

茶菁自動攪拌機之應用性評估

劉天麟 黃惟揚* 李清柳 黃騰鋒 張振厚¹

摘要

臺灣部分發酵的高山烏龍茶製程中，萎凋作業主要採用層積式萎凋架，雖已為半自動化作業，但攪拌作業仍需以人力進行，因此，反覆的靜置萎凋與攪拌作業仍無法自動化作業。前人研製之茶菁自動出料攪拌機，經實測可達到便於進料與自動攪拌出料之功能，經改裝自動調整攪拌撥桿，可改善調控茶菁出料速度與茶菁堆疊厚度，但仍有溢料及茶菁殘留於機體後方之問題，未來經修改部分結構後，預期可適合串接於層積式萎凋架，進行自動化萎凋與攪拌作業。

關鍵字：烏龍茶、自動化、茶葉萎凋

前言

臺灣因人口老化，農業缺工問題逐漸嚴重，茶產業也面臨同樣問題，除了茶園田間工作需要大量人工外，茶葉加工工作也是高密度勞力作業，同樣面臨人工缺工問題，因此，全自動化製茶機械的開發也是重要的目標。目前國外紅茶與綠茶之自動化生產線已相當成熟，而臺灣產製部分發酵的高山烏龍茶，依據 2020 年農業統計年報資料計算，為目前臺灣產製之各種茶類中生產面積最大，佔全國茶葉種植面積 52% 以上，因此，發展高山烏龍茶全自動化設備有其必要性。

高山烏龍茶的製造，於茶菁採收後，需經過日光萎凋、室內萎凋及攪拌，然後再進入炒菁、揉捻與乾燥程序。其中萎凋設備有立體式萎凋架、熱風萎凋槽等，可提高茶菁單位面積的萎凋量，降低萎凋作業的人力負擔；搭配空調環控系統與熱風萎凋槽，可進行控溫控濕，降低因氣候不穩造成影響茶葉萎凋。前人曾以靜置機、圓筒式攪拌機及吸引式輸送機串連組成連續式萎凋攪拌機 (黃等，1994)，多層式茶菁熱風萎凋機 (劉與黃，2008)、滾筒式茶菁攪拌機 (劉等，2009) 及茶葉自動傾卸攪拌機 (劉等，2010) 等，均須配合特定設備使用，且體積龐大不易推廣。現行主要產製高山烏龍茶之製茶廠多配置有層積式萎凋架，其高密度的茶菁堆置方式，可容納大量的茶菁進行萎凋作業，配合空調控制溫度與濕度，可調整製茶品質 (郭等，2001)，而茶菁的靜置萎凋約 1-2 小時，因無自動化攪拌機械，需以人工進行攪拌，再予以靜置，如此反覆 3-5 次作業，耗時耗力。

本場曾研製之茶菁自動出料攪拌離型機 (李與黃，2002) 與茶葉自動傾卸攪拌機 (劉等，2010)，其中茶菁自動出料攪拌機為開放式入料，與傳統竹編攪拌機相比，其進出料方式具有高度便利性 (表一)。而自動傾卸攪拌機需搭配特定設備進出料，且無法配合層積式萎凋架作業。經初

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

*通訊作者。

步評估茶菁自動出料攪拌機配合層積式萎凋架作業具可行性，因此，本研究將進行茶菁自動出料攪拌雛型機之茶菁進料、攪拌與出料測試，以評估其改善萎凋與攪拌作業自動化之應用性與可行性。

材料與方法

一、試驗材料：

茶葉 25 公斤及前人研製之茶菁自動出料攪拌雛型機，包括：

- (一) 攪拌機之動力、傳動及控制機構。
- (二) 攪拌機用之鋼板、鐵管、齒輪、鐵材及帆布等。
- (三) 硬體結構包括機械長、寬、高及重量，配置馬達、傳動機構及減速機構各部件。
- (四) 控制機構，控制機電訊號源、反應作動機構、速度與頻率，並預載過負載保護電路等。
- (五) 攪拌與出料機構，包括調整迴旋攪拌撥板與茶菁輸送機構等。

二、作業測試：

- (一) 針對進料輸送速度，進行送料附載與穩定性測試。
- (二) 調整攪拌撥板調控攤菁厚度，測試茶菁出料速度。
- (三) 測試進料、攪拌與出料穩定性。
- (四) 茶菁原料進出料速度與穩定度。
- (五) 茶菁滯留量。

結果與討論

一、茶菁自動攪拌機械結構：

- (一) 材質為金屬與帆布。
- (二) 機械外觀如圖一，外部規格為 390 公分×158 公分×160 公分。
- (三) 機械組件包括機架、2 組動力與傳動機構、茶菁承放平臺面、茶菁撥桿、旋動帆布帶與支撐裝置、操作調控裝置等。
- (四) 機械動力為 220V 三相 1HP 馬達，以變頻器控制正逆轉及轉速。
- (五) 傳動與減速機構為 5:20 三角皮帶，配置 1:40 之減速器與 14:36 鏈輪。
- (六) 茶菁承放平臺面寬 300 公分、深度 130 公分、垂直高度 100 公分。
- (七) 茶菁撥桿以 220V 300W 馬達為動力，以電壓調節器調整轉速，經 1:30 齒輪組及 14:34 鏈輪組減速，撥桿調整茶菁厚度最低 5 公分，最高 14 公分 (調整範圍 9.5 公分)，裝設電磁式轉速譯碼器監控茶菁撥桿之高度 (圖二)。

二、機械作業測試

- (一) 茶菁撥桿轉速範圍 0-30 r.p.m.。
- (二) 帆布帶移動速度 0-4.5 公分/秒。
- (三) 茶菁撥桿高度 (離帆布面高度) 5-14 公分，分 5 段高度調整：5、7、9.5、12、14 公分。
- (四) 茶菁處理量 25 公斤。

三、進出料測試

- (一) 茶菁傾入量 25 公斤，可直接由中央倒入攪拌機內進行攪拌作業 (圖三)。
- (二) 攪拌機作業時，茶菁由中央自動向兩邊分散，經過一段時間後可呈現均勻分布 (圖四)。
- (三) 茶菁攪拌時間可設定為 0~999 分鐘，最快出料速度可於 5 分鐘內完成，茶菁幾乎可完全送出 (圖五)。
- (四) 茶菁進料 24.8 公斤，出料 24.0 公斤、滯留量為 0.8 公斤。
- (五) 經實測，茶菁自動攪拌機入料方便，可由攪拌機上方直接倒入茶菁原料，無須選擇特定位置，因此，可搭配輸送帶完成自動進料作業。攪拌作業有透過變頻器調整正逆轉及轉速，調整攪拌速度 (力道)，並可搭配茶菁撥桿與檯面移動速度調整茶菁出料速度；茶菁攪拌位處帆布檯面之開放空間，與傳統攪拌機之半密閉腔體完全不同，可與環境空間自然換氣，使茶菁萎凋攪拌之製程更加均勻。茶菁出料幾乎可完全排出，滯留機體內少，也易於清潔。

四、茶菁自動攪拌機之後續改良:

- (一) 茶菁自動攪拌機之帆布帶上每隔 32 公分設置橫向方管，用於帶動茶菁攪拌，但於垂直上升高度時，部分茶菁，尤其是小芽、單葉或碎葉等較小的茶菁原料，會停留在方管平面上而被帶至攪拌機後方掉落，此問題藉由垂直面上設置滾動毛刷將原料掃落即可解決。
- (二) 另一問題為出料檯面，因出料面為水平，出料時若茶菁原料過高，茶菁撥桿來不及將過多茶菁往後撥時，將會造成溢料 (圖六)，因此，出料檯面參考甲種乾燥機進料的設計，將出料處改成上斜設計，使過高的茶菁可往後撥送，將可減少出料時茶菁原料溢滿出來的狀況。

結 論

茶菁自動攪拌機可由攪拌機上方直接倒入茶菁原料，因此，可搭配輸送帶完成自動進料作業。攪拌作業可透過變頻器調整正逆轉及轉速，調整攪拌速度 (力道)；茶菁攪拌位處帆布檯面之開放空間，可與環境空間自然換氣，使茶菁萎凋攪拌之製程更加均勻。茶菁出料幾乎可完全排出，滯留機體內少，也易於清潔。

茶菁自動攪拌機會將較小的茶菁原料帶至攪拌機後方掉落，此問題藉由垂直面上設置滾動毛刷將原料掃落即可解決。另一問題為出料檯面，因出料面為水平，若茶菁原料過高將會造成溢料，因此，出料檯面需設計成上斜，將可減少出料時茶菁原料溢滿出來的狀況。

未來下一階段，經改善部分結構後，預期可適合串接於層積式萎凋架，進行自動化萎凋與攪拌作業，另於後方串接炒菁機、揉捻機與整形機等設備，將可完備自動化產製烏龍茶設備之開發。

參考文獻

- 1. 行政院農業委員會農糧署. 2020. 農業統計年報。
- 2. 李清柳、黃騰鋒. 2003. 茶菁自動攪拌出料機之研製改良. 茶業改良場民國 91 年年報. pp. 233-236。

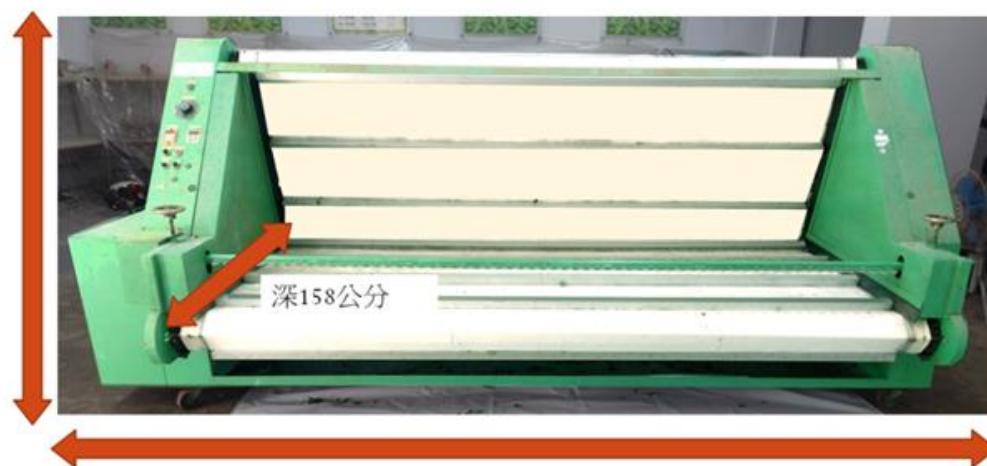
3. 郭寬福、邱進返、蔡永生、黃騰峰、李清柳. 2002. 層積式萎凋架在包種茶製作上之應用與探討. 茶業改良場民國 90 年年報. pp. 152-153。
4. 黃騰鋒、李清柳、劉銘純. 1995. 製造部份發酵茶之室內萎凋靜置攪拌機研製改良. 茶業改良場民國 83 年年報. pp. 64-65。
5. 劉銘純、黃騰鋒. 2008. 多層式茶菁萎凋機之研製及推廣. 臺灣茶業研究彙報 27: 105-114。
6. 劉銘純、黃騰鋒、張振厚. 2010. 滾筒式茶菁攪拌機之研製. 茶業改良場民國 98 年年報. pp.123-124。
7. 劉銘純、黃騰鋒、張振厚. 2011. 茶葉自動傾卸攪拌機研發. 茶業改良場民國 99 年年報. p.162。

表一、茶菁自動攪拌機與竹編攪拌機之比較

Table 1 Comparison between the tea leaves automatic stirring machine and bamboo-made tea leaves stirring machine

茶菁攪拌機之比較	茶菁自動攪拌機	竹編攪拌機
主要材質	帆布、金屬	竹編、金屬
自動自出料	易	難
設備大小	中	中
作業方式	程式設定自動作業	人工作業
優缺點	1. 價格較傳統竹編攪拌機為高 (約 16-18 萬)。 2. 承料面積大，承重集中，需較高強度結構之設計。 3. 開放式空間進行茶菁攪拌，透氣性佳。 4. 開放式進出料口，無開蓋問題，適合搭配其他製茶機具進行自動化製茶設計。	1. 價格可接受 (約 10 萬)。 2. 常見製茶器具之一，接受度高。 3. 竹編透氣性佳。 4. 不易改成自動化作業，尤其是開蓋與闔蓋作業。

高160公分



寬 390 公分

圖一、茶菁自動攪拌機規格與外觀

Fig. 1. The specification and appearance of the tea leaves automatic stirring machine



圖二、裝設電磁式轉速譯碼器監控茶菁撥桿之高度
Fig. 2. Installation of a magnetic rotary encoder to monitor the height of the rotary tea rake



圖三、茶菁 25 公斤可直接倒入攪拌機內

Fig. 3. 25 kg of tea leaves can be poured directly into the stirring machine





圖四、由中央倒入之茶菁，經攪拌後可自動均勻分散

Fig. 4. The tea leaves poured from the center of the stirring machine can be automatically and evenly dispersed after stirring



圖五、茶菁攪拌完成後出料

Fig. 5. The discharged tea leaves after stirring



圖六、茶菁從攪拌撥桿上方溢料

Fig. 6. The overflown tea leaves from the top of the rotary rake

An Evaluation of the Applicability of Tea Leaves Automatic-stirring Machine

Tien-Lin Liu Wei-Yang Hwang* Tern-Feng Huang Chin-Liou Lee
Cheng-Hou Chang¹

Summary

In the production process of partially fermented Oolong tea in Taiwan, the withering operation mainly adopts the Multi-tier withering rack. Although it is a semi-automatic operation, the stirring operation of tea leaves still needs to be carried out manually. Therefore, the repeated withering and stirring operations of tea leaves cannot be automated. The automatic discharging mixer developed by the predecessors can achieve the functions of convenient feeding, automatic stirring and discharging tea leaves. After modification, the automatic adjustment of the rotary rake can control the tea leaves discharging speed and stacking thickness. However, there is still the problems of overflowing and remaining of tea leaves in the rear side of the machine. In the future, with some structural improvements of the stirring machine, it is expected to be suitable for serial connection to the Multi-tier withering rack for automatic withering and stirring operations.

Key words: Oolong tea, Automatic, Withering

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

* Corresponding author