

濃縮苦瓜汁噴霧乾燥產品之研究

李穎宏¹、陳正敏¹、龔賢鳳²

摘 要

本研究借重苦瓜其本身具有之保健功能，探討苦瓜汁濃縮與乾燥脫水加工，藉以開發成為調味隨身包產品，或以養生飲用或以烹煮調味用，期盼透過擴大苦瓜之加工利用，達到應用現代科技創造我國農產加工品更高附加價值之目的。為開發苦瓜保健產品，本研究進行苦瓜抗氧化能力分析，再利用RO配合真空濃縮將苦瓜汁濃縮成15, 20, 25, 30%固形物後，分別比較添加不同糊精種類、比例對其噴霧乾燥產物之品質影響，其結果如下：苦瓜之還原力以乙醇萃出物>水萃物，其亞鐵螯合力則以水萃物>乙醇萃物，DPPH清除能力以乙醇萃物>水萃物。當以不同濃縮苦瓜榨出液進行噴霧乾燥時，其產品之回收率及白色度隨糊精添加比例增加而增加，但隨苦瓜濃縮程度增加而下降，而產品之流動性則與回收率、白色度呈相反趨勢。苦瓜濃縮液固形物含量為25, 30%時，添加玉米糊精較添加馬鈴薯糊精者明顯具有較高之回收率、白色度。當苦瓜濃縮液添加抗濕劑進行噴霧乾燥時，會使產品之流動性上升假密度下降，但對白色度及回收率之影響不明顯。

關鍵字：苦瓜、薄膜濃縮、噴霧乾燥、抗氧化

前 言

苦瓜原產熱帶亞洲，屬葫蘆科植物，栽培區依季節而遍佈全台，種植面積則以中南部為大宗。苦瓜品種依食用時表皮色澤，分綠色和青綠色二類；依果面之突肋，分珍珠狀和肋條狀二類；而以肋條狀、果肉厚、味苦淡、色澤白之品種較受歡迎。台灣常見之品種有珍珠苦瓜、香港青皮苦瓜、農友二號及月華等，而以後二者較受市場喜好^(2,5,8)。苦瓜之果實表面有瘤粒狀突起，含腺鹼、hydroxytryptamin，呈苦味，其果肉中脂肪、胡蘿蔔素及磷之含量少，但維生素C之含量高，尤勝於番茄之含量。而在機能上，則具有消暑、退熱、提神、解勞、清心和明目之效果，亦可外用，治療瘡子及疔癤⁽⁹⁾。當其瓜果成熟時，包被種子周圍之假種皮會轉變為紅色，柔軟漿質，稍有甜味，亦可供食用。唯一般不加食用，乃將其連同種子一併丟棄，實在可惜。故前

¹高雄區農業改良場副研究員及助理研究員

²大仁科技大學食品科學系副教授

人有研究利用其假種皮抽取天然色素，充當食品天然染劑者⁽¹⁰⁾。除此，亦有針對苦瓜籽利用之相關研究，依其報告指出，苦瓜籽除含大量桐酸外，其硬脂酸含量高於桐油 20% 以上，可供應用於油漆、塗料及墨水。而脫脂後之苦瓜籽其氨基酸含量尤高於大豆粉可添加於動物飼料⁽¹¹⁾。至於國內近年有關其生理活性研究亦指出，其萃取液具抑制活化巨噬細胞生成 PGE 2 的效應，具開發成非固醇類消炎劑潛力，可作為患有發炎性疾病者的食物選擇⁽⁴⁾。另外，苦瓜之萃取物研究顯示，則具有抑制枯草桿菌與金黃色葡萄球菌之效應⁽⁷⁾。

96 年農業統計年報資料顯示：全台苦瓜栽培面積為 1,864 公頃，年產量為 31,313 公噸，而高屏地區之栽培面積約佔 49%，產量則約佔 47%。高屏地區實為台灣苦瓜果主產地。本研究乃擬借重苦瓜本身具有之保健功能^(12,13,14)，探討苦瓜汁濃縮與乾燥脫水加工，藉以開發成為隨身包或錠劑產品，作以養生保健。

材料與方法

一、材料：苦瓜；2005 年取自屏東縣高樹鄉農民 4~7 月收穫果實。

二、方法：

1. 濃縮前原料處理：

苦瓜剖半、去子切成薄片經破碎後，於低溫下添加果膠水解酵素處理，再以壓濾機榨汁後進行濃縮後 -20°C 冷凍備用。

2. 濃縮處理⁽³⁾：

苦瓜汁以 PCI AFC 99 之 RO 膜於室溫進行濃縮至體積濃縮比(VCR)為 6 後，再以 50°C 真空濃縮至 VCR 達 8, 10, 12。

3. 噴霧乾燥：

以日本 Yamato GA 32 噴霧乾燥機進行乾燥。各條件分別為：驅動氣體壓力 0.20~0.25 MPa；Drying air 0.4~0.5 m³/min；feeding speed 1.3~3.6 mL/min。

4. 抗氧化能力測試：

(1) 清除 DPPH 自由基能力測定：

- A). 取 1 mL 之試樣甲醇溶液(濃度為 100~1000 ug/mL)，分別加入新鮮配製之 1 mM DPPH、甲醇溶液 0.5 mL，呈深紫藍色，混合均勻，反應 30 min
B). 以分光光度計，在 517 nm 波長下，測定其吸光值； C) DPPH 自由基清除能力 % = [(控制組在 517 nm 下吸光值 - 試樣在 517 nm 下吸光值) / 控制組在 517 nm 下吸光值] x 100%)。

(2) 螯合亞鐵離子能力測定：

- A).取 0.7 mL 之試樣甲醇溶液(濃度為 100 ~1000 ug/mL)，加入 2 mM $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 溶液 0.1 mL ，反應 30 sec後再加入 5 mM 的ferrozine溶液 0.2 mL 。
- B).室溫下靜置反應 10 min，再以分光光度計，在 562 nm 波長下，測定其吸光值。
- C).螯合亞鐵離子能力 % = [(控制組在 562 nm 下吸光值－試樣在 562 nm 下吸光值)/控制組在 562 nm 下吸光值] x 100%
- (3)還原力測試：5 mL 萃取液加入 5 mL 磷酸緩衝液(0.2 M；pH 6.6)，及 5 mL 1% potassium ferricyanide 於 50°C 水浴反應 20 min，快速冷卻後加入 5 mL 10% trichloroacetic acid 溶液，3000 rpm 離心 10 min，取上清液 5 mL 加入 5 mL 蒸餾水及 1 % ferric chloride 溶液混合均勻後 10 min 測定 700 nm 之吸光值，吸光值越高表還原力越強。

5.一般分析項目：

- (1)可溶性固形物：以電子式屈折計測出，室溫 25°C 為標準校正。
- (2)水含量(water content)⁽¹⁾：測試樣品以 105°C 乾燥至恆重，並計算水含量與可溶性固形量。
- (3)色澤：以色差計 (Color and Color Difference Meter, ND-1001 DP 型) 測定，以 L, a, b 值讀出。L 值表亮度，100 時為全白，0 為全黑；a 值為 + 表示紅色，- 表示綠色；b 值為 + 表示黃色，- 表示藍色。
- $$WI = 100 - \sqrt{(100 - L)^2 + b^2 + c^2}$$
- (4)水活性：將樣品利用水活性測定儀於 25°C 下測定四重覆。
- (5)流動率⁽⁶⁾：以 Retsch AS 200 震動器振幅 40 為之。將 5 g 磨碎測試樣品粉末，以 0.50 mm 標準篩 9 cm 振動分 5 sec，稱取通過 0.50 mm 粉末重量，計算流動率g/sec。
- (6)粒度分佈⁽⁶⁾：10 g 磨碎測試樣品粉末以 0.50, 0.25, 0.125, 0.074 mm 標準篩振動篩分 10 sec，稱取 >0.50 mm; >0.25 mm; >0.125 mm; 及 < 0.125 mm 之粉末重量。
- (7)假密度⁽⁶⁾：以 VORTEX-2 刻度 9 為之。稱取 2 g 磨碎測試樣品粉末裝入 15mm 刻度試管中，以試管振盪器固定振幅振盪 5 min，計算假密度g/cm³。

結果與討論

一、糊精種類及添加比例對苦瓜濃縮汁噴霧乾燥之影響

以 RO 濃縮之苦瓜汁調整可溶性固形物為 15 % 後，取 100 g 樣品分別添加 8, 10, 12, 14 g 之玉米糊精及馬鈴薯糊精，以相同噴霧條件下進行乾

燥，其回收率如圖 1 所示：無論添加玉米糊精或馬鈴薯糊精，其乾燥回收率隨添加糊精比例增加而上升。將可溶性固形物分別提高至 20, 25, 30 % 時亦呈現相同趨勢。當苦瓜濃縮液固形物含量為 25, 30 % 時，添加玉米糊精較添加馬鈴薯糊精者明顯具有較高之回收率。

圖 2 為糊精添加比例、種類對苦瓜噴霧乾燥產品白色度之影響，苦瓜噴霧乾燥粉末之白色度亦隨糊精添加比例增加而增加，且添加玉米糊精者較添加馬鈴薯糊精之白色度高。

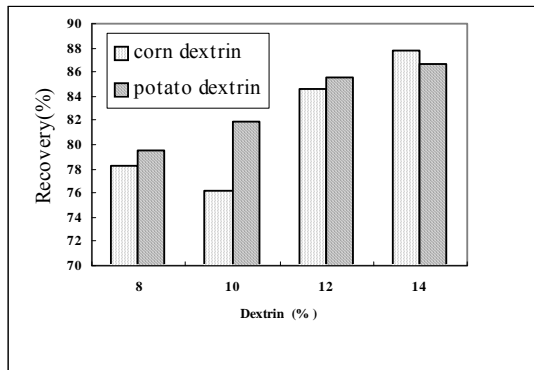


圖 1.不同糊精添加對苦瓜噴霧乾燥回收率之影響
Fig 1.Effect of dextrin-adding on the recoveries of bitter gourd spray-drying powder.

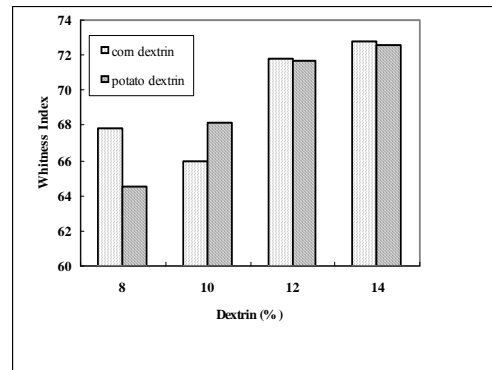


圖 2.不同糊精添加對苦瓜噴霧乾燥白色度之影響
Fig 2.Effect of dextrin-adding on the white index of bitter gourd spray-drying powder.

糊精添加比例對流動率影響如圖 3，隨添加比例增加而下降，添加馬鈴薯糊精較玉米糊精具較高流動率，至於粉末粒徑則隨糊精添加比例增加而變大(圖 4)。

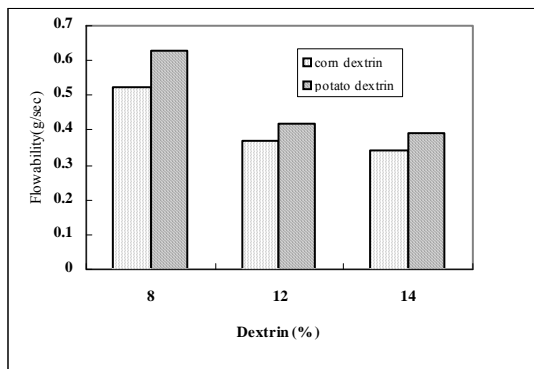


圖 3.不同糊精添加對苦瓜噴霧乾燥流動率之影響
Fig 3.Effect of dextrin-adding on the flowability of bitter gourd spray-drying powder.

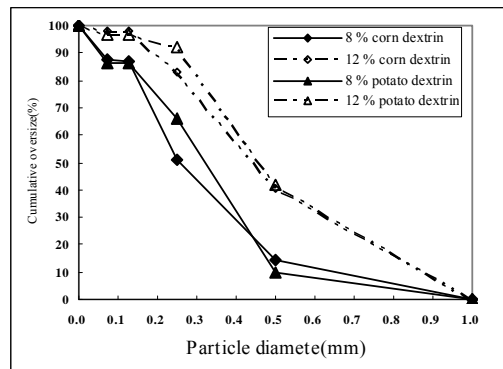


圖 4.不同糊精添加對苦瓜噴霧乾燥粉末粒度分佈之影響
Fig 4.Effect of dextrin-adding on the particle diameter of bitter gourd spray-drying powder.

二、苦瓜濃縮汁固形物含量對噴霧乾燥之影響

將 RO 濃縮至固形物 15 % 之苦瓜汁 (約 6 倍濃縮) 再分別利用 50°C 真空濃縮至 20, 25, 30 % 固形物後, 分別添加玉米糊精與馬鈴薯糊精, 使糊精/苦瓜固形物為 1.1 後進行噴霧乾燥, 其粉末回收率與白色度如圖 5, 6 所示: 其噴霧乾燥粉末之回收率、白色度隨苦瓜固形物含量增加而下降。其中, 添加玉米糊精較之添加馬鈴薯糊精有較高之回收率、白色度。原料可溶性固形物較高時可能因醣類或膠質過高或含水太低, 導致乾燥粉末黏附於乾燥槽壁, 無法有效被收集, 因而, 回收率明顯降低。本研究結果顯示: 苦瓜汁可溶性固形物 15 % 即可縮短乾燥時程而獲得較高回收率, 太高濃縮倍數反不利於苦瓜粉末色澤及回收率。

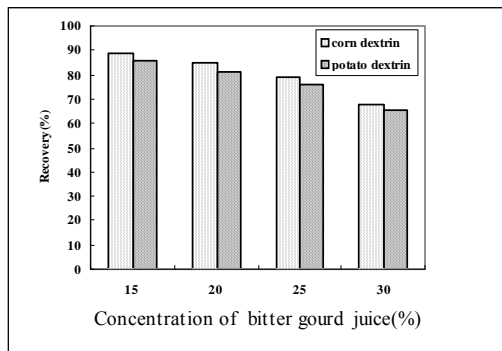


圖 5. 不同苦瓜固形物濃度對苦瓜噴霧乾燥回收率之影響

Fig 5. Effect of soluble content of bitter gourd on the recoveries of spray-drying powder.

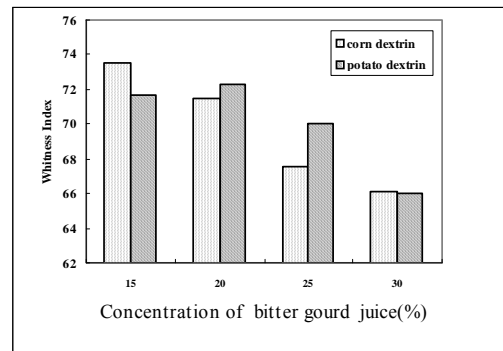


圖 6. 不同苦瓜固形物濃度對苦瓜噴霧乾燥白色度之影響

Fig 6. Effect of soluble content of bitter gourd on the white index of spray-drying powder.

苦瓜固形物含量對噴霧乾燥粉末流動率與假密度之影響如圖 7 所示: 固形物含量越高其流動率越高而假密度越小。圖 8, 9 為不同苦瓜固形物含量對噴霧乾燥粉末粒徑分佈結果, 試驗結果顯示: 固形物含量越高其粒徑越小。

三、抗濕劑添加對苦瓜濃縮汁噴霧乾燥之影響

由於苦瓜添加糊精噴霧乾燥之粉末具相當程度之吸濕性, 為使產品便於包裝操作, 乃於將進行噴霧乾燥之苦瓜汁中添加磷酸三鈣, 其對流動率及假密度之影響結果如圖 10 所示: 磷酸三鈣之添加使假密度下降而流動率上升, 對回收率與白色度之影響不大 (資料未示)。至於噴霧乾燥粉末之粒徑分佈之影響 (圖 11) 則呈現不一致結果, 於苦瓜固形物含量為 15 % 時添加磷酸三鈣其粒徑變大, 當苦瓜固形物含量為 25 % 時添加磷酸三鈣使其粒徑變小。

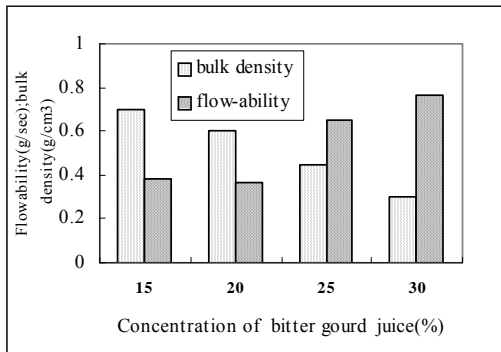


圖 7. 苦瓜固形物濃度對噴霧乾燥粉末流動率及假密度之影響
Fig7. Effect of soluble content of bitter gourd on the flow-ability and bulk density of spray-drying powder.

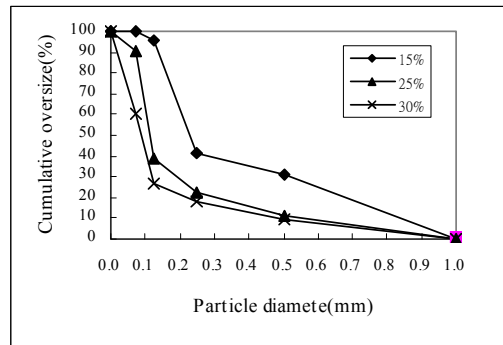


圖 8. 苦瓜固形物濃度對噴霧乾燥粉末粒徑分佈之影響(玉米糊精)
Fig 8. Effect of soluble content of bitter gourd on the particle diameter of spray-drying powder with corn dextrin.

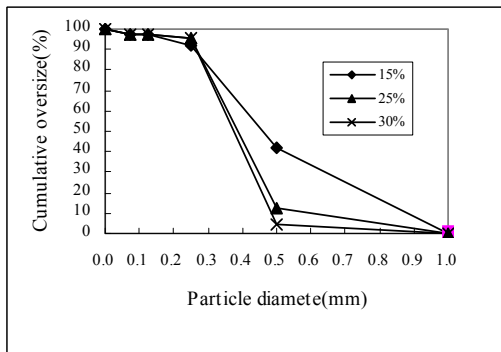


圖 9. 苦瓜濃度對噴霧乾燥粉末粒徑分佈之影響(馬鈴薯糊精)
Fig 9. Effect of soluble content of bitter gourd on the particle diameter of spray-drying powder with potato dextrin.

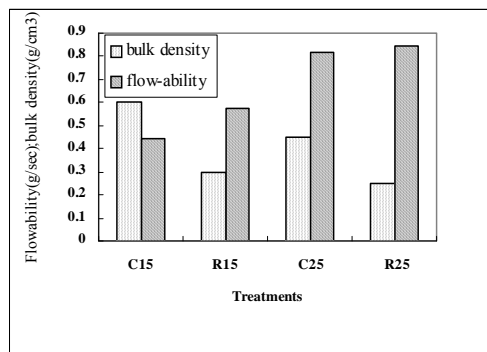
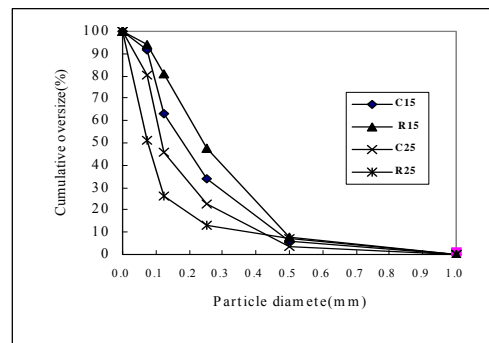


圖 10. 添加抗濕劑對苦瓜噴霧乾流動率及假密度之影響
Fig 10. Effect of anti-caking agent on the flowability and bulk density of spray-drying powder .

圖 11. 添加抗濕劑對苦瓜噴霧乾流動率及假密度之影響
Fig11. Effect of anti-caking agent on the particle diameter of spray-drying powder .



Treatments : C15 : Spray drying with bitter gourd juice contained 31.5% soluble solid, and the ratio of bitter gourd juice and dextrin was 1 :1.1. R15 : Spray drying with bitter gourd juice contained 31.5% soluble solid and anti-caking agent. C25 : Spray drying with bitter gourd juice contained 52.5% soluble solid, and the ratio of bitter gourd juice and dextrin was 1 :1.1. R25 : Spray drying with bitter gourd juice contained 52.5% soluble solid and anti-caking agent.

四、噴霧溫度對苦瓜濃縮汁噴霧乾燥之影響

將噴霧乾燥之出口溫固定於 95°C，比較不同入口溫度 (135, 145, 155°C) 對苦瓜噴霧乾燥回收率、白色度之影響，其結果如圖 12 所示：回收率以入口溫 145°C 者最高 (出入口溫差 50°C)，以 155°C 者最低 (出入口溫差 60°C)，其白色度則隨入口溫下降而下降。有關入口溫對噴霧乾燥流動率及假密度之影響如圖 13 所示：以 145°C 入口溫具有較低之假密度及流動率。其粒徑分佈則如圖 14 入口溫越高粒徑越大，亦可能由於出入口溫差所引起。

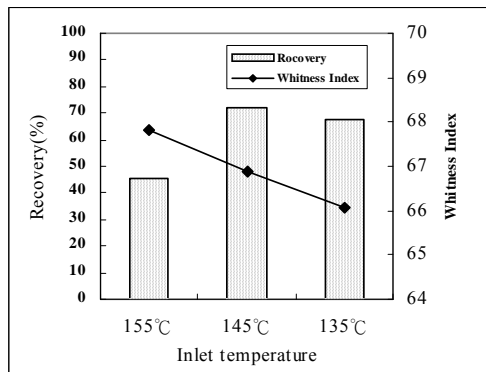


圖 12.不同入口溫對苦瓜噴霧乾燥回收率及白色度影響

Fig 12.Effect of the inlet temperature of spray-drying on the recoveries and white index of spray-drying powder.

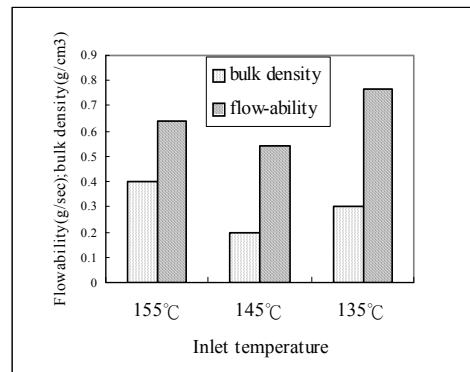


圖 13.不同入口溫對苦瓜噴霧乾燥流動率及假密度影響

Fig 13.Effect of the inlet temperature of spray-drying on the flowability and bulk density of spray-drying powder.

將入口溫固定於 135°C 比較不同出口溫 (75, 85, 95°C) 對苦瓜噴霧乾燥回收率影響結果如圖 15 所示：回收率以出口溫 85°C 者最高 (出入口溫差 50°C)，以 95°C 者最低 (出入口溫差 40°C)，其白色度則隨出口溫下降而下降。由圖 12 與圖 15 之結果顯示：出入口溫差在 50°C 者具較高之回收率，入口溫度太高，即使出入口溫差相同 (50°C、60°C) 其回收率仍較低但白色度較高。至於出口溫對噴霧乾燥流動率及假密度之影響如圖 16 所示：假密度隨出口溫下降而增加，流動率則無明顯差異。粒徑則以出口溫 85°C (溫差 50°C) 者大於出口溫 95°C (溫差 40°C) (圖 17)。由圖 14 及 17 顯示：出入口溫差大者其噴霧乾燥粉末粒徑較大。

噴霧乾燥之入口溫、出口溫對苦瓜乾燥粉末色澤之影響，無法單獨以溫度高低解釋，一般而言溫度越高較易引起色澤褐變，但本研究顯示：較高之入口溫、出口溫反易得較高白色度苦瓜粉末，可能與乾燥速率及高溫脗化酵素有關。在進行噴霧乾燥過程中，當樣品迅速被乾燥時，可快速通過酵素性褐變之水活性範圍，因此，可有效抑制酵素性褐變而獲得白色度較高之粉末。

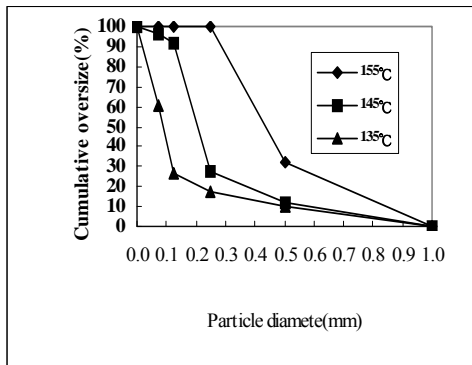


圖 14.不同入口溫對苦瓜噴霧乾燥回收率及白色度影響

Fig 14.Effect of the inlet temperature of spray-drying on the particle diameter of spray -drying powder.

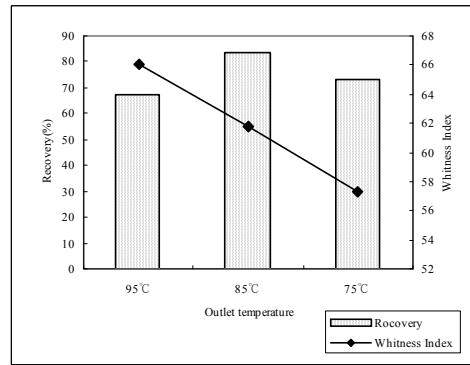


圖 15.不同出口溫對苦瓜噴霧乾燥回收率及白色度影響

Fig.15.Effect of the outlet temperature of spray-drying on the recoveries and white index of spray-drying powder.

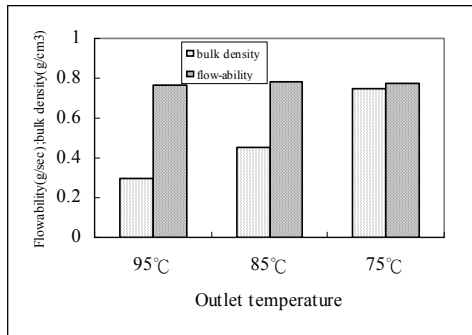


圖 16.不同出口溫對苦瓜噴霧乾燥流動率及假密度影響

Fig 16.Effect of the outlet temperature of spray- drying on the flowability and bulk density of spray-drying powder.

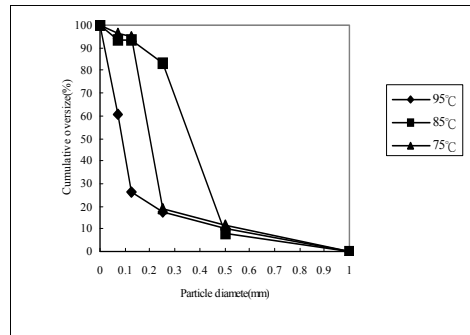


圖 17.不同出口溫對苦瓜噴霧乾燥粉末粒度分佈影響

Fig 17.Effect of the outlet temperature of spray- drying on the particle diameter of spray-drying powder.

五、苦瓜之抗氧化活性

本研究分別比較白玉苦瓜與山苦瓜之 DPPH 自由基清除能力、亞鐵螯合能力及還原力。結果如圖 18, 19, 20, 在 DPPH 清除能力測試：乙醇萃 > 水萃者，在乙醇萃者濃度達 6 mg/mL 後，山苦瓜 > 白玉苦瓜，其乙醇萃出物濃度達 8 mg/mL 時山苦瓜、白玉苦瓜之清除能力分別為 98, 93 % (圖 18)。其亞鐵螯合力測試則：水萃物 > 乙醇萃物。其在水萃者，白玉苦瓜 > 山苦瓜。其水萃出物濃度達 6 mg/mL 時，白玉苦瓜、山苦瓜之亞鐵螯合力分別為 99, 84 % (圖 19)。至於白玉苦瓜、山苦瓜之還原力測試：乙醇萃 > 水萃者。在乙醇萃者白玉苦瓜 > 山苦瓜。在水萃液部份則兩者差異不大 (圖 20)。

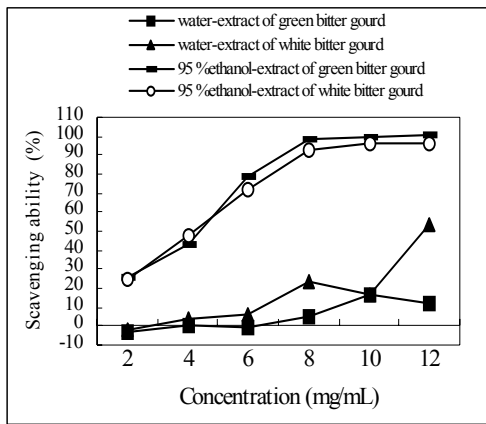


圖 18. 苦瓜 DPPH 自由基清除能力之比較
Fig18. Comparison of DPPH scavenging ability between ethanol extract and water extract of bitter gourd.

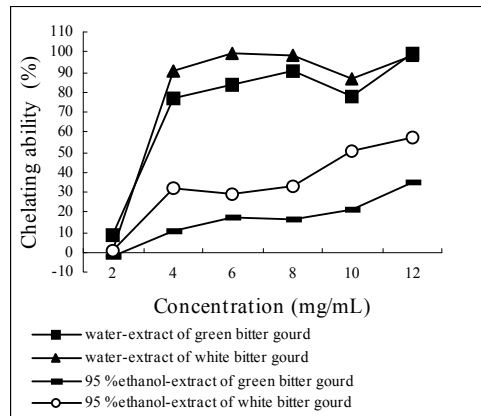


圖 19. 苦瓜鐵螯合能力之比較
Fig19. Comparison of Fe²⁺ chelating ability between ethanol extract and water extract of bitter gourd.

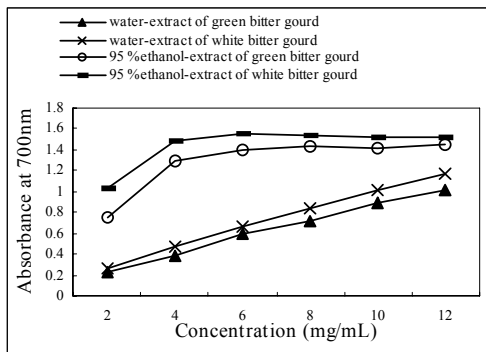


圖 20. 苦瓜還原力之比較
Fig 20. Comparison of reducing power between ethanol extract and water extract of bitter gourd.

參考文獻

1. 李秀、賴滋漢. 1976. 食品分析與檢驗. 精華出版社 p. 57-58.
2. 李穎宏、龔賢鳳. 1998. 苦瓜醃漬加工之研究, 高雄區農業改良場研究彙報. 九卷二期. p. 14-26.
3. 李穎宏、龔賢鳳. 2002. 芒果、檸檬及番荔枝果汁濃縮技術之研究. 中正農業科技社會公益基金會九十一年研究計畫成果研討會專刊. p. 26-43.
4. 吳美嬌. 2000. 以巨噬細胞為模式探討促進或抑制前列腺素 E2 生成的食物或食物成份. 國立台灣大學農業化學研究所碩士論文.

5. 郭純德、蔡平里、林宗賢. 1987. 採收後苦瓜果實之呼吸型式及乙烯自動催化生成. 中國園藝 33(4): 161-171.
6. 陳鴻章、王維麟、周弘斌. 1999. 以控低溫真空乾燥/或噴霧乾燥製程產製木瓜粉末及風味添加物. 88 年度蔬果加工產品研究成果彙編. 食品工業發展研究所編印. p. 48-81.
7. 陳家瑞. 1998. 苦瓜果實抑菌成份之初步研究. 台灣大學園藝研究所碩士論文.
8. 彭振聲. 1990. 苦瓜. 台灣農家要覽 上冊. 豐年社 p.1013-1015.
9. 蕭培根. 中國本草圖錄 一卷. 台灣商務印書館股份有限公司. p. 94.
10. 顏國欽. 1980. 苦瓜子中蕃茄紅素之研究. 台灣大學食品科技研究所碩士論文.
11. Chang, M. K., E. J. Conkerton, P. J. Wan and J. M. Spiers. 1996. Chinese Melon (*Momordica charantia* L.) Seed: Composition and Potential Use. J. American Oil Chemist' Society. 73(2): 263-265.
12. Marotta, F., P. Safran, H. Tajiri, G. Princess, H. Anzulovic, A. Rouge and G. Ideo. 2001. Improvement of hemorheological abnormalities in alcoholics by an oral antioxidant. Hepato-gastroenterology. 48(38): 511-517.
13. Morton, J. F. 1967. The balsam pear: an edible, medicinal and toxic plant. Econ. Bot. 21: 57-68.
14. Salleh, M. N., I. Runnie, P. D. Roach, S. Mohamed and M. Y. Abeywardena. 2002. Inhibition of low-density lipoprotein oxidation an up-regulation of low-density lipoprotein receptor in HepG2 cell by tropical plant extracts. Journal of Agricultural and Food Chemistry. 50(13): 3693-3697.

Studies on the Spray-drying product of Bitter gourd Concentrate

Ying-Hung Lee¹, Cheng-Min Chen¹ and Hsien-Feng Kung²

Summary

The aims of this study were to utilize the bioactive components of bitter gourd for developing their relative healthy food products, such as the product of concentrate and dehydrate-powder. Through developing their new healthy food products, the utilization and the appended value of this crop will also be exploited and increased, respectively. In recent year, our study was focused on the optimal spray drying conditions of bitter gourd and the anti-oxidative abilities in its raw materials included of the DPPH scavenging abilities, reducing power and Fe²⁺ chelating abilities. For investigating the influence of drying operation and material medium factors on the qualities of spray drying powder, the bitter gourd juice by pectin-hydrolyzed was first concentrated to soluble solid content of 15% by membrane filtration, and then further concentrated to 20%, 25%, 30% by vacuum at 50°C. And the effects of soluble solid content in bitter gourd, kinds and ratio of maltodextrin-adding, outlet and inlet drying temperature, and anti-caking agent added during drying courses on the recovery, color, flow-ability, bulk density, particle distribution of spray powder were discussed in detail. The results were showed as follows: Comparisons of the anti-oxidative activities between ethanol-extract and water extract from bitter gourd showed that: the DPPH scavenging abilities and reducing power in ethanol-extract was higher than in water-extract, whereas there are higher Fe²⁺ chelating abilities in water-extract than in ethanol-extract. As for optimal spray drying condition for bitter gourd powder, systematic approaches were performed, included of influence of soluble solid content of juice, carrier, outlet and inlet temperature and anti-caking agent. Results of influence of soluble solid content on recoveries, white index, flow-ability and bulk density for bitter gourd spray-drying power showed that: The higher soluble solid content in juice, the low recoveries, white index, and

the higher flow-ability were in spray-drying power. Contrary to the effect of soluble solid content in juice, the more malto-dextrin ratio added the higher recoveries, white index, and the lower flow-ability of drying powder were observed. In addition, our study also showed that: While the soluble solid content of bitter gourd juice reached to 25-30 %, the recoveries and white index of bitter gourd spraying powder with corn maltodextrin-adding were higher than that with potato maltodextrin-adding. Besides, adding tricalcium phosphate in bitter gourd juice as anti-caking agent, increased the flow-ability of powder along with decreasing its bulk density, however, that was not significantly different for the recoveries and white index.

Keywords: Bitter gourd, Membrane concentration, Spray-drying, Anti-oxidative ability

¹Associate researcher and assistant researcher, Kaohsiung District Agricultural Research and Extension Station, COA.

²Associate Professor of Department of Food Science and Technology, Tajen University.