

포장재 및 저장온도에 따른 건조 연근의 품질특성

권오흔^{1*} · 류정아¹ · 강동균¹ · 최소영¹ · 이해련¹
¹경북농업기술원

Effect of Packaging Materials and Storage Temperature on the Quality of Dried Lotus Root (*Nelumbo nucifera* G.)

Oh-Heun Kwon^{1*}, Jung-A Ryu¹, Dong-Kyoon Kang¹, So-Young Choe¹
and Hye-Ryun Lee¹

¹Gyeongsangbuk-Do Agricultural Reserch and Extension Services, Daegu 702-708, Korea

Abstract

The effects of packaging materials and storage temperature on the quality of dried lotus roots (*Nelumbonucifera*G.) were studied during 330 days of storage. Using four commercial types of packaging, (PE [polyethylene] film bags, PP [polypropylene] film bags, gunny roll, and paper bags), and four different storage temperatures (-5, 0, 10, and 20 °C), changes in moisture content, hardness, color, and sensory qualities of dried lotus roots were investigated. The moisture contents of dried lotus roots stored in PE and PP film bags were higher than those of roots stored in gunny and paper bags. A major difference in moisture content was apparent when roots stored in gunny bags and paper bags were compared. Hue angle values were stable in roots stored in gunny and paper bags at all temperatures. Hardness decreased slightly with increased storage time in PE and PP film bags. Decay rate and marketability of roots stored in PE and PP film bags at -5 °C were acceptable. The results showed that dried roots packaged with PE and PP were stable in quality, in contrast to roots stored in gunny and paper bags.

Key words : *Nelumbo nucifera*, storage temperatures, packaging materials, quality characteristics.

서 론

연근(*Nelumbo nucifera* G.)은 수련과에 속하는 다년생 수초로서, 비대경을 식용으로 하는 구근이며 예로부터 식용으로서 생식, 튀김 및 조림 등의 방법으로 많이 이용되어 왔다(1-3). 연근은 다양한 생리활성물질을 함유하고 있는데 그 중 항산화물질로 알려진 kaempferol, quercetin, isoquercetin과 같은 flavonoids, tannic acid 등 다양한 polyphenol 화합물, oligomeric procyanidine 등이 연잎(4,5), 연꽃(6), 연근(7,8) 및 연육(9)에 다량 함유되어 있는 것으로 보고되었다. 최근 연구에 따르면 고혈압 강하효과(10,11), 당뇨병 예방효과(12,13), 스트레스 저하효과(14), 항암효과 및 신장보호효과(15), 항산화효과(16), 고지혈증 예방효과(17,18), 심혈관관

계 질환 예방효과(6) 등이 있는 것으로 보고되어 연근소비가 점차 증가되고 있다. 이런 연근은 계절과 연도에 따라 변이가 심하여 수확기인 9월부터 11월까지 가격이 하락되고 또한 수확 후 저온에 극히 민감하여 한계온도 이하에서의 저온장해(chilling injury)품질과 저장성으로 인해 상품성에 큰 영향을 미치게 된다. 따라서 연근을 저장하기 위해 먼저 건조의 최적 조건을 찾고 동시에 품질유지에 대한 포장방법이 요구되는 실정이다. 이에 국내 원예 산물 포장에 대한 연구는 주로 무공 필름을 이용한 저장성 연구가 많이 이루어지고 있는데(19,20), 이들 중 polyethylene(PE) 필름으로 밀봉하여 선도를 보존한 것이 많다(21,22). 포장재에 따른 품질 특성 연구로는 양상추(23), 상추(24), 느타리버섯(25) 등과 같은 다양한 신선편이 제품 및 농산물에 대하여 다수 보고되어 있으나 건조 연근의 저장연구에 대한 것은 거의 없는 실정이다. 따라서 본 연구는 연근의 품질 특성을 유지할 수 있도록 50 µm polyethylene (PE), 50 µm

*Corresponding author. E-mail : kwonoh5@korea.kr,
Phone : 82-53-312-6263, Fax : 82-53-320-0295

polypropylene (PP), 종이봉투, 마대의 포장재를 이용하여 포장한 후 온도에 따라 저장하면서 건조연근의 품질변화를 고찰하였다.

재료 및 방법

실험 재료

실험재료는 대구 달성에서 재배한 연의 뿌리를 2006년 10월 중순에 수확하여 사용하였다. 수확한 연근은 수도물에 세척 후 박피하여 칼로 2 mm의 두께로 절단하였으며 절단된 연근 절편을 50℃ 열풍건조법을 이용하여 18시간 건조한 후 실험에 사용하였다.

포장재 종류 및 저장조건

건조 연근 절편의 저장으로 포장재로는 두께 0.05 mm의 PE 필름과 PP film 그리고 마대와 종이봉투를 30×30 cm 크기로 필름은 열접합으로 마대 및 종이봉투는 끈으로 묶어서 사용하였다. 포장 형태별로 건조 연근 절편을 500 g씩 담아서 저장온도 -5, 0, 10과 20℃로 나누어서 330일 동안 저장하면서 수행하였으며, 실험은 30일 간격으로 각각 3회 반복하였다.

수분함량

수분함량은 저장온도와 포장재에 따라서 30일 간격으로 각 시료 30 g을 취하여 AOAC 방법(26)에 준하여 상압가열 건조법을 사용하였다.

색도

건조된 연근의 색도는 색차계(JS555, Color Techno System, Japan)를 이용하여 L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness)을 측정하였다. McGuire (27)의 방법에 따라 Hunter a, b값을 이용하여 Hue Value (Hue angle)를 얻었다. Hue value는 원형 색상판상에 색상 각을 나타내며, a는 x좌표이고 b는 y좌표이고, +a와 -a는 red와 green을 나타내고 +b와 -b는 각각 yellow와 blue를 나타낸다. Hue value는 다음과 같은 공식에 의해서 구하였다.

$$\text{Hue angle} = \tan^{-1} (b/a)$$

경도

연근의 경도는 Texture (COMPAC-100, Sun Scientific Co., Ltd., Japan)를 이용하여 시료의 가운데 부분을 측정하였다. Plunger는 cylindrical type으로 직경 2.0 mm의 것을 사용하였고 test speed는 0.2 mm/sec, 변형률은 99.0%로 측정하였다.

부패율과 상품성

건조 연근의 색상(color), 냄새(flavor), 외관(appearance)에 대한 종합적인 상태를 육안으로 훈련된 15명의 관능요원에 의해 부패율은 건조 연근의 곰팡이 여부 등을 종합해서 (%)로 나타냈고 상품성은 5점법에 의하여 평가하였다. 즉 매우 나쁘다(1점), 나쁘다(2점), 보통이다(3점), 좋다(4점), 아주 좋다(5점)으로 하였다.

통계 분석

모든 실험은 3 반복으로 시행하고 모든 실험 결과의 통계 처리는 SAS program을 사용하여 실시하였고 p<0.005 수준에서 분산분석과 Duncan's multiple range test를 사용하여 유의성과 평균간 차이 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

수분함량 변화

포장재별 저장기간에 따른 수분함량 변화는 Fig. 1과 같다. 실험에 사용한 포장재는 PE, PP, 마대, 종이봉투 4가지의 포장재를 이용하여 -5, 0, 10℃, 상온에서 저장하면서 수분함량을 측정하였다. 포장재에 따른 수분함량을 조사한 결과 PE와 PP 포장재는 종이봉투와 마대와 달리 수분함량이 낮게 나타났으며 장기간 유지되었다. 이는 열가소성 플라스틱 수지인 PE, PP는 투습도 등의 차단성이 우수하기 때문에 낮은 수분함량이 장기간 유지된 것으로 생각되며, 그 뿐만 아니라 투기도, 내열성, 투명성, 수축성 등이 우수하여 식품의 선도보존에 많이 쓰인다. 또한 PE와 PP의 경우 온도가 낮을수록 수분함량이 낮게 나타났다. 저장 330일 PE의 포장재의 경우 -5℃에서 7%정도로 가장 낮은 수분함량을 보였으며, PP도 마찬가지로 -5℃ 및 0℃의 낮은 온도에서 9%정도의 수분함량을 보였다. 그리고 PE, PP의 포장재와는 달리 마대, 종이봉투 포장재는 온도에 따라 수분함량 차이가 크게 나타났다. 그리고 마대 및 종이봉투에서 저장한 시료는 저장 240일 이후 부패한 시료가 발생하였으며 수분함량 측정이 불가하여 그림에 표기하지 않았다. 10℃에서도 마대 및 종이봉투에는 수분함량이 증가하면서 저온성 곰팡이가 발생되었다. 수분함량이 증가하면 장기저장이 불가능하게 됨으로 품질저하를 최소화하려면 저온저장이 요구된다. 그리고 PE 및 PP 필름 포장에 다른 마대, 종이봉투보다 방습효과가 높아 유리할 것으로 판단되었다.

색도 변화

건조연근의 저장기간에 따른 색도변화는 Fig. 3에 나타내었다. 연근의 색도변화는 hue angle value (h값)로 나타내었는데 h값은 hue angle value로 judd-hunter의 L, a, b값을 이용하여 h값을 구하였다. Hue angle은 +a축을 시작으로

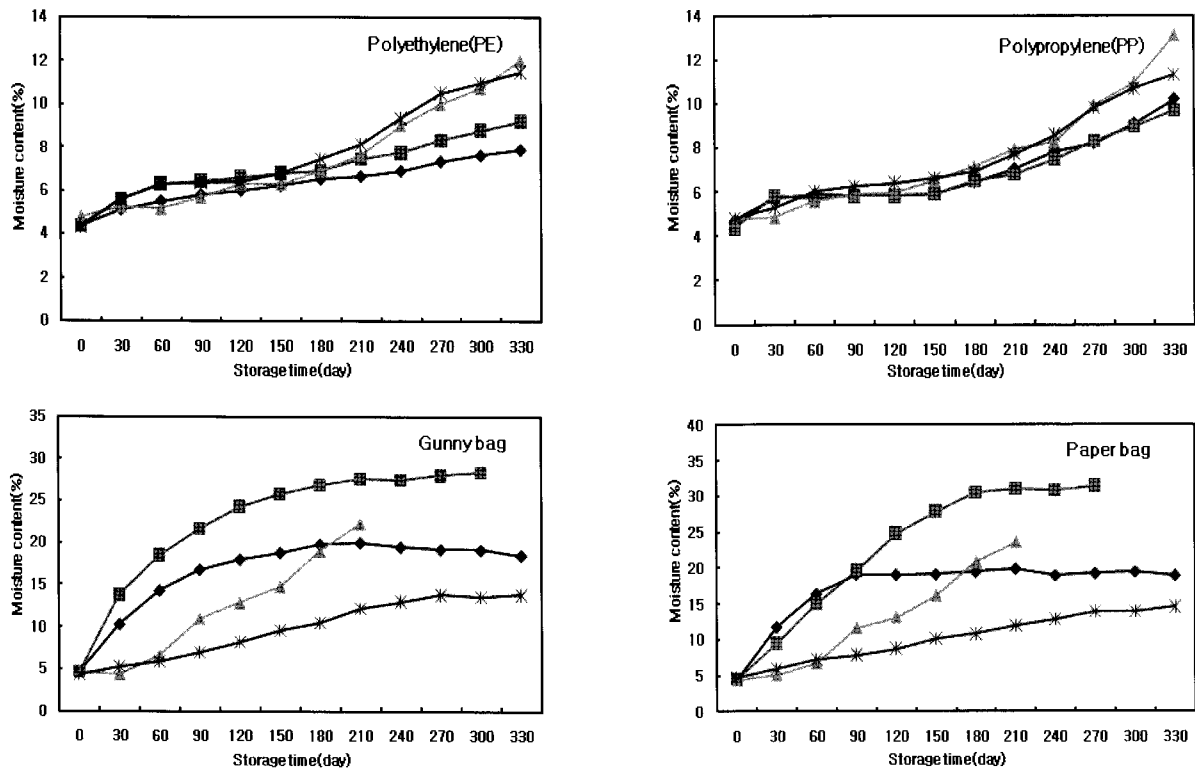


Fig. 1. Changes in moisture content of dried lotus root (*Nelumbo nucifera* G.) stored by packaging materials and different storage temperatures. PE, Polyethylene ; PP, Polypropylene.
 ◆—◆, -5°C; ■—■, 0°C; ▲—▲, 10°C; *—*, 20°C.

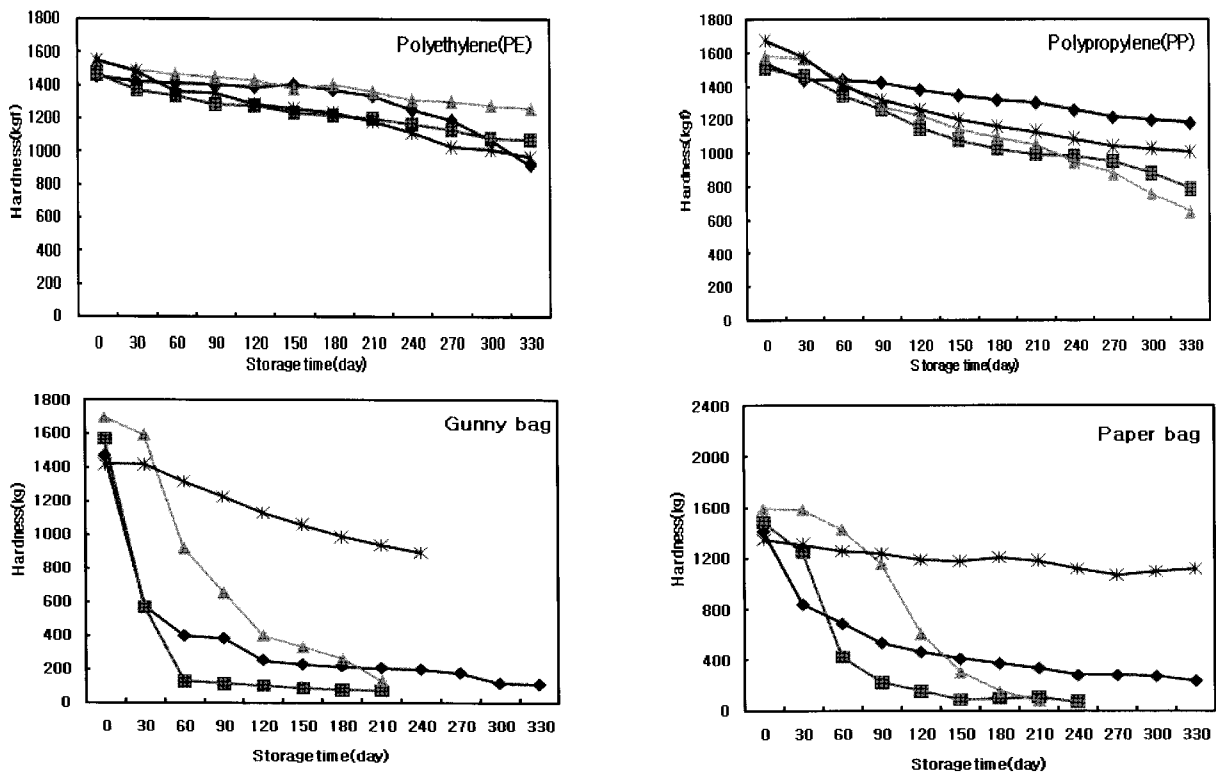


Fig. 2. Changes of hardness of dried lotus root (*Nelumbo nucifera* G.) stored by packaging materials and different storage temperatures.
 PE, Polyethylene ; PP, Polypropylene. ◆—◆, -5°C; ■—■, 0°C; ▲—▲, 10°C; *—*, 20°C.

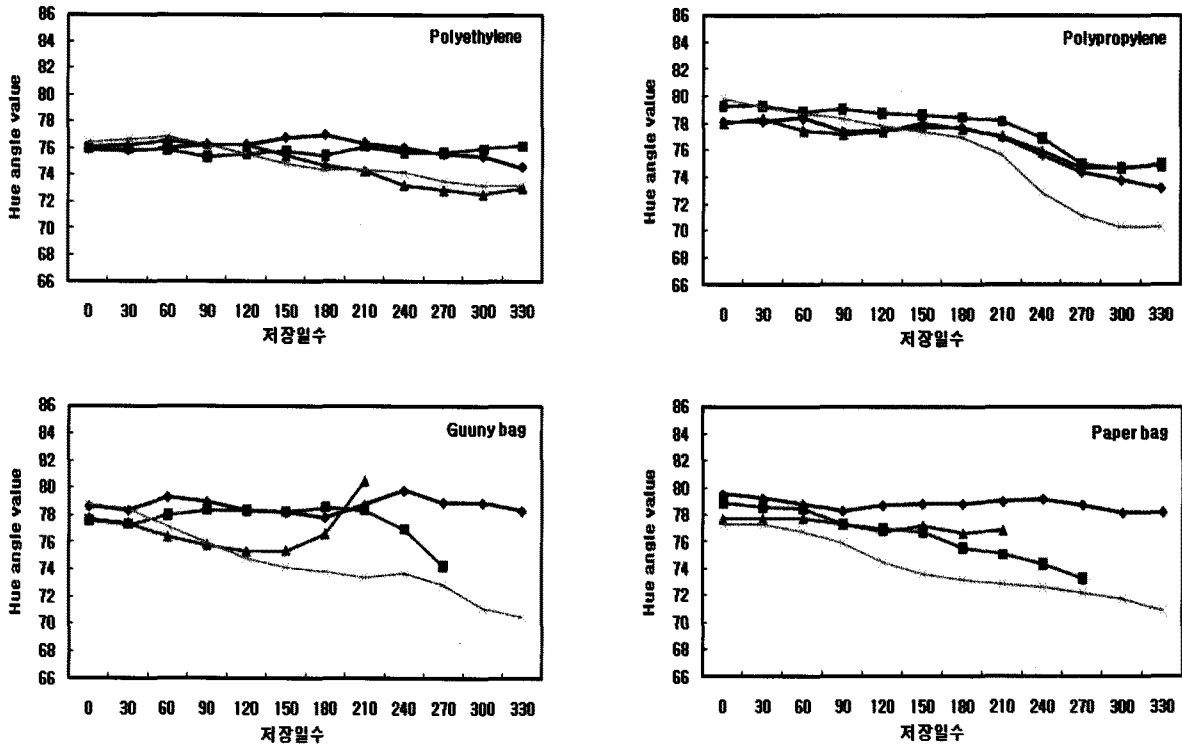


Fig. 3. Changes of hue angle values of dried lotus root (*Nelumbo nucifera* G.) stored by packaging materials and different storage temperatures.

◆—◆, -5°C; ■—■, 0°C; ▲—▲, 10°C; *—*, 20°C.

그 각도를 나타내는데 0°는 +a(red)이고, 90°는 +b(yellow), 180°는 -a(green)이며 270°는 -b(blue)로 정의된다. 또한 높은 hue angle 값을 가지면 보다 녹색(green)쪽에 가깝다는 것이고 낮은 hue angle 값을 가지면 orange-red색에 가깝다는 것이다. 따라서 h값이 '0'에 가까울수록 붉은색, '90'에 가까울수록 노란색, '180'에 가까울수록 초록색 그리고 '270'에 가까울수록 파란색을 나타내게 된다. h값은 연근의 초기 h값은 76~80의 값을 나타내었으며, 건조 연근의 저장기간에 따른 색도 변화를 조사한 결과 PE포장재가 저장기간동안 색상변화가 다른 포장재와 달리 변화가 가장 적었다. 그리고 PP포장재는 저장 210일 이후까지 약지는 경향을 나타내었다. 즉 저장 210일 이후부터 갈변이 시작되었다. 그리고 -5°C에 저장한 마대 및 종이봉투는 대체적으로 저장 11개월까지 h값을 유지하는 경향을 나타내었으나 0, 10°C, 상온에서 저장한 마대, 종이봉투포장재는 연근 고유의 색도 값을 유지하지 못하고 h값이 떨어지거나 증가하는 경향을 보였다. 또한 Bae 등(29)에 의하면 연근의 표면 색택 변화는 주로 PPO (Polyphenol oxidase) 효소에 의한 phenol 물질의 산화에 의한 것으로 온도가 높아질수록 영향이 크다고 보고된 바 품온이 낮게 저장할 때 갈변을 억제시키는 요인이라고 할 수 있다. 그리고 Fig. 4에 나타난 것처럼 0, 10°C에서 저장한 마대 및 종이봉투포장에서 부패현상을 발견 할 수 있었으며 이는 마대 및 종이봉투 포장재에

저장한 연근은 장기 저장하였을 때 높은 수분 함량을 보였으며, 부패현상 및 갈변반응을 억제하지 못했기 때문으로 생각된다.

경도 변화

포장재 및 온도별 저장기간에 따른 경도변화는 Fig. 2와 같다. 온도에 따라 조금의 차이는 있었으나 대체적으로 PE와 PP포장재가 다른 포장재보다 경도 유지가 잘 되었다. 이 결과는 애호박을 PWPF (paper with paraffin film)와 PVCf (polyvinyl chloride film)포장했을때 저장중 경도가 안정적으로 유지된 것과 비교시 저장 식품종류 및 저장시 식품 상태와 포장 재질이 저장중 경도에 밀접한 관계가 있다고 판단된다(28).

이는 PE, PP는 다른 포장재인 종이봉투, 마대 보다는 투습도가 낮기 때문에 수분함량에 큰 영향을 미치지 않기 때문에 경도 또한 PE, PP로 포장한 연근의 경도도 잘 유지되었다. 연근의 초기의 경도가 1500 kgf 이었으나 저장 11개월 후에는 PE 포장재가 가장 적게 변하여 저장 온도에 따라 900~1300 kgf이었다. 하지만 마대와 종이봉투는 상온 저장한 실험구를 제외하고는 저장 11개월 이후 200 kgf 이하의 경도를 나타내었다.

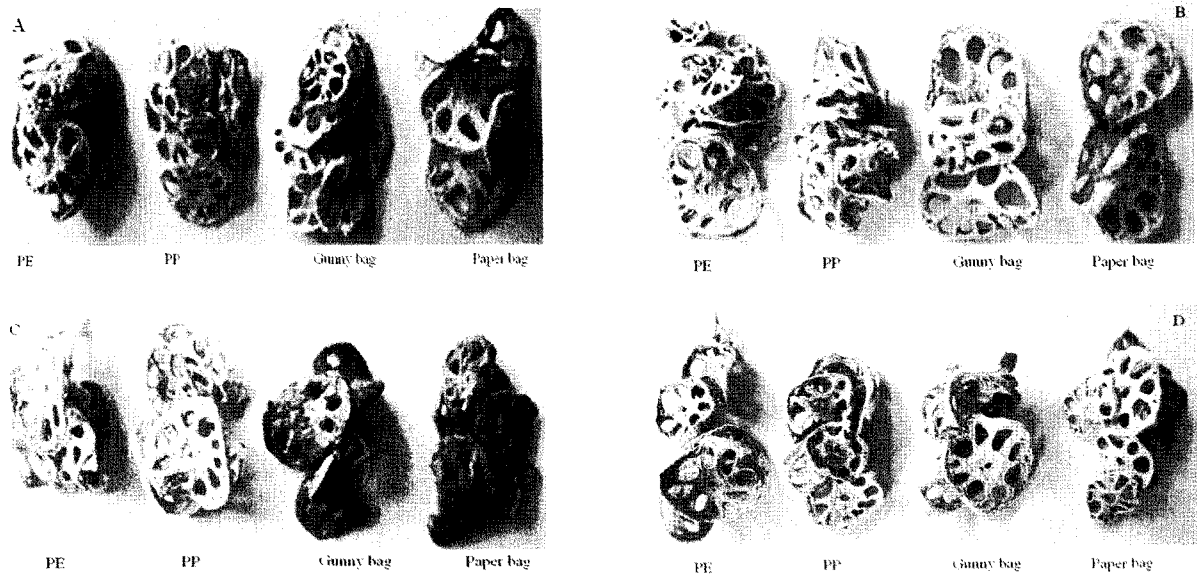


Fig. 4. Changes in quality of dried lotus root (*Nelumbo nucifera* G.) stored by packaging materials and different storage temperatures after 330 days.

A, -5°C ; B, 0°C ; C, 10°C ; D, 20°C.

저장기간에 따른 품질 변화

Table 1은 연근의 저장기간에 따른 품질특성을 나타낸 것으로 PE, PP, 마대, 종이봉투의 4종류의 포장재를 가지고

Table 1. Quality characteristics of dried lotus root (*Nelumbo nucifera* G.) after 330 days of storage by different storage temperature

Packaging materials	Storage temperature (°C)	Decay rate (%)	Marketability ¹⁾
PE	-5	-	4.6±0.1
	0	-	4.3±0.2
	10	-	3.2±0.1
	20	-	3.1±0.2
PP	-5	-	4.7±0.1
	0	-	4.3±0.2
	10	-	3.3±0.1
	20	-	3.2±0.1
Gunny	-5	-	3.2±0.1
	0	100	1.2±0.2
	10	100	1.3±0.1
	20	-	3.1±0.1
paper	-5	-	3.1±0.1
	0	100	1.2±0.1
	10	100	1.2±0.1
	20	-	3.2±0.1

¹⁾Means of n-15 based on 5 points score (very poor, 1 ; poor, 2 ; fair, 3 ; good, 4 ; very good, 5).

-5, 0, 10°C, 실온에서 11개월(330일)동안 저장하면서 경도, 수분함량, 부패율의 품질특성 측정된 것을 표로 나타내었다. 그리고 포장재질과 저장온도에 따라 상품성을 평가하였다. 경도는 앞의 Fig. 2와 마찬가지로 온도에 따라 조금의 차이는 있었으나 대체적으로 PE와 PP포장재가 다른 포장재보다 경도 유지가 잘 되었다. 수분함량은 경도와 마찬가지로 PE, PP포장재가 수분함량이 낮게 나타났으며 온도가 낮을수록 수분함량이 낮게 나타났다. 그리고 건조연근의 저장기간에 따른 부패정도를 조사한 결과 -5°C에서는 실험기간동안 부패를 발견할 수 없었으며 0°C에서는 마대와 종이봉투 두개의 포장재에서 300일 저장 후 부패한 시료가 나타났으며 또한 10°C에서도 마대와 종이봉투 두개의 포장재에서 240일 저장 후 부패한 시료가 발생되었다. 마지막으로 열풍 건조한 연근에 포장재의 종류 및 저장조건을 달리 하여 이들에 대하여 상품성 정도(1: 아주 나쁘다, 2: 나쁘다, 3:보통이다, 4:좋다, 5:아주 좋다)를 평가하였다. 마대 및 종이봉투 포장재보다 PE, PP포장재의 상품성으로 아주 좋았으며, 온도가 낮을수록 즉, -5, 0°C에서 저장한 PE, PP포장재가 좋은 품질로 평가되었습니다.

요 약

본 연구는 건조 연근을 포장방법(PE 필름, PP 필름, 마대, 종이봉투)과 저장온도(-5, 0, 10, 20 °C)를 달리하여 품질의 변화를 알아보기 위해서 수분함량, 경도변화, 색도를 조사하였다. 저장기간 동안 수분의 함량은 PE, PP 포장재에서

종이봉투 및 마대 처리구 보다 수분함량이 높았으며, 저장 온도가 낮을수록 수분함량이 낮게 나타났다. 한편, 마대와 종이봉투 포장재는 온도에 따른 시료간의 수분함량 차이에 있어서 PE와 PP의 포장재와 달리 큰 차이를 나타냈다. 색상은 -5℃에 저장한 마대 및 종이봉투는 저장 330일까지 h값이 안정적인 경향을 나타내었으나 0, 10℃, 20℃에서 저장한 마대, 종이봉투 포장재는 안정적이지 못한 경향을 나타냈다. 경도는 온도에 의해 약간 차이가 나지만 PE와 PP포장재가 다른 포장재보다 경도 값이 높았으며 또한 부패현상, 갈변반응 억제도 효과적인 결과를 나타냈다.

참고문헌

- Kim CK, Chung JD, Lee, HS, Kim CB, Yoon JT, Choi BS. (1996) Effect of plant growth regulators on organogenesis of rhizome in mature embryo cultures of *Nelumbo nucifera*. Korean J. Plant Tissue Culture, 23, 195-198
- Kim YS, Chun SS, Jung ST, Kim RY. (2002) Effect of lotus root powder on the quality of dough. 2002. Korean J. Soc. Food Cookery Sci., 18, 573-578
- Kim YS, Chun SS, Jung ST. (2002) Effect of lotus root powder on the baking quality of wheat bread. Korean J. Soc. Food Cookery Sci., 18, 413-425
- Kim SB, Rho SB, Rhyn DY, Kim DW. (2005) Effect of *Nelumbo nucifera* leaves on hyperlipidemic and atherosclerotic bio F1B hamster. Korean J. Pharmacogn. 36, 229-234
- Lee KS, Kim MG, Lee KY. (2006) Antioxidative activity of ethanol extract from lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 35, 182-185
- Quan JQ. (2002) Cardiovascular pharmacological effects of bibenzylisoquinoline alkaloid derivatives. Acta. Pharmacol. Sin., 23, 1086-1092
- Cho EJ, Yokozawa T, Rhyn DY, Kim SC, Shibahara N, Park JC. (2003) Study on the inhibitory effects of Korean medicinal plants and their main compounds on the 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl radical. Phytomedicine, 10, 544-551
- Hu MH, Skibsted LH. (2002) Antioxidative capacity of rhizome extract and rhizome knot extract of edible lotus (*Nelumbo nucifera*). Food Chem., 76, 327-333
- Ling ZQ, Xie BJ, Yang EL. (2005) Isolation, characterization, and determination of antioxidative of oligomeric procyanidins from the seedpod of *Nelumbo nucifera* Gaertn. J. Agric. Food Chem., 53, 2441-2445
- Park SH, Han JH. (2005) Effects on *Nelumbo nucifera* on the regional cerebral blood flow and blood pressure in rats. J. East Asian Soc. Diet. Life, 15, 163-170
- Park SH, Shin EH, Koo JG, Lee TH, Han JH. (2005) Effects of *Nelumbo nucifera* on the regional cerebral blood flow and blood pressure in rats. J. East Asian Soc. Dietary Life, 15, 49-56
- Ko BS, Jun DW, Jang JS, Kim JH, Park S. (2006) Effect of *Sasa Borealis* and white lotus roots and leaves on insulin action and secretion *in vivo*. Korean J. Food Sci., Technol., 38, 114-120
- Lee MW, Kim JS, Cho SM, Kim JH, Lee JS. (2001) Anti-diabetic constituent from the node of lotus rhizome(*Nelumbo nucifera* Gaertn). Natural Product Sci., 7, 107-109
- Sang D, Kim JH, Hoon IO. (1981) Antioxidant activity of panax ginseng browning products J. Korean Agri. Chem. Soc., 24, 161-166
- Cho SI, Kim HW. (2003) Beneficial effect of *Nodus neoumbinis rhizomatis* extracts on cisplatin-induced kidney toxicity in rats. Korean J. Herbology, 18, 127-134
- Lee, K.S., Kim, M.G. and Lee, K.Y. (2006) Antioxidative activity of ethanol extract from lotus (*Nelumbo nucifera*) leaf. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 35, 182-185
- Lee JJ, Park Se, Lee MY. (2006) Effects of lotus root(*Nelumbo nucifera* G.) on lipid metabolism in rats with diet-induced hypercholesterolemia. Korean J. Food Preserv., 13, 634-642
- Park SH, Hyun JS, Shin EH, Han JH. (2005) Functional evaluation of lotus root on serum lipid profile and health improvement. J. East Asian Soc. Dietary Life, 15, 257-263
- Hong SI, Kim YJ, Park NH. (1993) Modified atmosphere packaging of leaf lettuce. Kor. J. Food Sci. Technol., 25, 270-276
- Kim GH. (1998) Studies on quality maintenance of fresh fruit and vegetable using modified atmosphere packaging. Kor. J. Food Sci. Technol., 5, 23-28
- Jeong JC, Park KW, Yang YJ. (1990) Influence of packaging with high-density polyethylene film on the quality of leaf lettuce during low temperature storage. J. Korean Soc. Hort. Sci., 31, 219-225
- Park JD, Hong SI, Park HW, Kim DM. (1999) Modified atmosphere packaging of peaches for distribution at ambient temperature. Kor. J. Food Sci. Technol., 31, 1227-1234
- Cho SD, Youn SJ, Kim DM, Kim GH. (2008) Quality

- evaluation of fresh-cut lettuce during storage. Korean J. Food Nutr., 21, 28-34
24. Lee JS, Chung DS, Choi JW, Jo MA, Lee YS, Chun CH. (2006) Effects of storage temperature and packaging treatment on the quality of leaf lettuce. Korean J. Food Preserv., 13, 8-12
25. Choi MH, Kim GH. (2003) Quality changes in oyster mushrooms during modified atmosphere storage as affected by temperatures and packaging materials. Korean J. Food Sci. Technol., 35, 1079-1085
26. A.O.A.C. (2005) Official Methods of Analysis. 18th ed., Association of Official Analytical Chemists Washington, DC, p. 223
27. McGuire, R.G., 1992 Reporting of objective color measurements. HortSci, 27, 1254-1255.
28. Lee JW, Shin HS, Lee KH, Park JW. (2009) Changes of physico-characteristics in green pumpkin during storage by packaging material and method. Korean J. Food Sci. Technol., 41, 374-379
29. Bae SK, Kim MR. (1998) Changes of browning, Microbiology and sensory characteristics of concentrated garlic juices during storage. Korean J. Soc. Food Sci., 14, 394-399

(접수 2010년 7월 7일, 수정 2010년 10월 22일, 채택 2010년 11월 5일)