

桑椹初級加工素材之研發

賴瑞聲^{1*}、張雅玲¹、林志翰¹、邱益群¹

摘要

桑椹果實富含酚類化合物，具有保健之功效，兼具鮮食及加工特點，但鮮果產期短且不耐運輸，加工方式多以果汁及果醬產品為主，本研究進行果乾及果粉初級加工素材研發及標準化，以延伸後端之多樣化產品應用。以苗栗 1 號、苗栗 2 號及 83C009 等 3 品種為原料，並分為 3 種果實成熟度進行鮮果及加工品質分析，隨著成熟度增加，果實重量、可溶性固形物、總花青素等增加，而可滴定酸度降低，其中以苗栗 2 號成熟果之糖酸度表現最佳，總酚含量也最高；經由冷凍乾燥、除濕乾燥及熱風乾燥等方式製作原味果乾，平均製成率約 9.1 至 11.9%，以成熟果使用冷凍乾燥處理有較高的製程率，其中又以苗栗 2 號最高，果乾水活性則介於 0.36 至 0.50 之間。再以苗栗 2 號進行不同果實大小乾燥試驗，3 種果實大小果乾產率介於 9.7% 至 12.1% 之間，以小果的製成率較高，在同一果實級距中，34 至 40 小時乾燥時間對果乾的製成率也無顯著影響，但隨著乾燥時間增加，則果乾亮度降低，而紅黑色澤增加。為提升桑椹果乾風味及口感，進行糖漬果乾研發，經 15% 及 20% 糖漬處理再乾燥，可縮短乾燥時間及提升風味，果乾白藜蘆醇含量為 2.97 ug/g，花青素含量 1.60 mg/g，產品水活性低於 0.5，可密封於常溫保存。桑椹壓濾榨汁後約有 50% 果渣副產物，苗栗 2 號果渣經不同乾燥方式之果粉製成率為 14.2 至 13.8%，果渣經冷凍乾燥後製成之果粉亮度較高，紅色的色澤較為鮮艷；果粉在 4°C 條件下之色差優於常溫保存，花青素及白藜蘆醇含量也維持較佳。糖漬桑椹果乾及果粉加工素材由烘焙業者進行麵包、蛋糕及牛軋糖等應用測試皆能獲得好評。

關鍵字：桑椹、加工、果乾、果粉、標準化

¹ 行政院農業委員會苗栗區農業改良場

* 論文聯繫人E-mail：larry@mdais.gov.tw

前言

桑椹為落葉性果樹桑 (*Morus alba*) 之果實，《本草綱目》等傳統醫學記載：「桑椹性寒、味甘，具有補肝、益腎、熄風、滋液功能，主治肝腎虧虛、消渴、便秘、目暗、耳鳴、關節不利；搗汁飲，解酒中毒；釀酒服，利水氣，消腫」；現代醫學則指出桑椹可補充胃液的缺乏，促進胃液消化，入腸能促進腸液分泌，增進胃腸蠕動，因而有補益強壯的功效。近期研究顯示，桑椹果實含有酚類化合物、胡蘿蔔素、維生素 A、B、C，蛋白質、脂肪、揮發油及鞣質等，每 100g 鮮果含維生素 B1 0.03mg、維生素 B2 0.06mg、維生素 C 32mg。酚類化合物中以花青素含量最高，主要以矢車菊素為主，並含白藜蘆醇成分（是目前保健食品常見膳食補充劑），這 2 種成分是桑椹主要的機能成分。桑椹花青素和水萃物可清除自由基，抑制低密度脂蛋白 (low-density lipoprotein；LDL) 氧化，減少血脂和動脈粥樣硬化 (Duet al., 2008, Chen et al., 2005)。以桑椹果粉餵食高脂飲食大鼠，其甘油三酯、總膽固醇、血清低密度脂蛋白膽固醇及動脈粥樣硬化指數顯著下降 (Yang et al., 2010)。

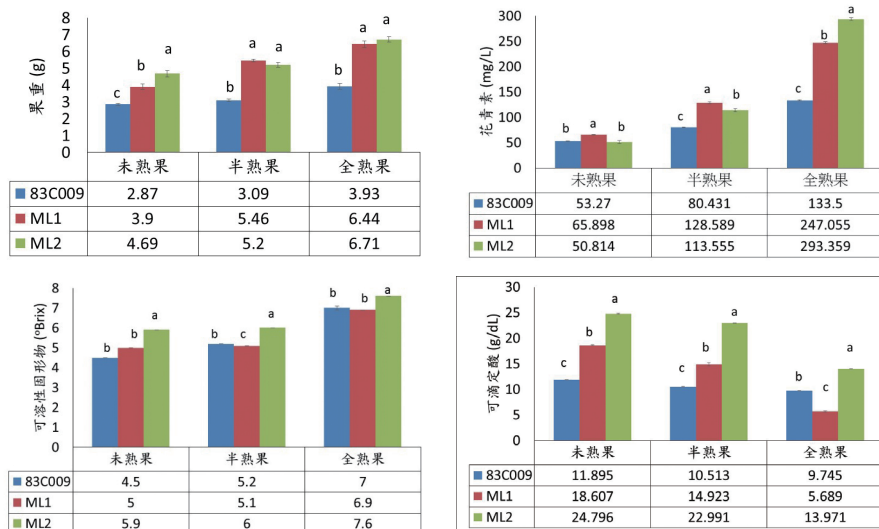
新鮮桑椹含大量水分（80%~85%），營養成分含總糖 12%~15%，粗纖維 0.91%、粗蛋白 0.8%~1.8%，游離酸 0.3%~1.86%。中國大陸在 5 個紫黑色桑椹品種分析中，發現桑椹花青素以矢車菊素為主，另含微量天竺葵色素，而飛燕草色素、矮牽牛色素、芍藥素均未檢出。品種間矢車菊素最高達 1.024 mg/g，最低為 0.450 mg/g，平均 0.743 mg/g，隨著桑椹成熟度增加，矢車菊素 -3-O- 葡萄糖苷、矢車菊素 -3-O- 芸香糖苷的含量呈現增加的趨勢。桑椹鮮果同時含有白藜蘆醇及白藜蘆醇苷（糖苷鍵型態，水溶性較佳），在桑椹發育全程中白藜蘆醇苷的含量始終高於白藜蘆醇，而果實發育過程中，白藜蘆醇及白藜蘆醇苷含量均以紅果中期最高，成熟紫黑果時呈現下降趨勢。

桑椹可以新鮮食用，並廣泛用於酒類、果汁、果醬和罐頭食品的加工生產 (Ning et al., 2005)。根據農糧署農情報告資源網資料估算，國內桑椹約有 70 公頃栽培面積，鮮果年產量 1,255 公噸，每年 1 月下旬進入開花結果期，桑椹成熟採收期集中於 4 ~ 5 月。桑椹兼具鮮食及加工特點，但新鮮果實產期短且過於集中，加上鮮果柔軟，採摘運輸容易受損，目前多以冷凍鮮果方式保存，產品型態單一、缺乏市場新穎性，且消費者取得

不便，透過加工方式可解決產期及果實不耐貯運的問題，國內目前加工方式多以果汁及果醬加工產品為主，無法有效延伸利用，且加工製程尚未標準化，使得產業無法升級。本研究擬開發桑椹作為新型態之加工原料素材，如桑椹果乾及果粉，透過建構標準化製程，優化加工流程及產品品質，並以花青素及白藜蘆醇含量為品質管控輔助指標，使後端產業可利用本項素材於後續加工產品製作，以突破現有初級加工面臨的困境，進而達到整體產業升級之目標。

桑椹鮮果品質特性

目前國內果桑流通品種以地方品種為主，本場另於 2007 年及 2012 年分別育成桑椹苗栗 1 號與苗栗 2 號。目前公館鄉農會栽種桑椹苗栗 1 號約 5 分地，另有小農技術授權栽培苗栗 1 號與苗栗 2 號，其餘地區以栽種地方品種為主，因此果實品質表現較不一致，不同栽培區域以中南部種植之桑椹品質更佳。果實大小、糖度、酸度、花青素與白藜蘆醇含量是桑椹鮮果品質重要指標，除了影響鮮食口感外，也會影響加工製程與成品品質，本場以苗栗 1 號、苗栗 2 號品種及 83C009 品系等 3 個品種（系）為材料，分別於果實成熟度 20%（紅色果實）、50%（紅黑色果實）及 90%（紫黑色果實）採摘，進行鮮果原料品質分析（圖一），結果顯示對同一品種而言，果實大小、重量、花青素含量及可



圖一、桑椹苗栗 1 號 (ML1)、苗栗 2 號 (ML2) 品種及 83C009 品系不同成熟度之鮮果品質

溶性固型物（糖度）在全熟果（90%，紫黑果）達最大，酸度則隨著果實成熟而降低；文獻指出白藜蘆醇含量以紅果中期最高，成熟紫黑果反呈現下降趨勢。3 個品種（系）之間以苗栗 1 號則有最高的類黃酮含量 (266.7 ug/ml)，而苗栗 2 號果實重量最大，成熟果之可溶性固形物及可滴定酸度、總酚化合物為三個品種中最高者，分別為 7.6 °Brix、14.0 g/dL 及 1674.0 ug/ml，糖酸比高、風味佳，且花青素含量較高，開發為加工素材更具特色。

桑椹原味果乾

一般果乾製程研發需評估製成率、水分含量以及水活性等三項指標，製成後之乾重除以鮮果重即為製成率，水分含量則與烘乾程度有關，而水活性是指微生物能利用的水分，水活性愈高，則愈容易遭受微生物汙染而導致品質劣變，需低溫或其他更嚴謹方式保存處理。本場以苗栗 1 號、苗栗 2 號品種及 83C009 品系共 3 個品種（系）為材料，於 20%、50% 及 90% 果實成熟度採摘，分別以冷凍乾燥、除濕乾燥及熱風乾燥進行果乾製作，結果顯示，使用不同乾燥方式之桑椹果乾平均製成率約 9.1 至 11.9%，隨著果實成熟度越高，製成率亦隨之提升，其中以苗栗 2 號果乾平均製成率最高（11 至 13%）；綜合果實成熟度及乾燥方式，不論品種皆以 90% 成熟度使用冷凍乾燥處理之製成率最高，成熟度越高則果乾水分含量愈高，主要原因為成熟果的糖度高，水分較不易移除。不同乾燥製程之水活性以冷凍乾燥較高，整體而言水活性則介於 0.36 至 0.50 之間，在密封包裝下放置常溫保存即可（表一）。比較乾燥處理後之果實色澤，桑椹成熟度越低，則果乾愈呈紅黑色，成熟度高則呈黑色，冷凍乾燥處理可保持較完整之果實外觀，國外研究則指出真空冷凍乾燥處理 21 小時，對桑椹果乾營養成分之維持、復水性及色澤維持均較佳（李等，2015），惟冷凍乾燥加工成本較高。

將桑椹苗栗 2 號鮮果依果實長度分為 3 種大小：2.5 < 小果 ≤ 3.5cm，3.5 < 中果 ≤ 4.2 cm，>4.2 cm 為大果，一採收批次中，小果及中果各約為 500g，大果數量較稀少，約為 360g，平鋪於大乾燥鐵網，以 50℃ 除濕乾燥進行乾燥試驗（圖二），依序於 34、36、38 及 40 小時取出，進行果實水分含量及色澤度分析。3 種果實大小果乾產率不同，介於

表一、桑椹苗栗 2 號不同果實成熟度及乾燥方式對原味果乾品質的影響

成熟度 (%)	乾燥方式	果乾製成率	水分含量 (%)	水活性
20	冷凍乾燥	11.7%	11.0	0.503
	除濕乾燥	11.2%	6.8	0.374
	熱風乾燥	11.2%	7.7	0.349
50	冷凍乾燥	12.1%	12.9	0.535
	除濕乾燥	11.7%	8.6	0.362
	熱風乾燥	11.2%	8.7	0.365
90	冷凍乾燥	13.2%	10.5	0.439
	除濕乾燥	11.2%	8.2	0.395
	熱風乾燥	11.4%	8.6	0.368



圖二、苗栗 2 號鮮果依果實長度分為 3 種大小： $2.5 < \text{小果} \leq 3.5\text{cm}$ ， $3.5 < \text{中果} \leq 4.2\text{cm}$ ， $>4.2\text{cm}$ 為大果，平鋪於大乾燥鐵網，以 50°C 除濕乾燥進行 34~40 小時乾燥試驗

9.7%~12.1% 之間，以小果的果乾製成率較高，而中果及大果無明顯差異（表二）。在同一果實級距中，34~40 小時乾燥時間對果乾的製成率也無顯著影響。但在乾燥過程中，隨著乾燥時間增加，則果乾色外觀 L 值有下降的趨勢，a 值增加，但 b 值則無顯著差異，顯示乾燥時間拉長則果乾亮度降低，而紅黑色色澤增加。於 50°C 下除溼乾燥，選用中果 ($3.5 < \text{中果} \leq 4.2$) 乾燥 38 小時可能較合適，成品才會較一致且色澤度方面 ΔL 值下降幅度較小。

表二、桑椹苗栗 2 號不同果實大小於 34~40 小時除濕乾燥方式之原味果乾色澤

果實大小	乾燥時間	鮮重(g)	乾重(g)	果乾製成率(%)	L	a	b
小果	34hr	500.0	55.5	11.1%	18.22	1.62	-0.04
	36hr	501.5	60.5	12.1%	17.35	1.05	-0.22
	38hr	502.0	56.0	11.2%	17.12	1.25	-0.47
	40hr	500.0	55.5	11.1%	16.29	1.89	-0.35
中果	34hr	501.0	60.0	12.0%	18.99	1.01	-0.38
	36hr	500.5	58.5	11.7%	17.91	1.25	-0.55
	38hr	500.5	49.0	9.8%	17.40	1.02	-0.12
	40hr	499.5	48.5	9.7%	16.49	2.32	-0.13
大果	34hr	366.0	38.5	10.5%	17.32	1.78	-0.21
	36hr	361.0	35.0	9.7%	16.84	1.17	-0.16
	38hr	363.0	35.5	9.8%	15.79	1.96	-0.06
	40hr	351.0	35.5	10.1%	15.98	1.54	-0.32

桑椹糖漬果乾

由於桑椹為聚合果且糖度相對較低，製成原味果乾時口感較不扎實，還有風味較淡的缺點，因此，考慮將桑椹先經過糖漬前處理提升風味，再進行乾燥處理製作糖漬果乾，以增進食用口感及風味。本場以苗栗 2 號冷凍鮮果，分別加入其重量百分比 15% 及 20% 之砂糖漬，而後取出瀝乾再進行乾燥處理，完成後進行果乾色澤度及水活性測定。另參考陳 (2010) 流程，取 20 克桑椹乾加入 80 克水 (1:4)，以果汁機攪打均質後，以豆漿布過濾即為糖酸度測定樣品，進行可溶性固形物與總酸含量分析，最後樣品測定結果皆回乘稀釋倍數，測定結果如表 2。冷凍鮮果可溶性固形物含量為 12.7° Brix，總酸度為 21.07%，糖漬果乾之可溶性固形物大幅增加，分別為 82.3 及 86.8° Brix，但總酸度差異不大，對於糖酸比及風味有明顯提升。糖漬果乾外觀色澤 L 值較冷凍鮮果高，隨著糖漬濃度上升 L 及 a 值則有增加之趨勢，而 b 值沒有明顯趨勢；水活性則兩種糖漬濃度間差異不大，分別為 0.43 及 0.46，都可密封於常溫儲藏。桑椹鮮果白藜蘆醇含量為 0.74ug/g，果乾白藜蘆醇含量為 2.97 ug/g(圖四)，花青素含量 1.60 mg/g 可作為品質管控指標(表三)。桑椹糖漬果乾製程中，每批次以桑椹鮮(凍)果 50 公斤計算，15% 糖漬濃度，糖漬果乾產率約為 6.2 公斤，副產物桑椹糖汁 12.5 公斤。

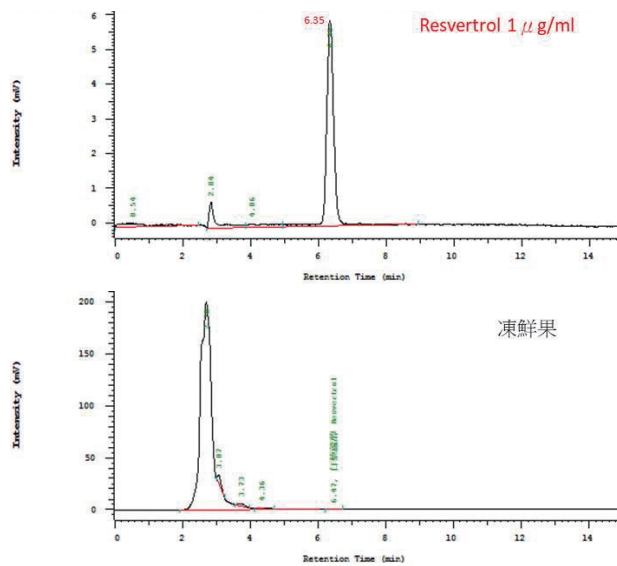
表三、桑椹苗栗 2 號二種糖漬濃度對果乾品質的影響

	L	a	b	Aw	TA(%)z	°Brix	花青素 (mg/g)	白藜蘆醇 (ug/g)
冷凍鮮果	16.21	1.31	-0.51		21.07	12.17	1.00	0.74
15%果乾	19.10	1.49	-0.31	0.43	26.07	82.33	1.60	2.96
20%果乾	19.78	1.91	-0.25	0.46	21.85	86.83	1.28	2.63

^z檸檬酸係數(0.0064)



圖三、桑椹苗栗 2 號糖漬果乾製程



圖四、桑椹白藜蘆醇 HPLC 分析方法，分析管柱 Shim-pack GIST C18-AQ 5uM，移動相為甲醇：0.5%PBS(pH6.8)= 55：45，RT 為 6.35min。

桑椹果粉及造粒研發

桑椹花青素為紫紅色，可供天然色素添加應用，李等(2014)以超微粉碎方式20分鐘，可得到最佳品質的桑椹果粉，果粉的粒徑及容積密度減小、色澤變淺、保水能力下降、可溶性固形物、溶解度、吸油能力、總酚和花青素溶出量增加。葉等(2014)以真空冷凍乾燥處理之桑椹果粉，生產率和含水率低於熱風乾燥果粉，但溶解性力較佳，因真空冷凍乾燥果粉顆粒大，顆粒間孔隙較多結構疏鬆，熱風乾燥果粉顆粒間聚集緊密孔隙較少所導致，真空冷凍乾燥亦可保留桑椹成分及色素。

桑椹原味果乾可經由篩網式粉碎機製成果粉，但受潮結塊特性較為明顯。而桑椹榨汁作為果汁或發酵果醋產品，其果渣仍含有高量花青素(58.7mg/g)且糖度降低，經乾燥後可粉碎為果粉副產品。苗栗1號及苗栗2號鮮(凍)果以壓濾式榨汁機約有50%果汁，另有50%果渣副產物，果渣分別以冷凍乾燥、除濕乾燥及熱風乾燥後皆可粉碎為果粉，苗栗1號果渣之果粉製成率為13.6~12.4%，苗栗2號果渣經不同乾燥方式之果粉製成率為14.2~13.8%，苗栗2號冷凍乾燥果粉之色差測定L值38.4，a值7.6，b值1.9，熱風乾燥之色差測定L值37.4，a值3.2，b值0.8(表四)，意即果渣經冷凍乾燥後之果粉亮度較高，紅色的色澤較為鮮艷。果粉在4°C條件下保存2個月之色差表現優於常溫保存(表五)，花青素含量也明顯維持較佳含量，白藜蘆醇含量也有相同的趨勢。另一方面，乾燥果渣也可混合紫米進行粉碎，果粉也可與紫米等作為造粒產品(圖五)，可供不同素材應用之可能性。

表四、桑椹苗栗1號及苗栗2號果渣經不同乾燥方式產製果粉之製成率及色差

品種	乾燥方式	果粉製成率(%)	L	a	b
苗栗1號	熱風乾燥	12.35	37.0	3.2	1.1
	除濕乾燥	12.80	37.0	3.3	0.9
	冷凍乾燥	13.56	38.7	8.0	2.1
苗栗2號	熱風乾燥	13.84	37.4	3.2	0.8
	除濕乾燥	14.15	37.5	3.7	0.8
	冷凍乾燥	14.15	38.4	7.6	1.9

表五、桑椹苗栗 1 號及苗栗 2 號果渣果粉在常溫及 4℃ 條件下儲存 2 個月之色差與成分分析

品種	乾燥方式	常溫保存2個月					4℃保存2個月				
		L	a	b	花青素 (mg/g)	白藜蘆醇 (μg/g)	L	a	b	花青素 (mg/g)	白藜蘆醇 (μg/g)
苗栗1號	熱風乾燥	36.8	3.1	0.7	10.50	nd	37.1	3.1	0.6	12.05	nd
	除濕乾燥	36.7	3.2	0.6	9.90	2.72	36.9	3.3	0.6	12.10	3.00
	冷凍乾燥	38.6	7.6	1.4	21.92	2.68	38.7	7.7	1.7	25.61	3.25
苗栗2號	熱風乾燥	37.0	3.2	0.8	24.51	nd	37.1	3.2	0.7	26.77	3.46
	除濕乾燥	36.6	3.3	0.6	14.45	nd	37.0	3.5	0.7	16.02	nd
	冷凍乾燥	38.3	7.5	1.6	35.07	2.61	38.4	7.4	1.8	35.76	2.34



圖五、桑椹果渣果粉及混合造粒型態 (左：桑椹果渣果粉，中：桑椹乾燥果渣與紫米同重量混和後粉碎，右：桑椹果粉與紫米穀粉混合造粒)。

結論與展望

桑椹營養豐富是國人熟知的保健水果，更含有花青素及白藜蘆醇等機能成分，但受限於產期短且鮮果不易保存，後端產業不易擴大。藉由初級加工產製果乾或果粉，可解決鮮果保存及運送之問題，也不受到產期的限制，桑椹果乾及果粉素材可進一步應用於其他食品，將有助於消費者更便利取得桑椹產品，可望逐步取代蔓越莓等進口莓果素材。本場曾以糖漬桑椹果乾、副產物桑椹糖汁及桑椹果粉為材料，與烘焙業者進行加工素材



圖六、桑椹果乾及果粉加工素材之產品應用

應用測試，在麵包、蛋糕捲都有應用成果，應用於牛軋糖也能發揮桑椹材料特色(圖六)，亦可應用於果乾堅果休閒食品，皆能獲得食用者之好評。

有鑒於國內桑椹栽培規模較小，農產品原料成本高，相對於進口競爭下，製成國產加工素材成本較高，因而發展農產加工品必須跳脫以次級品進行加工的思維，需改從特色原料及加工製程來提升加工素材的品質，方能使我國農產品更具競爭力。農產加工品從原料品質、加工技術到產品安全性十分重要，目前苗改場選育果桑苗栗1號及苗栗2號，鮮果原料具有果實大、糖度高、花青素含量高特性，依循臺灣良好農業規範(TGAP)可生產安全高品質原料，配合農業委員會推動農產品初級加工政策，可生產高機能性、高品質桑椹果乾或果粉，既能提升農產品的產值，又能讓消費者食的安全，吃的美味，吃的更健康。

參考文獻

- 李兆路、陳芹芹、畢金峰、吳昕燁、段玉權、司旭。2014。超微粉碎技術對桑椹果粉理化特性的影響。食品科技 12:101-106。
- 李嬌嬌、邵海燕、陳杭君、房祥軍。2015。真空冷凍乾燥桑椹果工藝參數優化。浙江農業學報 27:1067-1072。
- 葉磊、邵海燕、周擁軍、陳杭君、穆宏磊。2014。熱風乾燥與真空冷凍乾燥對桑椹果粉品質的影響。食品與發酵工業 40:155-159。
- 陳昀寧（2010）。微波輔助熱風乾燥處理對金棗蜜餞製程能源效能與其產品品質之影響。國立宜蘭大學食品科學系碩士論文
- Du, Q., J. Zheng, and Y. Xu. 2008. Composition of anthocyanins in mulberry and their antioxidant activity. J. Food Compos. Anal. 21:390-395.
- Ning, D.W., B. Lu, and Y.L. Zhang. 2005. The processing technology of mulberry series product. China Fruit Veg. Proc. 5:38-40.
- Sadiq Butt, M., A. Nazir, M. Tauseef Sultan, and K. Schroen. 2008. *Morus alba* L. nature's functional tonic. Trends Food Sci. Technol. 19:505- 512.
- Yang, X.l., L. Yang, and H.Y. Zheng. 2010. Hypolipidemic and antioxidant effects of mulberry (*Morus alba* L.) fruit in hyperlipidaemia rats. Food Chem. Toxic. 48: 2374-2379.

Research and development of mulberry primary processing materials

Lai, J. S^{1*}, Chang, Y. L., Lin, Z. H., Qiu, Y. Q.

Abstract

Mulberry fruit is rich in phenolic compounds, which has the effect of health care. It is a good for fresh eating and processing. However, the fresh fruit has a short production period and is not resistant to transportation. The processing methods are mostly fruit juice and jam products. In this study, the research, development and standardization of the primary processing materials of dried fruit and fruit powder are carried out to extend the diversified product applications.

Three varieties of mulberry Miaoli No. 1, Miaoli No. 2 and 83C009 as raw materials are divided into three kinds of fruit maturity to analyze fresh fruit and processing quality. With the increase of maturity, fruit weight, soluble solids, total anthocyanins are also increased, but the titratable acidity decreased. Among the three varieties, Miaoli No. 2 mature fruit has the best sugar/ acidity ratio and the highest total phenolic content. The original dried fruit is made by freeze drying, dehumidification drying and hot air drying, etc. The average yield is about 9.1 to 11.9%, and the freeze drying process of ripe fruit has a higher production, especially Miaoli No. 2 variety. The water activity of dried fruit is between 0.36 and 0.50. Then the drying test was carried out with three fruit sizes of Miaoli No. 2. The yield of dried fruit was between 9.7% and 12.1%, and the yield of small fruit was higher. In the same fruit grade, the drying time of 34-40 hours had no significant effect on the yield of dried fruit. With the increase of drying time, the brightness of dried fruit decreased, while the red and black color increased. In order to improve the flavor and taste of mulberry dried fruit, research and development of candied dried fruit

¹ Miaoli District Agricultural Research and Extension Station, Council of Agriculture, Executive Yuan

* Corresponding author, E-mail : larry@mdais.gov.tw

is carried out. The mulberries are treated with 15% and 20% granulated sugar and then dried, which can shorten the drying time and improve the flavor. The resveratrol content of the dried fruit is 2.97 ug/g, the anthocyanin content is 1.60 mg/g, and the water activity of the product is lower than 0.5. About 50% of the pomace is a by-product after mulberry pressed and squeezed. The yield of Miaoli No. 2 fruit powder obtained by different drying methods is 14.2~13.8%. The fruit powder made by freeze-drying pomace has higher brightness and brighter red color. The color difference of the fruit powder at 4° C is better than that stored at room temperature, and the content of anthocyanin and resveratrol is also maintained better. Candied mulberry dried fruit and fruit powder processing materials have been well received by bakers in application tests such as bread, cakes and nougat.

Keywords : Mulberry, Processing, Dried fruit, Fruit powder, Standardization