

Quality changes of fresh-cut winter squash treated with different postharvest ripening periods and packaging methods

Ji-Gang Kim*, Ji-Woen Choi, Mi-Ae Cho

Postharvest Research Team, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Suwon 440-706, Korea

신선편이 단호박 원료의 후숙기간 및 가공 후 포장방법에 따른 저장 중 품질변화

김지강* · 최지원 · 조미애
국립원예특작과학원 저장유통연구팀

Abstract

This study was conducted in order to evaluate the effect of postharvest ripening periods and packaging methods on maintaining the quality of fresh-cut winter squash. Winter squash (var. Bouchang) was ripened at 22°C for 1 or 2 weeks after harvest. The samples were washed in tap water, sanitized in 100 µL/L chlorine water, peeled, and cut into 16 parts. Samples were then vacuum packaged or non-vacuum packaged in 80 µm nylon/polyethylene (Ny/PE) films and stored at 5°C for 21 days. Results indicated that different postharvest ripening periods affected gas concentration, firmness, off-odor development, color, and overall quality of fresh-cut winter squash. Samples treated with 2-week ripening periods maintained quality with higher redness value and soluble solid content (SSC) and lower CO₂ concentration and off-odor development compared to samples treated with a 1-week ripening period. Non vacuum packaging was effective in increasing visual quality and reducing off-odor development. A combination treatment of 2-week ripening periods and non-vacuum packaging maintained good quality with the lowest off-odor development and the highest visual quality scores at the end of the storage period.

Key words : fresh-cut, packaging, quality, ripening period, winter squash

서 론

신선편이 농산물은 소비자에게 편이성을 제공하면서 수요가 크게 증가하고 있으나 가공과정 중 절단, 박피 등의 물리적인 변화로 인하여 쉽게 품질이 변하거나 미생물 증식이 발생할 수 있다(1). 그동안 신선편이 상품은 단채급식 및 패스트푸드 레스토랑에서 주로 소비하였으나 최근에 일반 소매용 상품의 소비가 증가하고 있는 실정이다. 신선편이 품목으로 이용되고 있는 주요 농산물은 소비자가 구입 후 바로 섭취할 수 있는 샐러드용으로 결구상추, 양배추, 토마토 등이, 조리용으로는 양파, 감자, 마늘, 당근, 파, 연근 등이 사용되고 있다. 그러나 최근에는 단호박과 같이 간식으로 이용되는 품목까지도 신선편이 제품으로 상품화 되면

서 다양한 채소가 신선편이용으로 이용되고 있다.

단호박은 건강에 좋은 식품으로 알려지고, 가정에서 다양한 단호박 요리를 즐기면서 수요가 크게 증가하고 있는데, 껍질이 단단하여 조리 불편하다 보니 편리하게 이용할 수 있는 신선편이 단호박 상품이 요구되고 있다. 그러나 단호박의 상품성을 높이기 위해서는 일반적으로 수확 후 상처리유 과정이 필요하며, 수확 후 적절한 curing과 후숙이 되지 않으면 저장유통 중에 쉽게 곰팡이가 증식하는 등 부패가 발생하고, 당도가 낮거나 색이 불량하여 기호성이 떨어지는 문제가 나타난다.

국내에서 유통되고 있는 신선편이 단호박은 대부분 진공 포장되어 상품화되어 있고, 신선편이 가공공장에서 출하 이후에는 주로 10~18°C에서 유통 판매되고 있다. 국내 산업체에서 설정한 진공포장 된 신선편이 단호박의 유통기간은 다른 조리용 신선편이 품목과 마찬가지로 주로 5일을

*Corresponding author. E-mail : kjg3@korea.kr
Phone : 82-31-240-3650, Fax : 82-31-240-3668

적용하고 있다. 신선편이 제품의 진공포장은 감자와 같이 산소에 의하여 갈변이 촉진되는 채소의 경우 품질유지에 효과적이고, 부피가 적어 수송할 때 유리한 점이 있으나 온도관리가 제대로 되지 않는 경우 쉽게 혐기적 조건이 형성되고 결국 에탄올, 아세트알데하이드 등의 휘발성 물질 생성으로 이취발생이 나타나는 문제가 있다.

신선편이 농산물의 품질유지를 위해서는 적절한 가공기술과 위생적인 시설환경도 중요하지만 원료의 품질에 따라서 신선편이 제품의 품질유지기간이 크게 영향을 받으므로 (2,3) 단호박 원료의 품질특성 및 후숙 기간은 신선편이 단호박 제품의 상품성에 중요한 역할을 한다.

그동안 국내에서 신선편이 단호박에 대한 연구로는 Lee 등(4)이 piece, dice, slice, shreds 같은 절단형태에 따른 신선편이 단호박의 품질을 구명하였고, Lee 등(5)은 ascorbic acid, citric acid, NaCl, MgCl₂ 첨가물을 사용하여 제조한 신선편이 단호박에 대한 품질을 조사하였다. 그리고 신선편이 단호박의 절단 크기 및 포장방법에 따른 저장 중 품질 변화를 구명하였다(6). 또한 단호박의 선도유지를 위한 수확후관리에 대한 연구로는 Gibe와 Lee(7)가 28℃, 60~70% RH 조건에서 10일간 curing 후 12℃의 저장온도가 단호박 ‘에비스’ 품종의 품질유지에 미치는 영향을 보고하였고, Lee 등(8)이 200 µL/L NaOCl 처리가 단호박 ‘보짱’ 품종 저장 중 감모율을 줄이는데 효과적이라는 보고가 있었다. 그러나 신선편이 원료 단호박의 수확후관리에 따른 신선편이 가공에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 신선편이 단호박 상품에 관행적으로 사용되고 있는 진공포장 방법의 개선 방법을 찾고, 유통 중인 신선편이 단호박의 상품성을 향상시키고자 원료 단호박의 후숙기간이 품질에 미치는 영향을 구명하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

실험처리

강원 홍천에서 7월에 수확 한 단호박 ‘보짱’ 품종을 구입하여 수원시 실험실로 수송한 다음 25±2℃에서 가정용 선풍기를 이용하여 3단계 풍속 중 중간인 약풍으로 회전시키면서 1주, 2주 후숙 한 것을 실험에 사용하였다. 단호박은 중량이 600±50 g인 것을 선별하여 표면을 1차 수돗물로 교반하여 세척하고, 2차에 100 µL/L 염소수(pH 7.0)로 1분간 침지하여 살균소독 세척한 다음 1/8 크기로 절단하여 8개의 슬라이스를 80 µm Ny/PE필름(20×25 cm)에 진공포장 및 밀봉포장하여 5℃에 저장하면서 품질을 조사하였다.

기체조성 및 색 측정

저장기간 중 신선편이 단호박 포장 내부의 기체조성(O₂

및 CO₂)은 필름 표면에 septum을 부착한 뒤 가스분석기(Checkmate 9900, PBI Dansensor Co., Ringsted, Denmark)를 이용하여 측정하였다. 단호박의 색은 각 샘플의 절단된 양쪽 면의 중앙 부분을 colorimeter(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 12회 측정된 뒤 L, a, b 값을 hue angle [hue=tan⁻¹(b/a)]로 변환하였다.

경도, 당도 및 pH 측정

그리고 경도는 단호박 샘플의 절단면을 위로 향하게 놓고 샘플의 중간 부분을 texture analyzer(TA-XT2-5, Stable Microsystems, Surrey, UK)를 이용하여 측정하였다. 이 때 탐침의 지름은 3 mm, 거리는 8 mm, 속도는 3 mm/sec의 조건을 사용하였으며, 그 결과로부터 시료의 경도(firmness)를 N으로 나타내었다. 그리고 단호박의 가용성고형물(soluble solids content, SSC)은 디지털 당도계(PAL-1, Atago Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고, pH는 pH 측정기(TitroLine Easy, Schott, UK)를 사용하였다.

일반세균수 조사

그리고 신선편이 단호박의 일반세균수는 20 g의 단호박 샘플을 취하여 180 mL의 0.1% 멸균 펩톤수(pH 7.4)를 가한 뒤 균질기(Lab Stomacher 400, Seward Medical, West Sussex, UK)를 이용 230 rpm으로 1분간 균질화 하였다. 그리고 필터가 부착된 멸균백으로 여과시킨 다음 멸균 펩톤수에 연속적으로 희석한 뒤 샘플 1 mL을 건조필름 배지 3M aerobic count plates petrifilm(3M Microbiology, St. Paul, MN, USA)에 접종하여 35℃에서 48시간 배양한 다음 petrifilm plate reader(3M Microbiology)를 이용하여 미생물수를 측정하였다.

이취 및 외관 품질 평가

신선편이 단호박 저장 중 이취발생에 대한 관능적 품질 평가는 5명의 훈련된 평가원이 저장 3, 7, 14, 21일에 시료를 꺼내어 포장된 신선편이 단호박을 개봉하자마자 측정하여 Lopez-Galvez 등(9)의 방법에 의해 5단계의 점수를 부여(0=없음; 1=약간; 2=보통; 3=심함; 4=매우 심함) 하였으며, 점수 2를 초과하는 것은 상품성이 없는 것으로 간주하였다. 그리고 외관적 품질은 저장 14, 21일 후 5단계 점수를 부여하여(5=매우 좋음; 4=좋음; 3=보통; 2=나쁨; 1=아주 나쁨) 평가하였으며, 점수 3을 상품성의 한계로 간주하였다(9,10).

결과 및 고찰

포장내부의 기체조성

신선편이 단호박 저장 중 포장 내부의 기체조성은 진공 포장의 경우 O₂ 및 CO₂ 농도 측정에 소모되는 가스 량의

부족으로 측정이 어려워 밀봉포장에서만 조사되었는데 O_2 농도는 빠르게 감소하여 저장 7일에는 0 kPa에 이르렀으며, 이와 반대로 CO_2 는 크게 증가하여 저장 14일에 30 kPa 이상 축적되었다(Fig. 1). 그리고 단호박의 후숙 기간에 따라서 가스조성에 차이가 나타났는데 저장 3일에 후숙 2주 처리는 O_2 농도가 2.47 kPa로 1주 처리의 1.27 kPa보다 농도가 높게 유지되었고, CO_2 농도는 저장기간 내내 2주 처리가 1주 처리보다 낮게 나타났다. 이 결과는 수확 후 1주간 후숙한 단호박의 호흡량이 2주 후숙된 단호박보다 더욱 높았을 것으로 여겨진다. 신선편이 농산물 포장내부의 기체조성은 사용한 포장필름의 산소투과율에 따라서 크게 영향을 받는다. 본 실험에서 사용한 80 μm Ny/PE 필름은 주로 진공포장에 사용되는 산소투과율이 낮은 필름으로 포장 외부와의 가스교환이 적었던 것이 O_2 농도가 급격히 감소하고, CO_2 농도가 크게 높아진 것으로서 Gibe와 Kim(6)의 결과와도 일치하였다. 그리고 신선편이 단호박의 포장방법에 따른 가스조성을 본 실험에서는 밀봉포장 처리한 데이터만 나타내었는데, 보통 진공포장이 밀봉포장보다 O_2 농도가 빨리 감소하고 CO_2 농도는 높아지므로(11) 진공포장에서 보다 빠른 시간 내에 O_2 농도가 0 kPa에 이르렀을 것으로 추정된다.

신선편이 채소는 저장 중 포장내부의 O_2 농도가 낮고, CO_2 농도가 높아지면 변색 및 곰팡이발생 억제에는 도움이 되나 O_2 농도가 지나치게 낮을 경우 혐기 상태에서의 호흡을 촉진시켜 품질에 큰 영향을 미친다. 신선편이 호박의 적정 MA 조건은 O_2 농도 2 kPa와 CO_2 농도 15 kPa로 여겨지고 있다(12). 그러나 실제 유통되고 있는 신선편이 제품에서는 그동안 보고된 적정조건 보다 O_2 농도가 낮고, CO_2 농도

가 높은 상태로 유통되는 것을 볼 수 있다(9,11). 그리고 품목에 따라 차이는 있지만 신선편이 채소류 제품 포장내부의 O_2 농도가 0.5 kPa 미만으로 낮아지면 이취를 느낄 수 있어(13,14) 유통 중 이취발생을 억제하기 위해서는 급격히 O_2 농도가 낮아지지 않도록 하는 것이 도움이 된다.

본 실험에서 신선편이 단호박은 저장 7일 후 포장내부의 O_2 농도가 0 kPa에 이르러 이취의 상품성 한계 수준에 도달하였으나 1주 후숙 처리가 2주 후숙보다 더 급격히 감소하여 이취가 심할 수 있을 것으로 추정할 수 있었다. 이러한 결과는 2주 후숙 과정에서 호흡량이 높았으나 신선편이 가공 후 포장하여 저온에 보관하는 과정에서는 1주 후숙처리보다 호흡량이 낮아진 것이 원인으로 여겨졌다. 그리고 신선편이 단호박의 CO_2 농도는 저장 7일에 20 kPa를 넘어 동일한 필름을 사용했던 일반적인 신선편이 엽채류 제품의 CO_2 농도 10~15 kPa(11) 보다는 높게 나타나 신선편이 단호박의 호흡량이 엽채류 보다는 높은 것으로 추정할 수 있었다.

색(Hunter L, a, b, hue)

신선편이 채소 유통 중 변색은 매우 중요한 품질변화요인 중의 하나인데, 단호박의 경우 수확 후 숙성이 진행되면 과육의 색은 진한 오렌지색을 띄며 기호성이 향상되기도 하지만 과피 색은 저장기간이 지나치면 황색이 나타나면서 상품성이 상실되고 있다. 신선편이 단호박 저장 중 과육의 색은 적색도(redness)를 나타내는 Hunter a값과 색상을 나타내는 hue 값으로 나타내었다(Fig. 2). 신선편이 단호박의 적색도는 저장기간 내내 1주, 2주 후숙 시료의 초기 값인 각각의 7.4, 9.6 보다 완만하게 증가를 나타내었고, 후숙기

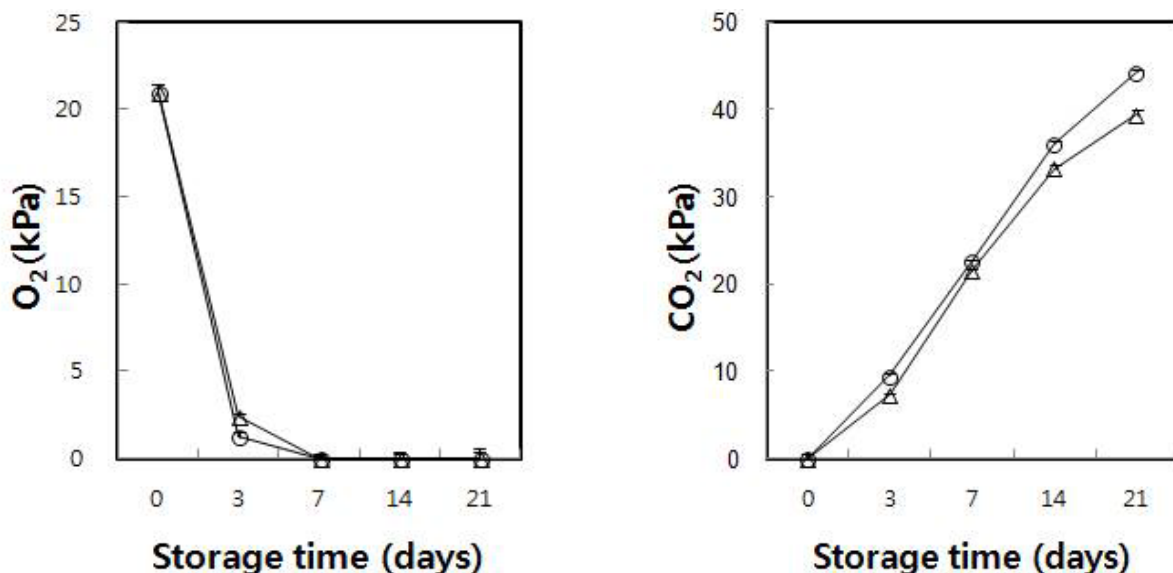


Fig. 1. Levels of O_2 and CO_2 concentration in fresh-cut winter squashes treated with different ripening periods and packaging methods during storage at 10°C for 21 days.

Each symbol is the mean of three replicate measurements; vertical lines represent SE. (○, 1 week+non-vacuum; △, 2 weeks+non-vacuum)

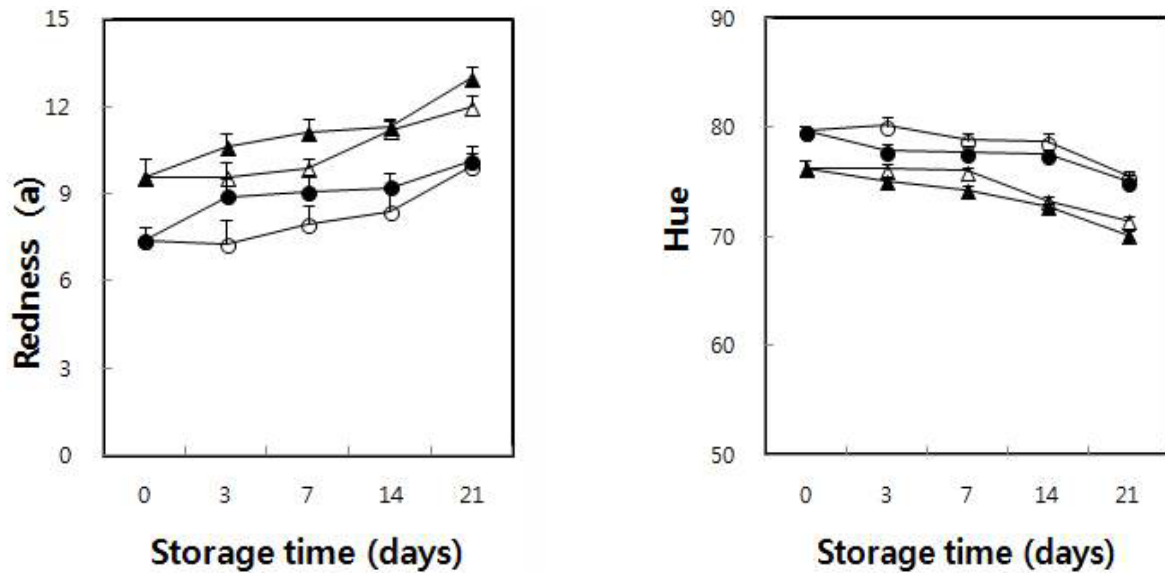


Fig. 2. Redness and hue angle of fresh-cut winter squashes treated with different ripening periods and packaging methods during storage at 10°C for 21 days.

Each symbol is the mean of three replicate measurements; vertical lines represent SE. (●, 1 week+vacuum; ○, 1 week+non-vacuum; ▲, 2 weeks+vacuum; △, 2 weeks+non-vacuum)

간에 따라서는 2주 후숙이 1주 후숙처리 보다 저장기간 내내 높게 나타났으나 포장방법 간에 유의적인 차이는 나타나지 않았다. 그리고 저장 0일에 hue 값은 1주 후숙이 79.7, 2주 후숙이 76.3 이었던 것이 저장기간 내내 감소하여 색상이 점차 적색으로 변함을 알 수 있었다. 후숙 처리간에는 2주 후숙처리에서 낮게 나타났으며, 포장방법 간에는 진공포장이 밀봉포장보다 낮은 경향을 나타내어 빠른 혐기상태의 진공조건이 단호박 과육의 색상 변화에도 영향을 미친 것으로 여겨졌다.

저장기간 중 1주 후숙 처리한 신선편이 단호박에서 명도(Hunter L값)와 황색도(Hunter b값)는 증가하다 감소하는 경향을 보였는데(data not shown), 저장 중 성숙되면서 과육의 명도가 증가하였다가 저장 후반에 품질이 변하면서 점차 어두운 색으로 변하는 것으로 여겨졌다. 단호박에 있어서 적색도가 높아지고 hue 값이 낮아진다는 것은 성숙이 진행된다고 간주할 수 있는데, 2주 후숙 단호박에서 1주 후숙처리 보다 빨리 진행되는 것으로 나타났다. 그러나 신선편이 단호박의 경우 적색도가 높은 것이 품질이 빨리 변하여 노화되었다고 간주하는 것 보다는 신선편이 가공 후에도 단호박이 일정기간 성숙과정을 갖는 것이라고 여겨졌다. 이는 신선편이 단호박이 저장기간 중에 성숙되면서 과육의 적색도가 일정기간 증가한다는 결과(5)와 일치하고, 단호박의 큐어링 과정이 충분하지 않아 구입 후에도 숙성이 진행되어 과육의 색이 황색에서 오렌지색으로 적색이 증가한다는 결과(15)와도 관련이 있다고 할 수 있다. 따라서 2주 후숙한 단호박의 적색도가 높은 것이 품질이 빨리 변하였다고 간주하는 것 보다는 1주 후숙처리 보다 성숙이 더 진행되어 기호성이 높은 상태의 색으로 변하였다고

여겨졌다. 따라서 단호박의 적절한 후숙 기간은 신선편이 단호박 가공 후 상품성에 영향을 주는 것으로 여겨졌다.

경도, 당도 및 pH

신선편이 단호박의 경도는 저장 초기에 증가하였다가 감소하는 경향을 나타냈는데 1주 후숙은 저장 7일까지 증가하였고, 2주 후숙은 저장 3일 까지 증가하였다가 이후 완만하게 감소하였다(Fig. 3 left). 후숙기간 별 단호박의 경도는 저장 0일에 1주 후숙 시료가 47.0 N 이었으나 2주 후숙 시료는 49.1 N으로 높게 나타났으며, 저장 7일에 1주 후숙은 가장 높은 54.3~55.1 N, 2주 후숙은 저장 3일에 가장 높은 49.8~51.0 N을 나타내었다. 이는 1주 후숙 단호박인 경우 충분히 숙성 되지 않은 채 신선편이로 가공되다 보니 저장 중 숙성과정이 보다 오래 소요되어 저장 7일에 가장 높게 나타난 것으로 가공 전에 숙성이 보다 진행되었던 2주 후숙처리 단호박 보다 늦게 나타난 것으로 여겨졌다. 이 결과는 Gibe와 Kim(6)의 보고에서 포장방법에 따라 차이는 있었지만 신선편이 단호박은 저장 중 경도가 완만히 증가하다가 감소하였다는 결과와 유사하게 나타났다. 그리고 본 실험에서 저장 3~7일 이후 경도가 감소한 것은 단호박 조직이 저장 중반 이후 서서히 연화가 되는 것으로 여겨졌다.

신선편이 단호박의 당도는 저장기간 동안 완만하게 증가하였으며 포장방법에 따른 차이는 나타나지 않았으나 단호박 원료의 후숙 기간에 따라 차이가 나타났다(Fig. 3 right). 저장 전 단호박의 당도는 1주, 2주 후숙 시료가 각각 10.5, 13.3 °Brix로 2주 후숙 시료에서 높았는데 저장기간 내내 2~3 °Brix가 높게 나타났다. 이 결과는 단호박을 slice 또는

dice 형태로 절단하여 신선편이 가공한 다음 10°C에서 저장하는 동안 일정기간 당도가 증가하였다(6,16) 는 보고와 유사하였다. 단호박은 영양적 가치뿐만 아니라 맛에 영향을 미치는 당도가 매우 중요한 품질 지표이므로(15), 당도가 높게 유지된 2주 후숙 시료를 사용한 신선편이 단호박이 더 선호될 것으로 여겨졌다. 단호박의 당도 증가는 전분이 당으로 변하는 것으로, 신선편이 가공 후에도 당도가 증가하지만 같은 품종의 원료라도 1주, 2주 후숙 처리에 따라 최고로 높게 나타났던 당도는 각각 차이가 있었는데 이는

절단하지 않은 원료상태에서 후숙하는 것이 절단 후 저장한 것 보다 당도가 증가했다는 결과(16)와 관련있는 것으로 여겨졌다. 그리고 단호박의 당도는 품종 및 숙성 정도 등에 따라서 차이가 있는데 상품화하여 유통시키기 위해서는 당도가 14 °Brix 이상 되어야 한다(15)는 보고와 관련하여 신선편이 단호박이 기호성을 갖추려면 수확한 원료를 2주 후숙하는 것이 필요한 것으로 나타났다.

신선편이 단호박의 pH는 저장 0일에 1주, 2주 후숙 시료가 각각 6.4, 6.1이었으며, 저장 중 두 처리 모두 약간 증가하

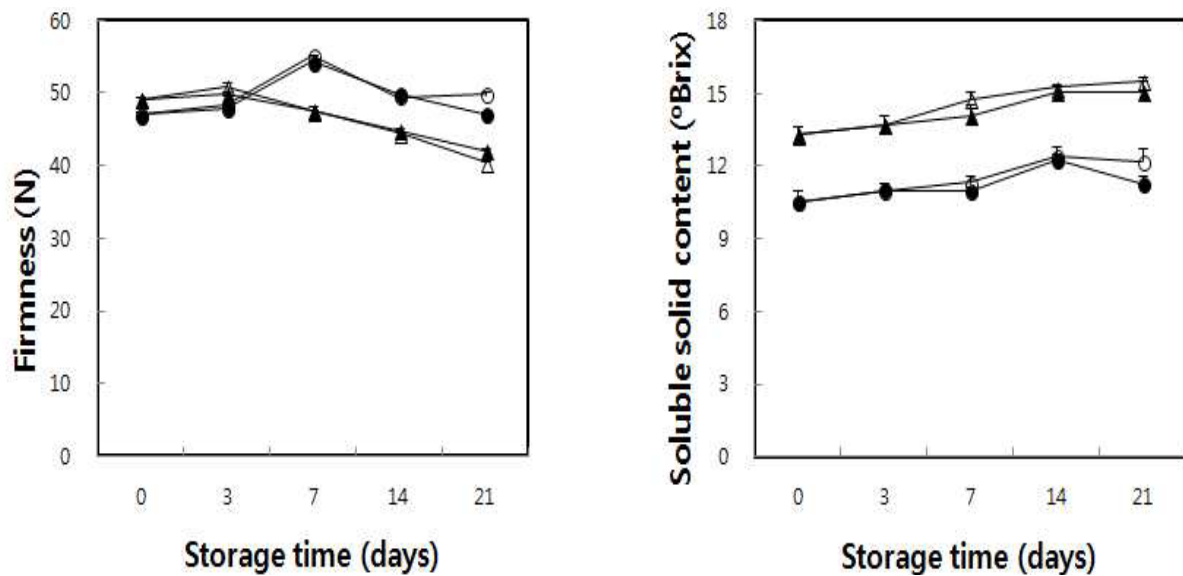


Fig. 3. Firmness and soluble solid content (SSC) of fresh-cut winter squashes treated with different ripening periods and packaging methods during storage at 10°C for 21 days.

Each symbol is the mean of three replicate measurements; vertical lines represent SE. (●, 1 week+vacuum, ○, 1 week+non-vacuum; ▲, 2 weeks+vacuum; △, 2 weeks+non-vacuum)

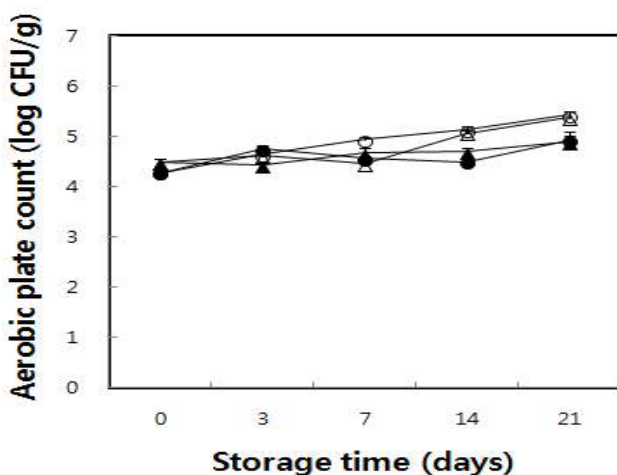


Fig. 4. Changes in aerobic plate count of fresh-cut winter squashes treated with different ripening periods and packaging methods during storage at 10°C for 21 days.

Each symbol is the mean of three replicate measurements; vertical lines represent SE. (●, 1 week+vacuum, ○, 1 week+non-vacuum; ▲, 2 weeks+vacuum; △, 2 weeks+non-vacuum)

였다가 감소하였으나 저장 14일 까지는 후숙처리와 포장방법 간에 차이가 나타나지 않았다(data not shown).

미생물

신선편이 단호박 저장 중 일반세균수는 저장기간 내내 완만하게 증가하였다(Fig. 4). 원료 후숙기간 별 일반세균수는 1주, 2주 후숙 시료가 저장 0일에 각각 4.3, 4.5 log CFU/g 이었으나 저장 21일 에는 4.9~5.4 log CFU/g로 증가하였다. 저장 중 후숙기간에 따른 일반세균수 차이는 나타나지 않았으나 포장방법에 따라서는 저장 14일 이후 밀봉포장이 진공포장보다 1주 후숙 처리에서는 0.5~0.6 log CFU/g, 2주 후숙 처리에서는 0.4~0.5 log CFU/g 로 높게 나타났다. 이는 진공포장에서의 가스조성이 밀봉포장보다 빠르게 O₂ 농도가 감소하여 혐기적 조건을 형성하기 때문에 저장 후반기에 호기성균이 증식하기에 어려운 환경이 되어 밀봉포장보다 일반세균수가 낮은 것으로 여겨졌으나 추후 혐기성균에 대한 조사도 필요한 것으로 나타났다.

비록 밀봉포장에서 진공포장보다 저장 후반에 일반세균 수가 높게 나타났으나 2주 후숙한 단호박 저장 14일과 21일에 각각 5.1, 5.4 log CFU/g을 나타내어 Habibunnisa 등(17)이 조사한 신선편이 호박의 일반세균수와 비슷한 수준을 나타냈다. 본 실험에서 조사된 신선편이 단호박의 일반세균수는 유통 중에 6~7 log CFU/g 수준을 나타내는 다른 신선편이 농산물(11)과 비교하면 낮은 수준으로 나타났다. 신선편이 농산물에 대한 미생물 규격은 주로 병원성 세균에 대해서 기준이 마련되어 있고, 일반세균수에 대한 기준은 유럽 국가에서 마련되어 있는데 유럽의 권장 기준인 10^7 CFU/g 이하와 비교하여도 낮은 수준으로 신선편이 단호박에서는 일반세균수의 미생물적인 안전성은 문제되지 않는 것으로 나타났다. 그리고 신선편이 단호박은 유통 중 곰팡이가 발생할 수 있는데(6,15) 본 실험에서는 나타나지 않았다. 이는 사용한 포장필름에서의 기체조성이 곰팡이가 발생에 적합하지 않았던 것으로 여겨지고, Gibe와 Kim(6)이 보고한 산소투과율이 높은 필름 포장에서는 곰팡이가 발생하였으나 80 μ m Ny/PE 필름에서는 나타나지 않았다는 결과와도 일치하였다.

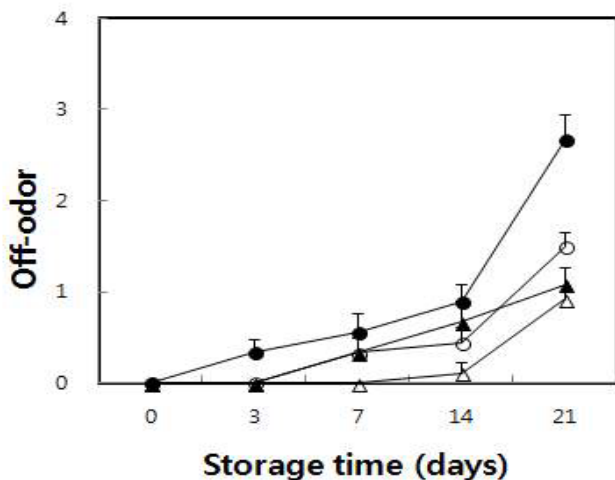


Fig. 5. Off-odor development in fresh-cut winter squash treated with different ripening periods and packaging methods during storage at 10°C for 21 days.

Each symbol is the mean of three replicate measurements; vertical lines represent SE. (●, 1 week+vacuum, ○, 1 week+non-vacuum; ▲, 2 weeks+vacuum; △, 2 weeks+non-vacuum)

관능평가

신선편이 단호박의 이취 발생은 저장 3일, 7일 이후 나타나기 시작하여 저장기간 중에 증가하였으며, 특히 저장 14일 이후에 급격한 증가를 나타내었다(Fig. 5). 단호박 원료의 후숙기간 및 신선편이 가공 후 포장방법에 따라서 차이가 나타났는데, 1주 후숙이 2주 후숙처리 보다, 진공포장이 밀봉포장보다 이취 지수가 높게 나타났다. 수확 후 2주 후숙 처리한 단호박을 신선편이 가공하여 밀봉포장을 한 처리에서는 저장 7일 이후에 이취가 발생하기 시작하였고 저장

21일에도 이취 지수가 0.92점으로 가장 낮게 나타났으며, 이는 상품성에 영향을 주지 않는 미미한 수준이었다. 신선편이 농산물에서 이취 발생은 저장 유통 중에 포장 내부의 기체조성이 O_2 농도는 낮아지고 CO_2 농도는 높아지면서 조성되는 혐기적 호흡과정의 산물이다(14,18). 본 실험에서 2주 후숙 처리한 단호박은 원료의 후숙 기간 중에 발생한 호흡으로 인하여 신선편이 가공 후에는 호흡이 낮아질 수 있었고, 포장방법에 따라서는 밀봉포장이 진공포장보다 저장기간 중에 상대적으로 CO_2 농도의 축적이 낮았던 것이 원인으로 여겨졌다. 그리고 Kim 등(13)은 신선편이 채소 저장 중 이취발생을 억제하기 위해서는 1 kPa 이상의 O_2 농도가 요구된다고 하였는데 본 실험에서는 1주, 2주 후숙을 하여 밀봉처리 한 시료에서 각각 저장 3일, 7일에 O_2 농도가 1 kPa 이하로 낮아져 이 기간 이후 밀봉포장에서도 이취 발생 여건이 조성되었다고 할 수 있었다.

저장기간 중 신선편이 단호박의 외관적 품질을 평가한 결과 저장 14일에는 모든 처리에서 3.5~4.0점을 나타내어 상품성이 있는 것으로 평가되었으나 저장 21일에는 2.8~3.0점으로 상품성 한계 수준 및 그 보다 다소 낮은 점수를 나타내었다(Fig 6). 처리방법에 따라서 저장 14일에는 2주 후숙 처리가 1주 후숙 처리보다 높게 나타났는데 2주 후숙 단호박의 색이 1주 후숙 보다 적황색이 많은 오렌지색을 나타내어 관능적 선호도가 높았던 것으로 여겨졌으며, 포장방법에 따라서는 차이가 나타나지 않았다. 신선편이 단호박 저장 21일에는 1주, 2주 후숙 모두 밀봉포장에서 진공포장보다 외관적 품질이 좋은 경향을 나타내었는데 이는 진공포장 한 단호박의 표면이 좀 더 물러진 것이 영향을 준 것으로 여겨졌다. 단호박의 외관에 대한 관능적 품질은

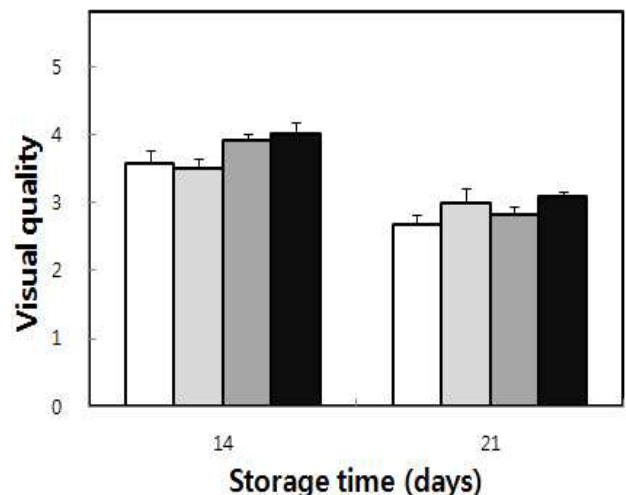


Fig. 6. Visual quality scores of fresh-cut winter squashes treated with different ripening periods and packaging methods after 14 day and 21 day storage at 10°C.

Each symbol is the mean of three replicate measurements; vertical lines represent SE. (□, 1 week+vacuum, ▒, 1 week+non-vacuum; ■, 2 weeks+vacuum; ■, 2 weeks+non-vacuum)

저장 14일에는 색과 관계가 있는 것으로 나타나 적색도가 높고, hue 값이 낮은 2주 후숙 처리가 1주 처리보다 높은 점수를 나타내었다. 그러나 저장 21일에는 후숙처리 기간 보다는 포장방법이 영향을 주어 밀봉포장이 진공포장보다 높은 경향을 보였는데 이는 진공포장에서 나타난 단호박 표면의 물러짐이 영향을 준 것으로 보여졌다.

이상의 결과로 ‘보짱’ 단호박은 수확 후 2주간 후숙 시킨 다음 신선편이 가공하여 밀봉포장을 하는 것이 신선편이 단호박의 품질을 향상시키는데 도움을 주는 것으로 나타났다.

요 약

신선편이 단호박 원료의 수확 후 적정 후숙 기간과 신선편이 가공 후 포장방법을 구명하고자 연구를 수행하였다. 소형 단호박 ‘보짱’을 수확하여 1주, 2주 후숙시킨 다음 1차 수돗물 세척 후 100 µL/L의 염소수에 살균소독 세척한 다음 절단하여 80 µm PE/Ny 필름에 진공 및 밀봉포장 하여 5°C 에서 21일간 저장하였다. 단호박의 후숙기간은 신선편이 가공 후 포장내부의 기체 조성 및 품질에 영향을 미쳤다. 단호박 원료 2주 후숙 처리는 1주 후숙 처리보다 신선편이 제품 저장 중 CO₂ 농도가 2.2~5.0 kPa 낮았고, 저장 7일 이후 경도가 낮게 나타났으며, 당도는 2주 후숙이 1주 후숙 처리 보다 2~3% 높게 나타났다. 그리고 적색도(Hunter a)도 2주 후숙이 1주 후숙보다 높게 나타났고, 색과 외관에 대한 관능점수가 높아 기호성이 우수하였으며, 이취발생도 적어 저장 3주까지 상품성을 유지하였다. 그리고 밀봉포장은 진공포장보다 미생물 수가 적고, 외관에 대한 관능적 점수가 높게 나타났다. 따라서 단호박을 수확 후 2주 후숙한 다음 신선편이 가공하여 밀봉포장하는 것이 신선편이 단호박의 품질을 높일 수 있는 방법으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ008258)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

References

1. Jaxsens L, Devlieghere F, Ragaert P, Vanneste E, Debevere J (2003) Relation between microbiological quality, metabolite production and sensory quality of equilibrium modified atmosphere packaged fresh-cut produce. Intl J Food Microbiol, 83, 263-280
2. Vilas-Boas EV, Kader AA (2001) Effect of 1-MCP on

- fresh-cut fruits. Perishables Handling Quarterly, 108, 25.
3. Kim JG (2008) Quality maintenance and food safety of fresh-cut produce in Korea. Asian Australasian J Plant Sci Biotechnol, 2, 1-6
4. Lee YR, Kim ST, Choe MG, Moon KD (2008) Effect of different types of cutting on the quality of fresh-cut sweet pumpkin (*Cucurbita maxima* Duchesne). Korean J Food Preserv, 15, 191-196
5. Lee JS, Park JP, Hwang TY, Kim IH, Kim SI, Moon KD (2003) Quality characteristics of minimally processed sweet-pumpkin during storage. Korean J Food Preserv, 10, 6-10
6. Gibe AJG, Kim JG (2013) Influence of cutting size and packaging materials on the quality of fresh-cut winter squash (*Var. Ajijimang*). Agri Sci, 4, 477-482
7. Gibe AJG, Lee JW (2008) Incidence of chilling injury in two varieties of winter squash (*Cucurbita maxima* Duch) at low temperature storage. Hort Environ Biotechnol, 49, 104-108
8. Lee JW, Yoon KS, Gibe AJG (2008) NaOCl application and curing in winter squash var. Bochang for longer storability. Hort Environ Biotechnol, 49, 168-174
9. Lopez-Galvez G, Peiser G, Nie X, Cantwell M (1997) Quality changes in packaged salad products during storage. Zeithschrift Lebensmittel - Untersuchung Forschung, 205, 64-72
10. Loaiza J, Cantwell M (1997) Postharvest physiology and quality of cilantro (*Coriandrum sativum* L.). HortScience, 32, 104-107
11. Kim JG (2007) Fresh-cut produce industry and quality management. Semyeong publication. Suwon, Korea, p 92-105
12. Gorny JR, Brandenburg J, Allen M (2003) Packaging design for fresh-cut produce. International Fresh-cut Produce Association, p 122
13. Kim JG, Luo Y, Tao Y, Saftner RA, Gross KC (2005) Effect of initial oxygen concentration and film oxygen transmission rate on the quality of fresh-cut romaine lettuce. J Sci Food Agri, 85, 1622-1630
14. Smyth AB, Song J, Cameron AC (1998) Modified atmosphere packaged cut iceberg lettuce: Effect of temperature and O₂ partial pressure on respiration and quality. J Agric Food Chem, 46, 4556-4562
15. Lee JW (2007) Development of postharvest technology of winter squash, In: production system and postharvest technology for high quality winter squash, 2007 Annual research report, National Institute of Horticultural

- Research Institute, p 545-551
16. Roura SI, Rosario-Moreira M, Valle CE, (2004) Shelf-life of fresh-like ready-to-use diced squash. *J Food Quality*, 27, 91-101
 17. Habibunnisa R, Baskaran R, Prasad K, Shivaiah M (2001) Storage behaviour of minimally processed pumpkin (*Cucurbita maxima*) under modified atmosphere packaging conditions. *Eur Food Res Technol*, 212, 165-169
 18. Cameron AC, Talasila PC, Joles DW (1995) Predicting film permeability needs for modified atmosphere packaging of lightly processed fruits and vegetables. *HortScience*, 30, 25-34

(접수 2013년 10월 21일 수정 2013년 12월 3일 채택 2013년 12월 23일)