

## Selection of Quality Indicator to Determine the Freshness of Muskmelon (*Cucumis melo* L.) during Distribution

Ji Young Kim, Ki Hyun Kwon, Kyung Hyung Gu and Byeong Sam Kim<sup>†</sup>  
Korea Food Research Institute, Seongnam 463-746, Korea

### 머스크멜론의 유통 중 신선도 판정을 위한 품질 지표 선정

김지영 · 권기현 · 구경형 · 김병삼<sup>†</sup>  
한국식품연구원

#### Abstract

This study was conducted to identify quality indicators to determine freshness of muskmelon during distribution. The correlation between each quality characteristic and organoleptic preference was analyzed after examining weight loss, firmness, soluble solid content, chromaticity, and respiration rate of and changes in the organoleptic characteristics during storage at 0, 10, 20 and 30°C after harvesting. The correlation between weight loss and preference according to the storage temperature was shown to be significant ( $p < 0.01$ ). The correlation between firmness and preference was shown to be highly significant ( $R = 0.74, 0.78, 0.88, \text{ and } 0.83$  at 0, 10, 20, and 30°C) under all temperature conditions, and was shown to be especially highly significant ( $p < 0.01$ ) when the temperature was high. In the case of storage at 20 and 30°C, a significant correlation between soluble-solid content and preference was shown. Therefore, it is right to apply the change in weight loss and firmness that indicated a high correlation with organoleptic preference as a quality indicator at all storage temperatures.

Key words : Muskmelon, flesh firmness, soluble solid content, sensory properties, quality indicator

#### 서 론

국민의 생활수준 및 소득수준이 향상되고 식생활 양식도 변화되어 품질이 우수하고 안전한 식품에 대한 소비자의 관심이 날로 높아지고 있다. 수확된 원료 식품이나 이를 제조 가공한 수많은 가공식품은 제조 후 시간이 경과됨에 따라 어느 시점에서는 먹을 수 없는 상태가 된다는 것은 이미 언급된 사실이다. 그러나 유통과정 중 노출되는 환경에 따라서 실제로 이 기간이 달라질 수 있으며 유통기간 중 변질되는 식품의 품질은 식중독 등 식품사고의 발생을 일으키는 안전상의 중요한 문제이다. 소비자는 과거와 달리 제조업자에게서 직접 상품을 구매하지 않고, 다양한 유통과정을 거친 상품을 간접적으로 구매하므로 상품에 대한 정보와 위생 상태를 직접 확인할 수 없다. 따라서 먹을 수 있는 일정 수준의 품질이 유지되는 기간이 어느 정도 될

것인가를 사전에 예측하여 소비자에게 정보를 제공하는 것은 매우 중요한 과제이며, 이를 위해서는 식품의 신선도를 가장 잘 대표할 수 있는 지표를 선정하는 작업이 필요하다.

멜론(*Cucumis melo* L.)은 비교적 높은 온도에서 생육하며, 건조한 기후 및 적합한 광도를 필요로 하는 작물이기 때문에 우리나라에서는 주로 온실이나 하우스에서 재배되며 연중 생산되고 있다(1, 2). 1990년대 이후부터 재배면적이 빠른 속도로 증가하고 있으며 국민 기호도의 다양화 및 고품질 소비추세에 따라 맛, 향 그리고 외관의 수려함을 갖춘 멜론의 대중적인 소비가 증가되고 있다(3). 멜론은 수확 적기가 되면 일시에 수확하여 출하하는데 주로 크기, 네트형태 및 외관의 손상 정도에 의해서 유통되고 있으며, 잘라보기 전에는 선별이 어렵기 때문에 속도나 내부결함 등의 내부 품질은 고려되지 않은 채 유통되고 있다(2). 멜론의 품질평가는 물리적, 이화학적 측정방법 등의 다양한 평가 방법들로 연구가 이루어지고 있지만(1, 4, 5) 실제 소비지에서 소비자의 구매를 결정짓는 요인은 관능적 평가에 의한

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail : bskim@kfri.re.kr  
Phone : 82-31-780-9142, Fax : 82-31-780-9144

것으로 판단된다. 최근 관능적 평가와 품질특성과의 상관관계를 통하여 품질인자를 결정하는 연구(6-8) 등이 다양하게 진행되고 있으나 멜론과 관련된 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 머스크멜론의 유통 중 신선도를 판정하기 위하여 수확 직후 0, 10, 20 및 30°C에서 저장하면서 중량감모율, 경도, 당도, 색도, 호흡속도 및 관능특성 변화를 조사한 후 각 품질특성과 관능적 기호도와 상관관계를 분석하여 적정 품질지표를 규명하고자 수행되었다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 저장

본 실험에 사용된 머스크멜론(*Cucumis melo* L. cv. Royal)은 전라남도 나주에서 수확된 것으로 수확직후 NIR을 이용하여 당도와 중량이 각각 12-14 °Brix와 1.8-2.2 kg범위에 해당되는 균일한 등급의 멜론을 선별하였다. 시료의 저장 온도는 0, 10, 20 및 30°C로 구분하여 저장하면서 1일 간격으로 관능검사와 품질변화 분석을 실시하였다.

### 중량감모율

초기중량과 일정기간 경과 후 측정된 중량의 차이를 초기중량에 대한 백분율(%)로 나타내었다.

### 경도

경도는 정상과의 중앙 가식부위를 직사각형의 동일한 크기로 절단하여 사용하였다. Rheometer (Sun Scientific Co, LTD, Compac-100, Japan)에 감압축 No. 4(축경: 3mm)를 장착하고 60 mm/min의 속도로 압축하여 최대강도를 측정하였다(4).

### 가용성고형분 함량

가용성고형분(soluble solid content)은 정상과의 중앙 단면을 기준으로 각각 1 cm 밖으로 절단하고 과육의 중심으로 부터 네 부위를 채취한 후 착즙하여 디지털 당도계(PR-1, Atago, Japan)로 측정하였다.

### 색도

색도는 정상과의 중앙 가식부위를 Colorimeter (CR-200, Minolta Co, Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 측정 전 표준백판(L=97.75, a=0.49, b=1.96)으로 보정한 후 사용하였으며 L(Lightness), -a(greenness) 및 b(yellowness) 값으로 나타내었다.

### 호흡속도

멜론을 일정 부피의 용기(10 L)에 넣고 밀폐하여 5°C로

설정된 저장실에 일정시간 방치한 후 경시적으로 head space의 기체 200  $\mu$ L를 가스 기밀성 주사로 취하고 gas chromatography (GC-14A, Shimadzu Co, Kyoto, Japan)로 이산화탄소 농도를 분석하여 mg CO<sub>2</sub>/kg/hr로 나타내었다. 이때 분석조건으로 column은 CTRI (Altech Inc, Deerfield IL, USA), column 온도는 35°C, 이동상은 50 mL/min 유량의 He를 사용하였으며 검출기로는 TCD를 사용하였다.

### 관능검사

멜론의 관능검사는 관능요원 20명을 대상으로 9점 척도법을 이용하여 평가하였다. 평가항목은 멜론의 단맛(Sweetness), 향(Flavor), 조직감(Texture) 그리고 전반적인 선호도(Overall acceptability)로서 매우좋다: 9점, 좋다: 7점, 보통이다: 5점, 나쁘다: 3점, 매우나쁘다: 1점으로 하였다. 시료는 멜론의 과육부를 한입크기로 성형한 후 폴리에틸렌 일회용 접시에 담아 제공하였으며 난수표를 이용하여 추출된 숫자를 기입하였다.

### 통계분석

관능검사결과는 통계분석용 프로그램 SPSS를 이용하여 분산분석을 실시하였고, 유의차가 있는 경우 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 차이에 대한 유의성을 검증하였다. 중량, 경도, 당도, 색도 및 호흡속도와 종합적 관능평가지수와의 상관관계는 pearson's correlation을 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 품질특성변화

저장온도에 따른 머스크멜론의 저장 중 중량감모율의 변화는 모든 시료에서 저장기간이 지날수록 감모율이 증가하는 경향을 보였으며 온도가 0, 10, 20 및 30°C로 높아짐에 따라 감모율의 변화가 크게 나타났다(Fig. 1). 0 및 10°C에서 저장한 경우에는 저장종료일인 25일과 22일까지 3% 이하로 나타났으나 20 및 30°C에서 저장한 멜론은 저장 6일에 3%를 넘었으며 저장종료일인 11일과 10일에는 5% 이상의 높은 값을 나타내었다. 고온 저장에서 감모율이 크게 증가하는 이유는 온도가 높아짐에 따라 원예산물의 대사기능이 활발하게 작용하여 조직이 빨리 연화되고 수분 손실이 증가하였기 때문으로 여겨진다. Kim (9)과 Lee 등(10)은 일반적으로 원예산물은 온도 차이에 따라 중량감소가 다르게 나타났으며 온도가 높을수록 감모율이 증가했다고 보고하여 본 논문의 결과와 일치하였다. 멜론의 품질을 결정하는 요인 중 조직의 단단한 정도를 나타내는 경도 측정변화는 Fig. 2와 같다. 20 및 30°C에서 저장한 경우에는 3일 이후부터 급속히 감소된 반면 0 및 10°C에서 저장한 멜론은 각각

13일과 7일 이후부터 감소되었으며 고온저장에 비하여 감소폭도 적었다. 또한 20 및 30°C에서는 각각 8일과 7일부터 50 N 이하의 낮은 값을 나타내었으나 10°C에서는 16일, 0°C에서는 24일 이후에 50 N 이하의 경도를 보여주었다. 이러한 결과는 고온에서 저장한 멜론의 호흡량이 급격히 증가되면서 저장양분이 분해되어 조직이 빠르게 연화 및 붕괴되었기 때문으로 생각된다. 또한 저온저장에서는 cellulase, PNG, PG,  $\beta$ -galactosidase 등의 세포벽 분해 효소의 활성이 저해되어 에틸렌의 작용을 억제시킴으로써 과실의 연화를 지연시킨 것으로 보이며 저장온도가 낮을수록 pectin 물질의 감소가 억제되어 경도 저하가 적었다는 Choi 등(1)의 연구와 일치하였다.

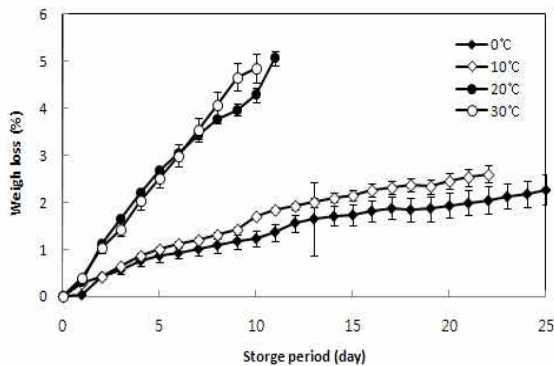


Fig. 1. Changes in the weight loss of muskmelon during storage at 0, 10, 20 and 30°C.

Vertical lines represent standard error of the mean (n=5)

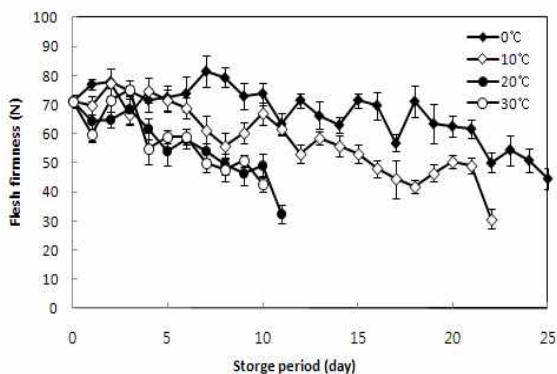


Fig. 2. Changes in the flesh firmness of muskmelon during storage at 0, 10, 20 and 30°C.

Vertical lines represent standard error of the mean (n=12)

멜론의 과실에 축적된 가용성 당은 대부분 비환원당인 sucrose와 환원당인 fructose 및 glucose로 구성되어 있으며, 품질을 결정하는 감미는 주로 sucrose 함량에 따라 좌우된다 (11). 20 및 30°C에서 저장한 경우에는 저장기간이 경과될수록 당도가 감소되는 경향을 보이며 저장 종료일 각각 10.9와 11.2 °Brix로 낮은 값을 나타내었다(Fig. 3). 반면에 10°C에서 저장한 멜론은 저장초기 다소 증가한 후 16일 이후 12

°Brix 범위를 유지하였으며, 0°C에서는 저장기간이 경과됨에 따라 큰 변화를 보이지 않고 13 °Brix 내외를 일정하게 유지하는 결과를 보여주었다. 고온저장에서 가용성 고형분 함량이 감소된 것은 조직이 빨리 연화됨에 따라 가용성고형분이 다른 물질로 변형되거나 호흡증가에 의한 수분손실이 원인으로 생각된다(1). 이러한 결과는 Cha 등(12)과 Lee 등(13)의 연구결과와 일치하였다. 일반적으로 과일의 저장 중 당 함량은 수확 후 후숙 과정에 의해 고분자물질이 분해되어 저장 초기 증가한 다음 감소되는 것으로 알려져 있으나(14) 멜론의 수확시점 및 저장방법 등의 요인에 의해 달라질 수 있음을 보이고 있다.

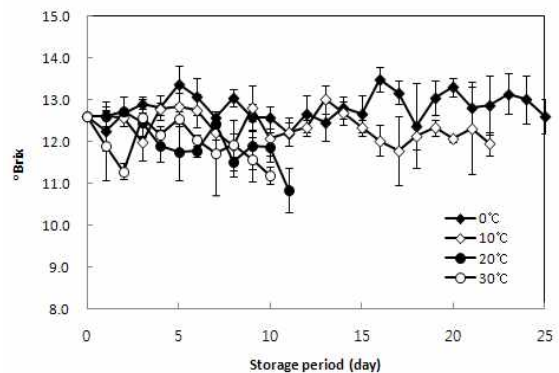


Fig. 3. Changes in the soluble solid content of muskmelon during storage at 0, 10, 20 and 30°C.

Vertical lines represent standard error of the mean (n=12)

멜론의 저장 중 절단부 단면 색 변화에서 밝기를 나타내는 L값은 저장초기 고온저장이 저온저장에 비하여 낮은 값을 나타내었으나 이후 저장일부부터는 차이를 보이지 않았다(Fig. 4). 녹색도를 나타내는 a값은 저장기간이 지날수록 다소 낮아지는 경향을 보였으나 시료 간에 큰 차이를 보이지 않았다. 황색도를 나타내는 b값은 모든 시료에서 저장기간이 지날수록 증가한 후 다시 감소하는 경향을 나타내었다.

멜론의 저장 중 저장온도에 따른 호흡속도(Fig. 5)는 30°C에서 저장한 경우, 저장 2일  $13.3 \text{ CO}_2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 으로 급속히 증가된 후 일정하게 유지되는 경향을 보였다. 20°C에서도 저장 5일  $13.2 \text{ CO}_2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 로 급격히 증가하여 호흡급등(climacteric)형 과실의 특징이 확연히 나타났다. 반면 0 및 10°C에서는 저장초기  $2.0 \text{ CO}_2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ 내외로 낮게 유지되다가 저장후기에 다소 증가되는 경향을 나타내었다. 이러한 결과는 멜론을 실온과 5°C에서 저장했을 때 실온저장보다 5°C저장에서 호흡량이 현저하게 적었다는 Kwak 등(4)의 연구결과와 유사한 경향을 나타내었다. 멜론은 대표적인 호흡급등형 과실로서 숙성 도중에 호흡과 에틸렌의 발생이 급등하는 것으로 보고되었으나(15) 저장 및 유통 중 저온저장을 통하여 호흡생리 특성의 조절 및 억제가 가능 할 것으로 여겨진다.

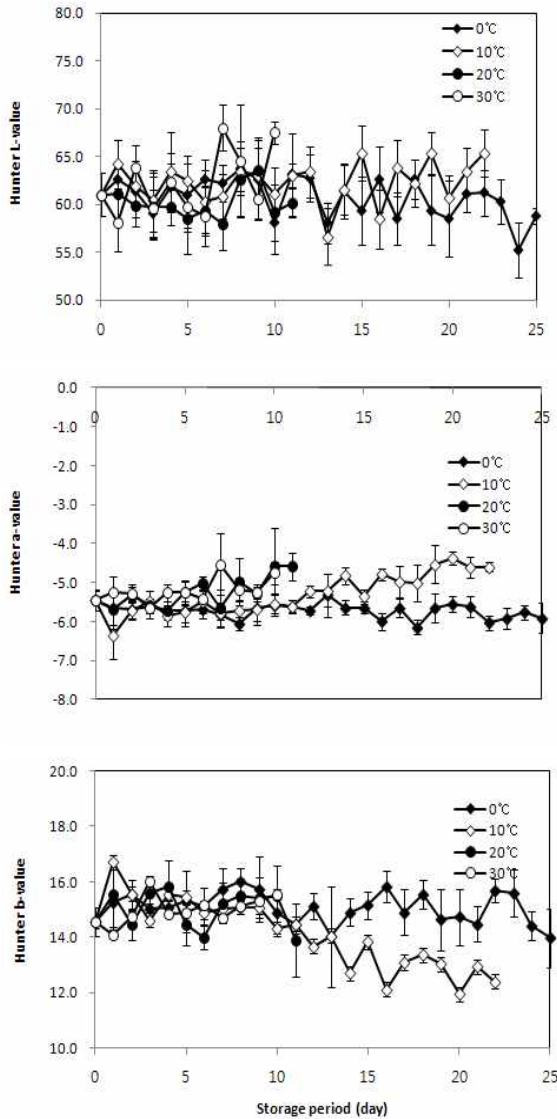


Fig. 4. Changes in the hunter color value of muskmelon during storage at 0, 10, 20 and 30°C.

Vertical lines represent standard error of the mean (n=12)

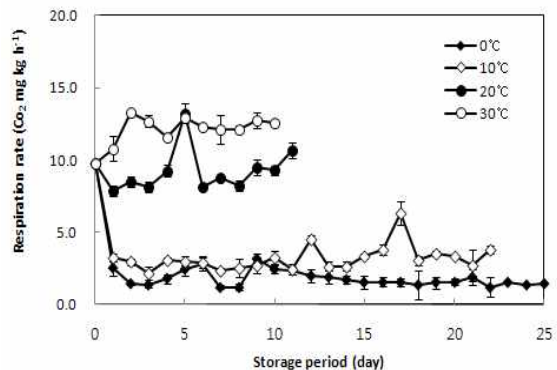


Fig. 5. Changes in the respiration rate of muskmelon during storage at 0, 10, 20 and 30°C.

Vertical lines represent standard error of the mean (n=3)

상관관계 및 품질지표 선정

머스크멜론의 신선도를 판정할 수 있는 품질지표를 선정하기 위하여 관능적 기호도와 각 품질특성들과의 상관관계를 분석한 결과는 Table 1과 같다. 저장온도별 중량감모율과 기호도와와의 상관관계는 0, 10, 20 및 30°C에서 각각 R=-0.68, R=-0.67, R=-0.86 및 R=-0.93으로 모든 온도 조건에서 유의적인 상관관계를 보였으며(p<0.01), 온도가 높을수록 높은 상관계수를 나타내었다.

Table 1. Pearson correlation coefficients between overall acceptability and quality characteristics of muskmelon

Quality characteristics	Storage temperature (°C)	Correlation coefficient(R)	Statistical significance
Weight loss (%)	0	-0.68	**
	10	-0.67	**
	20	-0.86	**
	30	-0.93	**
°Brix	0	-0.10	NS
	10	0.49	NS
	20	0.84	**
	30	0.46	NS
Flash firmness (N)	0	0.74	**
	10	0.78	**
	20	0.88	**
	30	0.83	**
L	0	0.53	NS
	10	-0.37	NS
	20	-0.20	NS
	30	-0.57	NS
Color a	0	0.31	NS
	10	-0.52	NS
	20	-0.79	**
	30	-0.66	*
Color b	0	0.34	NS
	10	0.56	NS
	20	-0.23	NS
	30	-0.34	NS
Respiration rate	0	0.01	NS
	10	-0.06	NS
	20	0.11	NS
	30	-0.44	NS

경도에 대한 상관관계는 0, 10, 20 및 30°C에서 각각 R=0.74, R=0.78, R=0.88 및 R=0.83으로 모든 온도 조건에서 유의적인 상관관계를 보였으며(p<0.01), 고온이 저온보다 높은 상관계수를 나타내었다. 이러한 결과는 경도의 측정

값이 시간의 경과와 직선적인 상관관계를 가지고 있기 때문으로 생각된다. 경도측정 변화는 관능적 기호도와 높은 상관관계를 나타냄에 따라 신선도를 판정하는 품질지표로 선정하여 적용 하는 것이 적절한 것으로 판단되었다.

저장온도별 당도와 기호도와 상관관계분석 결과 20℃에서는 상관계수  $R=0.84$ 로 높은 상관성을 보였으나 ( $p<0.01$ ), 그 외 온도에서는  $R=-0.10$ ,  $R=0.49$ ,  $R=0.46$ 으로 유의성을 보이지 않았다. 멜론을 고온에서 저장한 경우에는 저장기간이 경과될수록 당도가 감소하는 결과를 보였지만 저온에서 저장한 경우에는 저장기간이 경과되어도 당도의 변화가 거의 일어나지 않았기 때문으로 생각된다. 한편, Hong 등(16)은 품종 및 숙도에 따른 토마토의 가용성고형물 함량 변화와 관능검사와의 상관관계를 분석한 결과 상관계수가 낮게 나타나 가용성고형물 함량은 토마토의 품질평가 지표로는 적절하지 않은 것으로 보고하였다.

색도와 기호도와 상관관계에서 밝기를 나타내는 L 값은 0℃에서는 정의 상관계수를 보였고 10, 20 및 30℃에서는 부의 상관계수를 나타내었다. 그러나 상관관계에 대한 유의성은 인정되지 않았다. 녹색에서 붉은색 정도를 나타내는 a 값과 기호도와 상관계수는 20 및 30℃의 경우 각각  $R=-0.79$ 와  $R=-0.66$ 으로 유의적인 상관관계를 보였으나 0 및 10℃에서는 유의성이 없었다. 황색도를 나타내는 b값도 기호도와 낮은 상관계수를 보이며 상관관계의 유의성이 인정되지 않았다. 멜론의 색도는 시간의 경과에 따라서 일정하게 변화를 보이지 않고 각기 상이한 결과를 나타내어 품질평가 지표로 이용하기에는 추가 연구가 필요한 것으로 판단된다.

멜론의 저장온도별 호흡속도변화와 관능적 기호도와 상관관계를 분석한 결과 0, 10, 20 및 30℃에서 각각  $R=0.007$ ,  $R=0.06$ ,  $R=0.11$  및  $R=-0.44$ 로 매우 낮은 상관계수를 보였다. 호흡량은 과실내의 저장양분을 분해하여 에너지를 얻는 과정을 말하며 멜론의 성숙과 노화에 관여하는 중요한 요인이다. 그러나 시간의 경과에 따라 고온에서는 일정시간에 급격히 증가되고, 저온에서는 특징적인 변화를 보이지 않았기 때문에 상관관계가 인정되지 않은 것으로 사료되며 따라서 신선도 판정 지표로 이용하기에는 부적절한 것으로 판단된다.

## 요 약

본 연구는 국내에서 유통되고 있는 머스크멜론의 유통 중 신선도를 판정하기 위하여 적정 품질지표를 규명하고자 수행되었다. 수확 직후 0, 10, 20 및 30℃에서 저장하면서 중량감모율, 경도, 당도, 색도, 호흡속도 및 관능특성 변화를 조사한 후 각 품질특성과 관능적 기호도와 상관관계를 분석하였다. 저장온도에 따른 중량감모율과 기호도와 상

관관계는 모든 온도 조건에서 유의적인 상관관계를 나타내었다( $p<0.01$ ). 경도에 대한 상관관계는 0, 10, 20 및 30℃에서 각각  $R=0.74$ ,  $R=0.78$ ,  $R=0.88$  및  $R=0.83$ 으로 모든 온도 조건에서 유의적으로 높은 상관관계를 나타내었으며 온도가 높을수록 높은 상관계수를 보였다( $p<0.01$ ). 멜론을 20℃에서 저장한 경우에는 당도 및 적색도와도 유의적인 상관관계를 보였으며, 30℃에서도 적색도와 유의적인 상관관계를 나타내었다. 따라서 모든 저장온도에서 관능적 기호도와 높은 상관관계를 나타낸 중량감모와 경도의 변화를 멜론의 유통 중 신선도 판정에 적용되는 품질지표로 선정하여 적용 하는 것이 적절한 것으로 판단되었다.

## 참고문헌

1. Choi HK, Park SM, Yoo KC, Jeong CS (2001) Effects of shelf temperature on the fruit quality of muskmelon after storage. *Kor J Hort Sci Technol*, 19, 135-139
2. Choi WK, Choi KH, Lee KJ, Choi DS, Kang SW (2005) A study on the evaluation of melon maturity using acoustic response. *J of Biosystems Eng*, 30, 38-44
3. Park YJ, Moon KD (2004) Influence of preheating on quality changes of fresh-cut muskmelon. *Korean J Food Preserve*, 11, 170-174
4. Kwak KW, Park SM, Park JN, Jeong CS (2004) Effect of CaCl<sub>2</sub> foliar application on the storability of muskmelon cultured in NaCl-enforced hydroponic. *Kor J Hort Sci Technol*, 22, 156-161
5. Jeong ST, Kim JK, Hong SS, Jang HS, Kim YB (1998) Influence of maturity and storage temperature on the respiration rate and ethylene production in 'Kosui', 'Chojuro' and 'Nittaka' pears. *J Kor Soc Hort Sci*, 39, 446-448
6. Park SW, Lee JY, Kim YC, Kim KY, Hong JH, Kim MR, Hong SJ (2004) Relationship between physicochemical quality attributes and sensory evaluation during fruit maturation of cucumber. *Kor J Hort Sci Technol*, 22, 177-182
7. Kim YK, Kim SJ, Chang KS (2005) The prediction of shelf-life of ssamjang. *Food Eng pro*, 9, 104-111
8. Hong YP, Choi SY, Cho MA, Choi ST, Kim SJ (2010) Correlation between soluble solid content and physicochemical properties of 'Bing' cherry at different stages of ripening after harvest. *Korean J Food Preserve*, 17, 370-375
9. Kim M (1998) A study on the post-harvest physiology of citrus unshiu marc. *Var. okitsu*, during transportation.

- Korean J Postharvest Sci Technol, 5, 339-341
10. Lee JS, Chung DS, Lee JU, Lim BS, Lee YS, Chun C (2007) Effects of cultivars and storage temperatures on shelf-life of leaf lettuces. Korean J Food Preserv, 14, 345-350
  11. Lee SW, Kim ZH (2002) Inheritance of sucrose content in melon. Korean J Breed, 34, 251-259
  12. Cha JH, Hwang BH, Lee EJ, Lee GP, Kim JK (2006) Effect of 1-methylcyclopropene treatment on quality and ethylene production of muskmelon (*cucumis melo*L. cv. reticulatus) fruit. Kor J Hort Sci Technol, 24, 452-458
  13. Lee HE, Choi ST, Lee JW, Do KR (2006) Effects of 1-methylcyclopropene on the postharvest life and fruit quality of squash (*Cucurbita* spp.). Kor J Hort Sci Technol, 24, 471-475
  14. Yun HJ, Lim SY, Hur JM, Lee BY, Choi YJ, Kwon JH, Kim DH (2008) Changes of nutritional compounds and texture characteristics of peaches (*prunus persica* L. batsch) during post-irradiation storage at different temperature. Korean J Food Preserv, 15, 377-384
  15. Ezura H, Owino WO (2008) Melon an alternative model plant for elucidating fruit ripening. Plant Science, 172, 121-129
  16. Hong SJ, Lee JW, Kim YC, Kim KY, Park SW (2003) Relationship between physicochemical quality attributes and sensory evaluation during ripening of tomato fruits. J Kor Soc Hort Sci, 44, 438-441

---

(접수 2011년 6월 21일 수정 2011년 11월 10일 채택 2011년 11월 18일)