

百香果取漿機械之研發應用

邱相文

農業試驗所農業工程組 副研究員

ChiuSW@tari.gov.tw

摘要

百香果目前的取漿方式有採用人工剖開果實後再挖取其中的果漿方式，以及利用機器輾壓破裂果實再分離果皮與果漿兩種方式進行。為了增快取漿效率，通常會採用機器作業方式來榨取百香果果漿。然而機器輾壓破裂鮮果的方式，經常導致果漿與果皮滲出的組織液與果皮上殘餘的藥劑混雜，造成果漿品質的劣化，並且會產生食品安全上的虞慮。因此，為了維持後端加工產品的品質與風味，通常還是會採用人工方式進行取漿。然而，人工取漿方法需耗費大量人力與時間，且人工作業效能太低，常常無法及時進行百香果的處理而造成產業的損失。為解決百香果產業所面臨的發展困境，農業試驗所便進行省工自動化百香果果漿抽取設備之開發研究以提供產業利用。本研究利用開孔機構先進行果殼的開孔，再應用吸漿探管進行果實內部進行果漿之抽取，此種作業方式可以完全避免果漿遭受果殼組織液或果皮表面的藥劑汙染，可維持果漿之品質、衛生與安全。本機各部機構作用利用可程式化控制系統進行調控，核心技術之果漿抽吸作業機構可以依產業需求調整抽吸作業次數，依據試驗結果顯示，進行 1 次抽吸作業的百香果平均取漿率可達 93.3%，2 次抽吸作業的百香果平均取漿率則可達 97.8%，本技術已經以「百香果漿抽取設備與方法」名稱遞案智慧財產局申請發明與新型專利審核中，並著手辦理後續技術移轉作業以提供百香果產業利用。

關鍵詞：百香果、果漿抽取、真空吸取、氣旋交互作用

一、前言

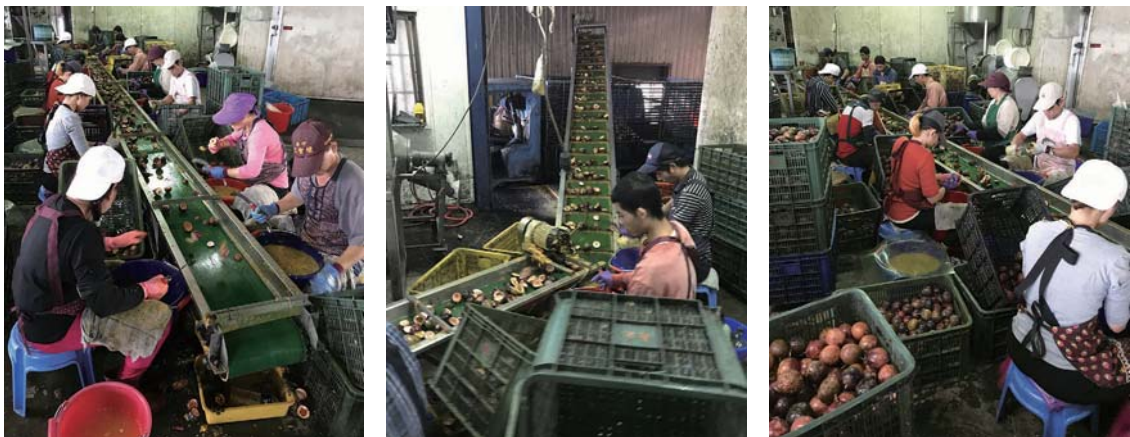
南投縣埔里鎮因氣候溫潤，雨量豐富、雲霧多、濕度大、蒸發量小、日夜溫差大，加上紅壤土質，排水性佳，相當適合百香果生長，為全台百香果主要的生產區。埔里百香果產季較南部為晚，產期約在 6 月至 12 月之間，盛產期在 7 至 9 月之間，其品種以農業試驗所鳳山分所育成的「台農一號」為主，亦有部分農民栽種黃色種百香果。目前耕作農戶 90 戶，耕作面積為 350 公頃，產量為 6,000 公噸，產值約 3.6 億元。占全台產量八至九成，為全台之冠。但所生產的鮮果次級品約占 3 成，過去以機器重量選別及人工選別，依據百香果之重量、粒徑、色澤可分為特級、優級、良級及 B 級品等數種等級。

百香果的初級加工是經分級後，將賣相較差的 B 級品挖出果肉製成果漿，進行食品加工 OEM 或販售使用，目前取得百香果漿的方式可分為以人工切開果實再挖取其中的果漿，以及以機器輾壓鮮果再分離果皮與果漿兩種方式。近來為增加效率，多採用機器來取得百香果果漿，其作業機械系統如圖一所示。然而，機器輾壓取漿的作業方式容易導致果漿與果皮的組織液，及果皮殘餘農藥混雜等汙染，造成品質的劣變，因而產生食品安全上的虞慮。



圖一、傳統式的壓榨式取漿機械，因會造成果皮藥劑與果漿的污染而大多廢棄不用

因此，目前大部分的百香果漿仍然以手工取得為主，以維持後端加工產品的品質要求，人工作業情形如圖二所示。惟此方法需耗費大量人力與時間，且人工作業效能太低，常常無法及時進行百香果的處理而造成農民的損失。因此，在百香果產業發展的需要上，亟需發展符合省工自動化、符合品質與安全衛生的高效能百香果果漿抽取作業機械，以解決目前百香果產業所面臨的發展困境。



圖二、應用手工取肉方式，需耗費大量人力且不符合食品安全規範，無法達到冷鏈加工的品質標準

因此，農試所便針對目前百香果產業的需求，進行自動化百香果取漿機械之研製開發，目前已研製完成一套符合產業作業需求的高效能作業機械。本機係先設計利用分度盤原理進行百香果各程序作業的轉盤輸送，目前先採用人工進料方式進行作業，後續將改良利用連續輸送帶方式進行自動化供料。果漿抽取作業方式係首先利用開孔機構對果殼進行開孔，再以吸取探管進行果實內部之果漿抽吸，透過高壓氣流及真空吸力的正負壓氣旋交互作用，可將百香果內之漿液完全抽取出，達到極佳的作業效能，是以能夠提升百香果產業的自動化作業程度，降低產業對人力投入的高度需求限制，進而促進產業之發展。由於本研究利用刀具對果皮進行開孔，再應用吸漿探管進行果實內部進行果漿之抽取，此種作業方式可以完全避免果漿遭受果殼組織液或果皮表面的藥劑汙染，可維持果漿之品質、衛生與安全。本機各部機構作用利用可程式化控制系統進行調控，包括氣旋交互作用作業時間、抽吸套管作業行程等重要作業參數值。核心技術之果漿抽吸作業機構可以依產業需求調整抽吸作業次數與氣體壓力，依據試驗結果顯示，進行 1

次抽吸作業的百香果平均取漿率可達 93.3%，2 次抽吸作業的百香果平均取漿率則可達 97.8%，若用 3 次抽吸作業之取漿率可達 100%，但此模式可能不符作業效率之需求。本技術已經以「百香果漿抽取設備與方法」名稱遞案智慧財產局申請發明與新型專利審核中，並著手辦理後續技術移轉作業以提供百香果產業利用。

二、主要機械構造與作業方法及性能

(一) 機械系統構造介紹：本機主要機械結構包含果粒輸送轉盤、果殼開孔機構、果漿抽吸機構、果殼退料機構、果漿儲存裝置、氣壓動力源與控制系統等架構所組成，整體機械結構如圖三所示。氣壓動力源包含有正壓的空氣壓縮機和產生負壓的真空幫浦，所使用的電壓為 220V。

(二) 各部機構作用方式：

1. 果粒輸送轉盤之進料與輸送作業方式：

輸送轉盤利用分度盤原理進行 6 個作業分度的程序作業設計，百香果目前先採用人工進料方式進行餵料，在果粒輸送轉盤上目前裝設有 12 個果料固定夾持爪座，當轉盤旋轉至正面時每次可以在固定夾持爪座上進行 2 個果粒的批次式餵料，並隨著輸送轉盤的順時針旋轉方向，依次分別進行餵料、果殼開孔、果漿抽取與果殼退料等程序，其輸送轉盤機構配置與百香果餵料情形如圖四所示。



圖三、百香果取漿機械主要各部結構與取漿作業程序所對應的機構位置



圖四、百香果取漿機械之果料轉盤機構與其對應的各部作業作用位置圖

2. 果殼開孔機構與作用方法：

目前裝配有 2 組開孔裝置，當百香果經由果料輸送轉盤定位輸送至開孔裝置下方時，開孔鑽頭會依照所設定的速度與行程向下滑動及旋轉，鑽頭內部裝置有洗孔刀可以進行堅硬果殼的表皮開孔，其作用情形如圖五所示。當開孔鑽頭碰觸到百香果表皮時，可透過開孔洗刀的旋轉漿果殼表皮切開一個圓孔，開孔洗刀所切割下來的碎屑與果皮會透過開孔鑽頭內的負壓進行吸附，因此可以防止果皮切割碎屑掉落果實內部所造成的汙染而影響果漿安全品質與衛生。當果皮開孔完成之後，開孔鑽頭便會往上升起，並於轉盤將開孔後的百香果轉送至下個位置時，開孔鑽頭便會將先前吸附的圓形果皮與碎屑往外吹出，如此即為完成整個開孔作業行程。

3. 果漿抽吸機構與作用方法：

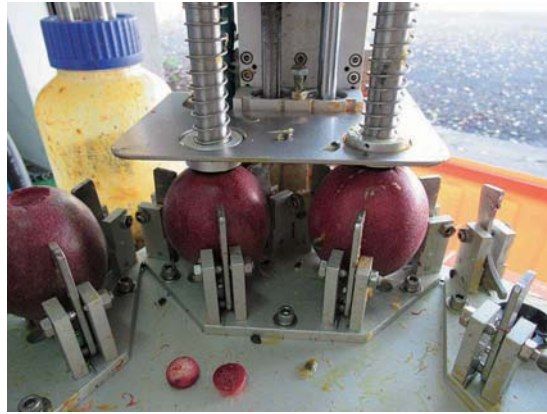
本機構搭配開孔裝置數目亦裝置 2 組果漿抽吸探管，果漿抽取探管係為雙層不同管徑的鋼管套疊而成，內層鋼管作用為抽吸百香果內部之果漿汁液與胚膜上之種囊用，抽吸鋼管末端與真空幫浦連接產生負壓吸力；外層套管後端與空氣壓縮機連接用以產生高壓氣旋，外層套管前端並裝置有封口套環進行果殼開孔處與套管間隙之密閉。當果料輸送轉盤將開孔後的百香果定位輸送至抽取裝置下方時，果漿抽吸探管便會依設定的行程距離緩慢下降，先由抽吸探管進行百香果內部進行果漿之抽吸，當外層套管封口套環壓住頂端開口進行密閉後，便會由外層套管環狀細孔中產生高壓氣旋，對百香果內部的種囊進行衝擊使其與內部胚模脫離，並吹送至底部抽吸探管吸口而完全被吸取乾淨，並將抽取後的果漿輸送到低溫儲存裝置內儲存，其作業情形如圖六所示。百香果內部的果漿汁液與種囊透過抽吸裝置套管的正負壓力交互作用而與胚模脫離，本裝置可以依據百香果不同品種及成熟度特性與產業效率的需求，調整正負壓力值大小、探管吹吸交互作用的進出循環次數與作用時間等調整設定。

4. 果殼退料機構：

經過抽漿後的空果殼利用輸送轉盤的輸送至退料機構位置，推料機構透過下方的三支頂桿將百香果頂起而掉落至收集桶進行收集。



圖五、利用鑽頭洗孔刀進行果殼的表皮開孔之情形



圖六、百香果果漿抽吸機構以正負高壓氣旋交互作用進行果漿抽吸之情形

5. 操作控制介面：

控制系統平台使用人機介面方式進行操作參數的調控設定，目前可進行調整的程式設定的包括果漿抽吸次數設定、高壓氣旋起始作用時間、真空吸力作業起始時間、開孔機構吹氣時間與作業次數等。

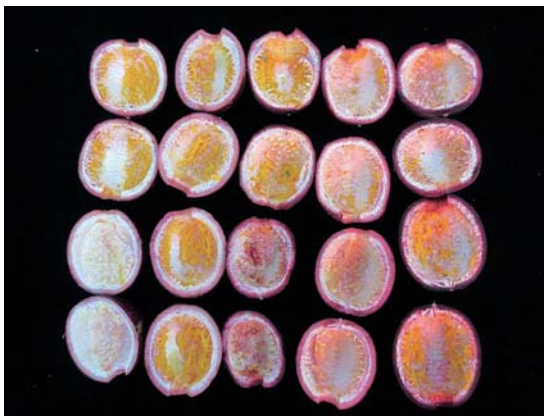
(三) 果漿抽吸效能性能探討

本機係利用探入百香果內部的套管將密集的種囊及汁液以真空吸力進行吸取，真空吸力無法抽取的部分便以高壓氣流進行衝擊，使黏附在胚膜上的種囊脫離並經強制氣流的帶動而被真空吸管開口吸入抽出果殼之外。在進行百香果果漿抽取試驗時發現，影響果漿抽取的效果的影響因子有高壓氣旋的壓力大小、真空吸力之負壓值大小、氣旋作用時間及氣旋循環作用次數，其中最重要的關鍵影響因素為高壓氣旋的壓力及果漿氣旋交互作用次數。為探討本機最佳化作用條件，本研究分別以不同的吸漿作用次數進行抽漿試驗，並以調查不同抽漿次數後的果漿殘留重量來進行取漿率的計算，圖七所顯示的照片為經過抽吸作用後的百香果外觀之情形。試驗結果顯示抽吸 1 次的果漿抽取重量平均達到總果漿重量的 93.3% (如圖八)，抽吸 2 次平均的果漿抽取重量平均達到總果漿重量的 97.8% (如圖九)，抽吸 3 次的果漿抽取重量平均達到總果漿重量的 99.2%，經各次的殘留重量統計分析結果顯示，第 2 次與第 3 次的殘留重量

已無統計上的顯著差異 ($p < 95\%$)。因此，經由試驗結果可以得知，抽吸 2 次可以得到最佳的抽吸效果與機械效率，惟若以產業利用實際利用須達更高的抽吸效率，則本研究建議抽吸 1 次便可達到極佳的抽吸效率與經濟利益。



圖七、分別進行 1 次（右側）與 2 次（左側）抽吸作用後的百香果外觀



圖八、經過正負氣旋交互作用抽吸 1 次的果漿殘留情形



圖九、經過正負氣旋交互作用抽吸 2 次的果漿殘留情形

三、結語

由於目前農業人力結構的變化，農業勞動力問題日益嚴峻，農村人口的快速老化，農場缺乏工作承接者，再加上部分農事工作無法機械化等因素，各農產業經營者紛紛反

映有普遍缺工與工資昂貴等經營問題，對農牧業經營影響甚鉅。百香果產業在發展上亦面臨著相同的問題，特別在加工處理方面，更需要投入大量人力進行果漿的挖取作業，無形之中也提高了產業的經營成本。所幸，本機的研製開發可以補足產業發展的技術缺口，適時的提供了百香果產業一套可資利用的高效能作業機械，可以提升百香果產業省工機械化作業程度，降低產業對人力投入的高度需求限制。另外，將冷鏈技術的處理環節導入取漿機械的運作，更可提升百香果果漿的後續加工品質可以符合食品安全衛生的規範與標準，增加百香果產業的經濟收益與產值。根據試驗結果，本機性能以 1 次抽吸作業的果漿平均取漿率已達 93.3%，2 次抽吸作業的平均取漿率則更達 97.8%，因此，以產業利用而言，抽吸 1 次便可達到極佳的抽吸效率與經濟利益。

參考文獻

1. 古鎮興。2011。百香果果殼活性成分初探。國立嘉義大學生化科學研究所，碩士論文。
2. 江榮傑。2004。機電整合設計應用專利集。全華科技圖書股份有限公司。
3. 陳靖儒。2006。百香果貯藏技術之研究。國立中興大學園藝學系，碩士論文。
4. 張濟川、金德聞。2003。機構學。新文京開發出版有限公司。
5. 舒瓊冰。2013。‘台農一號’百香果果實之生長及發育和後熟溫度及掉落處裡對品質之影響。國立中興大學園藝學系，碩士論文。
6. 盧福明。1986。農產加工工程學。國立編譯館主編茂昌圖書有限公司。
7. Joseph Edward Shigly. 1995. Theory of Machines and Mechanisms, 2/e. McGraw-Hill Book Company.
8. Ray. C. Johnson. 1978. Mechanical Design Synthesis - Creative Design and Optimization, Second Edition, Robert E. Driger Publishing Company, Hungtinton, New York.
9. Wilson., Sadler, 1993. Kinematics and Dynamics of Machinery, 2/e, Happer Collins College publicers.

The Development and Application of the Passion Fruit Pulping Machine

Chiu Hsiang-Wen

Agricultural Engineering Division, Taiwan Agricultural Research Institute

ChiuSW@tari.gov.tw

Abstract

At present, there are two ways to pulp the passion fruit. One is to cut open manually to scoop the pulp, the other is to crush the fruits then separates the skin from the pulp. In order to increase the pulping efficiency, the crusher is adopted. However, the crusher will result in the exuded tissue fluid mixing the residual chemicals on the peel causing the quality deterioration of the passion fruit pulp. Therefore, manual pulping is used to ensure the quality of the rear end processing products. However, low efficiency manual pulping takes a lot of labor work and time and usually cannot process the pulps in time resulting in industrial loss. To resolve the dilemma of the passion fruits industry, TARI conducts research and development on labor saving automatic pulping facility. The facility adopts a mechanism to bore a hole on the peel. A suction tube is then inserted and extract pulp out of the fruit. This operation avoids the pulp from contaminating with (of) chemicals or exuded tissue fluid and maintain the quality, hygiene and safety of the passion fruit pulp. The operations of the mechanisms of the facility is controlled by PLC. The core technology of the pulp extraction operations can be adjusted according to the industrial demand. According to the testing results, the average one time pulping rate is 93.3% and 2-time pulping rate is 97.8%, respectively. The technology has been named “Passion fruit pulp extraction facility and method” for invention and new-type patent application to the Intellectual Property Office. The follow-up technology transfer operations is also processed to benefit the passion fruit industry.

Keyword: Passion fruit, Pulp, Vacuum suction, Cyclone interaction

