

## 貯藏溫度와 充填材料가 마의 貯藏과 品質에 미치는 影響

金榮光<sup>1)</sup>, 韓鐘煥<sup>1)</sup>, 姜東柱<sup>1)</sup>, 辛元教<sup>1)</sup>, 姜晉鎬<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>慶南農村振興院, <sup>2)</sup>慶尙大學校 農科大學

## Effect of Storage Temperature and Keeping Materials on Storability and Quality of Chinese Yam

Yeung-Gwang Kim, Jong-Hwan Han, Dong-Ju Kang, Won-Kyo Shin<sup>1)</sup> and Jin Ho Kang<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Gyeongnam Provincial RDA, Chinju 660-370, Korea

<sup>2)</sup>Dept. of Agronomy, Gyeongsang Nat'l. University, Chinju 660-710, Korea

### ABSTRACT

The experiment was done to clarify the effect of keeping material and storage temperature on weight and quality of Chinese yam (*Dioscorea opposita*) tuber. After the yam tubers were placed into the plastic boxes filled with different keeping materials [polyethylene (PE) film, hull, soil, sand, vermiculite], they were stored under different storage temperature (room, cold) from Oct. 15 to Mar. 15 when all the characters related to the tubers were measured. Soil or PE film as keeping materials was the lowest sound tuber rate when stored at room or cold temperature, respectively, while vermiculite was the highest in both storage temperature. When PE film and vermiculite in both storage temperatures were used as keeping materials, tuber weight were less reduced than the others. Brightness of chromaticity and moisture content were lower in room temperature storage than in cold temperature storage although the characteristics related to marketability were not affected by storage temperature. PE film had greater brightness and value 'a' of chromaticity but lower its 'b' value in the latter temperature than in the former temperature. Vermiculite, however, did the reverse result in comparison with PE film.

**Key words** : Chinese yam, Storage temperature, Keeping material, Tuber weight and characters.

### 緒 言

마는 덩굴성 다년생 식물로서, 전분이 15~20%, 단백질이 1.0~1.5%정도 함유되어 있고 vitamin C도 풍부하며(정, 1995; 이, 1994), saponin, mucin, arginine, choline, diastase, 고급 지방산 등을 많이 함유하고 있어(이와 최, 1994; 이, 1994) 옛부터 生藥劑로 많이 이용하여 왔다. 최근 건강식품으로서 식용마의 수요가 증가함에 따라 계절에 관계없이 소비가 증대되고 있는 실정이다.

마는 경엽이 지는 10월 수확기부터 최종소비 때까지 필연적으로 저장에 이루어져야 하는데 이 기간중 품질의 저하가 큰 것으로 알려져 있다. 저장중 품질을 저하시키는 요인은 효소활성에 의한 호흡, 생장, 후숙 등과 같은 內的 要因과 부패, 蟲害 등 生物的 要因 또는 온도, 습도 등 環境 要因으로 구분할 수 있다(Kader 등, 1985; 김, 1993). 농가 또는 유통과정에서 식용마의 저장성을 향상시키기 위한 간편한 방법은 온도 조절이라고 할 수 있으나 저장적온은 열대 원산인 *D. alata*가 15~16℃(안 등, 1994), 東北亞에서 재배되고 있는 *D. japonica*와 *D. batatas*는 2~5

℃로 보고(中村, 1970)되고 있어서 저장온도에 대한 종의 반응은 다르다고 할 수 있다.

한편 저장시 이용되는 보조재료에 따라서도 마의 괴근은 영향을 받는데 두께가 0.03~0.05mm 정도인 polyethylene 또는 polystyrene이 주로 이용되는 film 저장(Ben-Yehoshua, 1985; 김, 1993; 이 등, 1992; 민 등, 1987; 緒方, 1985; 漆器, 1988)은 저장시 蒸散作用 억제, 세균의 침입방지, film내에 축적된 CO<sub>2</sub>로 인한 호흡과 ethylene 생성억제에 의하여 초래되는 熟期지연으로 저장성이 향상되는 것으로 알려져 있다(緒方, 1985). 식용마는 저온저장에서 보조재료로서 PE film을 이용할 경우 film내 CO<sub>2</sub>의 농도 증가로 저장효과가 증진된다고 하나(弘中과 石橋, 1991) 과도한 CO<sub>2</sub> 집적은 품질을 오히려 크게 저하시키는 것으로 보고되고 있다(Herner, 1987; 緒方, 1985). 지금까지 저장력 향상을 위한 補助材로서 充填物에 관한 연구는 미흡한 실정이라고 할 수 있으나 왕겨는 고구마 저장시 부패 또는 중량감소를 완화시키는 반면, 결구배추의 노지저장시 저장에 전혀 효과가 없는 것으로 보고되고 있다(안 등, 1994). 한편 vermiculite 또는 톱밥으로 充填한 후 비닐로 포장하는 방법으로 마의 長期貯藏에 관한 가능성이 검토된 바 있으나(內藤 등, 1967). 실제 이러한 결과들을 저장에 이용하기 위하여는 이상에서 언급한 충전재의 효과를 상호 비교할 수 있는 시험이 이루어져야만 할 것이다.

지금까지 농가의 생식마 저장은 노지음저장 또는 실내상온저장에 주로 의존해 왔다. 최근 저온저장시설의 보급이 점차 확대되면서 이를 이용한 마의 저장이 보편화되고 있으나 효율적인 저장방법에 대한 연구는 아주 미흡한 실정이다. 본 연구는 식용마 저장 중에 일어나는 품질 변화를 경감시킴으로써 상품성을 높이기 위하여 저장온도와 充填材가 품질과 관련된 마의 괴근 형질에 미치는 영향을 조사하고자 실시되었다.

## 材料 및 方法

본 연구는 1993년 10월부터 1994년 3월까지 慶南農村振興院 농산물 간이저장고를 이용하여 실시되었다. 시험재료인 괴근을 확보하기 위한 마의 재배와 관리는 김 등(1997)의 방법에 준하여 실시하였다.

본 시험은 10월 15일에 수확된 마를 貯藏用供試材料로 이용하였으며 저장 온도와 충전재를 상호 조합하여 처리하였다. Plastic box에다 PE film으로 괴근을 密封한 후 저장하거나, 괴근과 함께 왕겨, 흙, 모래 또는 vermiculite를 채워 저장하는 5개 처리로 구분한 후 이들을 저장시 상온과 저온(5℃)으로 온도조건을 달리하고는 익년 3월 15일까지 중량 또는 품질과 관련된 형질의 변화를 아래와 같이 조사하였다.

저장 후 충전재료에 따른 수량 및 품질과 관련된 형질의 변화를 추적하여 3월 15일에 괴근의 부패가 전혀 없는 건전개체와 부패정도 30% 이하, 30~60% 또는 60% 이상으로 구분한 후 전체에 대한 百分率로, 重量減少率은 저장 전의 무게에 대한 저장 후 중량이 감소된 비율로 환산·표시하였다. 그리고 상품수량은 건전개체와 부패정도가 30% 이하인 개체의 중량을, 저장 후 수량은 단순히 저장과정에서 일어나는 중량 감소만을 제한 후 10a당 수량으로 환산하였다. 품질과 관련된 형질의 조사방법으로 色度는 괴근 절단부위를 Color difference meter (Tokyo Denshoku Co., Model TC-3600)를 이용하여 Hunter표색법(緒方, 1985)으로 L, a, b값을 측정하였는데, 이들중 L값은 명도, a값의 플러스(+)는 붉은 색, 마이너스(-)는 초록색, b값의 플러스(+)는 노란 색, 마이너스(-)는 푸른색을 띠는 것으로 절대치가 클수록 색상이 진함을 의미한다. 한편 糖度는 Refractometer (Atago Co., Model ATC-1)를, 硬度는 Hardness tester (Atago Co.)를 이용하여 측정하였다.

## 結果 및 考察

저장조건별 충전재료에 따른 저장 후 상품수량과 이에 관련된 형질의 변화는 표 1과 같다. 충전재를 달리할 경우 저장방법간에는 상온저장에 비하여 저온저장에서 健全個體率이 높았고, 특히 부패정도가 30% 이상인 개체비율과 중량감소율도 낮아져서 商品收量을 현저히 높인 것으로 나타났다.

저장조건별 충전재간의 비교로서 건전개체율은 상온저장과 저온저장 모두 vermiculite와 모래를 이용할 경우 가장 높았던 반면, 상온저장에서는 흙, 저온저장에서는 PE film을 이용할 경우 가장 낮았다. 그러나 저장조건에 관계없이 건전개체비율이 높은 것

Table 1. Yield and yield-related characteristics of Chinese yam as affected by different storage temperature and keeping material after storage.

Storage condition	Keeping material	Sound root tuber	Decayed root tuber			Weight loss	Market able yield
			< 30	30~60	> 60		
				%			kg/10a
Room	Non	76.7bcJ	23.3a	0.0b	0.0b	7.9a	1,772b
	PE film	76.7bc	23.3a	0.0b	0.0b	3.7b	1,853a
	Hull	85.0ab	15.0ab	0.0b	0.0b	4.7b	1,835ab
	Soil	71.7c	18.3a	6.7a	3.3a	8.5a	1,584c
	Sand	91.7a	8.3b	0.0b	0.0b	5.4b	1,821ab
	Vermiculite	93.3a	5.0b	1.7b	0.0b	3.8b	1,821ab
	Mean	82.5B	15.5A	1.4A	0.6A	5.7A	1,781B
Cold (5℃)	Non	90.0ab	10.0ab	0.0a	0.0a	4.2a	1,844c
	PE film	86.7b	13.3a	0.0a	0.0a	1.0c	1,906a
	Hull	90.0ab	10.0ab	0.0a	0.0a	2.3bc	1,880ab
	Soil	96.7ab	3.3ab	0.0a	0.0a	2.9ab	1,869bc
	Sand	100.0a	0.0b	0.0a	0.0a	2.7ab	1,873bc
	Vermiculite	100.0a	0.0b	0.0a	0.0a	2.3bc	1,881ab
	Mean	93.9A	6.1B	0.0B	0.0A	2.6B	1,876A

J For comparison of means of harvesting date (small letters) within the same storage condition or means of the storage condition (capital letters). Values followed by the same letter are not significantly different by DMRT (P = 0.05)

으로 나타난 충전재에서는 부패정도가 30% 이하인 비율이 낮았으며, 상온저장으로 흙을 이용할 경우 30~60% 또는 60% 이상 부패되는 비율이 높은 것으로 조사되었다. 한편 중량감소율은 상온저장에서 他充墳材에 비하여 포장재를 이용하지 아니한 無處理와 흙을 이용할 경우 높았고 저온저장의 無處理에서도 같은 경향을 보였던 반면, 저온저장에서 PE film을 이용할 경우 가장 낮은 것으로 나타났다. 부패정도와 중량감소율을 고려한 商品收量은 상온저장 및 저온저장 모두 PE film을 이용할 경우 가장 높았다. 그러나 상온저장에서는 흙을 충전재로 이용할 경우 충전재를 이용하지 아니한 無處理보다 상품수량은 낮은 것으로 조사되었다. 이상의 시험결과로부터 식용마를 PE film으로 밀봉한 후 저장하는 것이 건전재율과 상품수량을 가장 높게 유지할 수 있는 방법이라 할 수 있으나 밀봉시 人力所要를 고려할 때 PE film과 차이가 없는 vermiculite가 가볍고 취급도 간편하기 때문에 오히려 실용적이라고 할 수 있다.

식용마를 10월 15일 수확하여 저장조건과 충전재를 달리할 경우 저장기간중 重量減少率의 經時的變化는 그림 1과 같다. 상온저장의 경우 조사가 완료된 3월 4일까지 충전재를 이용하지 않은 無處理에 비하여 충전재를 이용할 경우 중량감소율이 낮았고, 특히 PE film과 vermiculite를 이용할 경우 중량감소가 가장 적은 것으로 추정되었다. 충전재로서 흙은 1월 초순까지는 無處理에 비하여 중량감소율이 적었으나 그 이후에는 중량감소율이 현저히 증가하는 것으로 조사되었는데 이는 충전재료인 흙자체가 건조되어 감에 따라 저장중인 마 괴근의 수분이 계속적으로 탈취되었기 때문인 것으로 해석된다. 한편 상온저장에 비하여 모든 충전재료에서 완만한 중량의 변화를 보인 저온저장에서는 他充墳材에 비하여 PE film에서 가장 낮은 중량감소를 보였다. 저장조건에 관계없이 PE film에서 중량감소율이 가장 낮은 이상의 결과는 弘中(1991) 및 김 등(1991)이 보고한 바와 같이 film 저장에서는 呼吸作用으로 생성되는 CO<sub>2</sub>가

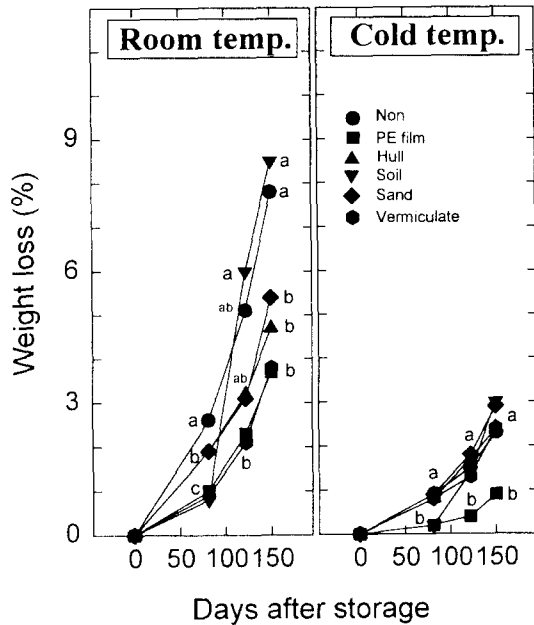


Fig. 1. Changes of weight-loss as affected by storage temperature and keeping material. Symbols having the different letter within the same day after storage are significantly different by DMRT ( $P = 0.05$ ).

film내에 축적되어 저장물의 호흡작용과 수분의 증발역제로 중량감소가 적었던 결과로 해석된다.

저장조건별 충전재료에 따른 저장 후 商品性과 관련된 형질의 변화는 표 2와 같다. 저장온도간의 비교로서 상온저장은 저온저장에 비하여 明度(L)값과 수분함량은 낮았으며 餘他 形質에는 차이가 없었다. 저장조건별 충전재간을 비교하여 보면 상온저장에서는 괴근의 색상과 관련된 명도, 색도 a 및 b값은 차이가 없었으나, 저온저장에서는 명도 및 색도 a값은 PE film을 이용할 경우 가장 높고 vermiculite를 이용할 경우 가장 낮았던 반면, 색도 b값은 PE film 이용시 가장 낮고 vermiculite 이용시 가장 높아 명도 및 색도 a값과 상반된 결과를 보였다. 당도는 상온저장에서 충전재를 이용하지 않은 無處理에서 가장 높고 흡을 이용할 경우 가장 낮았으며, 저온저장에서는 충전재간에 차이가 없었다. 수분함량은 상온저장에서 他處理에 비하여 無處理와 흡을 이용할 경우 가장 낮아 無處理 또는 흡을 이용할 경우 괴근으로부터 수분손실이 많았다고 할 수 있다. 괴근의 경도는 상온저장에서는 충전재간에 차이가 없었으나 저온저장

Table 2. Quality-related characteristics of Chinese yam root tuber as affected by different storage condition and keeping materials after storage.

Storage condition	Keeping material	Chromaticity			Sugar content	Moisture content	Hardness
		LJ	a	b			
..... % .....							
Room	Non	83.2a ♪	- 1.0a	+ 11.8a	6.7a	82.7b	0.69a
	PE film	83.4a	- 1.0a	+ 11.2a	6.2ab	83.5a	0.66a
	Hull	83.4a	- 1.1a	+ 12.2a	6.2ab	83.4a	0.67a
	Soil	83.3a	- 1.2a	+ 12.4a	5.7b	82.7b	0.68a
	Sand	83.9a	- 1.5a	+ 12.3a	5.9ab	83.3a	0.67a
	Vermiculite	82.9a	- 1.2a	+ 11.4a	5.8ab	83.5a	0.66a
	Mean	83.4B	- 1.2A	+ 11.9A	6.1A	83.2B	0.67A
Cold (5℃)	Non	84.1bc	- 1.3ab	+ 11.5ab	5.2a	83.4b	0.67bc
	PE film	84.8a	- 1.2a	+ 11.1b	5.4a	84.0a	0.70a
	Hull	84.2bc	- 1.6b	+ 11.5ab	5.2a	83.8ab	0.65bc
	Soil	84.1bc	- 1.3ab	+ 11.5ab	5.4a	83.6ab	0.68ab
	Sand	84.4ab	- 1.4ab	+ 11.7ab	5.2a	83.6ab	0.64c
	Vermiculite	83.9c	- 1.5b	+ 12.1a	5.3a	83.7ab	0.65bc
	Mean	84.3A	- 1.4B	+ 11.6A	5.3A	83.7A	0.67A

♪ L, brightness; a, + red ~ - green; b, + yellow ~ - blue.

♪ For comparison of means of harvesting date (small letters) within the same storage condition or means of the storage condition (capital letters). Values followed by the same letter are not significantly different by DMRT ( $P = 0.05$ ).

Table 3. Relationship between quality-related characteristics and marketable yield of Chinese yam after storage.

Parameter	PSRJ	PDR			PWL	Chromaticity			MC
		< 30	30~60	> 60		L	a	b	
..... Correlation coefficient .....									
MY ♯	0.545**	-0.324	-0.836**	-0.574**	-0.800**	0.354	-0.185	-0.433**	0.770**

J, ♯ PSR, percent sound root tuber; PDR, percent decayed root tuber; PWL, percent weight-loss; L, brightness; a, + red ~ - green; b, + yellow ~ - blue; MC, moisture content; MY, marketable yield.

\*, \*\* Significant at 0.05 and 0.01 probability, respectively.

에서는 PE film 이용시 가장 높고 모래이용시 가장 낮았다.

충전재료별 저장 후 상품수량과 이에 관련된 형질들과의 相關은 표 3과 같다. 상품수량은 건전개체율 또는 수분함량과 正의 相關을 보인 반면, 부패정도가 30~60%, 60% 이상인 것, 중량감소율 또는 색도 b값과 負의 相關으로 분석되었다.

이상의 시험결과를 요약하면 월동중 마괴근을 효율적으로 저장하기 위하여는 건전개체비율을 높이고 괴근의 중량감소와 수분손실을 최대로 억제할 수 있는 처리방법이 모색되어야 할 것이며, 특히 부패정도가 육안으로도 식별이 가능한 30% 이상의 부패개체를 줄이면서 괴근이 乳白色을 최대한 유지할 수 있는 합리적 저장방법이 추가 시험을 통하여 설정되어야 할 것으로 보인다.

### 摘 要

최근 韓方의 生藥劑 또는 生食用으로서 마의 소비량은 급격히 증대되고 있어 年中 出荷를 위한 안정적인 저장방법이 설정되어야 할 것이다. 본 시험은 마의 저장에 관한 정보를 제공하고자 저장온도와 充填材에 따른 저장 또는 상품성과 관련된 형질의 변화를 조사하였던 바 그 결과를 要約하면 다음과 같다.

1. 充填材에 따른 건전개체율은 상온저장과 저온저장 모두 vermiculite를 이용할 경우 가장 높았고 상온저장에서는 高, 저온저장에서는 PE film을 이용할 경우 가장 낮았다. 한편 중량감소율은 상온과 저온저장 모두 他充填材에 비하여 PE film

과 vermiculite를 이용할 경우 가장 낮았다.

2. 充填材料에 따른 저장 후 商品성과 관련된 明도와 水分含量은 저온저장에 비하여 상온저장에서 낮았으며, 充填材는 저온저장에서 PE film을 이용할 경우 명도 및 색도 a값이 높고 색도 b값이 낮은 반면, vermiculite를 이용할 경우 PE film과는 상반된 결과를 보였다.
3. 충전재료별 저장 후 상품수량은 건전개체율 또는 수분함량과 正의 相關을 보인 반면, 부패정도가 30~60%, 60% 이상인 것, 중량감소율 또는 색도 b값과 負의 相關으로 분석되었다.

### 引 用 文 獻

- 안영섭, 김석연, 이준설, 정병춘. 1994. 고구마 저장력 향상 및 성분분석 시험. 작물시험장 시험연구보고서 pp369-376.
- Ben-Yehoshua, S. 1985. Individual seal-packaging of fruit and vegetables in plastic film - A new postharvest technique. Hort. Sci. 20(1):32-37.
- 정혜영. 1995. 한국산 마의 당질분석. 한국식품과학회지 27(1):36-40.
- Herner, R.C. 1987. High CO<sub>2</sub> effects on plant organs. pp239-253. Postharvest Physiology of Vegetables. Marcel Dekker. New York, USA.
- 弘中和憲, 石稿憲一. 1991. ナガイモの貯藏に關する研究(第1報). 農機誌.53(3):75-83.
- Kader, A.A., R.F. Kasmire, F.G. Mitchell, M.S. Reid, N.F. Sommer and J.F. Thompson. 1985. Postharvest Technology of Horticultural Crops. pp3-7. Univ. California, USA.

- 김병목. 1993. 식품저장학. pp361-383. 진로연구사.
- 金榮光, 韓鍾煥, 姜東柱, 辛元教, 姜晉鎬. 1997. 收穫時期와 貯藏方法에 따른 마의 塊根重과 品質變化. 韓作誌. 42: submitted.
- 김화선, 김상순, 박용곤, 석호문. 1991. 한국산 마전분의 이화학적 특성. 한국식품과학회지 23(5):554-560.
- 이미순, 최향숙. 1994. 참마의 휘발성 풍미성분. 한국식품과학회지 26(1):68-73.
- 이세은, 김동만, 김길환. 1992. PE 필름 두께에 따른 한국산 양다래(*Actinidia chinensis* Planch)의 MA 저장에 관한 연구. 한국농화학회지 35(2):126-131.
- 이승택. 1994. 약초재배. pp102-110. 표준영농교본 7. 농촌진흥청.
- 関龍圭, 朴相旭, 趙光珩. 1987. 新鮮 菜蔬類의 plastic film 包裝材에 關한 研究. 忠北大 農科研報. 5(1):57-64.
- 内藤幸雄, 山川宏, 今井收. 1967. ヤマノイモの低温貯藏に關する研究. 農業および園藝. 42(8):1267-1268.
- 中村武次郎. 1970. ヤマノイモ類の流通と貯藏の現状. 農業および園藝. 45(9): 1401-1405.
- 緒方邦安. 1985. 青果保藏汎論 pp34-294. 建帛社. 東京.
- 漆崎末夫. 1988. 農産物鮮度保持-エチレン抑制とその利用. pp15-34. 筑波書房. 東京.

(접수일 : 1997년 2월 20일)