

山藥採收後處理與貯藏之研究

張榮如

摘要

為瞭解陽明山原生種山藥(*Dioscorea alata* L.)的貯藏性，防止採收後切口迅速褐化及延長貯藏期限，本試驗設計以抗氧化劑及包裝處理，貯於不同溫度，探討貯藏後的效應，尋求最適當的處理與包裝方法及貯藏溫度。實驗結果顯示，山藥切口以沾酒精烘燒處理褐變率最低，其次為 3%維他命 C 及 3%檸檬酸處理者，而 3%氯化鈉處理褐化最高。進行長期貯藏者，以報紙包裝或紙箱包裝，內置乙烯吸收劑，對品質及官能品評的口感均很好，其次以加木炭或木屑者，亦有相似之效果，而 PE 袋密封包裝及真空包裝均影響品質，有異味產生。至於貯藏溫度，以 12.5 最好，對品質及口感均最佳，25 者品質較差，5 者有寒害而產生異味。貯於 12.5 可貯藏六個月。文中並建議山藥採收後的處理流程、預措處理、適當包裝及貯藏溫度，可使山藥達到良好的供貨調節。

關鍵詞：陽明山山藥、採收後處理、包裝、貯藏。

前言

陽明山山藥(*Dioscorea alata* L.)形狀以長形薯為主，山藥的蛋白質含量為甘藷的兩倍，脂肪含量僅為甘藷的一半，是屬於低脂性健康食品，且含有豐富的維生素 B₁、B₂、C、K、A、葡萄糖及鈣、磷、鐵、碘等礦物質；而其特殊成分尿囊素(allantoin)、膽鹼(cholin)及黏質物(mucilage)是山藥黏性的主要來源。依據本草綱目記載山藥可以健脾胃、補虛羸、益腎氣、強筋骨、潤皮毛、耳聰目明、增強免疫力，是以消費者亦知長年適量食用新鮮的山藥是優於食用山藥粉或山藥薄片等加工製品山藥^(4,5)。

新鮮山藥採收後，組織受到擦傷、割傷、削皮或病虫害，暴露在空氣中，會發生褐變，發生褐變主要是酚類化合物轉變為褐色的黑色素所致；在貯藏期間的生物化學變化，如呼吸作用、澱粉的代謝、酚類化合物的代謝等，亦容易使得品質劣變，影響口感。貯藏溫度不對，容易發生寒害現象，使得新鮮的山藥極易腐爛^(1,2,6)。

近年來七星農業發展基金會、台北市政府、市農會及北投與士林區農會大力推廣種植陽明山山藥，並由桃園區農業改良場及台北醫學院等配合技術的輔導，使得陽明山山藥產量大增，品質相當好且深受消費者的喜愛，然因山藥的產期集中在十一月至翌年二月，其他時間則不易掌握供應優良品質的山藥產品，故亟待研究最適當的山藥採收後處理與保鮮技術，以達有效調節供貨期。

陽明山山藥的貯藏性尚缺乏研究，為防止採收後切口迅速褐化及延長貯藏期限，本試驗設計不同抗氧化劑處理及不同包裝處理，貯於不同溫度，室溫、12.5 及 5 ，探討其貯藏後的效應，以尋求最適當的貯藏溫度及包裝方法，提供給農民參考應用。

材料與方法

本試驗以陽明山原生種山藥(*Dioscorea alata* L.)為材料。採收後切成每段 10 cm長，在室溫進行癒傷 3 天。設計以抗氧化劑及包裝處理，貯於不同溫度，探討貯藏效應，尋求最適當的處理與包裝方法及貯藏溫度。抗氧化劑以 3 %檸檬酸、3 %維他命 C 及 3 %氯化鈉浸泡 30 分鐘後陰乾；將切口沾酒精後烘乾，以自然乾燥為對照，共 5 處理，每處理

12 重複，調查貯藏一個月後切口顏色及品質之差異。包裝方法以報紙，紙箱包裝內置乙烯吸收劑、木炭、鋸木屑、真空包裝及高密度 PE 塑膠膜等六處理，每處理 8 重複，貯藏溫度以室溫 25 ± 2 、 12.5 ± 1 及 5 ± 1 ，三種溫度。調查貯藏三個月後之失重率、發黴率及官能品評，調查時每處理取 4 段。

失重率% = (剛處理時樣品重 - 取樣時鮮重) / 剛處理時樣品重 $\times 100\%$

發黴率% = (發黴面積 / 切口總面積) $\times 100\%$

切口褐變率：以色差計測 L、a、b 值，剛處理時測得 L_0 、 a_0 、 b_0 ，貯藏後取樣測得 L_1 、 a_1 、 b_1 。

切口褐變率% = $(a_1b_1 - a_0b_0) / a_0b_0 \times 100\%$

官能品評：將樣品切成 3 cm 厚度之山藥薯塊，每處理 10 塊，以電鍋蒸 10 分鐘後，冷卻，由官能品評員品嚐。

山藥官能品評等級：4 級 - 很好吃，鬆、甜，無異味。3 級 - 好吃，較不甜，無異味。2 級 - 不好吃，不鬆、不甜，無異味。1 級 - 很不好吃，不鬆、不甜，有異味。

結果與討論

一、抗氧化劑處理對山藥切口顏色及品質之效應

由表 1 顯示山藥經抗氧化劑處理貯藏於溫度 25 一個月後，對褐變有明顯的效應，以沾酒精烘燒者褐變率 32% 最低，其次為 3% 維他命 C 及 3% 檸檬酸處理者分別為 77%、83%，而 3% 氯化鈉處理者為 87%，自然乾燥者達 135% 褐變率最高。依據朱(1996)之研究報告指出，山藥褐變主要的酵素是多酚氧化酵素的作用，在山藥貯藏過程中，其活性逐漸下降⁽¹⁾。以沾酒精烘燒者，可能切面經熱處理，過氧化酵素被破壞，加上山藥本身乾燥度夠，故保持乾爽，不易受微生物侵襲，亦不會褐化；抗氧化劑處理者，對酵素亦稍有抑制作用，但並未完全抑制，故仍緩慢進行褐化，氯化鈉處理效果不佳，而自然乾燥者，過氧化酵素仍繼續活動，故褐化率達最高。山藥經抗氧化劑處理貯藏一個月後，口感差不如自然乾燥及沾酒精烘燒者，可能是藥劑滲入組織而影響品質。

表 1. 抗氧化劑處理對山藥切口色澤及品質之影響

Table 1. Effect of antioxidant on the color of cut surface and quality of yam.

抗氧化劑 Antioxidant	貯藏前後色澤變化 ^{z)} Color difference on storage						褐變率 Browning (%)	官能品評 ^{y)} Panel test
	L (%)		a		b			
	貯藏前	貯藏後	貯藏前	貯藏後	貯藏前	貯藏後		
	L ₀ Before storage	L ₁ After storage	a ₀ Before storage	a ₁ After storage	b ₀ Before storage	b ₁ After storage		
自然乾燥 Natural drying	57.61	46.95	3.38	6.35	11.61	14.53	135	4.00 ^a
3%維他命 C 3% ascorbic acid	55.22	35.50	3.78	3.10	10.36	2.80	77	1.75 ^{bc}
3%檸檬酸 3% citric acid	53.29	32.58	3.04	7.80	9.03	6.43	83	1.50 ^{bc}
3%氯化鈉 3% sodium chloride	54.13	45.60	3.02	2.30	11.07	1.83	87	1.00 ^c
沾酒精烘燒 Dry with dipping alcohol	57.22	45.87	3.91	5.93	15.47	6.95	32	2.25 ^b

同行英文字母相同者表示鄧肯氏多變域測驗在 5% 水準差異不顯著。

Means followed by the same letter are not significantly ($p=0.05$) different by the Duncan's multiple range test.

z) L 值代表亮度, a 值表紅色度, b 代表黃色度。

L means brightness, a means redness, b means yellowness.

y) 山藥官能品評等級: 4 級---很好吃, 鬆, 甜, 無異味; 3 級---好吃, 較不甜, 無異味; 2 級---不好吃, 不鬆、不甜, 無異味; 1 級--- 很不好吃, 不鬆、不甜, 有異味。

Score of panel test: 4 means very good, no disorder; 3 means good, no disorder; 2 means not good, still no disorder; 1 means very bad, disorder.

二、抗氧化劑、包裝處理及貯藏溫度對山藥失水率之效應

由表 2 顯示抗氧化處理對失水率的影響, 其中以沾酒精烘燒處理者失水率低於 3% 維他命 C 及 3% 檸檬酸處理者, 主要是酒精烘燒切口已乾燥, 減低水分經由切口失水現象, 故貯藏過程中失水現象較緩慢, 而 3% 維他命 C 及 3% 檸檬酸處理者, 則差異不顯著; 不同包裝方法, 在貯藏三個月後, 以真空包裝及 PE 袋密封包裝之失水率最低, 僅 5-20 %; 以紙箱包裝內置木炭、乙烯吸收劑或木屑者, 失水率稍高, 約在 20-40 %; 而僅以報紙包裝者, 失水率達 40-50 %; 因為木炭、乙烯吸收劑及木屑都是有孔性, 可吸附水份及氣體, 後來達到平衡, 反而能維持環境的濕度, 使得山藥不會再大量繼續失水; 而以報紙包者, 較無法維持濕度, 故有繼續失水的現象, 使得組織乾縮; 以真空包裝及 PE 袋密封包裝者, 因包裝膜對水分及氣體的通透性小, 故失水率最低, 雖然以此種包裝使失水率降低, 但膜的通透性影響包裝袋內缺氧而產生無氧呼吸, 以致打開包裝袋有異味, 亦影響食味不佳, 可見適當的包裝可減少失水; 至於不同貯藏溫度, 在貯藏初期, 12.5 及 5 之失水率比 25 者稍微高, 主要原因是冷藏庫內的相對濕度較低, 約為 80 %, 而實驗室內的相對濕度約在 90 %。貯藏至三個月, 失水率以貯藏在 12.5 者相對較低, 較 25 者低約 6%, 較 5 者低約 11 %, 5 因寒害發生, 細胞膜受損, 以致水份滲出, 失水率呈增加的現象⁽³⁾。

表 2. 抗氧化劑、包裝處理及貯藏溫度對山藥貯藏三個月後失水率之影響

Table 2. Effect of antioxidant, package and storage temperature on water loss of yam stored for three months.

處理 Treatment	包裝項目 Package item	抗氧化劑 Antioxidant

		3%維他命 C 3% ascorbic acid			
包裝處理 Package	報 紙 Newspaper	43.32 ^a	36.12 ^a	37.69 ^a	
	木 炭 Charcoal	37.87 ^a	33.19 ^{ab}	22.97 ^{ab}	
	乙烯吸收劑 Ethylene scrubber	31.80 ^a	32.30 ^{ab}	20.28 ^{ab}	
	木 屑 Wood chips	40.56 ^a	38.51 ^a	24.01 ^{ab}	
	PE 密封 PE bag	14.13 ^b	20.90 ^b	10.56 ^b	
	真 空 Vacuum	4.81 ^a	7.56 ^c	12.18 ^b	
	貯藏溫度 Storage temperature	25	25.17 ^b	28.19 ^{ab}	20.57 ^a
		12.5	25.24 ^{ab}	21.92 ^b	17.58 ^a
		5	35.83 ^a	34.17 ^a	25.70 ^a

同行英文字母相同者表示鄧肯氏多變域測驗在 5% 水準差異不顯著。

Means followed by the same letter are not significantly ($p=0.05$) different by the Duncan's multiple range test.

三、抗氧化劑、包裝處理及貯藏溫度對山藥發黴率之影響

本試驗之山藥，在貯藏一個月時，真空包裝者均無發黴現象，PE 袋密封包裝者發黴率低，報紙包裝者發黴率亦較低，而以木屑、木炭及乙烯吸收劑者發黴率較高，主要原因是山藥切口表面濕度高，較易發黴，而切口以沾酒精烘燒者，因烘乾後，切口乾爽，濕度低，病媒不易滋生。而三個貯藏溫度處理間差異不顯著，唯初期，在 5 之低溫有抑制發黴的效果。由表 3 顯示貯藏三個月，以真空包裝者發黴率最低，其次為 PE 袋密封包裝者，報紙包裝者與紙箱內放置木炭、乙烯吸收劑或木屑者則差異不顯著，發黴率在 40-50%，沾酒精烘燒者比 3% 維他命 C 或 3% 檸檬酸處理者發黴率低，其中以沾酒精烘燒加上真空包裝者完全無發黴，可能是這些黴菌多半是好氧性者，在真空包裝缺氧下可完全抑菌，這點可作為進一步改善山藥包裝時之參考。

表 3. 抗氧化劑、包裝處理及貯藏溫度對山藥貯藏三個月後發霉率之影響

Table 3. Effect of antioxidant, package and storage temperature on getting mold at the surface of yam stored for three months.

處 理 Treatment	包裝項目 Package item	抗氧化劑 Antioxidant			
		3%維他命 C 3% ascorbic acid	3%檸檬酸 3% citric acid	沾酒精烘燒 Dry with dipping alcohol	
包裝處理 Package	報 紙 Newspaper	33.33 ^a	46.67 ^{ab}	30.00 ^a	
	木 炭 Charcoal	46.67 ^a	46.67 ^{ab}	43.33 ^a	
	乙烯吸收劑 Ethylene scrubber	46.67 ^a	50.00 ^a	43.33 ^a	
	木 屑 Wood chips	36.67 ^a	40.00 ^{ab}	26.67 ^a	
	PE 密封 PE bag	43.33 ^a	33.33 ^{ab}	26.67 ^a	
	真 空 Vacuum	40.00 ^a	23.33 ^b	0.00 ^b	
	貯藏溫度 Storage temperature	25	50.00 ^a	28.33 ^b	21.67 ^b
		12.5	38.33 ^b	43.33 ^{ab}	35.00 ^a
	5	35.00 ^b	48.33 ^a	28.33 ^b	

同行英文字母相同者表示鄧肯氏多變域測驗在 5% 水準差異不顯著。

Means followed by the same letter are not significantly ($p=0.05$) different by the Duncan's multiple range test.

四、抗氧化劑、包裝處理及貯藏溫度對山藥官能品評之效應

由表 4 顯示，在貯藏三個月後，以對照組及包裝箱內置放乙烯吸收劑或木屑者最好，PE 袋閉封包裝者其次，兩者差異不顯著；報紙包裝或包裝箱內放木炭者，顯得較乾，口感較差；而以真空包裝者，都有異味，口感差。三個溫度處理間差異亦不顯著，但 12.5 者呈現稍好些；抗氧化劑處理以 3% 檸檬酸比 3% 維他命 C 處理效果稍好些，而沾酒精烘燒者，在各種包裝都呈現品質好、口感佳；而貯藏於 5 及 12.5 者，甜味較高，主要是溫度較低，呼吸作用低，糖份保持較好，故口感好、鬆、甜、好吃。真空包裝者，因低氧，產生無氧呼吸，有醱酵酒精味，故口感不好；包裝箱內放乙烯吸收劑，可吸收乙烯及一些氣體，對品質保持有良好的效果。PE 袋閉封包裝，此種袋子有氣變貯藏(MA 貯藏)的效果，能降低呼吸率，故效果比真空包裝者好。由此推之，陽明山山藥亦是能忍受相當程度的低氧，若再加乙烯吸收劑貯於 12.5，則品質當很好。

表 4. 抗氧化劑、包裝處理及貯藏溫度對山藥貯藏三個月後官能品評之效應

Table 4. Effect of antioxidant, package and storage temperature on quality of yam stored for three months, measured by panel test.

處理 Treatment	包裝項目 Package item	官能品評 ^{z)} Panel test			
		3% 維他命 C 3% ascorbic acid	3% 檸檬酸 3% citric acid	沾酒精烘燒 Dry with dipping alcohol	
包裝處理 Package	對 照 Check	4.00 ^a	4.00 ^a	4.00 ^a	
	報 紙 Newspaper	1.67 ^{bc}	2.67 ^{bc}	3.33 ^a	
	木 炭 Charcoal	1.67 ^{bc}	2.00 ^{bc}	3.33 ^a	
	乙 烯 吸 收 劑 Ethylene scrubber	2.67 ^{abc}	2.67 ^{bc}	3.67 ^a	
	木 屑 Wood chips	3.00 ^{ab}	2.00 ^{bc}	2.67 ^a	
	PE 密 封 PE bag	3.50 ^a	3.00 ^{ab}	3.00 ^a	
	真 空 Vacuum	1.50 ^c	1.50 ^c	3.00 ^a	
	貯藏溫度 Storage temperature	25	2.57 ^a	2.00 ^b	2.86 ^a
		12.5	2.80 ^a	2.80 ^{ab}	3.60 ^a
		5	2.43 ^a	3.00 ^a	3.57 ^a

同行英文字母相同者表示鄧肯氏多變域測驗在 5% 水準差異不顯著。

Means followed by the same letter are not significantly ($p=0.05$) different by the Duncan's multiple range test.

z) 官能品評等級說明如表 1。

Score of panel test described as table 1.

綜合上述山藥採收後的生理特性，建議山藥採收後處理流程如下：

選擇成熟度適足的山藥，採收後洗去泥砂，以整條或調理成 25-30 cm 一段，在 30-40℃，相對濕度 90-100%，放置二至三天，使傷口癒合，再置於室溫 25℃ 通風處二天，至水分含量約 70%，然後以報紙或薄棉紙逐條包裝，放在紙箱中，紙箱內放置乙烯吸收劑，每 1,000 g 山藥需乙烯吸收劑 5g，貯藏在 10-12.5℃，相對濕度 60-70% 條件下，可貯藏達五至六個月，貯藏溫度不可低於 10℃，否則產生寒害而腐爛。

誌 謝

本計畫承財團法人七星農業發展基金會經費補助，台北市士林區農會及農友曾炳東先生協助提供材料，史翠花及邱秀美小姐協助試驗調查及資料整理，特此一併申謝。

參考文獻

1. 朱汎琪。1996。山藥塊莖採收後之生物化學研究。靜宜大學食品營養學系。碩士論文 98 pp。
2. 張燦如。1999。山藥採收後處理。山藥特輯。農業發展簡訊。p.14。
3. 劉富文。1994。園產品採收後處理及貯藏技術。台灣省青果運銷合作社印行。p.166-172。
4. 龔財立、張燦如。1996。山藥栽培技術及食譜。桃園區農業改良場。p.1-31。

5. 龔財立。1998。台灣山藥系統分化之研究。國立中興大學農藝系。碩士論文 p.1-89。
6. Kader, Adel A. 1992. Postharvest technology of horticultural crops. 2nd edition University of California. p.18-20.

Studies on the Post-harvest Handling and Storage of Yam (*Dioscorea alata* L.)

Tsan-Ru Chang

Summary

In order to study the storage ability of yam (*Dioscorea alata* L.) and to decrease its browning on the cut surface, the experiments were designed with treating antioxidants and packing materials, the storage temperature was also considered. The results showed that the least browning percentage was obtained from drying with dipping alcohol on the cut surface, followed by treated with 3% ascorbic acid and 3% citric acid. The highest browning percentage was obtained from treated 3% sodium chloride. The best quality in panel test was packed with newspaper or corrugated paper box containing ethylene scrubber, the second one was corrugated box containing charcoal or wood chips. There were disorder in packing with PE bag sealed and vacuum packing. The best storage temperature was 12.5 °C, it could get better quality than 25 °C, while there was chilling injury in 5 °C. Yam was handled well and stored in 12.5 °C, it could keep good quality for six months and meet the market needs.

Key words: yam (*Dioscorea alata* L.), post-harvest handling, package, storage.