

숙주나물의 저장 중 품질에 미치는 포장 및 저장온도의 영향

조숙현 · 이상대 · 최용조 · 김낙구 · 강진호¹ · 조성환^{2*}

경상남도 농업기술원, ¹경상대학교 생명과학연구소, ²경상대학교 식품공학과 & 농업생명과학연구원

Effects of Packaging and Storage Temperature on Quality during Storage of Mungbean Sprouts

Sook-Hyun Cho, Sang-Dae Lee, Yong-Jo Choi,
Nak-Goo Kim, Jin-Ho Kang¹ and Sung-Hwan Cho^{2*}

Gyeongsangnam-do Agricultural Research & Extension Services, Chinju 660-360, Korea

¹Research Institute of Life Science, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

²Department of Food Science and Technology & Institute of Agriculture and Life Sciences,
Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

Abstract

Effects of packaging and storage temperature on the quality and shelf life of mungbean sprouts(*vigna radiata* (L.) Wilczek) were studied. Mungbean sprouts were packaged in polypropylene films(PP) and oriented polypropylene films(OPP) with 200 g, 250 g, and 300 g and stored at 4°C, 8°C and 12°C, respectively. The deterioration of quality of mungbean sprouts during storage was caused by wilting of hypocotyl, abscission of cotyledon and softening of tissue. Total weight loss never exceeded 1% and no visible signs of shrivelling of mungbean sprouts were observed. At 4°C, 30 µm of OPP film per 250 g mungbean sprouts provided the optimal atmosphere composition(i.e. 3% O₂ and 5% CO₂). A shelf life of 6 days was achieved with these conditions. Hardness of hypocotyl, when deterioration in freshness began, was about 1,027.2 g when considerably deteriorated. Hunter b value was 13 in deteriorated hypocotyl, vs. 11 for hypocotyl of fresh mungbean sprouts was accelerated by fluctuating storage temperature by the increment of storage time. It also was found that the optimum shelf life period was estimated to be 6, 2 and 2 days for 4, 8 and 12°C, respectively.

Key words : mungbean sprouts, packaging film, storage temperature

서 론

숙주나물(*Vigna radiata* L. Wilczek)은 녹두를 발아시켜 콩나물처럼 재배한 것으로 콩나물보다 씹히는 맛이 부드럽고 고급스러우며, 유리아미노산, 지질, 비타민이 풍부하고 (1) 칼로리가 낮아 다이어트에도 좋은 식품이고, 콩나물과 더불어 일반 식생활의 주·부식재료로서의 수요량이 많을 뿐더러 계절과 장소를 가리지 않고 간이하게 재배할 수 있는 채소의 일종이다(2).

숙주나물의 소비량은 우리나라를 제외한 대부분의 국가

에서 콩나물보다 훨씬 많고, 친환경농산물 인증제도에서 콩나물과 같이 무농약 농산물의 범주에 속한다(3). 농산물 유통을 위한 콜드 체인의 발달과 백화점이나 대규모 할인매장 등을 통한 숙주나물의 구매량이 증대되면서 소포장 형태로 주요 유통형태가 바뀌어가고 있으므로 숙주나물의 유통 중 폐기량을 절감함으로써 생산 및 유통에 소비되는 비용을 절감할 수 있으므로 생산량의 증대와 함께 유통 중 숙주나물의 품질유지를 위한 포장기술의 개발이 필요하며 적절한 포장 및 유통저장방법의 개발을 적용함으로써 신선도를 향상시킬 수 있는 방법의 모색이 필요한 것으로 생각된다. 이에 선도유지를 위한 포장재의 개발 및 적절한 온도 등의 연구가 요구되고 있으나, 일부 콩나물에 대한 연구는 진행

*Corresponding author. E-mail : sunghcho@gsnu.ac.kr
Phone : 82-55-751-5478, Fax : 82-55-753-4630

되고 있지만, 숙주나물에 대한 연구는 미진한 실정이다.

숙주나물의 저장 방법으로서 MA저장(4), 진공예냉(5) 등이 있으나 대부분이 콩나물(6-9)에 관한 연구이다. 숙주나물의 저장에 관한 연구는 Tajiri(10)는 10×15 cm 크기의 두께 22 μm 염화비닐리덴 처리를 한 셀로판 코팅지 (다이셀 K)에 내용물을 50 g 밀봉 포장한 결과 최적저장온도는 0℃이며, 상품성 한계일수는 0~5℃에서 13~15일, 10℃에서 5~6일, 20℃에서 2~3일로 보고하였다.

본 연구에서는 현재 유통되고 있는 포장필름과 포장무게로 숙주나물을 포장, 저장하였을 때 저장온도에 따라 발생되는 숙주나물의 품질변화에 미치는 요인을 분석하여 선도유지를 위한 최적조건을 검토해 보고자 하였다.

재료 및 방법

재료

숙주나물은 경남 사천시 사천읍 두량리 소재 콩나물 생산회사인 초록빛마을에서 수확한 것을 예냉 탑차를 이용하여 바로 실험실에 옮겨 4, 8, 12℃에서 30분간 예냉한 뒤 실험에 사용하였고, 숙주나물을 크기 21 × 25 cm인 두께 30 μm 폴리프로필렌(Polypropylene, 대룡포장(주), PP)과 두께 30 μm 폴리프로필렌(Oriented polypropylene, (주)서통, OPP) 봉지에 담아 200±5 g, 250±5 g, 300±5 g 단위로 담아 열접착 포장하여 4℃, 8℃, 12℃의 냉장고(습도 80~90%)에 저장하면서 저장기간에 따른 품질변화를 살펴보았다.

포장 내부의 기체조성 측정

포장내 가스농도 측정은 저장기간에 따라 3개씩의 숙주나물 포장을 꺼내어 포장내의 가스 1 mL를 기밀성 syringe로 샘플링하여 gas chromatography(HP6890, Hewlett-Packard co., USA)에 의하여 분석하였다. 분리 column으로는 CTR I packed column(Alltech Associates, Inc., Deerfield, IL, USA)을, carrier gas로는 헬륨을, detector로는 TCD를 사용하였으며 oven 온도는 40℃이고, injector 온도는 200℃, detector 온도는 200℃로 조절하였다.

중량감소율과 육안적 품질평가

중량감소율은 저장 전 숙주나물의 중량변화를 측정하여 포장개봉 후 저장 전 초기중량에서 저장 후 중량을 뺀 중량감소를 초기 중량에 대한 백분율로 나타내었다. 그리고 숙주나물의 육안적 품질평가에서 수확당시의 아주 신선한 상태로 자엽부분이 노란색을 띠고 있고, 유희백색의 광택이 있으며 숙주나물 고유의 향을 가진 품질을 +++의 상태로, '톡'부러지는 소리를 낼 정도로 신선하고, 초기에 비하여 품질에는 차이가 없으며 판매가능한 정도의 품질을 ++의 상태로, 자엽부분이 여전히 노란색을 띠고 있으며, 이취

가 나지 않고, 식용이 가능한 정도의 품질을 +의 상태로, 숙주나물 자엽의 변색, 이취 등이 심하여 먹을 수 없는 품질을 -의 상태로 판정하였다.

경도, 비타민 C 및 색도 측정

숙주나물의 경도는 Texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro system, Haslemere, England)에 Warner-Bratzler blade를 장착시켜 숙주나물의 배측 부분에 대한 Shearing force를 측정하였다. 비타민C측정은 시료 10 g을 5% metaphosphoric acid 50 mL를 가한 후 마쇄하여 여과하고, 남은 잔사는 소량의 물로 세척하여 100 mL로 하여 hydrazine 비색법에 준하여 분석하였고(11), 색도는 숙주나물을 가지런히 편 후 색도계(CM-3500d, Minolta co., Ltd, Japan)를 사용하여 숙주나물의 자엽부분과 배측부분의 명도(L, lightness), 적색도(a, redness), 황색도(b, yellowness)값을 3회 반복 측정하였다.

결과 및 고찰

저장온도조건에 따른 숙주나물의 저장성

숙주나물은 자엽부의 색택, 유희백색의 광택, 냄새 및 외관 등에 의해 신선도가 평가되며 이러한 품질기준에 의해 저장 한계 기간이 결정된다.

본 연구에서는 숙주나물의 품질 판정 기준으로서 육안적인 평가를 사용하였다. 신선하고 자엽부분이 노란색을 띠

Table 1. Visual quality of mungbean sprouts stored at 4℃, 8℃ and 12℃

Temperature (°C)	Package	Weight (g)	Storage time (days)				
			0	2	4	6	8
4	PP	200	+++	++	++	++	-
		250	+++	++	++	++	-
		300	+++	++	++	+	-
	OPP	200	+++	++	++	++	-
		250	+++	++	++	++	-
		300	+++	++	++	+	-
8	PP	200	+++	++	+	+	-
		250	+++	++	+	-	-
		300	+++	++	+	-	-
	OPP	200	+++	++	+	-	-
		250	+++	++	+	+	-
		300	+++	++	+	-	-
12	PP	200	+++	++	+	-	-
		250	+++	++	+	-	-
		300	+++	++	+	-	-
	OPP	200	+++	++	+	+	-
		250	+++	++	+	+	-
		300	+++	++	+	-	-

* +++ : excellent, ++ : very good, + : good, - : poor, -- : very poor.

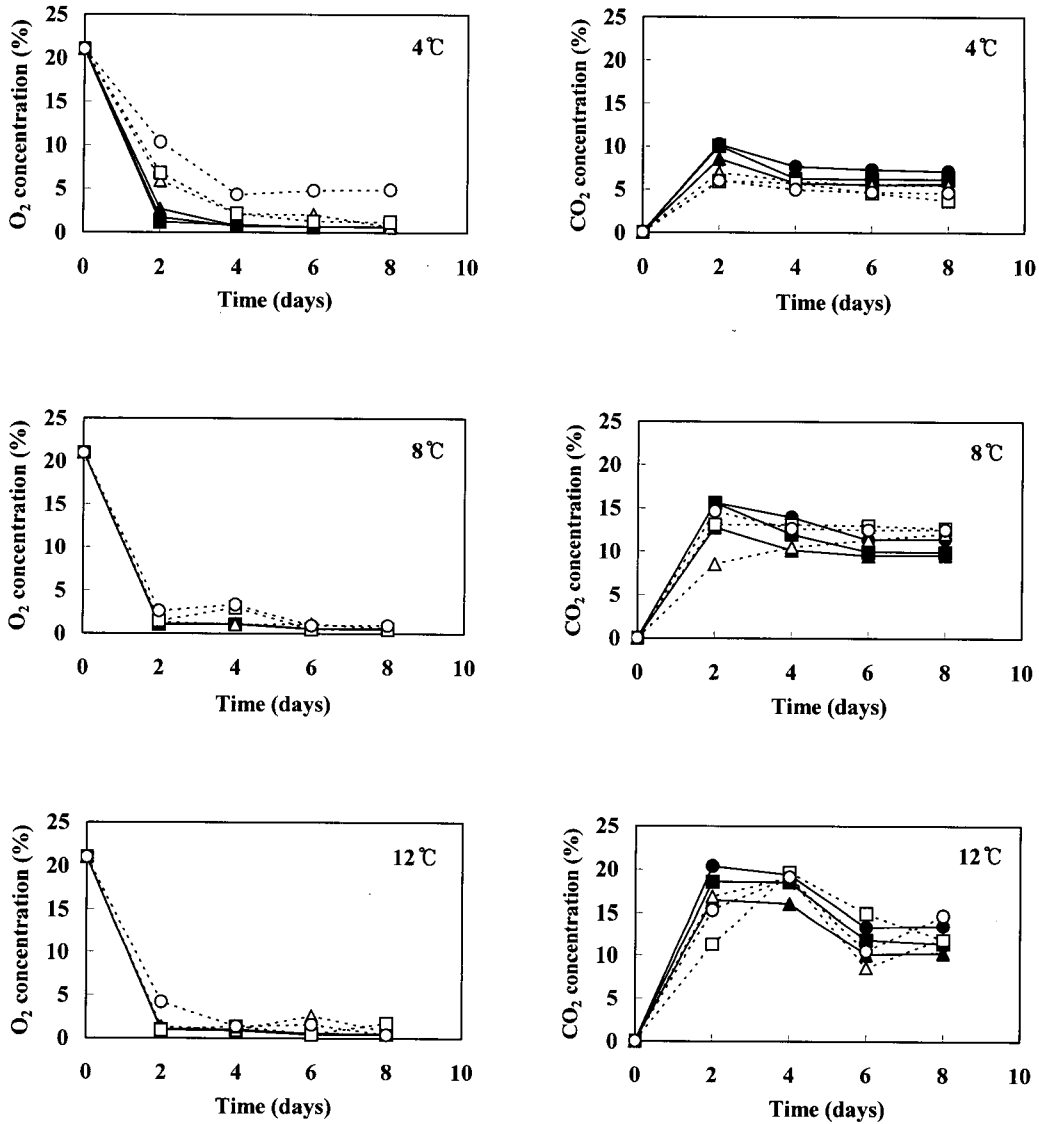


Fig. 1. Changes in gas compositions inside packages of mungbean sprouts at 4°C, 8°C and 12°C.

▲-▲ : Hermetically sealed PP package with 200 g; ■-■ : Hermetically sealed PP package with 250 g; ●-● : Hermetically sealed PP package with 300 g; △-△ : Hermetically sealed OPP package with 200 g; □-□ : Hermetically sealed OPP package with 250 g; ○-○ : Hermetically sealed OPP package with 300 g.

고 있으며, 유희백색의 광택과 향을 가진 품질을 +++의 상태로, 숙주나물의 상태가 ‘톡’부러지는 소리를 낼 정도로 신선하고 자엽부분이 노란색을 띠고 있고, 판매 가능할 정도의 품질을 ++의 상태로 보고 이 때를 저장한계기간으로 결정하였다. Table 1에서와 같이 PP필름, OPP필름으로 200 g, 250 g 포장한 경우 4°C에서 6일의 저장가능기간을 보여서 저온조건에서 신선도가 향상되고 저장기간이 연장됨을 알 수 있다. 그리고 +의 상태는 상품성은 없지만, 자엽부분이 여전히 노란색을 띠고, 이취가 나지 않으며 식용이 가능하였다.

일반적인 신선 농산물의 저장원리는 저온장해를 받지

않는 범위 내에서 가급적 저온을 유지함에 의해 생리적, 미생학적 품질변화는 억제하는 것이다. 숙주나물도 4°C에서 저온장해 없이 신선한 품질로 저장될 수 있어서, 수확후 가급적빨리 4°C부근으로 냉각시키고 이 온도에서 저장시키는 것이 품질유지와 저장기간 유지에 크게 도움이 될 것으로 판단된다.

포장 내부의 기체조성 변화

저장온도에 따른 숙주나물의 호흡특성의 결과로 Fig. 1에서 포장재 내부 기체조성의 변화를 보여주고 있다. 즉 필름별 포장무게별 저장온도에 따라서 서로 다른 기체조성

을 나타내었으며, 12℃의 CO₂농도를 제외하고 저장 2일에 포장내부의 기체조성은 대체적으로 평형에 도달한 것으로 보인다. 포장무게에 관계없이 PP필름과 OPP필름으로 포장한 시험구에서 O₂ 및 CO₂농도가 차이를 보였으며, PP밀봉포장은 저장온도와 포장무게에 관계없이 1%정도의 O₂농도를 보였으며, CO₂농도는 온도가 높을수록 높았다. 4℃에서 저장 6일째 PP밀봉포장의 경우 포장무게에 따라 1%이하였으며, PP밀봉포장은 저장온도와 포장무게에 관계없이 1%이하의 O₂농도와 7~10%의 CO₂농도를 형성시킨 반면, OPP밀봉포장은 포장무게에 따라 1~4% O₂농도와 4~5% CO₂농도를 형성하였으며, OPP 300 g 밀봉포장보다는 숙주나물을 30 μm OPP필름으로 200~250 g 포장하는 것이 상품성에 도움이 될 것으로 생각된다. 그러므로 4℃에서 OPP필름으로 250 g 밀봉 포장한 숙주나물의 신선도가 가장 우수하였고, 이때 최적기체조성은 3% O₂ 농도와 5% CO₂농도였다. 이에 반해, 콩나물의 경우는 5% O₂ 농도와 15% CO₂농도가 신선도 유지에 적합하다고 한 결과와는 상당히 차이가 보였다(6). 그리고 1%이하의 O₂ 농도의 경우 숙주나물 특유의 비린내취가 발생되어 상품성이 떨어졌다.

중량감소율

저장기간에 따른 포장된 숙주나물의 중량감소율은 Fig. 2와 같다. 12℃에서 저장 6일에 각각 200 g, 250 g, 300 g의 PP 및 OPP 밀봉포장은 1%이하의 중량감소를 보였고, 8℃에서도 12℃에서와 같이 1%이하의 중량감소를, 4℃에서는 0.3%내외의 중량감소를 보여 저온으로 갈수록 낮은 중량감소를 보였다. 일반적으로 과채류에서는 저장온도가 높을수록 중량감소가 큰 것으로 관찰되는데 반해(12), 저장온도와 상관없이 중량감소가 1%내외였으며, 심한 중량감소는 조직의 수축, 영양성분의 감소를 초래하기 때문에 품질저하의 원인이 되기도 하지만, 숙주나물에 있어서 중량감소는 상품성 평가에 있어서는 큰 영향을 미치지 않는다고 생각된다.

경도 및 비타민 C

경도는 물리적인 품질지표로 하며 수분증발로 인한 배측부의 시들음을 이용하는 것으로서 저장전의 경도는 2898.0 g 으로서 저장 2일후부터 경도가 낮아졌으며 4일 이후 다시 경도값이 높아졌는데, 이것은 수분탈수와 함께 조직이 연화되어 질겨진 것이며, 육안적인 관찰(Table 1)의 신선도와 어느 정도 일치하였다. 이 결과에서 경도로 본 상품성한계는 1000~1100 g 사이의 값으로 나타났다. 이것은 Fig. 3에 나타내었고 경도로 본 숙주나물의 상품성 한계일수는 4℃에서 PP필름 200 g, 250 g, 300 g 밀봉 포장한 것은 2일, OPP필름으로 200 g, 250 g 밀봉 포장한 것은 6일이었고, 이에 반해 OPP필름으로 300 g 포장한 것은 외관적으로는 신선도가 좋았지만 경도는 낮은 값을 나타내었다. 8℃의

경우는 PP 필름과 OPP필름으로 밀봉 포장한 것은 포장무게와 관계없이 2일이었고, 12℃에서 포장무게 차이에서 2일 정도의 신선도의 차이를 보였다. 이것으로 저온일수록 필름과 포장무게에 따른 신선도의 차이를 알 수 있었고, 4℃에서 OPP필름으로 250 g 밀봉 포장한 처리가 4일 정도 신선도를 연장시킬 수 있었다. 숙주나물의 경우 신선채소로서 비타민C가 풍부하다고 보고되어 있으므로(13), 숙주나물의 저장 중 비타민 C 함량의 변화를 측정하였으며, 그 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 전체적으로 포장필름, 포장무게에 따른 뚜렷한 경향을 찾기가 힘들었다. 다만, 4℃와 8℃에서 저장한 것보다 12℃에서 저장한 것이 비타민 C의 영양성분 파괴가 덜 된 것으로 사료된다.

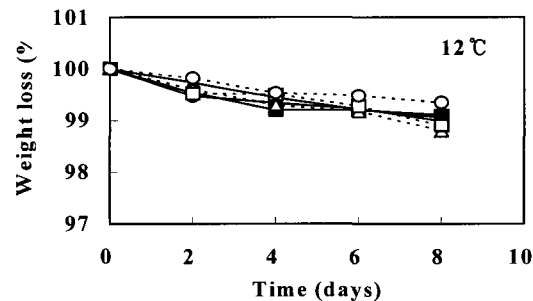
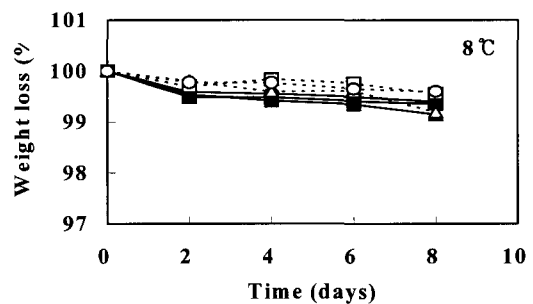
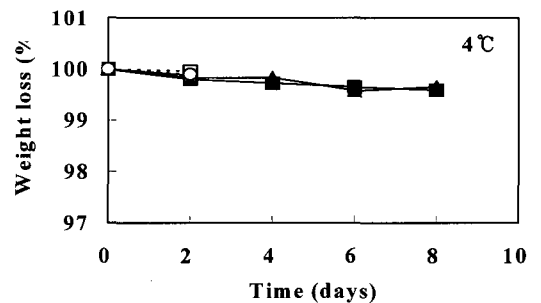


Fig. 2. Changes in weight loss of mungbean sprouts at 4°C, 8°C and 12°C.

▲-▲ : Hermetically sealed PP package with 200 g; ■-■ : Hermetically sealed PP package with 250 g; ●-● : Hermetically sealed PP package with 300 g; △-△ : Hermetically sealed OPP package with 200 g; □-□ : Hermetically sealed OPP package with 250 g; ○-○ : Hermetically sealed OPP package with 300 g.

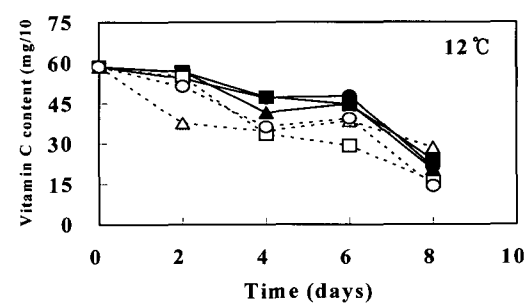
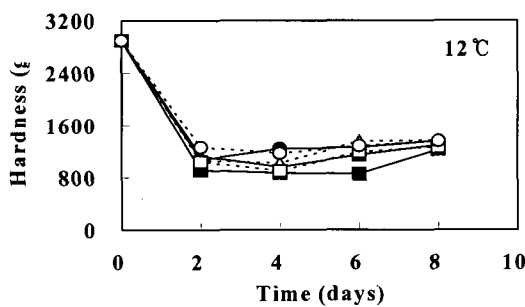
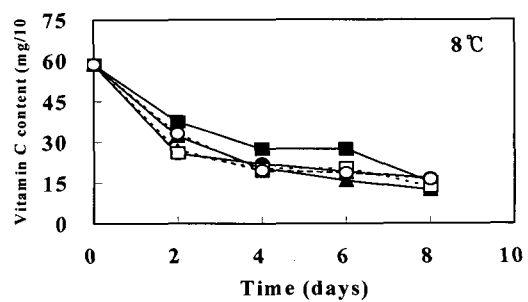
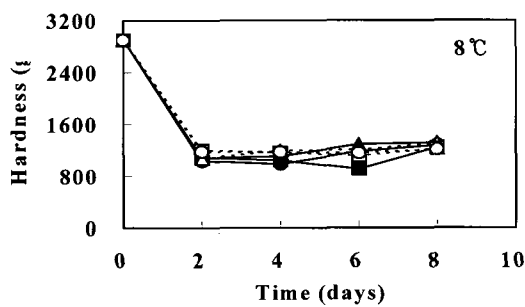
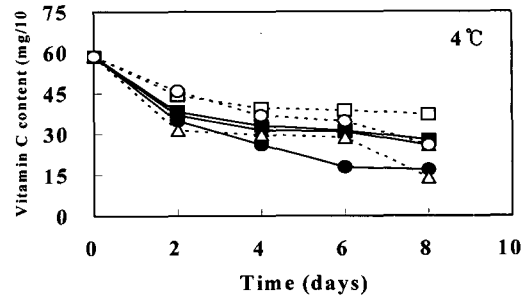
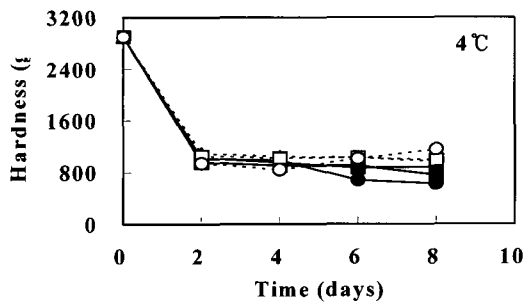


Fig. 3. Changes in hardness(hypocotyl) of mungbean sprouts at 4°C, 8°C and 12°C.

▲-▲ : Hermetically sealed PP package with 200 g; ■-■ : Hermetically sealed PP package with 250 g; ●-● : Hermetically sealed PP package with 300 g; △-△ : Hermetically sealed OPP package with 200 g; □-□ : Hermetically sealed OPP package with 250 g; ○-○ : Hermetically sealed OPP package with 300 g.

Fig. 4. Changes in vitamin C content of mungbean sprouts at 4°C, 8°C and 12°C.

▲-▲ : Hermetically sealed PP package with 200 g; ■-■ : Hermetically sealed PP package with 250 g; ●-● : Hermetically sealed PP package with 300 g; △-△ : Hermetically sealed OPP package with 200 g; □-□ : Hermetically sealed OPP package with 250 g; ○-○ : Hermetically sealed OPP package with 300 g.

색 도

색도는 저장 중의 숙주나물의 신선할 때의 배축부의 유희백색의 유지성과 광택 및 자엽의 황색유지를 알기 위하여 Hunter 색차계의 L값, b값으로 측정되어졌는데, 이것은 Fig. 5에 나타내었다. 저장온도가 낮을수록 배축부의 유희백색이 유지되었고, 전체적으로 자엽의 황색값이 저장초기보다 높아졌지만, 배축부와 마찬가지로 신선한 황색을 나타내었다. 색도에서 명도의 경우 저장기간 동안 어느 정도 큰 변화

가 없었고, 저장 4일까지는 약간의 백색화를 나타내는 정도이고 6일 이후 약간 황색화를 나타내면서 이취와 함께 부패를 나타내었다. 다시 말해서 숙주나물에 있어서는 배축부의 선도유지성은 큰 차이가 없고, 저장기간 동안 자엽이 황색화가 진행되면서 부패되어 짙은 갈색으로 변화하기 때문에 이것으로 신선도의 척도로 판정될 수 있다고 생각된다.

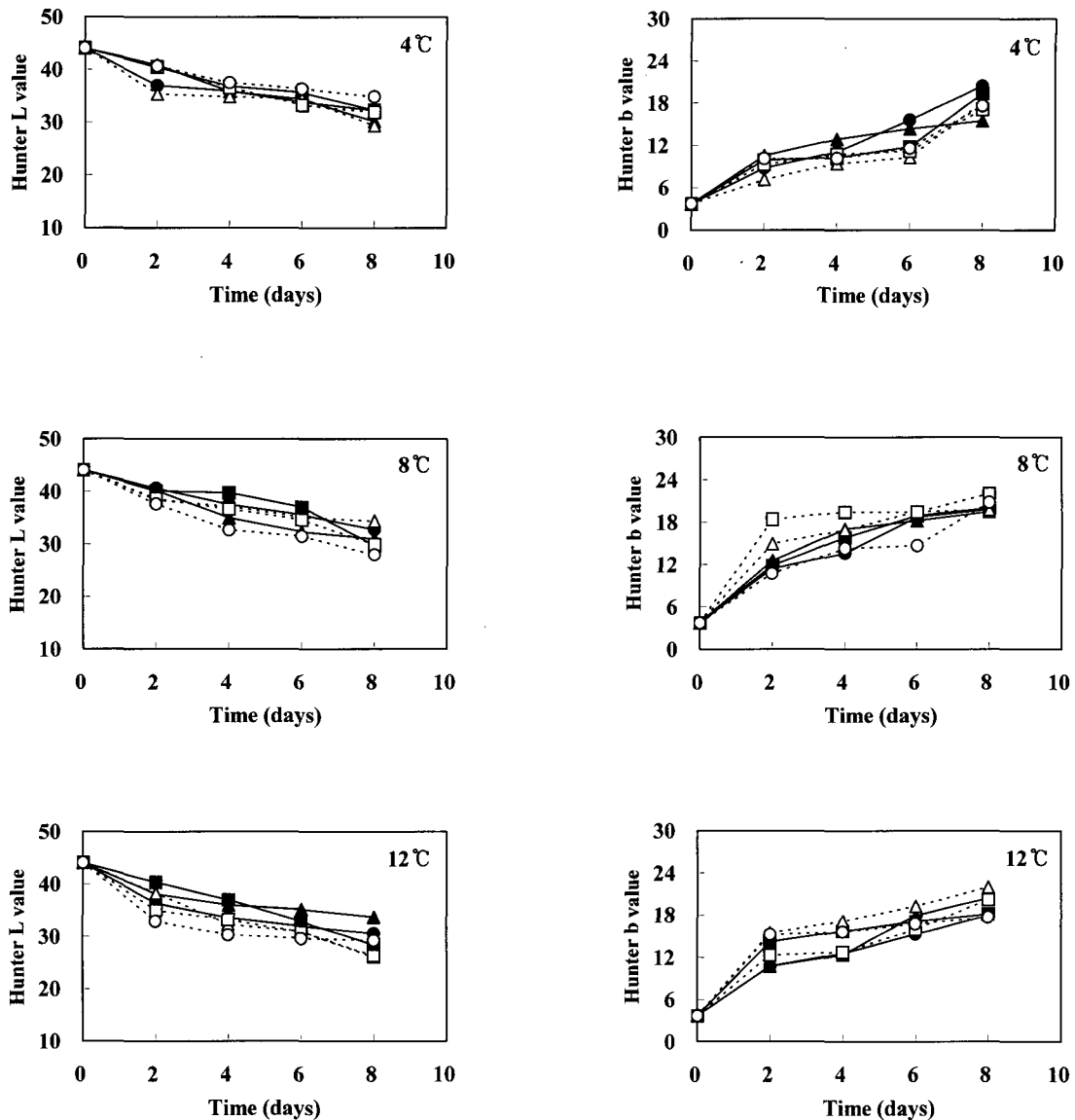


Fig. 5. Changes in Hunter L value(hypocotyl) and Hunter b value(cotyledon) of mungbean sprouts at 4°C, 8°C and 12°C.

▲-▲ : Hermetically sealed PP package with 200 g; ■-■ : Hermetically sealed PP package with 250 g; ●-● : Hermetically sealed PP package with 300 g; △-△ : Hermetically sealed OPP package with 200 g; □-□ : Hermetically sealed OPP package with 250 g; ○-○ : Hermetically sealed OPP package with 300 g.

요 약

숙주나물의 선도유지를 위해 포장필름(PP, OPP), 포장무게(200, 250, 300 g) 그리고 저장온도(4, 8, 12°C)를 달리하여 밀봉 포장한 후 저장기간 동안 품질변화를 살펴보았다. 포장내 기체조성은 포장무게에 관계없이 PP필름과 OPP필름으로 포장한 시험구에서 O₂ 및 CO₂농도가 차이를 보였으며, PP밀봉포장은 저장온도와 포장무게에 관계없이 1%정도의 O₂농도를 보였으며, CO₂농도는 온도가 높을수록 높았다. 중량 감소율의 경우 12°C에서는 0.7~1.1%, 8°C에서는

0.3~0.7%, 4°C에서는 0.1~0.4%의 감소율을 보였으며, 저장기간 동안 전체적으로 1% 내외의 중량감소를 보였다. 숙주나물의 경도는 저장 2일부터 낮아졌다가 4일 이후 경도 값이 높아졌는데, 수분탈수와 함께 조직이 연화되어 섬유소가 강하게 생겨 질겨진 상태이고, 비타민 C 함량은 저장기간 동안 완만한 감소를 보였다. 저장온도가 낮을수록 배축부의 유희백색과 자엽의 황색이 유지되었고, 숙주나물에 있어서는 배축부의 선도유지성은 큰 차이가 없고, 저장 기간동안 자엽이 황색화가 진행되면서 부패되어 짙은 갈색으로 변화하기 때문에 이것으로 신선도의 척도로 판정

될 수 있다. 일반 냉장 유통되고 있는 숙주나물의 유통기한은 3일인데 반해, 4°C 냉장온도에서 두께 30 μm OPP필름으로 250 g 포장하여 저장하면 6일까지 신선도를 유지하여 상품판매 가능하였고, 이 때 감소율은 0.22%정도의 중량감소를 보였으며, 포장내 가스조성은 CO₂ 농도가 5.0%, O₂ 농도가 3.0% 수준이었다.

감사의 글

본 논문은 지자체 주도 연구개발 지원사업(구. 경남 생명공학과제)의 연구비로 수행된 연구 결과의 일부이며, 연구비를 지원하여 주신 경상남도 관계자에게 감사드립니다.

참고문헌

1. Kang, J.H., Ryu, Y.S., Yoon, S.Y., Jeon, S.H. and Cho, S.H. (2004) Effects of aeration period and temperature after imbibition on growth of mungbean sprouts. *Korean J. Crop Sci.*, 49, 472-476
2. Kang, J.H., Ryu, Y.S., Yoon, S.Y., and Jeon, S.H. (2004) Effect of benzyladenopurine soaking period on growth of mungbean sprouts. *Korean J. Crop Sci.*, 49, 477-481
3. Lee, S.W. (1962) The study on rise and fall of vitamin C of green bean sprouts of nutritional growth on Korean cooking. *Korean J. Home Economic.*, 357-367
4. Peppelenbos, H.W. Brien, L. and Gorris, L.G.M. (1998) The influence of carbon dioxide on gas exchange of mungbean sprouts at aerobic and anaerobic conditions. *J. Sci. Food Agric.*, 76, 443-449
5. DeEll, J.R., Vigneault, C., Favre, F., Rennie, T.J., Khanizadeh, S. (2000) Vacuum cooling and storage temperature influence the quality of stored mungbean sprouts. *Hort Sci.*, 35, 891-893
6. Varoquaux, P., Albagnac, G., Nguyen The, C., Varoquaux, F. (1996) Modified atmosphere packaging of fresh beansprouts. *J. Sci. Food Agric.*, 70, 224-230
7. Bae, K.G., Nam, S.W., Kim, K.N. and Hwang, Y.H. (2004) Difference in freshness of soybean sprouts as affected by CO₂ concentration and postharvest storage temperature. *Korean J. Crop Sci.*, 49, 172-178
8. Jung, J.H. and Cho, S.H. (2004) Preservative effect of soybean sprouts pre-soaked and cultivated in the solution of natural antimicrobial mixture. *Korean J. Food Preserv.*, 11, 17-21
9. Ji, J.H., Yang, J.S., Kim, N.G. and Hur, J.W. (2003) Effect of chitosan treatment on growth and shelf life of soybean sprouts. *J. Chitin Chitosan.*, 8, 214-219
10. T. Tajiri (1979) Effect of storage temperature and its fluctuation on keeping quality of mungbean sprouts. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 26, 18-24
11. 이영근, 남상해, 차인호, 강정미 (1998) 식품분석학. 형설출판사, p.203-207
12. Kader, A.A., Zagory, D. and Kerber, E. L. (1989) Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, CRC Press, Inc. Boca Raton, p.1-30
13. Yoo, M.J., Kim, Y.S. and Shin, D.H. (2004) Comparative study on growth of spoilage microorganisms in mungbean and soybean sprout. *J. Fd. Hyg. Safety.*, 19, 25-30

(접수 2005년 8월 22일, 채택 2005년 11월 25일)