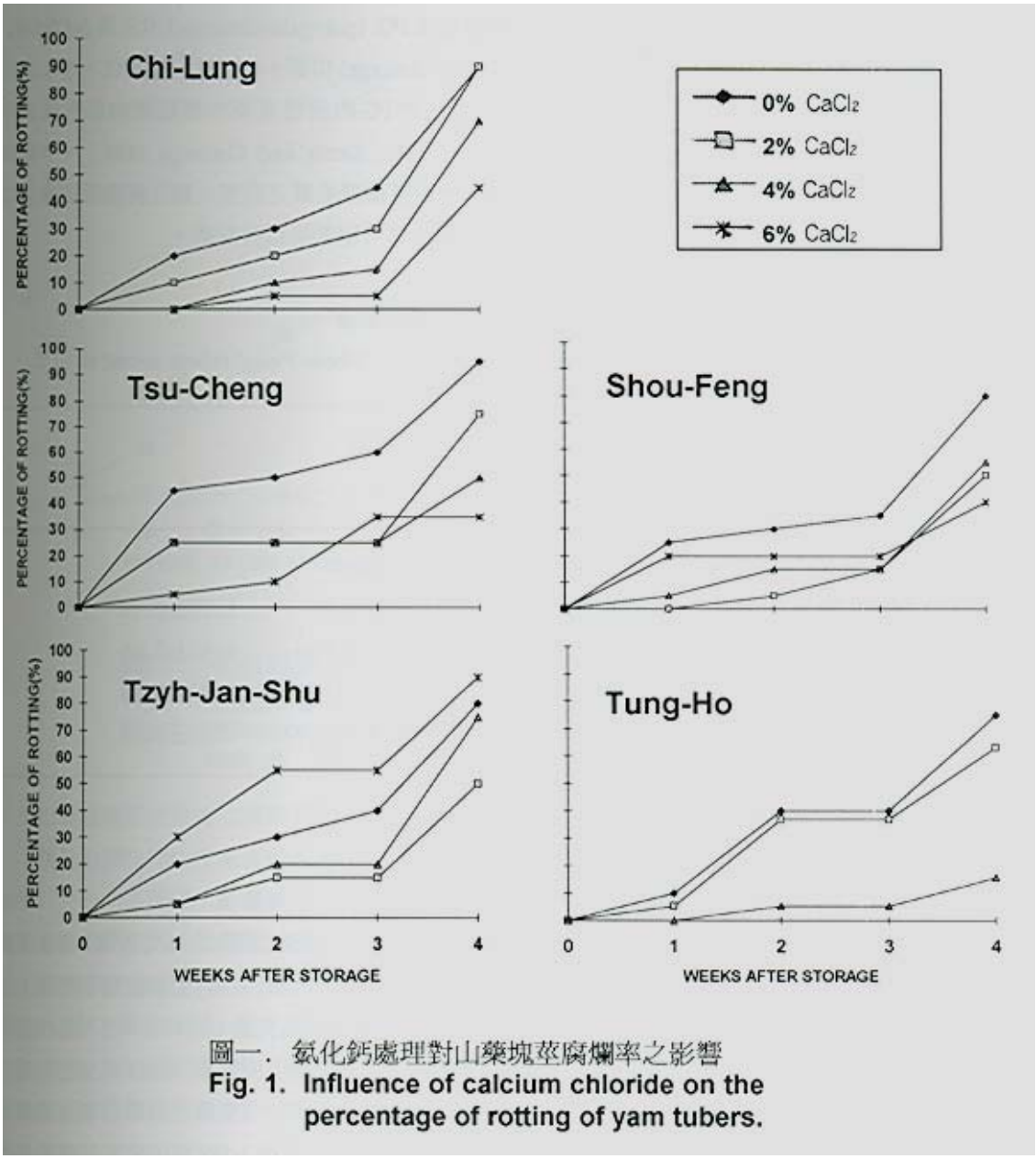
結果與討論

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 Penicil-lium 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 (polygala-cturonase)可使得 de-esteri fied 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。



圖一．氯化鈣處理對山藥塊莖腐爛率之影響
Fig. 1. Influence of calcium chloride on the percentage of rotting of yam tubers.

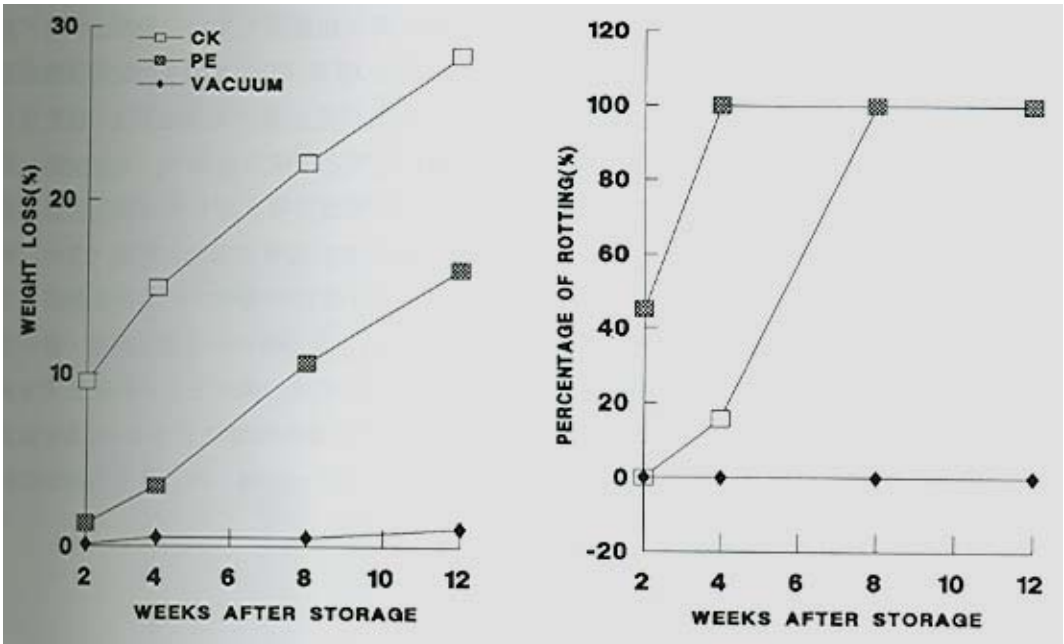
表一.氯化鈣處理對壽豐山藥切塊貯藏在 10℃下失重率之影響

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.



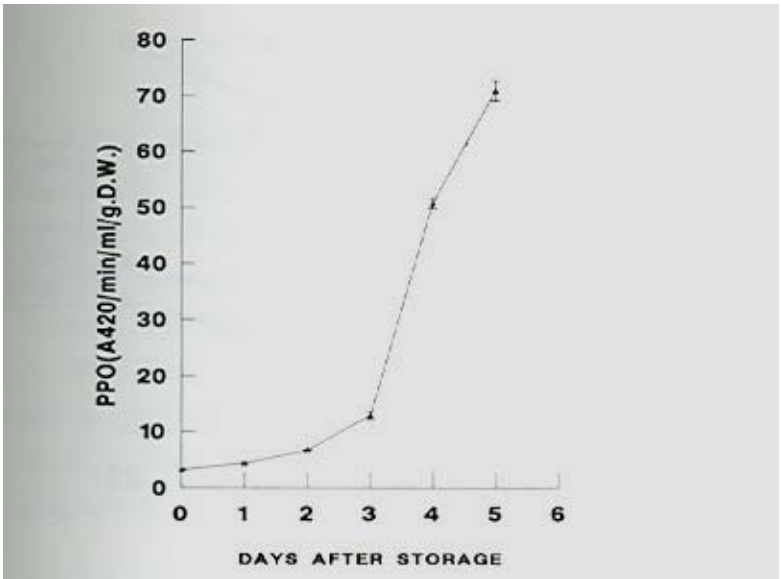
圖二. 不同包裝方式對壽豐山藥塊莖貯藏在5℃下腐爛率及失重之影響

Fig. 2. Influence of package on the percentage of rotting and weight loss of 'Shou-Feng' tubers stored at 5℃.

二、不同包裝方式對長形山藥塊莖切塊貯藏之影響

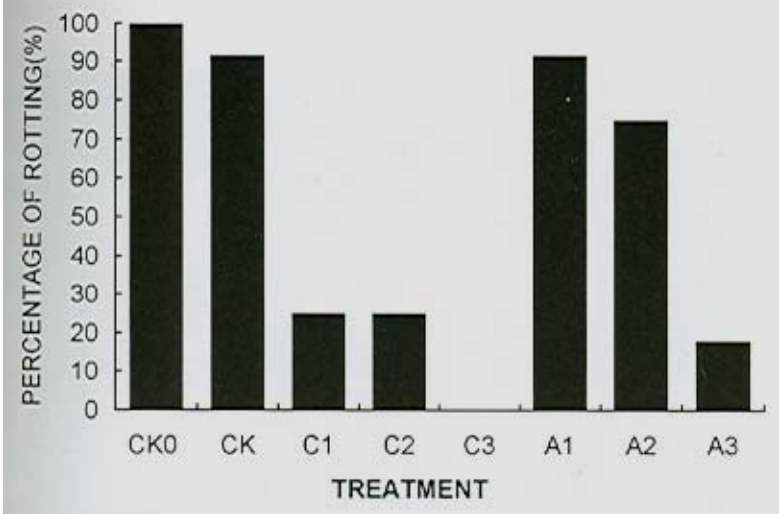
利用簡易包裝可減少山藥塊莖 5℃低溫貯藏時失重之發生，由圖二可知，5℃貯藏 2 週後，對照組即未包裝處理者，失重率已達 9.53%，而真空包裝者失重率為 0，而 PE 膜處理者亦僅 1.29%；5℃貯藏 12 週後，真空包裝處理者僅失重 1.08%，PE 膜包裝者失重 16.04%，而不包裝者則高達 28.36%，試驗結果顯示，不論 PE 膜或真空包裝均可有效地減少失重率，尤以真空包裝處理者失重率最低。山藥塊莖腐爛率調查試驗結果顯示，5℃貯藏 2 週時，PE 膜包裝處理者塊莖腐爛率已達 45%，而未包裝及真空包裝者均尚未見腐爛現象；貯藏 4 週後，PE 膜包裝者腐爛率高達 100%，而不包裝者為 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

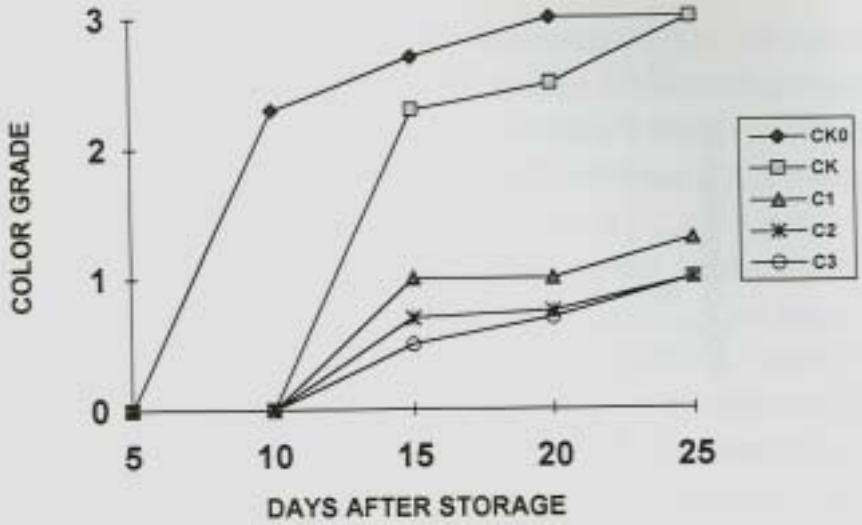
Fig. 3. Influence of storage time on polyphenol oxidase activity of 'Shou-Feng' tubers. Plotted values are the means±S.E.



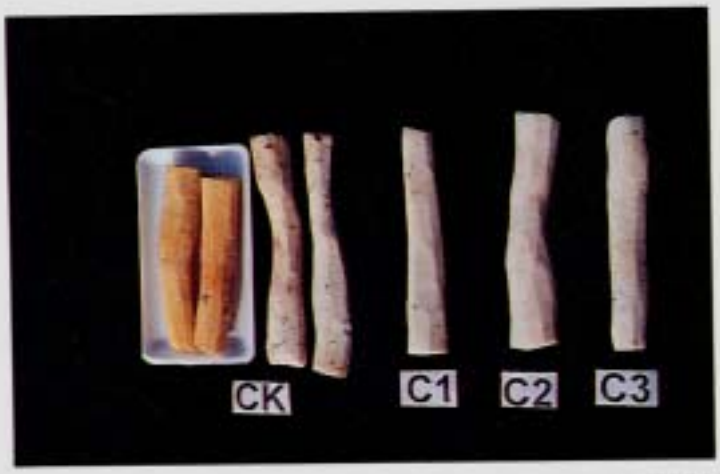
圖四．檸檬酸及維生素C處理對5℃下貯藏30天之真空包裝削皮山藥塊莖腐爛率之影響

Fig. 4. Influence of citric acid and ascorbic acid on the percentage of rotting for prepeeling tubers with vacuum packaging stored at 5℃ 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



圖五．檸檬酸處理對5℃下貯藏之削皮山藥塊莖表面褐變之影響
Fig. 5. Influence of citric acid on the extent of browning for prepeeling yam tubers stored at 5℃.
color grade 0 : fresh and excellent quality
3 : dark brown and nonsalable
CK0 : no dipping　　CK : H2O
C1 : 0.01M citric acid　C2 : 0.03M citric acid
C3 : 0.05M citric acid



圖六．檸檬酸處理之削皮山藥塊莖置於5℃30天後表面褐變情形
Fig. 6. Influence of citric acid on the extent of browning for prepeeling yam tubers stored at 5℃ for 30 days.
CK : PE film、no dipping and vacuum packaging
、H2O and vacuum packaging
C1 : 0.01M citric acid
C2 : 0.03M citric acid
C3 : 0.05M citric 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。