

小型電熱炒菁機之改良研究

黃惟揚 蔡憲宗 巫嘉昌^{1,*}

摘要

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

關鍵字：炒菁、茶湯品質、茶葉加工技術

前言

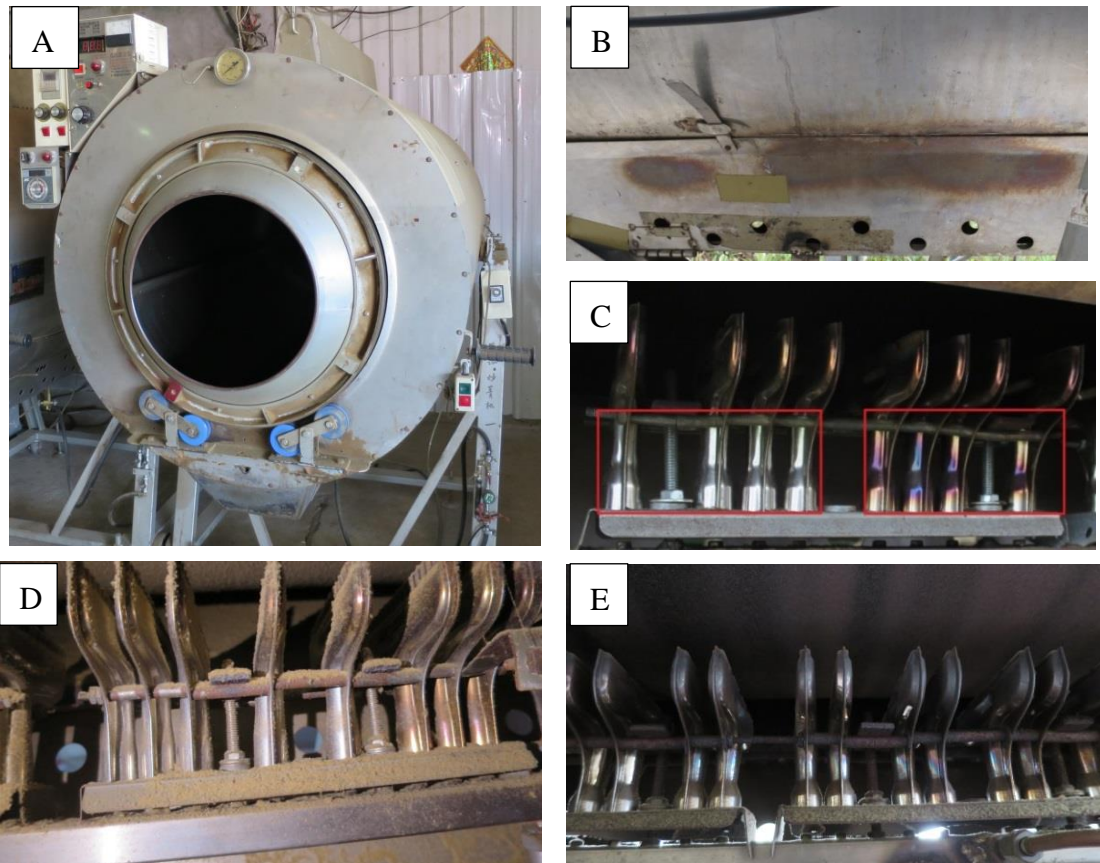
食材在乾熱下翻動引起的化學變化，稱為焙炒。焙炒對蛋白質有調性作用；澱粉有糊化作用；醣類有焦化作用。故茶葉焙炒能降低水分，並提升香氣與滋味。適當的高溫對食材也有殺菌效果，提升食品安全性。

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

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

* 通訊作者。

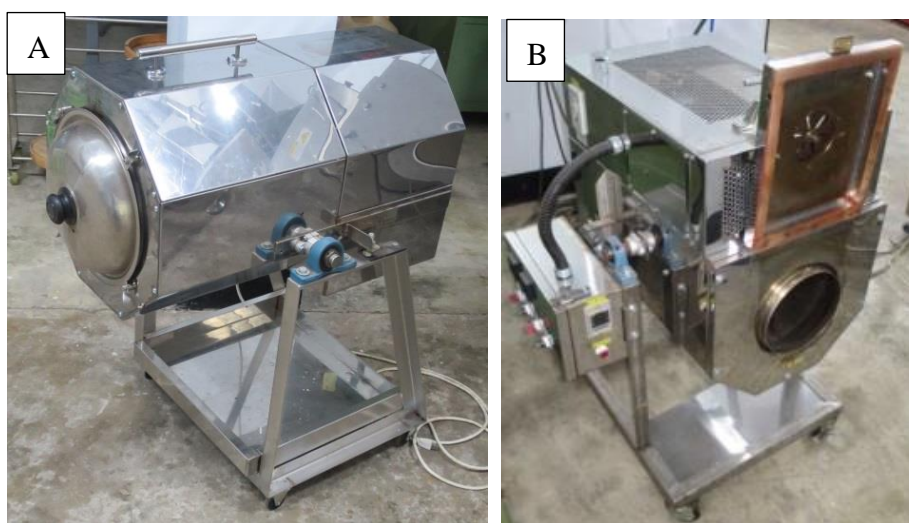
茶業改良場自 1989 年開發出自動下料炒菁機，但迄今 (2016) 臺灣學者並未繼續針對炒菁機進一步改良 (圖一 A)。此外，國內外學者並無報告針對炒菁機鍋壁及空氣溫度進行量測、探討及炒菁機內部溫度均勻性。經吾人觀察，長時間使用的炒菁機會有局部碳化的現象 (圖一 B)，推斷是炒菁機溫度整體分布不均的主要原因。更嚴重者，部分購買不到一年炒菁機其火排已有局部碳化的情形 (圖一 C 右)，比較左紅框與右紅框，可發現左紅框的火排沒碳化，而右紅框已經嚴重碳化，此現象說明火排溫度分布不均。此外，與茶農訪談發現，發生局部碳化火排之焙炒品質不佳，不是炒不熟就是容易造成燒焦情形。許多茶農購置炒菁機後，從未清理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



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

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

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



圖二、新型電熱炒菁機外觀 (A：第一代電熱炒菁機，B：第二代電熱炒菁機。)

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

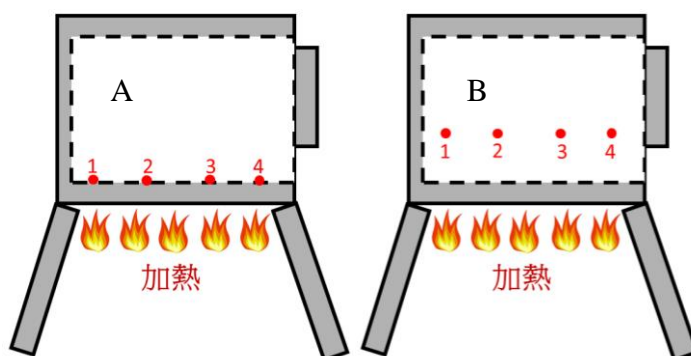
(A: The first generation electrical panning machine, B: The new kind of the electrical panning machine.)

材料與方法

一、溫度量測

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

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



圖三、量測炒菁機溫度之部位 (A：鍋壁量測位置，B：內部空氣量測位置。)

Fig. 3. Positions of temperature measuring in panning machine

(A: Position of temperature measuring in the wall,

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

二、炒菁試驗

(一) 傳統型炒菁機加工流程 (對照組)

茶菁 → 傳統炒菁機炒菁 → 揉捻 → 乾燥 → 成品

(二) 改良型炒菁機加工流程 (試驗組)

茶菁 → 改良炒菁機炒菁 → 揉捻 → 乾燥 → 成品

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

三、茶葉品質官能鑑定

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

結果與討論

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

(一) 熱傳導

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

(二) 熱對流

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

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

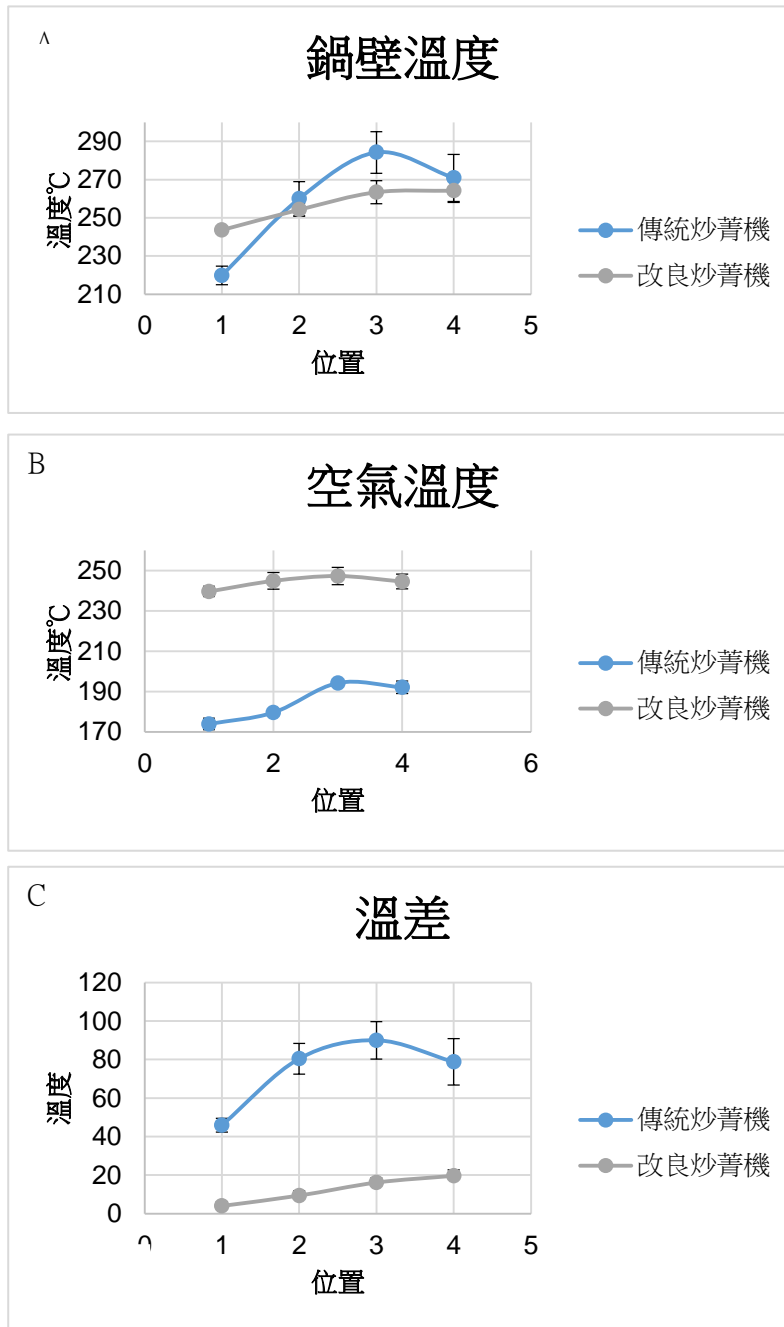
此外固體與流體（液體、氣體）間的熱交換，也稱熱對流。當物體表面與環境存在溫度差時，單位面積散失的熱量與溫差成正比。在茶葉炒菁過程中，當炒好的茶菁從炒菁機卸料後，因為茶菁溫度遠高於外界溫度，其茶菁對外界環境散熱過程即為熱對流方式。

（三）熱輻射

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

二、傳統炒菁機溫度分布數據與分析

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



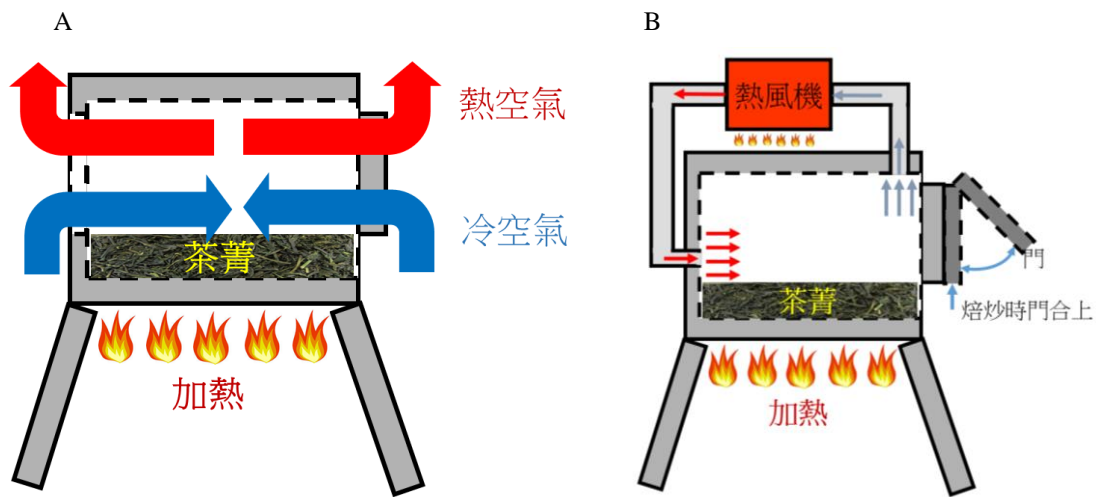
圖四、傳統炒菁機與改良炒菁機比較

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

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

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

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



圖五、炒菁機空氣流動情形 (A：傳統炒菁機，B：改良電熱炒菁機)

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

三、改良式小型電熱炒菁機溫度分布數據與分析

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

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

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

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

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

四、官能品評

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

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

表一、不同炒菁機茶葉品質差異

Table 1 Variation of tea quality after different panning machine treatments

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

結 論

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

參考文獻

1. 胡凡勳、朱朝煌、邱漢傑. 2011. 熱傳遞學. 高立圖書。
2. 黃仁豐、吳聲舜. 2009. 不同加工方法對炒菁綠茶品質之影響. 臺灣茶業研究彙報 pp. 85-97。
3. 黃騰鋒、張允恭、李清柳. 1990. 圓筒式炒菁機改良示範. 臺灣省茶業改良場年報 pp. 76-77。
4. 黃騰鋒、張允恭、李清柳. 1991. 圓筒式炒菁機改良示範. 臺灣省茶業改良場年報 pp. 75-77。
5. 程玉明、趙祖光. 2008. 茶葉熱風殺菁機. 中華人民共和國國家知識產權局 專利號：
CN101238838 A。
6. 程玉明、趙祖光. 2010. 茶葉熱風殺菁機. 中華人民共和國國家知識產權局 專利號：CN
101238838 B。
7. 程玉明、甘建仁、趙祖光. 2013. 一種茶葉殺菁方法. 中華人民共和國國家知識產權局 專利號：
CN102388992 B。
8. 張允恭、黃騰鋒、李清柳. 1989. 圓筒式炒菁機改良試驗. 臺灣省茶業改良場年報 pp. 57-58。
9. 張韻、徐良、張佩. 2010. 微波技術在綠茶加工中的應用. 農機科技推廣 p. 45。
10. 張連發. 2002. 紅外線炒菁機之研發與改良. 行政院農業委員會茶業改良場年報 pp. 168-169。
11. 蔡永生、黃騰鋒、張如華、李清柳. 1997. 複合式殺菁對包種茶外觀色澤與滋味改進之探討. 臺灣省茶業改良場年報 pp. 73-74。
12. 蔡永生、張如華. 1998. 複合式殺菁對包種茶外觀色澤與滋味改進之探討. 臺灣省茶業改良場年報 pp. 121-124。
13. 蔡永生、張如華. 1999. 複合式殺菁對包種茶外觀色澤與滋味改進之探討. 臺灣省茶業改良場年報 pp. 141-144。
14. 羅學平、趙先明. 2015. 茶葉加工機械與設備. 中國輕工業出版社. pp. 24-47。

Research of the Improvement for the Small Type Electrical Panning Machine

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

Summary

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

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

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

*Corresponding author.