調查項目，其餘 10 項葉部組織性狀均以夏、秋茶的調查數據為最大(表二、圖一)。

(二)山坪頂茶區

至於山坪頂茶區之葉部組織結構，則僅葉片厚度、葉肉厚度、葉片上表皮細胞長度、第二層柵狀細胞寬度、海綿細胞寬度及葉片下表皮細胞寬度在季節間未達顯著性差異。葉片上表皮細胞寬度以秋茶(22.22 μm)為最寬，以冬茶(17.05 μm)表現最窄，夏、冬茶與秋茶間有顯著差異。柵狀組織厚度以冬茶(85.28 μm)為最厚，而以夏茶(68.33 μm)最薄，春、夏茶與秋、冬茶間均有顯著差異。

由葉部組織結構結果可知，山坪頂茶區之葉部組織結構，除了柵狀組織厚度、第一層柵狀細胞長度、柵海比以冬茶的各項數據為最大，第一層柵狀細胞寬度、海綿組織厚度以春茶的各項數據為最大，以及葉片、葉肉厚度和葉片上表皮細胞長度及第二層柵狀細胞、海綿細胞、葉片下表皮細胞寬度等葉部組織性狀未達顯著性差異外，其餘 7 項調查性狀則均以夏、秋茶的各項調查數據為最大(表二、圖二)。

(三).三層坪茶區

然而石壁茶區之葉部組織結構，僅葉片上表皮細胞長度、第一層柵狀細胞寬度、第二層柵狀細胞長度、第二層柵狀細胞密度、海綿細胞長度及海綿細胞寬度在季節間未達顯著性差異。葉片厚度以秋茶(281.66 μm)為最厚，以冬茶(240.84 μm)為最薄，冬茶與其餘三個茶季間有顯著差異。葉肉厚度以春茶(238.61 μm)為最厚，以冬茶(200.00 μm)為最薄，春茶與夏及冬茶間均有顯著差異，而秋茶與冬茶間亦有顯著差異。葉片上表皮細胞寬度以夏茶(23.61 μm)為最寬，以冬茶(16.11 μm)表現最窄，夏茶與其餘三個茶季間有顯著差異。柵狀組織厚度以夏茶(78.61 μm)為最厚，以秋茶(66.94 μm)較窄，夏茶與秋茶間有顯著差異。

由測定結果可知，石壁茶區之葉部組織結構，除了葉肉厚度、第一層柵狀細胞密度以春茶的各項調查數據為最大，第二層柵狀細胞寬度、柵海比以冬茶的各項調查數據為最大，以及葉片上表皮細胞、第二層柵狀細胞、海綿細胞長度和第一層柵狀細胞、海綿細胞寬度及第二層柵狀細胞密度等葉部組織性狀未達顯著性差異，則其餘 8 項測定性狀均以夏、秋茶的各項測定數值為最大(表二、圖三)。

(四).三層坪茶區

此外，並可發現三層坪茶區之葉部組織結構，僅海綿細胞寬度在季節間未達顯著性差異。葉片及葉肉厚度以秋季茶(294.72 μm ；258.06 μm)為最厚，以春季茶(242.22 μm ；207.22 μm)為較薄，秋、冬茶與春及夏茶四個茶季間均有顯著差異。葉片上表皮細胞長度以秋茶(28.06 μm)為最長，以春茶(17.22 μm)表現最短，秋、冬茶與春及夏茶間均有顯著差異。葉片上表皮細胞寬度以秋茶(18.61 μm)為最寬，以春茶(15.55 μm)表現最窄，春茶與秋茶間有顯著差異。柵狀組織厚度以秋茶(87.22 μm)為最厚，以春茶(56.94 μm)表現最薄，春、夏茶與秋、冬茶間均有顯著差異。

由上述測定結果顯示，三層坪茶區之葉部組織結構，除了第一、二層柵狀細胞和海綿細胞密度以春季茶為最高，海綿細胞長度和葉片下表皮細胞長、寬度以冬季茶的各項數據為最大，以及海綿細胞寬度未達顯著性差異外，其餘 10 項調查性狀均以夏、秋茶的各項調查數據為最大(表二、圖四)。

(五).武陵農場茶區

武陵農場茶區之葉部組織結構，則僅葉片上表皮細胞寬度、海綿組織厚度、海綿細胞長度和海綿細胞寬度在季節間未達顯著性差異。葉片及葉肉厚度以冬茶(371.11 μm ；325.00 μm)為最厚，春季茶(273.06 μm ；325.00 μm)為最薄，冬季茶與春、秋季茶間有顯著差異。葉片上表皮細胞長度以秋、冬茶(29.17 μm)為最長，以春茶之 16.39 μm 為最短，春茶與秋、冬茶間有顯著差異。柵狀組織厚度以冬茶(136.94 μm)為最厚，以春茶(70.00 μm)為最薄，春、秋茶與冬茶間有顯著差異。

由葉部組織結構調查可得知，武陵農場茶區之葉部組織結構，除了第二層柵狀細

胞寬度以秋季茶作為最寬，以及葉片上表皮細胞寬度、海綿組織厚度、海綿細胞長度、海綿細胞寬度等未達顯著性差異的葉部組織性狀項目外，其餘 13 項調查性狀均以春、冬茶的各项調查數據為最大(表 2、圖 5)。

據上試驗研究測定結果得知，季節因子確實會使茶樹葉片外部的相關農藝性狀產生差異，故需進一步觀察葉片內部組織結構，來證實外部農藝形狀發生改變時，是因內部組織結構發生那些變化。另據嚴(1990)研究指出，葉部之表皮、柵狀及海綿等基本組織，直接影響茶葉的特性，與茶葉之型態、生理、生產力及製茶品質等均可能有密切關係。

因此，為得知季節因子是否影響青心烏龍葉部組織結構，本研究以五個不同海拔的茶區，觀察不同季節，第三葉之第四位置的葉部組織切片，共調查 18 項葉部組織結構性狀，結果發現，照鏡山茶區青心烏龍葉部的葉片厚度、葉肉厚度、上表皮寬度、柵狀組織厚度、第一層柵狀細胞密度和第一、二層柵狀細胞長度、寬度、海綿組織厚度、海綿細胞密度、柵海比、下表皮寬度等 13 項調查性狀，季節間均達顯著差異，山坪頂茶區和石壁茶區於 18 項葉部組織結構性狀中，均各有 12 項調查性狀，季節間均有顯著差異。至於三層坪茶區和武陵農場則分別有 17 及 15 項調查性狀，均達顯著差異水準。另可發現葉片厚度、葉肉厚度、上表皮寬度、柵狀組織厚度、海綿組織厚度、下表皮寬度等調查性狀，534 公尺以下的茶區多為夏或秋季的數值較大，如照鏡山茶區以夏季數值較大，而 534~1,560 公尺的山坪頂茶區、石壁茶區和三層坪茶區，則多以秋季的數值較大，至於 2,048 公尺的武陵農場茶區，則以冬季的數值較大。柵狀組織內的調查項目(第一、二層柵狀細胞長度、寬度和密度)大致上與上述所觀察的情況相似，而海綿細胞因為形狀較不規則，故海綿細胞長度和寬度，各採樣地點季節間多為差異不顯著。柵狀組織與海綿組織的比值，各採樣地點均以冬季的比值較其他季節大(表二；圖一、二、三、四、五)。

吳(1968)先利用茶業改良場茶樹標本園中印度系之 *Kyang*，中國福建系之鐵觀音及台灣系之青心大有第一至第三葉，依吳(1964)的分法，先將葉片分為左右兩側，再各分為七個部位，分別進行石蠟切片觀察，經調查與計算後得知，第三葉的細胞型態較為穩定；葉片右側各組織細胞大小的變異較小，且第四位置(葉片靠近基部且緊鄰中脈處)較其餘位置，有較小的變異數，遂將第三葉右側第四位，定為主要切片調查部位。再以小葉種茶樹 21 個，大葉種茶樹 9 個，進行切片並觀察不同品種葉部組織結構之比較，發現上表皮為單層細胞，呈砌磚狀橫列，小葉種茶樹平均較大葉種茶樹為寬，柵狀細胞與上表皮呈垂直排列且為狹長型，內含多量的葉綠體，小葉種茶樹的柵狀細胞有二層至三層，而大葉種茶樹只有一層，海綿細胞則呈大小不一的不規則圓形，互相分散連接而構成無數的細胞間隙和空氣室，小葉種茶樹的海綿組織較大葉種茶樹薄，但未達顯著水準；下表皮細胞亦為單層之薄壁細胞，但大小不一，故排列不似上表皮細胞平整，而細胞大小於大、小葉種茶樹間，並無明顯的差異。本試驗材料為屬於小葉種茶樹的青心烏龍，與此篇報告中，小葉種茶樹葉部切片結果相同。

陳(1982)指出，台灣各地茶區所植之青心烏龍外部形態上，呈部分差異，但茶葉品質卻大不相同，為探究其因，分別以宜蘭、坪林、鹿谷、名間、梨山、台東及茶業改良場為採樣地點，進行青心烏龍葉部組織結構之觀察，結果發現各茶區的青心烏龍葉部均具有二層柵狀細胞，呈細長形，排列整齊，但各茶區柵狀細胞密度不同，以鹿谷茶區和梨山茶區的密度較密，而台東、宜蘭茶區較疏。此觀察結果，亦與本試驗結果相似。

由上述前人研究報告和本試驗結果可知，不同茶區的青心烏龍葉部均具有二層柵狀細胞，但葉部組織內的細胞大小和密度，各茶區確實有所不同。並經由本試驗不同季節調查葉部的 18 項組織結構性狀，季節間多均達顯著差異，其中尤以柵狀組織厚度和海綿組織厚度於季節間比較，差異較為明顯，海綿細胞長度和寬度則因海綿細胞呈不規則圓形，各茶區季節間比較，多無顯著差異。因此可知季節因子確實會影響茶樹葉部組織構造。

致 謝

本論文得以完成感謝曾高彬、陳漢瑞、陳炸煙、蔡承威及呂律鋒先生提供試驗調查茶園與取樣工作；試驗研究調查期間並獲茶業改良場魚池分場前邱垂豐分場長與林金池分場長、黃正宗課長及梁煌義等先生協助，特此致謝。

參考文獻

1. 王爲一.2005.青心烏龍植體各部位組成及養分含量調查.臺灣茶業研究彙報 24: 21-30。
2. 行政院農業委員會茶業改良場.2005.茶作栽培技術.桃園：行政院農業委員會茶業改良場編印. pp. 1-11。
3. 李佳蕙.1997.滲透壓逆境下水稻癒合組織內生 indole-3acetic 與 abscisic acid 含量變化與植株再生之關係.博士論文(未出版).台北：國立臺灣大學農藝學研究所。
4. 吳振鐸.1964.茶樹新梢茸毛之形態變異及其遺傳的研究.中華農學會報新 47: 1-22。
5. 吳振鐸.1968.茶樹葉部解剖及其與茶葉品質的關係研究.中華農學會報新 64: 29-44。
6. 吳聲舜、朱德民.1999.遮蔭處理對茶樹芽葉生育與品質之影響.臺灣茶業研究彙報 18: 23-43。
7. 李淑美、陳坤龍、張清寬.2000.不同被覆資材對茶樹春茶採摘期及產量之影響.臺灣茶業研究彙報 19: 77-87。
8. 林木連、蔡右任、張清寬、陳國任、楊盛勳、陳英玲、賴正南、陳玄、張如華.2003.台灣的茶葉.台北：遠足文化事業有限公司. pp. 14-89。
9. 陳國任.1982.本省主要茶區青心烏龍種形態及其製茶品質的相關研究.臺灣省茶業改良場七十一年年報 p. 9。
10. 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。
11. 馮鑑淮、蔡俊明、施金柯、陳右人.1993.海拔高度與茶樹摘採週期、芽葉農藝性狀及包種茶品質的影響研究.臺灣茶業研究彙報 12: 47-64。
12. 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。
13. 鄭混元.1995.東部茶區氣象條件對茶樹茶芽生育之影響.臺灣茶業研究彙報 14: 47-64。
14. 嚴學成.1990.茶樹形態結構與品質鑑定.北京：農業出版社。

Variations of Agronomic Characters and Histological Structure of Chin-Shin Oolong in Tea Plantations with Different Altitudes

Fang-Ching Chiu¹ Chui-Feng Chiu^{2*} Jin-Chih Lin²
Mau-Shing Yeh³

Summary

This research is focused on five areas for tea cultivation in Taiwan with a similar longitude and latitude: Jaujingshan (180 m), Shanpingding (534 m), Shrbi (1,275 m), Santsengping (1,560 m) and Wuling Farm (2,048 m). The autumn and winter season of 2006, and the spring and summer season of 2007 were selected as the test periods. The main focuses of investigation were the agricultural characteristics of the young tea shoots, the histological structure and the chemical composition of the tea leaf, and the quality of the tea leaf. Moreover, the relatively simple correlation coefficients among these characters were further clarified. The results are described as follows:

1. Agronomic characters of the young tea shoots

Jaujingshan: The first internode diameter, the second internode diameter, the first internode length, the second internode length, the second leaf thickness, the second petiole length, the third leaf length, the third leaf width, thickness, the third leaf area, and the third petiole length all displayed significant differences between these seasons. In comparison, in Shanpingding, only the first internode diameter and the third leaf length/width did not show significant differences between the seasons. In Santsengping, both the second internode length and the second petiole length were not significantly different between all seasons. Finally, in Shrbi and Wuling Farm, the results show there were sixteen different agricultural characteristics of young tea shoots, pointing to the important differences between these seasons.

2. Histological structure of the tea leaf

Jaujingshan: Both the first and second palisade cell widths are at the maximum point in the winter tea. Shanpingding: the palisade tissue thickness and the first palisade cell length are at the maximum point in the winter tea. The first palisade cell width and spongy tissue thickness are at the maximum point in the spring tea. Shrbi: Mesophyll thickness and the first palisade cell density are at the maximum point in the spring tea. The second palisade cell width is at the maximum point in the winter tea. Santsengping: the first palisade cell density, the second palisade cell density and Spongy cell density are at the maximum point in the spring tea.

The spongy cell length, lower epidermis cell width and lower epidermis cell length are at the maximum point in the winter tea. The above-mentioned properties of the leaf histiocyte in the tea area are mostly shown in the summer and autumn tea. There are thirteen investigations showing the spring and winter tea present the maximum results. The winter tea has largest palisade tissue in every tea area.

Key words: Tea, Agronomic characters, Histological structure, Altitude

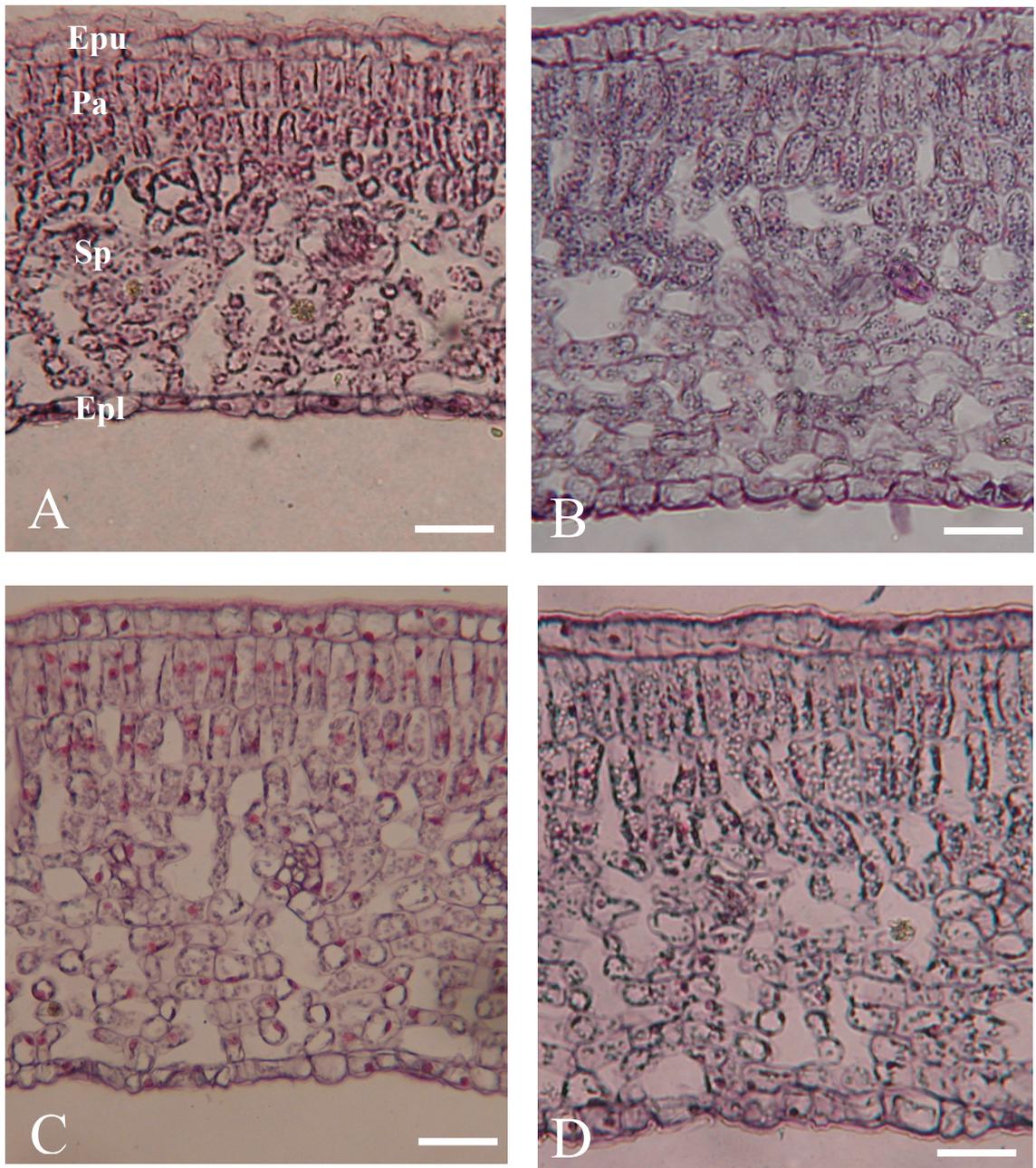
-
1. Graduate Student, Department of Agronomy, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.
 2. Senior Agronomist, Senior Secretary, Tea Research and Extension Station, Taoyuan, Taiwan, R.O.C.
 3. Professor, Department of Agronomy, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, R.O.C.
- *: Corresponding author.

表一、不同海拔茶區青心烏龍季節間茶芽葉農藝性狀之平均值
Table 1. Means of agronomic characters of Chin-Shin Oolong tea shoot in tea plantations with different altitudes

地區 Area	海拔 Altitude (m)	季節 Season*	節間徑 Internode diameter						節間長 Internode length						第一葉 2 nd leaf						第三葉 3 rd leaf														
			1-2		2-3		2-3		1st		2nd		2-3		Length		寬度 Width		長度 Length		面積 Area		葉柄長 Leafstalk		寬度 Width		長度 Length		面積 Area		葉柄長 Leafstalk				
			(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		
照鏡山 Jaujings	180	Autu	1.89a	2.29a	1.89a	13.20a	25.59a	48.69a	18.11a	2.70a	0.26b	62.190a	3.53a	63.37a	23.92ab	2.66a	0.29b	1064.48a	4.01a																
		Winte	1.71b	1.97b	7.96c	16.83c	48.55a	18.32a	2.67a	0.26b	63.745a	3.08b	56.08b	21.97b	2.57a	0.31b	871.82b	3.51b																	
		Sprin	1.57b	1.94b	10.60b	21.23b	53.17a	19.57a	2.72a	0.25b	73.704a	3.31ab	63.07a	23.45ab	2.70a	0.30b	1044.95ab	3.76ab																	
		Sum	1.89a	2.29a	11.07b	21.29b	49.15a	18.54a	2.66a	0.30a	64.485a	3.49a	65.36a	25.65a	2.56a	0.36a	1179.88a	3.99a																	
山坪頂 Shampin	534	Autu	1.54a	1.72b	5.15d	10.06c	39.39b	14.23b	2.84ab	0.26a	410.21b	2.09c	51.98b	20.08b	2.61a	0.32a	737.95b	2.86b																	
		Winte	1.58a	1.85ab	8.50c	19.73b	44.08b	16.75ab	2.64b	0.22b	528.56ab	2.56b	58.56b	22.88a	2.56a	0.25c	953.07ab	2.84b																	
		Sprin	1.69a	2.00a	12.53b	26.55a	53.26a	18.46a	2.89a	0.24ab	694.31a	3.19a	66.64a	24.07a	2.79a	0.28bc	1138.28a	3.56a																	
		Sum	1.52a	1.81ab	14.56a	25.99a	47.46ab	17.72ab	2.70ab	0.27a	591.96ab	3.34a	59.62ab	22.34ab	2.68a	0.31ab	939.84ab	3.36a																	
石壁 Shirbi	1,275	Autu	1.88a	2.24a	15.16a	31.74a	52.75bc	21.51ab	2.46b	0.26b	806.01b	3.93a	73.63b	30.36b	2.43b	0.31b	1577.26b	4.40a																	
		Winte	1.65b	1.92b	7.26c	16.62c	47.53c	19.13b	2.49b	0.25b	645.30b	3.12b	63.92c	26.60c	2.41b	0.29c	1196.35c	3.56b																	
		Sprin	1.62b	1.99b	11.90b	23.96b	54.49ab	20.01b	2.73a	0.25b	768.68b	3.27b	65.05c	24.44d	2.66a	0.29c	1118.54c	3.63b																	
		Sum	1.88a	2.34a	12.49ab	26.12b	60.09a	23.85a	2.52b	0.28a	1017.58a	3.75a	78.81a	32.81a	2.40b	0.32a	1819.26a	4.33a																	
三層坪 Santsen	1,560	Autu	1.64c	1.92c	10.86ab	19.57a	47.71b	17.50b	2.75a	0.27ab	603.64b	2.63a	59.87c	22.85b	2.64a	0.34a	970.86c	3.26a																	
		Winte	1.61c	1.90c	8.74b	21.82a	50.43b	21.36a	2.36c	0.26ab	759.44b	2.90a	67.00b	28.12a	2.39b	0.29b	1328.86b	3.24ab																	
		Sprin	1.82b	2.15b	12.48a	21.32a	39.20c	15.36b	2.56b	0.24b	425.17c	2.66a	41.71d	16.78c	2.50ab	0.25c	496.27d	2.86b																	
		Sum	2.02a	2.38a	11.95a	21.74a	59.30a	22.31a	2.67ab	0.29a	932.33a	2.88a	76.32a	29.55a	2.59a	0.33a	1582.18a	3.25a																	
武陵農 Wuling	2,048	Autu	1.91a	2.37a	15.44a	34.08a	61.27a	23.77a	2.60b	0.25b	1030.61a	3.57a	74.44a	32.99a	2.26b	0.27b	1729.00a	3.88a																	
		Winte	1.89a	2.17b	5.05c	8.85c	45.37c	18.07b	2.51b	0.28a	576.96b	2.30b	61.00b	25.96b	2.35b	0.33a	1114.70b	2.92b																	
		Sprin	1.68b	2.03b	9.25b	18.32b	51.79b	17.51b	2.96a	0.25b	636.90b	3.88a	62.52b	22.34b	2.80a	0.30b	979.50b	3.95a																	
		Sum	1.81a	2.18a	8.88a	20.44a	52.77a	19.78a	2.68a	0.27a	741.81a	3.25a	61.11a	27.42a	2.61a	0.29a	1138.28a	3.56a																	

Values with the same letters in each column are not significant difference at $p \leq 0.05$ by LSD test.

*: Autumn and Winter of 2006, Spring and Summer of 2007.



圖一、照鏡山茶區青心烏龍第三葉部組織結構

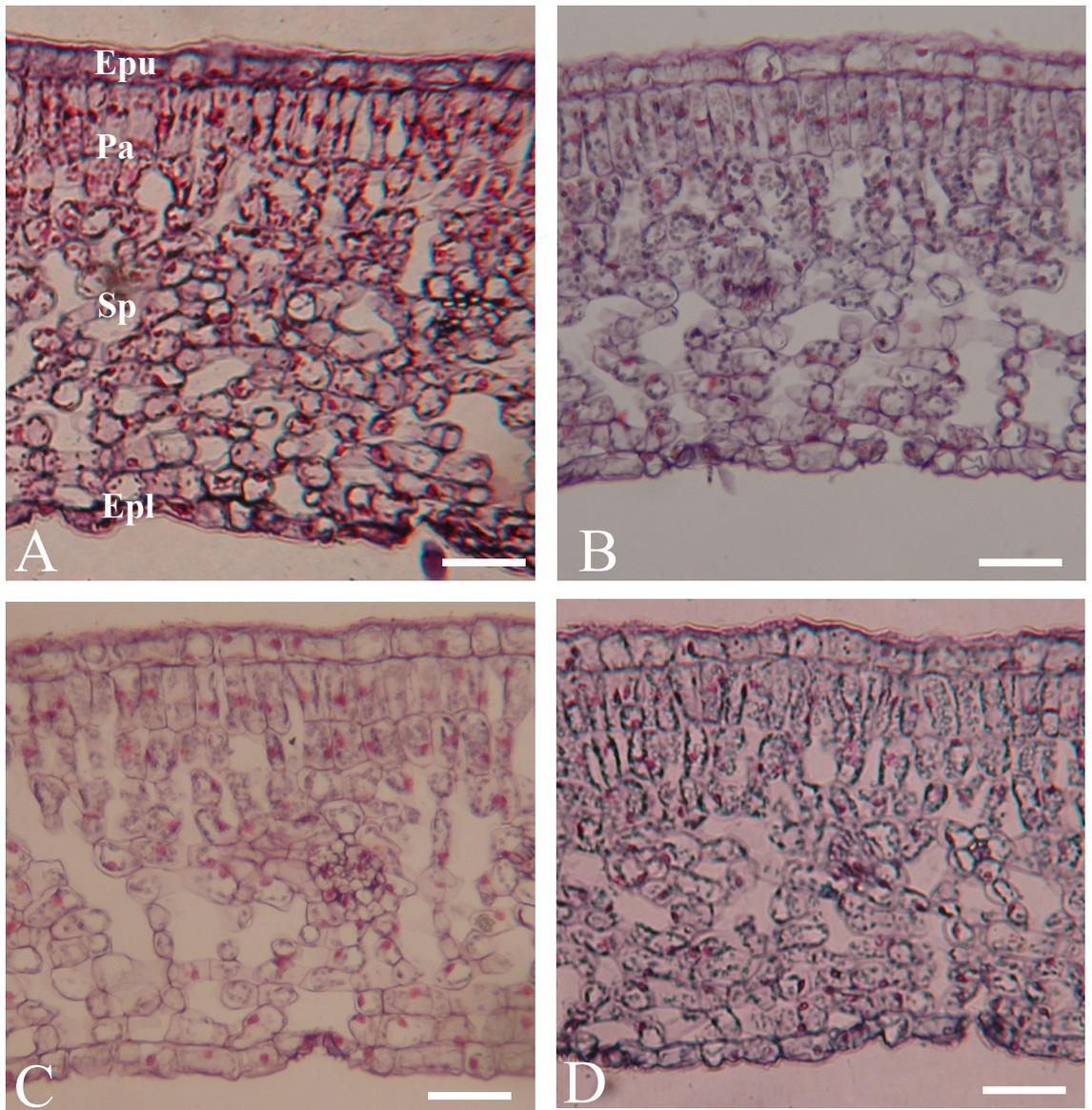
A：秋茶；B：冬茶；C：春茶；D：夏茶

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮

Fig. 1. The cross section of Chin-Shin Oolong third leaf grown in Jaujingshan area.

A: Autumn tea ; B: Winter tea ; C: Spring tea ; D: Summer tea

Epu: upper epidermis; Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis
(bar = 50 µm)



圖二、山坪頂茶區青心烏龍第三葉部組織結構

A：秋茶；B：冬茶；C：春茶；D：夏茶

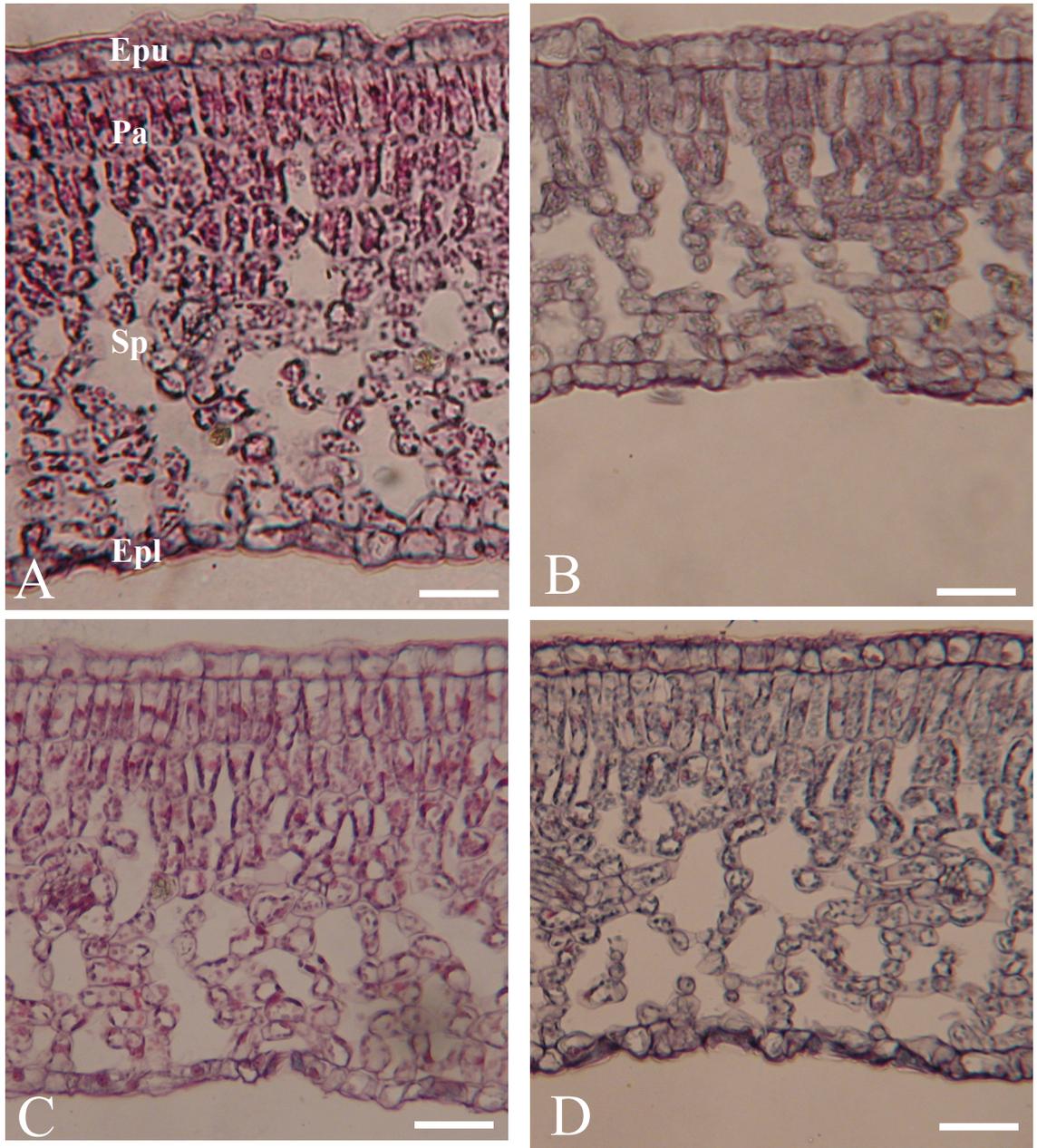
Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮

Fig. 2. The cross section of Chin-Shin Oolong third leaf grown in Shanpingding area.

A: Autumn tea ; B: Winter tea ; C: Spring tea ; D: Summer tea

Epu: upper epidermis; Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis

(bar = 50 μ m)



圖三、石壁茶區青心烏龍第三葉部組織結構

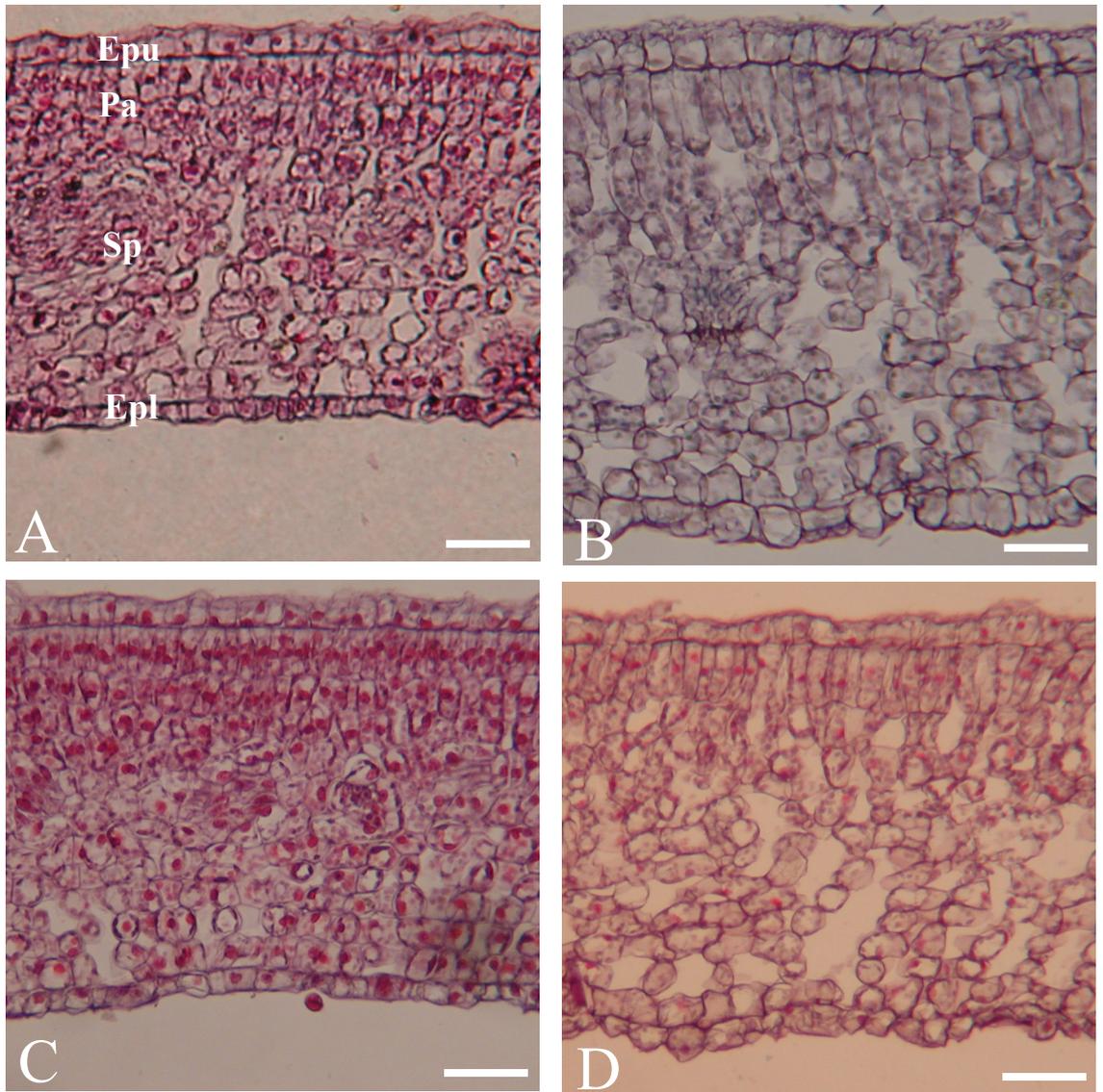
A：秋茶；B：冬茶；C：春茶；D：夏茶

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮

Fig. 3. The cross section of Chin-Shin Oolong third leaf grown in Shrbi area.

A: Autumn tea ; B: Winter tea ; C: Spring tea ; D: Summer tea

Epu: upper epidermis; Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis
(bar = 50 µm)



圖四、三層坪茶區青心烏龍第三葉部組織結構

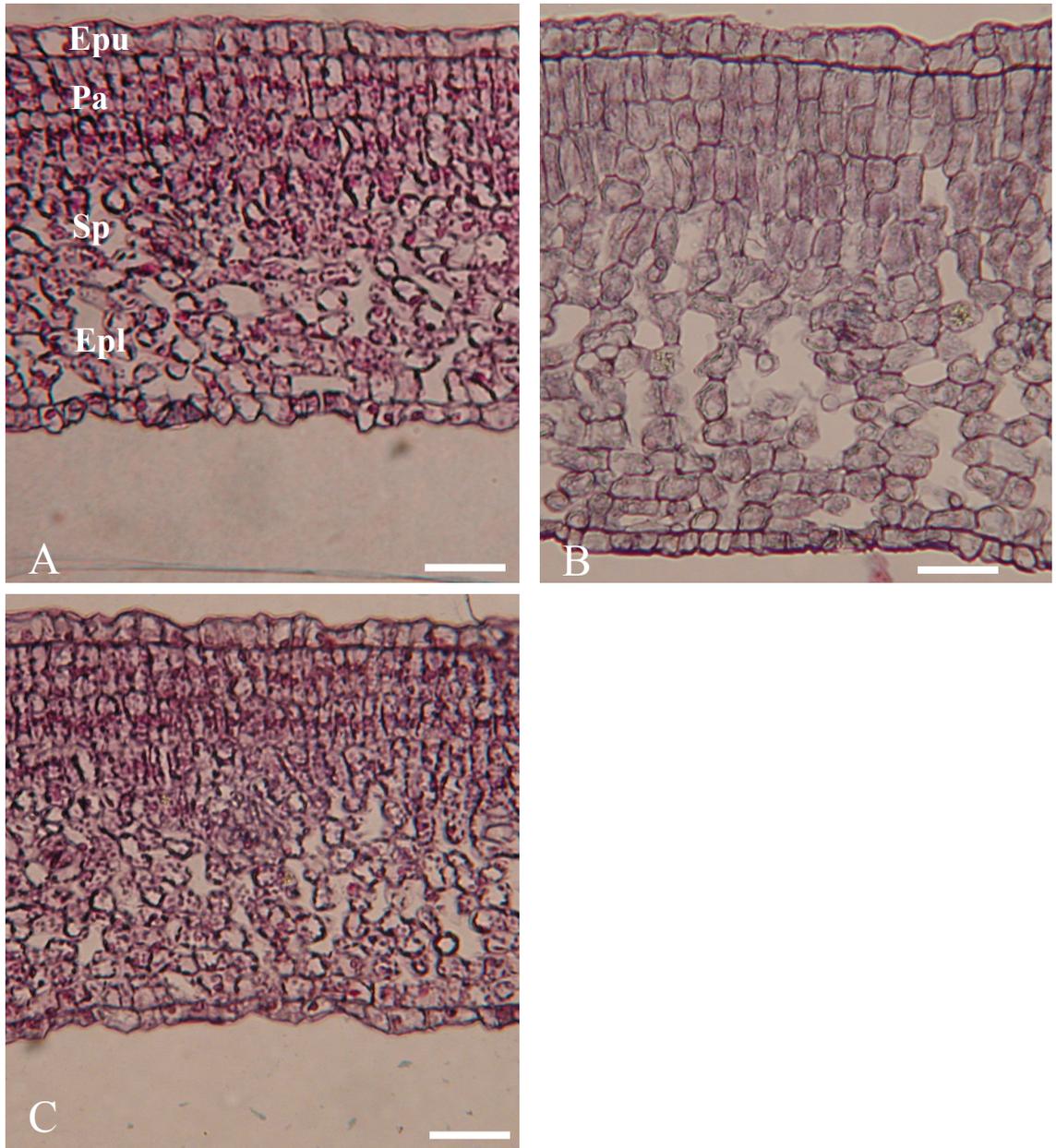
A：秋茶；B：冬茶；C：春茶；D：夏茶

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮

Fig. 4. The cross section of Chin-Shin Oolong third leaf grown in Santsengping area.

A: Autumn tea ; B: Winter tea ; C: Spring tea ; D: Summer tea

Epu: upper epidermis; Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis
(bar = 50 μ m)



圖五、武陵農場茶區青心烏龍第三葉部組織結構

A：秋茶；B：冬茶；C：春茶

Epu：上表皮；Pa：柵狀組織；Sp：海綿組織；Epl：下表皮

Fig. 5. The cross section of Chin-Shin Oolong third leaf grown in Wuling Farm area.

A: Autumn tea ; B: Winter tea ; C: Spring tea

Epu: upper epidermis; Pa: palisade tissue; Sp: spongy tissue; Epl: lower epidermis
(bar = 50 μ m)

茶樹夏季枝條留養日數對不同茶季產量 及品質之影響

鄭混元 范宏杰¹

摘要

本研究於 2003 至 2007 年在台東縣鹿野鄉龍田台地（北緯 22° 54' 37"、東經 121° 07' 25"、海拔 175 m）茶業改良場台東分場台茶 12 號茶園，進行枝條留養日數對茶樹產量及品質之影響。本試驗目的在於建立茶樹枝條留養適期及健康枝條培育技術，進而提高全年（春冬茶）產量及製茶品質。試驗處理包括四種枝條留養日數（A）120 天、（B）105 天、（C）90 天、（D）75 天與（E）無留養（對照）。由試驗結果顯示經剪枝後留養區茶樹樹高、樹冠、枝條長度、枝徑、葉層厚度高於無留養區，枝條數則呈現相反的變化，各項植株性狀隨著留養日數的遞增而呈現更明顯的差異。留養區的茶芽較長且大，葉片較大且厚，無留養區之茶芽較短且細小，葉片較小且薄。剪枝後幾個茶季處理間萌芽密度差異明顯，隨著留養日數的遞增其萌芽密度已有逐漸減少的趨勢；但是隨茶季剪枝次數的增加，留養區與無留養區的差異已不明顯。其他各項產量性狀的變化則不似萌芽密度明顯。樹勢中等的茶樹在剪枝後當季就已顯現留養效益；而樹勢較強的茶樹則於次茶季才呈現留養的效果。無論樹勢，以留養 90 天及 105 天有較高的產量。留養區茶樹剪枝後初期幾個茶季製茶品質尚不是很穩定；而且留養日數愈長，其品質有略低的趨勢；但隨著茶季遞增而呈現出較佳的品質。

關鍵字：茶樹、枝條、留養日數、產量、品質

前言

東部茶區全年平均氣溫高、日照強，茶樹年生長期長，全年無休眠現象，一年可以採收 6-7 次（鄭，1995）。茶樹常因過度採摘而沒有適度休養，以致樹勢衰弱。因此夏季留養枝條不行採摘，以培養強壯的枝條及擴展樹冠面，度過夏季高溫炎熱之季節，避免乾旱的

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

危害(蔡等, 1997、蔡, 1998)。此外由於市場的供需, 以及消費者往往偏好春冬產製的茶葉; 而且夏秋生產之茶葉品質也不如春冬茶, 銷售價格較低, 不敷產製成本, 又要兼顧春冬茶產量及品質, 因此利用產期調節技術來分散產期, 及提高春冬茶產量(陳, 1998; 馮等, 1994; 馮及陳, 1995; 馮, 1996、1997、1999)。以致茶園管理模式由無留養之冬季剪枝, 演變成爲留養之夏季剪枝, 夏茶季或夏秋茶季不行採摘, 藉由枝條留養達到培育樹勢, 以產製春冬茶爲主力的栽培模式(鄭及范, 2001)。

關於茶樹枝條留養栽培管理之研究, 以往都著重於枝條留養後的管理, 已進行的相關研究包括 1、茶樹不同停採處理對產量及品質之影響。2、東部茶區夏茶停採後應用剪枝時期調節冬茶產期及產量之研究。3、夏季留養後剪枝深淺對茶樹產量及產期之影響研究。4、東部茶區早春及晚冬茶產期調節技術之研究。由相關試驗結果顯示, 夏茶、六月白及秋茶停採, 可提早冬茶採摘, 而且葉面積較大, 芽數多及茶芽較重。利用剪枝時期調節冬茶及晚冬茶產期爲最經濟有效的方法。依其剪枝時期的早晚, 可獲得的採收模式有春冬茶採收四次, 即早春、春、冬及晚冬茶。另爲春冬茶採收三次, 即一爲冬、早春及春茶。二爲冬、晚冬及春茶。夏茶留養後在黃綠色稍微木質化枝條處剪枝, 在晚冬茶及早春茶生產上可獲較高的效益(蔡等, 1997; 馮, 1999; 范及鄭, 2001; 鄭及范, 2001)。

夏茶季節停採讓茶樹枝條繼續生長至一段時間再進行剪枝作業, 枝條留養時間及管理措施會影響全年茶樹產量及品質。以往栽培者都只重視枝條留養後的管理, 而忽略枝條生長期間之管理作業。往往造成枝條品質不佳, 枝條粗老且株間不均勻, 病蟲危害嚴重。由於枝條品質良莠不齊, 需投入更多的成本來管理留養後之茶樹, 勢必增加肥料及農藥的使用, 因而造成茶園環境的污染。所以有必要了解茶樹留養期間枝條生長特性及適度的管理方式, 在留養期間以最不干擾茶園之管理措施, 來提高枝條品質而供全年生產使用。因此本試驗目的在探討夏季茶樹留養期間健康枝條的培育, 綜合茶季間產量分佈及植株性狀的變化, 建立茶樹枝條留養適期及健康枝條培育技術, 進而提高全年產量及製茶品質。

材料與方法

一、材料

本試驗於 2003 至 2004 年及 2006 至 2007 年在台東縣鹿野鄉龍田台地(北緯 22°54'37"、東經 121°07'25"、海拔 175 m)茶業改良場台東分場茶園之台茶 12 號進行。

二、方法

(一) 枝條留養日數

在不同年度分別進行茶樹枝條留養日數處理試驗, 2003 年試驗區茶樹樹勢中等, 2006

年試驗區茶樹樹勢較強壯。不同留養日數處理，包括 (A) 120 天、(B) 105 天、(C) 90 天、(D) 75 天、(E) 無留養 (對照)。分別於 4/25、5/10、5/25 及 6/9 進行剪枝處理，待枝條留養至 8/23 再進行剪枝工作，藉此調整不同留養日數，而達到同一時間剪枝，讓茶芽生長於相同的氣候環境，以利進行後續的調查工作。剪枝位置為距離紅褐色已木質化枝條 (紅骨) 上方 5 公分綠色稍木質化枝條 (綠骨) 處剪枝。每季採收後隨即進行剪枝，往下修剪一至二節，去除當季之茶芽著生點，以利次季茶芽萌發，這項修剪作業在每季茶採摘後均需進行。

(二) 試驗設計

試驗設計採逢機完全區集設計，重複四次，共 200 欖茶樹，兩個年度計 400 欖茶樹。

(三) 調查項目

調查項目包括各茶季茶樹樹高、樹冠、茶芽與葉片性狀、萌芽密度、百芽重、產量及製茶品質。留養後剪枝前在茶園試驗區現場調查樹高、樹冠、紅綠交接高度，並且每處理每重複採取五個枝條，取回室內調查枝條長、枝條紅綠交接長、葉片數、葉面積 (整個枝條)、鮮葉重、鮮枝重、乾葉重、乾枝重。剪枝後現場調查樹高、樹冠、枝條長度、枝條徑、枝條數目、葉層厚度。每季採收時調查採前樹高、採前樹冠、採後樹高、採後樹冠、萌芽密度、百芽重、產量、茶芽性狀、葉片農藝性狀、節間徑及葉片厚度。並於採收後往下修剪一至二節或不修剪 (無留養)。調查芽葉農藝性狀依據茶業改良場茶樹育種程序 (臺灣省茶業改良場, 1993) 所訂定之項目及方法調查。每一重複隨機取 10 個芽葉調查。

1、植株性狀

- (1) 樹高：量測地面至枝條最高部位。
- (2) 枝條紅綠交接高度：量測地面至枝條紅綠交接處部位。
- (3) 樹寬：係調查茶樹枝葉擴展寬度，選擇樹冠生育整齊之茶欖為調查點。
- (4) 枝條長：量測剪枝後枝條基部至頂端之長度。
- (5) 枝條紅綠交接長度：量測剪枝後枝條基部至紅綠交接之長度。
- (6) 枝徑：以厚度計測量剪枝前枝條紅綠交接處及剪枝後枝條頂端節位之直徑。
- (7) 枝條葉片數：計算枝條著生之葉片數。
- (8) 枝條葉面積：以葉面積儀量測整個枝條的葉片面積。
- (9) 枝葉鮮物重：量測枝條及葉片的鮮物重。
- (10) 枝葉乾物重：量測枝條及葉片的乾物重。
- (11) 枝數：以 30 cm×30 cm 密度框，量測計算樹冠中心枝條數，隨機量取 3 處計算平均值。
- (12) 葉層厚度：葉層厚度是測定剪枝後由剪枝面向下有葉片著生之葉層。

2、茶芽性狀

- (1) 葉片數：計算茶芽之葉片數。
- (2) 芽長：量測全芽長度，由芽葉基部至頂端之長度。
- (3) 採摘芽長：量測一心三葉茶芽之枝葉基部至頂端長度。
- (4) 節間徑：第二及第三節間枝梗直徑。
- (5) 節間長：第一葉腋至第二葉腋及第二葉腋至第三葉腋之長度。

3、葉片性狀

- (1) 葉長：測量第二葉、三葉片最長之長度。
- (2) 葉寬：測量第二葉、三葉片最寬之寬度。
- (3) 葉面積：葉長×葉寬×0.7。
- (4) 葉厚：以厚度計測量葉片中間主脈兩旁厚度。

4、產量性狀

- (1) 萌芽密度：以 30 cm×30 cm 密度框，量測計算樹冠中心茶芽數，隨機量取 3 處計算平均值。
- (2) 對口芽：以 30 cm×30 cm 密度框，量測計算樹冠中心對口茶芽數，隨機量取 3 處計算平均值。再以對口芽佔萌芽密度之百分比換算對口芽比率。對口芽係指當茶芽頂端生長至最後一個芽葉成熟時，芽會停止生長，形成僅存小葉的休眠芽(又稱駐芽)，駐芽兩側的葉隨即開面，此種形成駐芽的幼枝俗稱「對口枝」，所採摘的芽俗稱對口芽、對口葉。
- (2) 百芽重：測量 100 個採摘茶芽之鮮重及乾重。
- (3) 產量：茶樹產量為調查小區面積內的產量，換算為單株產量。

5、製茶品質

製茶品質係以採收之茶菁製作條型綠茶，然後進行官能品評分析，秤取茶葉 3 公克，沖泡於 150 ml 之沸水中 5 分鐘，品評項目分為外觀(10%)、色澤(10%)、水色(20%)、滋味(30%)及香氣(30%)。

(四) 資料分析

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

結果與討論

一、枝條留養日數對植株性狀之影響

由不同留養日數的植株生育情形顯示，年度間不同處理各項植株性狀呈現相同的變化趨勢，有些性狀在處理間變化明顯，而部分性狀沒有明顯的差異。由 2003 年不同留養日數

植株性狀變化可看出，樹高、紅綠高、樹冠、枝長、紅綠長在處理間有顯著的差異，而紅綠徑則沒有明顯的變化。2006年樹高、枝條長度、紅綠長、紅綠徑在處理間呈現明顯的差異，而紅綠高及樹冠則未呈現顯著差異（表一）。不論年度，處理間各項乾物質生產性狀有相同的變化趨勢，而且以2003年乾物質生產性狀的各項測值高於2006年。葉片數、葉面積、葉鮮乾重、枝鮮乾重及枝葉鮮乾重在處理間呈現明顯的差異，以留養區高於無留養區，而且隨著留養日數愈長，其枝條各項乾物質生產性狀有明顯偏高之趨勢（表二）。由此顯示茶樹留養日數愈長，其樹高、枝條長度、紅綠長、紅綠徑、葉片數、葉面積、枝葉鮮乾重明顯高於無留養區，而且處理間呈現顯著的差異。

經剪枝後之茶樹樹高、樹冠、枝條長度、枝徑、枝條數、葉層厚度在處理間差異明顯，以留養區與無留養區兩者差異最明顯。其中樹高、樹冠、枝條長度、枝徑、葉層厚度有明顯的變化，而且隨著留養日數遞增，其各項植株性狀呈現較高之現象，但枝條數則呈現相反之結果，兩個年度有相同的變化。樹高、樹冠、枝條長度及葉層厚度隨著茶季（剪枝次數）而逐漸縮減，但枝徑及枝數則有增加的趨勢，兩個年度有相同的變化。其中樹高、樹冠及葉層厚度在處理間的變化逐漸不明顯（表三、四）。

由上述結果顯示茶樹枝條留養後會造成樹冠面各項植株性狀有所差異，以致影響其後之芽葉生育及產量的高低。而無留養區枝條數增加且明顯高於留養區，其原因在於無留養區未進行枝條留養，而且於試驗處理前每季進行採摘，試驗期間不修剪或僅進行修面，其枝條尚屬於綠色之嫩枝，枝條數多且密，以致萌芽數目逐漸增加。由於不同留養日數造成枝條成熟度差異的變化，以致同一枝條不同部位呈現出深褐色、黃綠色、綠色已木質化及綠色稍微木質化的變化（蔡，1986；蔡及陳，1991）。枝條留養日數愈長，其枝條愈成熟，留養區每季採收後隨即進行剪枝，往下修剪一至二節，去除當季之茶芽著生點，以利次季茶芽萌發，這項修剪作業在每季茶採摘後均需進行。茶樹冠面經修剪後，已去除一些當季的嫩枝，枝條數目沒有明顯變化，茶芽是從原有的留養枝條再萌發，以致留養區的萌芽密度低於無留養區。而留養區間萌芽密度的差異在於留養日數長短的影響，因而產生不同的枝條成熟度；而且由於剪枝後枝條長度的差異，進而影響茶芽萌發。不同留養日數枝條成熟度的變化，不但影響剪枝後各項植株性狀，而且對各茶季芽葉及產量性狀亦有所影響。

二、枝條留養日數對茶芽性狀之影響

不論茶季，留養區之葉片數、芽長、採摘芽長、節間徑及節間長高於無留養區，兩個年度有相同的趨勢。留養區與無留養區之茶芽性狀有明顯的差異，而且隨著留養日數的增加，其變化更加明顯。再隨著剪枝次數的增加，至夏茶有些性狀已沒有明顯的差異。由年度、季節、留養日數之茶芽性狀的變化顯示，其中2003年秋茶季留養區採摘長、第一與第二節間徑及第一節間長明顯高於無留養區。冬茶季留養區芽長及第一節間長明顯高於無留

養區。2004 年春茶季留養區葉片數、芽長、採摘長、第一節間徑及第一與第二節間長明顯高於無留養區 (表五)。2006 年秋茶季留養區葉片數明顯高於無留養區。冬茶季葉片數、芽長、採摘長、第一與第二節間徑及第一與第二節間長明顯高於無留養區。2007 年早春茶季葉片數、芽長、採摘長、第二節間徑及第一與第二節間長明顯高於無留養區。春茶季留養區芽長、第一與第二節間徑及第一與第二節間長明顯高於無留養區。夏茶季只有留養區葉片數明顯高於無留養區 (表六)。由上述結果顯示, 茶樹枝條留養日數的長短確實影響茶芽生長。整體而言, 留養區的茶芽較長且大, 相對的無留養區之茶芽較短且細小, 以春茶、早春茶及冬茶比較明顯。

三、枝條留養日數對葉片性狀之影響

不論茶季, 留養區之葉長、寬與面積高於無留養區, 葉厚在處理間差異不大, 兩個年度有相同的趨勢。留養區與無留養區之葉片農藝性狀有明顯的差異, 而且隨著留養日數的增加, 其變化更加明顯, 但不同留養日數大部分性狀並未達顯著差異。再隨著剪枝次數的增加, 至夏茶葉片農藝性狀幾乎不受留養日數的影響。由年度、季節、留養日數之葉片性狀的變化顯示, 其中 2003 年秋茶季留養區第二及第三葉長、寬與面積明顯高於無留養區。冬茶季第二葉寬與面積及第三葉厚明顯高於無留養區。2004 年春茶季留養區第二與第三葉長、寬與面積明顯高於無留養區 (表七)。2006 年冬茶季留養區第二及第三葉長、寬、面積與葉厚明顯高於無留養區。2007 年早春茶留養區第二及第三葉長與寬、第二及第三葉面積明顯高於無留養區 (表八)。由上述結果顯示, 茶樹枝條留養日數的長短確實影響葉片生長, 但其影響程度稍低於對茶芽性狀的影響。整體而言, 留養區葉片較大且厚, 相對的無留養區之葉片較小且薄。茶季間留養區與無留養區葉片性狀的差異, 以春茶、早春茶及冬茶比較明顯。

四、枝條留養日數對產量性狀之影響

2003 年樹勢中等的台茶 12 號茶樹品種, 於枝條留養剪枝後採摘秋茶, 其單株產量以無留養區之 75.0 公克低於留養區之 103.3-116.7 公克。雖然處理間未達顯著的差異, 但還是可以看出留養區的產量明顯高於無留養區。由處理間產量變化顯示, 枝條留養的效果在剪枝後當季茶就已顯現出來。樹高及百芽鮮重以留養區高於無留養區, 兩區呈現顯著的差異; 唯不同留養日數差異不大。留養處理間樹冠及百芽乾重沒有顯著的差異, 萌芽密度以無留養區高於留養區。冬茶季處理間的產量已達顯著的差異, 以留養 120 天產量高達 105.0 公克, 顯著高於無留養區之 65.5 公克, 其他留養日數產量則介於 98.3 至 87.0 之間, 其與無留養區沒有達到顯著的差異。樹高及百芽鮮乾重有相同的趨勢。萌芽密度則呈現相反的趨勢, 以無留養區高達 92.5 個芽, 留養 75 天有 81.4 個芽, 其他留養日數則呈現偏低的現象,

介於 38.8 至 44.1 之間，而且萌芽密度隨著留養日數增加而呈現降低之趨勢。2004 年春茶季產量及產量性狀與冬茶季有相同的變化趨勢，留養 90 天以上之產量已明顯高於無留養區，而且留養區萌芽密度已有增加之現象；但還是低於無留養區。百芽鮮乾重明顯高於無留養區，兩區達到顯著的差異。夏茶季產量以留養區高於無留養區，以留養 90 天產量 183.3 公克，明顯高於無留養區，其他留養日數的產量也高於無留養區，但並未達顯著的差異。不同留養日數處理間萌芽密度已沒有明顯的差異，可見萌芽密度於留養後剪枝初期呈現比較明顯的差異，但是隨著茶季剪枝次數的增加，留養的效果已有逐漸減緩的現象，留養區與無留養區的差異已不明顯。樹高及樹冠有相同的變化趨勢（表九）。

2006 年樹勢較強的台茶 12 號茶樹品種，於枝條留養剪枝後採摘秋茶，其單株產量以無留養區之 163.3 公克高於留養區之 98.5~123.5 公克，處理間有顯著的差異；唯不同留養日數之產量並未達到顯著的差異，枝條留養 120 天之產量反而呈現較低之現象，由此結果顯示枝條留養的效果尚未於當季茶表現出來。留養區之萌芽密度介於 37 至 52.5 個芽，低於無留養區之 87.6 個芽，而且隨著留養日數增加其萌芽密度有降低之現象。對口芽也呈現相同的變化趨勢，隨著留養日數的增加，其秋茶對口芽呈現逐漸降低之現象，而無留養區之對口芽比率高達 100%。樹高、樹冠、百芽重在處理間則未呈現非常明顯的差異，但無留養區之百芽重稍低於留養區。無留養區為經過連續採摘之茶樹，已採摘春夏茶，採後不經修剪或僅修面讓茶芽生長較整齊，嫩枝數多，萌芽點增加，以致其冠面上之萌芽密度高於留養區。由於無留養區對口芽明顯增加，其茶芽較小且較易老化，所以茶菁品質較劣，而影響後續之製茶品質。無留養區之產量反而高於留養區，主要在於萌芽密度較高，而留養區萌芽密度低且芽重不高以致秋茶產量較低。冬茶季留養區樹高、樹冠及萌芽密度與無留養區有顯著的差異，但不同留養日數則差異不大。處理間對口芽及對口芽比率的變化，與秋茶有相同的趨勢，但留養區則呈現增加的現象。留養區與無留養區對口芽呈顯著差異，但留養日數處理間則未達顯著差異。無留養區萌芽密度明顯增加，留養區之萌芽密度亦逐漸增加，唯增加幅度低於無留養區。留養區之冬茶產量已高於無留養區，而且留養 105 天之每株產量 107.3 公克與無留養區之 86.5 公克達顯著差異，由此顯示在冬茶季節茶樹已呈現出留養的效果。再比較留養區的產量，以留養 75、90 天及 105 天之產量高於 120 天，但並無顯著的差異。至 2007 年早春茶及春茶處理間產量的變化，雖然未達顯著的差異，但可看出留養區產量高於無留養區，其中以春茶產量的變化最為明顯，留養 90 及 105 天有較高的產量，分別為 191.5 及 165 公克，而無留養區產量為 122.5 公克。百芽鮮重及乾重與產量有相同的變化趨勢，而萌芽密度及對口芽則與秋冬茶季呈現相同的結果。夏茶季處理間產量有顯著的差異，還是以留養區高於無留養區，以留養 90 及 105 天產量最高，其次為留養 75 及 120 天，其他產量性狀在處理間則已呈現比較不明顯的差異，顯示留養區的效果在夏茶季已有逐漸減緩之現象（表十）。

整體而言，剪枝後幾個茶季處理間萌芽密度呈現比較明顯的差異，而且留養日數愈長，其萌芽密度有減少的趨勢，但是隨著茶季剪枝次數的增加，留養區與無留養區的差異已不明顯，其他各項產量性狀則不似萌芽密度明顯。樹勢中等的茶樹在剪枝後當季茶就已顯現留養效果；而樹勢較強的茶樹則於次季茶才顯現留養的效果，無論樹勢，以留養 90 天及 105 天有較高產量。

2006 年秋茶季並未因枝條留養而獲得較高的產量，無留養區反而有較高的產量，但其他茶季皆以枝條留養而獲得較高的產量。再由 2003 年秋茶季產量可看出枝條留養後亦提高產量。由此顯示茶樹枝條留養確實能夠達到增產的效果。2006 年秋茶季並未因留養而獲得增產，可能在於茶樹樹勢較強，剪枝後第一次採摘，尚未顯現留養的效果，其後之茶季的產量則已呈現留養的效益。而 2003 年在秋茶就已顯現留養的效果，該試驗區茶樹為中等樹勢，可能因茶樹留養培育樹勢，以致產量較高。再由處理間百芽重及萌芽密度的變化可看出，百芽重在處理間差異不大，而萌芽密度差異達顯著，由此顯示萌芽密度為影響產量的重要因子。由處理間產量及產量性狀的差異顯示，茶樹留養日數以 90 天至 105 天，其枝條才能足夠供應全年生產，而留養 75 天及 120 天，會造成枝條留養過短或過長，以致不足以供應全年生產利用，或留養過長造成枝條粗大老化而影響產量及品質。

五、枝條留養日數對製茶品質之影響

在 2003 至 2004 年分別製作秋茶、冬茶、春茶及夏茶計 4 個茶季的綠茶，2006 至 2007 年多了一季早春茶的採製，合計有 5 個茶季的綠茶。由品評結果顯示，2003 年之秋冬茶季以枝條留養 75 及 90 天，以及無留養區優於留養 105 及 120 天，至春夏茶反而以留養 90 天以上有較佳的品質，香氣及滋味有同樣的趨勢，各茶季處理間水色則沒有明顯的差異，秋春茶季綠茶形狀及色澤與品質總分有相同的趨勢（表十一）。

2006 至 2007 年各茶季處理間製茶品質的差異並不明顯，而且比較沒有一致性，秋茶以留養 105 及 120 天製茶品質較佳。冬茶之留養區與無留養區有顯著的差異，而且以無留養區製茶品質優於留養區，唯不同留養日數處理間則沒有顯著的差異。早春茶留養區呈現較佳的品質，其中以留養 90 天品質最佳，早春茶季茶芽生長受低溫的影響，茶芽生長顯得比較短小，由處理間芽葉性狀即可看出留養區與無留養區的差異是非常明顯，以留養區茶菁品質優於無留養區，芽葉生長不佳可能對製茶品質有所影響。春茶製茶品質在處理間則沒有一致性。夏茶留養區的製茶品質亦呈現較佳之趨勢。其他品評項目有相同的變化（表十二）。

整體而言，枝條留養日數較長，剪枝後初期幾個茶季製茶品質尚不是很穩定，但隨著茶季遞增其品質則有呈現較佳的趨勢。早春茶期間容易受到低溫逆境的影響，茶樹經過適當的留養枝條，其健壯的枝條能夠有較好的抗氣候逆境能力，其芽葉生育亦良好，因而有

較佳的茶菁品質，所製的茶葉品質亦優於無留養區。雖然春冬茶季芽葉生長也有相同的現象，但留養區與無留養區芽葉差異比較不明顯，可能因此製茶品質不似早春茶表現明顯。在沒有人為干擾時製茶品質之優劣來自茶菁品質的影響，而茶菁品質則受到氣象條件的影響，利用栽培管理培養樹勢降低氣候環境的影響程度，進而提高製茶品質，茶樹留養不失為一可行的方式，尤其以生產春冬茶（早春晚冬）為主力的茶園。

結 論

經由枝條留養日數對茶樹植株、芽葉及產量性狀與製茶品質的影響，建立茶樹枝條留養適期，進而利用於茶園生產管理。留養日數太短或過長會影響枝條的品質，芽葉的生育亦受到影響，不但影響當季茶葉產量，同時會造成全年產量的分佈有所變化。經過枝條留養的茶樹，其枝條粗大數量較少，茶芽較長且大，葉片較大且厚。剪枝後初期萌芽密度差異明顯，隨著茶季遞增留養區與無留養區的差異已不明顯。芽葉產量以留養 90 天及 105 天高於其他留養日數。所以掌握枝條留養適期，培育良好的枝條品質，具有調節產期、產量及獲得較佳的茶菁品質，以致提高製茶品質。茶樹樹勢為影響枝條品質重要的因素，若樹勢較弱，其病蟲危害大，容易造成枝條留養受到影響，不易培育強壯的枝條，需注意留養期間茶樹的病蟲害管理，以及留養前樹勢的培養，如此才會有良好的枝條留養效益。適度的枝條留養，培育無污染健康的枝條，對其後之茶園管理，應可以減少施用肥料及農藥，達到合理化施肥及農藥減量之目的。

參考文獻

1. 范宏杰、鄭混元.2001.夏季留養後剪枝深淺對茶樹產量及產期之影響研究.茶業改良場年報 pp. 55-58。
2. 陳右人.1998.春冬季茶菁產期調節技術.茶業技術推廣手冊--茶作篇 pp.107-116.台灣省茶業改良場編印。
3. 馮鑑淮、陳國任.1995.東部茶樹品種產期、產量、化學成分與包種茶品質之比較研究.台灣茶業研究彙報 14: 27-45。
4. 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.台灣茶業研究彙報 13: 9-26。
5. 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.台灣茶業研究彙報 15: 11-24。
6. 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.台灣茶業研究彙報 16: 37-50。

7. 馮鑑淮.1999.東部茶區夏茶停採後應用剪枝時期調節冬茶產期及產量之研究.茶業改良場年報 pp. 60-66 。
8. 臺灣省茶業改良場.1993.臺灣省茶業改良場茶樹育種程序.台灣茶業研究彙報 12: 147-154 。
9. 鄭混元.1995.東部茶區氣象條件對茶樹芽葉生育之影響.台灣茶業研究彙報 14: 47-64 。
10. 鄭混元、范宏杰.2001.東部茶區早春及晚冬茶產期調節技術之研究.茶業改良場年報 pp. 67-73 。
11. 蔡俊明.1986.插條成熟度對茶樹扦插生育及發根之研究.台灣茶業研究彙報 5: 45-50 。
12. 蔡俊明、陳右人.1991.枝條成熟度對青心烏龍與台茶 12 號茶樹扦插成活率之影響.台灣茶業研究彙報 10: 15-22 。
13. 蔡俊明.1998.茶樹剪枝管理.茶業技術推廣手冊--茶作篇 pp. 151-162.台灣省茶業改良場編印。
14. 蔡俊明.1997.茶樹不同停採處理對產量及品質之影響.茶業改良場年報 pp. 16-20 。

Effects of Shoot Retention Period on the Yield and Quality of Tea Trees in Summer Season

Hun-Yuan Cheng Horng-Jey Fan¹

Summary

This experiment was conducted to establish a suitable summer shoot retention period and healthy shoot cultivation techniques, to improve whole year tea shoot yield and quality. The experiment was performed from 2003 to 2007 in Lungteng, Luyeh district, Taitung, with TTES No.12. The shoot retention period treatments included (A) 120, (B) 105, (C) 90, (D) 75 days and (E) no retention (CK), respectively. The results of the experiment showed plant height, plant width, shoot length, shoot diameter and leaf thickness of shoot retention treatment were higher than with no retention treatment. But the shoot number showed a contrary trend. After pruning, the shoot density was clearly different among retention treatments at the beginning of the tea season, and showed a gradually decreasing trend with an increased retention period. As the pruning number was increased, the shoot density of the retention period treatments did not display a clearly significant difference. The change in the other yield characteristics was smaller than that of shoot density. The first tea season after pruning showed a retention benefit for tea trees of middle vigor. The second tea season displayed a clear retention benefit for tea trees of stronger vigor. Regardless of the tree vigor, a retention of 90 and 105 days showed higher tea shoot yield. The quality of made tea was not very stable which conducted retention treatment in the early tea seasons after pruning. The trend is that the tea quality had slightly decreased with longer retention period. But tea quality had become better through tea seasons increased gradually

Key words: Tea tree, Shoot, Retention period, Yield, Quality

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

表一、夏季枝條不同留養日數對茶樹枝條性狀之影響

Table 1. Effects of different retention period on the shoot characteristics of tea tree in summer

season		枝條性狀 Shoot characteristics					
年度	留養日數	樹高	樹冠	枝條長	紅綠高	紅綠長	紅綠徑
Year	Retention period	Plant height	Plant width	Shoot length	X	Y	Z
				-----cm-----			mm
2003	120	133.0a	116.1ab	54.9a	97.1ab	18.9a	4.05a
	105	136.9a	127.8a	52.6a	104.1a	16.5ab	3.79a
	90	142.3a	128.7a	47.7a	106.1a	11.5b	3.69a
	75	117.3b	116.1ab	27.8b	91.6b	1.8c	2.28a
	CK	95.8c	109.2b	—	—	—	—
2006	120	137.3a	134.8a	55.8a	104.8a	30.0a	3.40a
	105	133.5ab	131.8a	45.8b	97.4a	19.7b	3.13b
	90	125.1bc	131.3a	39.3bc	101.4a	15.8b	2.88bc
	75	122.7c	130.5a	34.5c	97.0a	8.2c	2.74c
	CK	102.5d	127.1a	13.2d	—	—	2.02d

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

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

X: From soil surface to red reddish-brown with yellow-green shoot height, Y: length of red reddish-brown with yellow-green shoot, Z: Diameter of red reddish-brown with yellow-green shoot

表二、夏季枝條不同留養日數對茶樹乾物質生產性狀之影響

Table 2. Effects of different retention period on the dry matter characteristics of tea tree in summer season

年度	留養日數	乾物質生產性狀 Dry matter characteristics							
		葉片數	葉面積	葉鮮重	葉乾重	枝鮮重	枝乾重	總鮮重	總乾重
Year	Retention period	Leaf number	Leaf area	Leaf fresh weight	Leaf dry weight	Shoot fresh weight	Shoot dry weight	Total fresh weight	Total dry weight
	day	no.	cm ²			-----g-----			
2003	120	19.8a	422.4a	12.54a	3.93a	9.50a	2.98a	22.04a	6.91a
	105	17.3b	270.6b	7.97b	2.49b	5.30b	1.61b	13.42b	4.10b
	90	16.3b	231.9b	6.98b	2.07b	5.74b	1.50b	12.72b	3.58b
	75	9.8c	93.8c	2.72c	0.78c	1.65c	0.45c	4.38c	1.24c
2006	120	20.4a	267.2a	7.66a	2.52a	5.35a	1.84a	13.01a	4.36a
	105	16.3b	176.9b	4.94b	1.56b	3.54b	1.12b	8.48b	2.68b
	90	13.5c	139.4c	3.80c	1.19c	2.62bc	0.84bc	6.42c	2.02bc
	75	11.3d	114.3c	3.09c	0.94c	2.03c	0.62c	5.12c	1.57c
	CK	5.7e	30.6d	0.75d	0.19d	0.45d	0.09d	1.16d	0.28d

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

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

表三、夏季枝條不同留養日數剪枝後對茶樹植株性狀之影響(2003-2004)

Table 3. Effects of different retention period on the plant characteristics of tea tree by pruning in summer season (2003-2004)

茶季 Tea season	留養日數 Retention period (day)	植株性狀 Shoot characteristics					
		樹高 Plant height (cm)	樹冠 Plant width (cm)	枝條長 Shoot length (cm)	枝徑 Shoot diameter (mm)	枝數 Shoot number (no.)	葉層厚度 Leaf horizon thickness (cm)
秋茶 Autumn	120	109.2ab	107.4a	30.3a	3.77a	18.6b	49.7a
	105	112.9ab	114.1a	27.1ab	3.59ab	19.0b	48.9a
	90	116.9a	114.9a	23.1b	3.61ab	21.2b	48.4a
	75	96.8bc	107.9a	9.8c	3.01bc	30.8a	37.8ab
	CK	87.6c	113.0a	5.8c	2.64c	37.3a	29.5b
冬茶 Winter	120	97.2ab	104.7a	19.4a	4.08a	22.5d	29.5a
	105	102.9a	111.4a	18.2a	3.88a	28.1cd	34.2a
	90	103.8a	111.8a	14.1b	3.93a	30.5c	32.6a
	75	91.8b	112.7a	7.1c	3.22a	49.5b	22.0b
	CK	88.2b	112.1a	3.7d	2.24b	65.2a	18.1b
春茶 Spring	120	85.6a	98.4b	8.3b	4.53a	24.6c	20.8ab
	105	87.6a	107.0ab	11.1ab	4.53a	28.3bc	20.1ab
	90	90.9a	109.4a	12.0a	4.75a	28.2bc	22.6a
	75	85.2a	106.8ab	2.7c	3.50a	39.2b	15.8b
	CK	83.7a	104.4ab	2.2c	3.73a	56.7a	16.5b
夏茶 Summer	120	84.3a	103.7a	8.0a	5.26a	31.3c	18.3a
	105	83.4a	102.7a	7.4a	5.98a	31.5c	17.6a
	90	84.9a	106.9a	7.9a	5.86a	28.4c	19.3a
	75	80.8a	103.8a	3.9a	4.04b	42.7b	17.8a
	CK	85.0a	107.0a	3.8a	2.77c	57.3a	17.1a

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

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

表四、夏季枝條不同留養日數剪枝後對茶樹植株性狀之影響(2006-2007)

Table 4. Effects of different retention period on the plant characteristics of tea tree by pruning in summer season (2006-2007)

茶季 Tea season	留養日數 Retention period (day)	植株性狀 Shoot characteristics					
		樹高 Plant height (cm)	樹冠 Plant width (cm)	枝條長 Shoot length (cm)	枝徑 Shoot diameter (mm)	枝數 Shoot number (no.)	葉層厚度 Leaf horizon thickness (cm)
秋茶 Autumn	120	108.1a	141.3a	28.2a	2.95a	35.8c	37.3a
	105	109.9a	139.0a	23.1b	2.99a	36.7c	35.4ab
	90	106.3a	132.5a	19.0bc	2.72a	40.3bc	31.5b
	75	105.5a	136.1a	15.2c	2.70a	44.8b	33.3ab
	CK	95.2b	130.5a	3.4d	1.99b	76.2a	19.8c
冬茶 Winter	120	103.3a	133.2a	23.0a	3.26a	27.7c	28.0a
	105	103.3a	130.3a	18.2b	2.94ab	29.2c	27.7a
	90	102.1a	128.3a	16.8c	2.95ab	32.0bc	27.6a
	75	101.0a	130.5a	16.8d	2.83b	40.2b	26.7a
	CK	95.2b	125.2a	2.0e	1.73c	105.0a	18.8b
早春茶 Early spring	120	100.6a	135.5ab	16.3a	3.52a	30.0c	25.0a
	105	100.5a	136.3a	15.0ab	3.30ab	31.3c	23.9a
	90	97.7a	134.8ab	12.9b	3.02b	38.4bc	25.1a
	75	98.8a	132.8ab	7.8c	2.87b	44.1b	25.6a
	CK	90.8b	127.8b	1.5d	1.80c	107.0a	17.0b
春茶 Spring	120	91.8ab	129.0a	10.3a	3.70a	38.0c	19.3a
	105	93.9a	129.6a	8.2b	3.48a	43.9c	17.4ab
	90	92.4ab	129.4a	6.2c	3.15a	55.2b	17.6ab
	75	90.7ab	127.3a	3.5d	3.44a	53.3b	18.3ab
	CK	88.8b	126.3a	1.9e	2.24b	83.8a	15.5b
夏茶 Summer	120	89.8a	130.4a	8.1a	3.91a	41.5c	15.5b
	105	91.3a	129.9a	5.6b	3.57b	48.5bc	16.0b
	90	88.6a	128.9a	3.2c	3.51b	54.0b	15.9b
	75	88.8a	129.3a	2.2c	3.55b	46.8bc	15.4b
	CK	91.8a	130.8a	1.9c	1.68c	99.2a	18.4a

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

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

表五、夏季枝條不同留養日數對茶樹茶芽性狀之影響(2003-2004)

Table 5. Effects of different retention period on the shoot characteristics of tea tree in summer season (2003-2004)

茶季 Tea season	留養日數 Retention period (day)	茶芽性狀 Shoot characteristics						
		葉片數 Leaf number (no.)	芽長 Flush length (cm)	採摘長 Tea bud length (cm)	節間徑		節間長	
					Internode diameter (mm)		Internode length (cm)	
					— 1st	二 2nd	— 1st	二 2nd
秋茶 Autumn	120	5.8a	16.7a	8.9a	1.83a	2.03a	1.16a	1.66ab
	105	5.7a	14.6ab	8.7a	1.81a	2.01a	1.08a	1.54ab
	90	5.9a	17.3a	9.2a	1.85a	2.03a	1.16a	1.71ab
	75	5.7a	15.3ab	9.2a	1.81a	2.02a	1.28a	1.92a
	CK	5.7a	12.2b	7.1b	1.57b	1.75b	0.84b	1.30b
冬茶 Winter	120	5.6a	13.7a	7.9ab	1.67a	1.94a	0.79b	1.44a
	105	5.4a	13.3ab	7.8b	1.72a	1.96a	0.67b	1.28a
	90	5.4a	13.9a	8.3a	1.69a	1.96a	0.76b	1.50a
	75	5.0a	12.3b	8.2ab	1.74a	2.00a	1.08a	1.64a
	CK	4.9a	10.6c	7.8b	1.67a	1.94a	0.99a	1.56a
春茶 Spring	120	6.4a	16.4a	10.4a	1.80a	2.37a	1.56a	2.38a
	105	6.6a	15.7a	10.3a	1.78a	2.06ab	1.47a	2.05b
	90	6.4a	15.3a	9.9a	1.77a	2.06ab	1.40a	2.11b
	75	6.3a	12.6b	9.4a	1.68ab	2.03ab	1.27a	1.90b
	CK	5.5b	9.1c	7.2b	1.62b	1.91b	0.84b	1.14c
夏茶 Summer	120	6.4a	19.6a	11.1a	1.70a	1.94ab	1.61ab	2.63a
	105	6.3a	18.5ab	11.4a	1.70a	2.00a	1.86a	2.76a
	90	6.1ab	16.9bc	10.7ab	1.72a	2.02a	1.61ab	2.51a
	75	5.8b	15.9c	10.8ab	1.68a	1.89ab	1.83a	2.50a
	CK	5.8b	15.2c	9.9b	1.61a	1.82b	1.39b	2.15b

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

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

表六、夏季枝條不同留養日數對茶樹茶芽性狀之影響(2006-2007)

Table 6. Effects of different retention period on the shoot characteristics of tea tree in summer season (2006-2007)

茶季	留養日數	茶芽性狀 Shoot characteristics						
		葉片數	芽長	採摘長	節間徑		節間長	
		Retention	Leaf number	Flush length	Tea bud	Internode diameter (mm)		Internode length (cm)
Tea season	period (day)	(no.)	(cm)	length (cm)	1st	2nd	1st	2nd
秋茶 Autumn	120	5.9a	15.1a	7.8a	1.54ab	1.70a	0.96a	1.70a
	105	5.7a	14.2a	6.8b	1.55a	1.75a	0.83ab	1.54a
	90	5.7a	14.3a	6.8b	1.54ab	1.61ab	0.77b	1.43a
	75	5.7a	14.3a	7.1ab	1.58a	1.58ab	0.77b	1.50a
	CK	5.2b	13.2a	7.2ab	1.48b	1.48b	0.86ab	1.61a
冬茶 Winter	120	4.9a	10.9a	7.4a	1.80a	2.13a	1.05a	1.47a
	105	4.8a	10.3ab	7.1a	1.72ab	2.05ab	0.95ab	1.39a
	90	4.7a	9.9b	7.0a	1.70b	1.98c	0.95ab	1.42a
	75	4.8a	9.9b	6.7a	1.67b	1.92c	0.88b	1.34a
	CK	3.9b	6.4c	5.2b	1.47c	1.62d	0.60c	0.81b
早春茶 Early spring	120	4.3a	7.9a	6.4a	1.61a	1.86a	0.76a	1.25a
	105	4.1a	7.6a	6.3a	1.58a	1.86a	0.76a	1.17a
	90	4.1a	7.4a	6.3a	1.57a	1.81a	0.77a	1.22a
	75	4.3a	6.9a	5.8ab	1.59a	1.79a	0.67ab	0.94ab
	CK	3.5b	5.6b	5.1b	1.56a	1.70b	0.54b	0.70b
春茶 Spring	120	5.1a	14.9a	9.4a	1.50a	1.74a	1.17a	2.33a
	105	4.6bc	13.1ab	8.8ab	1.47a	1.71a	1.14a	2.05ab
	90	5.0ab	12.7b	8.5b	1.46a	1.70a	1.08a	1.97b
	75	4.8abc	13.0ab	9.0ab	1.50a	1.71a	1.13a	2.04b
	CK	4.5c	9.8c	7.4c	1.39b	1.61b	0.86b	1.47c
夏茶 Summer	120	5.2a	15.9a	9.8a	1.50ab	1.75a	1.60a	2.82a
	105	5.4a	15.0a	8.8a	1.44b	1.68a	1.24b	2.20bc
	90	5.4a	14.0a	8.8a	1.49ab	1.73a	1.29b	2.03c
	75	5.3a	15.0a	9.2a	1.53a	1.79a	1.44ab	2.51ab
	CK	4.7b	14.9a	9.9a	1.49ab	1.74a	1.58a	2.87a

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

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

表七、夏季枝條不同留養日數對茶樹葉片性狀之影響(2003-2004)

Table 7. Effects of different retention period on the leaf characteristics of tea tree in summer season (2003-2004)

茶季 Tea season	留養日數 Retention period	葉片性狀 leaf characteristics							
		葉長		葉寬		葉面積		葉厚	
		Leaf length		Leaf width		Leaf area		Leaf thickness	
		2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd
	day	cm		cm		cm ²		mm	
秋茶 Autumn	120	5.4a	6.5a	2.4ab	3.3ab	9.1a	14.8a	0.250a	0.299a
	105	5.3a	6.3a	2.3ab	3.0b	8.6ab	13.1a	0.260a	0.305a
	90	5.9a	6.6a	2.6a	3.3ab	10.8a	15.2a	0.255a	0.306a
	75	5.5a	6.5a	2.5ab	3.3a	9.5a	15.1a	0.246a	0.295a
	CK	4.4b	5.0b	2.1b	2.4c	6.4b	8.2b	0.244a	0.286a
冬茶 Winter	120	5.1a	6.0a	2.5a	3.0a	8.8a	12.5a	0.283a	0.315a
	105	5.1a	6.1a	2.5a	3.1a	8.8a	13.2a	0.282a	0.324a
	90	5.3a	5.9a	2.5a	3.0a	9.4a	12.3a	0.268ab	0.316a
	75	5.0a	5.6a	2.2b	2.7a	7.8b	10.7a	0.259ab	0.303b
	CK	4.7a	5.4a	2.1c	2.7a	6.8c	10.1a	0.251b	0.303b
春茶 Spring	120	6.1a	7.2a	2.3a	3.2a	9.9a	16.0a	0.246a	0.288a
	105	6.5a	7.1a	2.4a	3.2a	10.9a	15.7a	0.246a	0.290a
	90	6.0a	6.9ab	2.3a	3.1a	9.8a	15.1a	0.246a	0.290a
	75	5.9a	6.4b	2.4a	3.1a	10.0a	13.6a	0.250a	0.294a
	CK	4.9b	4.7c	2.1a	2.5b	7.3a	8.1b	0.250a	0.304a
夏茶 Summer	120	5.6ab	7.0a	2.4b	3.1a	9.2a	15.2a	0.237a	0.275a
	105	6.1a	7.0a	2.6a	3.2a	11.3a	15.5a	0.239a	0.284a
	90	5.7ab	6.8a	2.4b	3.2a	9.7a	15.0a	0.237a	0.286a
	75	5.8ab	6.8a	2.4b	3.1a	9.7a	14.7a	0.238a	0.284a
	CK	5.4b	6.5a	2.3b	3.0a	8.6a	13.4a	0.240a	0.284a

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

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

表八、夏季枝條不同留養日數對茶樹葉片性狀之影響(2006-2007)

Table 8. Effects of different retention period on the leaf characteristics of tea tree in summer season (2006-2007)

茶季 Tea season	留養日數 Retention period (day)	葉片性狀 leaf characteristics							
		葉長		葉寬		葉面積		葉厚	
		Leaf length (cm)		Leaf width (cm)		Leaf area (cm ²)		Leaf thickness (mm)	
		2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd	2nd	3rd
秋茶 Autumn	120	4.2a	5.3a	1.9ab	2.7a	5.6a	9.9a	0.240a	0.270a
	105	3.7b	4.9ab	1.6b	2.4ab	4.4b	8.1b	0.234ab	0.267a
	90	3.8ab	4.9ab	1.7b	2.4ab	4.6ab	8.1b	0.239a	0.272a
	75	3.7ab	5.0ab	1.7b	2.4ab	4.4b	8.7ab	0.238a	0.270a
	CK	3.9ab	4.6b	2.0a	2.3b	5.5ab	7.4b	0.230b	0.262a
冬茶 Winter	120	4.3a	4.8a	1.8ab	2.4a	5.5a	7.9a	0.237a	0.283a
	105	4.3a	4.9a	1.9a	2.4a	6.7a	8.0a	0.241a	0.276a
	90	4.2a	4.4a	1.9a	2.2a	5.7a	6.8a	0.232ab	0.280a
	75	4.0a	4.4a	1.9a	2.2a	5.5a	7.0a	0.238a	0.276a
	CK	3.4b	3.1b	1.7b	1.8b	3.9b	3.8b	0.224b	0.255b
早春茶 Early spring	120	3.8a	3.9a	1.7ab	2.0a	4.5ab	5.4a	0.224a	0.260a
	105	3.8a	3.8a	1.8a	2.0a	4.8a	5.4a	0.221a	0.265a
	90	3.9a	3.8a	1.8a	1.9a	4.9a	5.1a	0.217a	0.257a
	75	3.5ab	3.5a	1.5b	1.8a	3.8bc	4.4a	0.218a	0.270a
	CK	3.3b	2.6b	1.5b	1.4b	3.5c	2.6b	0.227a	0.270a
春茶 Spring	120	4.9ab	6.2a	2.0ab	2.5a	6.8a	11.0ab	0.203a	0.235a
	105	5.0a	6.1a	2.0ab	2.6a	7.0a	11.2a	0.203a	0.236a
	90	4.7ab	5.8ab	1.9bc	2.6a	6.3ab	10.6ab	0.181b	0.218ab
	75	4.9ab	5.8ab	2.1a	2.7a	7.0a	10.9ab	0.181b	0.223ab
	CK	4.5b	5.3b	1.8c	2.4a	5.8b	8.9b	0.177b	0.213b
夏茶 Summer	120	4.6a	5.3a	2.1a	2.7a	6.8a	10.0a	0.203a	0.235a
	105	4.5a	5.2a	2.1a	2.5a	6.6a	9.0a	0.194a	0.230a
	90	4.7a	5.6a	2.0a	2.6a	6.6a	10.1a	0.199a	0.241a
	75	4.7a	5.5a	2.1a	2.7a	6.8a	10.3a	0.204a	0.241a
	CK	4.7a	5.5a	2.1a	2.5a	6.8a	9.7a	0.190a	0.232a

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

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

表九、夏季枝條不同留養日數對茶樹產量性狀之影響(2003-2004)

Table 9. Effects of different retention period on the yield characteristics of tea tree in summer season (2003-2004)

茶季 Tea season	留養日數 Retention period (day)	樹高 Plant height (cm)	樹冠 Plant width (cm)	萌芽密度 Flush density (bud/900 cm ²)	百芽鮮重 100 Fresh shoots weight (g)	百芽乾重 100 Dry shoots weight (g)	產量 Yield (g/plant)
秋茶 Autumn	120	125.8a	109.6a	52.0b	103.0a	26.5a	110.0a
	105	123.8a	113.1a	63.2ab	91.0a	26.0a	103.3a
	90	124.8a	118.9a	56.0b	100.3a	29.0a	113.3a
	75	109.1b	115.8a	73.3a	96.0a	25.5a	116.7a
	CK	99.1c	118.8a	68.7a	62.5b	17.5a	75.0a
冬茶 Winter	120	111.3a	106.5a	38.8c	86.0a	24.0b	105.0a
	105	111.5a	111.1a	39.9c	87.7a	26.5a	87.0ab
	90	111.1a	113.8a	44.1c	85.3a	25.0b	98.3ab
	75	99.2b	116.3a	81.4b	79.0ab	17.9c	87.3ab
	CK	97.6b	115.1a	92.5a	71.5b	17.5c	65.5b
春茶 Spring	120	99.5ab	116.3a	79.0bc	113.5a	28.9a	140.0a
	105	102.2a	112.9a	73.8c	112.3a	28.9a	136.7a
	90	100.9a	119.2a	75.3c	108.7a	26.7ab	140.0a
	75	92.9ab	112.0a	85.7b	91.3b	23.7b	120.0ab
	CK	89.7b	116.5a	99.7a	69.0c	17.3c	75.0b
夏茶 Summer	120	101.7a	110.3a	81.2b	107.0a	26.7ab	176.5ab
	105	99.9a	112.9a	80.0b	113.3a	29.2a	163.7ab
	90	101.9a	110.3a	80.0b	111.0a	28.5a	183.3a
	75	92.9a	106.6a	83.7ab	104.3ab	26.9ab	169.3ab
	CK	96.6a	116.1a	88.2a	92.5b	23.5b	138.0b

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

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

(採摘日期：秋茶 92/10/24、冬茶 92/12/30、春茶 93/4/5、夏茶 92/5/18)

表十、夏季枝條不同留養日數對茶樹產量性狀之影響(2006-2007)

Table 10. Effects of different retention period on the yield characteristics of tea tree in summer season (2006-2007)

茶季 Tea season	留養日數 Retention period (day)	樹高 Plant height (cm)	樹冠 Plant width (cm)	萌芽密度 Flush density (bud/900 cm ²)	對口芽 Banjhi Flush (bud/900 cm ²)	對口芽 比率 Banjhi Flush ratio (%)	百芽鮮重 100 Fresh shoots weight (g)	百芽乾重 100 Dry shoots weight (g)	產量 Yield (g/plant)
秋茶 Autumn	120	117.1a	125.4a	37.0b	9.1d	24.5c	60.3a	15.4a	98.5b
	105	117.8a	130.6a	47.9b	13.1c	27.3c	58.5a	14.1ab	123.5b
	90	112.9a	129.6a	52.5b	16.2c	30.8bc	56.8a	13.8ab	121.5b
	75	113.7a	129.7a	50.3b	19.2b	38.2b	60.5a	14.5ab	113.8b
	CK	102.7b	128.1a	87.6a	87.6a	100.0a	54.3a	13.1b	163.3a
冬茶 Winter	120	109.3a	126.2a	49.5b	31.8b	63.8c	67.9a	15.9a	89.0ab
	105	109.8a	127.9a	55.1b	40.5b	73.4b	67.2ab	14.9a	107.3a
	90	106.7a	126.3a	58.4b	40.2b	69.1bc	61.1ab	14.4a	96.8ab
	75	106.1a	128.5a	58.9b	43.3b	72.9b	57.9b	14.2a	101.0ab
	CK	96.8b	119.8b	117.9a	107.3a	90.9a	35.2c	9.4b	86.5b
早春茶 Early spring	120	106.7a	135.1a	66.1b	12.3b	18.5b	47.2a	12.0a	71.8a
	105	106.3a	133.8a	67.8b	13.6b	20.1b	48.2a	12.3a	80.0a
	90	103.0a	129.6a	68.7b	15.3b	22.7b	46.6a	11.9a	80.3a
	75	104.1a	136.1a	70.5b	17.3b	24.2b	41.0a	10.8a	82.3a
	CK	96.0b	131.2a	113.3a	94.2a	82.7a	32.8b	8.8b	72.8a
春茶 Spring	120	102.9a	135.0a	60.8b	34.0b	55.5bc	77.9a	21.1a	159.5a
	105	102.8a	135.8a	57.1b	25.5b	44.2c	71.9a	19.7a	191.5a
	90	100.5a	128.7a	62.3b	36.7b	58.6b	68.9a	18.4a	165.0a
	75	100.4a	133.8a	56.7b	27.8b	47.4bc	72.6a	19.8a	151.5a
	CK	95.6a	127.5a	83.0a	72.7a	87.2a	58.4b	15.4b	122.5a
夏茶 Summer	120	99.8a	128.5ab	88.8a	64.4a	71.6ab	85.5a	16.0a	185.3bc
	105	100.2a	133.3a	78.4a	57.4a	73.2ab	70.8b	13.7b	216.8a
	90	97.0a	125.4b	88.4a	70.8a	80.2a	79.6ab	15.6ab	200.3ab
	75	99.5a	127.7ab	86.5a	58.3a	72.1ab	81.1a	16.2a	185.5bc
	CK	100.6a	130.1ab	84.3a	52.8a	61.8b	81.8a	16.4a	166.5c

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

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

採摘日期：秋茶 95/10/12、冬茶 95/12/5、早春茶 95/2/13、春茶 96/3/30、夏茶 95/5/25

六月白產量 (2007/7/5) 120 : 205.0b ± 38.7, 267.5a ± 59.1, 220.0b ± 49.0, 205.0b ± 43.5, 185.0b ± 31.1

表十一、夏季枝條不同留養日數對綠茶品質之影響(2003-2004)

Table 11. Effects of different retention period on the green tea quality in summer season (2003-2004)

茶季 Tea season	留養日數 Retention period (day)	綠茶品質 Green tea quality					合計 Total (score)
		形狀 Appearance	色澤 Color	水色 Liquor	香氣 Aroma	滋味 Taste	
秋茶 Autumn	120	5.5b	5.8b	15.0a	22.5b	21.0c	69.8c
	105	5.8ab	5.8b	15.0a	22.5b	21.0c	70.2c
	90	6.3a	6.3ab	15.0a	22.5b	22.5b	72.7b
	75	6.0ab	6.7a	15.0a	24.0a	24.0a	75.7a
	CK	6.0ab	6.2ab	15.0a	24.0a	24.0a	75.2a
冬茶 Winter	120	5.5b	6.3a	13.7a	21.0b	18.0c	64.5c
	105	5.5b	6.0a	14.3a	21.0b	18.0c	64.8c
	90	5.5b	6.0a	14.7a	22.5a	19.5b	68.2b
	75	6.2a	6.7a	15.0a	22.5a	22.5a	72.8a
	CK	5.5b	6.2a	14.7a	22.5a	19.5b	68.3b
春茶 Spring	120	7.0a	7.0a	14.0b	21.0a	21.0a	70.0a
	105	6.5a	7.2a	15.0a	21.0a	19.5b	69.2a
	90	7.0a	6.7b	14.0b	19.5b	19.5b	66.7ab
	75	7.0a	6.3c	13.0c	18.0b	16.5d	60.8c
	CK	6.8a	6.2c	15.0a	19.0b	18.0c	65.0b
夏茶 Summer	120	6.2a	6.2c	17.0a	21.0a	22.5a	72.8a
	105	6.5a	6.3c	13.0c	19.5b	21.0b	66.3c
	90	7.2a	7.2a	15.0b	21.0a	22.5a	72.8a
	75	6.7a	6.5bc	13.7c	19.5b	19.5c	65.8c
	CK	6.5a	6.8ab	13.7c	21.0a	21.0b	69.0b

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

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

表十二、夏季枝條不同留養日數對綠茶品質之影響(2006-2007)

Table 12. Effects of different retention period on the green tea quality in summer season (2006-2007)

茶季 Tea season	留養日數 Retention period (day)	綠茶品質 Green quality					合計 Total (score)
		形狀 Appearance	色澤 Color	水色 Liquor	香氣 Aroma	滋味 Taste	
秋茶 Autumn	120	6.4a	6.5ab	13.3a	19.5a	20.0a	65.7a
	105	6.6a	6.6a	13.2ab	19.4a	19.6b	65.4ab
	90	6.3a	6.4b	13.0b	19.3a	19.4bc	64.3c
	75	6.6a	6.4ab	13.1ab	19.3a	19.5b	64.8bc
	CK	6.5a	6.5ab	13.0b	19.4a	19.1c	64.5c
冬茶 Winter	120	6.6a	6.4a	12.9a	19.5a	19.1b	64.4b
	105	6.3abc	6.4a	12.9a	19.3a	19.2b	64.1b
	90	6.1c	6.2ab	13.1a	19.4a	19.4b	64.1b
	75	6.2bc	6.1b	13.0a	19.5a	19.4b	64.3b
	CK	6.6a	6.4a	13.5a	19.1a	20.0a	65.7a
早春茶 Early spring	120	6.2ab	6.1c	13.2b	20.4bc	19.5c	65.4c
	105	6.2ab	6.2bc	13.5ab	20.8a	20.0b	66.7ab
	90	6.1b	6.3abc	13.7a	20.5ab	20.2a	67.0a
	75	6.3a	6.4ab	13.7a	20.1c	20.0b	66.5b
	CK	6.4a	6.4a	13.3ab	19.5d	19.0d	64.6d
春茶 Spring	120	6.8a	6.4b	14.2a	19.5c	19.6c	66.4b
	105	6.9a	6.8a	13.3b	20.0b	20.0b	67.0b
	90	6.8a	6.8a	13.5ab	20.0b	19.5c	66.5b
	75	6.8a	6.4ab	13.5ab	20.5a	21.0a	68.2a
	CK	6.8a	6.6ab	13.7ab	20.5a	19.5c	67.0b
夏茶 Summer	120	6.4a	6.8a	15.3a	21.9bc	21.5b	71.8ab
	105	6.8a	6.8a	14.6ab	22.5ab	21.5b	72.1ab
	90	6.8a	6.6ab	14.0b	22.0bc	20.9bc	70.4b
	75	6.8a	6.5ab	14.8ab	22.9a	22.6a	73.6a
	CK	6.4a	6.4b	13.9b	21.5c	20.0c	68.1c

表中有相同英文字母者表示差異未達 5% 顯著。

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

元素分析在臺灣茶原產地證明技術 之可行性評估

胡智益^{1*} 郭冠黎² 蔡右任¹ 蔡志賢³

摘要

本研究藉由分析臺灣茶與進口茶葉之元素成分，比對兩者之差異，以探討臺灣茶葉原產地證明技術之可行性。本研究分析 97 個台灣各茶區的茶樣及 28 個來自越南、中國大陸、日本的國外茶樣，利用 ICP-OES 儀器分析 9 種元素。根據主成分分析顯示，越南茶樣分布較為集中，但仍無法與台灣各茶區茶樣作有效區分。利用其中 32 個台灣高山茶茶樣與由越南進口的 12 個台式烏龍茶茶樣進行主成分分析，則顯示兩者具有良好的區分效果。由此結果說明，利用 ICP-OES 進行元素分析可大略區分特定區域的茶類，但元素分析的結果尚不足以作為台灣茶原產地證明的直接證據，需要開發更精準或更穩定的元素分析技術如 ICP-MS 分析技術、同位素分析技術或搭配其他技術如層析技術、DNA 等技術來共同佐證，以達到台灣茶原產地證明之目的。

關鍵字：台灣茶、原產地、元素分析、地理標示

前言

台灣的包種茶、烏龍茶世界馳名，而越南、中國大陸與東南亞各地區仿台式茶製造，並以台灣茶之名銷售，嚴重影響台灣茶葉的聲譽。根據茶葉進口統計資料，最大茶葉進口國--越南在 1999 年進口的茶葉總量為 8,744.97 公噸，但到了 2008 年越南進口的茶葉總量為已增加至 18,853.6 公噸（農委會農產貿易統計查詢系統網站），短短 10 年間增加兩倍以上，且 2008 年越南進口的茶葉總量已超過當年度台灣生產的茶葉總量 17384 公噸（農糧署台灣地區特用作物生產概況），進口茶除了供應作為加工原料外，也混入國內散裝市場混

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

2.經濟部標準檢驗局 第六組技士。台灣 台北市。

3.國立台東專科學校園藝科 助理教授兼圖書館主任。台灣 台東市。

*通訊作者

充台灣茶，更嚴重增加台灣茶葉的產銷壓力。在國際農產品相互流通的趨勢下，為維護本國農產品的信譽，世界各國推動之原產地命名管制與證明制度，不僅給予消費者辨識優質農產品之保證，亦使原產地農產品保持競爭的優勢。為了證明農產品的產地，元素分析是常應用的方法，目前已應用於咖啡(Anderson and Smith, 2002)、酒類(Serapinas *et al.*, 2008)、乳酪(Suhaj and Korenovska, 2000)、牛肉(Heaton *et al.*, 2008)等農產品。在茶葉的地理標示分析方面，Marcos 等人(1998)利用 ICP-MS 及 ICP-AES 分析來自亞洲及非洲國家 15 種不同來源之茶葉（包含 12 個紅茶樣、2 個綠茶樣及 1 個烏龍茶樣）中之微量元素，據以推估其茶葉之產地來源(Marcos *et al.*, 1998)。Fernandez-Caceres 等人(2001)亦利用 ICP-AES 分析了 46 種茶葉（包含 23 個紅茶樣、21 個綠茶樣及 2 個速溶茶樣），包括綠茶、紅茶及速溶茶等，根據其微量金屬元素之差異，進行類神經網路(ANN, artificial neural networks)之聚類分析，可清楚辨別出來自非洲或亞洲的茶葉(Fernandez-Caceres *et al.*, 2001)。Moreda-Pineiro 等人(2003)則進一步將微量元素分析結果，組合主成分分析(PCA, principal component analysis)、聚類分析(CA, Cluster analysis)、線性判別分析(LDA, linear discriminant analysis)及類別模擬軟獨立建模(SIMCA, soft independent modeling of class analogy)，可提高茶葉來源之成功辨識率(Moreda-Pineiro *et al.*, 2003)。

雖然國外在茶葉的原產地研究上已有前例，然而其茶樣品全為紅茶或綠茶，並非台灣主要生產屬於部分發酵茶類的包種茶或烏龍茶，因此，為台灣茶產業之持續發展，本研究探討元素分析在台灣茶原產地證明技術之可行性，以做為未來是否持續開發相關技術的參考。

材料與方法

(一) 台灣茶茶樣及鄰近國家茶樣元素收集：

國內茶樣收集全台灣不同茶區的茶樣 97 種，分佈地點、茶樣種類及茶樣收集的茶園海拔高度如表一；鄰近國家茶樣針對越南、日本及中國大陸等三國收集 28 種茶樣，分佈地點及茶樣種類如表二。

(二) 茶樣元素萃取：

茶樣磨粉秤重，每樣品取三重複，每重複秤取 0.4 克置入 100 毫升鐵氟龍燒杯，利用 20 毫升 70%硝酸 (J. T. Baker, USA) 加熱三小時以分解消化茶樣，分解完畢利用超純水（比電阻為 $18.2 \text{ M}\Omega\text{cm}^{-1}$ ）定量至 50 毫升完成元素萃取。

(三) 分析儀器及分析條件：

分析儀器為 ICP-OES Optima 2000DV (ICP Optical Emission, Perkin Elmer, USA)，分析條件設定為 RF power 為 1350W，Plasma·Auxiliary 及 Nebulizer Gas flow 分別為 15、0.2 及 0.7 L/min，Pump speed 為 1.5 mL/min。

(四) 元素分析：

茶樣分析的元素包括鋁 (Al)、鋇 (Ba)、鈣 (Ca)、銅 (Cu)、鉀 (K)、鎂 (Mg)、錳 (Mn)、銦 (Sr)、鋅 (Zn) 等 9 種元素，分析波長如表三。

(五) 統計分析：

敘述統計部分利用 SPSS 軟體計算各元素的平均值，並根據各國元素的含量繪製盒鬚圖，可用以表示不同國家各分析元素的最小值、第一四分位數、中位數、第三四分位數及最大值。主成分分析 (principal component analysis) 部分是利用 NTSYSp2.0 軟體分析，並利用 SigmaPlot2000 重新繪製主成分分析圖，藉由此圖判斷不同國家的茶樣是否可區分。

表一、本計畫收集台灣茶樣記錄表

Table 1. Taiwan tea sampling records in this research

縣市 county/ city	鄉鎮 town	樣品數 sample number	採樣點之茶 園海拔高度 altitude of sampling site (m)	備註 remark	縣市 county/ city	鄉鎮 town	樣品數 sample number	採樣點之茶 園海拔高度 altitude of sampling site (m)	備註 remark
台北	坪林	6	350~517	條形茶	南投	仁愛	1	1469	半球形
	石碇	2	280~566	條形茶		名間	3	213~723	半球形
	汐止	1	278	條形茶		竹山	6	1244~1576	半球形
	南港	2	195、347	條形茶		信義	2	1323~1328	半球形
	深坑	1	163	條形茶		魚池	1	631	半球形
	林口	1	228	半球形		集集	1	1340	半球形
	新店	1	326	條形茶		水里	1	938	半球形
	石門	1	180	半球形		鹿谷	7	590~1387	半球形
桃園	龜山	2	258~260	半球形	南投	1	406	半球形	
	龍潭	5	294~310	條形茶	宜蘭	冬山	6	36~401	條形、 半球形
新竹	北埔	2	1161~1182	半球形		玉里	1	867	半球形
	竹東	1	617	條形茶	花蓮	富里	1	875	半球形
	新埔	1	263	半球形		瑞穗	2	228~249	半球形
	關西	2	317~318	條形茶		鹿野	2	183~1350	半球形
苗栗	獅潭	1	591	半球形	台東	台東	1	1410	條形茶
	苗栗	1	591	半球形		太麻里	1	1222	半球形
	頭份	3	36~149	條形、 半球形	嘉義	梅山	15	826~1385	半球形
	銅鑼	3	238~242	半球形		水上	1	1405	半球形
台中	和平	2	1508~2198	半球形	雲林	林內	1	329	半球形
高雄	六龜	1	1303	半球形		古坑	3	602~1435	半球形

表二、本計畫收集之國外茶樣記錄表

Table 2. Sampling records of tea from neighboring countries in this research

國別 country	樣品數 sample number	備註 remark
越南	13	12 個台式烏龍茶樣、1 個紅茶樣
中國大陸	8	3 個台式烏龍茶樣、5 個綠茶樣
日本	7	7 個綠茶樣

表三、本研究分析各元素的波長 (nm)

Table 3. The wavelength of elements used in this research

分析元素 element	鋁 (Al)	鋇 (Ba)	鈣 (Ca)	銅 (Cu)	鉀 (K)	鎂 (Mg)	錳 (Mn)	銦 (Sr)	鋅 (Zn)
分析波長 wavelength (nm)	396.153	455.403	317.933	327.393	766.490	285.213	257.610	407.771	206.200

結果與討論

一、台灣茶葉與鄰近國家茶葉元素含量：

本試驗利用加熱酸解茶葉樣品，並利用儀器 ICP-OES 分析茶樣中的元素，試驗初期先分析少量台灣茶樣品，除了分析鋁 (Al)、鋇 (Ba)、鈣 (Ca)、銅 (Cu)、鉀 (K)、鎂 (Mg)、錳 (Mn)、銦 (Sr)、鋅 (Zn) 等 9 種元素外，尚有分析其他元素如鐵 (Fe)、鈉 (Na)、鎳 (Ni)、銫 (Cs)、砷 (As)、釩 (V)、鉬 (Mo)、鈷 (Co)、銻 (Sb)、鉍 (Be)、鎘 (Cd)、銻 (Ce)、鐳 (La)、鋰 (Li)、銀 (Ag)、鈦 (Ti)、鉻 (Cr)、鉛 (Pb) 及硒 (Se) 等元素，但因鐵 (Fe)、鈉 (Na)、鎳 (Ni) 元素穩定度較差 (同一樣品不同萃取重複間的變異係數 CV 超過 10%)；銫 (Cs) 與銦 (Sr) 的相關係數很大，故兩元素取穩定度較高的銦 (Sr) 參與分析；其他元素的分析數值多低於偵測極限值或分析值極低，故取在茶樣中含量較高且較穩定的 9 種元素參與統計分析。

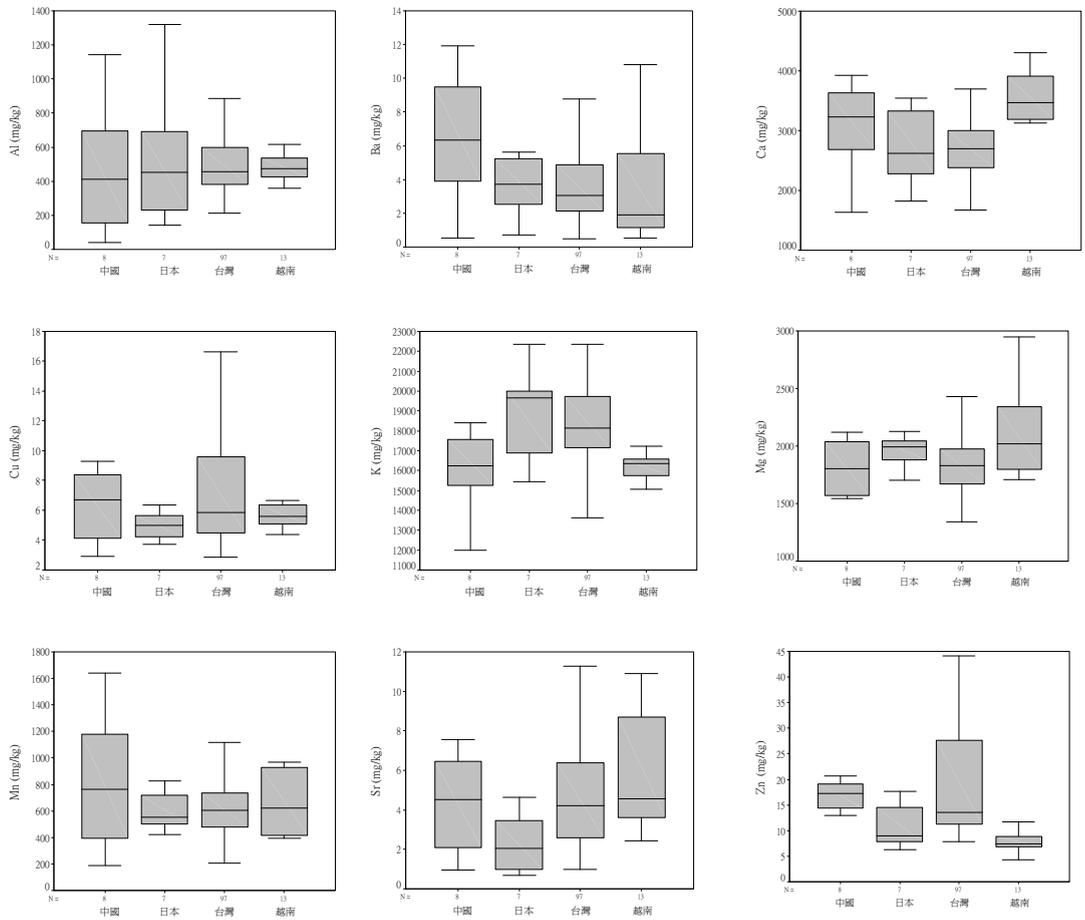
根據國內與鄰近國家茶樣中的 9 種元素含量如表四，在分析元素中，茶葉元素含量最多的是鉀 (K)，不同國家的含量平均值介於 16064~18745mg/kg 之間；其次分別是鈣 (Ca) 及鎂 (Mg)，不同國家的含量平均值分別介於 2695~3589mg/kg 及 1811~2127mg/kg 之間。

表四、台灣茶樣與國外茶樣中的 9 種元素的平均含量 (含量單位為 mg/kg)

Table 4. The average amount of nine elements in tea samples (mg/kg dry wt)

國別 Country	樣品數 sample number	鋁 (Al)	鋇 (Ba)	鈣 (Ca)	銅 (Cu)	鉀 (K)	鎂 (Mg)	錳 (Mn)	銻 (Sr)	鋅 (Zn)
台灣 Taiwan	97	494	3.88	2695	6.95	18314	1835	620	4.69	19.39
中國 China	8	464	6.49	3080	7.14	16064	1811	812	4.33	17.28
日本 Japan	7	537	4.2	2988	4.97	18745	1953	682	2.33	11.08
越南 Vietnam	13	498	3.59	3589	5.96	16102	2127	661	6.05	7.87

根據分析數值繪製成盒鬚圖(如圖一)，本圖已排除外來值及極端值，盒鬚圖表示不同國家各分析元素含量分佈的位置及分散程度。在四個國家中，中位數與分佈大致一致的元素包含鋁 (Al)、銅 (Cu)、鎂 (Mg)、錳 (Mn)、磷 (P) 及銻 (Sr)；在台灣茶與中國茶的比較中，雖中位數以中國茶的含量較高，但在盒狀區域 (第一四分位數至第三四分位數之間的區域) 無法明顯區分的元素是鋇 (Ba)；在台灣茶與越南茶的比較中，雖在盒狀區域可明顯區分，但在全距 (最大值與最小值之間的區域) 仍無法有效區別的元素是鈣 (Ca)、鉀 (K) 及鋅 (Zn)。

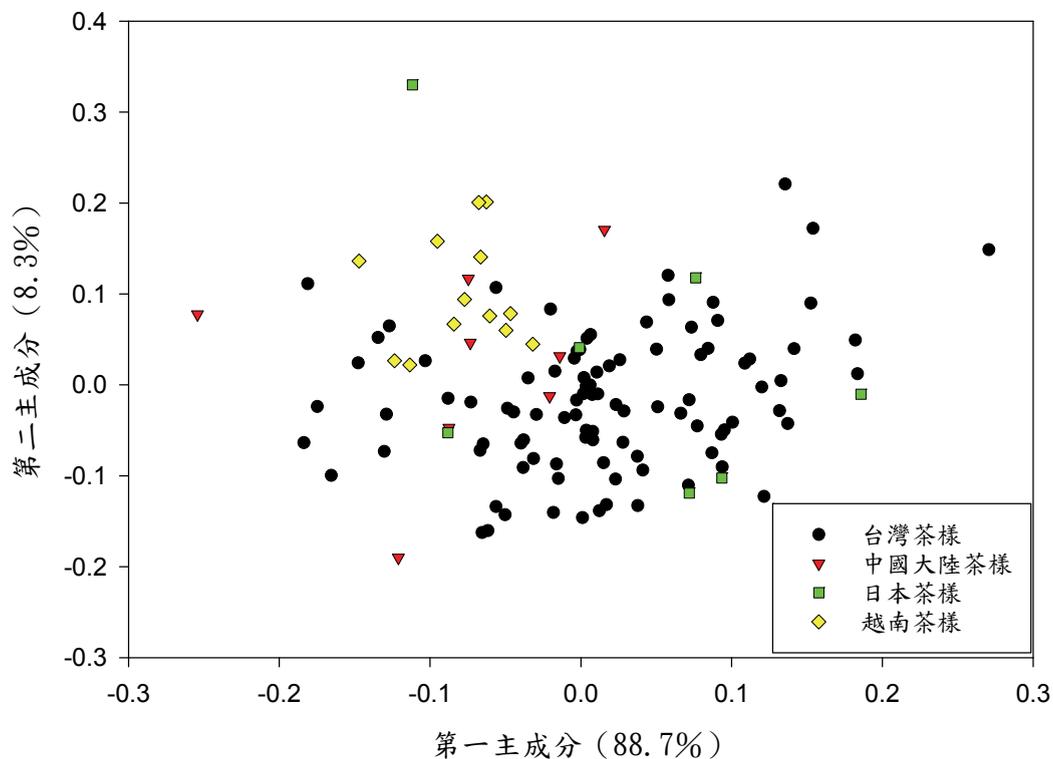


圖一、台灣茶樣與鄰近 3 國家茶樣根據 9 種分析元素含量所繪製之盒鬚圖

Fig. 1. The amount of nine elements in tea samples from four countries

二、台灣茶葉與鄰近國家茶葉元素分析及統計分析：

利用 97 個來自台灣的茶樣與 28 個國外茶樣（包含 8 個中國茶樣，7 個日本茶樣，13 個越南茶樣）進行主成分分析。根據主成分分析所顯示，前兩個主成分可解釋的變異比例分別為 88.7% 及 8.3%，累積可解釋的變異比例高達 97%，因此，前兩個主成分幾乎可解釋所有變異量。在主成分分析圖（圖二）中，來自日本及中國大陸的茶樣分佈零散，唯有來自越南的茶樣分布較為集中，但是仍與來自台灣之樣品有所重疊，無法作有效的區分。



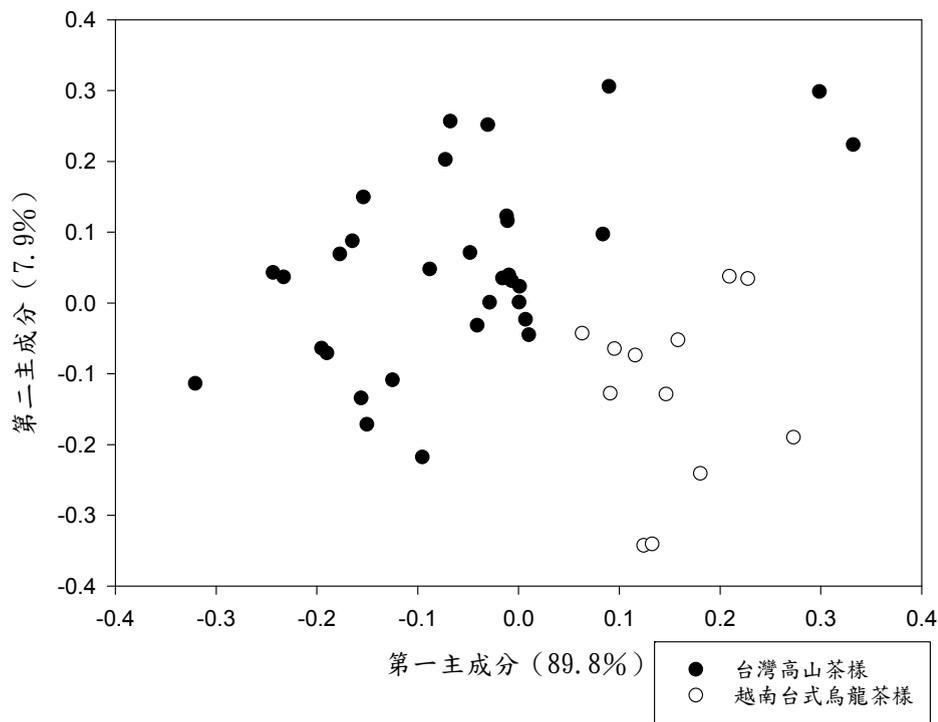
圖二、台灣 97 個茶樣與國外 28 個茶樣的主成分分析圖

Fig. 2. The principal component analysis (PCA) of 97 tea samples from Taiwan and 28 samples from other countries

三、台灣高山茶與越南茶之元素分析及統計分析：

台灣高山茶泛稱指位於台中縣、南投縣、嘉義縣茶區，海拔 1,000 公尺以上，製成半球形茶葉。在本次分析樣品中有 32 個茶樣（包含 2 個台中和平茶樣，1 個南投仁愛茶樣，7 個南投竹山茶樣，2 個南投信義茶樣，4 個南投鹿谷茶樣，1 個南投集集茶樣，1 個嘉義水上茶樣，14 個嘉義梅山茶樣）符合台灣高山茶的標準。

利用這 32 個台灣高山茶茶樣與由越南進口的 12 個台式烏龍茶茶樣進行主成分分析。根據主成分分析所顯示，前兩個主成分可解釋的變異比例分別為 89.8% 及 7.9%，累積可解釋的變異比例高達 97.7%，因此，前兩個主成分幾乎可解釋所有變異量。在主成分分析圖（圖三）中，台灣高山茶樣分佈在左上角，越南台式烏龍茶樣分佈在右下角，區分的效果相當理想。



圖三、台灣 32 個高山茶樣與越南 12 個台式烏龍茶樣的主成分分析圖

Fig. 3. The principal component analysis (PCA) of 32 high-mountain tea samples from Taiwan and 12 Taiwan-style Oolong tea samples from Vietnam

結論與建議

利用 97 個台灣茶樣與 28 個國外茶樣進行主成分分析，顯示來自越南的茶樣分布較為集中，但是仍與台灣茶樣重疊，無法作有效的區分。將台灣茶樣品限縮到高山茶樣品後，符合條件的 32 個台灣高山茶茶樣與由越南進口的 12 個台式烏龍茶茶樣進行主成分分析，顯示有良好的區分效果。由此可知，利用 ICP-OES 進行元素分析可大略區分特定區域的茶類，但元素分析的結果尚不足以作為台灣茶原產地證明的直接證據。

本次分析的儀器為 ICP-OES，分析的元素包括鋁 (Al)、鋇 (Ba)、鈣 (Ca)、銅 (Cu)、鉀 (K)、鎂 (Mg)、錳 (Mn)、銦 (Sr)、鋅 (Zn) 等 9 種元素，多屬於大量或微量元素，由於本儀器的靈敏度仍不足，尚無法分析痕量元素。Moreda-Pineiro 等人(2003)及 Marcos 等人(1998)利用 ICP-MS 儀器進行茶原產地證明技術，由於靈敏度提高，擴大了分析元素的種類，包括鎘 (Cd)、鈷 (Co)、鉻 (Cr)、銫 (Cs)、汞 (Hg)、鐳 (La)、鋰 (Li)、釷 (Nd)、鎳 (Ni)、鉛 (Pb)、鐳 (Pr)、銣 (Rb)、硒 (Se)、錫 (Sn)、鈦 (Ti)、釩 (V)、鋯 (Zr)，提升茶原產地的鑑別力。

此外，針對以台灣茶樹品種在國外製造仿台式茶，或以不同比例併堆台灣茶的茶樣，除了需要提升元素分析的靈敏度外，Luykx & Van Ruth (2008)提到農產品的原產地證明技術可結合多項技術如質譜技術、光譜技術、層析技術、其他技術（如 DNA 技術）等共同佐證，才能獲得最佳鑑別結果。

參考文獻

1. 農委會農產貿易統計查詢系統網站 (<http://agrapp.coa.gov.tw/TS2/TS2Jsp/Index.jsp>)。
2. 農糧署台灣地區特用作物生產概況 (<http://www.afa.gov.tw/Public/GrainStatistics/20094301133425334.pdf>)。
3. Anderson, K. A. and Smith, B. W. 2002. Chemical profiling to differentiate geographic growing origins of coffee. *J. Agric. Food Chem.* 50: 2068-2075.
4. Fernandez-Caceres, P. L., Martin, M. J., Pablos, F. and Gonzalez, A. G. 2001. Differentiation of tea (*Camellia sinensis*) varieties and their geographical origin according to their metal content. *J. Agric. Food Chem.* 49: 4775-4779.
5. Heaton, K., Kelly, S. D., Hoogewerff, J. and Woolfe, M. 2008. Verifying the geographical origin of beef: The application of multi-element isotope and trace element analysis. *Food Chem.* 107: 506-515.
6. Luykx, D. and Van Ruth, S. M. 2008. An overview of analytical methods for determining the

- geographical origin of food products. *Food Chem.* 107: 897-911.
7. Marcos, A., Fisher, A., Rea, G. and Hill, S. T. 1998. Preliminary study using trace element concentrations and a chemometrics approach to determine the geographical origin of tea. *J. Analy. Atomic Spectro.* 13: 521-525.
 8. Moreda-Pineiro, A., Fisher, A. and Hill, S. J. 2003. The classification of tea according to region of origin using pattern recognition techniques and trace metal data. *J. Food Compost. Anal.* 16: 195-211.
 9. Serapinas, P., Venskutonis, P. R., Aninkevicius, V., Ezerinskis, Z., Galdikas, A. and Juzikiene, V. 2008. Step by step approach to multi-element data analysis in testing the provenance of wines. *Food Chem.* 107: 1652-1660.
 10. Suhaj, M. and Korenovska, M. 2008. Study of some European cheeses geographical traceability by pattern recognition analysis of multielemental data. *Eur. Food Res. Technol.* 227: 1419-1427.

Estimating the Feasibility of Element Analysis for Certifying Production Origin of Taiwan Teas

Chih-Yi Hu¹ Kuan-Li Kuo² Yao-Jen Tsai¹ Jyh-Shyan Tsai³

Summary

In this research, the feasibility of certifying the production origin of Taiwan tea was studied by comparing the differences in the element composition between Taiwan and imported tea. We used ICP-OES to analyze 9 elements in 97 Taiwan tea samples from different tea production areas and 28 tea samples from Vietnam, China and Japan. According to the results of principal component analysis, the distribution of Vietnam tea samples was more concentrated than others. However, the Vietnam tea samples couldn't be effectively separated from the Taiwan tea samples. The result of principal component analysis showed the 32 high-mountain tea samples from Taiwan could be separated from the 12 Taiwan-style Oolong tea samples imported from Vietnam by ICP-OES. The above results indicated element analysis by ICP-OES could roughly separate the tea samples from some specific areas, but was not sufficient direct proof of the production origin of Taiwan tea. To certify the production origin of Taiwan tea, we need to develop more sensitive and stable methods of element analysis, for example ICP-MS or isotope analysis. As well as element analysis, chromatography and DNA analysis can also be used for certifying the production origin of Taiwan tea.

Key words: Taiwan Tea, Geographical origin, Micro elements, Trace elements, Geographical indications

-
1. Assistant Researcher, Associate Researcher and Director, Wunshan Branch, Tea Research and Extension Station, Taipei, Taiwan, R.O.C.
 2. Assistant Technical Specialist, 6th division, Bureau of Standards, Metrology and Inspection, Taipei, Taiwan, R.O.C.
 3. Assistant Professor, Director of library, Department of Horticulture, National Taitung Junior College, Taitung, Taiwan, R.O.C.

*Corresponding author.

以 DABS-Cl 衍生及高效能液相層析分析 茶中游離胺基酸定性之研究

黃皎瑋 陳英玲 陳國任¹

摘要

本研究針對茶中游離胺基酸進行定性分析，以 dimethylaminoazobenzenesulphonyl chloride (DABS-Cl) 衍生及逆相高效能液相層析。結果顯示，在可見光區 (436 nm)，經 DABS-Cl 衍生的二十種胺基酸及 γ -胺基丁酸，在 sodium acetate 鹽類緩衝系統中能有效被分離，但茶中主要的茶胺酸與酰胺酸重疊，無法有效分離。而降低此鹽類緩衝系統的 pH 值 (pH 4.13) 可有效將上述兩個胺基酸分離。故以 DABS-Cl 衍生及逆相高效能液相層析能有效分離茶中游離胺基酸。

關鍵字：DABS-Cl 衍生物、高效能液相層析、游離胺基酸、茶胺酸、 γ -胺基丁酸

前言

近年來，各國的學者對茶中的游離態胺基酸做過許多研究，利用濾紙或管柱層析法從茶葉中分離得到的胺基酸有天門冬胺酸、麩胺酸、甘胺酸、絲胺酸、麩胺酸醯胺、酰胺酸、息寧胺酸、 α -丙胺酸、纈胺酸、白胺酸、異白胺酸、半胱胺酸、甲硫胺酸、離胺酸、苯丙胺酸、精胺酸、組胺酸、色胺酸、天門冬酸醯胺、脯胺酸和茶胺酸 (theanine) 等二十餘種 (甘, 1984)。Zhu 等 (2004) 指出茶中含有大量的茶胺酸、天門冬胺酸、麩胺酸及麩胺酸醯胺等。一般相信，茶葉中的胺基酸對紅茶的香氣有很大幫助，也是構成綠茶滋味的一個主要成分，對茶葉的品質影響頗大 (甘, 1984)。蔡等 (1990) 也指出胺基酸對包種茶品質有正向貢獻，且與滋味甘醇有關。

此外，茶葉中所含的咖啡因 (約 3~4 % 的總乾重)、茶胺酸 (約 1~2 % 的總乾重) 及沒食子酸皆對綠茶及紅茶的品質有相當的貢獻 (Aucamp *et al.*, 2000)。事實上，綠茶的品質與其所含胺基酸的含量有一高度的相關性，特別是針對茶胺酸而言。茶胺酸 (γ -glutamylethylamide) 是茶葉中最主要的游離胺基酸，僅以游離態形式存在，佔茶葉總胺基酸含量的一半；除了提供甘味的口感外也具許多生理活性 (Ding *et al.*, 2002)。Juneja 等 (1999) 指出 *Xerocomus badius* 的蕈類及部分山茶屬的植物中亦含有少量的茶胺酸，並說明其能抵抗咖啡因所引起的麻痺且在腸道快速被吸收。此外，茶胺酸也具促進放鬆、降低血壓及增加抗腫瘤的生物活性，更表現出抑制肥胖及神經性保護的生理特性 (Lin *et al.*,

1. 行政院農委會茶業改良場約聘研究助理、副研究員、研究員兼課長。台灣 桃園縣。

2008)。Kakuda 等 (2000) 指出在實驗老鼠皮質部的神經，茶胺酸能阻抗麩胺酸誘發的細胞死亡，在臨床上可預防局部性的神經損傷。

γ -胺基丁酸 (γ -aminobutyric acid, GABA) 為一種非蛋白質型態的胺基酸，主要能抑制交感神經系統中神經傳送素的作用，且在心血管功能上扮演一個非常重要的角色 (Wang *et al.*, 2006)。1987 年津志田博士發現，茶菁原料經長時間厭氧處理後，麩胺酸會大量轉化為 γ -胺基丁酸，而天門冬胺酸轉成為丙胺酸。所謂 γ -胺基丁酸之茶類 (GABA 茶；佳葉龍茶)，定義為每 100 公克乾茶中至少含 150 毫克 γ -胺基丁酸之茶類產品。臨床上 GABA 具有調控血壓的作用，但需連續飲用 GABA 茶才有效果 (Hsieh and Chen, 2007)。

目前胺基酸的分析方法中，常見的包括離子交換層析、高效能液相層析、氣相層析及毛細管電泳層析，然而因為游離胺基酸的兩性離子特性，故在使用液相層析、氣相層析及氣相層析質譜時，皆須利用衍生的方式才能進行偵測。已有許多研究出使用管柱前 (pre-column) 或管柱後 (post-column) 的衍生化技術皆能呈現良好的結果 (Özcan and Şenyuva, 2006)。Chang 等 (1981) 指出使用 dimethylaminoazobenzenesulphonyl chloride (DABS-Cl) 進行胺基酸的衍生反應，衍生後的胺基酸以逆相高效能液相層析 (reversed-phase high-performance liquid chromatography, RP-HPLC) 進行分析。DABS-Cl 能與游離胺基酸的胺基鍵結生成有色物質。Pinho 等 (2001) 指出 DABS-Cl 的衍生物生成後在室溫下穩定，且利用可見光 ($\lambda=436\sim460$) 即可偵測到解析度高的分離效果。針對一級胺及二級胺都有上述的良好特性 (Romero *et al.*, 2000)。本研究主要是針對茶葉中的游離胺基酸進行分析研究，並特別針對茶中且具生理活性的胺基酸進行個別成分的定性分析。

材料及方法

一、試驗材料

茶葉樣品：高海拔茶菁 (海拔高度一千公尺阿里山茶區)、佳葉龍茶 (茶改場)。

二、試劑及儀器設備

(一) 試劑：

L-胺基酸標準品 (購自 Crom) 共十七種，詳如表一。

表一、十七種胺基酸

Table 1. 17 kinds of amino acids

名稱		縮寫
天門冬胺酸	Aspartic acid	Asp
麩胺酸	Glutamic acid	Glu
甘胺酸	Glycine	Gly
絲胺酸	Serine	Ser
酥胺酸	Threonine	Thr
息寧胺酸	Tyrosine	Tyr
丙胺酸	Alaine	Ala
纈胺酸	Valine	Val
白胺酸	Leucine	Leu
異白胺酸	Isoleucine	Ile
半胱胺酸	Cysteine	Cys
甲硫胺酸	Methionine	Met
離胺酸	Lysine	Lys
(續表一)		
苯丙胺酸	Phenylalanine	Phe
精胺酸	Arginine	Arg
組胺酸	Histidine	His
脯胺酸	Proline	Pro

Theanine (購自 TCI)。

γ -aminobutyric acid、Tryptophan、Asparagine、Glutamine (購自 Sigma)。

Acetonitrile、Acetone、Sodium Acetate、Sodium bicarbonate、polyvinylpolypyrrolidone (購自 Merck)。

Dabsyl Chloride (DABS-Cl) (購自 Supelco)。

(二) 儀器設備

HPLC：Thermo separation product (UV/ VIS Plus Detector、Surveyor LC Pump Plus、Surveyor Autosampler Plus)。

Column：SupelcosilTM LC-DABS, 150×4.6 mm, 3 μ m (Supelco)。

三、試驗方法

- (一) 茶湯萃取：秤取磨碎茶樣 1 g 加入 85 mL 的沸水，於 100°C 水浴中加熱萃取 1 小時，馬上冷卻，再以濾紙過濾後定量致 100 mL。取 20 mL 茶湯於三角燒瓶中，加入 0.16 g 的 PVPP (polyvinylpolypyrrolidone) 振盪混合，靜置 30 分鐘後以濾紙過濾，以去除單寧作為試液 (蔡等, 1995)。
- (二) DABS-Cl 衍生法：取 0.1 mL 胺基酸標準品 (或茶樣) 加入 0.1 mL 碳酸氫鈉 (0.15M pH9) 及 DABS-Cl 試劑 (4 mM) 混合均勻，於 70°C 水浴中加熱 10 分鐘，取出冷卻後再加入 0.7 mL 50 mM 磷酸鈉鹽類溶液，混合均勻，取 10 μ L 注入高效能液相層析儀。
- (三) HPLC 定量 DABS-Cl 衍生胺基酸
 移動相 A：50 mM Sodium acetate buffer (pH 4.13)。
 移動相 B：100% Acetonitrile。

時間 (分鐘)	流速 (mL/min)	A%	B%
0	1	85	15
27	1	60	40
42	1	30	70
44	1	30	70
47	1	85	15

結果與討論

一、使用離子交換層析法分析胺基酸標準品之結果

關於胺基酸分析法上最常見者為使用胺基酸分析儀進行分離，雖有良好的分離效果，但因儀器昂貴，分離管柱及試藥所費不貲，故無法普遍應用。使用高效液相層析儀則多採離子交換分離管柱，但考量價錢、壽命及分離效果皆不如逆向層析管柱的效果來的佳。Ding 等 (2002) 利用陰離子交換層析法定量分析茶湯中游離的胺基酸 (包含茶胺酸) 及醣類。但本實驗室因為儀器設備的關係，無法將胺基酸標準品完全分離，故無法建立定性及定量的分析方法 (資料未附)。

二、使用 DABS-Cl 衍生及高效能液相層析分析胺基酸標準品之結果

使用 DABS-Cl 衍生及高效能液相層析分析胺基酸標準品能有效分離各個胺基酸及茶中的茶胺酸、 γ -胺基丁酸。DABS-Cl 衍生的方法屬於前管柱衍生。張和劉 (1988) 指出將

游離胺基酸衍生為 DABS-Cl 衍生物再用高效能液相層析儀做定量，是一個可行的方法，使用一微克 (μg) 即可得到一般常用 Ninhydrin 法的結果。且使用可見光 (436 nm) 檢測定量，過量的衍生試劑會水解成磺胺類物質，可與衍生後的胺基酸完全分離；針對每個胺基酸的吸收峰 (peak) 來說，皆能有基線式分離 (baseline separation) 且基線平穩位移不明顯，可以準確的積分定量各個胺基酸。

本研究針對不同的鹽類緩衝系統之移動相 (mobile phase) 進行測試，sodium acetate 系統 (pH6.4) 的分離效果較 potassium dihydrogen phosphate 系統 (pH6.8) 來的靈敏，解析度高，與 Chang 等 (1981) 的結果相呼應。如圖一所示，sodium acetate 系統能完全分離二十種常見的胺基酸及額外添加的 γ -胺基丁酸，且藉由管柱溫度的調控可以產生峰型尖銳 (sharp) 的吸收峰，更有利於個別胺基酸的積分定量；但對茶胺酸而言，在此系統下會與酰胺酸發生吸收峰重疊的情形，無法對此二種胺基酸進行定性及定量。

Chang 等 (1981) 更指出當固定移動相鹽類緩衝系統濃度時，藉由 pH 值的調降 (約 pH 4~5.5) 降低 DABS-Cl 胺基酸的極性，會延長部分 DABS-Cl 胺基酸的滯留時間 (retention time)。換言之，固定 pH 值而增加鹽類緩衝液濃度時，會抑制固定相 (stationary phase) 表面的負電子化，而降低鹼性胺基酸 (DABS-Arg) 與固定相的作用，使其滯留時間縮短。

本研究使用 sodium acetate 系統 (pH4.13) 的移動相系統，藉由 pH 值的降低能有效解決茶胺酸與酰胺酸發生吸收峰重疊的情形，將兩種胺基酸完全分離，以利定性，如圖二所示，且對 γ -胺基丁酸而言仍具有良好的解析能力。故使用 pH4.13 的 sodium acetate 系統能將常見的二十種胺基酸及茶胺酸、 γ -胺基丁酸完全分離而進行定性分析。

三、使用 DABS-Cl 衍生及高效能液相層析分析各茶樣之結果

可見光波長 (436 nm) 可阻隔大部分生物活性物質的吸收干擾，故 DABS-Cl 衍生法所採用的偵測波長較不易被茶湯裡的其他物質干擾，各種茶樣品經萃取後可直接與 DABS-Cl 試劑進行反應。但王等 (2004) 指出，一般茶葉中的蛋白質含量並不高，以鹼性蛋白質為主，容易與單寧反應產生不溶性物質，而影響茶湯的品質。故本研究在茶湯萃取後使用 PVPP 進行酚類物質的吸附，以期能夠更準確的分析樣品中游離胺基酸的含量。然茶湯是否使用 PVPP 吸附，其 DABS-Cl 胺基酸衍生物的吸收峰高度皆相近，故不會影響茶樣分析的靈敏度。

然而茶中原本的胺基酸含量不高，雖然 DABS-Cl 衍生法能偵測到微微莫耳 (p mol) 的濃度，且常應用於食品中胺基酸的分析範疇中，但在茶樣實際的應用上仍稍嫌不足，故可在進行 DABS-Cl 衍生化時增加作用茶樣的反應體積，使茶樣的分析效果更加明顯，可對少量的胺基酸進行定性分析，對含量相對大的茶胺酸而言，可進行準確的定量分析。

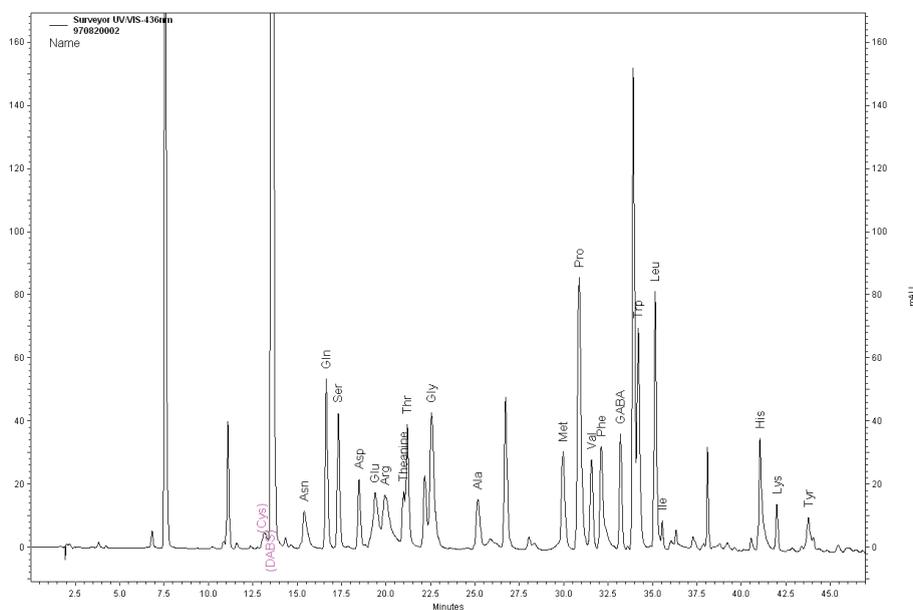
結 論

茶葉中游離胺基酸定性分析可採 DABS-Cl 衍生及高效能液相層析分析法進行各項胺基酸的分離。而茶中特有之茶胺酸及 γ -胺基丁酸，也可藉由衍生化的方式進行分離。

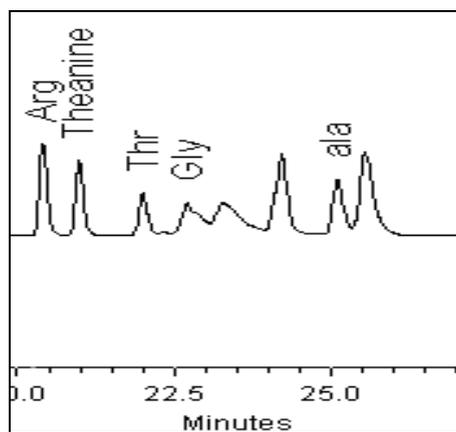
參考文獻

1. 王雪芳、蔡永生、林木連、區少梅.2004.不同品種、產區與產季對台灣佳葉龍茶之 GABA 含量的影響. 農業化學與食品科學 44: 90-99。
2. 甘子能.1984.茶葉化學入門。
3. 張陳賢、劉振盛.1988.微量胺基酸分析-快速氣相水解 DABSYL-CL 衍生及高效相層析儀. *Journal of the Chinese Biochemical Society*. 17: 12-19。
4. 蔡永生、阮逸明、張如華.1995.佳葉龍茶之研製.農特產品加工研討會專刊. pp.162-178. 農業試驗所。
5. 蔡永生、區少梅、張如華.1990.不同品種包種茶官能品質與化學成分之特徵與判別分析. 台灣茶業研究彙報 9: 79-97。
6. Aucamp, J. P., Y. Hara and Z. Apostolides.2000. Simultaneous analysis of tea catechins, caffeine, gallic acid, theanine and ascorbic acid by micellar electrokinetic capillary chromatography. *J. Chromatogr. A*. 876: 235-242.
7. Chang, J. Y., R. Kencht and D. G. Braun.1981. Amino acid analysis at the picomole level. *Biochem. J*. 199: 547-555.
8. Ding, Y., H. Yu and S. Mou. 2002. Direct determination of free amino acid and sugar in green tea by anion-exchange chromatography with integrated pulsed amperometric detection. *J. Chromatogr. A*. 982: 237-244.
9. Hsieh, M. M. and S. M. Chen. 2007. Determination of amino acid in tea leaves and beverage using capillary electrophoresis with light-emitting diode-induced fluorescence detection. *Talanta*.73: 326-331.
10. Juneja, L. R., D. C. Chu, T. Okubo, Y. Nagato and H. Yokogoshi. 1999. L-theanine – a unique amino acid of green tea and its relaxation effect in humans. *Trend in Food Science & Technology*.10: 199-204.
11. Kakuda, T., H. Yanase, K. Utsunomiya, A. Nozawa, T. Unno and K. Kataoka. 2000. Protective effect of γ -glutamylethylamide (theanine) on ischemic delayed neuronal

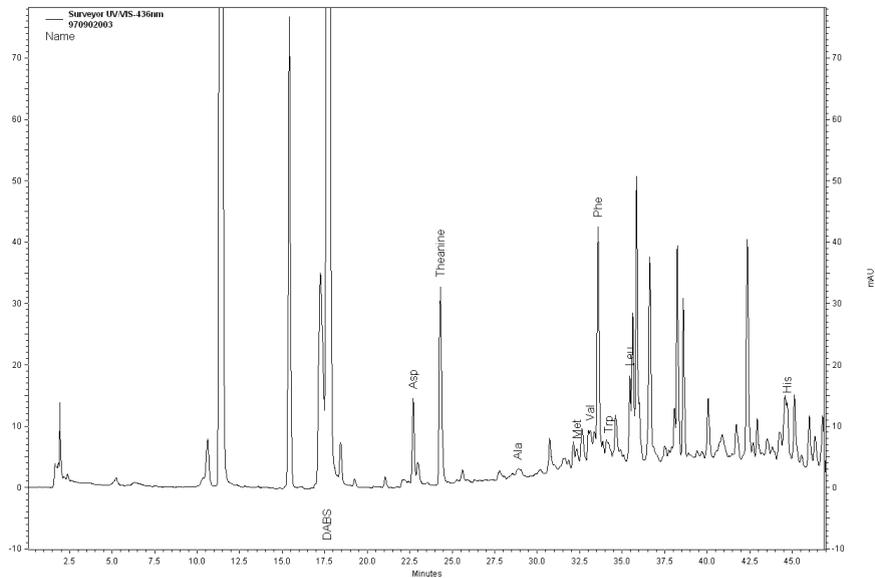
- death in gerbils. *Neuroscience Letters*. 289: 189-192.
12. Li, J., P. Li and F. Liu. 2008. Production of theanine by *Xerocomus badius* (mushroom) using submerged fermentation. *LWT*. 41: 883-889.
 13. Özcan, S. and H. Z. Şenyuva. 2006. Improved and simplified liquid chromatography/atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry method for the analysis of underivatized free amino acids in various foods. *J. Chromatogr. A*. 1135: 179-185.
 14. Romero, R., M. G. Bagur, M. Sánchez-Viñas, and D. Gázquez. 2000. Optimization of experimental variable in the dabsyl chloride derivatization of biogenic amines for their determination by RP-HPLC. *Chromatographia*. 51: 404-410.
 15. Wang, H. F., Y. S. Tsai, M. L. Lin and S. M. Ou. 2006. Comparison of bioactive components in GABA tea and green tea produced in Taiwan. *Food Chemistry*. 96: 648-653.
 16. Zhu, X., B. Chen, M. Ma, X. Luo, F. Zhang, S. Yao, Z. Wan, D. Yang and H. Hang. 2004. Simultaneous analysis of theanine, chlorogenic acid, purine alkaloids and catechins in tea samples with the help of multi-dimension information of on-line high performance liquid chromatography/ electrospray-mass spectrometry. *J. Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 34: 695-704.



圖一、Sodium acetate 鹽類緩衝系統中二十二種 DABS 衍生化胺基酸分析圖譜
 Fig. 1. Chromatogram of dabsyl derivatives of 22 amino acids in sodium acetate buffer system

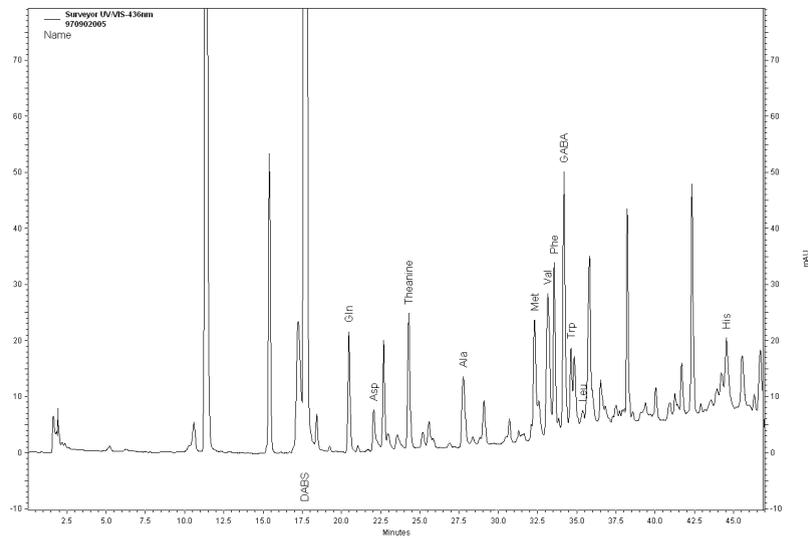


圖二、Sodium acetate 鹽類緩衝系統 (pH 4.13) 中 DABS 衍生化茶胺酸及蘇胺酸分析圖譜
 Fig. 2. Chromatogram of dabsylated theanine and threonine in sodium acetate buffer system (pH 4.13)



圖三、高海拔茶菁中 DABS 衍生化胺基酸分析圖譜

Fig. 3. Chromatogram of dabsyl derivatives of amino acids in high altitude tea leaves



圖四、佳葉龍茶中 DABS 衍生化胺基酸分析圖譜

Fig. 4. Chromatogram of dabsyl derivatives of amino acids in GABA tea

Study on the Qualitative Analysis of Free Amino Acids in Tea with DABS-Cl Derivatives and High-performance Liquid Chromatography

Hsiao-Wei Huang Ying-Ling Chen Kuo-Renn Chen¹

Summary

The aim of this study was to analyze the free amino acids in tea with DABS-Cl derivatives and reversed-phase high- performance liquid chromatography. The results showed in the visible region (436 nm), twenty amino acids and γ -aminobutyric acid labeled with dimethylaminoazobenzenesulphonyl chloride in sodium acetate buffer system can be well separated. However, although the main free amino acids in tea, theanine, and threonine were overlapping and couldn't be properly separated, a lower pH buffer system (pH 4.13) could effectively separate both of the above. In conclusion, the method can effectively separate free amino acids in tea.

Key words: DABS-Cl derivative, HPLC, Free amino acid, Theanine, γ -Aminobutyric acid

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

不同加工方法對炒菁綠茶品質之影響

黃仁豐 吳聲舜¹

摘要

利用不同萎凋程度和不同炒菁溫度探討對炒菁綠茶品質之影響，研究顯示茶菁經適度萎凋，再炒菁其葉綠素含量只有輕微的減少，而化學成分、礦物元素含量變化不顯著，但水色、香氣及滋味會明顯提升，萎凋時間則以 2-4 小時較適宜。綠茶製作之炒菁溫度以 250°C 可獲得較佳的綠茶品質，且能保持綠茶之葉綠素含量，其化學成分、礦物元素含量不致產生明顯的變化。

關鍵字：綠茶、萎凋、炒菁溫度

前言

茶在消費市場上是普遍的飲料，它來自大自然。茶湯具有獨特的色、香、味，含有許多珍貴的茶多酚及其他有益健康的化學成份。茶中主要成分為兒茶素類 (catechins)，並以 epigallocatechin-3-gallate (EGCG) 含量最多且生物活性最高，已證實具抗氧化 (antioxidative)、抗細胞增生 (antiproliferation)、抗發炎 (antiinflammatory)、抗過敏 (antiallergic)、抗脂質增高 (antilipidemic)、抗致癌 (antiinflammatory) 及除口臭等多元保健效果 (阮, 1995b; Dreostic *et al.*, 1997; Yang, 1997)。不同茶類間以綠茶及部分發酵茶較紅茶效果好，而且 EGCG 含量也較高 (林, 2003)。由於綠茶的保健作用逐漸被世人所重視，原以喝烏龍茶為主的國人也被綠茶所吸引，消費量有逐年增加之趨勢，所以開發適合國人飲用之綠茶產品，是政府目前輔導項目之一，其相關產製技術有必要更進一步加以探討。

茶葉品質之優劣主要取決於茶菁原料、加工製作過程及其後續之精製技術，每個階段都必須確實掌握最佳的條件才能生產優質的茶葉 (鄭, 1994)。綠茶屬不發酵茶，加工流程為：茶菁原料→殺菁(炒菁、蒸菁及燙菁)→揉捻→乾燥→成品(吳、朱, 1999)，傳統上製作綠茶是不經萎凋以直接殺菁方式，其茶葉滋味帶有明顯的苦澀味及菁味 (張, 1995)。台灣消費者嗜飲清香型的包種茶，對於帶有菁澀風味的綠茶較不習慣，若能於殺菁之前進行適度的靜置萎凋，不僅可以改善其苦澀味及菁味，更可降低茶葉中的含水量便於揉捻及乾燥，而又能兼具綠茶之特性 (敬等, 2006)。此外，炒菁溫度高低也會影響綠茶品質，更為綠茶加工過程之關鍵技術，製茶業者常因溫度過高或時間過久，而失去綠茶本身翠綠色澤及產生火焦味 (丁, 1993)。

綜合上述，本文針對綠茶加工製作過程中，探討萎凋程度和不同炒菁溫度對綠茶品質之影響，期能藉此改善炒菁綠茶品質，生產具有台式風味的綠茶，使台灣茶類朝向更多元化之發展。

1.行政院農業委員會茶業改良場台東分場 技工、分場長。台灣 台東縣。

材料與方法

一、試驗方法

(一) 萎凋時間對製作綠茶品質之影響

茶菁原料來自茶業改良場台東分場第五區台茶 12 號第 20 年生茶園，以人工採摘之一心二葉茶菁為試驗材料，其製作流程為茶菁→萎凋→炒菁→揉捻→乾燥→成品。試驗設計採逢機完全區集設計 (RCBD)，四處理，四重複。處理項目分別為不萎凋、萎凋 2 小時、4 小時及 6 小時，炒菁溫度 250°C，時間 3 分鐘，揉捻時間為 2 分鐘，揉捻後先行 100°C 初乾 10 分鐘後，接著以焙茶機 80°C 乾燥 2 小時。每處理之茶菁原料重量為 2 公斤，將茶菁平均攤開於 4m×4m 的萎凋布上，再隨機從中秤取 2 公斤茶菁，平均分配攤開放置於 16 個直徑 104 cm 圓竹編筴籠中，移至室內空調室靜置 (室溫溫度為 20.1°C，相對濕度 54%)，進行室內靜置萎凋作業，萎凋期間不予翻動及攪拌。依萎凋時間取樣測定茶菁萎凋率，並製作條形綠茶，製茶流程採台灣省茶業改良場 (1999) 之方法。調查分析項目及分析方法如上述之茶菁失水率、葉綠素含量、化學成分含量、礦物元素含量、茶湯水色測定、製茶品質官能品評。

(二) 炒菁溫度對製作綠茶品質之影響

茶菁原料來自茶業改良場台東分場第五區台茶 12 號第 20 年生茶園，以人工採摘之一心二葉茶菁為試驗材料，其製作流程為茶菁→炒菁→揉捻→乾燥→成品。試驗設計採逢機完全區集設計 (RCBD)，四處理，四重複。試驗處理項目分別為炒菁溫度 150°C、200°C、250°C 及 300°C，炒菁時間 3 分鐘，揉捻時間 2 分鐘，揉捻後先行 100°C 初乾 10 分鐘後，接著以焙茶機 80°C 乾燥 2 小時。各處理對綠茶品質的影響測定則包括葉綠素含量、化學成分含量、礦物元素含量、茶湯水色測定、製茶品質官能品評。

二、製茶機械

1. 小型炒菁機：炒菁容量為 3 公斤。
2. 小型揉捻機：揉捻容量為 3 公斤。
3. 乙種乾燥機。
4. 焙茶機 (烘箱)：容量為 30 公斤、電壓 220 V、相數 3 pH、電熱 7 KW、溫度 160°C。

三、調查分析項目

1. 茶菁失水率

經不同萎凋處理後之茶菁原料，於炒菁前隨機取少量茶菁，秤其炒菁前重量，與原先重量相減，再除以原重，即可測得失重百分率。茶菁萎凋後的重量與原來重量之比，以百分率表示之，稱為茶菁萎凋率 (張等，1997)。

2. 化學成分分析

- (1) 兒茶素 (catechins) 含量測定 (馮、陳，1995；Iwasa, 1975；Sarkar and

- Howarth, 1976)。
- (2) 咖啡因 (caffeine) 含量測定 (蔡、阮, 1987)。
 - (3) 總游離胺基酸 (total free amino acid) 含量測定 (Moore and Stein, 1948)。
 - (4) 可溶糖 (soluble sugar) 含量測定 (Somogyi, 1945)。
 - (5) 葉綠素 (chlorophyll) 與類胡蘿蔔素 (carotenoid) 含量測定 (陳、蔡, 1992; Arnon, 1949)。
3. 礦物元素含量分析 (Chapman and Pravy, 1961; 張, 2000)。
- (1) 氮含量測定
 - (2) 磷含量測定
 - (3) 鉀含量測定
 - (4) 鈣含量測定
 - (5) 鎂含量測定
 - (6) 鐵 (Fe)、錳 (Mn)、銅 (Cu)、鋅 (Zn) 含量測定
4. 茶湯水色測定 (吳等, 1995)。
5. 官能品評

秤取 3 g 茶葉置於品評杯, 用沸水 150 ml 沖泡 5 分鐘後茶湯倒出於審茶杯, 茶湯再經 10 分鐘靜置放冷後, 請本分場三位品評人員分別依形狀 10%、色澤 10%、水色 20%、香氣 30%、滋味 30% 合計 100% 評定分數 (TQS = total quality scores)。

四、統計分析

不同品種及遮蔭程度處理所得之數據, 以 SAS (statistical analysis system) 電腦程式先經變方分析確認處理間達 5% 顯著差異時, 再以鄧肯氏新多變域測驗法 (Duncan's New multiple range test) 比較各處理間之差異。

結果

一、萎凋時間對製作綠茶品質之影響

本試驗以台茶 12 號製作不發酵之綠茶為主, 靜置萎凋期間為避免發生茶菁失水過度或因攪動引起茶葉葉緣變紅, 造成積水的現象, 萎凋期間並不攪動茶菁。茶菁進廠後即置於筴簾上進行靜置萎凋, 萎凋時間分別為 2 小時、4 小時及 6 小時及不萎凋。試驗顯示各處理茶菁平均含水量分別為 75.0%、73.6%、73.0% 及 76.8%, 萎凋失水率分別為 1.80%、3.16%、3.79%, 由圖一中可以發現茶菁含水量會隨萎凋時間增加而下降。

萎凋時間對綠茶葉綠素及類胡蘿蔔素含量之分析結果, 不同的萎凋時間對綠茶總葉綠素、葉綠素 a、葉綠素 b 含量之影響並不明顯, 但卻隨著時間增長而有下降的趨勢。類胡蘿蔔素經萎凋 2、4 小時, 含量與對照沒有明顯差, 而萎凋 6 小時含

量為 5.58mg/g DW 明顯較對照組含量 4.59mg/g DW 高 (圖二)。

兒茶素、咖啡因、游離胺基酸及可溶糖含量在不同處理間差異不顯著。在萎凋過程中,兒茶素含量在處理間雖沒有一致性變化,但都呈現低於不萎凋處理的含量,而且兒茶素及游離胺基酸隨著時間增加含量有下降的趨勢。可溶糖及咖啡因雖在不同處理間差異不顯著,但卻呈現隨時間增加含量慢慢增加(表一)。

綠茶內的礦物元素含量容易因萎凋時間增加而減少;鈣、鎂及錳於萎凋 6 小時含量明顯較不萎凋低。萎凋時間達 4 小時氮含量降到最低 3.47%。銅含量則在萎凋 2 及 4 小時降至 12.75%,明顯低於對照組(表二)。

代表茶湯明亮度的 L 值,不因萎凋時間增加而有顯著差異(圖三 A)。就水色而言,在 2 小時及 4 小時 a 值明顯較對照組及萎凋 6 小時的值大,這表示紅色成分增加,綠色成分減少(圖三 B)。而 b 值在萎凋 2 小時後,就呈現隨著時間增加而增加的顯著趨勢,這表示茶湯內黃色成分慢慢增多(圖三 C)。比較 ΔE 值發現,不萎凋與萎凋處理間有顯著差異,並且從萎凋 2 小時起, ΔE 值與純水的差異隨時間增加而有增加的趨勢(圖三 D)。不同萎凋時間的茶菁製成綠茶後,經品評人員評定,結果顯示茶菁經長時間萎凋(6 小時),對成茶外觀形狀、色澤會有明顯之影響。茶湯水色各處理間差異不顯著,但就香氣及滋味而言,萎凋 2 小時及 4 小時呈現較優的品質,不萎凋直接殺菁的茶菁則帶有青草味。由此可知,適當時間的萎凋,將有助於提昇綠茶產製品質(表三)。

二、炒菁溫度對製作綠茶品質之影響

因本試驗須考量茶菁已先經過靜置萎凋步驟,其含水量不似鮮葉含水量高,所以炒菁時間先以綠茶炒製慣行法試之,茶菁數量為 2 公斤,發現以 3 分鐘炒菁時間呈現最佳品質,而本試驗是以探討炒菁溫度對綠茶品質之影響為主,故本試驗炒菁溫度分別以 150°C、200°C、250°C 及 300°C 進行,炒菁時間固定為 3 分鐘。

圖四中結果顯示,綠茶總葉綠素、葉綠素 a、葉綠素 b 及類胡蘿蔔素在各處理間差異不顯著。但當炒菁溫度愈高,總葉綠素、葉綠素 a 及葉綠素 b 皆呈現下降的趨勢,類胡蘿蔔素則呈現相反的趨勢。

茶菁經炒菁後,兒茶素及咖啡因在處理間差異不顯著,其含量變化較不一致。可溶糖含量呈現隨炒菁溫度升高而增加的趨勢,並以炒菁溫度 300°C 含量 5.34%,明顯較炒菁溫度 150°C 含量 4.34% 高;游離胺基酸含量呈現相同的趨勢,尤其當炒菁溫度在 300°C 時,含量 0.94% 明顯最高(表四)。

礦物元素中,鉀及鋅在高溫下含量明顯減少,氮、磷及鈣等元素在炒菁溫度 250°C 時含量 3.74、0.35 及 0.60 及最低。鉀、鎂、鐵、錳、銅及鋅元素在炒菁溫度 300°C 時含量 1.20、0.17、50.75、555.63、12.75 及 15.50 最低(表五)。由上述結果得知,炒菁溫度如果過高,茶葉中所含的礦物元素減少,會使茶葉品質受到影響。

就水色明亮度 L 來看,當炒菁溫度在 250°C 時,L 值 88.41 最高,與炒菁溫度 200°C 時 85.51 顯著差異(圖五 A)。茶湯水色 a 值在不同處理間差異並不顯著,但呈現隨著炒菁溫度增加而明顯變大的趨勢,顯示茶湯內綠色成分逐漸減少(圖五 B)。另外 b 值也呈現隨著炒菁溫度增加而明顯變小的情形,顯示茶湯內黃色成分明顯減

少(圖五 C)。△E 值也隨著溫度增加而減少,表示茶湯水色與純水的差異變小(圖五 D)。

從表六中得知,在不同溫度下炒菁形狀品質差異不顯著。色澤品質呈現因炒菁溫度升高而明顯下降的變化。不論水色、香氣及滋味,發現以炒菁溫度 250℃ 呈現較佳的品質。由以上結果推論,炒菁溫度在 250℃ 時可獲得較佳的綠茶品質。

表一、萎凋時間對綠茶化學成分含量之影響

Table 1. Effects of different withering durations on the chemical component contents measurements (mean ± SD) of green tea

萎凋時間 Withering time (hr)	化學成分含量 Chemical component contents (%) (mean ± SD)			
	兒茶素 Catechin	咖啡因 Caffeine	可溶糖 Soluble Sugar	游離胺基酸 Free Amino acid
0	10.86±0.29a	2.29±0.15a	3.25±0.83a	1.03±0.18a
2	10.52±0.46a	2.32±0.10a	3.61±0.34a	1.07±0.07a
4	10.75±0.35a	2.41±0.09a	3.64±0.31a	1.07±1.37a
6	10.29±0.63a	2.44±0.16a	3.72±1.23a	1.23±0.15a
F value	1.66	0.93	0.68	7.22**

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at $p < 0.05$ level according to Duncan's new multiple range test.

表二、萎凋時間對綠茶礦物元素含量之影響

Table 2. Effects of different withering durations on the mineral contents measurements (mean ± SD) of green tea

萎凋 時間 Withering Time (hr)	營養元素 Nutrient elements (% DW)				微量元素 Minor elements (ppm)				
	氮 N	磷 P	鉀 K	鈣 Ca	鎂 Mg	鐵 Fe	錳 Mn	銅 Cu	鋅 Zn
0	3.9±0.2a	0.5±0.1a	1.5±0.1a	0.7±0.05ab	0.2±0.02a	49.5±1.7a	517.1±76.1a	13.7±0.5a	21.8±1.1a
2	3.9±0.4a	0.5±0.1a	1.3±0.4a	0.8±0.25a	0.2±0.04a	49.1±2.3a	456.6±31.6ab	12.7±0.6b	21.5±1.5a
4	3.4±0.1b	0.5±0.1a	1.3±0.3a	0.5±0.16bc	0.1±0.04ab	47.8±2.5a	464.3±58.3ab	12.7±0.5b	20.6±1.1a
6	3.8±0.2ab	0.4±0.1a	1.2±0.1a	0.4±0.15c	0.1±0.04b	49.2±3.2a	379.3±92.8b	13.1±0.4ab	21.1±1.3a
F	3.09	0.14	0.52	4.89*	3.45	0.37	2.20	4.24*	0.65

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at $p < 0.05$ level according to Duncan's new multiple range test.

表三、萎凋時間對綠茶品質之影響

Table 3. Effects of different withering durations on the quality measurements (mean±SD) of green tea

萎凋時間 Withering time (hr)	綠茶品質 Quality (%) (mean ± S.D)					
	形狀 Appearance	色澤 Color	水色 Liquor	香氣 Aroma	滋味 Taste	總分 Total
0	6.50±0.15a	6.50±0.16a	13.10±0.49a	18.88±0.25c	19.00±0.41b	63.85±0.91b
2	6.33±0.16ab	6.35±0.10ab	13.08±0.29a	20.13±0.48a	19.88±0.25a	65.75±0.60a
4	6.28±0.25b	6.55±0.10a	13.40±0.20a	19.63±0.25b	19.50±0.00a	65.35±0.19a
6	6.20±0.12b	6.10±0.24b	13.40±0.20a	19.00±0.00c	19.00±0.00b	63.70±0.50b
F value	5.31*	5.77*	2.28	18.95**	12.64**	10.16**

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at $p < 0.05$ level according to Duncan's new multiple range test.

表四、炒菁溫度對綠茶化學成分含量之影響

Table 4. Effects of different panning temperature on the chemical component contents measurements (mean ± SD) of green tea

炒菁溫度 Panning temperature (°C)	Chemical component contents (%) (mean ±SD)			
	兒茶素 Catechin	咖啡因 Caffeine	可溶糖 Soluble Sugar	游離胺基酸 Free Amino acid
150	10.16±0.77a	1.92±0.14a	4.34±0.44b	0.76±0.12b
200	10.30±0.24a	1.78±0.07a	4.63±0.84ab	0.85±0.09ab
250	10.64±0.57a	1.91±0.03a	4.96±0.32ab	0.89±0.04a
300	10.28±0.96a	1.87±0.06a	5.34±1.00a	0.94±0.07a

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at $p < 0.05$ level according to Duncan's new multiple range test.

表五、炒菁溫度對芽葉礦物元素含量之影響

Table 5. Effects of different panning temperature on the mineral contents measurements (mean \pm SD) of green tea

炒菁溫度 Panning temp. ($^{\circ}$ C)	營養元素 Nutrient elements (% DW)					微量元素 Minor elements (ppm)			
	氮 N	磷 P	鉀 K	鈣 Ca	鎂 Mg	鐵 Fe	錳 Mn	銅 Cu	鋅 Zn
150	4.0 \pm 0.2a	0.5 \pm 0.1a	1.6 \pm 0.1a	0.7 \pm 0.2a	0.2 \pm 0.0a	58.2 \pm 11.7a	599.0 \pm 27.3a	13.1 \pm 0.8a	18.7 \pm 2.0a
200	3.7 \pm 0.3a	0.4 \pm 0.1a	1.3 \pm 0.2ab	0.6 \pm 0.1a	0.2 \pm 0.0a	55.6 \pm 3.77a	580.5 \pm 39.4a	14.3 \pm 1.0a	17.3 \pm 1.8ab
250	3.8 \pm 0.6a	0.3 \pm 0.1a	1.2 \pm 0.2b	0.6 \pm 0.1a	0.1 \pm 0.2a	51.5 \pm 3.07a	580.5 \pm 17.4a	13.2 \pm 0.6a	16.0 \pm 0.8b
300	3.7 \pm 0.7a	0.4 \pm 0.1a	1.2 \pm 0.1b	0.8 \pm 0.2a	0.1 \pm 0.0a	50.7 \pm 2.95a	555.6 \pm 14.7a	12.7 \pm 1.2a	15.5 \pm 0.7b
F value	0.42	1.66	3.96*	1.32	0.79	1.04	1.45	1.96	5.86*

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at $p < 0.05$ level according to Duncan's new multiple range test.

表六、炒菁溫度對綠茶品質之影響

Table 6. Effects of different panning temperature on the quality measurements (mean \pm SD) of green tea

炒菁溫度 Panning temp. ($^{\circ}$ C)	品質 Quality (%) (mean \pm SD)					
	形狀 Appearance	色澤 Color	水色 Liquor	香氣 Aroma	滋味 Taste	總分 Total
150	6.38 \pm 0.16a	6.65 \pm 0.10a	12.43 \pm 0.51c	17.63 \pm 0.25c	17.13 \pm 0.75b	60.20 \pm 1.31c
200	6.50 \pm 0.13a	6.60 \pm 0.12a	13.08 \pm 0.15b	19.13 \pm 0.25b	19.50 \pm 0.41a	64.80 \pm 0.14b
250	6.43 \pm 0.50a	6.18 \pm 0.25b	13.65 \pm 0.47a	20.25 \pm 0.29a	20.25 \pm 0.29a	66.63 \pm 0.66a
300	6.40 \pm 0.14a	6.13 \pm 0.15b	12.85 \pm 0.17bc	17.63 \pm 0.75c	17.75 \pm 0.29b	60.75 \pm 1.09c
F value	0.36	13.5**	8.45**	42.17**	35.98**	65.7**

Means followed by the same letters in the same column are not significantly different at $p < 0.05$ level according to Duncan's new multiple range test.

討 論

萎凋主要的目的在減少茶菁的水分含量，促進細胞膜滲透性，使酵素與兒茶素能接觸而進行發酵作用 (Sanderson, 1964)，以利於適於後續的操作，讓茶菁緩慢進行一連串的生化反應或變化 (Bhatia, 1964; Sanderson, 1968; 林, 1956; 阮, 1995a)，形成香氣成分 (Takeo, 1984; Tokitomo *et al.*, 1984; Kobayashi *et al.*, 1985)。因此室內靜置萎凋期間，在溫、濕度的控制就顯得格外重要，若溫、濕度控制不當，最常見的情形就是茶菁容易發生失水過度造成脫水現象，而引起茶葉葉緣變紅，或水分散失過慢，而造成積水的現象，製成茶葉之品質往往不佳 (張等, 1997)。

本試驗茶菁靜置萎凋時，在當時室內恆溫為 20.1°C，相對濕度 54% 之環境中進行，萎凋時間分別為 2 小時、4 小時及 6 小時，各處理茶菁平均含水量分別為 75.0%、73.6%、73.0% 及 76.8% (對照)，其結果顯示茶菁含水量會隨萎凋時間增加而下降 (圖一)。林 (1992) 指出製作烏龍茶時，日光萎凋 (solar withering) 至 73~75% 為最適水分指標，室內萎凋 (indoor withering) 及靜置攪拌 (turn-over) 則應使水分含量降至 70~70.5%。本試驗茶菁並不經攪拌，所以其含水量在 73~75% 間，茶菁在室內靜置萎凋，若再經攪拌動作會加速茶菁水分含量降低，且易使葉緣變紅、茶湯水色變黃。因此，製作綠茶在萎凋過程中，不宜去翻動茶菁以免影響品質。

綠茶的色澤是由多種色素物質顏色的綜合表現，但其中脂溶性色素，尤其是葉綠素及其變化所產生的物質是色澤的主體，其對色澤形成的扮演著重要的角色，且對色澤形成時所產生的作用大小次序分別為葉綠素 a > 類胡蘿蔔素 > 葉綠素 b (王, 2005)。在本試驗中顯示，不同的萎凋時間對綠茶總葉綠素、葉綠素 a、葉綠素 b 含量影響並不明顯，但卻隨著時間增長而有下降的趨勢，只有類胡蘿蔔素在經萎凋 6 小時後，含量明顯較對照組高 (圖二)。由於葉綠素與類胡蘿蔔素兩者皆為脂溶性色素，均參與光合作用的反應，其中葉綠素在試驗過程中因部分遭到水解或脫鎂作用的影響，而使得含量減少；類胡蘿蔔素則是與葉綠素共同存在於葉綠體內，在製茶過程中，隨著葉綠體結構及內含結合物受到破壞，類胡蘿蔔素的色澤才得以呈現出來，成為茶葉色澤之一 (王, 2005)。

茶葉色、香、味的天然品質是芽葉中各種化學成分的綜合表現，並與製造過程中之生化反應及代謝有密切的關係 (陳、蔡, 1992)。本試驗分析茶葉中與色、香、味有關的兒茶素類、咖啡因、總游離胺基酸及可溶糖等主要化學成分含量，結果顯示兒茶素含量會隨萎凋時間增加而減少，主要在於萎凋期間茶多元酚類氧化酵素活性會增加，茶多元酚類因氧化作用轉變成其他物質，使得含量逐漸減少。而且在萎凋過程中，大部分胺基酸均有增加的趨勢。另外，茶菁經萎凋處理後，咖啡因含量隨萎凋時間之增加而增加 (表一)。吳等 (1975) 指出茶菁即使未經揉捻，隨萎凋程度之加深，兒茶素類含量減少，而且葉、吳 (1976) 也指出半發酵茶在萎凋過程中，大部分胺基酸均有增加的趨勢。另外，茶菁經重萎凋或延長萎凋處理時間，紅茶咖啡因含量隨萎凋時間之延長而增加 (Mahanta and Baruah, 1989; Owuor and Ochar, 1990)。本試驗茶菁經萎凋後，茶葉中主要化學成分包括兒茶素類、咖啡因、總游離胺基酸及可溶糖等含量變化，與大部分研究有相同的趨勢，顯示綠茶經輕度萎凋後，其化學成分含量變化，與部份發酵茶包種茶與全發酵紅茶在萎凋初期之化

學成分含量變化類似。

本試驗中茶菁礦物元素含量呈現隨萎凋時間增加而有減少的趨勢（表二），經官能品評方式評定綠茶品質，發現其品質亦呈現隨萎凋時間增加而有下降的趨勢，顯示礦物元素與綠茶品質可能呈現正相關。馮、徐（1983）在探討遮蔭度及遮蓋時間對茶芽特性，化學成分與煎茶品質的相關研究中發現，遮蔭可增加氮、磷、鉀、鈣、鎂及葉綠素的含量，且對茶菁原料品質及煎茶品質之改進有極大效果，本試驗的結果與其相同。

茶菁經萎凋後製成綠茶，並分析其茶湯水色發現，a 值、b 值及 ΔE 值在萎凋 2 小時最小，所以此時水色較為偏綠色或蜜綠色，當萎凋時間長達 6 小時，b 值及 ΔE 值急遽增加，水色變為偏黃，L 值也隨萎凋時間增加而變小，茶湯水色也變得較暗（圖三 A、B、C、D）。阮（1987）曾指出包種茶因多元酚類氧化酵素作用，b 值在揉捻後比鮮葉增加了 3 倍，a 值增加 2 倍。甘、林（1986）探討優良條型包種茶測色值範圍，L 值在 95.5~87.1 之間，a 值-1.6~3.8 之間，b 值在 21.4~11.8 之間， ΔE 值則在 23.5~13.2 的範圍。綜合上述結果，本試驗製造之綠茶，測色值 a、b 與 ΔE 均較包種茶低，推測可能與本試驗為不翻動及不攪拌進行靜置萎凋，使多元酚類氧化酵素作用不完全，以致不易沖泡出茶葉中色素成分有關。蔡等（1991a）指出茶葉因發酵程度之不同而具有顯著不同之水色，如全發酵紅茶水色偏紅，不發酵綠茶偏綠，部份發酵包種茶與烏龍茶介於黃綠之間。

由於不同茶類，製程不同，所需萎凋失水率呈現不同的變化，雖然僅有輕微的變化，但已經影響綠茶品質的優劣。在本試驗中，茶菁製成綠茶經官能品評後發現，就香氣及滋味品質而言，發現萎凋 2 小時及 4 小時呈現較優的品質（表三）。吳（1952）認為春季綠茶之品質於採摘後殺菁前，在室溫低於 25°C，相對濕度在 90、80% 時，靜置時間以 6 小時者為佳，秋茶之高溫低濕環境以靜置萎凋 1 小時較優。陳等（2006）探討兩種萎凋失水對綠茶感官品質的影響，認為將茶菁置於室內自然攤涼萎凋（失水率約為 18.31%），可改善色澤及香味品質。由上述可知，適當時間的萎凋，將有助於改善滋味，茶湯較不苦澀，臭菁味減少，而且不因萎凋而失去綠茶的特性，以致提昇綠茶的品質。

炒菁的目的以高溫破壞酵素活性，抑制茶葉再繼續發酵及其他反應，使茶葉經由發酵產生的香氣、滋味、水色趨於穩定，並可適度減少茶菁的水分含量。蒸菁綠茶（煎茶）的茶湯滋味通常會帶有菁臭味，而國人普遍習慣飲用包種茶，對菁臭味之風味接受程度較低，不論香氣或滋味，炒菁均優於蒸菁與燙菁綠茶（吳、朱，1999），因此，國人飲用的綠茶大都以炒菁方式製作。

本試驗是以探討炒菁溫度對綠茶品質之影響為主，張（1995）也指出綠茶炒菁溫度通常約在 280~300°C 左右，時間 5~6 分鐘，以高溫短時間為宜。故本試驗炒菁溫度分別以 150°C、200°C、250°C 及 300°C 進行，時間固定為 3 分鐘。

試驗結果顯示，總葉綠素、葉綠素 a、葉綠素 b 及類胡蘿蔔素，皆隨炒菁溫度愈高，呈現下降的趨勢（圖四）。而綠茶炒菁時，首先最常見且最明顯的變化為含水量減少，其次為葉片色澤變化，最後為香氣變化。吳、陳（2000）指出茶葉鮮葉中含有大量的葉綠素，在製茶過程中，由於需經歷長時間的濕、熱過程，含鎂葉綠

素在此條件下其鎂元素很容易被氫原子所取代，使鎂元素受加工方法影響，從葉綠素結構中裂解成爲脫鎂葉綠素 (pheophytin) (顧等，2002)。

王 (2005) 指出綠茶在炒菁過程中因熱水解作用，胺基酸、可溶性糖等含量不斷增加，相反，多酚類中的兒茶素類、黃酮類因氧化等而含量不斷減少，咖啡因含量也有所下降。本試驗綠茶化學成分中，可溶糖及胺基酸含量呈現隨溫度增加而增加的趨勢，兒茶素及咖啡因含量並未明顯減少，但呈現較不一致的變化 (表四)。推測兒茶素類及咖啡因含量並未明顯減少的原因，可能是本試驗炒菁時間設定爲 3 分鐘的關係，讓多酚類中的兒茶素類、黃酮類因氧化作用不足，無法轉變成其他物質，所以含量並未明顯減少。由於茶湯滋味的形成，不是由製茶過程中某一步驟、某種化學成分的含量高低所影響，而是隨著製茶過程中，主要化學成分及其比例不斷變化至恰到好處的結果 (敬等，2006)。

茶葉中含有對人體有益的礦物營養及生理機能的無機元素含量約 5~7% (張、楊，1994)。因無機元素對人體生理機能如酸鹼平衡、細胞通透性、酵素調節功能與神經及肌肉的感應收縮等皆擔任重要職務 (黃、游，1983)，然而這些礦物元素的含量因燙菁和蒸菁而明顯降低進而影響品質 (吳、陳，2000)。本試驗顯示，氮、磷及鈣等元素在炒菁溫度 250°C 時含量最低，鉀、鎂、鐵、錳、銅及鋅元素在炒菁溫度 300°C 時含量最低。由此來看，本試驗雖以炒菁方式殺菁，與吳、陳 (2000) 的方法不同，但仍會造成礦物元素的含量流失，其中以溫度 300°C 炒製時，茶葉中所含礦物元素含量減少的種類最多 (表五)，所以，這可能也是造成溫度 300°C 之茶葉品質較差的因素之一 (表六)。

Sakamoto (1971) 指出綠茶水色呈現綠黃色主要成分係 flavonol 及 flavone 化合物所貢獻，部分兒茶素可能於綠茶揉捻或長時間熱處理過程中被氧化而形成綠茶綠黃色成分。阮 (1987) 也指出包種茶水色黃色成分可能係茶黃質類化合物所貢獻，而茶黃質類化合物含量愈多對紅茶茶湯水色之明亮度 (L 值) 及黃色值 (b 值) 貢獻愈大。在本試驗中，a 值隨著炒菁溫度升高而慢慢大，而 b 值及 ΔE 值在此時卻呈相反的趨勢，尤其當炒菁溫度達 300°C 時，茶湯水色由原本的黃綠色慢慢轉爲紅黃色，水色亦不夠明亮 (圖五 A、B、C、D)。茶湯水色隨溫度愈高顏色愈深，推測可能與炒菁溫度過高，引起多酚類的兒茶素類、黃酮類的熱催化氧化量明顯增加，使得湯色變深黃或暗黃有關。張 (1995) 指出綠茶炒菁溫度通常約在 280~300°C 左右，時間 5~6 分鐘，以高溫短時間爲宜。吳 (1952) 認爲春季綠茶炒菁溫度以離釜底 10 公分處 180°C，時間以 4~5 分鐘爲最優，秋季則以 3 分鐘最優。包種茶殺菁條件以 250°C~260°C，時間 4~5 分鐘爲佳 (鄭，1994)。本試驗以不同溫度炒菁製作綠茶，經官能品評後發現，不同處理間綠茶水色、香氣、滋味及總品質皆以炒菁溫度 250°C 爲最優，300°C 及 150°C 之水色、香氣、滋味及總品質皆明顯呈現不佳的結果 (表六)。由於本試驗之綠茶經輕度萎凋，其含水量仍高，故炒菁溫度不宜過低，否則容易導致殺菁不足，引起多酚類的部分酶促進氧化，產生紅梗紅葉現象，使得水色不佳。反之，若炒菁溫度過高，則會引起多酚類的兒茶素類、黃酮類的熱催化氧化量明顯增加，湯色變深黃或黃暗。由上述可知，炒菁之溫度依不同茶類、不同季節而有不同，適當的炒菁溫度，是決定茶葉品質好壞的因素之一。

結論與建議

由於綠茶的保健效果愈來愈受世人所重視，因此綠茶的需求量有日漸增加的趨勢，所以本研究針對綠茶相關的產製技術進行探討，希望能幫助茶農開發出具有保健效果而且適合國人飲用的綠茶產品，並得到以下結論：

茶菁經適當的萎凋，茶葉的菁味會減少並產生茶香，此時再以適當的溫度炒菁製成綠茶，其香氣及滋味不僅有別於具有菁臭味的傳統綠茶之外，更具有清淡的花香味。為了生產具有台式風味的綠茶，提升綠茶之產製價值，因此建議：

- 一、所謂的「看茶做茶」，乃由於綠茶是屬不發酵茶類，靜置萎凋程度應以茶菁的菁味已失而有茶香為適度，同時應避免時間過長或茶菁原料受到翻動及攪拌，使得茶葉「走水」過多或過快，形成部份發酵茶或全發酵茶的特徵，而失去綠茶應有的特色。
- 二、不同季節其殺菁溫度及時間應視茶菁原料之採摘程度、含水量以及炒菁時投入炒菁機的茶菁數量而定。

參考文獻

1. 丁清厚.1993.蒸氣在茶葉加工上的應用探索.茶葉. 48-50。
2. 王漢生.2005.綠茶的色、香、味.廣東茶葉 5: 16-18。
3. 甘子能、林義垣.1986.應用色差計探討茶湯的水色特徵.台灣省茶業改良場七十五年年報 pp. 39-42。
4. 吳振鐸.1952.綠茶製造試驗彙報.農林通訊 3(11): 535-556。
5. 吳振鐸、葉速卿、鄭觀星.1975.不同製茶種類對兒茶素 (catechins)含量之影響.中國農業化學會誌. 13: 160-168。
6. 吳聲舜、朱德民.1999.遮蔭處理對茶樹芽葉生育與品質之影響.台灣茶業研究彙報 18: 23-43。
7. 吳聲舜、陳國任.2000.加工方法對綠粉茶色澤及品質之影響。台灣茶業研究彙報 19: 125-138。
8. 吳聲舜、陳國任、莊瓊昌.1995.水質對茶湯水色之影響。台灣茶業研究彙報 14: 89-99。
9. 阮逸明.1987.包種茶水色形成與速溶茶萃取及抗結塊之研究.博士論文(未出版).國立台灣大學食品科技研究所。
10. 阮逸明.1995a.部份發酵茶製造法.茶業技術推廣手冊(製茶篇).台灣省茶業改良場編印 pp. 9-30。
11. 阮逸明.1995b.茶葉的保健功效.茶業技術推廣手冊(製茶篇).台灣省茶業改良場編印 pp. 107-118。
12. 邱再發.1990.影響台灣半發酵茶生產與品質之關係.台灣茶業研究彙報 9: 141-148。
13. 林學詩.1992.烏龍茶初製過程水分管理指標的探討.中國茶葉加工 1: 28-29。

14. 林馥泉.1956.烏龍茶及包種茶製造學. pp. 109-129。
15. 林金池.1990.萎凋溫度與濕度對白茶品質之影響:(I) 失水曲線.台灣茶業研究彙報 16: 1-17。
16. 林仁混.2003.茶是一種王道的飲料具有多元的保健效果.台灣茶葉產製科技研究與發展專刊.行政院農業委員會茶業改良場編印 pp. 17-22。
17. 陳國任、蔡文福.1992.缺水及不同溫度處理對茶樹芽葉主要化學成分及製茶品質之影響.台灣茶業研究彙報 11: 45-56。
18. 陳常頌、王秀萍、游小妹.2006.兩種萎凋失水對綠茶感官品質的影響.福建茶葉 108(2): 26-27。
19. 區少梅、蔡永生、張如華.1988.包種茶酚類化合物分析方法比較與評估.台灣茶業研究彙報 7: 43-61。
20. 張如華、李敏雄.1994.萎凋溫度與時間對製造碎型包種茶之影響.台灣茶業研究彙報 13: 81-90。
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.台灣茶業研究彙報 13: 133-136。
22. 張連發.1995.綠茶製造法。茶業技術推廣手冊(製茶篇).台灣省茶業改良場編印 pp. 1-4。
23. 張連發、賴滋漢、盛中德.1997.以紅外線萎凋茶菁製造包種茶之研究.台灣茶業研究彙報 16: 19-28。
24. 張愛華.2000.本省現行土壤測定法.行政院農業委員會農業試驗所編印.作物需肥診斷技術. pp. 9-26。
25. 馮鑑准、徐英祥.1983.遮蔭度及遮蔭時間對茶芽特性、化學成分與煎茶品質的相關研究.台灣茶業研究彙報 2: 25-40。
26. 馮鑑准、陳國任.1995.東部茶樹品種產期、產量、化學成分與包種茶品質之比較研究.台灣茶業研究彙報 14: 27-45。
27. 葉速卿、吳振鐸.1976.茶葉中葉綠素之含量與綠茶品質之關係研究.台灣農業季刊 12(4): 1-12。
28. 黃伯超、游素玲.1983.營養學精要.台北市合作書刊出版合作社 pp. 128-147。
29. 敬廷桃、鍾應富、袁林穎、周正科.2006.改善夏秋綠茶滋味品質研究現狀.茶葉 32(3): 133-135。
30. 鄭正宏.1994.台茶 12 號製造條型包種茶之研究.台灣茶業研究彙報 13: 91-112。
31. 蔡右任、阮逸明.1987.茶葉中咖啡因快速簡便測定法之研究.台灣茶業研究彙報 6: 1-7。
32. 蔡永生、區少梅、張如華.1991a.包種茶茶湯水色 (I) 包種茶水色與酚類化物之關係.台灣茶業研究彙報 10: 65-75。
33. 蔡永生、區少梅、張如華.1991b.包種茶茶湯水色 (II) 包種茶水色之判別分析.台灣茶業研究彙報 10: 77-87。
34. 顧謙、陸錦時、葉寶存.2002.茶葉化學 pp. 142-160。
35. Aron, D. I. 1949. Copper enzymes in isolated chloroplasts, polyphenoloxidase in *Beta Vulgaris*. Plant Physiol. 21: 1-15.

36. Bhatia, I. S. 1964. Chemical and physical wither in relation to quality of CTC teas. Two and A Bud 11: 118-121.
37. Chapman, H. D. and P. F. Pravy. 1961. Methods of analysis for soils, plants and waters. pp. 170. Univ. Calif., U. S. A.
38. Dreostic, I. E., M. J. Wargovich and C. S. Yang. 1997. Effect of water quality, pH and metal ions on the color and polyphenol content of Oolong tea infusion. Food Sci. 24: 331-347.
39. Iwasa, K. 1975. Methods of chemical analysis of green tea. JARQ. 9: 161-164.
40. Kobayashi, A. *et al.* 1985. Effects of solar-withering and turnover treatment during indoor withering on the formation of Pouchong tea aroma. Agric. Biol. Chem. 49(6): 1655-1660.
41. Moore, S. and W. H. Stein. 1948. Photometric ninhydrin method for use the chromatograph of amino acid. J. Biol. Chem. 176: 376-388.
42. Mahanta, P. K. and S. Baruah (1989) Changes in pigments and phenolics and their relationship with black tea quality. J. Sci. Food Agric. 59: 21-26.
43. Nakagawa, M. 1969. The effect of amino acids and other several substances on the autooxidation of catechins. Study of Tea. 38: 26-33.
44. Owuor, P. O. and J. E. Orchard. 1990. Changes in quality and chemical composition of black tea due to degree of physical wither, condition and duration of fermentation. Tea 11: 109-117.
45. Sakamoto, Y. 1971. Color of tea infusion. JARQ. 6(2): 102-105.
46. Sakar, S. K. and R. E. Howarth. 1976. Specificity of the vanillin in test for flavanols. J. Agric. Food. Chem. 24: 317-320.
47. Sanderson, G. W. 1964. The theory of withering in tea manufacture. Tea Quarterly. 35(3): 146-163.
48. Sanderson, G. W. 1968. Change in cell membrane permeability in tea flush on storage after plucking and its effect on fermentation in tea manufacture. J. Sci. Food Agric. 19: 637-639.
49. Somogyi, M. 1945. A new reagent for the determination of sugars. J. Bio. Chem. 160: 61-68.
50. Takeo, T. 1984. Withering effect on the aroma formation found during Oolong tea manufacturing. Agric. Biol. Chem. 48: 1083-1085.
51. Tokitomo, Y., M. Ikegami, T. Yamanishi, I. M. Juan, and T. f. Chiu. 1984. Effects of withering and mass-rolling processes on the formation of aroma components in Pauchong type semi-fermented tea. Agric. Biol. Chem. 48: 87-91.
52. Yang, C. S. 1997. Inhibition of carcinogenesis by tea. Nature. 389: 134-135.

Effects of Different Processing Methods on the Quality of Panning Green Tea

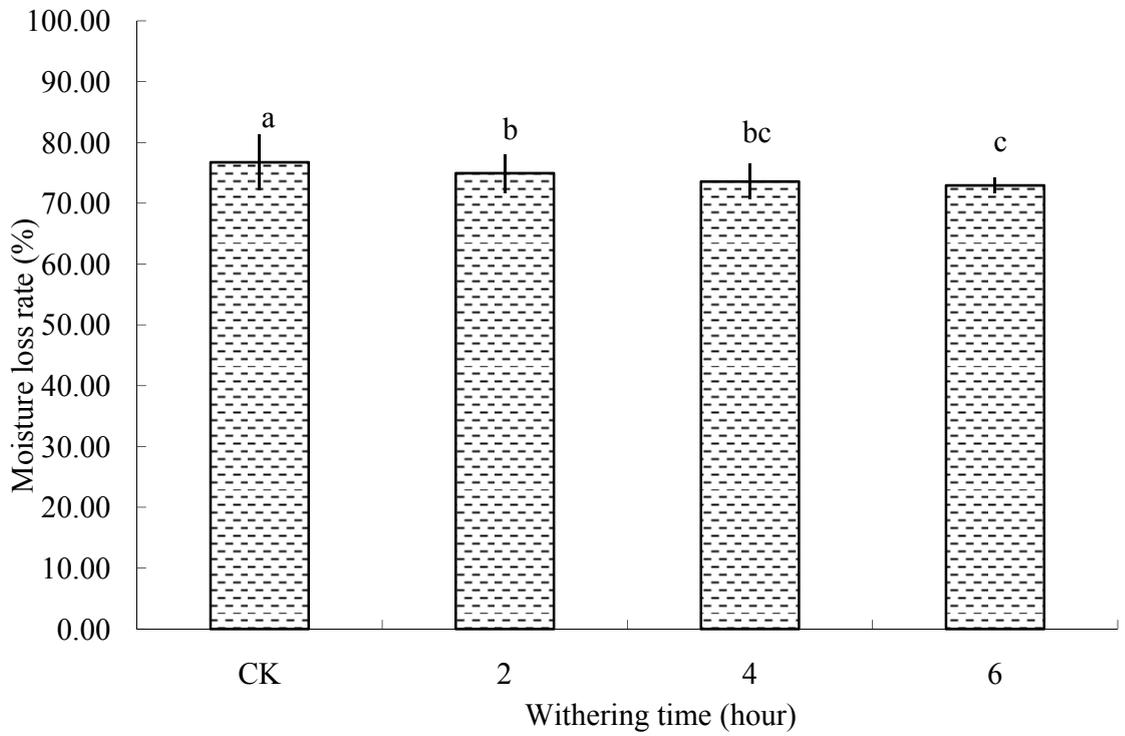
Jen-Feng Haung¹ Shang-Shung Wu

Summary

This study aimed to clarify the effects of green tea materials and their processing on the quality of panning green tea. The effect on the quality of panning green tea was examined after the tea plant materials were subjected to a withering process (no withering and withering for 2, 4, and 6 hr) and a panning temperature (150, 200, 250 and 300°C). The panned green tea contained slightly less chlorophyll a and b after being subjected to withering treatment, but its chemical composition and mineral content were not significantly affected. Its water color, aroma and taste were significantly better. This showed in processing green tea materials, the bitter, green taste of the materials was significantly improved after the materials were subjected to a slight withering treatment. The optimal duration for the withering treatment was 2-4 hr. The ideal panning temperature during the processing of green tea was 250°C, under which the green tea quality appeared to be better, its chlorophyll contents were not affected and its chemical components and mineral contents were not significantly altered.

Key words: Green tea, Withering, Agronomic characteristics

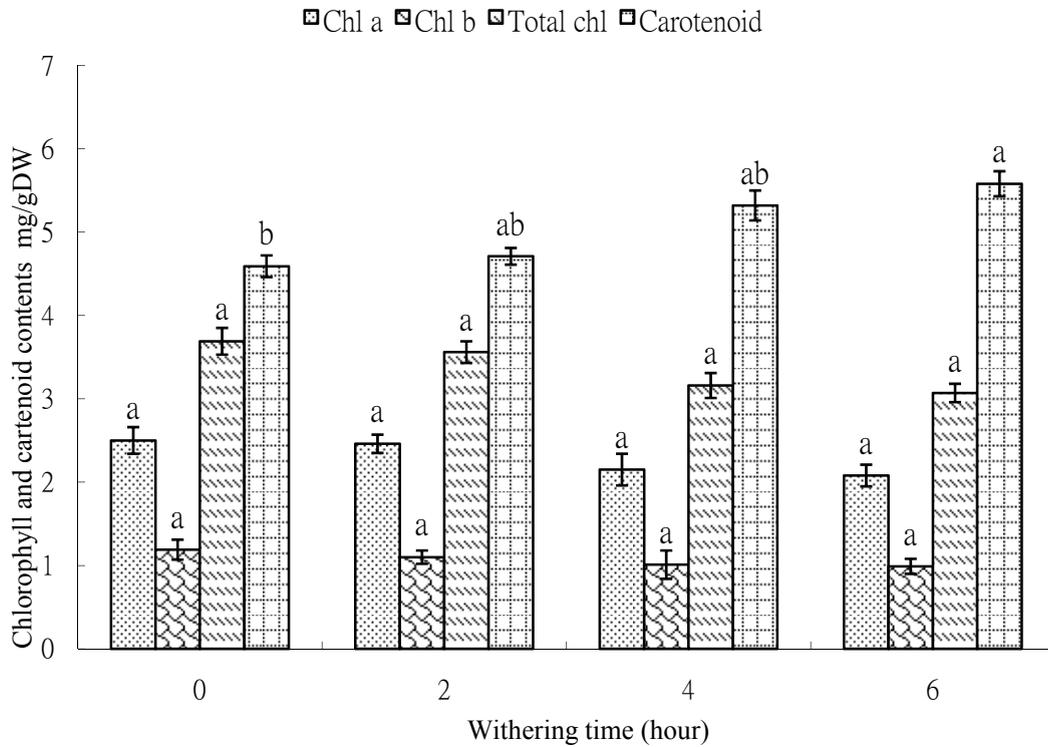
1. Technician, Director, Taitung Branch, Tea Research and Extension Station, Taitung, Taiwan, R.O.C.



圖一、萎凋時間對茶菁失水率之影響

Fig. 1. The rate of moisture loss during the withering period.

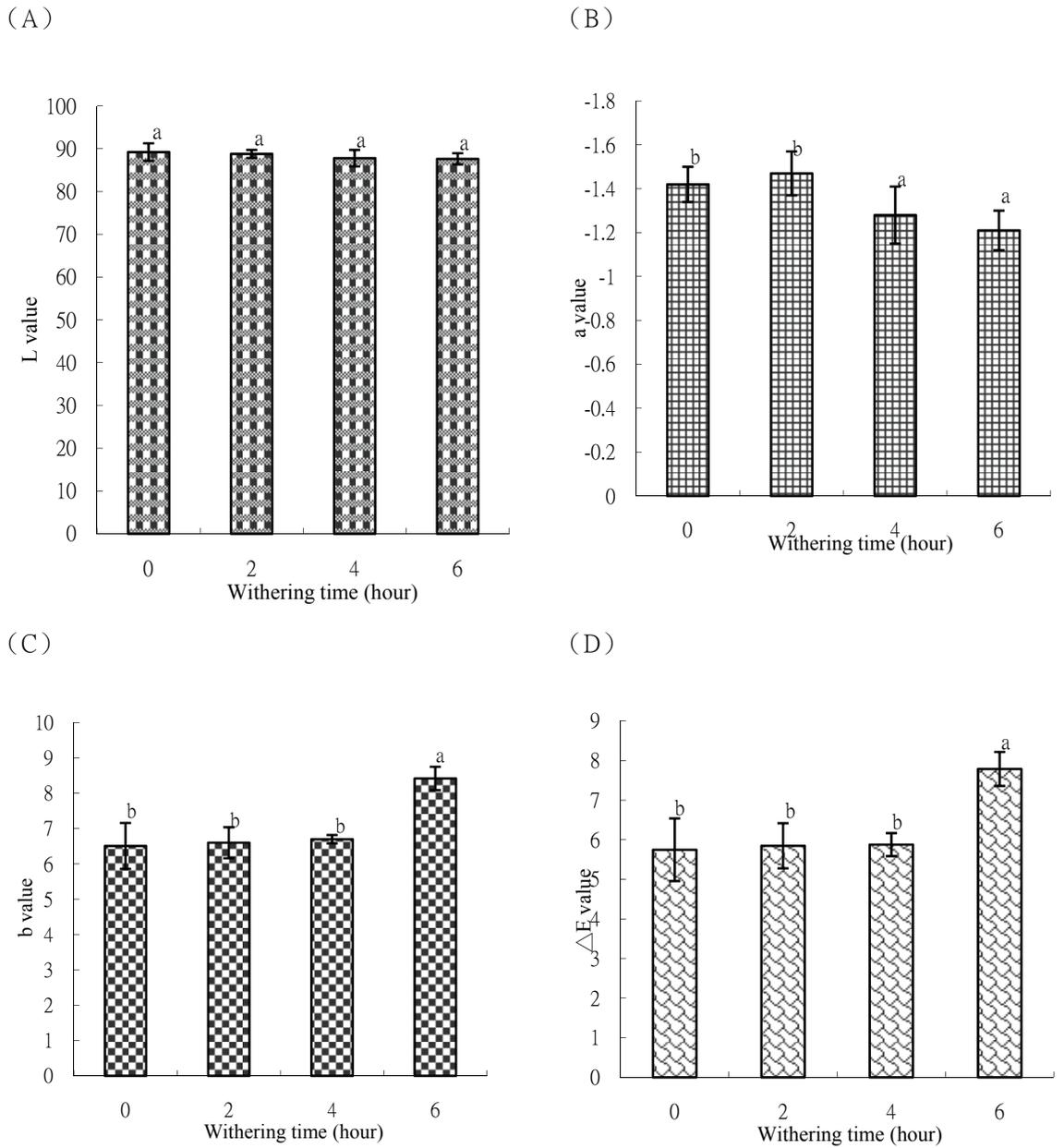
Means with different letters indicate significant differences among treatments ($p < 0.05$, Duncan's new multiple range test).



圖二、萎凋時間對綠茶葉綠素及類胡蘿蔔素含量之影響

Fig. 2. Effects of different withering durations on the chlorophyll and carotenoid contents of green tea.

Means with different letters indicate significant differences among treatments ($p < 0.05$, Duncan's new multiple range test).



圖三、萎凋時間對綠茶茶湯之影響

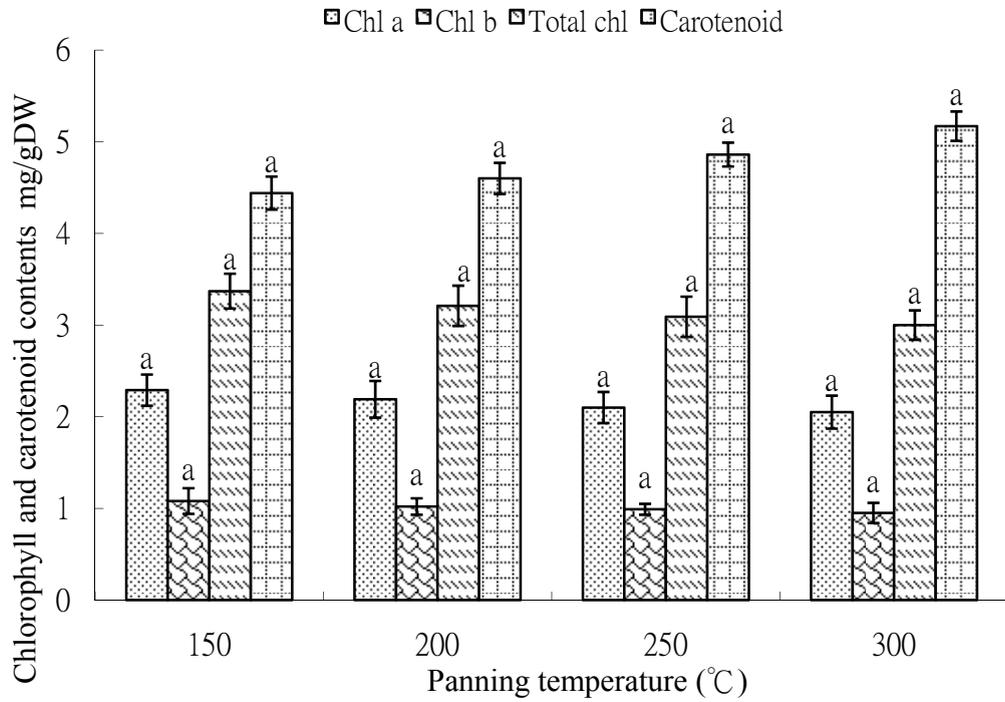
Fig. 3. Effects of different withering durations on (A) L value; (B) a value; (C) b value; (D) ΔE value of green tea. Means with different letters indicate significant differences among treatments ($p < 0.05$, Duncan's new multiple range test).

L: brightness

a: red-green value

b: yellow-blue value

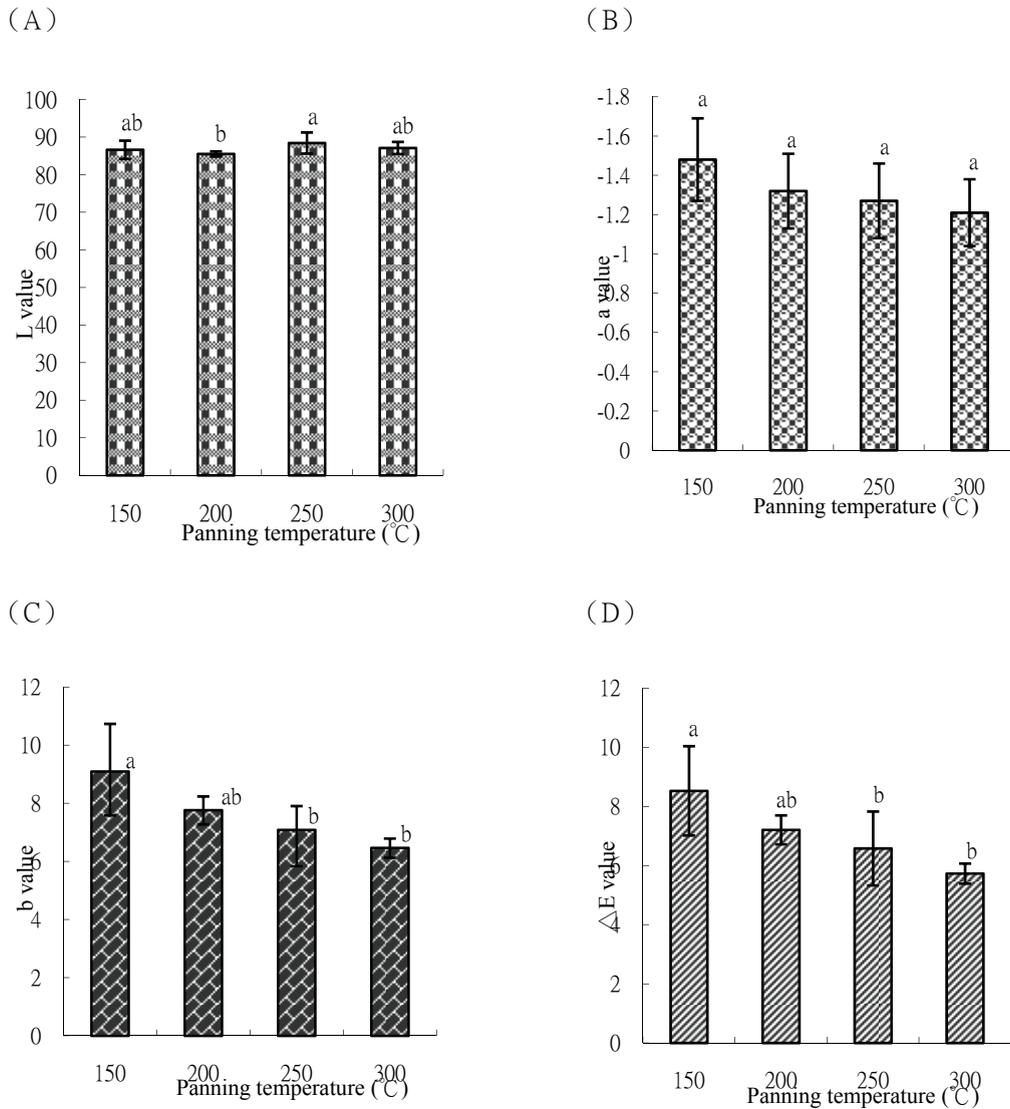
ΔE : color difference



圖四、炒青溫度對綠茶葉綠素及類胡蘿蔔素含量之影響

Fig. 4. Effects of panning temperature on (A) total chlorophyll; (B) chlorophyll a (chl a); (C) chlorophyll b (chl b); (D) carotenoid contents of green tea.

Means with different letters indicate significant differences among treatments ($p < 0.05$, Duncan's new multiple range test).



圖五、炒菁溫度對綠茶茶湯之影響

Fig.5. Effects of panning temperature on (A) L value; (B) a value; (C) b value; (D) ΔE value of green tea.

Means with different letters indicate significant differences among treatments ($p < 0.05$, Duncan's new multiple range test) .

L: brightness

a: red-green value

b: yellow-blue value

ΔE : color difference

Exploration and Collection of *Exobasidium* Blister of Tea in Taiwan, 25th April-10th May 2005

Hideyuki Nagao^{1*} Hsin-Hui Shih² Chuen-Hsu Fu³ Wen-Wei Hsiao⁴

Summary

We surveyed *Exobasidium* blister of tea at 16 locations in Taipei, Yilan, Nantou and Chiayi Counties in Taiwan and collected 56 herbarium samples from 9 areas. We obtained 8 isolates of *Exobasidium vexans*. In Taipei and Yilan Counties, all tea cultivars infected by *E. vexans* were assigned to Oolong and Tonchang (Chinese tea). In Nantou and Chiayi Counties, cultivars infected by *E. vexans* were assigned to either Oolong or the hybrid with *Camellia sinensis* var. *assamica* and *C. sinensis* var. *sinensis*. In the germination tests, additional nutrients were required for germination in Difco Czapeck medium. There is a difference in the nutrient requirements for germination of basidiospores among the origin of isolations. *Exobasidium* spp. collected from *Camellia* and *Rhododendron* spp. are examined in ITS and L-rRNA (D1/D2) regions for homology searches. These isolates show 98-100% homology with Japanese isolates. Thirteen isolates of *Exobasidium* spp. collected in Taiwan were deposited for the first time in Genbank, NIAES as a result of this exploration. These were the collections of Dr. K. Sawada in Herbarium of National Taiwan University. Twenty-four herbarium specimens of *E. vexans* and *E. reticulatum* collected in Taiwan were observed.

Key words: Basidiospore, *Camellia sinensis*, *Exobasidium vexans*, Germination, Taiwan

-
1. Post-doctoral fellow, Genbank, National Institute of Agro-Biological Sciences 2-1-2, Kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8602, Japan. Present address: Associate Professor, School of Biological Sciences, Universiti Sains Malaysia, Minden 11800 Pulau Pinang, Malaysia.
 2. Assistant Agronomist, Liouguei Research Center, Taiwan Forestry Research Institute, Kaohsiung, Taiwan, R.O.C.
 3. Assistant Agronomist, Division of Forest Protection, Taiwan Forestry Research Institute, Taipei, Taiwan, R.O.C.
 4. Assistant, Forest Soil & Mycorrhiza Laboratory, The Experimental Forest, College of Bio-Resource and Agriculture, National Taiwan University, Taiwan, R.O.C.

*: Corresponding author

Introduction

Thirteen *Exobasidium* spp. have been described in Taiwan early 20th century and 7 of them were indigenous (Hsu *et al.*, 2002). Culture of *Exobasidium* has been established since 1960's so there is no deposition of either the authentic isolate or one from Taiwan in ATCC, CBS and even MAFF.

Tea blister was first observed in India in 1868 and was described by Massee as *E. vexans* in 1898. History of disease communication was precisely documented elsewhere (Ezuka and Ando, 1994). *Exobasidium vexans* is the major plant pathogen for tea in the monsoon Asia (Ohishi, 2004b). There are two cultivars of *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze; var. *assamica* for black tea and var. *sinensis* for Chinese tea and Japanese tea (Ohishi, 2004a). On the plants of var. *sinensis*, Kawakami reported first time occurrence of tea blister in Taiwan in 1910 (Ezuka and Ando, 1994). Sawada (1919) examined morphology of the pathogen in Taiwan and identified it as *E. vexans*. He also listed 11 places of occurrence of this disease, where was famous for Oolong tea but variety of host was not noted (Sawada, 1919). First report of tea blister in Japan happened to be the same year by Horita (Ezuka and Ando, 1994). Then, this disease spread to Vietnam in 1930, Southern India and Sri Lanka in 1946, Sumatra and Java in 1949, and Malaya in 1950 (Ezuka and Ando, 1994).

However, there is a question whether Japanese isolates collected from var. *sinensis* are really the same to those from var. *assamica*. Morphology of *E. vexans* is identified as the same to pathogen of this disease. Is there any physiological differentiation on the different varieties? Comparison among several specimens is very important. But the deposited cultures in CBS and MAFF in Japan were contaminant. Data were shown from the biochemical activities and also the molecular method (Boekhout *et al.*, 1995; Fell *et al.*, 1995) for CBS culture. MAFF culture was proven by the molecular method (unpublished). Japanese isolates showed very slow-growth and basidiospore production (Ezuka, 1955). However, it was replaced by contaminant now.

Recently, taxonomy of *Exobasidium* collected in Japan has morphologically and phylogenetically been revised (Nagao *et al.*, 2001, 2003a, 2003b, 2004a, 2004b). More than 80 *Exobasidium* spp. except for *E. vexans* have been isolated and cultured. Last year, Japanese isolate of *E. vexans* was successfully cultured and its molecular position was verified (AB180380). Actually, this species requires special nutrient to grow (unpublished). We wonder whether nutrient requirement is a key for culture. So we planed to compare several specimens from both vars. *assamica* and *sinensis* in the monsoon Asia.

Aim of exploration is to study tea blister pathogen, *Exobasidium vexans* and relatives in Taiwan, R. O. C. by joint teams and to share collected strains for research purposes.

Methods and Results

1. Itinerary

We surveyed *Exobasidium* blister of tea from April 25, 2005 to May 10, 2005 in Taipei, Yilan, Nantou and Chiayi Counties (Fig.1, Table 1). We collected leaves occurring *Exobasidium* blister and isolated the basidiospore on the media. We occasionally collected *Exobasidium* diseases on *C. tunuifolia* and *Rhododendron* spp. and cultured.

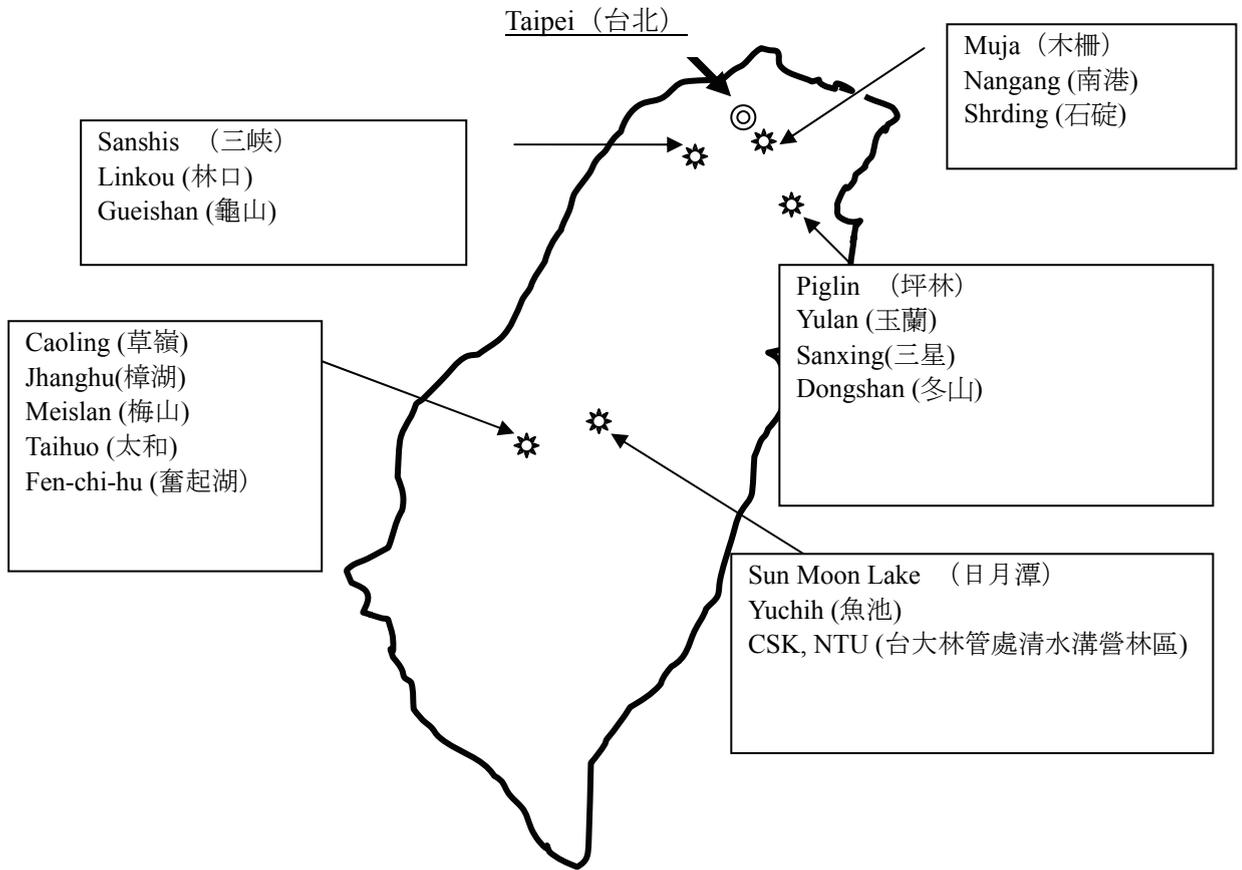


Fig. 1. Locations of exploration of *E. vexans*

Table 1. Itinerary of exploration and collection in Taiwan

Date	Itinerary	Work
27-Apr-05	Nangang (Taipei)→Shrding (Taipei)→Muja (Taipei)→Taipei	Collection
28-Apr-05	Yulan (Yilan)→Sanxing (Yilan)→Fushan (Taipei)	Collection and moving
29-Apr-05	Fushan Botanical Garden (Taipei)→Dongshan (Yilan)	Collection
1-May-05	Yangmingshan (Taipei)→Linkou (Taipei)→Gueishan (Taoyuan)	Collection and culture
2-May-05	Formosan Aboriginal Culture Village (Nantou)→Yuchih (Nantou)→Yuchih Branch, Tea Research and Extension Station (TRES)(Nantou)	Collection and moving
3-May-05	Yuchih Branch, TRES (Nantou) →Ching-shui-kou Tract, The Experimental Forest, National Taiwan University (CSK, NTU)(Nantou)	Collection
4-May-05	CSK, NTU (Nantou) →Shitou Forest Amusement Park (Nantou)→Caoling (草嶺)	Collection
5-May-05	Caoling (草嶺)→Jhanghu (樟湖)→Meishan (Chiayi)→Taihuo (太和)→Fen-chi-hu (Chiayi)	Collection and moving
6-May-05	Fen-chi-hu →Leyecun Village, Alishan Township (阿里山鄉樂野村)→Alishan (Chiayi)→Taipei	Collection and moving

2. Morphology of *E. vexans*

Fresh specimens collected in the field were used for morphological observations. Morphological observations were conducted by light microscopy (LM). The basidia, basidiospores and conidia were torn from hymenia by adhesive tape cut in 5mm square. This tape was sealed with coverslip using Canadian balsam solution. 0.01% (w/v) lacto-phenol Cotton blue solution was added to mounting fluid for LM observations.

Morphology of basidiospores was examined (Table 2). Length and width of basidiospores from collected samples were in the same range. Shape of basidiospores was ovoid to obovoid with a septum. Morphology of basidiospores from collected samples was similar to the description.

Table 2. Morphology of *Exobasidium vexans*

Isolate	Location	Host (<i>Camellia sinensis</i>)	Length × width (μ m).	No. septum
503	Shirding, Taipei	var. <i>sinensis</i>	9-13 × 3-4	1
507	Yulan, Yilan	var. <i>sinensis</i> (Oolong)	9-15 × 3.5-6	1
508	Yulan, Yilan	var. <i>sinensis</i> (Wu-yi)	9-14 × 3-4	1
509	Yulan, Yilan	var. <i>sinensis</i>	9-14 × 3-5	1
510	Sanxing, Yilan	var. <i>sinensis</i> (Qin-xin Oolong)	8-14 × 3-4	(0)-1
526	Yuchih, Nantou	Hybrid (TTES ¹ No.18)	11-15 × 3-5	1
529	Yuchi Br., TRES., Nantou	Hybrid ²	8-13 × 3-4	1
531	Yuchi Br., TRES., Nantou	Hybrid ²	10-13 × 3-4	(0)-1
532	Yuchi Br., TRES., Nantou	Hybrid ²	8-12 × 3-4	1
533	Yuchi Br., TRES., Nantou	Hybrid ²	9-13 × 3-4	1

Note: 1: "TTES" was the mean of "Taiwan Tea Experiment Station's germplasm number".

2. Hybrid: *Camellia sinensis* var. *assamica* × var. *sinensis* (belong to large-leaf-type tea).

3. Germination of basidiospores

Germination of basidiospores was also examined according to Graafland (1960) and Sundström (1964). Three kinds of nutrient were separately added to Difco Potato Dextrose Agar (PDA) for *E. vexans*. Hereafter, the media were tentatively called medium 1, medium 2 and medium 3. Germination of basidiospores was observed everyday. Microscopic examination of germination was followed as described before (Nagao *et al.*, 2003a). A half of specimens were deposited in the herbarium of the National Institute of Agro-Environmental Sciences, Tsukuba, Ibaraki, Japan (NIAES) (Appendix I).

Mode of germination of basidiospores of *E. vexans* was by germ-tube. Three modes of germination of basidiospores were observed and described as follows. 1. Basidiospores germinated, and then conidia and chlamydospores formed (Fig 2, A & B). 2. Basidiospores slightly germinated then stopped growing the hyphae (Fig 2, C & D). 3. Basidiospores partly germinated (Fig 2, E & F). Results of germination depended on the material and also the supplemental medium (Table 3). All materials of *E. vexans* grew on medium 2 as well as formed conidia and chlamydospores. According to results of germination and growth activities on another supplemental media, these isolates assigned into 3 groups. Group 1; basidiospores grew well, conidiated sometime, and formed chlamydospores on Medium 2. However, basidiospores did not germinate on Media 1 and 3. Isolates 510, 533 and 547 were assigned. These isolates were originated from both varieties. Group 2; some basidiospores grew well, conidiated sometime, and formed chlamydospores on Medium 1. However, basidiospores did not germinate on Medium 3. Only isolate 503 was assigned. This isolate was originated from var. *sinensis*. Group 3; basidiospores just formed germ tube or simple hyphae on Medium 1. Neither conidiation nor formation of chlamydospore was observed. Growth on Media 3 was dependent on the materials. Isolate 507, 508, 509, 526, 529, 531 and 532 were assigned and these isolates were originated from both cultivars. The rest of specimens of *E. vexans* which were not assigned were owing to no basidiospores falling on the medium.

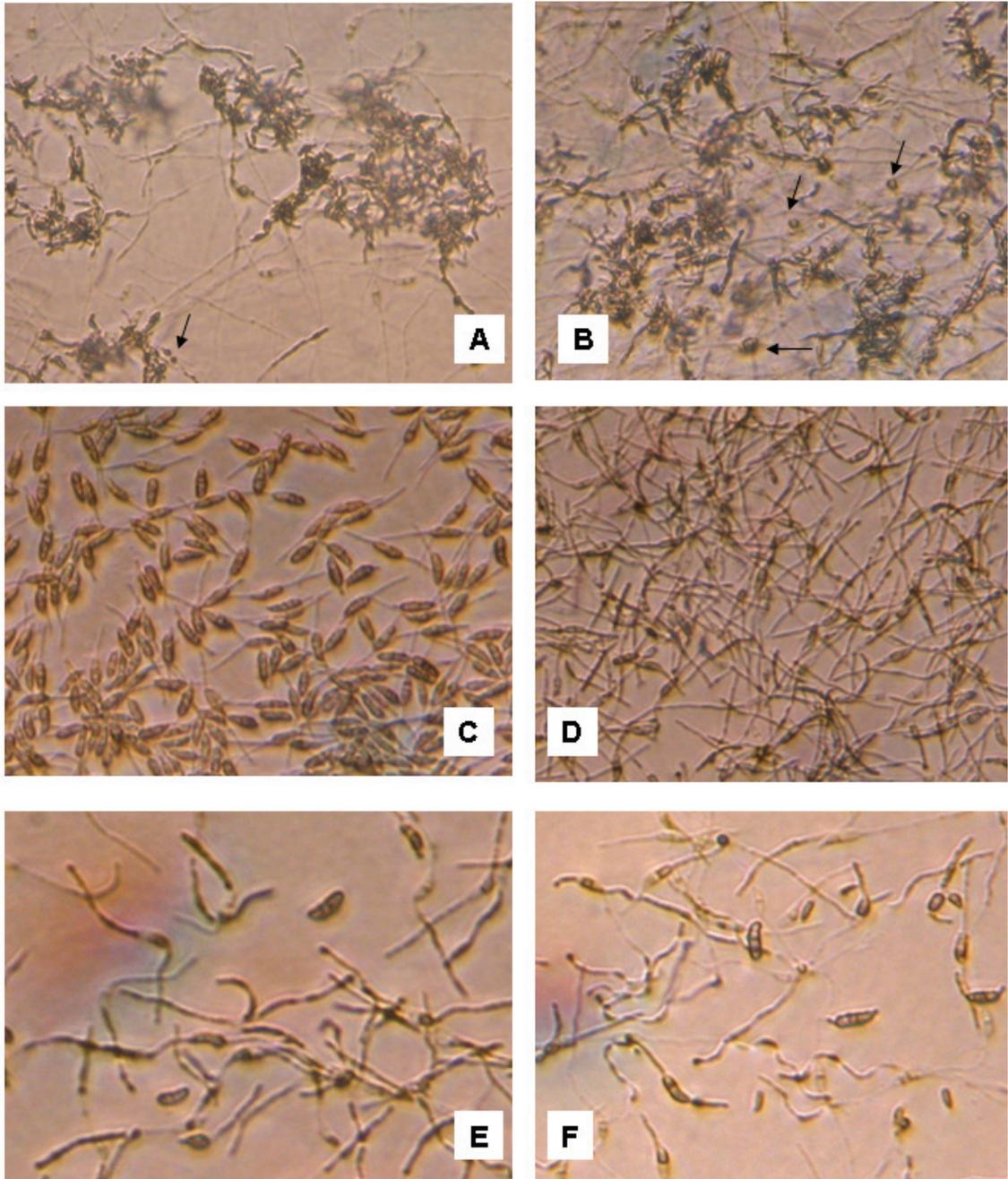


Fig. 2. Several germination patterns of *Exobasidium vexans* on three different media. A (507), B (508); Basidiospores germinated, and conidia and chlamydospores (arrowed) formed. C (507), D (529); Basidiospores slightly germinated then stopped growing the hyphae. E (531), F (532); Basidiospores partly germinated.

Table 3. Germination test of *Exobasidium vexans* on different media

Sampling No.	Group	Spore falling	Result of germination		
			Medium 1	Medium 2	Medium 3
503	II	Yes	Germinated (Partly chlamydo-spores formed)	Germinated (Conidiation; Chlamydo-spores formed)	No germination
507	III	Yes	Germinated (Only germtubes; no branching)	Germinated (Conidiation; Chlamydo-spores formed)	Germinated (Slightly germinated but only germtubes)
508	III	Yes	Germinated (No conidiation)	Germinated (Conidiation; Chlamydo-spores formed)	No germination
509	III	Yes	Partly germinated	Germinated (Conidiation; Chlamydo-spores formed)	No germination
510	I	Yes	No germination	Germinated (Conidiation; Chlamydo-spores formed)	No germination
526	III	Yes	Slightly germinated (24-36µm length of germtube)	Germinated (Conidiation)	No germination
529	III	Yes	Slightly germinated (12-24µm length of germtube)	Germinated (Conidiation)	Partly germinated (7.2% of germination)
531	III	Yes	Germinated (12-24µm length of germtube)	Germinated (Conidiation)	No germination
532	III	Yes	Germinated (<24µm length of germtube)	Germinated (Conidiation)	No germination
533	I	Yes	No germination	Germinated (Conidiation)	No germination
547	I	Yes	NT ¹	Germinated	NT

Note: 1. "NT" meant that the result didn't record owing to contamination.

4. Culture of basidiospore isolate

Leaves with lesion were cut into the small pieces about 5 mm square and were fixed with about 10 mm square water agar block to the inside of the lid of a sterile Petri dish, poured with each supplemental medium (medium 1, medium 2 and medium 3) acidified with 10 % (v/v) lactic acid for *E. vexans*. The dish was kept at room temperature under dark. Basidiospores then fell down from the hymenium onto the agar surface. After microscopic examination through the bottom of the Petri dish, the mass of basidiospores was transferred to new each supplemental media to grow. Cultural method for other *Exobasidium* spp. was followed as previously reported (Nagao *et al.*, 2003a). Then well growing colonies were selected among these colonies and stored on home-made PDA slants as the representative strains. Cultures were kept in the Department of Plant Pathology, National Taiwan University and also deposited in Genebank, National Institute of Agrobiological Sciences, Japan (MAFF) (Appendix I).

Eight isolates finally grew well. Appearance of colonies of *E. vexans* was yellowish white to offwhite, slow-growing, fragile, and wet (Fig.3). Appearance of *E. vexans* is similar to that of *E. reticulatum* but the later shows dark reddish to brown pigment on the medium. Colonies of *E. vexans* was not yeast-like growth as seen in those of *E. camelliae* and *E. gracile* infected on *Camellia* spp. There were 4 isolates from var. *sinensis* and also 4 from hybrid of var. *assamica* and var. *sinensis*. Appearance of colonies looked like the same despite the origins of *E. vexans* that isolated from different tea cultivars (Fig.3).

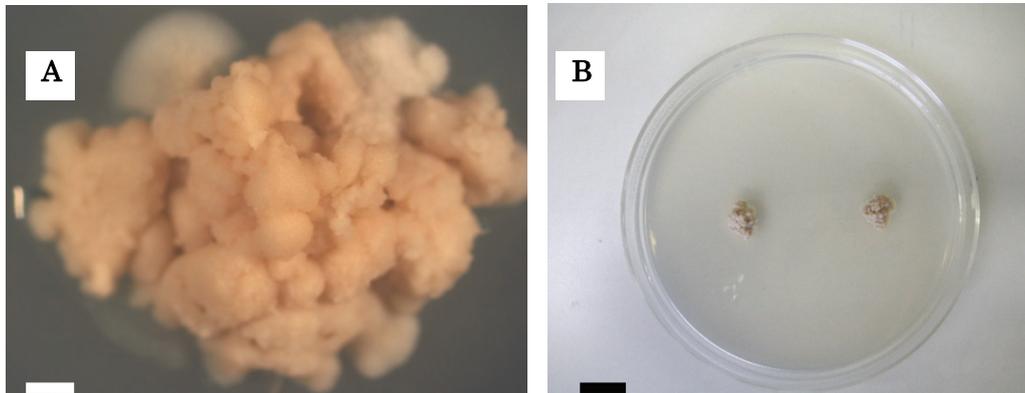


Fig. 3. A. Colony of *E. vexans* MAFF 239976. B. Growth on medium after 85 days of incubation.

Bar A:1 mm, B: 10 mm.

5. Homology search of isolates

Exobasidium can be cultivated on the media. This anamorphic stage does not have particular conidia which can be useful for identification of this genus. Some of *Exobasidium* grow and form slimy colony as well as yeast but most of *Exobasidium* grow and form mycelial colony with pseudohypha and conidia. Even if one observed the piece of colony by microscope, there was no significant characteristic to identify Genus *Exobasidium*. For this reason, it is quite difficult to determine whether culture obtained is truly from *Exobasidium* or not. We tried the molecular identification to compare the cultures obtained in this exploration with the known Japanese *E. vexans*. We also examined the cultures from *Rhododendron* spp. and *C. tenuifolia*. Protocol of analysis followed to Takeuchi and Nagao (2004).

Eight *E. vexans* were examined in L-rRNA (D1/D2) regions for homology searches (Table 4). These isolates show 97-100% homology with Japanese isolate. *Exobasidium* spp. collected from *Camellia* and *Rhododendron* spp. are examined in ITS and L-rRNA (D1/D2) regions for homology searches. Five isolates show 98-100% homology with Japanese isolates. Regretfully 7 isolates were contaminated with basidiomycetous yeasts and were excluded from our collections.

Table 4. Results of morphological and molecular identification of *Exobasidium* spp

NIAES No.	MAFF No.	Sampling No.	Host plant ¹	Morphological identification	Molecular identification by ITS region	Homology (%)	ITS acces. No.	Molecular identification by D1/D2 region	Homology (%)	DD accession No.
1461004	239976	503	<i>C. sinensis</i> var. <i>sinensis</i>	<i>E. vexans</i>				<i>E. vexans</i>	99	AB262783
1461005	239977	504	<i>R. × pulchrum</i> <i>R. × mucronatum</i> (Blume) G. Don?	<i>Exobasidium</i> sp.	<i>Exobasidium</i> sp.	97	AB262797	<i>E. shiratanum</i> (AF487395)	99	AB262782
1461006	239978	505	<i>C. tenuifolia</i> (Hay.) Cohen-Stour.	<i>E. camelliae-oleife</i> <i>rae</i>	<i>E. gracile</i>	99	AB262798	<i>E. japonicum</i> <i>E. miyabei</i> <i>E. gracile</i>	100 100	AB262794
1461008	239979	507	<i>C. sinensis</i> var. <i>sinensis</i> Oolong	<i>E. vexans</i>				<i>E. vexans</i>	98	AB262784
1461009	239980	508	<i>C. sinensis</i> var. <i>sinensis</i> Wu-yi	<i>E. vexans</i>				<i>E. vexans</i>	97	AB262785
1461011	239981	510	<i>C. sinensis</i> var. <i>sinensis</i> Qin-xin Oolong	<i>E. vexans</i>				<i>E. vexans</i>	100	AB262786
1461014	239982	513	<i>R. rubropilosum</i> Hayata var. <i>rubropilosum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.	<i>E. japonicum</i>	99	AB262799	<i>E. shiratanum</i> (AF487395)	99	AB262795
1461015	239983	514	<i>R. simsii</i>	<i>Exobasidium</i> sp.	<i>Exobasidium</i> sp.	100	AB262800	<i>E. japonicum</i> <i>E. woronichini</i> <i>i. E. japonicum</i>	99 98	AB262796
1461024	239984	523	<i>R. oldhamii</i> Maxim.	<i>E. formosanom</i> Sawada	<i>Exobasidium</i> sp.	98	AB262801	<i>E. woronichini</i> <i>i. E. japonicum</i>	99	AB264780
					MAFF238592					

Note: 1. The abbreviation of host names: C.: *Camellia*; R.: *Rhododendron*.

6. Herbarium studies of Dr. K. Sawada's collection

There are collections of Dr. K. Sawada in Herbarium of National Taiwan University. Twenty-four herbarium specimens of *E. vexans* and *E. reticulatum* collected in Taiwan were observed.

Yuchih Black Tea Experiment Substation was established in 1936. This station aimed to be the center of Assam tea experiment in Taiwan. Many hybrid cultivars were bred. Prior to establishment of this station, Dr. Sawada has collected 2 samples of Tea blister on *C. sinensis* var. *assamica* in Kaosiung (Table 5). So Tea blister has been regarded as a common disease on tea in that time.

There were many specimens of *E. reticulatum*. As he and Prof. S. Ito described this pathogen, it was reasonable to find out many specimens all over Taiwan. Although net blister blight by *E. reticulatum* were collected as well as tea blister by *E. vexans* from 1910's to 1930's, few net blister blight is found at present. In our exploration, we could not find it, either.

Table 5. List of Herbarium collection of Dr. K. Sawada in National Taiwan University

Date of collection	Place of collection	Pathogen	Host plant*
VI 1911	Shizuoka 静岡	<i>E. reticulatum</i>	<i>Thea sinensis</i>
IV 1912	Taipei 台北	<i>E. reticulatum</i>	<i>Thea sinensis</i>
XI 19, 1923	Taipei 台北・蟾蜍山	<i>E. vexans</i>	<i>Thea sinensis</i>
XI 19, 1923	Taipei 台北・蟾蜍山	<i>E. reticulatum</i>	<i>Thea sinensis</i>
XII 15, 1923	Judung, Hsinchu 新竹・竹東	<i>E. reticulatum</i>	<i>Thea sinensis</i>
IV 12, 1924	Shenkeng, Taipei 台北州深坑	<i>E. reticulatum</i>	<i>Thea sinensis</i>
V 31, 1924	Beitou, Taipei 北投	<i>E. vexans</i>	<i>Thea sinensis</i>
X 13, 1924	Shizuoka 静岡市	<i>E. vexans</i>	<i>Thea sinensis</i>
II 20, 1927	Dashe, Kaosiung 高雄州大社	<i>E. vexans</i>	<i>Thea assamica</i>
X 10, 1927	Caoshan 草山	<i>E. vexans</i>	<i>Thea sinensis</i>
IV 14, 1928	Danshuei, Taipei 淡水	<i>E. vexans</i>	<i>Thea sinensis</i>
IV 14, 1929	Keelung 基隆	<i>E. vexans</i>	<i>Thea sinensis</i>
IV 15, 1929	Keelung 基隆	<i>E. reticulatum</i>	<i>Thea sinensis</i>
IV 17, 1929	Pingjhen 平鎮	<i>E. reticulatum</i>	<i>Thea sinensis</i> (青心柱)
IV 17, 1929	Pingjhen 平鎮	<i>E. reticulatum</i>	<i>Thea sinensis</i> (野生茶)

(Continued)

XII 3, 1929	Guanshi, Hsinchu	新竹州關西	<i>E. reticulatum</i>	<i>Thea sinensis</i>
IV 20, 1930	Tutanshan, Wunshan	文山郡塗潭山	<i>E. vexans</i>	<i>Thea sinensis</i>
XI 30, 1930	Danshan	單山	<i>E. vexans</i>	<i>Thea sinensis</i>
XII 13, 1930	Guanshi, Hsinchu	新竹州關西庄	<i>E. reticulatum</i>	<i>Thea sinensis</i>
IV 23, 1931	Dashe, Kaosiung	高雄州大社	<i>E. vexans</i>	<i>Thea assamica</i> (cult.)
V 15, 1933	Taipei	台北州直潭	<i>E. vexans</i>	<i>Thea sinensis</i>
VII 10, 1933	Shindian, Taipei	台北州新店	<i>E. vexans</i>	<i>Thea sinensis</i>
VII 2, 1935	Muja, Taipei	台北州木柵	<i>E. reticulatum</i>	<i>Thea sinensis</i>
XII 2, 1939	Muja, Taipei	台北州木柵	<i>E. vexans</i>	<i>Thea sinensis</i>

*Scientific name was followed to the original description of specimen cover.

Acknowledgment

We gratefully oblige to Prof. H-J Hsieh, Department of Plant Pathology and Microbiology, National Taiwan University, for facilitating our studies to use his equipments and laboratory. We profoundly appreciate the cooperation of Dr. M-L Wu and Dr. T-T Chang, Taiwan Forest Research Institute, Dr. M-L Lin, Director of Tea Research and Extension Station, Dr. C-M Chen and Dr. C-Y Chen, The Experimental Forest, National Taiwan University, and Prof. S-S Tzean, Department of Plant Pathology and Microbiology, National Taiwan University, for providing the chance to examine the invaluable specimens of Dr. K. Sawada. We also thank Mr. C-Y Huang, General Manager, Dong Shan Farmers' Association, J-L Hwong, Center-Chief, Lien-Hua-Chih Research Center, Forestry Research Institute, colleagues in Laboratory of Plant Pathology, National Taiwan University, and other many people concerned for their advices and co-operations.

References

1. Boekhout, T., Fell, J.W., and O'Donnell, K. 1995. Molecular systematics of some yeast-like anamorphs belonging to the *Ustilaginales* and *Tilletiales*. *Studies in Mycology* 38: 175-183.
2. Ezuka, A. 1955. Artificial culture of two species of *Exobasidium*: *E. vexans* Masee and *E. japonicum* Shirai. *Bull. Tea Div. Tokai-Kinki Agr. Exp. Sta.* 3: 28-53.
3. Ezuka, A. and Ando, Y. 1994. Disease of tea. *Japan Plant Protection Association*, pp. 138-169.
4. Fell, J.W., Boekhout, T., and Freshwater, W. 1995. The role of nucleotide sequence analysis in

the systematics of the yeast genera *Cryptococcus* and *Rhodotorula*. *Studies in Mycology* 38: 129-146.

5. Hsu, S. T., Chang, D. C., Chang, C. A., Tsai, J. L. and Tsay, T. T. (Eds.). 2002. List of plant diseases in Taiwan. The Plant Protection Society of the Republic of China and the Phytopathological Society of the Republic of China. 386pp. (in Chinese)
6. Nagao, H., Ezuka, A., Ohkubo, H., Kakishima, M. 2001. A new species of *Exobasidium* causing witches' broom on *Rhododendron wadanum*. *Mycoscience* 42: 549-554.
7. Nagao, H., Akimoto, M., Kishi, K., Ezuka, A., Kakishima, M. 2003a. *Exobasidium dubium* and *E miyabei* sp nov causing *Exobasidium* leaf blisters on *Rhododendron* spp in Japan. *Mycoscience* 44: 1-9.
8. Nagao, H., Ogawa, S., Sato, S., Kakishima, M. 2003b. *Exobasidium symploci-japonicae* var. *carpogenum* var. nov. causing *Exobasidium* fruit deformation on *Symplocos lucida* in Japan. *Mycoscience* 44: 369-375.
9. Nagao, H., Sato, S., Kakishima, M. 2004a. Three species of *Exobasidium* causing *Exobasidium* leaf blight on subgenus *Hymenanthes*, *Rhododendron* spp., in Japan. *Mycoscience* 45: 85-95.
10. Nagao, H., Kurogi, S., Ezuka, A., Sato, S., Kakishima, M. 2004b. Emendation of *Exobasidium otanianum* causing *Exobasidium* leaf blight on *Rhododendron* spp. in Japan. *Mycoscience* 45: 245-250.
11. Ohishi, S. 2004a. History of development of Japanese tea industry. *Nosongyoson Bunka Kyokai*, Tokyo. pp. 440-465 (in Japanese)
12. Ohishi, S. 2004b. Cultivation and production of tea I. *Nosongyoson Bunka Kyokai*, Tokyo. pp. 348-354. (in Japanese)
13. Sawada, K. 1919. Descriptive catalogue of the Formosan fungi part I. *Dept. Agri., Gov. Res. Int. Formosa, Japan.* 19: 422-238.
14. Takeuchi, K. and Nagao, H. 2004. DNA sequencing for molecular identification of plant pathogens. *MAFF Microorganism genetic Resources Manual.* No. 17, 5-22.

台灣地區茶餅病菌 *Exobasidium vexans* 之調查紀錄 (2005 年 4 月 25 日~5 月 10 日)

長尾 英幸^{1,*} 施欣慧² 傅春旭³ 蕭文偉⁴

摘要

於台灣地區台北縣、宜蘭縣、南投縣和嘉義縣等 16 處茶產區採集茶樹餅病之標本，其中於 9 處茶產區共採集 56 份茶樹餅病標本，並分離出 8 個茶樹餅病菌分離株。調查研究顯示，茶樹餅病菌擔孢子在 Czapeck 培養基上萌發需添加特殊的營養成分，且在不同分離株間擔孢子萌發所需的養分仍有差異性。此外，將茶樹和杜鵑花上分離到的外擔子病菌進行 ITS 和 L-rRNA (D1/D2) 之序列同源性分析，結果顯示台灣地區的外擔子菌分離株和日本地區的分離株具有 98%-100% 的序列相似度。台灣地區早期紀錄有 13 種外擔子菌，其中澤田兼吉先生採集的外擔子菌腊葉標本保存於台灣大學植物病理與微生物學系標本館，此趟旅程共檢視 24 份茶樹餅病菌和茶樹網餅病菌之腊葉標本。

關鍵字：擔孢子、茶樹、茶餅病菌、孢子萌發、台灣

-
1. 獨立行政法人農業生物研究所 博士後研究員。日本 茨城縣。現址：馬來西亞大學理科學大學 助理教授。馬來西亞。
 2. 農委會林業試驗所六龜研究中心 助理研究員。台灣 高雄縣。
 3. 農委會林業試驗所 助理研究員。台灣 台北市。
 4. 國立台灣大學生物資源暨農學院實驗林管理處 研究助理。台灣 南投縣。

*：通訊作者

Appendix I. *Exobasidium* spp. collected from Taiwan

NIAES No.	MAFF No.	Sampling No.	Date of sampling	Place	Host plant ¹	Morphological identification
1461001	-	500	26 Apr., 2005	Nangang, Taipei	<i>R. × pulchrum</i> Sweet	<i>Owulinia</i>
1461002	-	501	26 Apr., 2005	Nangang, Taipei	<i>R. × pulchrum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.
1461003	-	502	26 Apr., 2005	Shirding, Taipei	<i>C. sinensis</i> (L.) O. Kuntze var. <i>sinensis</i>	<i>Exobasidium</i> sp.
1461004	239976	503	26 Apr., 2005	Shirding, Taipei	<i>C. sinensis</i> var. <i>sinensis</i>	<i>E. vexans</i>
1461005	239977	504	26 Apr., 2005	Muja, Taipei	<i>R. × pulchrum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.
1461006	239978	505	26 Apr., 2005	Muja, Taipei 彰山寺	<i>R. × mucronatum</i> (Blume) G. Don? <i>C. tenuifolia</i> (Hay.) Cohen-Stour.	<i>E.</i> <i>camelliae-oleiferae</i> rust
1461007	-	506	27 Apr., 2005	Shirding, Taipei	<i>Salix</i> sp.	
1461008	239979	507	28 Apr., 2005	Yulan, Yilan	<i>C. sinensis</i> var. <i>sinensis</i>	<i>E. vexans</i>
1461009	239980	508	28 Apr., 2005	Yulan, Yilan	<i>C. sinensis</i> var. <i>sinensis</i>	<i>E. vexans</i>
1461010	-	509	28 Apr., 2005	Yulan, Yilan	<i>C. sinensis</i> var. <i>sinensis</i>	<i>E. vexans</i>
1461011	239981	510	28 Apr., 2005	Sanxing, Yilan	<i>C. sinensis</i> var. <i>sinensis</i> Qin-xin Oolong	<i>E. vexans</i>
1461012	-	511	28 Apr., 2005	Sanxing, Yilan	Polygonaceae	smut
1461013	-	512	29 Apr., 2005	Fushan Botanical Garden, Taipei	<i>R. simsii</i> Planch.	<i>Exobasidium</i> sp.
1461014	239982	513	29 Apr., 2005	Fushan Botanical Garden, Taipei	<i>R. rubropilosum</i> Hayata var. <i>rubropilosum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.
1461015	239983	514	29 Apr., 2005	Fushan Botanical Garden, Taipei	<i>R. simsii</i>	<i>Exobasidium</i> sp.
1461016	-	515	29 Apr., 2005	Fushan Botanical Garden, Taipei	<i>Rhododendron</i> sp.	<i>Exobasidium</i> sp.
1461017	-	516	29 Apr., 2005	Fushan Botanical Garden, Taipei	<i>R. rubropilosum</i> var. <i>rubropilosum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.
1461018	-	517	29 Apr., 2005	Dungshan, Yilan	<i>C. sinensis</i> var. <i>sinensis</i>	<i>E. vexans</i>
1461019	-	518	1 May, 2005	Yangmingshan, Taipei	<i>R. × pulchrum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.
1461020	-	519	1 May, 2005	Yangmingshan, Taipei	<i>R. indicum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.
1461021	-	520	1 May, 2005	Yangmingshan, Taipei	<i>R. indicum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.
1461022	-	521	1 May, 2005	Yangmingshan, Taipei	<i>R. indicum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.
1461023	-	522	1 May, 2005	Yangmingshan, Taipei	<i>R. indicum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.

(Continued)									
1461024	239984	523	1 May, 2005	Yangmingshan, Taipei	<i>R. oldhamii</i> Maxim.	<i>E. formosanum</i> Sawada			
1461025	-	524	2 May, 2005	Nantou	<i>R. obtusum</i> var. <i>obtusum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.			
1461026	-	525	2 May, 2005	Nantou	<i>R. scabrum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.			
1461027	239985	526	2 May, 2005	Yuchi, Nantou	<i>C. sinensis</i> Hybrid	<i>E. vexans</i>			
1461028	-	527	3 May, 2005	Yuehieh Br., TRES, Nantou	Bamboo				
1461029	-	528	3 May, 2005	Yuehieh Br., TRES, Nantou	<i>C. sinensis</i> Hybrid	<i>E. vexans</i>			
1461030	-	529	3 May, 2005	Yuehieh Br., TRES, Nantou	<i>C. sinensis</i> Hybrid	<i>E. vexans</i>			
1461031	-	530	3 May, 2005	Yuehieh Br., TRES, Nantou	<i>C. sinensis</i> Hybrid	<i>E. vexans</i>			
1461032	239986	531	3 May, 2005	Yuehieh Br., TRES, Nantou	<i>C. sinensis</i> Hybrid	<i>E. vexans</i>			
1461033	-	532	3 May, 2005	Yuehieh Br., TRES, Nantou	<i>C. sinensis</i> Hybrid	<i>E. vexans</i>			
1461034	-	533	3 May, 2005	Yuehieh Br., TRES, Nantou	<i>C. sinensis</i> Hybrid	<i>E. vexans</i>			
1461035	-	534	3 May, 2005	Yuehieh Br., TRES, Nantou	<i>C. sinensis</i> Hybrid	<i>E. vexans</i>			
1461036	-	535	4 May, 2005	CSK, NTU, Nantou	<i>C. sinensis</i> var. <i>sinensis</i> Oolong	<i>E. vexans</i>			
1461037	-	536	4 May, 2005	CSK, NTU, Nantou	<i>C. sinensis</i> var. <i>sinensis</i> Oolong	<i>E. vexans</i>			
1461038	-	537	4 May, 2005	CSK, NTU, Nantou	<i>R. × pulchrum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.			
1461039	239987	538	4 May, 2005	CSK, NTU, Nantou	<i>C. sinensis</i> var. <i>sinensis</i> Oolong 台茶 12 號(金萱)	<i>E. vexans</i>			
1461040	-	539	4 May, 2005	CSK, NTU, Nantou	Polygonaceae	smut			
1461041	-	540	4 May, 2005	Shitou FAP, Nantou	<i>R. × pulchrum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.			
1461042	-	541	4 May, 2005	Shitou FAP, Nantou	<i>R. scabrum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.			
1461043	-	542	4 May, 2005	Shitou FAP, Nantou	<i>R. indicum</i>	<i>Exobasidium</i> sp. (immature)			
1461044	-	543	4 May, 2005	Shitou FAP, Nantou	<i>R. × mucronatum</i> 'Akemono'	<i>Exobasidium</i> sp.			
1461045	-	544	4 May, 2005	Shitou FAP, Nantou	<i>R. indicum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.			
1461046	-	545	4 May, 2005	Shitou FAP, Nantou	<i>R. indicum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.			
1461047	-	546	4 May, 2005	Shitou FAP, Nantou	<i>C. sinensis</i> Hybrid	<i>Exobasidium</i> sp.			
1461048	239988	547	4 May, 2005	CSK, NTU, Nantou	<i>C. sinensis</i> Hybrid	<i>E. vexans</i>			
1461049	-	548	4 May, 2005	Nantou	<i>R. × pulchrum</i>	<i>Exobasidium</i> sp.			

(Continued)

1461050	-	549	4 May, 2005	Fen-chi-hu, Zhu-ai, Chiayi	<i>R. kanehirae</i> Wilson	<i>Exobasidium</i> sp.
1461051	-	550	4 May, 2005	Fen-chi-hu, Zhu-ai, Chiayi	<i>R. kanehirae</i>	<i>Exobasidium</i> sp.
1461052	-	551	4 May, 2005	Fen-chi-hu, Zhu-ai, Chiayi	<i>R. kanehirae</i>	<i>Exobasidium</i> sp.
1461053	-	552	4 May, 2005	Fen-chi-hu, Zhu-ai, Chiayi	<i>P. domestica</i>	<i>Taphrina deformans</i>
1461054	-	553	4 May, 2005	Fen-chi-hu, Zhu-ai, Chiayi	<i>P. domestica</i>	<i>T. deformans</i>
1461055	-	554	4 May, 2005	Alishan, Chiayi	Bamboo	

Note: 1. The abbreviation of host names: C.: *Camellia*; P.: *Prunus*; R.: *Rhododendron*.

2. NIAES No.: The specimen's number was deposited in the herbarium of the National Institute of Agro-Environmental Sciences, Tsukuba, Ibaraki, Japan.

3. MAFF No.: The isolate number was deposited in the Genebank, National Institute of Agrobiological Sciences, Japan.

臺灣茶業研究彙報 第 28 期

發行人：林木連

編輯：賴正南

編輯委員：陳 玄、陳國任、邱垂豐、黃騰鋒、楊盛勳

審查委員：李敏雄、李臺強、邱垂豐、黃文理、陳國任、
陳 玄、葉茂生、楊盛勳、蔡志賢、盧虎生、
藍清隆(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 桃園縣楊梅鎮埔心中興路 324 號

網址：<http://tea.coa.gov.tw>

印刷所：華元廣告設計社 電話：03-4506095

出版年月：中華民國 98 年 11 月

定價：NT\$ 300 元

ISSN: 0254-6590

GPN : 2007100029 膠裝