

# 高海拔茶區春茶機採可行性評估

劉秋芳<sup>1</sup> 劉千如<sup>1</sup> 蘇彥碩<sup>2</sup> 林儒宏<sup>2</sup> 郭寬福<sup>2</sup> 羅士凱<sup>3,\*</sup>  
蔡憲宗<sup>1</sup> 邱垂豐<sup>1</sup>

## 摘要

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

**關鍵字：**茶葉、高海拔、機採

## 前言

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

由於氣候變遷，春茶生育初期氣候異常，如高低溫急遽變化或降雨量不足，導致各茶區茶葉生長初期茶芽萌發不整齊且發育緩慢，但隨著氣溫回升及降雨供應生長所需水分，在 3 月底至 4 月中上旬從低海拔至中高海拔之茶樹同時間快速成長，南投、嘉義主要產茶區之青心烏龍採摘期

1. 行政院農業委員會茶業改良場 助理研究員、副研究員、研究員兼課長、研究員兼副場長。臺灣 桃園市。
2. 行政院農業委員會茶業改良場魚池分場 副研究員兼股長、副研究員兼股長、副研究員兼分場長。臺灣 南投縣。
3. 行政院農業委員會茶業改良場文山分場 助理研究員。臺灣 新北市。

\* 通訊作者。

過度集中於清明 (4 月 4 日) 至穀雨 (4 月 19 日) 之間, 春茶約占年產量之 40%, 有句俗諺: 茶葉採摘「前三天是寶, 後三天是草」, 顯示茶葉及時採摘及採摘標準對茶葉品質影響甚鉅。因茶葉採摘是以數量多寡計價, 由中低海拔每台斤 40~50 元至高海拔 80 元不等, 在採茶班隊人力有限情況下, 春茶常面臨請不到工採茶或抬高單價搶工情形發生, 亦常發生採茶工不易管束, 為賺更多錢採摘至一心五葉 (標準是一心三葉) 或以上, 或選擇至單價較高之茶區採茶。

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

## 材料與方法

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

## 結果與討論

### 一、春梢性狀:

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

### 二、茶菁農藝性狀:

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

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

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

### 三、感官品評：

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

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

### 四、茶菁化學成分含量：

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

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

### 五、茶菁礦物元素含量：

將手採及機採後的茶菁進行逢機取樣，進行礦物元素含量分析，臺茶 12 號全氮含量則是機採茶菁顯著高於手採茶菁，在磷、鉀、鈣、鎂、鋁、鐵元素含量表現上，處理間雖無顯著性差異，但機採茶菁各礦物元素含量有比手採茶菁高 (表五) 的趨勢，氮、磷、鉀在幼嫩的葉片含量較高 (王，2004；黃，2007)，對照茶菁農藝性狀結果顯示，機採茶菁較手採

茶菁較為幼嫩；青心烏龍則在全氮、鉀及鋁含量表現有顯著性差異 (表五)，機採茶菁全氮含量為  $4.43 \pm 0.03\%$ ，高於手採茶菁的  $4.26 \pm 0.03\%$ ；鉀含量為  $177.6 \pm 7.0 \text{ mg/kg}$  高於手採茶菁  $156.4 \pm 4.6 \text{ mg/kg}$ ，鋁含量也是機採茶菁  $371.7 \pm 17.8 \text{ mg/kg}$  高於手採茶菁  $246.4 \pm 10.3 \text{ mg/kg}$ 。其他元素如磷、鈣、鎂、鐵含量，處理間則無顯著性差異，也是各含量均比手採茶菁高。鋁主要蓄積在老葉 (黃, 2007)，推測是機採茶菁的枝梗及成熟葉比例較高所致。

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

(一) 採收成本部分：

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

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

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

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

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

炒菁工資以未挑梗之茶乾計價，每臺斤 15 元，含餐費，臺茶 12 號機採茶菁炒菁工資為 4,360 元，手採茶菁炒菁工資為 3,220 元。青心烏龍機採茶菁炒菁工資為 1,750 元，手採茶菁炒菁工資為 1,740 元

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

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

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

青心烏龍機採製作出 93.5 臺斤 (56.1 公斤) 的茶葉成本需 36,700 元，每公斤毛茶成本為 654 元。手採可製作出毛茶 109.3 臺斤 (62.3 公斤) 成本需 51,325 元，每公斤

成本 824 元，青心烏龍則為 79.37%，可降低 20.63%，此結果與谷等 (2014) 試驗結果一致，機採能降低毛茶的成本。毛茶價格每臺斤 1,200 元，毛茶收入機械及手採茶葉分別為 112,200 元及 131,160 元。扣除成本後每 0.1 公頃茶園之毛利各為 75,500、79,836 元，手採茶葉毛利稍高。

## 結 論

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

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

## 參考文獻

1. 王為一. 2004. 茶樹保護營養障礙症. 植物保護圖鑑系列 4. pp. 113-116。
2. 尚潤林、王久榮、譚正初、單武雄、何秋虹. 2009. 丘陵茶園不同機採方式對秋季茶鮮葉產量和名優綠茶品質的影響. 中國生態農業學報 5: 919-922。
3. 谷兆騏、曹婷婷、陳國榮、萬景紅、龔淑英、徐鵬程、魏明香. 2014. 機採與手採鮮葉加工水平日鑄茶工藝、品質及成本比較研究. 茶葉 4: 201-211。
4. 李清柳. 1991. 青心烏龍茶園機採之技術改進研究-剪枝時期與剪採深度對各季茶產量之影響. 臺灣茶業研究彙報 10: 115-128。
5. 林義豪、潘韋成、郭婷玫、林金池、賴正南. 2015. 茶產業缺工狀況調查. 臺灣茶業研究彙報 34: 237-245。
6. 周海東. 2011. 山地茶園機剪機採技術探討. 茶葉 3: 160-162。
7. 張蘭蘭、董跡芬、唐萌、蔡維秩、溫正軍、駱耀平. 2012. 名優茶機採鮮葉分級技術研究. 浙江大學學報 5: 593-598。
8. 莊瓊昌、陳惠藏. 1997. 夏季機採茶菁製造包種茶及其烘焙技術之改良. 85 年報 pp. 243-244。
9. 陳錦堂、顏秋勤. 2008. 最具競爭力的農產品-台灣高山茶. 第五屆海峽兩岸茶業學術研討會論文集 pp. 599-609。
10. 陳盈孔、張清寬. 1989. 東部茶區手採茶園改行機採技術研究. 臺灣茶業研究彙報 8: 57-70。
11. 黃惟揚、巫嘉昌、劉銘純、張振厚. 2016. 請不到採茶工，機採嘍也通. 茶業專訊 96: 3-5。
12. 黃磊、裘琳、夏小歡、付傑. 2015. “龍井 43”手採茶園改建名優茶機採茶園技術. 茶業通報 3: 117-119。
13. 黃裕銘. 2007. 第四章 營養需求與肥培管理. 茶樹整合管理 pp. 37-48。

14. 黃騰鋒、李清柳、張允恭. 1986. 手採茶園改行機採試驗與推廣. 臺灣茶業研究彙報 5: 15-28。
15. 駱耀平、唐萌、蔡維秩、文冬華、溫正軍. 2008. 名優茶機採適期的研究. 茶葉科學 1: 9-13。
16. 蔡憲宗、林秀榮、蘇彥碩、黃玉如. 2013. 茶業健康管理專區推動成效. 102 年度重點作物健康管理生產體系及關鍵技術之研發成果研討會論文集 pp. 165-127。

表一、臺茶 12 號及青心烏龍採收前春梢性狀

Table 1 Spring shoot characteristics of TTES No.12 and Chin Shin Oolong before harvest

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

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

表二、手採及機採茶菁農藝性狀

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

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

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

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

表二 (續) Table 2 (continued)

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

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

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

表三、手採及機採茶葉品質比較

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

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

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

表四、手採及機採茶菁化學成分含量之比較

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

unit: mg/g

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

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

表五、手採及機採茶菁主要元素含量比較

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

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

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

表六、手採及機採茶菁採收及製茶成本分析

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

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

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

Chiou-Fang Liu<sup>1</sup>    Chien-Ju Liu<sup>1</sup>    Yen-Shuo Su<sup>2</sup>    Ru-Hong Lin<sup>2</sup>  
Kuan-Fu Kuo<sup>2</sup>    Shih-Kai Lo<sup>3,\*</sup>    Hsien-Tsung Tsai<sup>1</sup>    Chui-Feng Chiu<sup>1</sup>

## Summary

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

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

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

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

---

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

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

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

\*Corresponding author.

