

百香果取漿機之研發與應用

邱相文¹、林建志²

¹農業試驗所農業工程組 ²農業試驗所農業工程組

摘要

百香果取漿方式除利用人力將果殼切開並挖取其中果漿方式外，尚有利用機器輾壓破裂果殼後再以離心方式分離果殼與果漿方式。業界為了增加取漿效率，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取漿方式，通常會發生果漿與果殼滲出組織液、碎屑的摻雜狀況，造成果漿品質的劣化；另外榨出的果漿也會與果皮碰觸沾黏，恐會遭到果皮上所殘餘的藥劑汙染，因而產生食品安全上的疑慮。因此，為維持現榨果漿與後端加工產品的品質與風味，業者大部分還是採用人工方式進行取漿。然而，人工作業需耗費大量人力與時間，且效能太低，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取漿瓶頸，農業試驗所研發自動化百香果果漿抽取設備以提供產業利用。本機利用開孔機構先對果殼開孔，再應用取漿探管的正負壓氣旋作用進行果殼內部果囊的衝擊與果漿之抽吸，此種作業方式可完全避免果漿遭受果殼組織液或果皮表面的藥劑汙染，並維持果漿之品質、衛生與安全。本機各部機構作用利用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%。本技術以「百香果漿抽取設備與方法」名稱已獲得智慧財產局發明專利，並已辦理技術移轉授權廠商進行商品機之生產，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

緒論

被譽為「果汁之王」的百香果富含維生素 A、C、鎂、磷、鐵、鋅等營養成分，以及超過 130 種以上的芳香物質，除了鮮果食用之外，也是各種初級加工品的重要原料^[1]。目前，台灣百香果栽種面積約為 809 公頃，產量約 2 萬 5 千公噸，產值高達 14 億。近年來，台灣手搖飲市場飛速成長，能增進茶飲口味變化的百香果原汁需求量也隨之大增。

過去農產品加工廠所使用的百香果榨汁機械，大部分使用類似活塞方式上下擠壓作用，將百香果果殼直接壓破擠扁而讓果漿滲漏出，再利用類似脫水機的離心作用將果殼內部的殘餘果漿脫離出來進行收集，機械形式外觀如圖 1 所示。



圖 1、傳統的壓榨式取漿機械，因會造成果皮藥劑污染果漿而多廢棄不用

但是，使用這種類型的機械容易造成果殼組織液的滲出而與果漿混雜，再者榨出的果漿幾乎都沾染在果殼表面，導致果漿品質不佳並衍生食品衛生安全疑慮，目前產業界在供應手搖飲店家所需的現榨原汁，已不再採用這種機械進行榨取，轉回改用人工進行挖取。所以，目前百香果產業所供應的果漿原料仍然大部分是來自手工挖取為主，以符合後端飲品使用及加工品利用的品質要求，人工作業情形如圖 2 所示。惟此種取漿作業方法需要耗費大量人力與時間的投入，造成人力成本的大幅提高，另外由於目前農業缺工問題嚴重，無形中更加劇產業的發展困境。因此，在百香果產業發展的需要上，亟需發展省工自動化、符合品質與安全衛生的新一代高效能百香果果漿抽取機械，以解決目前百香果產業所面臨的發展瓶頸與困境^[3,5]。



圖 2、手工取漿方式耗費大量人力且不符合食品安全規範，無法符合冷鏈加工品質標準

材料與方法

農業試驗所為解決目前百香果產業發展所面臨的取漿作業技術瓶頸，研發自動化百香果取漿機械，規劃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。本機設計規畫機械結構發展包含果粒輸送轉盤、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，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^[2,4,6-9]。

本機設計均以 2 組作業單元進行設備之規劃，其中包括果殼開孔、果漿抽吸及果殼退料等機構單元，果漿抽取主要作用原理係利用抽取探管先進入開孔後的果粒內部，然後再利用正負壓氣流進行果漿的抽吸作用。果漿抽取試驗發現，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。為探討本機最佳化取漿作業操作條件，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效率的計算評估。

結果與討論

一、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 3 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。



圖 3、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

(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，百香果目前採用人工進料方式進行，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 個果粒的批次式進料，並隨著輸送轉盤的順時針旋轉方向，依次分別進行進料、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 4 所示。

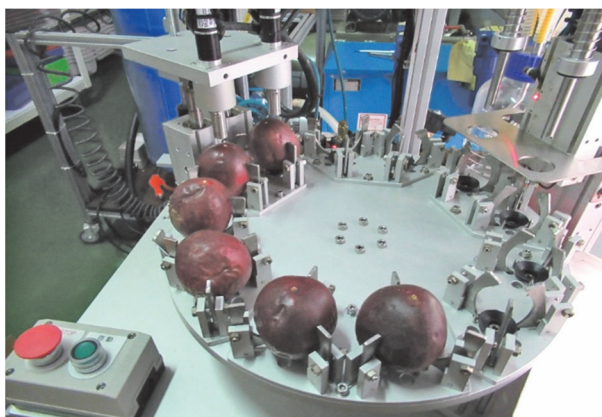


圖 4、百香果取漿機械之果料轉盤機構與其所對應的各部作業作用位置圖

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，鑽頭內部裝置有開孔刀可以進行堅硬果殼的表皮開孔，其作用情形如圖 5 所示。當開孔鑽頭碰觸到百香果表皮時，可透過開孔刀的旋轉作用將果殼表皮切開一個圓孔，開孔刀所切割下來的碎屑與果皮會透過開孔鑽頭內的負壓吸附，因此可以防止果皮切割碎屑掉落果實內部造成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，如此即完成整個開孔作業行程。

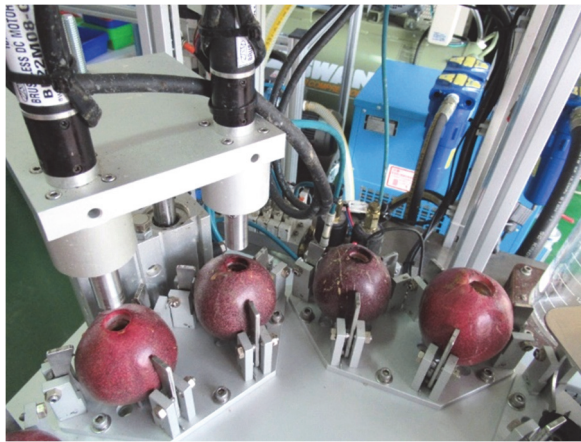


圖 5、利用開孔鑽頭之開孔刀進行果殼的表皮開孔之情形

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，果漿抽取探管系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，衝擊百香果內部的種囊使其與內部胚模脫離並吹送至停留於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裝置內儲存，其作業情形如圖 6 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，調整正負壓值大小、探管吹吸交互作用的進出循環次數與作用時間等設定。



圖 6、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

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。

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。

二、果漿抽吸性能探討

為探討本機最佳化取漿作業條件，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。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 7)，抽吸 2 次的果漿抽取重量平均達到總果漿重量的 97.8% (如圖 8)，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 7、經過正負氣旋交互作用抽吸 1 次的果漿殘留情形

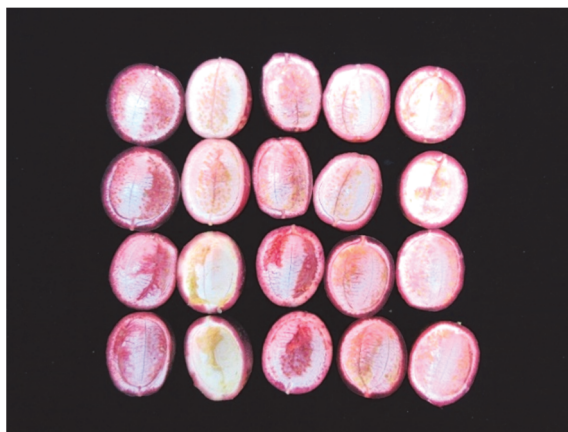


圖 8、經過正負氣旋交互作用抽吸 2 次的果漿殘留情形

結 論

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上述的問題，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高達 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。本技術以「百香果漿抽取設備與方法」名稱已獲得智慧財產局發明專利，並已辦理技術移轉授權廠商進行商品機之生產，供百香果產業利用。

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 Shigley. 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, Huntington, New York.
9. Wilson., Sadler, 1993. Kinematics and Dynamics of Machinery, 2/e, Harper Collins College publishers.

