

## 대파의 수확기간별 저장온도에 따른 품질 특성

차환수\* · 윤예리 · 김상희 · 정진용 · 김병삼

한국식품연구원

### Quality Analysis of Welsh Onion (*Allium fistulosum* L.) as Influenced by Storage Temperature and Harvesting Period

Hwan-Soo Cha\*, Aye-Ree Youn, Sang-Hee Kim, Jin-Woung Jeong, and Byeong-Sam Kim

Korea Food Research Institute

**Abstract** Quality attributes of welsh onion (*Allium fistulosum* L.) as affected by harvest timing (November, December 2006 and January 2007) and storage temperature (5, 10 and 20°C) were investigated in terms of respiration rate, weight loss, decay rate, color, hardness, sensory quality. A higher respiration rate was found when welsh onions were harvested later and storage temperature was higher. A smaller weight loss was observed in welsh onions that were harvested in November and stored at temperature of 5°C, demonstrating a 9.35% reduction. In other words, there were a minimum difference of 2.15% and a maximum difference of 9.92% between the weight loss in test samples harvested in November and those of test samples harvested in other months. The decay rate was higher in welsh onions harvested in January. The degree of color was more stable in test samples kept at temperature of 5°C than those kept at higher temperature (10 and 20°C). There were, however, no significant differences in color changes among test samples harvested at different times of the year. Thus color change is closely associated with temperature. Also, welsh onions were harvested in November and stored at temperature of 5°C showed a good sensory quality.

**Key words:** welsh onion (*Allium fistulosum* L.), harvest timing, storage temperature, quality analysis

## 서 론

최근 소비자들이 건강지향적 소비추세로 돌아서면서 육류섭취 보다는 과일 및 채소의 섭취가 보다 더 중요한 건강인자로 인식하게 되었고, 이러한 소비패턴에 힘입어 국내 채소류 시장도 새로운 국면에 접어들고 있다. 특히 건강에 대한 지속적인 관심은 식생활을 크게 변화시키고 있으며 자연식품, 영양식품에 대한 소비자의 관심이 증대되고 있으며, 더욱이 이들의 가공제품 보다는 신선 식품에 대한 소비 성향이 급격히 성장하는 추세를 보이고 있다(1).

대파(*Allium fistulosum* L.)는 백합과에 속하는 다년생 초본식물로 내한성, 내서성이 강하고 생육적온은 15-25°C로 서늘한 기후에서 잘 자라서 단작형태로 재배되고 있으며, 수확 및 출하는 추위가 먼저 시작되는 중부지방에서 남부지방으로 확산되며 중부지방은 김장철에 대부분 종료되고 영호남 지방은 익년 2-4월까지 월동하면서 출하되고 있다. 특히, 중국, 일본과 한국에서 가장 많이 생산되고 소비되는 채소이며 일반적인 이름은 독일의 Welshch에서 유래한 welsh onion으로 불리고 있다. 기타 지역에

서는 중국에서는 콩(cong)으로 불리고 영어권과 스페인어권 지역에서는 Japanese bunching onion, Spanish onion, two-bladed onion, spring onion, green bunching onion, scallion, green trail, Chinese small onion 등으로 불리고 일본에서는 네기(negi), 한국에서는 파(pa)로 불리고 있다(2). 다른 일반 채소류와 비교해 볼 때 대파의 녹색이 많은 잎 부분에서는 비타민 A와 C의 함량이 많은 편이고 줄기에는 함량이 적으며, 비타민 B는 잎과 줄기 양쪽 다 적게 함유되어 있다. 파는 이와 같은 일반 영양가 이외에 옛날부터 약용식물로 알려져 왔다. 이것은 파 특유의 냄새로 알려진 아리신(allicin)이라는 성분이 비타민 B<sub>1</sub>을 활성화하여 특정 병원균에 대해 강한 살균력을 나타내고 있다. 또한 예로부터 대파는 건위, 살균, 이뇨, 발한(發汗), 정장(整腸), 구충(驅蟲), 거담(去痰) 등의 효과가 있다고 알려져 왔다(3).

대파는 여름과형 품종과 겨울과형 품종으로 크게 나눌 수 있다. 여름대파는 외대파 또는 줄기파라고도 하며 엽초부분이 길고 굵게 자라는 품종(석창, 사촌, 금장)으로 봄부터 가을까지 생장이 계속되나 늦가을의 저온기가 되면 지상부가 말라죽고 생장이 정지된다. 겨울대파는 저온기가 되어도 휴면이 되지 않는 품종(구조파나 서울백파)으로 내서성은 강하나 내한성이 약하므로 따뜻한 지방이 아니면 생육이 불가능하다. 대파는 전국적으로 생산되고 있으며 그 중 진도산 겨울대파는 국내 전체 대파생산량의 18%를 차지하고 있다. 또한 진도산 대파는 다른 재배지역에서 수확이 불가능한 겨울철에만 수확작업을 하는 특수성으로 겨울 대파로서 매우 유명하고 품질의 조식이 단단하다고 잘 알려져 있다.

대파에 대한 연구로서 Seo 등(4)은 대파추출물에서 4-hydroxy-3-methoxycinnamic acid, succinic acid, fumaric acid, 4-hydroxy-

\*Corresponding author: Hwansoo Cha, Korea Food Research Institute, San 46-1, Baekhyun-dong, Bundang-ku, Seongnam-si, Kyunggi-do 463-746, Korea  
Tel: 82-31-780-9243  
Fax: 82-31-780-9144  
E-mail: hscha@Kfri.re.kr  
Received July 12, 2007; accepted November 7, 2007

benzoic acid 등의 화합물들을 동정하고 이들에게 함유된 항산화 활성 정도를 측정하였으며, Hong 등(5)은 절단 대파의 가공 후 세척 및 포장재 적용에 따른 저온저장 중 품질 특성의 변화에 대한 연구가 이루어졌을 뿐 대파의 수확 후 변화에 대한 연구는 미비한 실정이다. 본 연구에서는 11월 중순에서 익년 2월 사이에 출하되는 진도 겨울대파의 출하 후 손실을 줄이고 신선도를 연장하기 위하여 수확 후 5, 10, 20°C로 저장하는 동안 호흡률 및 품질특성의 변화정도를 알아보았다. 따라서 차후 대파의 최소가공 기술 확립에 이용할 수 있는 기초적인 자료로 이용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 재료

실험에 사용한 대파(*Allium fistulosum* L.)는 전남 진도에서 재배한 대파를 2006년 11월 26일, 12월 26일, 1월 26일에 수확하여 실험에 사용하였으며, 이들 시료는 5, 10, 20°C로 유지되는 저장고(97% RH)에 각각 저장하였다.

### 호흡률

각 실험온도(5, 10, 20°C)에서 O<sub>2</sub> 및 CO<sub>2</sub> 농도에 따른 대파의 호흡률은 밀폐 시스템을 활용하여 측정하였다(6,7). 실리콘 격막이 장착된 유리 용기(직경 13×높이 75 cm, 13.3 L) 내부에 전체 체적의 3/4 정도 분량인 대파 시료를 넣어 밀봉한 뒤 각 실험 일정 시간 간격으로 경시적으로 용기 내의 기체조성을 GC로 분석하여 O<sub>2</sub>와 CO<sub>2</sub> 발생의 호흡속도를 계산하였다. 즉, Gas-tight syringe를 이용하여 포장 내부의 기체를 200 µL씩 채취한 다음, thermal conductivity detector(TCD)와 Alltech 사의 CTR I column이 장착된 GC(Shimadzu, GC-14A, Kyoto, Japan)에 주입하여 이로부터 얻은 크로마토그램으로 기체조성을 분석하였다. 이때 GC의 분석조건은 column 온도 35°C, injector 온도 60°C, detector 온도 60°C로 정하였고, carrier gas 유속은 50 mL He/min이었다.

### 중량감소율 및 부패율

수확시기에 따른 각각의 중량을 미리 측정된 다음 5, 10, 20°C로 유지하면서 3, 7, 11, 15일 저장 중 중량을 측정하였다. 저장 전의 생체중량을 기준으로 하여 각 수확기간별, 저장온도별, 저장기간별 중량감소율을 백분율(%)로 나타내었다. 부패율은 외관의 위조현상과 시들은 정도를 종합적으로 관찰하여 상품가치로서 부적당한 시료 갯수를 육안으로 확인하여 전체 시료 수에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

### 색도

색도는 Chroma meter(CR-400, Minolta Co., Kyoto, Japan)로 측정된 후 Hunter L, b값으로 표시하였다. 백색 표준판(L=99.75, a=-0.49, b=1.96)을 사용하여 색도계를 보정한 후 색 측정에 이용하였다. 측정부위는 잎이 갈라지는 곳에서부터 뿌리부분 아래 방향으로 5 cm되는 지점을 임의로 선정하였다.

### 경도

대파의 경도(hardness) 측정은 Rheometer Compac-100(Sun Scientific Co., CR-200D, Tokyo, Japan)를 사용하였다. 직경 10 mm probe가 대파의 표면을 깊이 10 mm까지 50 mm/min의 속도로 수직으로 관입시킬 때 얻어지는 항복력(yield force)을 측정하고 이를 경도(hardness)로 표시하였다.

### 관능검사

채소류의 외관 품질평가에 잘 훈련된 관능검사 요원 10명을 대상으로 저장 중 대파의 품질변화에 대하여 조사하였다. 평가한 관능적 특성은 위조현상(wilting), 색변화(appearance), 풍미(flavor), 구매의사(buying intention)를 평가하도록 하였으며 7점 채점법에 의해 나타내었다. 이때 대파의 위조현상, 외관, 풍미 항목은 평가 점수가 낮을수록 변화정도가 심한 것을 의미하며, 구매의사는 점수가 낮을수록 품질이 좋지 않아 구매의사가 낮음을 의미한다.

### 통계처리

각 시료에 대한 실험 결과는 SAS program을 이용하여 AVOVA 분석을 실시하고 시료간의 유의적 차이검증은 Duncan의 다중검정을 실시하였다(8).

## 결과 및 고찰

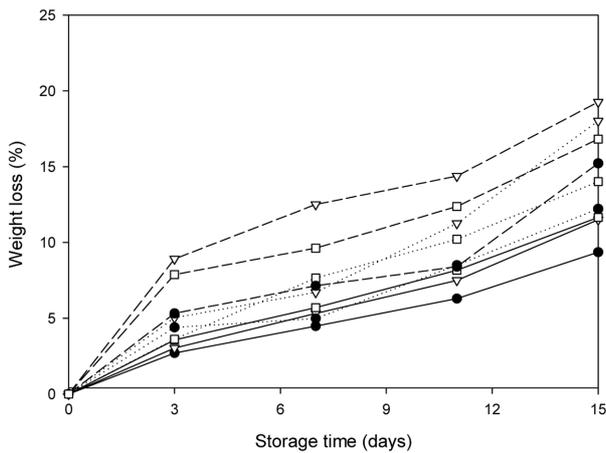
### 수확기간별 저장온도에 따른 호흡특성

일반적으로 신선 농산물의 수확 후 호흡작용은 작물의 종류, 품종, 성숙도, 수분함량, 온도, 가스 환경, 상해정도 및 재배 조건 등에 따라 변이를 나타내며 호흡률의 증가는 곧 저장 수명단축 및 신선도 저하를 의미하기 때문에 고품질 선도유지를 위해 수확 후 중요한 요인이다. 특히 온도는 호흡률 조절의 지배적 요인으로 가장 중요하다(9,10). 수확기간별 대파를 5, 10, 20°C의 저장 온도에 넣어 호흡률을 관찰한 결과를 Table 1에 나타내었다. 5°C 저장처리군의 11과 12월 수확한 대파의 호흡률은 각각 10.05, 19.10 mL/hr·kg으로 12월 수확한 대파가 11월 수확한 대파에 비하여 호흡률이 유의적으로 증가하였다. 하지만 1월 수확한 대파의 호흡률은 21.09 mL/hr·kg으로 12월 수확한 대파에 비하여 증가하였지만, 유의적인 차이는 보이지 않았다. 저장온도 10°C에서의 11과 1월 수확한 대파의 호흡률은 각각 19.33, 35.16 mL/hr·kg으로 대파의 수확시기가 11월인 것에 비하여 1월인 것이 유의적으로 대파의 호흡률이 증가하는 것으로 나타났다. 하지만 20°C에서 저장했을 때에는 11, 12월 수확한 대파의 호흡률이 각각 32.77, 53.34 mL/hr·kg으로 5°C 저장처리군과 비교하여 호흡률이 3배 정도 유의적으로 증가하였다. Jung 등(11)의 보고에 따르면 채소의 호흡률 차이 원인으로는 채소의 숙성정도와 저장온도 차에 따라 달라지는데, 이 중 저장온도에 더 큰 영향을 받는다고 보고하였다. 위 실험의 결과로 보아 낮은 온도에서 저장하였을 때 대파의 호흡률이 더욱 낮아져 노화가 지연되는 것을 알 수 있었다. 또한 수확기간별로 보았을 때에는 11월 수확한 대파의 호흡률이 저장온도와 관계없이 전체적으로 가장 낮게 나타났으며, 1월 수확한 대파의 호흡률이 가장 높게 나타났다. 이는 goldenberry의 수확시기가 늦춰질수록 CO<sub>2</sub>와 C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>의 발생량이 증가하는 것과 동일한 경향을 보였다(12). 따라서 11월에 수확한 대파를 5°C

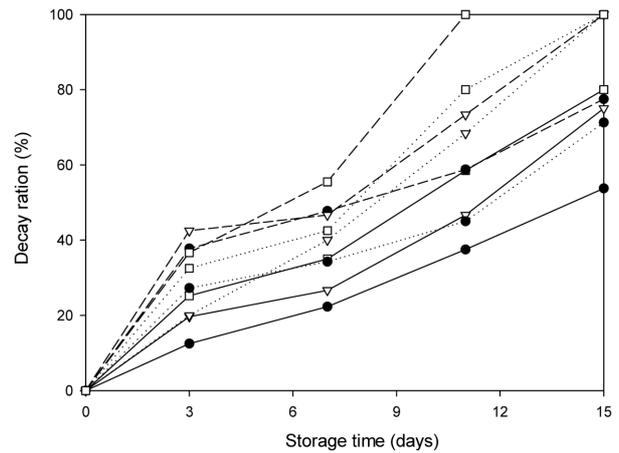
**Table 1. Changes in respiration rate of welsh onion by harvest date at 5, 10, and 20°C<sup>1)</sup>**

Storage temperature (°C)	Harvest date		
	November	December	January
5	10.05 <sup>e</sup> ± 1.8	19.10 <sup>d</sup> ± 5.7	21.09 <sup>d</sup> ± 3.1
10	19.33 <sup>d</sup> ± 2.1	26.73 <sup>cd</sup> ± 4.8	35.16 <sup>b</sup> ± 3.8
20	32.77 <sup>bc</sup> ± 2.0	53.34 <sup>a</sup> ± 7.0	59.33 <sup>a</sup> ± 5.2

<sup>1)</sup>Means with different superscript are significantly different ( $p < 0.05$ )



**Fig. 1.** Changes in weight loss of welsh onion by harvest date during storage at 5, 10, and 20°C. —●— Nov. 5°C —▽— Dec. 5°C —□— Jan. 5°C —●— Nov. 10°C —▽— Dec. 10°C —□— Jan. 10°C —●— Nov. 20°C —▽— Dec. 20°C —□— Jan. 20°C.



**Fig. 2.** Changes in decay rate of welsh onion by harvest date during storage at 5, 10, and 20°C. —●— Nov. 5°C —▽— Dec. 5°C —□— Jan. 5°C —●— Nov. 10°C —▽— Dec. 10°C —□— Jan. 10°C —●— Nov. 20°C —▽— Dec. 20°C —□— Jan. 20°C.

에 저장할 때 호흡률의 상승을 가장 효과적으로 막을 수 있는 것을 유추 할 수 있었다.

**중량감소율**

일반적으로 원예농산물은 수확 시에 90-95%의 수분을 함유하여 신선도를 유지하고 있으나 수확 후에는 수분의 공급이 차단됨으로써 수분이 감소하여 중량감소와 동시에 조위(시들음)현상이 일어나 최후에는 부패되어 버린다(13). 수확기간별 대파의 저장 온도에 따른 중량감소율을 Fig. 1에 나타내었다. 대파의 중량감소는 증산과 호흡, 이 두 가지 요인에 의해 주로 영향을 받는다. 증산은 채소 표면과 주변공기의 증기압차에 의해 수분이 손실되는 것으로서, 온도, 압력, 주변공기의 상대습도 등에 의해 달라진다. 호흡은 생체내의 탄소원과 외기에서 흡수한 산소를 반응시켜 대사활동에 필요한 에너지를 얻는 과정으로, 호흡계수가 1인 정상상태의 호흡반응시 탄소원과 산소의 반응으로 물분자가 생성되고 이것이 증발하면서 중량감소가 일어난다(14). 11월에 수확한 대파를 5°C에서 3, 7, 11, 15일간 저장한 대파의 중량감소율이 2.15, 4.9, 6.5, 9.35%로 전체적으로 가장 낮게 측정되었다. 하지만 11월에 수확한 대파를 20°C에서 저장한 경우 대파의 중량감소율은 5.3, 7.3, 8.5, 15.2%로 전반적으로 증가하는 것으로 나타났다. 이는 같은 시기에 수확한 대파라도 저장 온도가 높아질수록 중량감소율이 증가하는 것을 알 수 있었다. 이러한 결과는 상온이 저온에 비하여 호흡 등 대사작용이 활발히 일어나 대파의 에너지를 소모시키는데 기인하는 것으로 생각된다. 또한 12월과 1월에 수확한 대파를 5°C에서 15일간 저장하였을 경우 중량감소율이 11.5%로 11월 수확한 대파보다 중량감소율이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 11월에 수확한 대파를 5°C에서 15일간 저장했을 경우 다른 실험구보다 최소 2.15%, 최대 9.92% 낮은 중량감소율을 보여 가장 효과적인 것으로 나타났다. 즉, 대파의 수확기간이 늦춰질수록, 같은 수확시기의 대파일 경우에는 저장온도가 높을수록 중량감소율이 증가하는 것을 알 수 있었다. 대파와 비슷한 농산물인 잎상치와 파리고추를 각 온도별로 저장하였을 때 저장온도가 높을수록 호흡량과 에틸렌 발생량 증가함에 따라 채소는 연화하게 되고 그로 인하여 중량감소율이 크게 증가하였으나, 저온에서 저장한 것은 중량감소율이 크지 않아서 본 실험과 비슷한 결과를 보였다(5,15,16).

**변패율**

대파 수확기간별 저장온도에 따른 대파의 변패율을 측정할 결과는 Fig. 2와 같다. 5, 10, 20°C에 저장한 대파는 수확기간과 관계없이 저장 7일째까지는 대파의 변패율이 완만하였으나, 저장 7일을 기점으로 하여 급격하게 증가하는 경향을 보였다. 그리고 대파의 수확기간별로 변패율을 측정할 결과, 11월 수확한 대파를 5°C에서 7일간 저장하였을 때 변패율이 22.30%에 불과하였던 것이 이후 급격히 증가하기 시작하여 저장 15일째에는 53.75%의 변패율을 나타내었다. 12월과 1월 수확한 대파의 경우에는 5°C에서 7일간 저장했을 때 변패율이 26.67%, 35.00%로 11월 수확한 대파에 비하여 변패율 정도가 약간 증가하였으나, 저장 15일이 지난 시점에서는 각각 75%와 80%로 12월과 1월 수확한 대파의 변패율 증가가 더 크게 나타났다. Kim 등(15)의 연구결과에 따르면 파리고추도 저장 7일 이후부터 변패율이 급격히 증가한다고 보고하였다. 저장온도에 따른 변패율의 차이는 5°C에서 7일간 저장한 대파의 변패율은 22.30-35.00%이었던 것에 비하여 10°C, 20°C로 저장한 대파는 34.25-42.50%, 47.75-55.50% 변패율을 보여, 저장온도가 높을수록 대파의 변패율이 증가하는 경향을 보이는 것을 알 수 있었다. 그리고 10°C, 20°C에서 15일간 저장한 12월과 1월 수확한 대파는 완전히 변패되어 가장 높은 변패율을 보였다. 따라서 11월에 수확한 대파는 12월, 1월의 수확시기보다 낮은 변패율을 보였으며 특히 5°C에 저장하였을 때 변패율이 가장 낮아짐을 알 수 있었다. 이와같이 대파의 변패율은 저장온도에 따라서 일정기간 완만한 변패율을 보이다가 부패가 시작되면 급격히 증가하는 경향을 나타내고 있으므로 저장초기 부패율을 차단할 수 있는 저장온도, 저장습도의 관리를 철저히 이루어져야 한다고 생각되어진다.

**색차**

식품에 있어서 색깔은 맛, 향 및 영양성분과 함께 그 식품의 가치를 나타내는 중요한 품질특성이며, 채소의 저장력은 수확시기와 함께 저장온도가 큰 영향을 미치는 것으로 알려져있다. 수확기간별로 수확한 대파시료를 5, 10, 20°C 저장고에 저장하면서 색깔변화를 측정할 결과를 L, b값으로 표시하여 Table 2에 나타내었다. L은 명도, b는 청색-황색의 색깔영역을 나타내므로 L값과 b값이 증가할수록 대파의 황화정도가 증가함을 의미한다. 저

**Table 2. Changes in color of welsh onion by harvest date during storage at 5, 10, and 20°C**

		Storage day				
		0	3	7	11	15
L <sup>1)</sup>	Nov. 5°C	40.63 <sup>a3)</sup>	44.66 <sup>f</sup>	46.84 <sup>e</sup>	47.73 <sup>d</sup>	49.96 <sup>d</sup>
	Dec. 5°C	39.98 <sup>ab</sup>	44.52 <sup>f</sup>	47.88 <sup>e</sup>	48.65 <sup>d</sup>	50.97 <sup>d</sup>
	Jan. 5°C	38.95 <sup>abc</sup>	41.78 <sup>g</sup>	46.79 <sup>e</sup>	48.81 <sup>d</sup>	50.94 <sup>d</sup>
	Nov. 10°C	40.40 <sup>a</sup>	47.24 <sup>cd</sup>	49.48 <sup>cd</sup>	51.89 <sup>c</sup>	53.64 <sup>c</sup>
	Dec. 10°C	39.36 <sup>abc</sup>	46.50 <sup>de</sup>	50.59 <sup>bc</sup>	51.66 <sup>c</sup>	52.73 <sup>c</sup>
	Jan. 10°C	38.47 <sup>bc</sup>	45.46 <sup>ef</sup>	47.87 <sup>e</sup>	51.38 <sup>c</sup>	52.66 <sup>c</sup>
	Nov. 20°C	40.28 <sup>a</sup>	51.48 <sup>a</sup>	54.83 <sup>a</sup>	56.71 <sup>a</sup>	58.27 <sup>ab</sup>
	Dec. 20°C	39.74 <sup>abc</sup>	48.41 <sup>c</sup>	49.26 <sup>d</sup>	54.38 <sup>b</sup>	57.29 <sup>b</sup>
	Jan. 20°C	38.09 <sup>c</sup>	49.83 <sup>b</sup>	50.97 <sup>b</sup>	54.28 <sup>b</sup>	58.79 <sup>a</sup>
b <sup>2)</sup>	Nov. 5°C	20.38 <sup>a</sup>	26.28 <sup>c</sup>	27.64 <sup>a</sup>	27.90 <sup>bc</sup>	29.37 <sup>cd</sup>
	Dec. 5°C	18.54 <sup>b</sup>	24.58 <sup>d</sup>	27.30 <sup>a</sup>	27.09 <sup>c</sup>	28.51 <sup>c</sup>
	Jan. 5°C	17.58 <sup>b</sup>	21.44 <sup>f</sup>	25.41 <sup>b</sup>	28.25 <sup>bc</sup>	28.37 <sup>de</sup>
	Nov. 10°C	20.38 <sup>a</sup>	22.68 <sup>e</sup>	28.30 <sup>a</sup>	29.59 <sup>a</sup>	30.28 <sup>ab</sup>
	Dec. 10°C	18.53 <sup>b</sup>	27.49 <sup>b</sup>	28.39 <sup>a</sup>	29.41 <sup>a</sup>	30.32 <sup>ab</sup>
	Jan. 10°C	17.52 <sup>b</sup>	25.25 <sup>d</sup>	28.14 <sup>a</sup>	27.90 <sup>bc</sup>	30.47 <sup>a</sup>
	Nov. 20°C	20.20 <sup>a</sup>	29.31 <sup>a</sup>	26.28 <sup>b</sup>	28.80 <sup>ab</sup>	29.54 <sup>bcd</sup>
	Dec. 20°C	18.51 <sup>b</sup>	28.42 <sup>ab</sup>	25.90 <sup>b</sup>	27.82 <sup>bc</sup>	29.67 <sup>bc</sup>
	Jan. 20°C	17.59 <sup>b</sup>	28.55 <sup>a</sup>	27.43 <sup>a</sup>	28.80 <sup>ab</sup>	30.49 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>L: lightness

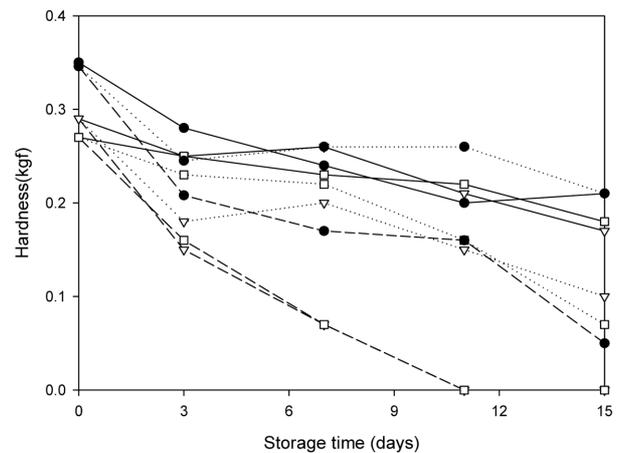
<sup>2)</sup>b: yellowness

<sup>3)</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

장 초기 대파의 'L'값은 38.09-40.63으로 수확시기와 저장온도에 차이에 따른 차이는 유의적으로 없었다. 5°C에서 저장 15일이 지난 후의 11월 수확대파의 L 값은 49.96로 12월과 1월 수확한 대파에 비하여 값이 작아서 대파의 황화정도가 가장 적은 것을 알 수 있었지만 유의적인 차이는 없었다. 하지만 저장온도가 10°C일 때 52.66-53.64, 저장온도 20°C일 때 57.29-58.79로 대파의 L 값이 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 'b'값은 전체적으로 저장초기에 17.52-20.38이었던 것이 저장온도 5°C에서 15일 이후에 28.37-29.37로 증가하였지만, 이는 10, 20°C에서 저장한 대파와 비교하여 증가율이 가장 적었다( $p < 0.05$ ). 또한 저장 20°C에서는 11월 수확한 대파가 29.54로 12, 1월 수확한 대파에 비하여 'b'값의 변화가 적었으나 처리구간의 차이는 없었다. 전반적으로 대파시료의 L 값과 b 값은 저장 중 점차 증가하는 경향을 보였으며, 대파의 수확시기에 따라서는 11월에 수확하여 저장한 대파의 색도변화폭이 가장 적었으며 1월 수확 대파의 색도변화가 가장 크게 나타났다. Hwang 등(17)은 사과 수확시기가 저장 중 색변화에 영향을 미친다고 보고하였으며, 사과를 적숙기보다 다소 빨리 수확해서 저장하면 색변화를 막아서 저장기간이 연장된다고 보고한 것과 일치하였다. 이는 11월에 수확하여 5°C에서 저장한 대파가 저장 후에도 황화정도가 가장 적은 것을 알 수 있었다.

### 경도

대파의 저장 중 엽부의 탄력이 약해지면 식미 저하, 부패율 증가, 외관불량, 생리장해대파의 증가가 생기기 때문에 장기 저장을 위해서는 저장 중 경도유지가 대단히 중요하다(18). 수확기간 별 저장온도에 따른 대파 엽부의 경도 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 11월, 12월 그리고 1월에 수확하여 5°C에 저장하였던 실험구가 다른 온도처리군에 비하여 월등하게 경도가 유지되었다. 11월 대파 엽부의 저장초기 hardness 값은 0.35 kgf였지만, 5°C와 10°C



**Fig. 3. Changes in hardness of welsh onion by harvest date during storage at 5, 10, and 20°C.** —●— Nov. 5°C —▽— Dec. 5°C —□— Jan. 5°C —●— Nov. 10°C —▽— Dec. 10°C —□— Jan. 10°C —●— Nov. 20°C —▽— Dec. 20°C —□— Jan. 20°C.

에서 15일간 저장한 후에는 0.21 kgf로 경도가 감소하였다. 또한 20°C에서 15일간 저장한 대파의 경우에는 hardness 값이 0.05 kgf로 경도가 급속하게 감소하여 대파의 탄력이 더욱 약해진 것을 알 수 있었다. 12월과 1월 수확한 대파 엽부의 경우 저장초기의 hardness 값이 0.30, 0.27 kgf로 11월 수확한 대파에 비해서는 경도가 떨어졌는데, 이는 11월 수확한 대파가 12월, 1월 수확한 대파에 비하여 저장 초기부터 탄력이 더 강하다는 것을 알 수 있었다. 또한 12월 수확한 대파를 5°C와 10°C에서 15일간 저장한 후 hardness 값이 0.17, 0.10 kgf로 저장초기에 비하여 크게 감소하였다. 20°C에서 15일간 저장했을 때 11월 수확한 대파의 hardness 값은 0.05 kgf였던 반면에 12월과 1월 수확한 대파는 0 kgf를

**Table 3. Changes in sensory quality of welsh onion by harvest date during storage at 5, 10, and 20°C**

		Storage day				
		0	3	7	11	15
Wilting	Nov. 5°C	6.30 <sup>b1)</sup>	6.30 <sup>b</sup>	4.10 <sup>a</sup>	3.46 <sup>a</sup>	3.13 <sup>a</sup>
	Dec. 5°C	6.53 <sup>a</sup>	6.53 <sup>a</sup>	3.66 <sup>c</sup>	3.46 <sup>a</sup>	2.83 <sup>b</sup>
	Jan. 5°C	6.20 <sup>bc</sup>	6.20 <sup>bc</sup>	3.86 <sup>b</sup>	3.46 <sup>a</sup>	2.66 <sup>c</sup>
	Nov. 10°C	6.13 <sup>c</sup>	6.13 <sup>c</sup>	3.26 <sup>d</sup>	2.90 <sup>b</sup>	2.66 <sup>c</sup>
	Dec. 10°C	5.83 <sup>d</sup>	5.83 <sup>d</sup>	3.00 <sup>e</sup>	2.60 <sup>c</sup>	2.23 <sup>d</sup>
	Jan. 10°C	6.13 <sup>c</sup>	6.13 <sup>c</sup>	2.73 <sup>f</sup>	2.23 <sup>d</sup>	1.83 <sup>e</sup>
	Nov. 20°C	6.26 <sup>b</sup>	6.26 <sup>b</sup>	2.50 <sup>e</sup>	1.80 <sup>e</sup>	1.70 <sup>f</sup>
	Dec. 20°C	5.26 <sup>e</sup>	5.26 <sup>e</sup>	2.53 <sup>e</sup>	1.80 <sup>e</sup>	1.60 <sup>e</sup>
	Jan. 20°C	6.23 <sup>bc</sup>	6.23 <sup>bc</sup>	2.23 <sup>h</sup>	1.56 <sup>f</sup>	1.70 <sup>f</sup>
Appearance	Nov. 5°C	6.20 <sup>bcd</sup>	5.50 <sup>a</sup>	4.16 <sup>a</sup>	3.63 <sup>c</sup>	3.90 <sup>a</sup>
	Dec. 5°C	6.53 <sup>a</sup>	5.10 <sup>b</sup>	4.03 <sup>b</sup>	4.36 <sup>a</sup>	3.96 <sup>a</sup>
	Jan. 5°C	6.23 <sup>bc</sup>	4.96 <sup>c</sup>	4.16 <sup>a</sup>	4.03 <sup>b</sup>	3.50 <sup>b</sup>
	Nov. 10°C	6.20 <sup>bcd</sup>	4.33 <sup>d</sup>	3.53 <sup>c</sup>	3.50 <sup>d</sup>	3.23 <sup>c</sup>
	Dec. 10°C	6.13 <sup>d</sup>	5.13 <sup>b</sup>	2.53 <sup>e</sup>	2.66 <sup>e</sup>	2.53 <sup>d</sup>
	Jan. 10°C	6.16 <sup>cd</sup>	3.63 <sup>f</sup>	2.73 <sup>d</sup>	2.26 <sup>f</sup>	2.13 <sup>e</sup>
	Nov. 20°C	6.23 <sup>bc</sup>	3.93 <sup>e</sup>	2.76 <sup>d</sup>	2.30 <sup>f</sup>	2.03 <sup>e</sup>
	Dec. 20°C	5.76 <sup>e</sup>	4.43 <sup>d</sup>	2.23 <sup>f</sup>	2.16 <sup>e</sup>	1.66 <sup>e</sup>
	Jan. 20°C	6.26 <sup>b</sup>	3.23 <sup>e</sup>	1.90 <sup>e</sup>	1.73 <sup>h</sup>	1.83 <sup>f</sup>
Flavor	Nov. 5°C	6.53 <sup>a</sup>	5.56 <sup>a</sup>	5.16 <sup>a</sup>	4.06 <sup>c</sup>	3.53 <sup>c</sup>
	Dec. 5°C	6.36 <sup>bc</sup>	5.03 <sup>b</sup>	4.53 <sup>c</sup>	4.20 <sup>b</sup>	3.33 <sup>d</sup>
	Jan. 5°C	6.43 <sup>abc</sup>	5.56 <sup>a</sup>	4.76 <sup>b</sup>	4.43 <sup>a</sup>	3.76 <sup>a</sup>
	Nov. 10°C	6.43 <sup>abc</sup>	5.06 <sup>b</sup>	4.26 <sup>de</sup>	3.86 <sup>d</sup>	3.66 <sup>b</sup>
	Dec. 10°C	6.10 <sup>d</sup>	4.73 <sup>c</sup>	4.03 <sup>f</sup>	3.56 <sup>e</sup>	3.16 <sup>e</sup>
	Jan. 10°C	6.33 <sup>c</sup>	5.03 <sup>b</sup>	4.43 <sup>cd</sup>	2.96 <sup>e</sup>	3.13 <sup>ef</sup>
	Nov. 20°C	6.33 <sup>c</sup>	4.73 <sup>c</sup>	3.80 <sup>e</sup>	3.23 <sup>f</sup>	2.93 <sup>e</sup>
	Dec. 20°C	6.03 <sup>d</sup>	5.53 <sup>a</sup>	3.43 <sup>h</sup>	3.30 <sup>f</sup>	3.06 <sup>ef</sup>
	Jan. 20°C	6.46 <sup>ab</sup>	4.83 <sup>c</sup>	4.3 <sup>ef</sup>	2.73 <sup>h</sup>	3.03 <sup>f</sup>
Buying intention	Nov. 5°C	6.50 <sup>a</sup>	5.53 <sup>a</sup>	5.03 <sup>a</sup>	3.96 <sup>a</sup>	3.56 <sup>a</sup>
	Dec. 5°C	6.43 <sup>ab</sup>	5.03 <sup>b</sup>	4.53 <sup>b</sup>	3.56 <sup>ab</sup>	3.46 <sup>a</sup>
	Jan. 5°C	6.26 <sup>d</sup>	4.93 <sup>c</sup>	4.03 <sup>c</sup>	3.50 <sup>ab</sup>	3.23 <sup>b</sup>
	Nov. 10°C	6.36 <sup>bc</sup>	4.70 <sup>d</sup>	4.03 <sup>c</sup>	2.06 <sup>c</sup>	2.86 <sup>c</sup>
	Dec. 10°C	6.10 <sup>e</sup>	4.33 <sup>e</sup>	2.53 <sup>f</sup>	2.53 <sup>bc</sup>	2.33 <sup>d</sup>
	Jan. 10°C	6.36 <sup>bc</sup>	4.06 <sup>e</sup>	2.93 <sup>e</sup>	2.06 <sup>c</sup>	1.83 <sup>e</sup>
	Nov. 20°C	6.33 <sup>cd</sup>	4.06 <sup>e</sup>	3.26 <sup>d</sup>	2.06 <sup>c</sup>	1.83 <sup>e</sup>
	Dec. 20°C	5.56 <sup>f</sup>	4.23 <sup>f</sup>	2.10 <sup>e</sup>	1.86 <sup>c</sup>	1.56 <sup>f</sup>
	Jan. 20°C	6.26 <sup>d</sup>	3.43 <sup>h</sup>	1.53 <sup>h</sup>	1.66 <sup>c</sup>	1.43 <sup>e</sup>

<sup>1)</sup>Means with different superscripts in the same column are significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test.

나타내었다. 따라서 11월 수확한 대파가 가장 탄력이 강했으나 수확시기에 따른 대파 엽부의 경도변화는 큰 차이를 나타내지 않았으며, 대파의 저장 중 경도변화는 저장온도에 민감하게 반응하는 것으로 유추할 수 있었다. Yeoung 등(19)은 머스크 벨론을 5°C와 상온에서 저장하였을 때, 5°C에 저장한 것이 경도유지로 저장 탄력이 현저히 증진된다고 보고하였다. 이처럼 저장 중 채소의 조직감의 변화, 즉 초기에 적당한 탄력과 함께 조직감이 양호했던 대파의 엽부가 저장시간이 경과함에 따라 질겨지면서 조직감이 떨어지는 것은 대파의 수분이 증산에 의해 제거되므로서 식물 세포조직이 붕괴되기 때문으로 알려져 있다(20, 21). 그러므로 5°C보다 10°C와 20°C에서 이러한 대파 세포조직의 변화가 활발하여 식물조직의 경도를 간접적으로 나타내는 인자인 *hardness* 값이 감소하는 것으로 유추되어진다.

### 관능검사

수확기간별 대파의 저장온도에 따라 위조현상(wilting), 색변화(appearance), 풍미(flavor), 구매의사(buying intention)의 항목에 대하여 기호도를 평가한 후 Duncan's multiple range test로 유의성을 검정한 결과는 Table 3과 같다. 관능 평가점수 3.5점 이하를 대파의 상품성 한계로 볼 때 11, 12월 수확한 대파를 5°C에서 3일간 저장했을 때 대파의 위조현상은 6.30과 6.53점으로 다른 처리구들과 비교하여 유의적으로 가장 높았다. 저장 7일이 경과하기 시작하면서 5°C에서 보관한 11월 수확한 대파의 위조현상은 4.10점으로 12, 1월 수확한 처리구들에 비하여 유의적으로 가장 높았다. 하지만 저장 온도가 10, 20°C로 높아지게 되면 2.23-3.26점으로 대파의 위조현상은 점차 심해지게 되고, 결국 상품성을 잃게 되는 것으로 유추되어진다.

식품의 품질평가 인자는 서로 비슷하지만 신선 편의식품의 경우 외관 특성이 더욱 강조되는데, 일반적으로 색택이 균일하고 손상 또는 부패 부위가 없어야 하며 신선한 느낌을 줄 수 있어야 한다. 이러한 측면에서 외관품질 평가는 실제 구매자나 소비자가 상품의 구매 의사를 결정할 때 가장 큰 영향을 미칠 수 있다(22). 11, 12월 수확한 대파를 5°C에서 3일간 저장했을 때 대파의 외관은 5.50과 5.10점으로 1월 수확한 대파에 비하여 유의적으로 높은 점수를 받았으며, 이는 10°C와 20°C에서 저장했을 때에도 동일한 경향을 보였다. 5°C에서 7일동안 저장한 11월 수확한 대파는 4.16점으로 12월 수확한 대파에 비하여 유의적으로 높은 점수를 받았다. 또한 11월 수확한 대파를 10°C에서 저장했을 때에는 3.53점으로 아직 대파의 외관이 상품으로서의 가치가 남아있다고 판단되었던 반면, 12월과 1월 수확되어진 대파는 외관의 변화가 많이 일어나서 상품성이 많이 떨어진 것을 알 수 있었다( $p < 0.05$ ). 하지만 대파를 5°C에서 저장했을 때에는 15일이 지나도 수확시기와 관계없이 모두 상품 가치가 남아있었으며, 특히 11, 12월 수확한 대파는 3.90점을 받아 1월 수확한 대파에 비하여 유의적으로 높은 점수를 받았다.

대파의 풍미는 저장초기 12월에 수확한 대파만 유의적으로 약간 낮은 점수를 받은 것을 제외하면 6.33-6.53점으로 처리구간의 큰 차이는 보이지 않았다. 저장기간이 11일이 경과하였을 때에는 5°C에서 저장한 대파들의 풍미가 4.06-4.20점으로, 10, 20°C에서 저장한 처리구들에 비하여 유의적으로 높은 점수를 받았다. 대파의 수확시기별로 11, 12월 수확한 대파가 1월 수확한 대파에 비하여 모든 저장 온도에서 유의적으로 높은 풍미가 유지되는 것을 알 수 있었다. 또한 11월 수확한 대파는 10°C에서 15일간 저장을 했을 때에도 3.66점을 받아 부패취가 심하지 않았으며 상품으로써의 가치가 있는 것으로 나타났지만, 12, 1월 수확대파는 유의적으로 낮은 점수를 받아 상품으로써의 가치가 없어졌다고 판단되었다. Fidler와 North(23)의 보고에 따르면 채소의 이취 발생 원인을 조직 내 ethanol 및 acetaldehyde의 축적에 의한 것이라 보고하였다. 이러한 휘발성 물질들이 저장된 대파의 이취의 주된 요인으로 작용하여 저장기간이 지날수록, 저장온도가 낮을수록 대파의 부패취가 증가된 것으로 생각된다.

수확기간별 저장온도에 따른 소비자의 구매의사는 3일간 5°C에서 저장했을 때 11월 수확한 대파는 5.53점으로 12, 1월 대파의 5.03, 4.93점에 비하여 유의적으로 높은 점수를 받았으며, 이는 저장기간이 7, 11, 15일이 지나도 같은 경향을 보였다. 20°C에서 저장한 11월 수확한 대파는 4.06점으로 10°C에서 저장한 1월 수확되어진 대파와 같은 구매의사를 보였다. 대파를 7일 동안 5°C에서 저장했을 때 모든 수확시기의 대파가 4.03-5.03점으로 상품으로써의 가치가 있었다. 하지만 10°C에서 저장했을 때에는 12, 1월 수확되어진 대파는 소비자의 구매의사가 낮아 상품으로써의 가치를 상실한 반면 11월 수확한 대파만이 4.03점으로 구매가치가 있는 것으로 판단되어진다. 또한 11일이 경과하였을 때에도 11월 수확되어진 대파는 저장 5°C에서 3.56점으로 상품으로써의 가치가 있었으나, 12, 1월 수확되어진 대파는 3.46, 3.23점으로 유의적으로 낮아져 상품으로써의 가치가 떨어진 것을 알 수 있었다. 저장 15일이 경과하였을 때에는 5°C에서 저장한 11월 수확한 대파를 제외하고는 모두 구매의사가 낮아 대파 상품으로써의 가치가 없어진 것으로 유추되어진다.

이러한 관능검사 결과는 호흡률, 중량감소, 변패율, 색깔, 경도 등 앞의 실험항목 결과와도 일치하는 것으로서, 11월 수확한 대파를 5°C에서 저장하는 것이 소비자들에게 가장 양호하게 보여지는 것으로 유추할 수 있었다.

## 요 약

11, 12, 1월에 수확한 대파를 5, 10, 20°C의 저장 온도에 넣어 저장(0, 3, 7, 11, 15일) 중의 품질변화를 관찰하였다. 11월 수확한 대파를 5°C에서 저장했을 때의 호흡률은 10.05 mL/hr·kg으로 12월과 1월 수확한 대파에 비하여 호흡률이 유의적으로 낮았으며, 저장온도를 5°C로 하는 것이 10°C나 20°C에 저장하는 것에 비하여 호흡률이 낮게 나타나 대파의 대사속도를 낮춰 신선도를 유지하는 것에 효과적임을 알 수 있었다. 수확기간별 대파의 저장 중 중량감소율의 변화는 11월에 수확하여 5°C에 저장한 대파의 중량감소율이 9.35%로 가장 낮게 측정되었으며 이는 다른 실험구보다 최소 2.15%, 최대 9.92% 낮은 중량감소율을 보여 가장 효과적인 것으로 나타났다. 대파의 변패율은 1월에 수확한 대파가 가장 높게 나타났으며, 저장 15일이 지난 후에도 11월 수확한 대파가 초기에 비하여 황화정도가 가장 적었다. 또한 대파 엽부의 경도 변화를 측정한 결과 11월, 12월 및 1월에 수확하여 5°C에 저장하였던 실험구가 다른 온도처리군보다 월등하게 경도가 유지되었던 반면 수확시기에 따른 경도는 큰 차이를 보이지 않았다. 수확기간별 대파의 저장온도에 따른 위조현상, 색변화, 풍미, 구매의사의 항목에 대하여 관능평가를 한 결과는 저장 기간 동안 각각의 관능 항목에서 11월에 수확하여 5°C에 저장한 대파가 가장 높은 점수를 받았다( $p < 0.05$ ). 이러한 관능평가의 결과는 대파의 호흡률, 중량감소율, 변패율, 색, 경도와 동일한 경향을 보였다.

## 감사의 글

본 연구는 농림부에서 시행한 농림기술개발사업의 연구비 지원(2004년도)에 의해 수행된 과제의 일부로 이에 감사를 드립니다.

## 문 헌

- Shewfelt RL. Quality of minimally processed fruits and vegetables. *J. Food Qual.* 10: 143-156 (1987)
- Brewster JL, Rabinowitch HD. Japanese brunched onion (*Allium fistulosum* L.). pp. 33-72. In: Onions and Allied crops. Saito S (ed). CRC Press, Inc., New York, NY, USA (1990)
- Seo DC, Chung SM, Lee JY, Kim YS, Chung JH. Effect of oriental onion (*Allium fistulosum*) on platelet aggregation. *J. Food Hyg. Saf.* 11: 273-276 (1996)
- Seo GW, Cho JY, Kuk JH, Wee JH, Moon JH, Kim SH, Park KH. Identification of antioxidative substances in *Allium fistulosum* L by GC-MS. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 988-993 (2003)
- Hong SI, Kim YJ, Park NH. Modified atmosphere packaging of leaf lettuce. *Korean J. Food Sci. Technol.* 25: 270-276 (1993)
- Haggar PE, Lee DS, Yam KL. Application of an enzyme kinetics based respiration model to closed system experiments for fresh produce. *J. Food Proc. Eng.* 15: 143-157 (1992)
- Lee J. The design of controlled or modified packaging systems for fresh produce. pp. 150-152. In: Food Product-Package Compatibility, Proceedings. Gray JJ, Harte BR, Miltz J (eds). Technomic Publishing Company, Inc., Lancaster, PA, USA (1987)
- SAS Institute, Inc. SAS/STAT User's guide. Release 8.01, Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (2000)
- Dilley DR, Dewey DH, Dedolph RR. Automated system for determining respiratory gas exchange of plant materials. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 94: 138-141 (1969)
- Son YK, Kim SY. Effect of precooling on removal of field heat and respiration rate of vegetable corn (*Zea mays* L.). *Korean J. Post-harvest Sci. Technol. Agr. Products* 3: 55-60 (1996)
- Jung ST, Kim JG, Hong HS, Kim YB. Influence of maturity and

- storage temperature on the respiration rate and ethylene production in 'Kosui', 'Chojuro', and 'Niitaka' pears. J. Korean Soc. Hort. Sci. 39: 446-448 (1998)
12. Hamdan AMA, Trincherro GD, Sozzi GO, Gerri AM, Frascina A.A. Ripening-related changes in ethylene production respiration rate and cell-wall enzyme activity in goldenberry (*Physalis peruviana* L.), a solanaceous species. J. Post-harvest Biol. Technol. 16: 139-145 (1999)
  13. Jeong JW, Kim BS, Kim OW, Nahmgung B, Lee SH. Changes in quality of carrot during storage by hydrocooling. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 841-849 (1996)
  14. Bhowmik SR, Jung CP. Shelf life of green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. J. Food Sci. 57: 948-953 (1992)
  15. Kim HK, Kim HS, Lee GD, Lee BY. Quality attributes of quarri green peppers at different storage temperature. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 220-225 (1996)
  16. Kim YB, Kubo Y, Akitsugu I, Reinosuke N. Effects of storage temperature on keeping quality of tomato and strawberry fruits. J. Korean Soc. Hort. Sci. 37: 526-532 (1996)
  17. Hwang YS, Chun JP, Lee JC. Influence of harvest date and post-harvest treatments on fruit quality during storage and simulated marketing in 'Fuji' apples. J. Korean Soc. Hort. Sci. 39: 574-578 (1995)
  18. Arpaia ML, Mitchell FG, Kader AA, Mayer G. Ethylene and temperature effects on softening and white core inclusion of kiwifruit stored in air or controlled atmospheres. J. Hort. Sci. 111: 149-153 (1986)
  19. Yeoung YR, Jeong CS, Kim HK. Effects of storage temperature and duration on sugar and fruit quality of muskmelon. J. Korean Soc. Hort. Sci. 37: 252-256 (1996)
  20. Burton WG. The physiological implication of structure: Water movement, loss and uptake. pp. 43-47 In: Post-harvest Physiology of Food Crops. Awolola MD (ed). Longman Publishing Company, Inc., New York, NY, USA (1982)
  21. Antony B, Harris PJ, Stone BA. Structure and function of plant cell walls. pp. 328-371 In: The Biochemistry of Plants. Pries J (ed). Academic Press, Inc., New York, NY, USA (1988)
  22. Jordan JL, Shewfelt RL, Prussia SE, Hurst WC. Estimating the price of quality characteristics for tomatoes: Aiding the evaluation of the postharvest system. J. Hort. Sci. 20: 203-205 (1985)
  23. Fidler JC, North CJ. The effect of periods of anaerobiosis on the storage of apples. J. Hort. Sci. 46: 221-231 (1971)