냉동 애호박의 유통 중 품질예측을 위한 품질지표 선정

이혜옥 · 이영주 · 김지영 · 권기현 · 차환수 · 김병삼*
한국식품연구원

Choosing Quality Indicators for Quality Prediction of Frozen Green Pumpkin in Distribution

Hye-Ok Lee, Young-Joo Lee, Ji-Young Kim, Ki-Hyun Kwon, Hwan-Soo Cha, and Byeong-Sam Kim*
Korea Food Research Institute

Abstract We aimed to determine the quality indicators for quality prediction of frozen green pumpkin in distribution. Freshly harvested green pumpkin slices were blanched under optimal conditions (confirmed in a preliminary experiment), quick-frozen at -40°C for 24 h, and stored at 0, -5 , -15 , and -25°C . The correlation between each quality characteristic and the sensory preference rate was analyzed. There was a significant correlation between storage temperature-related drip rate and preference rate across all temperatures, except at -25°C . Hunter values, a and b, showed relatively high correlation coefficient values at -5 , -15 , and -25°C . Therefore, a change in the Hunter values should be considered when storing green pumpkin, because of their significant correlation with changes in the sensory preference and drip rates. Furthermore, they should be applied as quality indicators for the quality prediction of frozen green pumpkin in distribution.

Keywords: green pumpkin, frozen vegetables, temperature, sensory characteristics, quality indicator

서 론

호박은 중앙 아메리카가 원산지로서 알려져 있으며 품종은 크게 동양계(*Cucubita moschate* P), 페포계(*Cucubita pepo* P), 서양계(*Cucubita maxima* D)로 분류된다. 일반적으로 식용으로 이용되는 호박 중에 긴 애호박과 둥근 형태의 꽃호박은 동양계이며, 주키니 호박은 페포종이다. 특히 우리나라에서 생산되는 애호박은 *moschate* 계통의 동양계 호박으로서 국내 재배종의 주체가 되고 있다(1,2).

최근 하우스 보급과 재배기술 향상으로 애호박은 거의 매년 생산량이 증가하고 있으며 우리나라 과채류 생산량 중 차지하는 비율은 약 15.8%에 달하고 있어 그에 따른 소비량도 꾸준히 증가하고 있는 추세이다(3). 한국 전통 음식인 나물무침, 전 또는 된장국의 재료로 사용되는 애호박은 일반적으로 5-7월에 많은 양이 출하되고 있다. 그러나 개화한 뒤 7-10일이면 수확되는 애호박은 장마 시기에는 개화를 못하여 그 생산량에 영향을 미치고 수확 후 저온에 극히 민감하여 한계온도 이하에서의 저온장해(chilling injury, CI)를 받게 되어 저장성과 상품성에 많은 영향을 미치게 된다(4,5). 또한 유통 중 저온 장해로 인해 상품으로서의 가치를 잃거나 폐기되는 양이 매우 많은 실정이다(6). 이러한 점을 감안할 때 애호박의 안정 재배에 의한 소득 보장 또는 부가

가치 향상을 위해서는 애호박의 이용도 증진을 위한 저장성 연구가 매우 중요하다.

현재 애호박의 저장성에 대한 연구로는 Lee 등(7)의 CA처리, Park 등(8)의 기능성 필름 부착, Lee 등(9)의 저장 전 온도 처리 등이 있으며, 식품소재화 및 장기보존을 위한 수단인 냉동 저장성에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

일반적으로 동결 저장한 식품은 24개월 이상 장기간 저장이 가능하다고 알려져 있지만, 정확한 정보가 제시되어 있지는 않다. 이러한 점은 시간이 경과됨에 따라 어느 시점에서 변질되는 식품의 품질은 식중독 등 식품사고의 발생을 일으키는 안전상의 중요한 문제가 될 수 있다. 그러므로 냉동 애호박을 제조하여 일정 수준의 품질이 유지되는 기간이 어느 정도 될 것인가를 사전에 예측하여 소비자에게 제공하는 것은 매우 중요한 과제이며, 이를 위해서는 식품의 신선도를 가장 잘 대표할 수 있는 지표를 선정하는 작업이 필요하다.

따라서 본 연구에서는 애호박을 식품소재화 및 장기보존을 목적으로 수확 직후 최적의 조건에서 냉동하였으며 냉동 애호박의 유통 중 품질을 예측하기 위하여 0, -5 , -15 및 -25°C 저장하면서 드립률, 경도, 색도, 미생물 및 관능특성 변화를 조사한 후 각 품질특성과 관능적 기호도와 상관관계를 분석하여 적정 품질지표를 규명하고자 수행되었다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 애호박(*Cucurbita moschata*)은 경상남도 진주에서 2011년 5월에 수확된 것을 구입하여 사용하였다. 구입한 즉시 이물질을 제거하고, 신선한 것을 골라 시료로 사용하였다.

*Corresponding author: Byeong Sam Kim, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi 463-746, Korea
Tel: 82-31-780-9142
Fax: 82-31-780-9144
E-mail: bskim@kfri.re.kr
Received January 15, 2013; revised March 19, 2013;
accepted March 22, 2013

Fig. 1. Changes of drip loss in frozen green pumpkin during storage at 0, -5, -15 and -25°C. Values are mean±SD, n=3.

시료의 전처리 및 저장

냉동 애호박 제조를 위하여 선행실험으로 최적 조건인 적정 온도, 시간 및 냉동 변성방지제를 설정하였다. 수확 직후 두께가 0.5-1 cm로 성형한 애호박은 소금 2%를 첨가한 90°C 물에서 3분 동안 blanching 처리 후 즉시 냉수에 1분간 냉각한 다음 salad spinner (EMSA Werke, Damm, Germany)를 이용하여 1분 동안 탈수하여 물기를 제거하였다. 이어서 PP 플라스틱 용기 (22×15×5 cm, Taebang Co., Ltd., Seoul, Korea)에 500 g을 담아 0.06 mm 두께의 PE지퍼백(30×20 cm, Taebang Co., Ltd., Seoul, Korea)으로 포장하였다. 포장된 애호박은 -40°C에서 24시간 동안 급속동결한 다음 0, -5, -15 및 -25°C에 저장하였다. 저장된 시료는 포장된 상태로 채취하여 5°C에서 24시간 해동하여 품질을 평가하였다.

드립률

드립 손실 측정은 냉동 애호박 중량에 대한 해동 후 드립량의 백분율(%)로 나타내었다.

색도

색도는 색도계(CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)를 이용하여 과피를 제거한 애호박의 과육의 일정한 상당 부위를 측정하였다.

측정 전 표준백판(L=97.75, a=0.49, b=1.96)으로 보정한 후 사용하였으며 L (명도, lightness), a (적색도, redness), b (황색도, yellowness) 값으로 나타내었다.

경도

경도는 애호박 중앙 단면을 기준으로 과피로부터 가로, 세로, 높이가 1 cm 정사각형의 모양으로 성형하여 일정 부위의 최대강도를 측정하였다. Rheometer (Compac-100, Sun scientific Co., Ltd, Tokyo, Japan)에 3 mm인 probe를 장착하고 60 mm/min의 속도로 압축하여 일정 부위의 최대강도를 측정하였으며, 최대강도를 g-force 단위로 나타내었다.

총균수 및 대장균군수

시료 10 g을 취한 뒤 멸균된 0.85% saline 용액을 가하여 stomacher (Bagmiser 400, Interscience, St. Nom, France)로 1분간 균질화시킨 후 시료액을 1 mL 취하여 9 mL의 멸균된 0.85% saline 용액으로 단계희석 하였다. 시험용액 1 mL와 각 단계희석액 1 mL를 3M petrifilm (Petrifilm™ plate, 3M Co., St. Paul, MN, USA)에 접종하여 35±1°C 배양기(Incubator, Dae Il Engineering Co., Ltd., Busan, Korea)에서 24-48시간 배양시킨 후 colony forming unit (CFU/g)으로 표시하였다.

Fig. 2. Changes of lightness (L) in frozen green pumpkin during storage at 0, -5, -15 and -25°C. Values are mean±SD, n=10.

관능검사

관능요원 9명을 대상으로 시료의 외관, 색, 조직감 그리고 전반적인 기호도 등의 항목에 대하여 9점 척도법(매우 좋다: 9점, 좋다: 7점, 보통이다: 5점, 나쁘다: 3점, 매우 나쁘다: 1점)으로 평가하였다. 그러나 이치는 여러가지 항목과 다른 9점 척도법(매우 좋다: 1점, 좋다: 3점, 보통이다: 5점, 나쁘다: 7점, 매우 나쁘다: 9점)으로 평가하였다. 시료는 5°C에서 24시간 해동한 후 폴리에틸렌 일회용 접시에 담아 제공하였으며 난수표를 이용하여 추출된 숫자를 기입하였다.

통계처리

자료의 통계처리는 statistical analysis system (SAS) program에 의해 ANOVA 검정과 Duncan's multiple range test 방법을 이용하여 평균값 간에 유의수준 $p < 0.05$ 에서 유의성을 검정하였다. 드립률, 색도, 경도 및 미생물수와 종합적 관능평가지수와 상관관계는 Pearson's correlation을 사용하였다.

결과 및 고찰

품질특성변화

드립은 식품을 냉동하였을 때의 빙결정의 생성에 따르는 조직

의 파괴나 단백질의 냉동변성 등에 의해서 해동시 식품 중에 수분이 유지되기 어렵게 되기 때문에 생긴다(10,11). 저장온도에 따른 냉동 애호박의 저장 중 드립률의 변화는 Fig. 1과 같다. 저장 온도인 0, -5, -15 및 -25°C에서 저장한 경우 저장기간이 지날수록 약간의 증가와 감소가 있었으나, 저장 초기 11%에서 저장 종료일까지 각각 16, 22, 23 및 15%의 드립률을 보여 전반적으로 증가하는 경향으로 나타났다. 이처럼 식물성 식품은 동물성 식품에 비하여 유연성이 적기 때문에 냉동과정 및 저장기간 중에 발생하는 기계적 스트레스에 의해 세포가 쉽게 파괴되므로 조직의 변화 및 드립률이 더 크게 발생하며, 식품 냉동과정에서 발생하는 기계적 스트레스와 얼음입자의 재결정은 저장 온도의 변화와 관계가 있는 것으로 판단된다(12,13).

냉동 애호박의 품질을 결정하는 요인 중 맛, 향 및 영양성분과 함께 그 식품의 가치를 나타내는 색은 중요한 품질특성이다. 표면 색택 변화 중 밝기를 나타내는 L값은 모든 온도에서 저장 초기에 비하여 저장기간 동안 감소하는 결과가 나타났다. 그러나 저장기간 동안 증가와 감소를 반복하는 경향을 나타내어 전반적으로 일정한 경향은 나타나지 않았다(Fig. 2). 녹색을 나타내는 a 값은 -5, -15 및 그리고 -25°C에서 저장기간 동안 전반적으로 감소하는 경향을 보였으나(Fig. 3), 노란색을 나타내는 b 값은 모든 온도에서 저장기간이 지날수록 전반적으로 증가하는 경향을

Fig. 3. Changes of redness (a) in frozen green pumpkin during storage at 0, -5, -15 and -25°C. Values are mean±SD, n=10.

나타내었다(Fig. 4). 이는 냉동 애호박이 저장기간이 지날수록 녹색도는 감소하는 반면 황색도는 증가하는 것으로 보아 반비례하는 것으로 사료된다. 이처럼 냉동 애호박의 저장 중 색도 변화는 Han 등(14)의 냉동 비빔밥 나물용 애호박을 25일 동안 -18°C에서 저장한 연구 결과와 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다.

채소류의 전처리 및 가공공정에서 품질특성과 연관지어 고려되어야 할 여러 가지 요인들 중 식감과 관련이 있는 조직감의 변화는 가장 중요하다고 볼 수 있다. 이러한 냉동 애호박의 경도 변화는 모든 저장온도에서 저장기간 동안 증가와 감소의 변화가 일정하지 않은 것으로 보아 전반적으로 일정한 경향이 없는 것으로 나타났다(Fig. 5). 이는 애호박의 blanching 처리가 식품조직의 부피, 밀도 및 중량의 변화는 물론 세포구조가 변화되었기 때문에 뚜렷한 경향이 나오지 않은 것으로 여겨진다(15).

저장온도에 따른 냉동 애호박의 총균수 변화를 나타낸 결과는 Fig. 6과 같다. 0°C에서 24일 동안 저장한 경우에는 저장초기 2.77 log CFU/g에서 저장 14일까지 2.86 log CFU/g 수준으로 유지되었다. 그러나 저장 19일째에는 5.38 log CFU/g으로 저장 종료일인 24일째에는 6.41 log CFU/g으로 나타나, 저장기간이 지날수록 전반적으로 증가하는 경향을 나타내었다. 나머지 저장온도인 -5, -15 및 -25°C에서는 각각 5주, 6개월 및 8개월 저장하는 동안 2 log CFU/g 수준을 유지하였다. 또한 대장균군은 모든 저장온도에

서 저장기간 동안 검출되지 않았다. 미국 국방부의 Natick 연구소에서는 식품의 안전성면에서 조리 식품의 미생물 총균수 10^5 CFU/g, 대장균수 10^2 MPN/g을 제시하고 있다(16). 또한 식품공전상의 총균수는 1g당 100,000 이하 대장균군은 1g당 10개 이하로 규정되어있다(17). 본 연구는 냉동 애호박의 미생물 총균수와 대장균수가 0°C를 제외한 나머지 온도에서의 저장기간 동안 저장 안전성이 있는 것으로 보여진다.

냉동 애호박의 저장온도에 따른 관능적 특성을 9점 척도법으로 조사하였다. 외관, 색, 이취 및 조직감 등의 전반적인 품질 요소들을 종합하여 전체 기호도를 조사한 결과 0°C에서는 저장기간 9일까지 유의적으로 관능적인 품질 변화가 없는 것으로 보여지며($p < 0.05$), 그 이후에는 변화가 있는 것으로 나타났다(Table 1). 저장온도 -5 (Table 2), -15 (Table 3) 및 -25 (Table 4)°C의 경우 저장 초기에 전체 기호도가 유의적으로 가장 높게 나타났고($p < 0.05$) 저장기간 동안 지속적으로 관능적인 품질변화가 일어났다. 냉동식품의 품질 유지에는 온도와 시간의 요인이 가장 중요시되므로 보관온도에 따른 품질유지기간이 달라질 수 있다(18). 따라서 냉동 애호박의 장기 보관을 위해 여러 저장온도에 저장하는 방법을 통하여 품질을 우수하게 유지할 수 있는 가능성을 확인하였다.

Fig. 4. Changes of yellowness (b) in frozen green pumpkin during storage at 0, -5, -15 and -25°C. Values are mean±SD, n=10.

상관관계 및 품질지표 선정

냉동 애호박의 유통 중 품질을 예측할 수 있는 적정 품질지표를 선정하기 위하여 관능적 기호도와 각 품질특성들과의 상관관계를 분석한 결과는 Table 5와 같다. 저장 온도별 드립과 기호도와와의 상관관계는 0, -5 및 -15°C에서 각각 $R=-0.89$, $R=-0.84$ 및 $R=-0.94$ 로 상관계수가 높게 나타났으며 유의적인 상관관계를 보였다. 그러나 -25°C에서는 $R=-0.60$ 로 상관관계가 나타나지 않았는데, 이는 저장기간 동안 품질변화가 크게 나타나지 않았기 때문으로 생각된다.

색도와 기호도와의 상관관계에서 밝기를 나타내는 L값은 -15°C와 -25°C의 경우 상관계수가 각각 $R=0.95$ 와 $R=0.96$ 으로 유의적인 상관관계를 보였으나, 0과 -5°C에서는 유의성이 없었다(Table 5). 녹색도를 나타내는 a 값과 기호도와의 상관계수는 -5, -15 및 -25 °C에서 각각 $R=-0.94$, $R=-0.97$ 및 $R=-0.93$ 으로 유의적인 상관관계를 보였으나 0°C에서는 유의성이 나타나지 않았다. 또한 황색도를 나타내는 b 값과 기호도와의 상관계수는 -5, -15 및 -25 °C에서 각각 $R=0.96$, $R=0.98$ 및 $R=0.94$ 로 유의적인 상관관계를 보였으나 0°C에서는 유의성이 없었다. 이러한 결과는 저장 온도 -5, -15 및 -25°C에서 색도 a와 b값이 시간의 경과와 직선적인 상관관계를 가지고 있기 때문으로 사료된다. 반면에 0°C에

서는 유의성이 인정되지 않았는데 이는 저장기간 동안 일정한 변화를 보이지 않았기 때문으로 여겨진다. 따라서 저장온도 상관계수는 -5, -15 및 -25°C에서 색도 a와 b 값의 변화는 관능적 기호도와 높은 상관관계를 나타냄에 따라 냉동 애호박의 유통 중 품질을 예측할 수 있는 품질지표로 선정하여 적용 하는 것이 적절한 것으로 판단되었다.

경도와 관능적 기호도와의 상관관계에서는 0°C는 정의 상관계수를 보였고, -5, -15 및 -25°C는 부의 상관계수를 나타내었다(Table 5). 그러나 상관관계에 대한 유의성은 인정되지 않았다. 냉동 애호박의 경도는 시간의 경과에 따라서 일정한 변화를 보이지 않았고 각기 상이한 결과를 나타내어 품질평가 지표로 이용하기에는 추가 연구가 필요한 것으로 여겨진다.

냉동 애호박의 저장온도별 총균수와 기호도와의 상관관계를 분석한 결과 0, -5, -15 및 -25°C에서 각각 $R=-0.75$, $R=0.50$, $R=0.76$ 및 $R=0.16$ 으로 나타나 모든 저장온도 조건에서 유의성이 없었다(Table 5). 0°C에서 저장한 경우에만 시간이 경과 할 수록 총균수가 증가하였지만, 저온저장에서는 시간의 경과되어도 상이한 결과를 보이지 않아 품질평가 지표로 이용하기에는 적절하지 않은 것으로 보여진다.

Fig. 5. Changes of hardness in frozen green pumpkin during storage at 0, -5, -15 and -25°C. Values are mean±SD, n=10.

요 약

본 연구는 냉동 애호박의 유통 중 품질을 예측하기 위하여 적정 품질지표를 규명하고자 수행되었다. 수확 직후 애호박은 선행 실험을 통한 최적 조건인 소금 2%를 첨가한 90°C 물에서 3분 동안 blanching 처리한 후 -40°C에서 24시간 동안 급속동결 하였다. 동결된 애호박은 0, -5, -15 및 -25°C에서 저장하면서 드립률, 색도, 경도, 미생물 및 관능특성 변화를 조사한 후 각 품질특성과 관능적 기호도와와의 상관관계를 분석하였다. 저장온도에 따른

드립률과 기호도와와의 상관관계는 -25°C를 제외한 모든 온도 조건에서 유의적인 상관관계를 나타냈으나, 경도와 미생물은 기호도와와의 상관관계가 나타나지 않았다. 녹색도 a 값과 황색도 b 값은 -5, -15 및 -25°C에서 비교적 높은 상관계수를 나타내었다. 따라서 저장온도 -5, -15 및 -25°C에서 관능적 기호도와 높은 상관관계를 나타낸 색도 a와 b 값의 변화 그리고 -25°C를 제외한 모든 온도 조건에서 유의적인 상관관계를 나타낸 드립률의 변화를 냉동 애호박의 유통 중 품질예측을 위한 품질지표로 선정하여 적용하는 것이 적절한 것으로 판단되었다.

Table 1. Sensory characteristics of frozen green pumpkin during storage at 0°C

Sensory characteristics	Storage period (day)						
	0	3	6	9	14	19	24
Appearance	8.67±0.50a	8.11±0.78ab	7.56±1.13b	7.67±0.71ab	6.22±1.39c	5.22±1.39d	3.67±0.87e
Color	8.67±0.71a	8.22±0.44ab	7.56±1.24ab	7.44±1.42b	6.22±1.39c	5.11±1.17d	3.44±0.53e
Off-flavor	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.11±0.33b	1.33±0.50b	1.89±0.60a
Texture	8.44±0.88a	8.00±1.12ab	7.44±0.88ab	7.22±0.97b	5.22±1.92c	5.78±0.83c	3.22±0.83d
Overall acceptability	8.44±0.73a	8.00±1.12a	7.56±0.73a	7.56±0.88a	5.50±1.46b	5.11±1.27b	3.67±0.87c

Values are mean±SD, n=9. Means with the same letter in each row are not significantly different by Duncan's range test ($p<0.05$). 9=excellent, 7=good, 5=moderate/marketable, 3=poor, 1=very poor.

Fig. 6. Changes of total bacterial counts in frozen green pumpkin during storage at 0, -5, -15 and -25°C. Values are mean±SD, n=3.

Table 2. Sensory characteristics of frozen green pumpkin during storage at -5°C

Sensory characteristics	Storage period (week)					
	0	1	2	3	4	5
Appearance	8.67±0.50a	6.67±1.32b	7.11±1.62b	5.11±1.17c	3.11±1.54d	2.11±1.17d
Color	8.67±0.71a	6.78±1.20b	7.11±1.45b	5.22±0.97c	2.89±1.54d	1.56±0.88e
Off-flavor	1.00±0.00b	1.33±0.71ab	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.78±0.97a	1.89±0.78a
Texture	8.44±0.88a	7.22±0.97b	6.56±1.24bc	6.00±1.22c	5.00±0.71d	2.44±1.01e
Overall acceptability	8.44±0.73a	7.00±1.00b	6.89±1.05bc	5.89±1.17c	3.67±1.56d	1.89±0.78e

Values are mean±SD, n=9. Means with the same letter in each row are not significantly different by Duncan's range test ($p<0.05$). 9=excellent, 7=good, 5=moderate/marketable, 3=poor, 1=very poor.

Table 3. Sensory characteristics of frozen green pumpkin during storage at -15°C

Sensory characteristics	Storage period (month)				
	0	2	4	5	6
Appearance	8.67±0.50a	6.44±0.73b	5.89±1.27b	6.11±1.05b	3.94±1.29c
Color	8.67±0.71a	6.56±0.73b	6.11±1.27b	6.11±1.05b	3.44±1.24c
Off-flavor	1.00±0.00b	1.00±0.00b	1.44±1.01b	1.11±0.33b	2.89±1.62a
Texture	8.44±0.88a	6.11±1.17b	6.00±0.71b	6.33±0.71b	4.33±1.12c
Overall acceptability	8.44±0.73a	6.22±0.67b	5.89±0.93b	6.00±0.71b	3.67±0.71c

Values are mean±SD, n=9. Means with the same letter in each row are not significantly different by Duncan's range test ($p<0.05$). 9=excellent, 7=good, 5=moderate/marketable, 3=poor, 1=very poor.

Table 4. Sensory characteristics of frozen green pumpkin during storage at -25°C

Sensory characteristics	Storage period (month)				
	0	2	4	6	8
Appearance	8.67±0.50a	7.44±1.67b	6.22±1.20c	6.11±0.60c	5.33±1.00c
Color	8.67±0.71a	7.11±1.05b	5.78±1.20c	6.33±0.50bc	5.78±0.97c
Off-flavor	1.00±0.00b	1.11±0.33b	1.22±0.67b	1.89±1.05a	1.11±0.33b
Texture	8.44±0.88a	7.44±0.53b	5.89±1.17c	6.17±0.79c	4.89±1.17d
Overall acceptability	8.44±0.73a	7.67±0.50b	5.33±0.71c	5.78±0.67c	5.56±0.73c

Values are mean±SD, n=9. Means with the same letter in each row are not significantly different by Duncan's range test ($p<0.05$). 9=excellent, 7=good, 5=moderate/marketable, 3=poor, 1=very poor.

Table 5. Pearson correlation coefficients between overall acceptability and quality characteristics of frozen green pumpkin

Quality characteristics	Storage temperature (°C)	Correlation coefficient (R)	Statistical significance
Drip loss (%)	0	-0.89	**
	-5	-0.84	*
	-15	-0.94	*
	-25	-0.60	NS
L	0	0.47	NS
	-5	0.00	NS
	-15	0.95	*
	-25	0.96	**
Color a	0	-0.38	NS
	-5	-0.94	**
	-15	-0.97	**
	-25	-0.93	*
b	0	0.65	NS
	-5	0.96	**
	-15	0.98	**
	-25	0.94	*
Hardness (g-force)	0	0.24	NS
	-5	-0.51	NS
	-15	-0.73	NS
	-25	-0.84	NS
Total bacterial count (CFU/g)	0	-0.75	NS
	-5	0.50	NS
	-15	0.76	NS
	-25	0.16	NS

* $p<0.05$, ** $p<0.01$.

References

- Lee SE, Lee SG, Lee CW, Lee YB, Park CH. Source-sink relationship for translocation and distribution of ^{14}C carbohydrates in pumpkin. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 27: 37-43 (2009)
- Park KS, Huh YC, Lee HE, Park DK, Kwon JK. Effect of plastic bagging cultivation of summer squash (*Cucurbita moschata*) on improvement of quality and extension of storage period. *J. Bio-Environment Control* 19: 372-376 (2010)
- Park HW, Park JD, Lee MH. Freshness extension of squash (*Cucurbita moschata*) packed with expanded polystyrene foam box. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 29: 76-79 (2000)
- Lee JW, Shin HS, Lee KH, Park JW. Changes of physico-characteristics in green pumpkin during storage by packing material and method. *Korean J. Food Sci. Technol.* 41: 374-379 (2009)
- Lee KA, Yang YJ. Effect of chemical treatments on reduction of chilling injury and physiological changes during cold storage of squash (*Cucurbita moschata*). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40: 669-672 (1999)
- Lee HE, Choi ST, Lee JW, Do KR. Effect of 1-methylcyclopropene on the postharvest life and fruit quality of squash (*Cucurbita* spp.). *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 24: 471-475 (2006)
- Lee KA, Yang YJ. Effect of low temperature and CA on quality changes and physiological characteristics if chilling injury during storage of squash (*Cucurbita moschata*). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 39: 402-407 (1998)
- Park HW, Kim SH. Paperboard box laminated with functional MA film for freshness extension of squash (*Cucurbita moschata*). *Korean J. Postharvest Sci. Technol.* 6: 406-410 (1999)
- Lee KA, Yang YJ. Effect of prestorage temperature manipulations on reduction of chilling injury and quality retention during storage of squash (*Cucurbita moschata*). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 40: 416-418 (1999)
- Lee HE, Lim CI, Do KR. Changes of characteristics in red pepper by various freezing and thawing methods. *Korean J. Food Preserv.* 14: 227-232 (2007)
- Jeong JW, Jeong SW, Park KJ. Changes in internal pressure of frozen fruits by freezing methods. *Korean J. Food Preserv.* 10: 459-465 (2003)
- Yang JH, Park SH, Yoo JH, Lim HS, Jo JS, Hwang SY. Effect of freezing methods for kimchi storage stability on physical properties of Chinese cabbage. *Korean J. Food Culture* 18: 105-110 (2003)
- Park YH, Park SJ, Han GJ, Choe JS, Lee JY, Kang MS. Quality characteristics of pre-processed garlic during storage according to storage temperature. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 41: 994-1001 (2012)
- Han YS, Park JY. The microbiological and sensorial properties of frozen *bibimbap namul* during storage. *Korean J. Soc. Food Cookery Sci.* 17: 149-155 (2001)
- Lee HS. The measurement methods of the textural characteristics of fermented vegetables. *Korean J. Soc. Food Sci.* 11: 83-91 (1995)
- Silverman GJ, Carpenter DF, Munsey DT, Rowley DB. Microbiological evaluation of production procedures for frozen foil pack meals of the central preparation facility of the France E, Warren Air Force Base. Technical Report 76-37-FSL. U.S. Army Natick Research and Development Command, Natick, MA, USA (1976)
- KFDA. Food Code. Korea Food and Drug Administration, Seoul, Korea (2011)
- Choi MS, Choi JA, Kim MH, Bahk GJ. The comparison and distribution of temperatures established in display stands and food surfaces for cold and frozen foods in large discount stores in Korea. *J. Fd. Hyg. Safety* 26: 308-314 (2011)