

## Effect of packing type and storage temperature on microbial growth and quality of fresh-cut onions (*Allium cepa* cv. turbo)

Yeoung-Seuk Bae\*, Hyun-Jin Choi, Jung-Soo Lee, Mehea Park,  
Ji-Weon Choi, Ji-Gang Kim

Postharvest Research Division, National Institute of Horticultural and Herbal Science, Wanju 55365, Korea

### 포장방법과 저장온도가 신선편이 양파의 품질 및 미생물 생장에 미치는 영향

배영석\* · 최현진 · 이정수 · 박미희 · 최지원 · 김지강  
국립원예특작과학원 저장유통과

#### Abstract

Inappropriate storage of fresh-cut onions may result in losses of good quality. To understand storage conditions for shelf-life and quality of fresh-cut onions, The effect of packing type and storage temperature on the quality of fresh-cut onions was evaluated. Onions stored at 0°C for 2 months were peeled off after removing root and shoot parts. Each three peeled onions were packed in a polyethylene film (PE, 50 μm) or in a polyethylene/polypropylene film (PE/PP, 100 μm) with vacuum treatment (70 cmHg) and stored at different temperatures (4, and 10°C) for 21 days. The following analyses were examined to evaluate the quality of fresh-cut onions: microbial population, surface color, titratable acidity and pH, respiration rate, and sensory quality. Fresh-cut onions stored at 4°C showed less aerobic and coliform bacterial population than those stored at 10°C during observation periods. Fungal populations of fresh-cut onions packed in PE film stored at 10°C increased significantly after 13 days. *E. coli* was not detected in all treatments during whole storage periods. Surface colors of fresh-cut onions were not affected by packing type and storage temperature, however, color difference ( $\Delta E$ ) of fresh-cut onions in PE/PP film stored at 10°C was significantly higher than those of other treatments. Titratable acidity of fresh-cut onions was not affected by packing type and storage temperature. However, pH of fresh-cut onions packed in PE film stored at 10°C increased gradually over the whole storage period. Fresh-cut onions packed in PE film showed higher CO<sub>2</sub> and less O<sub>2</sub> concentrations at 10°C than those at 4°C. The sensory quality of fresh-cut onions was significantly affected by packing type and storage temperature after 13 days. Particularly, vacuum treatment in PE/PP film showed better sensory quality than that of PE film package at the same storage temperature. It was concluded that vacuum treatment and storage at 4°C could be effective to prolong the quality of fresh-cut onions up to 21 days.

Key words : fresh-cut, onion, packing type, storage temperature, microbial population, quality

#### 서 론

신선편이 채소(Fresh-cut vegetables)는 채소류를 수확 후, 박피, 절단, 세척, 포장 등 일련의 공정을 거쳐 신선함과

편리함을 부여한 농산물로 크게 조리가공용과 즉석섭취용으로 구분하며(1-3), 소비자의 외식 확대, 소득수준 향상, 1인 가구의 증가 등에 따른 국내 식문화 변화와 함께 편이성, 경제성, 환경적 측면으로 볼 때 그 수요는 점점 증가할 것으로 예상된다(4). 신선편이 채소는 살아있는 생체 조직으로 가공과정 중 발생할 수 있는 세포조직의 파괴와 원료의 껍질 제거와 절단에 따른 생리적 및 생화학적 변화, 미생물 증식에 따른 부패 등에 의해 품질은 빠르게 변할 수 있으며, 이러한 변화는 외관의 색상, 조직감, 향미 등의 손실을 초래하여 선도유지기간 및 저장성이 짧아지게 된다

\*Corresponding author. E-mail : ysbae63@korea.kr  
Phone : 82-63-238-6510, Fax : 82-63-238-6505  
Received 31 May 2016; Revised 8 August 2016; Accepted 9 August 2016.  
Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

(2,4,5).

신선편이 채소의 품질 유지 및 저장성 향상을 위한 연구는 가공 시 초기 미생물 또는 병원성 미생물의 밀도를 감소시켜 저장성을 향상하고자 하는 가공방법 연구(6), 유통 중 품질변화를 억제하기 위한 가공 중 처리기술 개발(7), 가공처리 후 유통 단계에서 품질변화를 억제하기 위한 포장방법 연구(8)등으로 크게 구별된다. 그러나 채소는 품목별로 다른 생리특성을 가지고 있어 신선편이 채소의 품질유지 및 저장성 향상을 위해서는 품목별로 품질유지 및 저장성에 미치는 요인에 알맞은 관리기술 연구가 필요하다.

양파(*Allium cepa* L.)는 백합과에 속하는 작물로 독특한 향미특성을 가져 우리나라에서는 주로 조미채소로 사용하고 있다. 국내 양파의 재배면적은 2014년 23,911 ha로 생산량은 159만 톤으로 전년보다 각각 19.3%, 22.8% 증가하였고, 1인당 소비량도 2014년 31.2 kg으로 매년 증가하고 있는 추세이다(9). 양파는 유황화합물(S-alk(en)yl cystein sulfoxides, thiosulfonates, allyl disulfide 등), flavonoid(querceetin, rutin), glutathione 등 기능성 물질을 많이 가지고 있고, 이들 화합물은 항산화, 항고혈압, 항동맥경화, 항균작용 등과 같은 효과가 있는 것으로 보고되고 있다(10-13). 양파의 독특한 향미 성분은 S-methyl cysteine sulfoxide, S-1-propenyl cysteine sulfoxide, S-propyl cysteine sulfoxide 등의 유황화합물에 의해 결정되며, 대표적인 향기 성분의 전구체는 S-1-propenyl cysteine sulfoxide로 전체 향기 성분 전구체 중 85%를 차지한다(14). 그러나 이들 향기 성분과 매운 맛은 소비를 위한 양파 준비과정에서 소비자의 코와 눈을 자극하여 소비자가 기피하는 과정 중 하나로, 이러한 문제를 해결할 수 있는 방법 중 하나가 신선편이 양파를 사용하는 것이다.

최근 국내 급식산업과 외식산업이 증가하면서 양파의 수요도 증가하고 있는데 신선편이 양파는 조리용 박피 통양파, 샐러드용 절단양파, 다진 양파 등의 형태로 가공하여 유통되고 있다. 국내 산업현장의 신선편이 양파 공정은 먼저 원재료에 묻어 있는 흙 등 이물질을 제거하고, 양파 상단의 줄기 부위와 하단의 뿌리 부위를 잘라내어 껍질을 제거한 후 10°C 깨끗한 물로 1차 예비세척을 한다. 세척한 양파는 초기 미생물 및 병원성 미생물의 오염을 줄이기 위해 차아염소산나트륨 용액(100~150 ppm)으로 표면살균하고, 양파에 잔존하는 염소 성분을 제거하기 위해 10°C 깨끗한 물로 다시 세척을 한다. 세척한 양파는 건조 후 박피 통양파 또는 절단 양파로 준비하여 포장과정을 거친다. 신선편이 채소의 유통과정 중 포장방법과 저장온도는 품질유지 및 저장성에 미치는 중요한 요인으로 신선편이 양파의 경우 포장방법은 진공 포장과 밀봉포장이 주로 사용되고 있고, 저장온도는 4°C 저장고 또는 10°C 내외의 진열장에서 저장 유통되고 있다. 그러나 신선편이 양파는 유통과정 중에 미생물 오염에 의한 부패, 이취 발생, 변색, 진공 풀림 현상

등의 원인으로 상품성을 상실하여 반품이 되는 경우가 종종 발생하고 있다. 산업현장에서는 신선편이 양파의 포장방법과 저장온도에 따른 유통기간 동안 품질변화에 관한 자료는 매우 중요하다 하겠으나 관련 기초자료는 매우 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구는 조리용 신선편이 양파를 가공하는 산업현장과 유통업체에서 활용 할 수 있는 기술정보를 제공하고자 포장방법과 저장온도가 신선편이 양파 유통 중 품질유지에 미치는 영향을 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료 및 신선편이 가공·포장

본 실험에 사용한 양파(*Allium cepa* L.)는 2015년 6월에 경남 창녕에서 구입한 터보 품종으로 가공처리 전까지 0°C의 저장고에 보관하였다. 양파는 상처가 나지 않고 외관이 깨끗하고 개체 무게가 250 g 내외의 균일한 양파를 선별하여 사용하였다. 저장 양파는 표면에 묻어 있는 이물질을 없애고 상단의 잎 부분과 하단의 뿌리 부분을 절단하고 껍질을 벗겨 제거하였다. 신선편이 양파 가공은 산업현장에서 사용하고 있는 방법을 준용하였다. 즉, 박피한 통양파를 10°C 깨끗한 물로 1차 세척한 다음 차아염소산나트륨 용액(100 ppm, 10°C)에서 2분간 살균소독 하였다. 살균한 양파는 10°C 깨끗한 물로 헹구고 약 2시간 동안 상온에서 두어 과다한 수분을 제거하였다. 신선편이 양파의 포장재는 산업체에서 사용하고 있는 polyethylene 필름(PE, 50 µm, 30×40 cm)과 polyethylene/polypropylene 필름(PE/PP; 내부 PE 및 외부 PP, 100 µm, 25×35 cm)을 사용하였다. 신선편이 양파 3개를 PE 또는 PE/PP 필름에 넣고, PE 필름은 밀봉하였고, PE/PP 필름은 73 cmHg 압력에서 진공 포장하였다. 포장한 신선편이 양파는 4°C(PE-4°C, PE/PP-4°C) 또는 10°C(PE-10°C, PE/PP-10°C) 저장고에서 보관하면서 1, 5, 9, 13, 17, 21일 후 품질을 조사하였다.

### 미생물 분석

신선편이 양파를 가공한 후 PE 필름에 밀봉 포장하거나 PE/PP 필름에 진공 포장한 후 4°C 또는 10°C에 보관하면서 총 세균수, 대장균수, 및 곰팡이수를 조사하였다. 미생물 분석은 멸균한 식칼을 이용하여 처리별 신선편이 양파 3개를 각각 4등분하고 각각 1/4 조각을 다시 잘게 썰어 혼합 시료를 만들고 그 중 20 g을 채취하여 filter bag(BACct)에 넣고 멸균수 180 mL를 추가하였다. 각각의 미생물 분석 시료는 균질기(Interscience Bag Mixer® 400, Pro Scientific Co., Oxford, CT, USA)에서 2분간 균질화하였다. 균질화한 시료의 희석액은 필터를 통해 시험관(Falcon tube, 50 mL-용)에 분주하고 10배씩 단계적으로 희석한 후 적정 희석액

1 mL를 Petrifilm(3M, Aerobic, *E.coli*/Coliform, Yeast/Mold count plates)에 각각 도말하였다. Aerobic 및 *E.coli*/Coliform count plates는 35°C에서 2일간 배양하였고, Yeast/Mold count plates는 25°C에서 5일간 배양하여 균수를 조사하였다.

#### 품질조사 측정 및 포장 내 기체조성

신선편이 양파 저장 중 시료의 색도 측정은 표준백판 ( $L^*=97.3$ ,  $a^*=0.08$ ,  $b^*=1.74$ )으로 보정된 색차계(Chromameter CR-300, Minolta Co., Tokyo, Japan)을 사용하여 신선편이 양파를 1겹 제거한 과육부위의 표면색을 무작위로 6회 측정하고 그 결과를 각각  $L^*$ (명도),  $a^*$ (적색도),  $b^*$ (황색도) 값으로 나타내었다. 또한 저장기간 중 변색된 색의 값은 저장 1일째 값을 기준으로 색차는  $\Delta E=(\Delta L^2+\Delta a^2+\Delta b^2)^{0.5}$ 로 표시하였다(15).

신선편이 양파의 산도 및 pH 조사는 신선편이 양파를 깨끗한 칼로 잘게 조각을 내고 4점의 거즈로 쌓고 착즙기를 이용하여 약 20 mL의 즙액을 채취하였다. 채취한 즙액 2 mL는 멸균수 18 mL에 희석하고 pH meter(TitroLine easy, Schott, Mainz, Germany)를 이용하여 pH 8.24까지 도달하는데 필요한 0.1 N NaOH의 양을 측정하여 산도를 계산하였다. pH는 나머지 양파 즙액을 이용하여 측정하였다.

신선편이 양파의 저장기간 중 포장 내부의 기체조성( $O_2$ ,  $CO_2$ )은 PE 필름에 밀봉 포장하여 4°C 및 10°C 저장한 처리구만 조사하였다. 신선편이 양파를 포장한 PE 필름에 septum을 부착한 후 기체분석기(CheckMate 3, PBI Dansensor, Ringsted, Denmark)를 이용하여 측정하였다.

#### 관능평가

신선편이 양파의 관능적 품질평가는 Das 등(16)과 같이 4명의 훈련된 평가원들이 시료 포장을 개봉한 즉시 이취를 평가하였으며, 이어 전체 외관 품질, 물러짐 및 변색 정도를 조사하였다. 이취, 물러짐 및 변색 발생 정도는 5단계의 점수를 부여(0, 없음; 1, 약간; 2, 보통; 3, 심함; 4, 매우 심함)하였으며, 점수 2를 초과하는 것은 상품성이 없는 것으로 간주하였다. 또한 전체 외관 품질도 5단계의 점수를 부여(1, 매우 나쁨; 2, 나쁨; 3, 보통; 4, 좋음; 5, 매우 좋음)하고 점수 3점을 상품성 한계로 간주하였다(17).

#### 통계분석

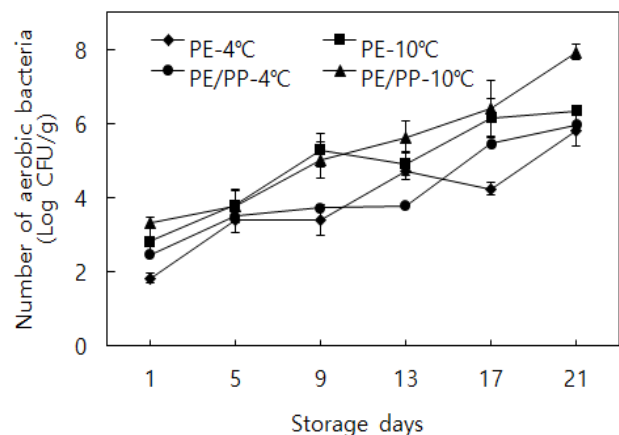
모든 실험은 무작위 3반복으로 수행하였으며, 그 결과는 JMP IN<sup>®</sup> software(SAS Institute Inc.)를 이용하여 ANOVA 분석을 실시하고, Tukey-Kramer honestly significant difference ( $p<0.05$ )로 처리구 및 조사시기별 유의성 검정을 실시하였다.

## 결과 및 고찰

#### 미생물학적 특성

신선편이 양파를 PE 필름에 밀봉 포장 및 PE/PP 필름에

진공 포장하여 4°C 및 10°C에 저장하였을 때 총 세균수의 변화는 Fig. 1과 같다. 신선편이 양파를 PE 필름에 포장하여 4°C에 저장 유통 시 총 세균수는 저장 1일째에  $1.82\pm 0.14$  log CFU/g, 저장 21일에  $5.81\pm 0.42$  log CFU/g로 증가하였으며, 10°C에 저장 유통하였을 때 총 세균수는 저장 1일째에  $2.81\pm 0.37$  log CFU/g에서 저장 21일에  $6.34\pm 0.14$  log CFU/g로 증가하여 4°C보다 높은 밀도를 나타내었다. 또한, 신선편이 양파를 PE/PP에 진공 포장하여 4°C에 저장했을 때 저장 1일째에  $2.45\pm 0.38$  log CFU/g에서 저장 21일에  $5.96\pm 0.62$  log CFU/g로 증가하였고, 10°C에서는 저장 1일째에  $3.31\pm 0.14$  log CFU/g에서 저장 21일에  $7.92\pm 0.21$  log CFU/g로 증가하여 총 세균의 밀도는 포장방법(PE 밀봉 포장 또는 PE/PP 진공 포장)보다는 저장온도에 더 큰 영향을 받았다. 즉, 신선편이 양파는 10°C에서 보다 4°C에 저장 유통할 때 총 세균의 밀도를 낮게 유지할 수 있음을 알 수 있었다. Kim 등(18)의 연구에서는 신선편이 양파를 가공하였을 때 초기 총 균수는 2.87 log CFU/g 수준이었으며, 신선편이 양파를 4°C에 저장했을 때 저장 10일째에 3.69 log CFU/g, 10°C에서는 저장 10일째에 6 log CFU/g 수준으로 증가하여 본 연구도 이와 비슷한 경향을 나타내었다. 진공포장은 저장 초기 포장 내 산소 공급을 억제하여 신선편이 양파의 화학적 또는 생화학적 변화 억제(19)하고 호기성 미생물의 증식을 억제할 것으로 기대하였으나 본 연구에서는 진공 포장에 의한 세균의 증식 억제 효과는 낮았다.

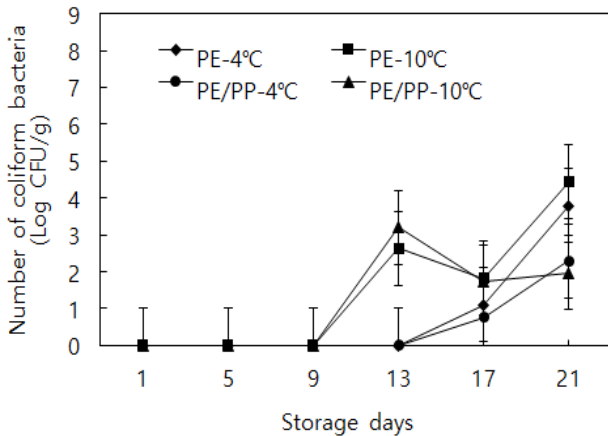


**Fig. 1.** Changes of total aerobic bacteria in fresh-cut onions packed in polyethylene (PE) film or polyethylene/polypropylene (PE/PP, inside; PE, outside; PP) film at 4°C (◆, ●) and 10°C (■, ▲) storages.

Fresh-cut onions in PE/PP film were vacuumed at the pressure of 73 cmHg for 2 min. Vertical bars represent standard deviation.

대장균군은 신선편이 양파를 10°C에 저장 유통 시 저장 13일부터 검출(Fig. 2, PE-10°C 및 PE/PP-10°C)되었으며, 가장 높은 밀도는 PE-4°C 처리구에서 저장 21일에 3.75 log CFU/g, PE-10°C에서는 4.43 log CFU/g, PE/PP-4°C에서는

2.29 log CFU/g를, PE/PP-10°C에서는 저장 13일에 3.2 log CFU/g를 나타내었다. 그러나 대장균(*E. coli*)은 조사기간 중 검출(검출한계 1 log CFU/g)되지 않았으며, 이는 다른 연구자들이 보고(20,21)한 바와 같이 신선편이 양파 가공 시 차아염소산나트륨의 사용에 따른 것으로 판단된다.

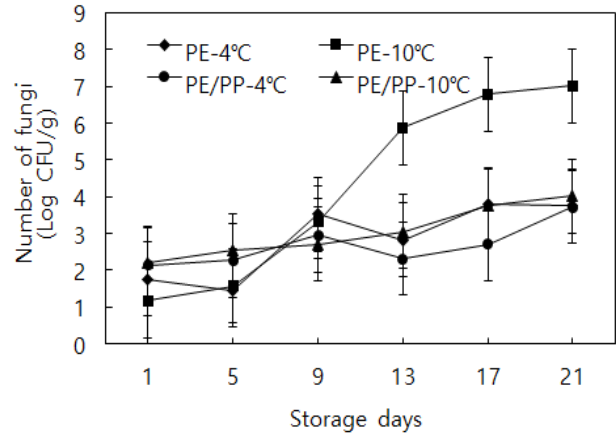


**Fig. 2.** Changes of coliform bacteria in fresh-cut onions packed in polyethylene (PE) film or polyethylene/polypropylene (PE/PP, inside; PE, outside; PP) film at 4°C (◆, ●) and 10°C (■, ▲) storages.

Fresh-cut onions in PE/PP film were vacuumed at the pressure of 73 cmHg for 2 min. Vertical bars represent standard deviation.

신선편이 양파 저장 중 곰팡이는 효모(yeast)를 포함한 전체 곰팡이를 조사한 결과, 저장 초기(1일)의 곰팡이 밀도는 PE film에 밀봉 포장한 경우 각각 1.17 log(10°C 저장), 1.76 log(4°C 저장)로 PE/PP film으로 진공 포장한 신선편이 양파의 곰팡이 밀도(4°C 저장 시 2.14 log, 10°C 저장 시 2.21 log)보다 다소 낮았으나 5%의 유의수준에서 유의적인 차이는 없었다(Fig. 3). 그러나 PE film에 밀봉 포장하여 10°C에 저장했을 때 저장 13일부터 밀도가 급격히 증가(5.88 log)하여 저장 21일에는 7.02 log를 보여 다른 처리에 비해 현저히 높은 밀도를 보였다( $p < 0.05$ ). 이와 같은 결과는 신선편이 양파 유통 중에 발생하는 곰팡이는 호기성 곰팡이로 저장 13일 이후 포장 내 산소 농도의 감소와 함께 이산화탄소의 농도가 증가(Fig. 5)하여 곰팡이의 성장단계가 영양

생장에서 생식생장으로 전환되어 포자가 형성하여 높은 밀도가 검출된 것으로 판단된다.



**Fig. 3.** Changes of total fungi in fresh-cut onions packed in polyethylene (PE) film or polyethylene/polypropylene (PE/PP, inside; PE, outside; PP) film at 4°C (◆, ●) and 10°C (■, ▲) storages.

Fresh-cut onions in PE/PP film were vacuumed at the pressure of 73 cmHg for 2 min. Vertical bars represent standard deviation.

#### 표면 색도

신선편이 양파의 포장방법과 저장온도별 표면색의 변화는 Fig. 4와 같다. 포장방법이나 저장온도는 신선편이 양파의 색도( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) 변화에 미치는 영향은 없었으며, 다만 PE/PP에 진공 포장하여 10°C에서 저장했을 때 저장 5일부터 17일까지 다른 처리구에 비해 현저히 높은 색차값( $\Delta E$ )을 나타내었다( $p < 0.05$ ).

#### 산도 및 pH

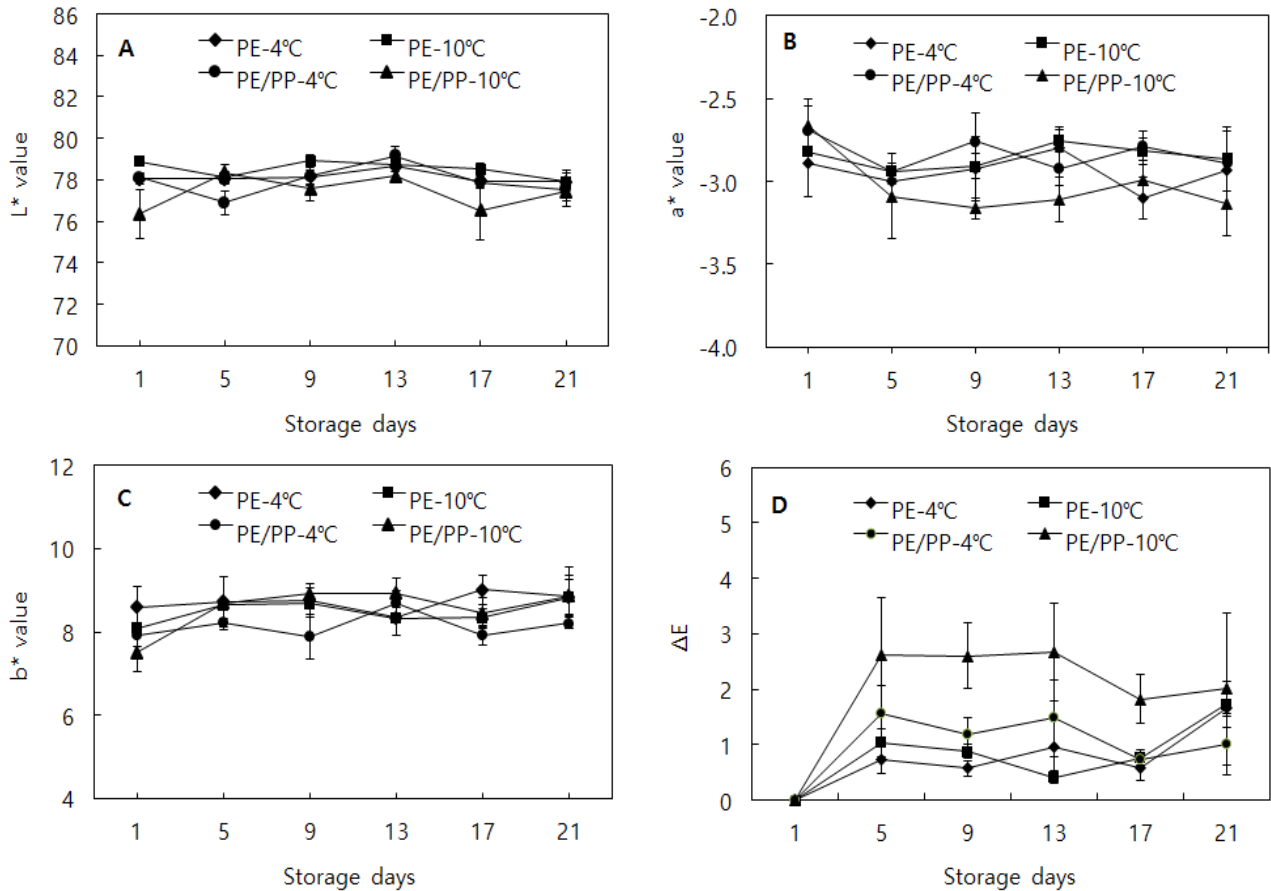
저장 기간 중 신선편이 양파의 생리대사 속도는 산도 및 pH의 증감과 밀접한 관계가 있다고 알려져 있어(22), 신선편이 양파의 포장방법 및 저장온도에 따른 산도 및 pH 변화는 조사하였다(Table 1). 신선편이 양파의 산도는 PE/PP-4°C 처리구를 제외한 모든 처리구에서 저장시간이 지나면서 다소 증가하였으며, pH는 PE-4°C 및 PE-10°C 처리구에서 저장시간이 지나면서 다소 낮아지는 경향이였다.

**Table 1.** Changes of acidity and pH in fresh-cut onions packed in polyethylene (PE) film or polyethylene/polypropylene (PE/PP) film at 4°C and 10°C storages

Packaging	Storage temperature (°C)	Acidity (%) for storage time						pH for storage time					
		1 day	5 days	9 days	13 days	17 days	21 days	1 day	5 days	9 days	13 days	17 days	21 days
PE	4	0.175 <sup>2)</sup>	0.174 <sup>a</sup>	0.162 <sup>a</sup>	0.164 <sup>b</sup>	0.178 <sup>a</sup>	0.192 <sup>a</sup>	5.65 <sup>a</sup>	5.66 <sup>b</sup>	5.75 <sup>b</sup>	5.77 <sup>b</sup>	5.55 <sup>c</sup>	5.58 <sup>c</sup>
	10	0.166 <sup>a</sup>	0.167 <sup>a</sup>	0.171 <sup>a</sup>	0.168 <sup>b</sup>	0.175 <sup>a</sup>	0.183 <sup>ab</sup>	5.78 <sup>a</sup>	5.72 <sup>b</sup>	5.73 <sup>b</sup>	5.66 <sup>b</sup>	5.52 <sup>c</sup>	5.43 <sup>c</sup>
PE/PP <sup>1)</sup>	4	0.179 <sup>a</sup>	0.160 <sup>a</sup>	0.175 <sup>a</sup>	0.197 <sup>a</sup>	0.173 <sup>a</sup>	0.170 <sup>b</sup>	5.73 <sup>a</sup>	5.73 <sup>b</sup>	5.75 <sup>b</sup>	5.74 <sup>b</sup>	5.78 <sup>b</sup>	5.86 <sup>b</sup>
	10	0.154 <sup>a</sup>	0.162 <sup>a</sup>	0.155 <sup>a</sup>	0.159 <sup>b</sup>	0.162 <sup>a</sup>	0.161 <sup>bc</sup>	5.67 <sup>a</sup>	5.95 <sup>a</sup>	6.07 <sup>a</sup>	6.22 <sup>a</sup>	6.33 <sup>a</sup>	6.34 <sup>a</sup>

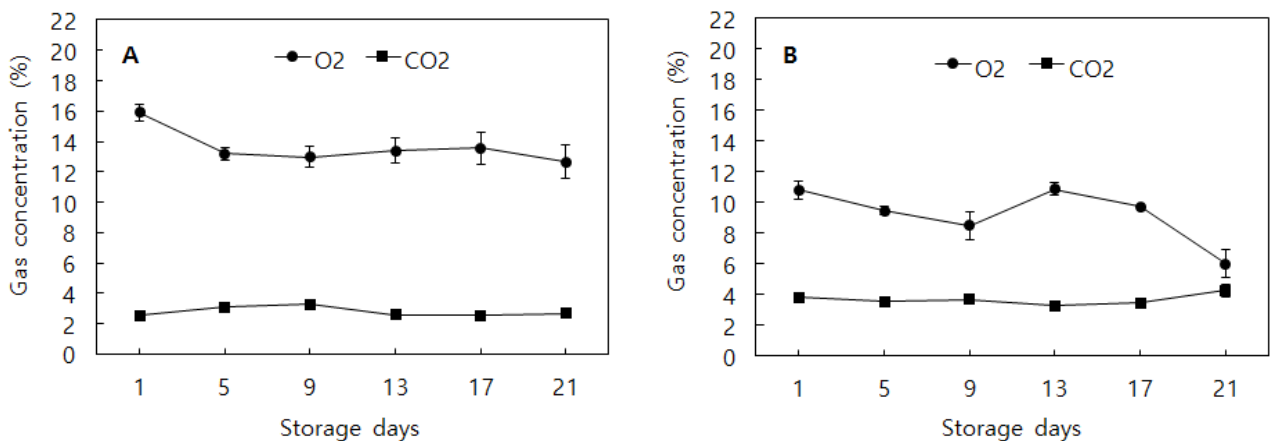
<sup>1)</sup>Fresh-cut onions in PE/PP films were vacuumed at the pressure of 73 cmHg for 2 min.

<sup>2)</sup>Different superscript letters in a column indicate significant differences among samples at  $p < 0.05$  (Tukey-Kramer honestly significant difference).



**Fig. 4.** Changes of color parameters L\* (A), a\* (B), b\* (C),  $\Delta E$  (D) in fresh-cut onions packed in polyethylene (PE) film or polyethylene/polypropylene (PE/PP, inside; PE, outside; PP) film at 4°C (◆, ●) and 10°C (■, ▲) storages.

Fresh-cut onions in PE/PP film were vacuumed at the pressure of 73 cmHg for 2 min. Vertical bars represent standard deviation.



**Fig. 5.** Changes of O<sub>2</sub> and CO<sub>2</sub> concentrations inside the PE packages of fresh-cut onions at 4°C (A) and 10°C (B) storages.

Vertical bars represent standard deviation.

이와는 반대로 PE/PP-10°C 처리구는 시간이 지나면서 pH가 증가하는 경향이였다. Berno 등(22)은 신선편이 양파를 15°C에 저장했을 때 생리대사가 활발해지면서 산도는 증가

하고 pH는 감소하였다고 보고하였는데, 본 연구에서 PE 필름에 신선편이 양파를 밀봉하여 저장했을 때 산도 및 pH는 이와 유사한 경향을 보였다.



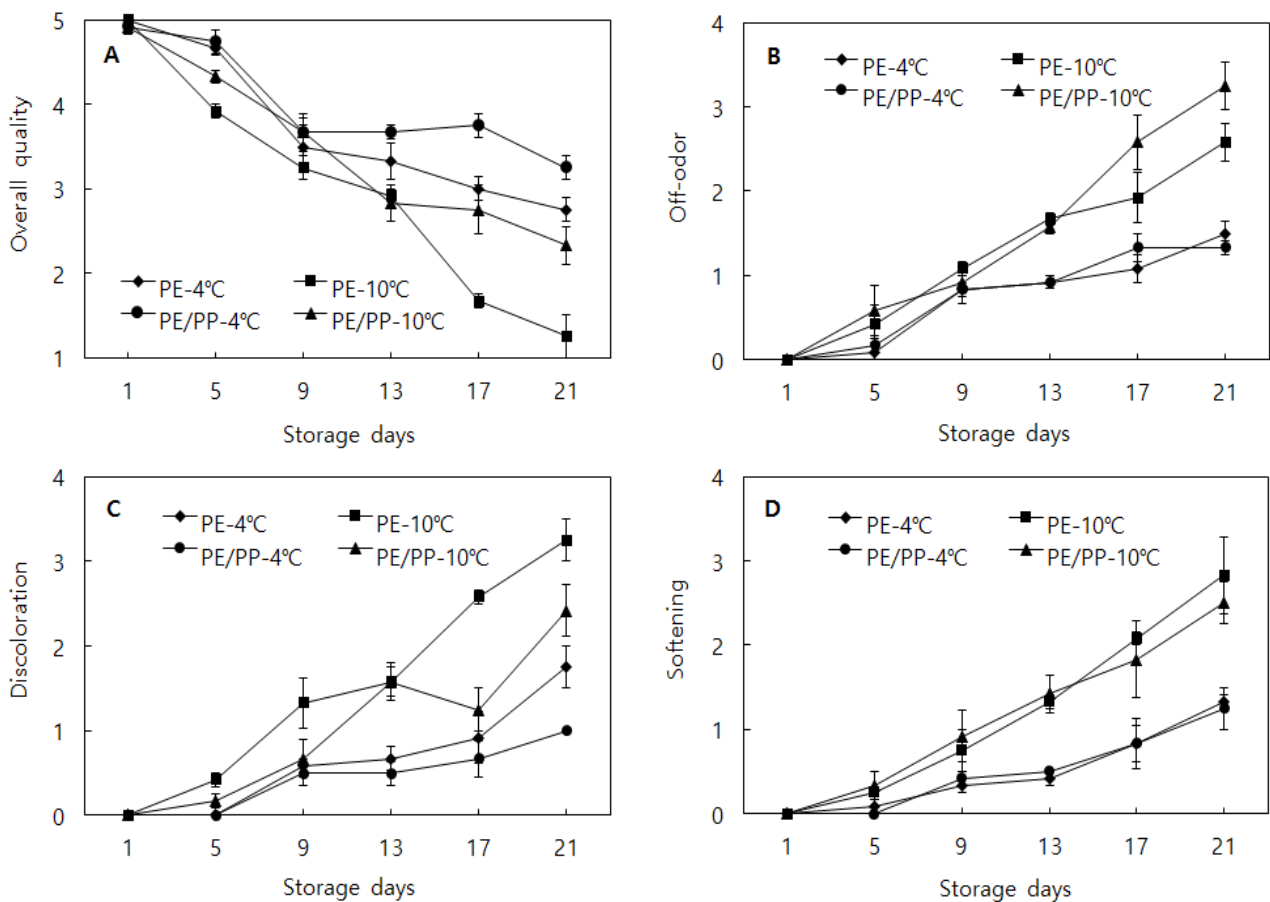
### 포장 내 기체조성

신선편이 양파를 PE 필름에 밀봉 포장하여 저장하였을 때 포장 내 기체조성(O<sub>2</sub> 및 CO<sub>2</sub>) 변화는 Fig. 5와 같다. 신선편이 양파의 저장 온도는 포장 내 기체조성에 큰 영향을 미쳤으며, 4°C보다 10°C에 저장 했을 때 높은 CO<sub>2</sub> 농도 및 낮은 O<sub>2</sub> 농도를 나타내었다. O<sub>2</sub> 농도는 4°C에서 저장 초기 15.89%였으나 저장 기간이 지나면서 감소하여 저장 21일째에는 12.67%로 나타내었다. 10°C에서는 저장 초기 10.83%로 저장 9일째(12.97%)까지 감소하다가 저장 13일째 10.87%로 다소 증가하였으나 저장 21일째에 6%로 크게 감소하였다. CO<sub>2</sub> 농도는 4°C에서 저장 초기 2.53%를 나타내었으며, 저장 9일(3.3%)까지 증가하다가 저장 21일째에 2.7%로 저장 초기의 농도와 유사하였다. 10°C에서는 저장 초기 3.83%로 저장 13일(3.27%)까지 다소 감소하다가 저장 21일에는 4.27%로 증가하였다. Berno 등(22)의 연구에서 신선편이 양파를 15°C에 저장했을 때 0°C에 저장했을 때보다 호흡률이 8배 높았고, 더욱이 저온에 저장했을 때 저장 1일째 평균 호흡률이 12%까지 감소하였으며, 저장 온도가 높을수록 신선편이 양파의 생리대사가 촉진되어 품질을

저하시켰다. 본 연구에서도 4°C에 저장했을 때보다 10°C에 저장했을 때 기체조성 변화가 심하였으며, PE 필름에 밀봉하여 10°C에 저장한 신선편이 양파의 외관 품질이 가장 낮게 평가되었다(Fig. 6A).

### 관능적 품질

신선편이 양파를 PE 필름에 밀봉 포장하거나 PE/PP 필름에 진공 포장하여 4°C 및 10°C에 저장 유통 시 외관, 이취, 변색, 및 물러짐 정도는 Fig. 6과 같다. 신선편이 양파는 저장기간이 경과됨에 따라 외관 품질은 모든 처리구에서 점차 낮게 평가되었는데, 특히 저장 13일 이후부터는 신선편이 양파의 포장 방법 및 유통 온도에 따라 현저한 차이를 나타내었다(p<0.05). 외관 품질의 한계를 3점으로 보았을 때 PE-4°C에서는 17일까지, PE-10°C 및 PE/PP-10°C에서는 9일까지, PE/PP-4°C에서는 21일까지 한계 값 이하로 평가되었다. 이취 발생은 신선편이 양파의 유통 온도에 따라 차이가 있었는데, 4°C에서보다 10°C에 저장 유통 시 저장 9일 이후 이취 발생 정도가 높게 나타났다. 이취 발생 한계 값 2점을 기준으로 하였을 때 PE-10°C에서는 17일까지,



**Fig. 6.** Changes of sensory properties including appearance (A), off-odor (B), discoloration (C), and softening (D) of fresh-cut onions packed in polyethylene (PE) film or polyethylene/polypropylene (PE/PP, inside; PE, outside; PP) film at 4°C (◆, ●) and 10°C (■, ▲) storages. Fresh-cut onions in PE/PP film were vacuumed at the pressure of 73 cmHg for 2 min. Vertical bars represent standard deviation.

PE/PP-10°C에서는 13일까지 2점 이하로 평가되었으며, PE-4°C 및 PE/PP-4°C에서는 저장 21일까지 각각 1.5 및 1.3 점으로 평가되었다. 신선편이 양파의 변색 정도를 조사한 결과, 신선편이 양파의 변색은 유통 온도에 따라 큰 차이를 보였으며, 저장 5일 이후부터 4°C에서보다 10°C에서 높게 평가되었다. 처리별 신선편이 양파의 변색 정도를 살펴보면, PE-10°C에서는 13일 이후부터, PE/PP-10°C에서는 17일 이후부터 한계 기준 값 2점보다 높게 평가되었고, PE-4°C 및 PE/PP-4°C에서는 저장 21일에 각각 1.3 및 1.2점으로 평가되었다. 신선편이 양파의 저장 온도는 관능적 품질에 큰 영향을 주었으며, 동일한 저장 온도에서는 진공 포장한 신선편이 양파의 품질이 더 양호하였다. 본 연구 결과로 볼 때 신선편이 양파의 관능적 품질평가 중 가장 중요한 평가 항목은 외관 품질로 판단되었으며, 외관 품질은 실제 구매자나 소비자가 상품의 구매 의사를 결정할 때 큰 영향을 주는 것으로 알려져 있다(23). 본 연구를 종합해 볼 때 신선편이 양파를 PE/PP 필름에 진공 포장하고 4°C에 저장 유통하는 것이 유통기한 연장 및 품질유지에 가장 효과적인 것으로 판단된다.

## 요 약

본 연구는 신선편이 양파의 포장방법 및 저장온도가 신선편이 양파의 선도유지 및 품질에 미치는 영향을 알아보기 위해 저온 저장 중인 양파를 뿌리 및 줄기 부분을 절단하고 껍질을 제거하는 등 최소로 가공한 양파를 준비하였다. 최소가공한 신선편이 양파는 polyethylene(PE, 50 µm) 필름에 밀봉 포장하거나 polyethylene/polypropylene(PE/PP, 100 µm) 필름에 진공 포장하고, 4°C 및 10°C에 저장하면서 21일 동안 미생물 분석, 색도, 산도, pH, 포장 내 기체변화, 관능적 품질을 조사하였다. 미생물 분석 결과 총 세균 및 대장균군의 밀도는 포장방법보다는 신선편이 양파의 저장온도에 큰 영향을 받았으며, 10°C보다는 4°C에 저장했을 때 세균의 밀도가 낮았다. 곰팡이는 PE 필름에 밀봉 포장하여 10°C에 저장했을 때 저장 13일부터 다른 처리구에 비해 현저히 높은 밀도를 보였다. 그러나 대장균은 모든 처리구에서 조사기간 동안 검출되지 않았다. 신선편이 양파의 표면 색도 값(L\*, a\*, b\*)은 포장방법이나 저장온도에 따른 차이는 없었으며, 다만 PE/PP에 진공 포장하여 10°C에 저장했을 때 저장 5일부터 17일까지 다른 처리구보다 현저히 높은 색차 값(ΔE)을 나타내었다(p<0.05). 신선편이 양파의 산도는 포장방법 및 저장온도에 따른 영향은 없었으며, pH는 PE/PP 필름에 진공 포장하여 10°C에 저장했을 때 저장시간이 지나면서 점차 증가하는 경향이였다. PE 필름에 신선편이 양파를 밀봉하고 포장 내 기체조성 변화를 조사한 결과 저장온도 간에 현저한 차이를 나타내었으며, 4°C에서 보다 10°C에

서 높은 CO<sub>2</sub> 농도와 낮은 O<sub>2</sub> 농도를 나타내었다(p<0.05). 신선편이 양파의 외관 품질은 저장시간이 지나면서 점차 낮게 평가되었으며, 특히 저장 13일 이후부터는 포장방법 및 저장온도에 따라 현저한 차이를 보였다(p<0.05). 신선편이 양파의 관능적 품질은 저장온도에 보다 큰 영향을 받았으며, 동일한 저장 온도에서는 PE 필름에 밀봉한 양파보다는 PE/PP 필름에 진공 포장한 신선편이 양파의 품질이 더 양호하였다. 결과를 종합해보면 신선편이 양파를 PE/PP 필름에 진공 포장하고 4°C에 저장 유통하는 것이 유통기한 연장 및 품질유지에 가장 효과적인 것으로 판단된다.

## 감사의 글

이 논문은 농촌진흥청 연구사업(세부과제번호: PJ01050204)의 지원에 의해 이루어졌으며, 이에 감사드립니다.

## References

1. Alzamora SM, Tapia MS, Lopez-Malo A (2000) Minimally processed fruits and vegetables : fundamental aspects and applications. Aspen Publishers Inc., Gaiterburg, MD, USA, p 1-62
2. Lamikanra O (2002) Fresh-cut fruits and vegetables : science, technology, and markets. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, p 1-43
3. Lund DB (1989) Food processing from art to engineering. Food Technol, 43, 242-247
4. Kim DM (1999) Extension of freshness of minimally processed fruits and vegetables. Korean J Hort Sci Technol, 17, 790-795
5. Lee HO, Kim JY, Yoon DH, Cha HS, Kim GH, Kim BS (2009) Microbial contamination in a fresh-cut onion processing facility. Korean J Food Preserv, 16, 567-572
6. Kim JG, Luo Y, Lim CI (2007) Effect of ozonated water and chlorine water wash on the quality and microbial de-contamination of fresh-cut carrot shreds. Korean J Food Preserv, 14, 54-60
7. Kim KM (2008) Color changes in fresh-cut fruit and vegetables and its pretreatment processing. J Kor Soc Packaging Sci Technol, 14, 23-29
8. Perez-Gregorio MR, Garcia-Falcon MS, Simal-Gandara J (2011) Flavonoids changes in fresh-cut onions during storage in different packing systems. Food Chemistry, 124, 652-658

9. Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (2015) Agriculture, Food and Rural Affairs Statistics Yearbook. Sejong, Korea, p 308-311
10. Hovius MHY, Goldman IL (2005) Flavor precursor [S-alk(en)yl-L-cysteine sulfoxide] concentration and composition in onion plant organs and predictability of field white rot reaction of onions. J Amer Soc Hort Sci, 130, 196-202
11. Corzo-Martinez M, Corzo N, Villamiel M (2007) Biological properties of onions and garlic. Trends Food Sci Technol, 18, 609-625
12. Yang YR, Park YK (2011) Black onions manufactured via the browning reaction and antioxidant effects of their water extracts. Korean J Food Preserv, 18, 310-318
13. Shim SM, Yi HL, Kim YK (2011) Bioaccessibility of flavonoids and total phenolic content in onions and its relationship with antioxidant activity. Int J Food Sci Nutr, 62, 835-838
14. Wang H, Li JM, Wang ZF, Zhang X, Ni YY (2007) Modified method for rapid quantitation of S-alk(en)yl-L-cysteine sulfoxide in yellow onions (*Allium cepa* L.). J Agric Food Chem, 55, 5429-5435
15. Sun SH, Kim SJ, Kim GC, Kim HR, Yoon KS (2011) Changes in quality characteristics of fresh-cut produce during refrigerated storage. Korean J Food Sci Technol, 43, 495-503
16. Das BK, Kim JG (2010) Microbial quality and safety of fresh-cut broccoli with different sanitizers and contact times. J Microbiol Biotechnol, 20, 363-369
17. Kim JG, Choi JW, Cho MA (2014) Quality changes of fresh-cut winter squash treated with different postharvest ripening periods and packaging methods. Korean J Food Preserv, 21, 17-24
18. Kim SJ, Sun SH, Kim GC, Kim HR, Yoon KS (2011) Quality changes of fresh-cut leafy and condiment vegetables during refrigerated storage. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 1141-1149
19. Denoya GI, Vaudagna SR, Polenta G (2015) Effect of high pressure processing and vacuum packing on the preservation of fresh-cut peaches. LWT-Food Sci and Technol, 62, 801-806
20. Lee KH, Lim HK (2008) A study on the shelf-life extension of minimally processed carrot. J Food Hyg Safety, 23, 330-337
21. Lee KH, Kim DH (2009) A study on the shelf-life extension of fresh-cut onion (*Allium cepa* L.). J Food Hyg Safety, 24, 324-331
22. Berno ND, Tezotto-Uliana JV, Santos Dias CT, Kluge RA (2014) Storage temperature and type of cut affect the biochemical and physiological characteristics of fresh-cut purple onions. Postharvest Biol and Technol, 93, 91-96
23. Hong SI, Jo MN, Kim DM (2000) Quality attributes of fresh-cut green onion as affected by rinsing and packaging. Korean J Food Sci Technol, 32, 659-667