

真空包裝、氯化鈣及抗氧化劑對長形山藥塊莖保鮮之影響¹

范美玲² 黃鵬³

摘要

氯化鈣處理可減輕長形山藥塊莖貯藏期間切口腐爛及失重情形之發生，但長形山藥各品種間，適當之氯化鈣處理濃度不盡相同。長形山藥塊莖貯藏期間使用 PE 膜或真空包裝均可有效地減少塊莖失重率，唯 PE 膜包裝者，會增加山藥塊莖的腐爛率，故長形山藥塊莖切塊後應採低溫真空包裝貯藏。而山藥塊莖削皮後最適當之處理為以 0.05M 檸檬酸浸泡一分鐘，再以真空包裝貯藏於 5℃，則可維持櫃架壽命達 30 天以上。

(關鍵字：山藥、塊莖、包裝、酵素性褐變、鈣、檸檬酸、維生素 C)

前言

山藥一般依薯形長度，分為長形山藥及圓形山藥。長形山藥往往可達 80-90 cm，甚至 1 m 多，採收及搬運時常造成傷口。目前販售多將其截為數段，以利貯運及販賣，故當傷口處理不當時，極易由切口感染病原菌，造成塊莖失重及腐爛；又為開拓長形山藥市場，多數農民採用削皮後直銷超市，但山藥會因褐變而縮短櫃架壽命，影響農民收益。在工商繁忙的今日，調理園產品(minimally processed vegetables and fruits)之需求量日益增加，而酵素性及非酵素性之褐化反應是限制調理蔬果櫃架壽命的重要因子，是故抗褐化藥劑被廣泛的研究(Monsalve-Gonzalez et al., 1993)。亞硫酸鹽因其兼具抑制酵素性、非酵素性褐變及微生物之作用，在調理園產品上使用相當廣泛，但易導致食用者發生過敏性氣喘(Taylor and Bush, 1986)，所以需要尋求更安全的抗褐化藥劑，如維生素 C (ascorbic acid) 可因其去氧化作用而延遲褐變(Parke and Lewis, 1992)，檸檬酸(citric acid)除有降低 pH 值，使微生物作用及酵素褐變活性減少功用外，還可充當金屬嵌合劑(Quattrucci and Masci, 1992)。鈣對於蔬果品質的維持伴演著重要的角色，如維持果實硬度、增加維生素 C 及抑制貯藏病害的發生(Cheour et al., 1990)。許多報告指出，植株於果實採收前噴鈣或採收後進行真空滲入及加壓浸漬，均能有效地抑制貯藏病害的發生(Conway, 1987)。本研究擬尋求適當且對人體無害之化學藥劑及包裝方式，以解決長形山藥貯藏及販賣時腐爛及褐化之問題。

1. 花蓮區農業改良場研究報告第 101 號。

2. 作物改良課助理研究員。

3. 作物改良課副研究員。

材料及方法

一、氯化鈣處理對長形山藥防腐之影響

本研究供試材料為基隆、茨城、壽豐、自然薯、東河等長形山藥塊莖，取大小一致長約 30 cm 之山藥塊莖進行下述處理，以 0.2, 4 及 6% 之 CaCl_2 處理山藥塊莖，每處理 20 支，浸泡三分鐘，陰乾裝箱後，貯藏於 10℃，每週調查塊莖腐爛率及失重率。

二、不同包裝方式對長形山藥塊莖切塊貯藏之影響

本研究供試材料為壽豐長形山藥塊莖，將山藥塊莖進行以下處理：以 PE 保鮮膜行個別包裝 真空包裝(0.09mm 高密度真空袋) 對照(不包裝)，每處理 20 支，處理後貯藏於 5℃。每兩週調查失重情形、腐爛率。

三、山藥塊莖削皮後褐化預防試驗

(一)山藥塊莖削皮後聚酚氧化酵素(polyphenol oxidase)活性之測定

本研究供試材料為壽豐長形山藥塊莖，取大小一致長約 30 cm 之山藥塊莖削皮後，置於室溫，每天取 4 樣品，連續取樣 6 天，樣品取樣後立刻進行真空冷凍乾燥。冷凍乾燥後磨粉至 1mm 以下，取 0.5g 冷凍乾燥粉末，加入 10ml 0.1M 磷酸緩衝液(pH7.0)及少許海砂，於低溫下磨碎，在 13000rpm 下離心 20 分鐘(2℃)後，取出上懸液 0.1ml，加入 2ml 0.1M 磷酸緩衝液(pH8.0)，再加入 0.1ml 0.13% 硫酸銅及 0.5ml 0.5M 兒茶酚(catechol)，以 UV-2000S 光電比色計在 420nm 波長之吸光度變化，單位為 $A_{420}/\text{min}/\text{ml}/\text{g.D.W.}$ 。

(二)抗氧化藥劑試驗

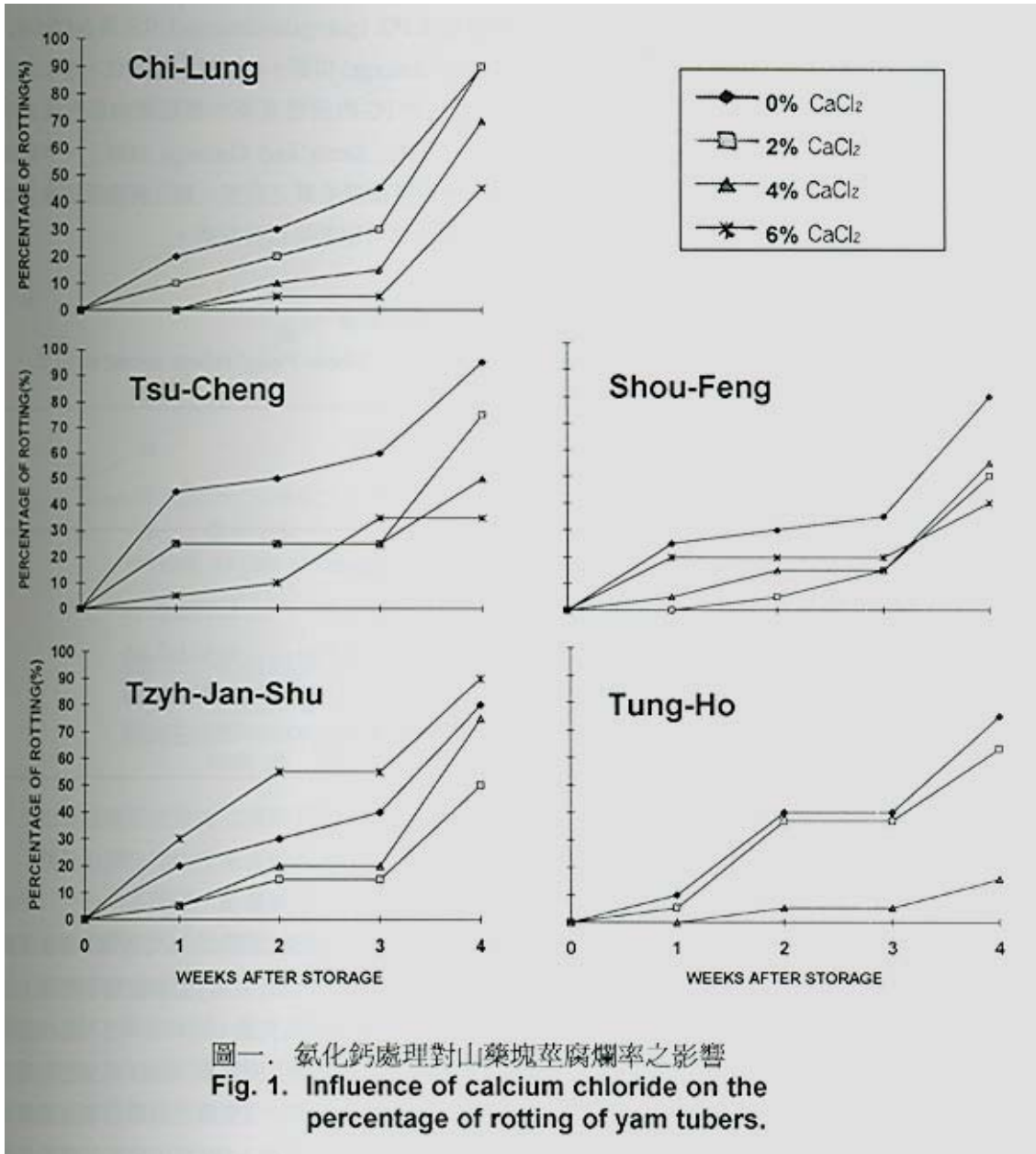
本研究供試材料為壽豐長形山藥塊莖，取大小一致長約 30 cm 之山藥塊莖削皮後，進行下述處理 檸檬酸 0、0.01、0.03、0.05M 浸泡一分鐘 維生素 C 0、0.01、0.03、0.05M 浸泡一分鐘 未浸泡處理。處理後陰乾，真空包裝(0.09mm 高密度真空袋)後貯藏於 5℃，每處理十二支，定期調查失重率、腐爛率、褐變等級等。褐變程度共分為四個等級，0 為新鮮沒有褐化；1 為些許褐化，具商品價值；2 為褐變，不具商品價值；3 為褐變嚴重，不具商品價值。

結果與討論

一、氯化鈣處理對長形山藥防腐之影響

試驗期間觀察發現引起山藥切口腐爛的病原菌以青霉(*Penicillium* spp.)、綠霉(*Aspergillus* spp.)及根霉(*Rhizopus* spp.)三屬普遍存在於空氣中的真菌為主，氯化鈣處理可減輕長形山藥塊莖切口腐爛之發生(圖一)。而長形山藥各品種間，適當之氯化鈣處理濃度不盡相同，表示各品種間對氯化鈣忍受度不一。以基隆(ChiLung)、東河(Tung-Ho)及茨城(Tsu-Cheng)三品種而言，隨氯化鈣處理濃度之增加，明顯地降低了腐爛的發生；而壽豐山藥(Shou-Feng)2、4、6% 之氯化鈣處理者腐爛率均比對照組低，但以 2% 之防腐效果較佳；而過高的氯化鈣濃度(6%)會增加自然薯(Tzyh-Jan-Shu)之腐爛率，但 2、4% 之氯化鈣仍有減輕腐爛發生之效果。許多報告指出，植株於果實採收前噴灑鈣或採收後進行真空滲入及加壓浸漬，均能有效地抑制貯藏病害的發生。桃子採收前噴灑硝酸鈣、氯化鈣或採收後以 2、4% 氯化鈣加壓滲漏，可抑制因 *Moilinia fructicola* 引起的腐敗(Conway, 1987)。*Penicillium expansum* 是 *Penicillium* 屬中，為

害蘋果和梨最主要的病菌，在適當的環境下此病菌會產生 PG (polygalacturonase)可使得 de-esterified galacturonic acid units 中的糖甘鍵結(glyco-side linkage)切斷，造成細胞壁軟化。增加蘋果中鈣含量，則可減少由 *Penicillium expansum* 所產生的 PG 的活性及減少糖醛酸由細胞壁流失(Conway et al., 1988; Hardenburg and Aderson, 1981; Sams and Conway, 1984)。本試驗結果與上述諸前人之研究甚為吻合。鮮重的變化可作為貯藏期品質之指標，氯化鈣處理對壽豐山藥切塊貯藏期間(10)失重率之影響如表一所示，氯化鈣可明顯降低失重率。



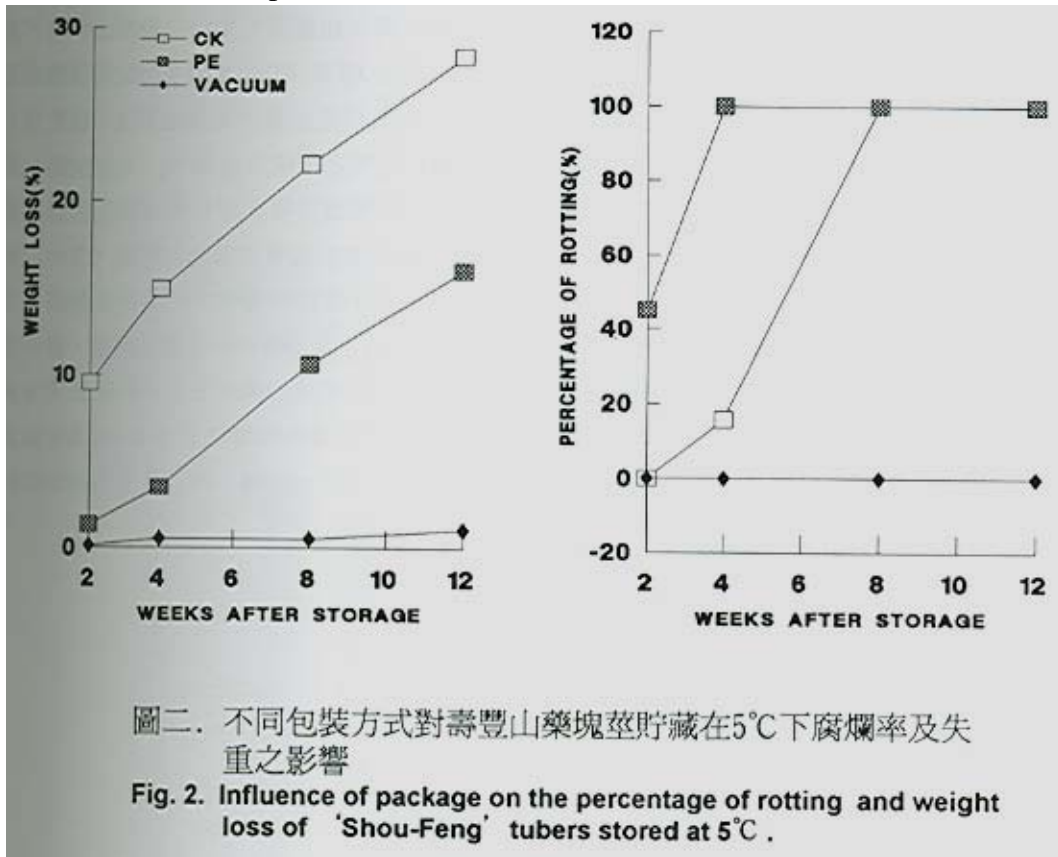
表一.氯化鈣處理對壽豐山藥切塊貯藏在 10 下失重率之影響

Table. 1. Influence of calcium chloride on the weight loss of 'Shou-Feng' tubers stored at 10 .

CaCl ₂	Weeks after storage			
%	1	2	3	4

%ofweightloss*				
0	1.55±0.10	3.72±0.14	3.72±0.17	5.07±0.14
2	0.10±0.14	2.87±0.17	3.12±0.20	4.36±0.14
4	0.99±0.10	2.47±0.10	3.29±0.10	4.28±0.10
6	1.07±0.10	1.95±0.10	3.02±0.10	4.38±0.14

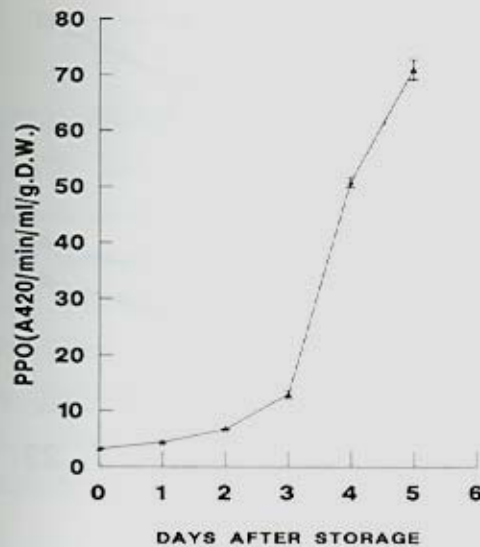
*Values are means of 20 samples±S.E.



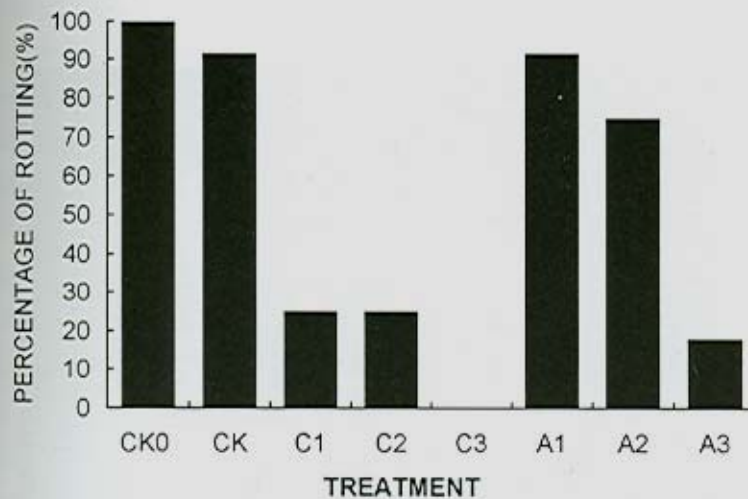
二、不同包裝方式對長形山藥塊莖切塊貯藏之影響

利用簡易包裝可減少山藥塊莖 5 低溫貯藏時失重之發生,由圖二可知,5 貯藏 2 週後,對照組即未包裝處理者,失重率已達 9.53%,而真空包裝者失重率為 0,而 PE 膜處理者亦僅 1.29%;5 貯藏 12 週後,真空包裝處理者僅失重 1.08%,PE 膜包裝者失重 16.04%,而不包裝者則高達 28.36%,試驗結果顯示,不論 PE 膜或真空包裝均可有效地減少失重率,尤以真空包裝處理者失重率最低。山藥塊莖腐爛率調查試驗結果顯示,5 貯藏 2 週時,PE 膜包裝處理者塊莖腐爛率已達 45%,而未包裝及真空包裝者均尚未見腐爛現象;貯藏 4 週後,PE 膜包裝者腐爛率高達 100%,而不包裝者為 15.79%,真空包裝者則仍未見腐爛現象,此因 PE 膜包裝者,會因包裝內表面凝聚大量的水滴而增加山藥塊莖的腐爛率。第 8 週調查時則 PE 膜及不包裝者腐爛率均達 100%,而真空包裝者持續至試驗結束亦未見腐爛現象發生,顯示 5 低溫利用真空包裝處理可有效地抑制山藥塊莖之腐爛。另本試驗亦調查山藥塊莖真空包裝後貯藏於 20 之情形,第 12 週調查時,腐爛率達 45%,顯示山藥塊莖於 20 貯藏時雖利用真

空包裝並無法控制腐爛之發生；而失重率亦由 5 之 1.1% 提高至 20 之 7.3%。故長形山藥塊莖切塊較適當的包裝方式，應採低溫真空包裝貯藏。

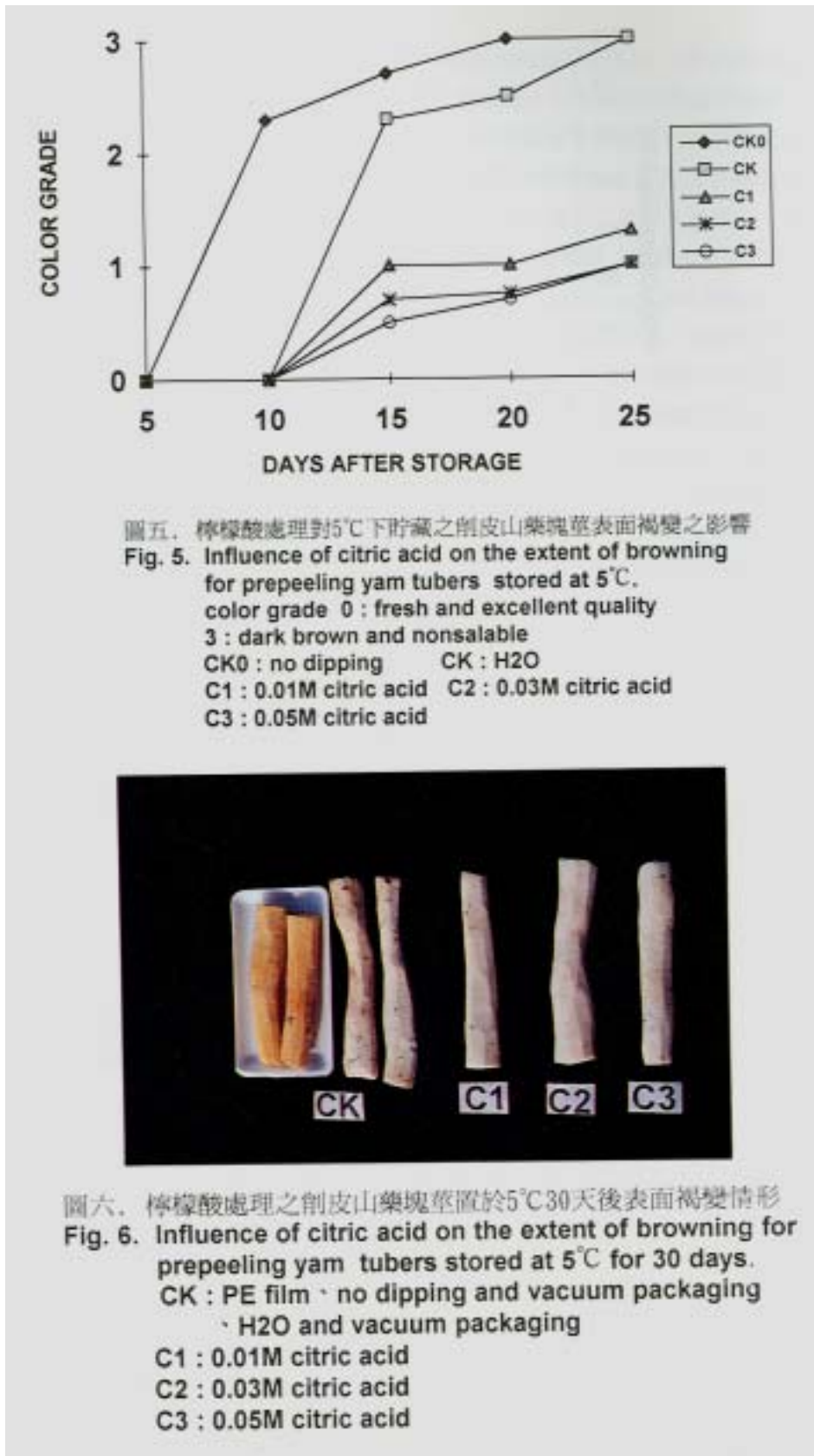


圖三. 貯藏天數對壽豐山藥塊莖聚酚氧化酵素活性之影響
 Fig. 3. Influence of storage time on polyphenol oxidase activity of 'Shou-Feng' tubers. Plotted values are the means \pm S.E.



圖四. 檸檬酸及維生素C處理對5°C下貯藏30天之真空包裝削皮山藥塊莖腐爛率之影響

Fig. 4. Influence of citric acid and ascorbic acid on the percentage of rotting for prepeeling tubers with vacuum packaging stored at 5°C for 30 days.
 CK0 : no dipping CK : H₂O
 C1 : 0.01M citric acid C2 : 0.03M citric acid
 C3 : 0.05M citric acid A1 : 0.01M ascorbic acid
 A2 : 0.03M ascorbic acid
 A3 : 0.05M ascorbic acid



三、山藥塊莖削皮後褐化預防試驗

長形山藥塊莖削皮後直銷超市，是農民拓展山藥市場之途徑，唯山藥削皮後在短時間內即會褐化而失去商品價值，影響農民收益甚鉅。菇類採收後品質即迅速下降，最明顯的變化

即是發生褐變，此褐變亦是因聚酚氧化酵素（或稱鄰 - 二元酚）引起，此酵素呈現二種型式的活性：聚酚氧化酵素氧化成琨(quinones)和隨著其氧化成琨的同時，一元酚(monophenols)氧化成二元酚(diphenols)。氧化成鄰一琨之後，這些產物迅速地凝縮形成複雜的棕色色素(brown pigments)(許,1990)。本試驗證實山藥塊莖削皮後褐化之主要原因為聚酚氧化酵素之褐化反應(圖三)，山藥塊莖之聚酚氧化酵素活性會隨削皮後時間增加而大增，尤以貯藏後期增加特別多，由剛削皮後之 3.26 A420/min/ml/g.D.W.，至第三天僅增為 12.8 A420/min/ml/g.D.W.，第四天即快速上增為 50.8 A420/min/ml/g.D.W.，五天後即高增為 71 A420/min/ml/g.D.W.。目前抑制酵素性褐化之方法被廣泛之研究，如洋菇以 25%或 50%之二氧化碳處理，可明顯地抑制菇柄基部切口處之變色及菇柄之褐化(Murr and Morris, 1974)；切絲之結球萵苣可用氣調包裝或真空包裝以延長貯存期限(Ohta and Sugawara, 1987)；使用化學藥劑減輕褐變以延長櫃架壽命者亦有報告，亞硫酸鹽因影響人體健康而漸被其它安全藥物取代，如維生素 C、分離大豆蛋白、檸檬酸、Cystein 等。由前人研究可知，維生素 C 可因其去氧化作用而延遲褐變；檸檬酸除有降低 pH 值使微生物作用減少外，還有抑制酵素褐變活性之功能(陳等, 1993; Quattrucci and Masci, 1992)。故本試驗針對維生素 C 及檸檬酸各 0.01 0.05M 處理削皮山藥，由圖四可知，山藥削皮後若不處理(CK)則腐爛率達 100%；若浸水則腐爛率略減，但仍高達 91.67%；0.01M 及 0.03M 檸檬酸處理可明顯地減輕其腐爛率的發生至 25%，0.05M 之檸檬酸處理則可完全預防腐爛之發生；維生素 C 隨濃度提高，腐爛率有明顯下降之趨勢，由 0.01M 維生素 C 處理之腐爛率 91.67%、0.03M 維生素 C 處理之 75%，降為 0.05M 維生素 C 處理之 18.18%，證明檸檬酸及維生素 C 均可抑制削皮山藥塊莖之腐爛，尤以檸檬酸之效果更佳。圖五為檸檬酸處理對削皮山藥表皮褐化之影響，其中以檸檬酸 0.01M、0.03M、0.05M 處理者，5 下貯藏 25 天後，表皮僅些許褐化，仍具商品價值；未處理者 10 天後即不具商品價值；浸水處理也可約略減輕褐變，但 15 天後亦不具商品價值，證明檸檬酸及維生素 C 均可有效預防削皮山藥表面褐化之問題。圖六為削皮山藥於 5 下貯藏 30 天後表皮褐化之情形，由圖六中之對照組(CK)部分可知，真空包裝對於抑制褐變之效果較 PE 膜包裝為佳。綜合以上，山藥削皮後最適當之處理為，以 0.05M 檸檬酸浸泡一分鐘，再以真空包裝貯藏於 5 ，則可維持櫃架壽命達 30 天以上。

參考文獻

- 1.許文俐 1990 香菇與金針菇保鮮處理之研究 國立中興大學園藝研究所碩士論文。
- 2.陳如茵 蔡美珠 錢明賽 1993 一些調理蔬果之處理與儲存 中國園藝 39:167-175。
- 3.Cheour, F., C. Willemot, J. Arul, Y. Desjardins, J. Makhlof, P. M. Charest, and A. Gosselin. 1990. Foliar application of calcium chloride delays postharvest ripening of strawberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 115: 789-792.
- 4.Conway, W. S. 1987. Effect of preharvest and postharvest calcium treatment of peaches on decay caused by 'Monilinia fructicola'. Plant Dis. 71: 1084-1086.

5. Conway, W. S., K. C. Gross and C. E. Sams. 1988. Inhibitions of 'Penicillium expansum' polygalacturonase activity by increased apple cell wall calcium. *Phytopathology* 78: 1052 -1055.
6. Hardenburg, R. E. and R. E. Anderson. 1981. Keeping qualities of 'Stayman' and 'Delicious' apples treated with calcium chloride, scald inhibitors and other chemicals. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 106: 776-779.
7. Monsalve-Gonzalez, A., G. V. Barbosa-Canovas, and R. P. Cavaliere. 1993. Mass transfer and textural changes during processing of apples by combined methods. *J. Food Sci.* 58: 1118-1124.
8. Murr, D. P. and L. L. Morris. 1974. Influence of O₂ and CO₂ on odiphenol oxidase activity in mushrooms. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 99:155-158.
9. Ohta, H. and W. Sugawara. 1987. Influence of processing and storage conditions on quality stability of shredded lettuce. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 34:432-438.
10. Parke, D. V. and D. F. V. Lewis. 1992. Safety aspects of food preservatives. *Food Additives and Contaminants* 9: 561-577.
11. Quattrucci, E. and V. Masci. 1992. Nutritional aspects of food preservatives. *Food Additives and Contaminants* 9:515-525.
12. Sames, C. E. and W. S. Conway. 1984. Effect of calcium infiltration on ethylene production, respiration rate, soluble polyuronide content and quality of 'Golden delicious' apple fruit. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 109:53-57.
13. Taylor, S. L. and R. K. Bush. 1986. Sulfites as food ingredients. *Food Tech.* 40:47-52.