

茶樹開花對其產量及品質 之影響

邱垂豐¹ 朱德民²

摘 要

茶樹為採摘茶菁(嫩芽葉)之多年生特用作物，茶樹開花結實雖為生理習性，過多時便會影響到茶樹生育、茶葉產量與品質，因此有必要從茶樹栽培與生理研究上著手。本試驗以台茶 12 號和青心烏龍為材料，利用人工摘除花蕾方式來探討茶樹開花對其產量及品質之影響。

由試驗結果顯示台茶 12 號及青心烏龍二供試品種，植株花蕾及開花數量相當多。利用同位素(【U-¹⁴C】sucrose)來探討光合產物在茶樹枝條各器官所吸收分配情形，台茶 12 號及青心烏龍在花蕾部位分別各佔總吸收量之 17.8%及 80.3%；顯然地青心烏龍約有一半以上的光合產物提供茶樹生殖生長所需養份。因此，當茶樹著生花蕾時，則大部分光合產物會轉運分配到生殖生長，營養生長則相對減少，影響到往後整個茶樹的生長，導致茶芽萌芽率降低、茶芽生育緩慢以及茶菁產量的減低；至於製茶品質的優劣，茶樹在摘除花蕾後，均會明顯影響到翌年春、夏、秋及冬茶葉的品質，二供試品種無論是茶葉外觀、茶湯水色、香氣或滋味，摘除花蕾者均優於對照。

關鍵字：茶樹、開花、光合產物、生育、產量、品質

前 言

茶樹為採摘嫩芽葉用之多年生特用作物，茶樹開花結果係為生理習性之自然現象，其開花量多寡主受茶樹品種特性(胡，1954；梁瀨，1975；夏和東，1978)、氣候環境(Barua,1970；梁瀨，1975)與茶園栽培經營管理(夏和東，1978；虞和王，1983；陳等，1991；陳，1995)良窳有密切關係。

茶樹在個體發育中，營養生長和生殖之間既相互聯繫，亦相互制約。當營養生長旺盛時，植株體內養分大部份供給營養生長所需，生殖生長即相對受到抑制；反之，在某種條件下，茶樹花蕾或開花結實過多時，則嫩芽葉之營養生長就相當減少(高橋和梁瀨，1958；楊和朱，1999)。

作物生產之表現除受供源(source)葉片光合產物影響外，將光合產物轉運至其他積儲部位，如未成熟葉片(unmature leaf)、果穗(kernal)、穀粒(grain)、果實(fruit)、塊根(tuberous root)及塊莖(tuber)之能力亦是影響作物產量的重要因素(吳，1998)。利用¹⁴C放射性同位素標定技術，可

1. 行政院農業委員會茶業改良場魚池分場分場長。台灣 南投縣。
2. 國立中興大學農藝學系教授。台灣 台中市。

以迅速及準確得知植株體內碳水化合物或光合產物轉運、分配、儲存及利用情形，包括葉片與莖等部位所製造之光合產物，依不同階段之生長及發育，而有不同之轉運與分配方向(Hale and Weaver, 1962; Davis and Sparks, 1974; 吳和賴, 1980 ; 1981)。應用同位素 ^{32}P 標記的試驗結果顯示在茶樹開花結實的盛期，磷在各器官中的分配情況為：成熟葉佔 17.9%、新梢佔 35.3%、幼蕾佔 17.1%及茶花佔 29.7%，其中屬於生殖生長部分的花和蕾合計佔 46.8% (楊和朱, 1999)，由此可見茶樹生殖生長的營養消耗之大。在茶葉生產上，中國大陸地區每年從六月份以後，每株茶樹上同時生長發育著三種器官：(一) 是當年生的花蕾(朵)；(二) 上一年度授粉後開始充實的茶果實及(三) 夏或秋梢所萌芽生長的茶芽。這三種器官的生長與發育都需要消耗大量的養分(夏和束, 1978)。黃(1997)更進一步指出這些所消耗的營養物質中只有 10% 左右是來自根系自土壤中所吸收的無機成分，其餘 90% 都是來自於光合產物。

茶樹生殖生長需消耗大量的養分和能量，往往容易造成茶園衰弱(黃等, 2002)、產量低(夏和束, 1978 ; 王等, 2001)且茶園不易恢復生機；並且更會促使茶葉品質之降低(高橋和梁瀨, 1958)。因此，很多研究報告顯示利用化學藥劑除去花蕾均可減少茶樹開花結實過程中生殖生長的營養消耗，促進茶樹的營養生長(夏和束, 1978 ; 馮和陳, 1990 ; 陳等, 1991 ; 辛和張, 2001)。

綜合上述多位學者試驗研究之結果可知，茶樹開花結實確實會影響到茶樹生育及產量，但對於減產之原因，其相關之研究資料並不很多，更何況對於茶樹光合產物的轉運與分配及對茶葉品質方面的研究文獻更相當少。有鑒於此，本試驗以台茶 12 號和青心烏龍為材料，利用($[\text{U-}^{14}\text{C}]$ sucrose) 光合產物同位素及人工摘除花蕾方式來探討研究茶樹開花對其產量及品質之影響，希望能對茶菁減產及茶葉品質下降之原因有所瞭解，以期做為往後茶樹栽培與生理等方面能有更進一步調查與研究。

材料與方法

試驗一：($\text{U-}^{14}\text{C}$) sucrose 同位素標定試驗

一、試驗材料

以 1/2000 英畝容積盆栽之 5 年生台茶 12 號及青心烏龍茶樹。

二、試驗地點

茶業改良場文山分場及中興大學。

三、處理方法

以台茶 12 號及青心烏龍為材料，冬季修剪後，春茶不採摘任其生長至六月白(第二次夏茶)，選取中等枝條，剪取先端枝條約 15 公分左右【保有 3~4 片成熟葉、嫩芽葉(一心二葉)、莖及花蕾】，插入 15 ml 之試管，每一試管中加入 10 ml 10 mM sucrose 【內含 $10\mu\text{Ci}$ ($\text{U-}^{14}\text{C}$) sucrose，比活性為 $7.4 \text{ MB qm mol}^{-1}$ 】，連續標定 24 小時後，將葉片、嫩芽葉、莖及花蕾各部位分開取樣。

四、分析方法

各取樣部位(葉片、嫩芽葉、莖及花蕾) 分別於 80°C 下烘乾 48 小時後，剪碎秤取適當乾重放入測定之標準試管中，再加入 5 ml Cocktail solution 【Beckman Co. Ltd.】，材料經充分浸泡後，置入液態閃爍計數儀【liquid scintillation counter, model LS 6000IC, Beckman Co. Ltd.】測定同位素放射情形，以每分鐘計數值【count per minute, cpm】表示，並進一步計算枝條各部位器官 ^{14}C 同位素分配的百分率(吳, 1998)。

試驗二：茶樹開花對茶芽生育及茶菁礦物元素含量之影響

一、試驗材料

以 1/2000 英畝容積盆栽之 5 年生台茶 12 號及青心烏龍茶樹。

二、試驗地點

茶業改良場文山分場及魚池分場。

三、處理方法及調查項目

二供試品種於夏茶、六月白及秋茶採摘後，分別給予人工疏花蕾，並調查冬茶萌芽率、茶芽長度、茶芽葉片數目、茶芽數目、茶芽重量及花蕾數目，以及礦物元素含量分析。

四、礦物元素分析方法

將採取之冬季茶菁（一心二葉）於 80°C 烘乾 48 小時後，並加以磨粉供礦物元素含量之測定。

（一）全氮含量

稱取 0.2g 之茶菁樣品粉末置入分解瓶中，加入 0.2g 催化劑（ $K_2SO_4 : CuSO_4 \cdot 5H_2O : Se = 50 : 10 : 1$, W/W）及 4ml H_2SO_4 ，加熱分解至澄清，冷卻後，以蒸餾水定量至 50ml。取 5ml 稀釋液注入至 Kjeldahl 蒸餾瓶中，再加入 5ml 10N NaOH 進行蒸餾，並以 4% 硼酸加指示劑吸收蒸餾出之液體，再用 0.01N HCl 滴定並記錄滴定數，換算為全氮含量（張，1981）。

（二）磷、鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅含量

稱取 0.2g 茶菁樣品粉末置入分解瓶中，加入 2ml 濃硫酸與樣品混合均勻後，放入分解爐分解。先以 100°C 加熱 30 分鐘，再將溫度調升至 360°C 左右繼續加熱，待白煙消失，硫酸徐徐沸騰 2~3 小時，分解液顏色轉變呈醬油色時，將分解瓶取出待其冷卻，再加入約 3ml 的 30% 的過氧化氫使其退色，繼續加熱 30~40 分鐘，直到分解液呈透明色為止。將分解瓶取出待其冷卻後，以蒸餾水定量至 50ml，此分解液以感應耦合電漿 - 原子發射評分儀（inductively coupled plasma-Atom Emission spectrophotometer, ICP - AES ; Jobin - Yvon, JY 38 Type III）分析，進行分析磷、鉀、鈣、鎂、鐵、錳、銅、鋅等之含量。

試驗三：茶樹開花對茶菁產量、茶葉品質及化學成分之影響

一、試驗材料

以 15 年生之台茶 12 號及青心烏龍田間茶樹為材料。

二、試驗地點

茶業改良場文山分場。

三、處理方式及茶菁產量調查

二供試品種於第一年夏茶、六月白及秋茶採摘後，分別施予人工疏花蕾；第二年重複第一年試驗，並從春茶開始至冬茶分別取樣調查茶菁產量。

四、茶葉官能品評分析

二供試品種在每一季茶（春、夏、秋及冬茶）製成茶後，由 4 位品評員擔任評審。茶樣官能品評方法依現行茶業改良場茶葉品質鑑定法，稱取茶樣 3 公克放入審茶杯中，以 150 ml 沸水沖泡靜置 5 分鐘後，濾出茶湯。品評項目包括茶葉外觀（appearance）20%【形狀（style）10%、色澤（color）10%】、水色（color of liquor）20%、香氣（aroma）30%及滋味（taste）30%，總評計（total）100%。

五、茶葉化學成分分析

秤取 0.2g 烘乾茶樣，加入 80ml 沸水 (蒸餾水)，置於水浴鍋之沸水中萃取 1 小時後，即以濾紙趁熱過濾，並以蒸餾水定量至 100ml，製備萃取液供下列測定用：

- (一) 可溶分含量 (soluble solids content) (邱和朱，1996)。
- (二) 總多元酚類含量 (total polyphenols content) - 酒石酸鐵呈色法 (Iwasa, 1975)。
- (三) 咖啡因含量 (caffeine content) (蔡和阮，1987)。
- (四) 總游離胺基酸含量 (total free amino acid content) - ninhydrin 呈色法 (Ikegaya and Masuda, 1986)。

六、資料分析

每個處理四重複，且所有測定分析結果之資料，均先進行變方分析，若達顯著水準者，再依 L.S.D. 法進行平均值顯著性測驗。

結果與討論

試驗一、(U-¹⁴C) sucrose 同位素標定試驗

作物產量的表現主要受到光合產物合成、分配及利用所控制，其中又以光合產物之轉運及分配能力的表現扮演著重要的調控角色。茶樹根、莖、葉、嫩梢、花及果實由於功能不同，在各時期中生長勢強弱各異，光合產物的分配上亦有所差異。茶樹是以採收幼嫩芽葉為生產對象的經濟作物，其營養生長愈旺盛，愈有利於茶菁之採摘，更有利於採到好的茶菁及製成高品質的茶葉 (黃等，1997)。本試為了研究探討光合產物在茶樹各器官分配情形，利用 ([U-¹⁴C] sucrose) 同位素進行標定試驗，結果發現台茶 12 號枝條無論是否摘除花蕾，約有 58% 以上的 ¹⁴C 光合產物轉運分配到新梢 (一心二葉)，進而促進新梢之生長。此外，當枝條留有花蕾存在時，則有 17.8% 的 ¹⁴C 光合產物轉運分配到花蕾部位，其主要是由於莖 (枝條) 部位光合產物分配的減少，並可能轉運分配到花蕾部位；至於成熟葉及新梢部位無論枝條是否摘除花蕾其 ¹⁴C 光合產物含量並沒有明顯差異 (表一)。有關青心烏龍花蕾部分 ¹⁴C 光合產物竟高達佔總吸收量的 80.3% 之多，其主要是由葉片、莖及新梢部位光合產物分配的減少，其中以莖和嫩梢減少為最多，分別減少 19.5% 和 53.5%，由此可知茶樹為了繁殖後代，必須將大部份養分分配及累積到花蕾部位。除此之外，可能亦是造成青心烏龍秋茶和冬茶減產的主要原因之一。楊和朱 (1999) 根據應用同位素 ³²P 標記試驗顯示，在茶樹花蕾生育及開花時期，茶樹對 ³²P 吸收總量中，地上部各器官的分配比例為成熟葉片只佔 17.9%、新梢佔 35.3%、幼蕾佔 17.1%、而茶花佔 29.7%，花蕾合計約佔 46.8%，營養器官和生殖器官幾乎各佔一半。但本試驗結果發現青心烏龍花蕾部分 ¹⁴C 光合產物分配比例總吸收量盡高達 80.3% 之多；至於台茶 12 號花蕾部分 ¹⁴C 光合產物分配比例僅佔總吸收量的 17.8%，兩者差異相當大，這亦是為何青心烏龍較台茶 12 號秋和冬茶減產原因。此外，由青心烏龍花蕾部分 ¹⁴C 光合產物分配比例佔總吸收量 80.3%，可知光合產物其分配的重點則是在植株整體中生理機能最活躍的器官，並且亦證實當茶樹在進入繁殖期時，則茶樹養分之分配生長優於營養生長。

賴和陳 (1984) 利用 ¹⁴C 處理三年生盆栽檸檬，以觀察其光合產物於開花期間之轉運情形，其結果顯示在開花前葉片所製成的光合產物，主要蓄積於葉片、主幹及根部中，這些光合產物在檸檬花序抽出時，即迅速降低，而花序中光合產物含量卻迅速增加。早在 1932 年 Cameron 研究指出柑橘的葉片是冬季或乾季中重要的儲藏器官，所儲藏的物質可提供早春開花時所需之養分。Davis and Sparks (1974) 亦發現成熟葉片中所製造的養分在有果實存在時，則向果實及枝條基部運送；當果實除去後，葉片所製造的光合產物則會向下運送。由此可知植物光合產物其分配的重點則是在植株生理機能最活

躍的器官。Thrope and Minchin (1991) 亦指出有關植物體內光合產物之分配與分佈主要受到植株本身需求 (demand) 或植物生長環境改變所影響。茶樹根、莖、葉、嫩梢、花和果實各器官由於功能不同，在各時期中生長勢強弱各異，其光合產物的分配亦有所差異。

由上述研究結果可知，當茶樹枝條有花蕾存在時，光合產物大部分會轉運到生殖生長部位，相對營養生長部位則減少很多，影響往後茶芽生育與茶菁產量。

試驗二：茶樹開花對茶芽生育及茶菁礦物元素含量之影響

茶樹的生殖生長週期相當長，茶花屬雌雄同花，異花授粉。在中國大陸地區每年從四月份開始即有花芽分化至第二年十月份茶果實的成熟均需要消耗大量的營養物質，尤其在兩次生殖生長（當年著生的花芽和上年度茶花授精後並開始膨大充實的茶果實）相重疊的 6~10 月份，消耗營養份所占的比重相當的大，均會影響到茶樹的營養生長（黃等，1997）。由試驗結果顯示茶樹開花確實會影響到茶芽的萌芽率，台茶 12 號和青心烏龍二供試品種不摘除花蕾者，其茶芽萌芽率僅 52% 和 60%，遠低於摘除花蕾者（圖一）。因此，當茶樹花蕾摘除後，將有助於茶樹的光合產物及所吸收的礦物元素等營養物，可直接供給營養生長（萌芽）所需。夏和東（1978）調查田間鳩坑茶樹品種，結果顯示每株茶樹開花數目約 2,000~3,000 朵左右，每畝茶園以 300 株計算，每朵鮮花平均重為 0.7 公克，則每畝鮮花重為 840~1,260 斤。梁等（2002）亦調查指出成木茶園，每畝可採鮮花重可達 201 公斤之多。本試驗所調查結果亦有相類似情形，5 年生台茶 12 號之茶樹盆栽植株花蕾數目有 596.8 個，鮮重為 109.9 公克；青心烏龍花蕾數目有 429.3 個，鮮重為 51.8 公克（表二）。除此之外，同時亦調查發現茶樹花蕾的多寡及開花均會影響到茶樹植株樹勢的強弱、冬茶茶芽的生育及其茶菁產量（圖二；表二）。

茶樹在一年發育週期中，多次萌發新芽葉，亦多次開花結實，兩者互依賴，保持著在不同時期各有其重點地循序向前推進的一種生長關係。在臺灣地區茶樹新梢在採摘後可萌發 3~7 次之多，生長季節比較集中在四~十月份。至於花芽分化一般從三~四月份即開始，十月份前後進入盛花期，陸續開花至翌年一~二月份；一般從花芽分化到果實成熟常需要一年半左右，所以茶樹上往往是開花和結實同時進行。

不論是茶芽生育或是開花結實，茶樹每年都需消耗大量的營養物質和能量（黃等，1997；2002），這些物質除 10% 左右無機物質來自根系自土壤中吸收外，其餘 90% 左右的有機物質是靠葉片光合作用製造而來，所以說營養生長和生殖生長，它們共同的物質基礎就是光合產物的多少，但營養和生殖生長的盛衰，除外界條件之外，就物質基礎而言，則又取決於光合產物的消耗與分配（劉，1985）。

在中國大陸江南地區茶樹茶菁產量，頭（春）茶一般為 40%、二茶 20%、三茶 20%、四茶 27%（劉，1985）。臺灣地區每年茶葉生產季從三月至十一月，一般可採摘六次，其茶菁產量比率為春茶 35%、第一次夏茶 17%、第二次夏茶 18%、第一次秋茶 18%、第二次秋茶 10% 及冬茶 5%（林，1986）。為何在中國大陸江南地區二、三茶及臺灣茶區第一、二次夏茶和第一次秋茶生產期間，光合作物累積最多，茶菁產量反而較低呢？本試驗調查結果（表二）亦有類似情形發生。推究其原因，不外乎臺灣各茶區從三~四月份以後，茶樹植株本身上有三個重要的器官同時生長發育，（一）是當年生枝條所著生的花蕾（朵）；（二）是上年度茶花受精後並開始膨大充實的茶果實；（三）是夏、六月白（第二次夏茶）及秋茶所萌發的茶芽，此時光合產物雖多，但分配較為分散，養份無法集中到新芽部位，是導致茶菁產量不高產的重要原因。除此之外，台灣各茶區冬茶產量減產之原因，可能亦與茶樹生殖生長有密切關係。至於台茶 12 號手採茶菁年產量 5,063 公斤 / 公頃，青心烏龍僅 3,185 公斤 / 公頃，由此可知青心烏龍較台茶 12 號低產很多（徐和阮，1993），其原因可能青心烏龍生殖生長所消耗養分大於台茶 12 號。本試驗同時亦發現青心烏龍花蕾部分 ^{14}C 同位素分配比例佔 72.1% 遠高於台茶 12 號 19.1%（表一），因此，亦是可能導致青心烏龍冬茶低產原因之一。王等（2001）亦指出茶樹大量開花

會造成冬季茶菁提早開面或不萌芽，導致冬茶採收困難且產量驟降。

營養是植物生長發育和其他一切生命活動的物質基礎。茶樹為了維持本身的生長和供人採摘之茶菁，除光合作用所形成的有機養分之外，還需要由根部從土壤或施肥中吸收礦物營養。由於茶樹是以採摘嫩芽葉為主的特用作物，會因樹齡、季節及栽培管理技術的不同從而改變對礦物元素的吸收和分配 (劉，1985)。由試驗結果證實，台茶 12 號和青心烏龍在夏、秋茶摘除花蕾後，對於冬茶茶菁含氮和鉀含量較不摘除花蕾者有顯著增加。石垣 (1977) 和奧村 (1985) 研究結果亦顯示綠茶的品質好壞與氮素多寡呈正相關。何和曹 (1995) 研究亦指出茶菁鉀含量的多寡會影響到茶葉滋味及香氣，並且亦可提高冬茶水色的表現。至於茶菁磷、鈣和鎂的含量處理間雖沒有統計上明顯差異，但還是以摘除花蕾略為高些。此外，在茶菁微量元素含量方面，二供試品種銅、鐵和錳等均較對照有較高含量，特別是青心烏龍茶菁鋅、鐵和錳的含量較對照有顯著差異 (表三)。對於以茶菁為收穫對象的茶樹而言，其生殖生長只會給營養生長帶來負面的影響，因為生殖生長所需的光合產物和能量均來自葉片的光合作用，同時亦會大量消耗從根部所吸收的無機養分。

由此可證明茶樹花蕾的存在與否，將會改變對礦物質元素的吸收和分配，因此，若能利用除去花蕾的栽培管理技術或方法，將有助於提升茶菁原料的品質。

試驗三：茶樹開花對茶菁產量、茶葉品質及化學成分之影響

至於田間人工大面積摘除花蕾後，其翌年春、夏、秋和冬茶無論在茶芽數目或茶菁產量方面與對照並沒有很明顯差異，反而略有降低之趨勢，二供試品種均有類似結果反應 (表四)。探究其原因可能在人工摘除花蕾同時折損到茶樹枝條或為了翻找花蕾而破壞到整個樹勢，對往後茶樹生長發育影響甚鉅，導致茶菁產量並沒有很明顯增產。況且每株茶樹若以人工來摘除花蕾，必需花費一個多小時以上人力。因此，近來許多研究報告顯示利用化學藥劑可除去茶樹花蕾，並可減少茶樹在開花結實過程中生殖生長的營養消耗，促進茶樹的營養生長 (夏和束，1978；馮和陳，1990；陳等，1991；辛和張，2001)。

茶樹大量的花蕾或是開花，除了影響到茶樹生長及茶菁產量之外，更會影響到茶葉製茶品質的好壞。早在 1958 年高橋與梁瀨即研究認為綠茶二、三番茶品質較差，其品質低落原因，可能和此時期茶樹花芽分化過於快速進行及花蕾的生育有相當大的關係。由本試驗官能品評鑑定顯示，茶樹開花確實會影響到翌年春、夏、秋及冬茶的品質 (表五)，尤其春茶和冬茶的可溶分含量，二供試品種摘除花蕾者均高於對照，夏、秋茶則反之；至於總多元酚類、咖啡因和總游離胺基酸含量亦有相類似情形 (表六)。同樣是特用作物，甘蔗抽穗開花亦會影響到甘蔗的產量與製糖品質，學者同時亦認為若能有效控制或抑制甘蔗開花，則可提高甘蔗產量及品質 (施，1952；Yang *et al.*, 1972)。總之，就整體茶葉品質而言，茶樹的生殖生長將不利於茶葉品質的提升。

綜合上面所述，台灣各茶區茶樹的生長自 3~4 月份以後，從花芽的分化直到開花及果實的發育，均需要大量的營養物質，因此，如何控制茶樹的生殖生長是當前茶葉生產及品質上刻不容緩的問題。為了解決此問題，很多學者提出利用“竹桿打花”、“掃帚掃花”方式來減少茶樹花蕾 (朵) 數量，但效果並不是很好 (夏和束，1978)；此外，利用化學藥劑促使茶樹花蕾提早脫落，如乙稀 (夏和束 1978；陳等，1991) 及抑花素 (辛和張，2001) 均俱有抑制茶樹花芽分化，減少茶樹開花之效果；或利用肥培管理、修剪等栽培措施 (楊和朱，1999) 來減少花蕾 (朵) 的數目，其主要的原因不外乎是減少茶樹開花結實過程中養分的消耗，以促進茶樹的營養生長。因此，如果能控制茶樹生殖生長所消耗的營養物質，這樣即能加強茶樹營養生長的進行，進而可提升茶葉的品質，尤其是對於適製包種茶或烏龍茶的小葉種茶樹品種更為重要。

由於茶樹屬於多年生木本植物，其植株較為龐大且植株間差異性亦較大，一般試驗研究上較難以

控制，加上茶樹開花問題更為複雜，所以有關這一方面的研究工作及資料並不很多，特別在適製包種茶或烏龍茶品質方面，更值得我們更進一步深入研究與探討。

參考文獻

1. 王為一、廖慶樑、陳 玄。2001。茶樹芽體分化與發育之觀察研究。中國園藝 47: 291-300。
2. 辛崇恒、張誠。2001。茶樹噴施抑花素試驗。中國茶葉 1:18。
3. 吳敬德。1979。葡萄植株光合產物運移之研究。碩士論文。台北：國立臺灣大學園藝學研究所。
4. 吳敬德、賴宏輝。1980。葡萄植株光合產物運移之研究 (I)。中國園藝 26: 78-86。
5. 吳敬德、賴宏輝。1981。葡萄植株光合產物運移之研究 (II)。中國園藝 27:137-142。
6. 吳昌祐。1998。淹水逆境對甘藷生長與光合產物合成、轉運及分配之影響。博士論文。台中：國立中興大學農藝學系。
7. 何信鳳、曹碧貴。1995。鉀肥對於茶樹產量及品質之影響。“臺灣省茶業改良場年報”pp.130-134。桃園：臺灣省茶業改良場。
8. 林義恒。1986。包種、烏龍、鐵觀音製造和品評。臺北：行政院青年輔導委員會印行。
9. 施保華。1952。甘蔗開花對於產量之影響。台灣農林 6: 34-37。
10. 胡家儉。1954。茶樹開花習性之觀察研究。“茶葉研究論文集”，pp.102-128。平鎮茶業試驗所出刊。桃園：平鎮茶業試驗所。
11. 邱垂豐、朱德民。1996。不同氮源對茶菁品質化學成分之影響。中華農學會報新 175: 50-67。
12. 徐英祥、阮逸明。1993。台灣茶樹育種回顧。臺灣茶業研究彙報 12: 1-18。
13. 夏春華、束際林。1978。茶樹開花、結實的規律及控制途徑。“中國農業科學院茶葉研究所 1975~1977 年科研資料”，pp.158-167。中國農業科學院茶葉研究所 1975~1977 年科研資料匯編。浙江：中國農業科學院茶葉研究所。
14. 陳右人、馮鑑淮、王兩全。1991。益收疏花對茶樹產量，品質與農藝性狀之影響。臺灣茶業研究彙報 10: 51-64。
15. 陳右人。1995。茶樹生長與發育。“茶業技術推廣手冊 (茶作篇)”，pp.89-98。桃園：臺灣省茶業改良場。
16. 黃亞輝。1997。淺析控制茶樹生殖生長的途徑。中國茶葉 4: 6-7。
17. 黃亞輝、粟本文、曾 貞、鄭紅發、劉霞林。1997。茶樹成花前後內源激素含量的變化研究。茶葉通訊 3: 7-9。
18. 黃亞輝、粟本文、曾 貞、鄭紅發、劉霞林。2002。外源激素調控茶樹成花的研究。茶葉通訊 4: 3-6。
19. 梁名志、浦紹柳、孫榮琴。2002。茶花綜合利用初探。中國茶葉 24: 16-17。
20. 張淑賢。1981。本省現行植物分析法。“作物需肥診斷技術”，pp.53-57。台中：臺灣省農業試驗所。
21. 馮鑑淮、陳右人。1990。茶樹開花結果之農藝性狀調查及對生產之影響。(I)茶樹人工與藥劑疏花之研究。臺灣茶業研究彙報 9: 21-33。
22. 楊昌雲、朱永興。1999。茶樹生殖生長的影響因素及控制方法。中國茶葉 5: 6-7。
23. 虞富蓮、王雲霞。1983。茶樹開花結實特性與有性雜交。中國茶葉 4: 16-17。
24. 蔡右任、阮逸明。1987。茶中咖啡因快速簡便測定法之研究。臺灣茶業研究彙報 6: 1-7。
25. 劉 熙。1985。茶樹生理與種植 (初版)。台北：五洲出版社印行。
26. 賴宏輝、陳右人。1984。椪果開花前後樹體光合產物之運移與利用。中國園藝 30: 180-186。

27. 石垣幸三。1977。作物營養 養分吸收 知識。茶 30: 16-20。
28. 高橋恒二、梁瀨好充。1958。茶樹 花芽分化 關連 研究 (第 1 報) : 分化時期及 分化習性 。茶業研究報告 11: 9-11。
29. 梁瀨好充。1975。茶蕾著生 影響 對策。茶 38: 20-26。
30. 奧村茂夫。1985。多肥栽培 問題點。茶 30: 16-20。
31. Barua, P. K. 1970. Flowering habit and vegetative behaviour in (*Camellia sisensis* L.) seed trees in North-East India. Ann. Bot. 34: 721-735.
32. Cameron, S. H. 1932. Starch in the young orange tree. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 29: 110-114.
33. Davis, J. T. and D. Sparks. 1974. Assimilation and translocation of carbon-14 in the shoot of fruiting pecan trees, *Carya illinoensis* Kach. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 99: 468-480.
34. Hale, C. R. and R. J. Weaver. 1962. The effect of development stage on direction of translocation of photosynthate in *Vitis vinifera*. Hilgardia 33: 89-131.
35. Ikegaya, K. and M. Masuda. 1986. A new simple determination method of total amino acid in tea. Tea Res. J. 63: 35-36.
36. Iwasa, K. 1975. Methods of chemical analysis of green tea. JARQ. 9: 161-164.
37. Thorpe, M. R. and P. E. H. Minchin. 1991. Continuous monitoring of fluxes of photoassimilate in leaves and whole plant. J. Exp. Bot. 42: 461-468.
38. Yang, P. C., T. P. Pao, and F. H. Ho. 1972. Studies on the chemical control of sugarcane flowering in Taiwan. Taiwan Sugar 19: 21-27.

Effects of Flowering on Yield and Quality in Tea Plant

Chui-Feng Chiu¹ Teh-Ming Chu²

Summary

Tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze), one of the perennial industry crops, is cultivated by plucking its young leaves. The growth, yield and quality of leaves might be decreased due to the overproduction of flowers. Two tea cultivars, TTES No.12 and Chin-Shin Oolong, were selected for this experiment. The flowers were hand thinned in order to find out how flowering would affect the production and quality of the tea.

The experiments results showed that there were considerable quantity of flowers and buds on both TTES No.12 and Chin-Shin Oolong. The tea stems were treated with U-¹⁴C sucrose to study the uptake and distribution of photosynthates. It was found that 17.8% of the total uptake in TTES No. 12 was distributed to the flower buds; while in the case of Chin-Shin Oolong it was 80.3%. Over half of photosynthates in Chin-Shin Oolong were provided as nutrients for reproductive growth. Thus, it is concluded that during the flowering period, most photosynthates will be transferred to reproductive growth, and those to the vegetative growth are relatively reduced, which further leads to the decrease in the growth of tea plant and lower sprouting percentage or growth rate in tea bud, eventually reducing the production of the tea. The quality of the tea the year following thinning is apparently affected. In both tea cultivars, the tea quality of the thinning treatment is superior to the control in tea appearance, color of liquor, aroma or flavor.

Key words: Tea, Flowering, Photosynthates, Growth, Yield, Quality

1. Director of Yuchih Branch, Tea Research and Extension Station, Nantou, Taiwan, ROC.
2. Professor, Department of Agronomy, National Chung-hsing University.

表一、茶樹枝條各器官吸收【U - ¹⁴C】sucrose 同位素分配情形Table 1. Changes distribution of absorbed 【U - ¹⁴C】sucrose in different organs of tea shoot in two tea cultivars (1997)

Cultivar	Treatment	Labeled organ (×10 ³ cpm part ⁻¹)			
		Leaf	Stem	Young shoot*	Flower bud
TTES No.12	Defloration	15.9(14.4%)	30.5(27.6%)	64.1(58.0%)	
	Control	22.3(14.4%)	13.9(9.2%)	91.0(58.8%)	27.4(17.8%)
Chin-Shin	Defloration	13.5(10.7%)	28.3(22.8%)	82.7(66.5%)	
Oolong	Control	14.3(3.4%)	14.1(3.3%)	54.6(13.0%)	338.1(80.3%)

*Young shoot : 1 bud and 2 leaves ;

表二、茶樹摘除花蕾對茶芽和花蕾生育之影響 (盆栽試驗)

Table 2. Effects of defloration on the growth of young tea shoot and floral bud in two tea cultivars (pot experiment; Winter tea, 2001)

Cultivar	Treatment	Young tea shoot				Floral bud	
		Length (cm)	Number of leaves/shoot	Number/pot (g)	Weight/pot (g)	Number/pot (g)	weight/pot
TTES No.12	Defloration	13.3a*	4.4a	72.5a	41.4a	0.0b	0.0b
	Control	7.8b	3.4b	33.3b	14.3b	596.8a	109.9a
Chin-Shin Oolong	Defloration	8.5a	3.9a	109.3a	46.6a	0.0b	0.0b
	Control	6.0b	3.9a	60.0b	19.9b	429.3a	51.8a

* Means with the same letters are not significantly different at 5%level by Fisher's least significantly difference test.

表三、茶樹開花對茶蕾礦物元素含量之影響 (盆栽試驗)

Table 3. Effects of flowering on mineral elements content of young tea shoot in two tea cultivars (pot experiment; Winter tea, 2001)

Cultivar	Treatment	N	P	K	Ca	Mg
		%				
TTES No.12	Defloration	2.92a*	0.39a	1.61a	0.30a	0.19a
	Control	2.68b	0.32a	1.44b	0.33a	0.20a
Chin-shin Oolong	Defloration	2.82a	0.44a	1.65a	0.57a	0.27a
	Control	2.49b	0.38a	1.50b	0.50a	0.26a
		Cu	Zn	Fe	Mn	
ppm						
TTES No.12	Defloration	11.50a	32.35a	63.49a	255.18a	
	Control	10.90a	32.12a	36.03b	248.87a	
Chin-shin Oolong	Defloration	9.78a	62.51a	70.52a	398.20a	
	Control	9.76a	37.89b	47.72b	213.88b	

*Means with the same letters are not significantly different at 5%level by Fisher's least significantly difference test.

表四、茶樹開花對茶芽數目及茶菁產量之影響 (田間試驗)

Table 4. Effects of flowering on the number and the yield of young tea shoots in two tea cultivars (field experiment, 2002)

Cultivar	Treatment	Number of young tea shoot/900 cm ²				Weight of young tea shoot/900 cm ² (g)			
		Spr. tea	Sum. tea	Aun. tea	Win. tea	Spr. rea	Sum. tea	Aun. tea	Win. Tea
TTES No.12	Defloration	36.3a*	41.7a	30.7a	23.3a	16.9b	31.3a	22.5a	19.1a
	Control	39.3a	44.0a	34.7a	25.0a	22.9a	28.9a	20.3a	19.4a
Chin-Shin Oolong	Defloration	51.7b	47.7a	50.3a	35.0a	22.4a	20.1a	19.3a	19.5a
	Control	71.3a	52.3a	54.3a	31.3a	24.9a	22.9a	22.2a	15.9a

* Means with the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's least significantly difference test.

表五、茶樹開花對茶葉品質之影響 (田間試驗)

Table 5. Effects of flowering on tea quality in two cultivars (field experiment, 2002)

Cultiver	Treatment	Sensory evaluation				
		Appearance (20%)	Color of liquor (20%)	Aroma (30%)	Flavor 30%	Total (100%)
Spr. tea						
TTES No.12	Defloration	16.0*	15.7 a	20.8 a	20.6 a	73.2 a
	Control	15.6 a	15.5 a	20.2 a	19.7 a	71.0 b
Chin-shin. Oolong	Defloration	16.0 a	14.0 a	20.3 a	17.8 a	68.1 a
	Control	16.0 a	13.6 a	18.8 b	17.3 a	65.7 b
Sum. tea						
TTES No.12	Defloration	15.5 a	14.9 a	21.3 a	23.1 a	74.8 a
	Control	15.5 a	13.8 b	20.0 a	22.1 b	71.4 b
Chin-shin. Oolong	Defloration	13.6 a	12.3 a	20.0 a	20.5 a	66.4 a
	Control	12.4 b	13.8 a	19.7 a	20.1 a	66.0 a
Aun. tea						
TTES No.12	Defloration	12.3 a	15.4 a	20.1 a	24.0 a	71.8 a
	Control	12.0 a	14.6 a	20.0 a	20.2 b	66.8 b
Chin-shin. Oolong	Defloration	13.1 a	13.6 a	20.0 a	21.1 a	67.8 a
	Control	13.6 a	12.8 a	20.1 a	20.3 a	66.8 a
Win. tea						
TTES No.12	Defloration	15.7 a	15.7 a	21.0 a	23.0 a	75.4 a
	Control	14.8 b	15.6 a	20.7 a	23.0 a	73.9 b
Chin-shin. Oolong	Defloration	16.2 a	15.5 a	21.3 a	22.0 a	75.0 a
	Control	15.5 b	14.4 b	21.0 a	21.6 a	72.5 b

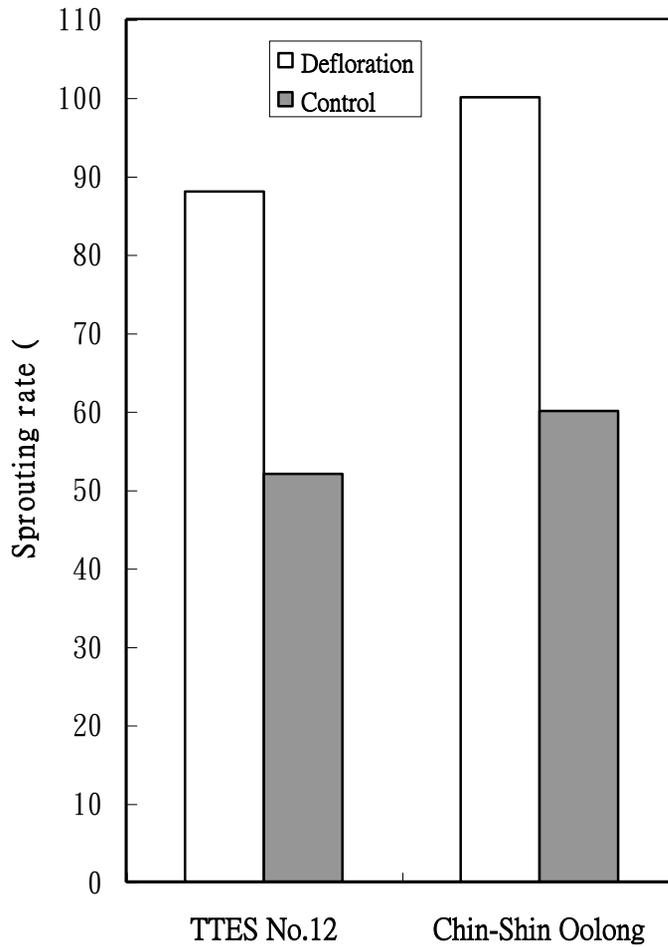
* Means with the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's least significantly difference test.

表六、茶樹開花對茶葉品質化學成分之影響 (田間試驗)

Table 6. Effects of flowering on chemical compositions of tea in two cultivars (field experiment; 2002)

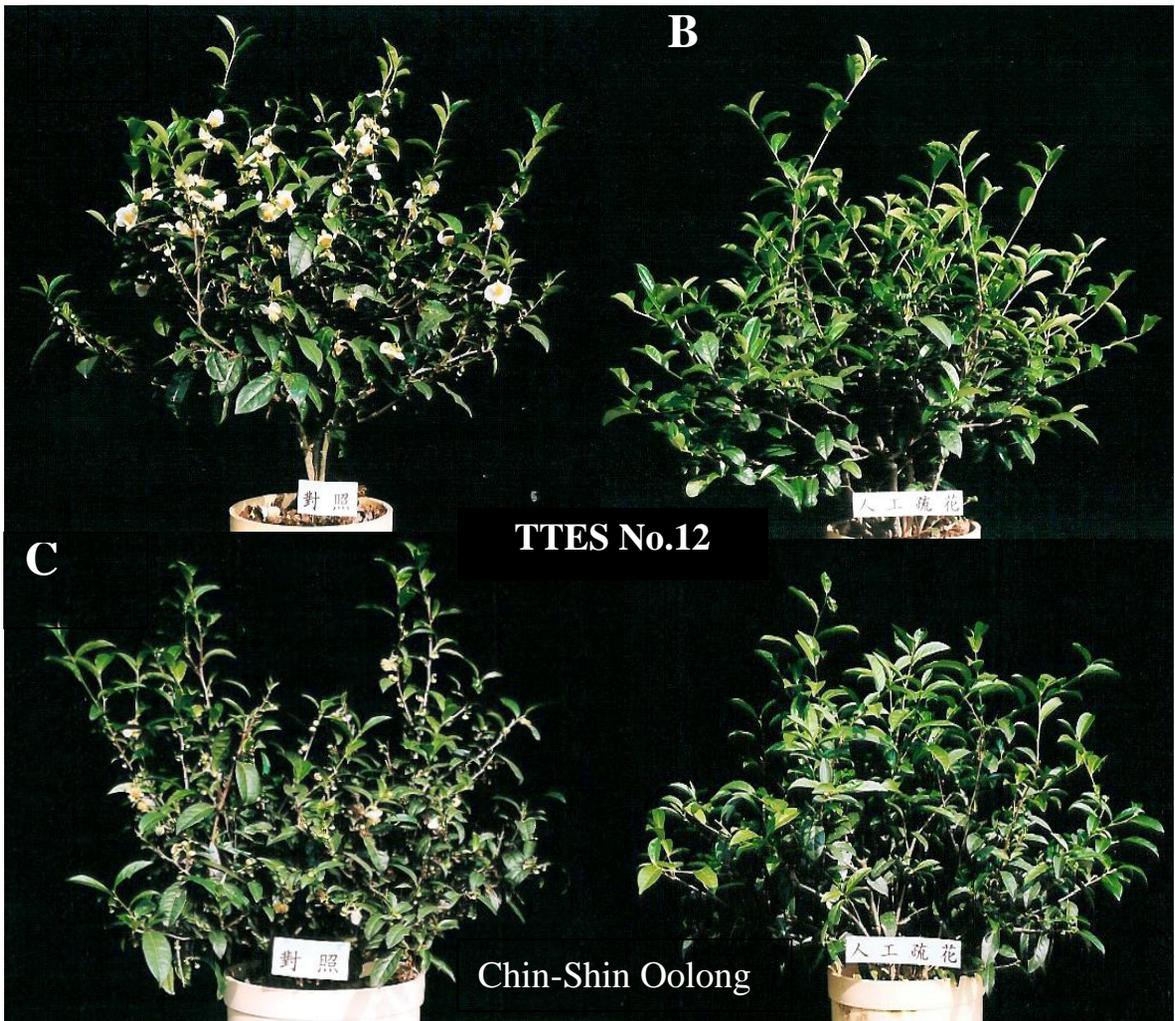
Cultivar	Treatment	Soluble solids %	Total polyphenols %	Caffeine ppm	Total free amino acid ppm
Spr. tea					
TTES No.12	Defloration	35.50 a*	17.72 a	11.01 a	2.14 a
	Control	34.33 a	17.67 a	10.98 a	1.96 a
Chin-shin. Oolong	Defloration	39.33 a	20.39 a	11.36 a	1.92 a
	Control	39.17 a	19.43 a	10.81 a	1.96 a
Sum. tea					
TTES No.12	Defloration	39.17 a	21.86 a	11.90 a	1.67 a
	Control	40.00 a	21.90 a	11.97 a	1.47 a
Chin-shin. Oolong	Defloration	40.83 a	23.21 a	10.76 a	1.00 a
	Control	41.00 a	22.64 a	11.02 a	1.16 a
Aun. tea					
TTES No.12	Defloration	40.00 a	21.88 a	10.79 a	1.15 a
	Control	43.50 a	23.27 a	11.16 a	1.01 a
Chin-shin. Oolong	Defloration	41.67 a	23.01 a	10.95 a	1.16 a
	Control	42.67 a	23.18 a	10.44 a	0.97 a
Win. tea					
TTES No.12	Defloration	38.50 a	18.70 a	9.91 a	1.54 a
	Control	35.67 b	17.79 a	9.94 a	1.53 a
Chin-shin. Oolong	Defloration	38.83 a	18.51 a	9.89 a	1.59 a
	Control	36.33 b	17.25 a	8.55 a	1.53 a

*:Means with the same letters are not significantly different at 5% level by Fisher's least significantly difference test.



圖一、茶樹開花對茶芽萌芽率之影響 (盆栽試驗)

Fig.1. Effects of flowering on sprouting rate in two tea cultivars (pot experiment; Winter tea, 2001)



圖二、茶樹開花對其生育之影響 (盆栽試驗)

Fig.2. Effects of flowering on the growth in two tea cultivars (pot experiment; Winter tea, 2001)

A : TTES No.12 control

B : TTES No.12 defloration

C : Chin-Shin Oolong control

D : Chin-Shin Oolong defloration