

山藥粉末化加工之研究

李穎宏 龔財立 姜金龍

摘要

為保持山藥粉末製品之良好品質，本研究乃針對有機酸浸漬、熱處理方式及乾燥條件等因子對山藥品質之影響加以探討。其結果顯示：山藥酵素性褐變可經由削皮前之醋酸浸漬，及加熱惰化氧化酵素等加工手段，得到良好之控制。唯利用加熱惰化山藥之氧化酵素，雖可有效抑制酵素性褐變，但附帶的亦將導致其溶解度及膨潤力下降。至於非酵素性褐變之抑制，除可利用有機酸降低 pH 外，其乾燥溫度亦不可過高。高溫熱風乾燥不僅加速梅納反應，亦會導致粉末製品之溶解度及膨潤力下降。

關鍵詞：山藥、粉末化、褐變、膨潤力。

前言

山藥(*Dioscorea spp.*)俗名懷山，為蔓性多年生草本植物。其地下塊莖富含水溶性維生素如維生素 B₁、B₂、C 等、蛋白質及多種礦物質，可當作蔬菜食用^(4,6,13,18,19)。而山藥之特殊藥效早在本草綱目即有記載：「山藥可補中益氣，除寒熱邪氣，益腎氣，健脾胃，久服耳聰目明，可治虛弱、貧血、遺精、高血壓、糖尿病等」，除可當藥用亦可為機能性食品之絕佳材料⁽²⁾。

本省目前在花蓮、屏東、南投、嘉義及台北等縣皆有山藥之栽培，而台灣產之山藥藥材計有三種來源(1)田薯(*Dioscorea alata*)，(2)恆春山藥(*Dioscorea doryophora* Hance)，(3)山藥薯(*Dioscorea benthamii* Prain et Burkil)^(4,12)。關於山藥之食用方式，僅以作為藥用或民間傳統式的藥膳食療為主，在食品加工應用方面至今仍乏善可陳，然就其營養（含多種氨基酸、維生素、礦物質、蛋白質及大量澱粉）而言^(1,17)，實有大力推廣之價值，為免除傳統膳療手續繁雜的缺點，並著眼於大量應用，故著手山藥食品加工之研究。

初期目標在於推行山藥食用之便捷性，進行沖泡山藥粉末加工條件之探討。基於成本經濟及原料來源之穩定因素，乃選擇塊莖較規則、大小適中、皮薄、肉厚、多黏液質，並含澱粉、蛋白質及多種必需氨基酸之台農 1 號（由 *Dioscorea alata* 培育所得）作為加工素材，此種山藥之栽培面積約有 300 公頃^(7,8)。

材料與方法

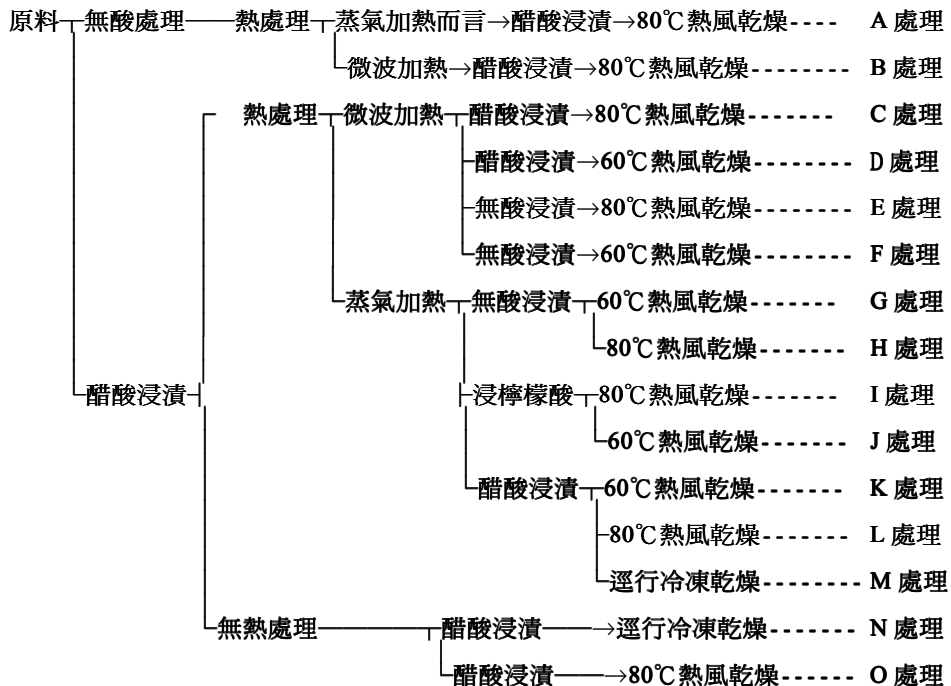
山藥一經削皮、切片，由於氧化酵素之作用迅速產生褐變，而其色澤劣變情形，將隨乾燥時非酵素性褐變之產生而更趨嚴重。本試驗分別就山藥削皮前有、無酸處理、熱處理，與乾燥前有、無酸處理及乾燥方式等，對山藥粉末品質之影響加以比較，共計 15 種處理。其中削皮前酸處理是以 0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘，而熱處理則有微波加熱 20 分鐘及蒸氣加熱 40 分鐘二種。至於山藥切片後之酸處理則分別使用 0.5% 醋酸、

(2)

山藥粉末化加工之研究

檸檬酸及抗壞血酸等浸漬 2 分鐘，最後之乾燥條件則有 60°C 熱風乾燥 14 小時、80°C 熱風乾燥 9 小時及冷凍乾燥等三種。下圖為各式處理之簡示圖：

一、加工處理簡單流程：



二、分析方法：

1. 膨潤力 (Swelling power) 及溶解度 (Solubility) 測定：

將Lii⁽¹¹⁾及Schoch⁽¹⁶⁾等之方法加以修改。

稱取山藥粉末3.0 gm.，置入已稱重之離心瓶內，加200cc蒸餾水混勻後於100°C沸水中加熱30 min. (每5 min.攪拌一次)，以4,000rpm 離心15 min.。上層液倒入以恆重之蒸發皿，以105°C烘乾至恆重 (W₁)；沉澱部份直接稱重 (W₂)。膨潤力及溶解度之計算公式如下：

$$\text{溶解度 (\%)} = (W_1 \div 3) \times 100$$

$$\text{膨潤力 (\%)} = (W_2 \div (3 \times (100 - \text{溶解度}))) \times 100$$

2. 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。並由L,a,b值計算出白色度 (White Index; W.I)。白色度之計算公式如下：

$$W.I = 100 - ((100 - L)^2 + a^2 + b^2)^{1/2}$$

3. pH 值：以JENCO ELECTRONICS,LTD 生產之pH/TEMP METER MODEL-671測定。

結果與討論

一、有機酸處理對山藥粉末品質之影響

山藥經削皮後，若無法立即殺青或乾燥，則其酵素性褐變甚嚴重。而且山藥即使在經過不同熟處理隋化酵素後，當進行高溫乾燥時仍會因熱反應引發梅納反應而導致色澤褐化。因此本研究乃針對如何防止山藥削皮後酵素性褐變及在乾燥時引發之非酵素性褐變進行探討，藉以改善其製品色澤品質，其結果如下：

(一)削皮前有機酸處理對酵素性褐變之抑制

表1分別就C處理（以微波熱處理，80℃熱風乾燥，其削皮前以0.5%醋酸浸漬30分鐘者）及B處理（無酸前處理者）；與L處理（以蒸汽熱處理，80℃熱風乾燥，其削皮前先浸0.5%醋酸30分鐘者）及A處理（無浸酸者）二組加以比較，結果顯示無論使用微波或蒸氣加熱均可惰化氧化酵素活性，其削皮前未經酸處理之B處理或A處理之W.I及L值（分別為77.4、80.6，及76.7、80.9）較之削皮前先經酸處理之C處理及L處理（其W.I、L值分別為79.9、84.4，及79.6、84.6）低甚多，表示在削皮前先施以有機酸浸漬者，可以減緩山藥削皮後所引發之酵素性褐變。

表1.有機酸處理對山藥酵素性褐變之抑制

Table 1 . The inhibition of organic acid on the enzyme browning of yam

Treatment	Color			W.I	pH
	L	a	b		
C	84.4	1.0	12.7	79.9	5.60
B	80.6	1.5	11.5	77.4	5.59
L	84.6	1.0	13.3	79.6	5.48
A	80.9	1.6	13.2	76.7	5.43

W.I : White Index

(二)有機酸處理對高溫乾燥非酵素性褐變之影響

由於山藥富含醣類及蛋白質、氨基酸等物質⁽⁷⁾ 在高溫乾燥時，可能引發梅納反應⁽¹⁴⁾ 而導至色澤褐變及營養下降，故本試驗乃就乾燥前使用及不使用有機酸處理，對於山藥乾燥品質之影響進行探討，並就有機酸種類對非酵素性褐變之抑制效果加以比較。

1.有機酸處理對乾燥後製品色澤之改善

在相同熱處理及乾燥條件下，於乾燥前先以0.5%醋酸浸漬2分鐘之試驗組有D、K、C、L處理，其乾燥前無酸處理之對照組分別為F、G、E、H，由表2結果顯示以60℃熱風乾燥者，無論其乾燥前有D、K、無F、G酸處理，所得製品之W.I及L值其間之差異不大。唯當乾燥溫度上升至80℃時，經酸浸漬之C及L處理其W.I、L值（分別為79.9、84.4，79.6、84.6）較之未經酸處理對照組E及M處理為高（分別為77.9、81.9，74.9、79.5）。上述試驗結果顯示：山藥進行高溫乾燥前之酸處理，對於粉末之色澤確實有改善之作用。

表2. 有機酸處理對山藥乾燥時非酵素性褐變之抑制

Table 2. The inhibition of organic acid on non-enzyme browning of yam during air drying.

Treatment	Color			W.I	pH
	L	a	b		
D	85.3	0.7	12.9	80.4	5.47
F	85.1	0.3	12.7	80.4	6.09
K	85.6	0.5	12.0	81.2	5.30
G	84.3	0.4	13.4	79.4	5.96
C	82.6	1.4	11.7	79.0	5.59
E	81.9	1.3	12.7	77.9	5.59
L	85.7	0.8	12.6	80.9	5.25
H	79.5	1.6	14.4	74.9	5.86

W.I : White Index SOL : Solubility SWEL : Swelling power

2. 不同種類有機酸處理對乾燥品質之影響

至於有機酸種類對山藥乾燥品質之影響，由表3得知以檸檬酸處理者，無論是60℃熱風乾燥之K處理或80℃熱風乾燥之L處理所得山藥粉末之L值及W.I皆較之以醋酸浸漬之對照組J處理及I處理為高，顯示山藥在高溫乾燥時，使用檸檬酸者對非酵素性褐變之抑制效果較醋酸為佳。檸檬酸對山藥削皮後之保鮮及防止褐變呈現相當好之效果⁽⁵⁾。唯當進行溶解度比較時，則反以醋酸處理者較高，可能與檸檬酸溶離大量山藥黏液質有關。除上述之有機酸，本試驗亦曾嘗試使用抗壞血酸抑制褐變，結果維生素C雖可於乾燥過程抑制山藥褐變，但當製備完成之山藥進行儲存時，有逐漸紅變之現象產生。可能與維生素C降解氧化反應有關⁽⁹⁾，詳情如何仍有待探討。

表3. 不同種類有機酸處理對山藥粉末品質之影響

Table 3. Effects of various organic acids dipping on the qualities of yam powder.

Treatment	Color			W.I	SOL (%)	SWEL (%)	pH
	L	a	b				
K	85.0	0.2	12.2	80.7	21.9	9.8	5.45
J	85.6	0.5	12.0	81.2	20.9	9.7	5.30
L	84.6	1.0	13.3	79.6	20.6	8.4	5.48
I	85.7	0.8	12.6	80.9	19.4	8.2	5.25

W.I : White Index SOL : Solubility SWEL : Swelling power

三、熱處理對山藥粉末品質之影響

在比較熱處理對製品品質影響時，發現未經熱處理而逕行80℃熱風乾燥者（O處理，其製品品質W.I、L、溶解度、膨潤力為70.4、72.2、18.8%、12.0%），其色澤明顯褐變。顯示山藥在乾燥前，先經加熱隋化氧化酵素確實具有改善色澤劣變之功效。唯山藥以熱處理者之膨潤力，則較未經熱處理者為低（圖1），推測其原因可能與山藥經熱處理時，導致澱粉糊化，一經冷卻時，則發生澱粉老化所致⁽¹⁵⁾。

上述現象，亦可經由比較蒸汽熱處理後之冷凍乾燥製品（M），與未經熱處理而逕行冷凍乾燥之製品（N）品質得到印證。圖1顯示M處理之W.I與N處理相當，唯膨潤力及溶解度，則以未經熱處理者（N）為高。（M處理及N處理製品之W.I、L、膨潤力、溶解度分別為：84.5、88.3、10.8%、22.4%，

及84.3、86.3、19.5%、37.0%)。此種結果顯示，熱處理並未使製品色澤劣變，反可有效的保持製品原色，唯熱處理確實會降低製品之膨潤力及溶解度，因此在保有製品優良色澤及降低生產成本前提下，防止過度熱處理及加工所引發之澱粉老化，以提高其膨潤力，有進一步研究之必要。

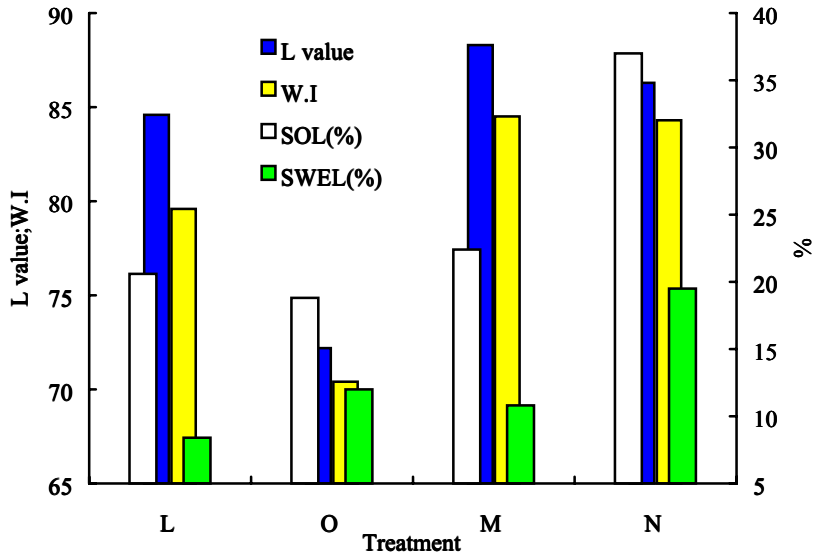


圖1、熱處理對山藥粉末品質之影響
 Fig. 1. Effect of heat Treatment on the qualities of yam powder.

至於熱處理方式對山藥粉末品質之影響，則由比較微波熱處理者D、C及蒸汽熱處理者K、L之山藥粉末品質時，發現經不同方式熱處理後之山藥，其W.I及L值無明顯差異，然其溶解度及膨潤力，則以蒸汽熱處理者為高(表4)。此結果可能與利用蒸氣加熱處理時，可保持山藥之水份，致使澱粉能充份吸水膨潤糊化有關。因此在應用微波加工含澱粉質原料時，可採蒸氣與微波並行之方式⁽³⁾。

表4. 不同熱處理方式山藥粉末製品品質之比較

Table 4. Comparison of the qualities of yam powder between steam and microwave treatment.

Treatment	Color			W.I	SOL (%)	SWEL (%)	pH
	L	a	b				
D	84.1	0.6	12.3	79.9	19.1	9.0	5.58
K	85.0	0.2	12.2	80.7	21.9	9.8	5.45
C	84.4	1.0	12.7	79.9	18.5	8.3	5.60
L	84.6	1.0	13.3	79.6	20.6	8.4	5.48

W.I : White Index SOL : Solubility SWEL : Swelling power

四、乾燥溫度對山藥粉末製品品質之影響

分別利用60℃、80℃熱風乾燥，使山藥乾燥至相同脫水程度後，經比較其製品品質時，結果其W.I、L值、溶解度及膨潤力皆以前者為佳（圖2）。此與較低溫度乾燥時，山藥成份如澱粉與蛋白質或脂質形成複合物之程度較低，故能維持較高之膨潤力及溶解度有關⁽¹⁰⁾。此論點更可由比較冷凍乾燥者加以印證。以蒸汽熱處理後利用冷凍乾燥者其W.I、L、膨潤力及溶解度分別為84.5、88.3、10.8%及22.4%，較之相同熱處理後60℃或80℃熱風乾燥者之製品品質為佳。

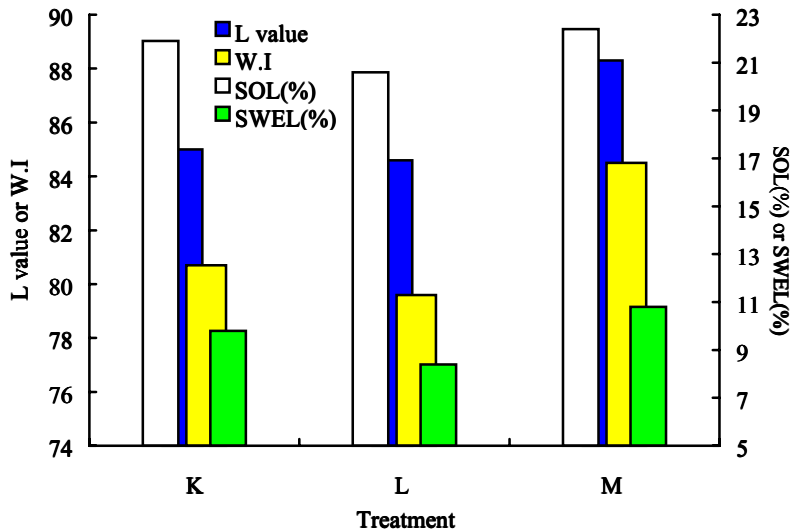


圖2、乾燥方式對山藥粉末品質之影響

Fig. 2. Effects of various drying methods on the qualities of yam powder.

從以上之試驗所得之結論為：1.在山藥粉末加工時，有機酸處理有助於抑制加工過程中，所產生之酵素性褐變及非酵素性褐變，其中以檸檬酸之效果較佳，唯亦伴隨溶解度下降。2.利用熱處理脢化酵素，雖有助於山藥粉末色澤之維持，但亦將使製品之溶解度及膨潤力降低。因此選擇熱處理時，提供充分之水分，及減緩或防止山藥澱粉老化，為加工時之重要手段。3.乾燥之溫度不宜太高，以減低色澤劣變及膨潤力下降等問題。

在本試驗中之較佳山藥粉末加工流程為：山藥未削皮前，先以0.5%醋酸浸漬30分鐘，再利用蒸氣加熱至中心溫度達90℃脢化酵素後，立即浸入去離子水中冷卻，經削皮及切片調理後，再以0.5%之醋酸或檸檬酸浸漬2分鐘，利用60℃熱風乾燥至脫水率達78.2%後，粉碎、過篩(250mesh)，可得成本較低之高品質山藥粉末製品。其白色度、亮度、溶解度及膨潤力分別為 81.2、85.6、20.9%、及9.7%。

參考文獻

1. 呂政義、蔡秀玲。1985。山藥塊根及種子澱粉理化性質之探討。食品科學 12(3-4): 201-212。
2. 甘偉松。1981。薯蕷科。藥用植物學。國立中國醫藥研究所出版 p.627-635。
3. 李佳容。1980。微波殺菌之特性及利用技術。食品工業 22(2): 52-56。
4. 張進益。1988。山藥。經濟植物集。豐年社出版 p.44-49。
5. 黃鵬、范美玲、蔡淳瑩。1995。長形山藥之栽培與保鮮。台灣地區藥用植物資源之開發與利用學術研討專刊 p.205-222。
6. 楊再義。1982。薯蕷科。台灣植物名彙。天然書社 p.378-381。
7. 劉新裕。1989。千里達山藥之生產能力與品質分析研究。中華農業研究 39: 287-296。
8. 劉新裕、王昭月、徐原田、段中漢。1992。山藥台農一號之育成。中華農業研究。41(2):.140-158。
9. Clegg, K.M., and A.D. Morton. 1965. Citric acid and the browning of solution containing ascorbic acid. J. Sci. Food Agr. 17: 546-549.
10. Damir, A.A. 1985. Comparative studies on the physicochemical properties and microstructure of raw and parboiled rice. Food Chem. 16:1
11. Lii, C.Y, S.M. Chang, and H.L.Yang. 1986. Correlation between the physico-chemical properties and the eating quality of milled rice in Taiwan. Bull. Inst. Chem. Academia Sinica. 33: 55.
12. Liu, T.S. and T. C. Huang. 1978. Flora of Taiwan, Volume 11. Dioscoreaceae Epoch Pub. Co. Ltd. p.99-109.
13. Martin, F.W. 1976. Tropical yams and their potential series. Part 1. *Dioscorea esculenta*, Part 2. *D. bulbifera*, Part 3. *D. alata*; Part 4. *D. cayenensis*. USDA. Agriculture handbook No.457, 466, 495, and 502, respectively.
14. Mauon, J. 1981. The Maillard reaction in food: A critical review from the nutritional standpoint. pro. Food Nutr. Sci. 5: 5-35
15. Metcalf, S.L. and D.B. Lund. 1985. Factors affecting water uptake in milled rice. J. Food Sci.. 50: 1676.
16. Schoch, T.J. 1964. "Methods in Carbohydrates Chemistry" 4: 106 R.L. Whistler ed. Acedemic Press, N.Y.N.Y.
17. Shi-Shun Tsai. 1984. Studies on the mucilage from yam tubers isolation and purification of mucilage. J. Chinese Agric. Chem. 22:88。
18. Tindall, H.D. 1983. *Dioscoreaceae*. p.201-224. In: H.D. Tindall (ed). Vegetables in the tropics. Macmillan Press, London.
19. Yamaguchi, M. 1983. Yam. p.139-147. In: M. Yamaguchi (ed.). World vegetableles: principles, production and nutrition values. AVI Publ. Co., Westport, CT., U.S.A.

Studies on Powdering of Yam

Yiing-Horng Lee, Tsair-Lih Gong and Jin-Lung Jiang

Summary

The effects of organic acid, heat treatment and drying conditions on the yam tuber during processing were studied to produce the high quality of yam powder. Results showed that the enzymatic browning of yam could be effectively inhibited in 0.5% acetic acid solution for 30 minute and then heated to inactive the oxidase of yam with steam before peeled and sliced. However, the heat treatment could also decrease the solubility and swelling power of yam powder. Whereas, the browning of yam due to maillard reaction could also be decreased in 0.5% acetic acid or citric acid solution. But the temperature supplied during air drying should be not too high because was it not only prompted the maillard reaction but also reduced the swelling power and solubility of yam powder.

Key words: *Dioscorea*, Powdering, Browning, Swelling power.

山藥在削皮切片前，先經 0.5% 醋酸浸漬及蒸氣加熱處理後，其薄片於乾燥前再浸漬 0.5% 醋酸，而後進行乾燥。其結果顯示以冷凍乾燥之製品品質最佳，但比較其經濟效益，仍以 60°C 熱風乾燥者較為適宜，而其山藥粉末之 L 值、白色度 (W.I)、膨潤力 (Swelling power) 及溶解度 (Solubility) 分別為：85.6、81.2、9.7%、20.9%。

A. 山藥→0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘→微波加熱 20 分鐘→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→浸 0.5% 醋酸 2 分鐘→60°C 熱風乾燥 14 小時→粉碎→過篩。

B. 山藥→0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘→微波加熱 20 分鐘→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→浸 0.5% 檸檬酸 2 分鐘→60°C 熱風乾燥 14 小時→粉碎→過篩。

C. 山藥→0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘→微波加熱 20 分鐘→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→無酸浸漬處理→60°C 熱風乾燥 14 小時→粉碎→過篩。

D. 山藥→0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘→微波加熱 20 分鐘→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→浸 0.5% 醋酸 2 分鐘→80°C 熱風乾燥 9 小時→粉碎→過篩。

E. 山藥→0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘→微波加熱 20 分鐘→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→浸 0.5% 檸檬酸 2 分鐘→80°C 熱風乾燥 9 小時→粉碎→過篩。

F. 山藥→0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘→微波加熱 20 分鐘→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→無酸浸漬處理→80°C 熱風乾燥 9 小時→粉碎→過篩。

G. 山藥→無酸浸漬處理→微波加熱 20 分鐘→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→0.5% 醋酸浸漬 2 分鐘→80°C 熱風乾燥 9 小時→粉碎→過篩。

H. 山藥→0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘→蒸氣加熱 40 分鐘→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→浸 0.5% 醋酸 2 分鐘→60°C 熱風乾燥 14 小時→粉碎→過篩。

I. 山藥→0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘→蒸氣加熱 40 分鐘→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→浸 0.5% 檸檬酸 2 分鐘→60°C 熱風乾燥 14 小時→粉碎→過篩。

J. 山藥→0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘→蒸氣加熱 40 分鐘→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→無酸浸漬處理→60°C 熱風乾燥 14 小時→粉碎→過篩。

K. 山藥→0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘→蒸氣加熱 40 分鐘→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→浸 0.5% 醋酸 2 分鐘→80°C 熱風乾燥 9 小時→粉碎→過篩。

L. 山藥→0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘→蒸氣加熱 40 分鐘→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→浸 0.5% 檸檬酸 2 分鐘→80°C 熱風乾燥 9 小時→粉碎→過篩。

M. 山藥→0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘→蒸氣加熱 40 分鐘→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→無酸浸漬處理→80°C 熱風乾燥 9 小時→粉碎→過篩。

N. 山藥→無酸浸漬處理→蒸氣加熱 40 分鐘→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→0.5% 醋酸浸漬 2 分鐘→80°C 熱風乾燥 9 小時→粉碎→過篩。

O. 山藥→0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘→蒸氣加熱 40 分鐘→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→浸 0.5% 醋酸 2 分鐘→冷凍乾燥→粉碎→過篩。

p. 山藥→0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘→無加熱處理→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→浸 0.5% 醋酸 2 分鐘→冷凍乾燥→粉碎→過篩。

Q. 山藥→0.5% 醋酸浸漬 30 分鐘→無加熱處理→蒸餾水浸漬冷卻 10 分鐘→削皮→切片→0.5% 醋酸浸漬 2 分鐘→80°C 熱風乾燥 9 小時→粉碎→過篩。

未經處理之千里達山藥經削皮、切片後，產生極嚴重酵素性褐變，在利用微波或蒸汽殺青(使其中心溫度達 90℃)後，以冷水冷卻、隔絕空氣，再削皮、切片於檸檬酸或醋酸中浸漬後，進行不同溫度之熱風乾燥與冷凍乾燥，結果顯示檸檬酸或醋酸可有效的降低高溫熱風乾燥所產生之梅納反應褐變。唯其復水後之膨潤率則隨乾燥時，所使用溫度越高而呈明顯下降。比較 80℃ 熱風乾燥及冷凍乾燥處理後之山藥粉末品質，則以後者乾燥法所得製品為優，其精白度為 84.3、膨潤率為 10.8%、溶解度為 25.1%，而後者則分別為 80.9、8.2%、及 19.9%。

