

紅龍果果粉熱風乾燥技術之開發與粉圓產品之應用¹

任珮君、張嫻君、陳盟松、蘇致柔²

摘要

近年來紅龍果因市場價格良好，農民栽培意願頗高，導致紅龍果市場逐漸出現供給量大幅增加之現象，為能有效處理紅龍果次級品與調節產銷失衡之問題，本研究以樹薯澱粉為賦形劑，探討賦形劑使用比例及低溫熱風乾燥時間對於紅龍果乾燥粉末品質之影響，開發適合紅龍果加工生產之技術，期望能將盛產紅龍果製作成加工原料，以滿足非紅龍果產期加工品製作之需求。試驗結果指出，將紅龍果與樹薯澱粉以 80：20 比例混合，以 50°C 熱風乾燥條件乾燥 24 hr，製成紅龍果乾燥粉末；再將紅龍果乾燥粉末和樹薯澱粉製作成粉圓產品，於五分法消費者型品評試驗，處理組之喜好度平均值皆高於三分。就成本分析結果而言，本研究開發技術之生產成本與時間為冷凍乾燥技術的 1/3，有助於技術之後續推廣。

關鍵詞：紅龍果、熱風乾燥技術、粉圓

前言

紅龍果為中部地區特色果樹之一，盛產期為每年的 6-12 月。根據農情報告資源網資料顯示⁽⁴⁾，107 年紅龍果種植面積為 2,753.7 ha，主要種植在彰化縣、南投縣等地區，其種植面積分別為 504.8 ha 及 452.8 ha，佔全臺總種植面積 41.31%，堪稱為中部地區特色果樹。紅龍果為仙人掌科三角柱屬，多年生攀緣性肉質植物，原產於墨西哥、中美洲、加勒比海等熱帶地區，因適應性廣、生長快速，定植後 14 個月即可結果，採收期長達半年，因農民栽培意願高⁽⁵⁾，近幾年種植面積與收量持續增加。為控管農產品進入市場之品質，紅龍果於上市前會經過分級、包裝之篩選，每年約有 1-2 成紅龍果因外觀或尺寸不符合市場需求，淪為格外品而無法進入市場，抑或以低價販售。因此，如何藉由加工技術消化果品並調節生產問題為首要考量議題。為能有效調節果品販售的季節性及提高格外品利用率，行政院農業委員會推動「農產品初級加工管理制度」⁽³⁾，鼓勵農民將生鮮農作物加工製作成農產加工產品，以延長農產銷售期限，提高農產附加價值。

紅龍果含有水溶性天然色素-甜菜紅素(betalain)，為一良好的紅色天然色素來源⁽¹⁸⁾，隨著現代

¹ 行政院農業委員會臺中區農業改良場研究報告第 0969 號。

² 行政院農業委員會臺中區農業改良場助理研究員、研究助理、副研究員、助理研究員。

人們健康意識的高漲，消費者在飲食方面轉而追求自然、天然及無過度的加工或化學添加之飲食，天然色素例如花青素、甜菜紅素、胭脂紅素、胡蘿蔔素等成為食品調色的重要原料。不少消費者會以菠菜、南瓜、紅龍果等食材作為天然色素，混入其他加工製品當中，為加工製品創造豐富的顏色。然而鮮果水分含量高⁽¹⁰⁾、儲藏不易，若能利用乾燥技術將鮮果乾燥成粉末，不僅可以延長保存期限，亦可增加使用方便性。本場於 104 年利用冷凍乾燥技術，將有機紅龍果果肉及果皮製成紅龍果果乾粉，並添加於香腸、牛軋糖、穀片點心、棉花糖 Q 餅等產品中增加顏色，惟後續因冷凍乾燥產品生產成本過高，且於儲藏過程中有吸濕結塊之狀況，推廣成效並不如預期。藥品製造過程中常會添加澱粉、食用膠、乳糖等成分作為賦形劑(excipient)，和藥品成分中的自由水結合，以提升有效成分的穩定性，及加工製程之方便性^(1,12)。本研究利用樹薯澱粉作為賦形劑，並搭配熱風乾燥技術，開發適合紅龍果之乾燥技術，將紅龍果乾燥成天然色素原料，以提供非紅龍果產期加工產品製作之需求。根據經濟部統計，飲料店營運額有逐年增加的趨勢，107 年產業年銷售額 697 億⁽⁸⁾，其中以手搖飲料為最大宗。近年消費者健康意識高漲，消費者希望吃到天然、原始的素材，若能將天然的水果素材融入珍珠粉圓當中，增加水果中的維生素、膳食纖維等營養成分，除能形成特色性產品，亦能提高其健康性。為增加紅龍果乾燥粉末之應用性，擬自行開發紅龍果粉圓產品。

材料與方法

一、試驗材料

本試驗用紅龍果為本場種植之富貴紅品種(紅肉種)。樹薯澱粉為泰華玫瑰牌樹薯澱粉，產地為泰國，購自中曼貿易股份有限公司。蔗糖為台糖精緻特砂，產地臺灣，購自台灣糖業股份有限公司。熱風乾燥烘箱為 Memmert UF110，容量為 108 L，功率為 2,800 W，產地為德國，購自今日儀器股份有限公司。

二、試驗方法

(一)、紅龍果乾燥粉末與紅龍果粉圓之製備

1. 紅龍果乾燥粉末製備：將紅龍果去皮、打碎成果汁，置於鍋中加熱殺菁 3min，接著將 500ml 紅龍果汁與不同比例的樹薯澱粉混合(A 100：0、B 80：20、C 60：40、D 40：60、E 20：80、F 0：100)成 6 個處理組。將處理組置於烘箱(UF110, Memmert GmbH Co., Germany)當中，以 50°C 溫度條件進行熱風乾燥，每次批次乾燥作業之樣品重量約為 3 kg。分別於不同乾燥時間點(24、48、72 hr)取出樣品，以研磨機研磨成粉末，分析其水活性、水分含量、顏色等理化特性之變化。
2. 粉圓的製備：以處理組 B 紅龍果乾燥粉末分別與不同比例樹薯澱粉混合 (a 100：0、b 80：20、c 60：40、d 40：60、e 20：80、f 0：100)製作成 6 個配方。將 60 ml 熱水沖入 100 g 配方當中，以手攪拌使水和配方混合成團狀，以不鏽鋼刮刀將麵團切成約 1 cm 大小的立方體，接著以手將立方體搓揉成團狀。待水沸騰後，將粉圓放入沸水中煮 10 min 後，蓋

上鍋蓋、關火燜 10 min，起鍋即製成粉圓。添加 20%蔗糖之處理組，係於烹調完成起鍋後，額外添加 20%蔗糖進行混合，使糖完全滲入粉圓當中。

(二)理化特性分析試驗

1. 水活性分析試驗：參考中華民國國家標準 CNS 5255 N6119 食品水分活性測定法(CNS, 1987)⁽⁹⁾，以水分測定儀(HP23-AW-A, Rotronic Instruments, Switzerland)測定樣品中的水活性含量。於樣品盒中裝入約八分滿之紅龍果乾燥粉末，將樣品放入儀器中，蓋上蓋子以水活性分析儀進行偵測，待檢測完成讀取水活性數值，重複試驗 3 次取平均值。
2. 水分含量分析試驗：參考中華民國國家標準 CNS 5033 N6114 食品中水分之檢驗方法(CNS, 1984)⁽⁹⁾，取 2 g 樣品置於已乾燥秤重之鋁皿中，移入烘箱，以 105℃ 條件乾燥 2 hr，移入乾燥皿中冷卻、秤重，接著再將樣品移入烘箱中乾燥 30 min，移入乾燥皿中冷卻、秤重，一直到恆重後計算水分含量。
3. 色澤分析試驗：以色差儀(Color Meter NE4000, Nippon Denshoku Industries Co., Japan)測定樣品之 L*、a*、b* 值。L*值表示顏色的亮度，L*=0 表示黑色、L*=100 表示白色；a*值表示紅綠色，a*為負值表示綠色、a*為正值表示紅色；b*值表示黃藍色，b*為負值表示藍色、b*為正值表示黃色。於樣品盒中裝入約八分滿之紅龍果乾燥粉末，將樣品放入儀器中，蓋上蓋子以色差儀進行偵測，待檢測完成讀取色澤數值，重複試驗 6 次取平均值。
4. 甜菜色素分析試驗：參考 Wybraniec 等(2002)⁽¹⁹⁾、Nurul 等(2014)⁽¹⁵⁾及林(2015)⁽⁶⁾之試驗方法進行修正。秤取 1 g 紅龍果乾燥粉末，以 RO 水定容至 20 ml，震盪萃取數分鐘，接著以 -4℃、18,000 rpm 條件離心 20 min，取上清液，以分光光度計(Biochrom Asys UVM340, Biochrom Ltd., England) 進行偵測，分析波長為 538 nm。甜菜色素含量(mg/100g)=[$A_{538} \cdot MW \cdot V \cdot DF \cdot 100 / (\epsilon \cdot LW)$] A_{538} =樣品溶液於 538 nm 波長下之吸光值；MW：為甜菜色素分子量(550 g/mol)；V：溶液體積(ml)；DF：稀釋倍率； ϵ ：分子消光係數(65,000 L/mol cm in H₂O)；L：通過溶液的光程(cm)；W：乾燥樣品含量(g)。
5. 質地分析試驗：以物性分析儀(TVT6700, Perten Instruments Co., USA) 分析粉圓產品樣品質地。稱取 5 g 粉圓樣品至於分析平台，以 35 mm 圓柱狀探針，經壓縮率 50%壓縮兩次，分析彈性(springiness)、回復性(resilience)及凝聚性(cohesiveness)等三個特性結果，重複試驗 6 次取平均值。彈性為食物在第一次壓縮與第二次壓縮自開始至尖峰距離的比值。回復性為第一次壓縮時，形變目標前後面積的比值。凝聚性為第一次壓縮與第二次壓縮受力面積的比值。
6. 官能品評分析：參考區(2012)⁽⁷⁾ 消費者型感官品評試驗方法，以隨機方式取得 39 位受試者，進行消費者型喜好度品評試驗。剔除漏題、部分未作答之問卷，共收回 35 份有效問卷，有效問卷回收率為 89.7%。針對 2 組篩選出紅龍果粉圓產品進行品評分析，為確認添加糖漬處理是否會對粉圓品質之影響，除未添加蔗糖處理組外，另外增加 2 組添加 20%蔗

糖紅龍果粉圓產品進行品評分析。品評分析項目包含外觀(appearance)、顏色(color)、質地(texture)、風味(flavor)及整體喜好度(overall acceptability)共 5 項進行滿意度評分，評分採五分法，分數越高表示愈滿意，分數越低表示較不滿意。

三、統計分析

本試驗數據以 Statistics Analysis System(SAS 7.1)單因子變異數分析(One-way ANOVA)進行統計分析，數值以平均值±標準差表示。並以 Fisher 最小顯著差異性測驗(Fisher's protected least significant difference test, LSD test)檢測處理均值之間的差異性，當 $p < 0.05$ 則表示該差異性達顯著水準。

結果與討論

一、加工條件對於紅龍果粉乾燥粉末品質之影響

(一)不同乾燥時間對於紅龍果乾燥粉末水活性之影響

由表一試驗結果可知，經 24 hr 乾燥處理後，處理組 A 有最高的水活性 0.401 ± 0.037 ，處理組 F 有最低的水活性 0.204 ± 0.029 ，6 個處理組之水活性含量介於 0.2-0.5 之間。根據食品良好衛生規範準則第 37 條⁽¹¹⁾所述真空包裝即食食品，若具備以下條件，例如水活性在 0.85 以下、經商業滅菌、pH 值小於 4.6 之天然酸性食品、pH 值小於 4.6 或鹽濃度大於 10%之發酵食品、碳酸飲料、其他於常溫可抑制肉毒桿菌生長之條件者，得於常溫貯存及販售。乾燥 24 hr 紅龍果乾燥粉末處理組之水活性皆在 0.85 以下且 pH 值剛好為 4.6，符合得於常溫貯存及販售之條件。

以同樣的溫度繼續乾燥，進一步探討不同乾燥時間(24、48 及 72 hr)對於處理組對水活性含量之影響。隨著乾燥時間的增加，各處理組之水活性含量呈持續下降趨勢。處理組 A 之水活性，由 24 hr 的 0.401 ± 0.037 ，於 48 hr 及 72 hr，分別降至 0.392 ± 0.021 及 0.382 ± 0.039 。然而，於統計上分析上結果，不同乾燥時間處理組之水活性含量未達 5%顯著差異。由此可知，處理組乾燥至 24 hr 時即達一穩定數值，持續增加時間至 48 hr 及 72 hr，對於處理組之水活性指標數值變化並無太大益處。

(二)乾燥 24 hr 處理組之水活性、水分含量與顏色指標分析

就乾燥 24 hr 不同處理組之水活性進行分析，處理組 A 有最高的水活性含量 0.401 ± 0.037 ，與其他處理組平均值達統計上 5%顯著差異。由此可知，樹薯澱粉的添加會使處理組水活性含量下降。Shalaev 等人(1996)⁽¹⁶⁾及江(2011)⁽¹⁾研究皆指出，澱粉和纖維素等賦形劑和水分子結合，可減少自由水與藥品中有效成分作用機會，增加有效成分穩定性。Zelkó 等人(2012)研究指出⁽²⁰⁾，賦形劑本身非結晶型(amorphous)，和部分非結晶型親水性多分子結構具有極性功能基(polar functional groups)，能吸附大量的水分，將水分鍵結於多分子結構中未被原子佔據之空間(free volume)，降低樣品水活性含量。

由表二分析結果可知，處理組 A 有最高的水分含量 $9.36 \pm 2.11\%$ ，處理組 E 有最低的水分含量 $3.73 \pm 0.61\%$ 。就統計分析結果，處理組 A 之水分含量與其他處理組平均值差異達 5% 顯著差異。由此可推論樹薯澱粉的添加，有助於降低紅龍果乾燥粉末之水分含量。然而，於統計上處理組 B、C、D、E 及 F 之平均值並無顯著差異，此表示添加樹薯澱粉 20% 即可有效降低紅龍果乾燥粉末之水分含量，添加更多樹薯澱粉對紅龍果乾燥粉末之水分含量並無顯著的影響。Tze 等人(2012)研究指出⁽¹⁷⁾，添加適量的麥芽糊精作為賦形劑，可將紅龍果乾燥粉末之水分含量降至 2-6% 之間，此結果與本研究有相似的結果。

於顏色分析試驗部分，L* 值表物質黑白色，當 L* 值越接近 100 表示樣品越接近白色。處理組 F 有最高的 L* 值 95.52 ± 0.02 ，此表示 100% 樹薯澱粉顏色接近白色，處理組 A 有最低的 L* 值 13.59 ± 0.28 ，此表示 100% 紅龍果處理組顏色偏暗黑色，隨著樹薯澱粉添加量的增加，處理組 L* 值呈上升趨勢，表示樹薯澱粉添加會提高紅龍果乾燥粉末的亮度。a* 值表示物質的紅綠色，當數值為正值表物質偏紅色。探討有添加樹薯澱粉之處理組，處理組 B 有最高的 a* 值 44.67 ± 0.65 ，隨著樹薯澱粉之添加，處理組之 a* 值呈下降趨勢，此表示樹薯澱粉添加會降低紅龍果乾燥粉末的紅色顏色。甜菜色素為紅龍果中最主要的紅色色素來源，進一步分析處理組之甜菜色素含量可知，未添加樹薯澱粉之處理組 A 有最高的甜菜色素含量 $185.4 \pm 5.4 \text{ g}/100 \text{ g}$ ，隨著樹薯澱粉的添加量增加，處理組中甜菜色素含量隨之降低。以處理組 A 為基準，處理組 B、C、D、E 及 F 之甜菜色素保留率，分別為 35.9%、17.3%、11.6%、4.5%、0.0%。此結果亦可解釋前述樹薯澱粉的添加會使處理組 L* 值上升及 a* 值下降之結果。

進一步探討甜菜色素保留率可知，甜菜色素含量與紅龍果本身固形物含量比例成正比。本研究使用紅龍果果肉原料之水分含量為 85.1%，固形物含量為 14.9%。樹薯澱粉原料為 4.3%，固形物含量為 95.7%。以處理組 B 紅龍果汁與賦形劑比例為 80:20 計算，紅龍果固形物含量占總固形物含量為 38.7%，與甜菜色素含量 35.9% 有相似的分析結果。以同樣的方式計算處理組 C、D、E 紅龍果固形物含量分別為 19.1%、9.5%、3.8%，亦與甜菜色素含量分析含量數值相似。

二、紅龍果果粉乾燥粉末之應用

(一) 以不同處理組紅龍果乾燥粉末製作粉圓之結果

為增加紅龍果乾燥粉末的應用性，本研究利用自行開發粉圓方法製作，一般粉圓的製作基本材料為樹薯澱粉及水分，本研究以此為基礎製作粉圓產品。處理組 B-F 因有添加部分樹薯澱粉作為賦形物，麵團成團性較佳，可製作成粉圓產品。處理組 A 因未添加樹薯澱粉，紅龍果乾燥組織分散性不佳、無法打成粉末，添加等量的水分亦無法搓揉成團製作成粉圓產品。就外觀結果而言，處理組 C-F 製作出的粉圓外表較平滑，處理組 B 製作出的粉圓外觀呈毛絨狀。進一步以快速黏度分析儀分析紅龍果乾燥粉末(圖一)，可發現處理組 D-F 有相似的連續糊化黏度變化圖，處理組 B 可能係樹薯澱粉含量較低，連續糊化黏度變化圖之尖峰黏度、熱糊黏度、崩解黏度、最終黏度、回凝黏度、糊化溫度等澱粉成糊性質皆較其他處理組低，故後續在粉圓產品製

作無法順利成形。考量處理組 B 具有良好的分散性，且較其他處理組含有較高的甜菜色素含量，後續試驗擬以處理組 B 為基礎，增加添加樹薯澱粉進行粉圓產品之製作。

(二) 處理組 B 條配不同比例配方製作粉圓之結果

以處理組 B 紅龍果乾燥粉為基底，添加不同比例的樹薯澱粉製作成 6 個配方。隨著樹薯澱粉添加比例的增加，試驗結果同上述實驗結果一樣，配方顏色亮度有提高的趨勢。接著，於配方中加入定量的水製作粉圓產品，隨著樹薯澱粉添加比例的增加，粉圓產品外觀逐漸呈圓滑狀。進一步分析不同配方之連續糊化黏度變化圖可知(圖二)，配方 a、b、c 有相似的連續糊化黏度變化結果。當樹薯澱粉添加比例超過 40% 時，隨著樹薯澱粉添加量的增加，處理組之尖峰黏度有上升的趨勢，但熱糊黏度、崩解黏度、最終黏度、回凝黏度數值有相似的結果。尖峰黏度為澱粉顆粒糊化崩解前之最高黏度，和澱粉顆粒的膨潤力有關。將澱粉顆粒置於水溶液中進行加熱，澱粉顆粒與水分會發生鍵結作用，吸水進而膨潤。隨著澱粉顆粒吸水越多，澱粉顆粒之間的物理性交互作用，會使得澱粉溶液的黏度持續上升，一直到澱粉顆粒崩解為止⁽¹³⁾。由以上試驗可知當樹薯澱粉添加量的增加高於 40% 時，澱粉添加量越多，連續糊化黏度變化圖越接近一般粉圓基礎配方。為確保紅龍果粉圓口感與一般粉圓不要差異太大，選擇配方 d、配方 e 製作之粉圓進行品評試驗。

(三) 紅龍果粉圓消費者型感官品評與質地分析試驗

本試驗除上述兩個處理組外，考量一般粉圓加工製程於烹調完成後，會再添加蔗糖進行糖漬，故新增兩組添加 20% 蔗糖之處理組進行品評試驗。分析 35 份有效問卷受試者背景資料可知(表三)，受試者以女性接受試驗之意願較高，占總受試者百分比為 91.4%，男性受試者比例為 8.6%。就年齡資料進行分析，40-50 歲者參與度最高占總人數百分比為 34.3%，其餘參與年齡百分比依序為，20-30 歲者占 22.9%、50-60 歲者占 22.9%、30-40 歲者占 14.3%，60 歲以上者較少僅占 5.7%。就飲食習慣進行分析，有 62.9% 的受試者平時便有消費手搖飲的習慣，其中 54.5% 的人於點飲料的時候會主動加珍珠類產品。表四針對 4 組紅龍果粉圓樣品之外觀、顏色、質地、風味及整體喜好度等 5 個指標進行評分，配方 d 製作之粉圓 5 個指標平均分數皆大於 3 分，為消費者所能接受。配方 e 製作之粉圓，外觀、顏色與質地三個指標平均分數皆大於 3 分，風味及整體喜好度低於 3 分。就統計結果而言，配方 d 和配方 e 風味及整體喜好度之平均值差異未達 5% 顯著差異，此表示兩個處理組皆為消費者所能接受。添加 20% 蔗糖後，2 組配方之 5 個指標之消費者喜好度平均值皆有提升之現象，此表示蔗糖的添加有助於提升消費者喜好度。表五為利用質地分析儀分析 4 組配方之彈性、回復性及凝聚性等三個特性結果，試驗結果顯示 20% 蔗糖處理組之添加能顯著的提升處理組之回復性。配方 d 添加 20% 蔗糖處理組之回復性為 0.54 ± 0.04 ，較未添加蔗糖處理組 0.44 ± 0.01 高，配方 e 添加 20% 蔗糖處理組之回復性為 0.54 ± 0.01 ，亦較未添加蔗糖處理組 0.43 ± 0.01 高。此結果亦可呼應受試者於品評試驗覺得蔗糖的添加有助於提升粉圓質地之結果。配方 d 及配方 e 不管有沒有添加蔗糖處理組彈性特性之平均值於統計上

並無顯著差異，於凝聚性特性之平均值亦無統計上顯著差異。

三、紅龍果粉乾燥粉末乾燥技術生產成本計算

根據農產品批發市場交易行情站統計資料顯示，107 年紅龍果全年批發市場平均價格為每公斤 35 元⁽²⁾、樹薯澱粉批發價格為每公斤 27 元。本次研究紅龍果去皮廢棄率為 20%，果肉中水分含量為 85.1%，與衛生福利部食品藥物管理署「臺灣地區食品營養成分資料庫」有關紅龍果(紅肉種)樣品基本資料之廢棄率 18.9%、果肉中水分含量為 85.8%結果相似⁽¹⁰⁾。表六為本研究開發紅龍果果粉乾燥技術與相同樣容量大小實驗室型冷凍乾燥技術之生產成本比較，以乾燥最終產品水分含量介於 5-6%之間計算，冷凍乾燥產品每公斤生產成本為 388.7 元，本計畫開發技術之每公斤產品生產成本為 126.1 元，為冷凍乾燥技術之 1/3。就原料成本的部分，本計畫開發技術因額外添加樹薯澱粉，原料成本較冷凍乾燥技術低一些，但兩者之間其實並無太大的價格差異。主要差異在於乾燥成本，冷凍乾燥技術需消耗高量的能源，藉由壓縮機大量做功，降低空氣中的熱焓量，以創造較低溫的乾燥條件，另外，乾燥時間較長需耗時 3 日，長時間乾燥所產生的電費，使得冷凍乾燥技術有較高的生產成本。

表一、不同處理及乾燥時間對於紅龍果乾燥粉末水活性之影響

Table 1. The effect different treatments and drying time on water activity of pitaya fruit powder

Treatment	Drying time (hr)		
	24	48	72
A	0.401±0.037ab	0.392±0.021abc	0.382±0.039a
B	0.354±0.050cd	0.339±0.033bcd	0.337±0.028abc
C	0.284±0.061de	0.278±0.056ef	0.250±0.045efgh
D	0.271±0.041ef	0.254±0.015efg	0.236±0.046efgh
E	0.234±0.047gh	0.226±0.033gh	0.213±0.041efgh
F	0.204±0.029gh	0.199±0.017h	0.197±0.021gh

Data expressed as mean±SD. Different letters are significantly different by Fisher's protected least significant difference tests at P<0.05.

表二、不同處理對於乾燥 24 小時紅龍果乾燥粉末水分含量、顏色及甜菜色素含量之影響

Table 1. The effect different treatments on water content, color and betacyanin content of pitaya fruit powder after drying 24 hour

Treatment	Water content(%)	L*	a*	b*	Betacyanin content (mg/100g)	Retention rate of betacyanin (%)
A	9.36±2.11a	13.59±0.28f	6.55±0.91e	0.21±0.15b	185.4±5.4a	100.0
B	6.17±2.32b	45.20±1.61e	44.67±0.65a	-8.88±0.62d	66.6±0.3b	35.9
C	4.19±0.28bc	55.55±0.07d	40.70±0.48b	-9.61±0.12e	32.1±1.8c	17.3
D	3.96±0.58c	63.23±0.65c	34.69±0.26c	-8.90±0.15d	21.5±0.8d	11.6
E	3.73±0.61c	74.94±0.19b	24.37±0.13d	-7.55±0.02c	8.3±1.3e	4.5
F	4.32±0.24bc	95.52±0.02a	-0.17±0.05f	3.07±3.01a	0.4±0.0f	0.0

Data expressed as mean±SD. Different letters within the same column are significantly different by Fisher's protected least significant difference tests at P<0.05.

表三、官能品評受試者基本資料

Table 3. Characteristics of sensory survey respondents

Category	Type	Frequency	Percentage (%)
Gender	Male	3	8.6
	Female	32	91.4
	Total	35	100.0
Age	20-30	8	22.9
	30-40	5	14.3
	40-50	12	34.3
	50-60	8	22.9
	>60	2	5.7
	Total	35	100.0
The habit of drinking hank shake beverage	have	22	62.9
	haven't	13	37.1
	Total	35	100.0

表四、紅龍果粉圓消費者型喜好度官能品評結果

Table 4. The Sensory preference of pitaya tapioca pearls

Sample	Sensory preference					
	Appearance	Color	Texture	Flavor	Overall acceptability	
Formula d	Without sugar	3.17±0.95b	3.51±0.98ab	3.26±1.04b	3.03±0.95b	3.14±0.94b
	With 20% sugar	3.83±0.66a	3.86±0.81a	3.86±0.77a	3.80±0.80a	3.91±0.78a
Formula e	Without sugar	3.26±0.70b	3.31±0.87b	3.09±1.01b	2.80±0.93b	2.94±0.84b
	With 20% sugar	3.74±0.74a	3.80±0.90a	4.20±0.68a	3.80±0.90a	3.89±0.83a

Data expressed as mean±SD. Different letters within the same column are significantly different by Fisher's protected least significant difference tests at P<0.05.

表五、紅龍果粉圓質地分析試驗結果

Table 5. Texture analysis of pitaya tapioca pearls

Sample	TPA preference			
	Springiness	Resilience	Cohesiveness	
Formula d	Without sugar	0.93±0.12a	0.44±0.01b	0.85±0.06a
	With 20% sugar	1.00±0.01a	0.54±0.04a	0.87±0.04a
Formula e	Without sugar	0.96±0.06a	0.43±0.01b	0.90±0.03a
	With 20% sugar	1.00±0.00a	0.54±0.01a	0.90±0.02a

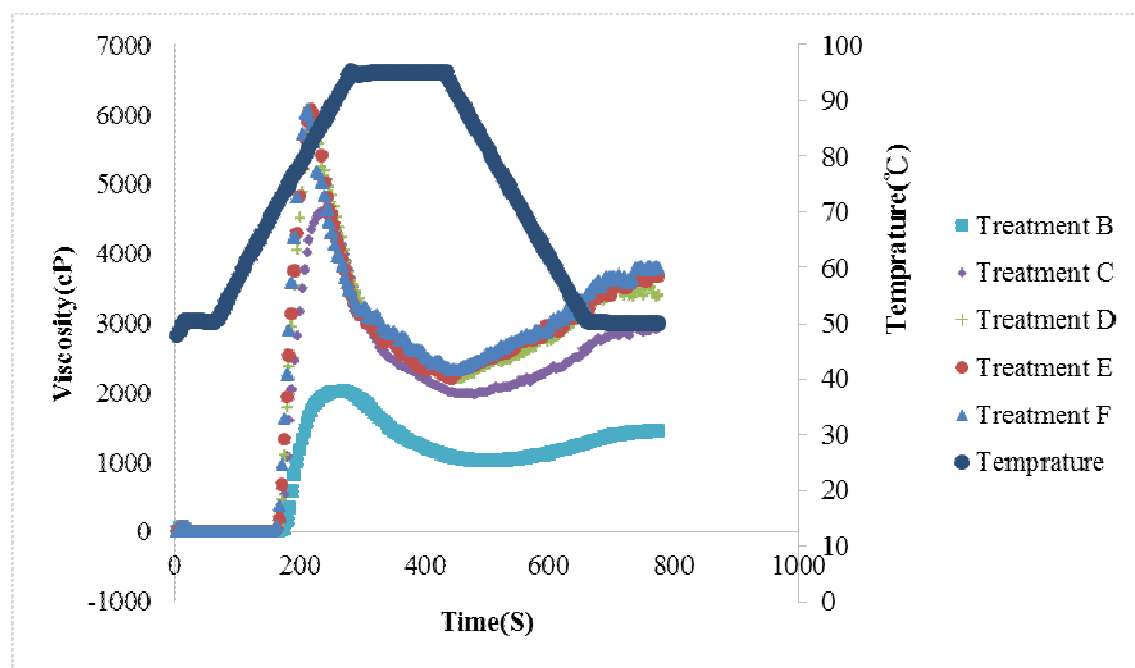
Data expressed as mean±SD. Different letters within the same column are significantly different by Fisher's protected least significant difference tests at P<0.05.

表六、紅龍果乾燥粉末生產成本比較表

Table 6. The manufacturing cost in different technique of pitaya fruit powder

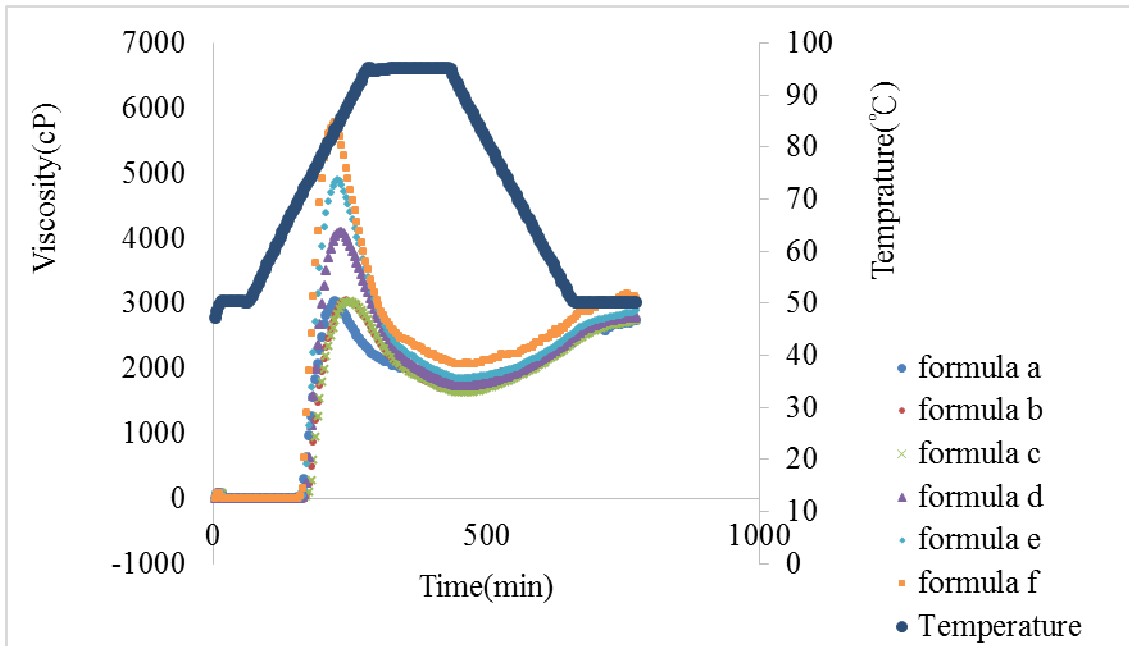
Cost (NT\$/kg)	Freeze-drying technique	Developed technique in the research
Raw material cost	132.6	122.4
Utilities	256.1	3.7
Manufacturing cost	388.7	126.1

Date expressed the cost.



圖一、不同處理組紅龍果粉末之連續糊化黏度變化圖。

Fig. 1. RVA profile of different treatment of pitaya fruit powder.



圖二、不同配方紅龍果粉末之連續糊化黏度變化圖。

Fig. 2. RVA profile of different formula of pitaya fruit powder.

結 論

本研究係以樹薯澱粉作為賦形劑，探討不同比例賦形劑之添加對於紅龍果乾燥粉末品質之影響，由以上述驗結果可知，乾燥 24 hr 後，6 個處理組之水活性含量介於 0.2-0.5 之間，符合「食品良好衛生規範準則」所述得於常溫貯存及販售之條件。隨著乾燥時間的增加，各處理組之水活性含量雖持續下降趨勢，然而於統計上無顯著性差異，由此可知處理組乾燥至 24 hr 時即達一穩定數值。樹薯澱粉的添加和紅龍果中水分子結合，有助於降低處理組之水活性與水分含量。此外，樹薯澱粉的添加會使處理組 L^* 值上升及 a^* 值下降，進一步分析處理組之甜菜色素含量可知，此可能與樹薯澱粉的添加稀釋處理組之甜菜色素含量有關，隨著樹薯澱粉的添加量增加，處理組有較低的甜菜色素含量。為增加紅龍果乾燥粉末的應用性，自行開發粉圓製作方法，處理組 A 雖含有最高的甜菜紅素含量，但因為分散性不佳、無法打成粉末，應用性不佳。故選擇甜菜色素含量第二高之處理組 B 為較佳處理組，以此為基底添加不同比例的樹薯澱粉製作成 6 個配方。由以上試驗可知，當樹薯澱粉添加量的增加高於 40% 時，澱粉添加量越多，連續糊化黏度變化圖越接近一般粉圓基礎配方。為確保紅龍果粉圓口感與一般粉圓不要差異太大，選擇配方 d 和配方 e 製作之粉圓進行消費者型感官品評試驗，並測試蔗糖的添加是否會對粉圓品質產生影響。2 組配方之外觀、顏色、質地、風味及整體喜好度皆為消費者所能接受。添加 20% 蔗糖後，2 組配方之 5 個指標之消費者喜好度平均值皆有提升之現象，此表示蔗糖的添加有助於提升消費者喜好度。進一步利用質地分析儀分析可知，

20%蔗糖處理組之添加能顯著的提升處理組之回復性。於成本分析的部分，開發之生產技術為冷凍乾燥技術生產成本與時間的 1/3，有助於後續技術推廣之工作。

誌 謝

本研究由行政院農業委員會政策型計畫「綠色農糧供應體系關鍵技術之研發與產業應用計畫」(計畫名稱：紅龍果格外品加工技術之開發，計畫編號：108 農科-23.1.2-桃-Y1(8))支應，感謝國立中興大學食品暨應用生物科技學系賴麗旭終身特聘教授和謝昌衛教授諸多斧正，特此致謝。

參考文獻

1. 江伯源 2011 中(草)藥添加生藥粉末之品質(指標)量化及確效研究 行政院衛生署中醫藥年報 29: 447-500。
2. 行政院農業委員會 2019 火龍果紅肉 產品批發市場交易行情站系統
<<https://amis.afa.gov.tw/fruit/FruitChartProdTransPriceVolumeTrend.aspx>>
3. 行政院農業委員會 農產品生產及驗證管理法 (民 108 年 12 月 3 日)。
4. 行政院農業委員會農糧署 2020 農情報告資源網系統 <https://agr.afa.gov.tw/afa/afa_frame.jsp>。
5. 余建美 2016 臺灣紅龍果產業發展現狀 p.1-12 臺中區農業改良場特刊第 131 號。
6. 林芷聿 2015 噴霧乾燥商業化生產紅色紅龍果天然色素的探討 p.1-90 國立中興大學食品暨應用生物科技學系所碩士論文。
7. 區少梅 2012 消費者型感官品評 p.167-182 食品感官品評學及實習 華格那出版有限公司 臺中，臺灣。
8. 經濟部 2019 飲料店營業額連續 14 年正成長 產業經濟統計簡訊 337: 1-2。
9. 經濟部標準檢驗局 2020 國家標準網路服務系統
<https://www.cnsonline.com.tw/?node=result&typeof=common&locale=zh_TW>。
10. 衛生福利部食品藥物管理署 2019 火龍果(紅肉)食品營養成分資料庫資料(新版)
<<https://consumer.fda.gov.tw/Food/TFND.aspx?nodeID=178>>。
11. 衛生福利部食品藥物管理署 食品良好衛生規範準則(民 103 年 11 月 07 日)。
12. 鄧書芳、連恆榮、林建良、戴雪詠、劉麗玲 2015 各國藥品賦形劑管理法規研析 食品藥物研究年報 6: 377-384。
13. Graham, B. C. and S. R. Andrew. P.19-30. 2015. The RVA Handbook. 5th ed. AACC International Press. U.S.A.
14. Maltini, E., D. Torreggiani, E. Venir and G. Bertolo. 2003. Water activity and the preservation of plant foods. Food Chem. 82: 79-86.
15. Nurul, S. R., I. Patimah. and R. Asmah. 2014. Influence of conventional and ultrasonic-assisted

- extraction on phenolic contents, betacyanin contents, and antioxidant capacity of red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Sci. World J. 2014: 1-7.
16. Shalaev E.Y. and G. Zografi. 1996. How does residual water affect the solid- state degradation of drugs in the amorphous state? J. Pharm. Sci. 85: 1137-1141.
17. Tze, N. L., C. P. Han., Y. A. Yusof., C. N. Ling., R. A. Talib., F. S. Taip. and M. G. Aziz. 2012 . Physicochemical and nutritional properties of spray-dried pitaya fruit powder as natural colorant. Food Sci. Biotechnol. 21: 675-682.
18. Woo, K.K., F.H. Ngou, L.S. Ngo, W.K. Soong and P.Y. Tang. 2011. Stability of betalain pigment from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) Am. J. Food Technol. 6: 140-148.
19. Wybraniec, S. and Mizrahi, Y. 2002. Fruit flesh betacyanin pigments in *Hylocereus Cacti*. J. Agr. Food Chem. 50: 6086–6089.
20. Zelkó, R. and G. Szakonyi. 2012. The effect of water on the solid state characteristics of pharmaceutical excipients: Molecular mechanisms, measurement techniques, and quality aspects of final dosage form. Int. J. Pharm. Investig. 2: 18-26.

Development Hot-air Drying Technique for Pitaya Fruit Powder and Application Powder and Application in Tapioca Pearl Products¹

Pei-Chun Jen, Hsien-Chun Chang, Meng-Sung Chen and Chih-Jou Su²

ABSTRACT

In recent years, due to the good price in the market, farmers are willing to plant pitaya fruit and result in rapid increase of pitaya fruit supply in domestic market. In order to deal with off-grade products and solve the problem of overproduction efficiently, the research use tapioca starch as excipients to make pitaya fruit powder. The effects of proportion of excipients and drying time on the quality of pitaya fruit powder are investigated in order to develop a drying technique suitable for pitaya fruit. It is expected pitaya fruit powder can be used as raw materials for different processing product in off season. The results indicate that mixing pitaya fruit with tapioca starch at a ratio of 80 : 20, followed by hot air drying for 24 hours at 50°C is the best treatment for pitaya fruit powder. Subsequently, we use pitaya fruit powder and tapioca starch to make tapioca pearl products. In sensory evaluation test, the preference for all of the treatment groups are higher than three points. In the cost analysis, the production cost and time consumed for the current developed technique is one-third to the freeze-drying technique, which is helpful for the subsequent multi-purposes application of pitaya fruit.

Key words: pitaya fruit, hot air drying, tapioca pearl

¹ Contribution No.0970 from Taichung DARES, COA.

² Assistant Researcher, Assistant, Associate Researcher and Assistant Researcher of Taichung DARES, COA.