

## 신선편이 엽채류 및 조미채소류의 냉장저장 중 품질변화

김수진<sup>1</sup> · 손시혜<sup>1</sup> · 김기창<sup>2</sup> · 김행란<sup>2</sup> · 윤기선<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 식품영양학과  
<sup>2</sup>국립농업과학원 농식품자원부

### Quality Changes of Fresh-Cut Leafy and Condiment Vegetables during Refrigerated Storage

Su-Jin Kim<sup>1</sup>, Shih-Hui Sun<sup>1</sup>, Gi-Chang Kim<sup>2</sup>, Haeng-Ran Kim<sup>2</sup>, and Ki-Sun Yoon<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food and Nutrition, Kyung Hee University, Seoul 130-701, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Agro-food Resources, RDA, Gyeonggi 441-853, Korea

#### Abstract

The objective of this study was to analyze quality changes during storage of fresh-cut produce (leafy vegetables and condiment vegetables) as a function of packaging and storage temperature. Fresh-cut produce was washed using a three step cleaning process and was packed in vacuum packaging (green onion, hot pepper, onion, baechu) and perforated film packaging (buchu and perilla leaf). The effects of packaging method and storage temperature on quality of fresh-cut produce were determined by analyzing total plate counts, *E. coli*, coliform groups, moisture content, pH, Aw, surface color, and exterior quality during storage at 4 and 10°C. According to the results, surface color change and microbial growth were delayed during storage at 4°C. Additionally, *E. coli* was not detected during storage. Generally, moisture content decreased in the perforated film packaging. Changes in surface quality such as skin browning, softening of tissue and chlorosis at 4°C were inhibited, whereas rapid vacuum annealing and changes in color and flavor were observed in the sample stored at 10°C. The result indicated that overall quality of the fresh-cut produce at 4°C was well maintained. The perforation in packing materials did not significantly increase the number of microorganisms on buchu and perilla leaf. The proper packaging methods and temperature may beneficial effect on microbial safety, quality and thus result in longer shelf-life fresh-cut vegetables during distribution.

**Key words:** fresh-cut produce, storage temperature, packaging, quality, microorganism

#### 서 론

국내 신선편이 농산물 시장은 1990년대 중반에 주로 단체 급식, 외식업체용으로 도입되어 간편성과 합리성을 추구하는 소비성향의 증가로 2000년 이후 급성장하여 소매시장으로 확대되었다(1). 2011년도 신선편이 농산물 시장규모는 6,625~7,641억원으로 그중 단체급식은 1,614~2,430억원, 외식업체는 430~630억원으로 연평균 5~15% 계속적으로 증가할 것으로 예상되고 있다(2).

농산물은 살아있는 생체조직이기 때문에 수확 및 가공 과정에서 생리적 장애와 조직 파괴가 일어나면서 농산물 표면의 보호막이 파괴되어 세균, 효모, 곰팡이 등에 오염되기 쉽게 변한다(3,4). 특히 신선편이 농산물은 가열처리를 거치지 않고 신선한 상태로 섭취하기 때문에 생산과정에서 오염되어 유입되는 미생물들을 완전히 배제하기는 어렵다(5). 따라서 신선편이 농산물은 안전을 위협하는 미생물 오염과 품질변

화가 소비시장을 활성화하는데 큰 걸림돌로 작용하고 있다.

신선편이 농산물은 주로 절단 등의 가공 과정을 거치면서 에틸렌 및 호흡률이 증가하고 효소 활성 등의 변화가 초래되어 조직의 연화 및 표면의 갈변화가 일어난다(6). 이러한 변화를 통하여 신선편이 농산물의 품질은 급격히 낮아져 사용이 간편하지만 가공하지 않은 농산물에 비하여 품질의 변화가 빠르게 일어나기 때문에 유통기한이 단축된다(7,8). 이러한 품질의 변화를 줄이기 위하여 CO<sub>2</sub>와 O<sub>2</sub>의 조절에 따른 가스조성이 신선편이 농산물의 갈변에 미치는 영향(9), 세척제 처리에 따른 품질 및 미생물 감소효과(10,11), 교차오염의 감소 및 세척의 효과를 높이는 공정조건(12) 등에 대한 연구들이 선행되었다. 또한 신선편이 농산물의 포장은 선도를 유지하는 주요한 방법으로서 포장 필름의 종류와 가공이 품질에 미치는 영향에 대한 연구가 보고되었다(13,14). 신선편이 농산물의 포장은 필름의 투과성에 따라 O<sub>2</sub>와 CO<sub>2</sub>의 양을 변화시켜 호흡률을 조절하기 때문에 신선편이 농산물 조직

\*Corresponding author. E-mail: ksyoon@khu.ac.kr  
Phone: 82-2-961-0264, Fax: 82-2-968-0260

의 노화와 유통기한 연장에 효과적이며, 선도유지를 위해 필수적이라고 할 수 있다(15). 현재 급식·외식업체에서 사용되고 있는 세척 절단된 신선편이 농산물의 포장은 주로 진공포장과 필름포장이 사용되고 있다. 그러나 저장기간 동안 포장방법이 신선편이 농산물의 품질변화에 미치는 영향에 대한 연구는 매우 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 절단, 세척된 엽채류 및 조미채소류의 유통기한 설정 및 관리 방안을 위한 기초 자료로 삼고자 급식·외식에서 점차 사용이 증가하고 있는 신선편이 농산물 중 대파, 고추, 양파, 배추는 진공포장을 하였고, 진공포장에 의하여 조직이 쉽게 무르는 부추와 깻잎의 경우는 필름 포장을 하여 포장방법에 따른 저온 저장 중의 품질변화를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용된 시료는 단체급식에서 소비현황이 높은 6가지 품목으로 엽채류인 배추(강원도 영월), 깻잎(충남 금산), 부추(경기도 하남)와 조미채소류인 양파(전남 무안), 대파(전남 진도), 고추(경북 의성)를 선정하였다(16). 선정된 품목의 절단 단위는 가장 많이 소비되는 형태로 대파(0.5 cm), 고추(0.4 cm×4.0 cm), 부추(5.0 cm), 양파(1.0 cm), 배추(3.0 cm×3.0 cm), 깻잎(1/2 size)을 절단하였다. 시료는 2010년 6월에서 8월 사이에 당일 산지에서 배송하여 대형마트(Seoul, Korea)로 입고된 신선하고 외관의 상처가 없으며, 크기와 모양이 유사한 상품을 선별, 구입한 후 저온상태에서 2시간 이내에 실험실로 운반하여 실험에 사용하였다.

### 전처리 및 포장 방법

시료는 품목별로 크기가 일정한 것을 선별한 다음 총 3단계에 걸쳐 1차 애벌세척과 2차 염소소독, 3차 헹굼 후에 건조하여 칭량하였다(17). 1차 애벌세척(3 min)은 흙 등의 이물질 제거를 위해, 2차 염소소독(sodium hypochlorite, 100 ppm/5 min)은 미생물 제거를 위해 실시하였으며, 빙초산을 이용하여 소독의 최적 pH인 6.5~7.0에 맞추었다(18). 염소소독의 냄새 제거를 위한 3차 헹굼을 실시하고 모든 세척공정은 세척의 효과를 높이기 위하여 저온 shaking incubator (HB-201SF, Hanbaek Scientific Co., Seoul, Korea)를 이용하여 시료의 10배의 세척수로(10°C) 100 rpm에서 실시하였다. 세척된 시료는 소독된 샐러드 스피너를 이용하여 30초간 물기를 제거한 후 30분 동안 살균된 clean bench에서 자연 건조하여 표면의 물기를 제거한 후 시료로 사용하였다. 전처리를 마친 시료 중 깻잎과 부추는 진공에 의하여 조직이 쉽게 물리므로 지름이 1 mm, 기공이 10 mm 간격으로 있는 두께 30 µm의 orientated polypropylene(OPP) film 소재인 유공필름(Tae Bang Patec, Gyeonggi-do, Korea)과 두께 45 µm의 shrink polypropylene(SPP) film 소재인 무공 필름

(Tae Bang Patec)에 넣어 밀봉하였으며, 그 외의 품목은 poly-ethylene(PE) 소재의 앞면은 엠보 필름(100 µm), 뒷면은 평필름(75 µm)으로 이루어진 진공포장지(Zeropack, Gyeonggi-do, Korea)를 사용하여 진공포장(IS-100, Zeropack)하여 저장하였다. 신선편이 농산물의 저장 온도는 식품공전(19)에서는 신선편이식품의 보관온도를 5°C 이하로 제시하고 있는 반면, 학교급식 위생관리 지침서(20)에서는 신선편이 전처리 농산물의 보관온도를 10°C로 제시하고 있다. 따라서 본 연구에서는 신선편이 식품을 4°C와 10°C에 보관하여 온도 차이에 따른 품질 변화를 조사하였다.

### 품질특성 분석

**일반성분:** pH는 시료 30 g과 증류수 30 g(깻잎의 경우: 증류수 60 g)을 넣어 30초간 마쇄하여 4겹의 거즈로 여과한 후에 pH-meter(IQ 240, IQ Scientific Instruments, Inc., San Diego, CA, USA)를 이용하여 측정하였으며, 시료의 수분활성도는 약 1 g의 시료를 water activity meter(AquaLab Lite, Decagon Devices, Inc., Washington, DC, USA)를 이용하여 측정하였으며, 수분함량은 시료 약 3 g을 식품공전의 상압가열건조법에 따라 측정하였다(19).

**총균수:** 식품공전법에 따라 무균적으로 시료 25 g을 취한 뒤 225 mL의 0.1% peptone water를 혼합하여 stomacher (Bagmixer 400, Interscience, Co., Saint Nom, France)를 이용하여 2분간 균질화 시킨 후, 각각의 시료액을 1 mL씩 취하여 9 mL의 희석액에 단계 희석하였다. 단계 희석액 1 mL씩을 멸균된 petri dish에 무균적으로 취하여 45~50°C로 유지한 Plate count agar(PCA, Difco Lab., Detroit, MI, USA)를 약 15 mL 분주하여 36±1°C에서 48시간 배양시킨 후 colony 수를 측정하여 colony forming unit(CFU/g)으로 표시하였다(19).

**대장균, 대장균군수:** 총균수 검사와 동일한 방법으로 시료를 전처리한 후 단계 희석액 1 mL씩을 건조배지필름인 3M Petrifilm *E. coli*/Coliform Count Plate에 무균적으로 분주하여 36±1°C에서 24시간 배양하였다. 대장균은 가스방울이 붙어있는 푸른색 균체, 대장균군은 가스방울이 붙어있는 붉은색 균체의 colony 수를 측정하여 CFU/g으로 표시하였다.

**색도:** 색도는 시료 30 g과 증류수 30 g(깻잎의 경우: 증류수 60 g)을 넣어 30초간 마쇄하여 4겹의 거즈로 여과한 직후 petri dish에 담아 색차계(Color JC 801, Color Techno System Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 L, a, b 값을 측정하였다(21). 표준색판은 백색판(X=82.62, Y=85.15, Z=97.68)을 사용하였다.

**통계분석:** 각 시료에 대한 실험 결과는 SAS program (ver. 9.1, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 One-Way ANOVA 분석을 실시하고 시료 간의 유의성이 있는 경우 Duncan의 다중범위검정(Duncan's multiple range test)으로 p<0.05 수준에서 사후검증을 실시하였다.

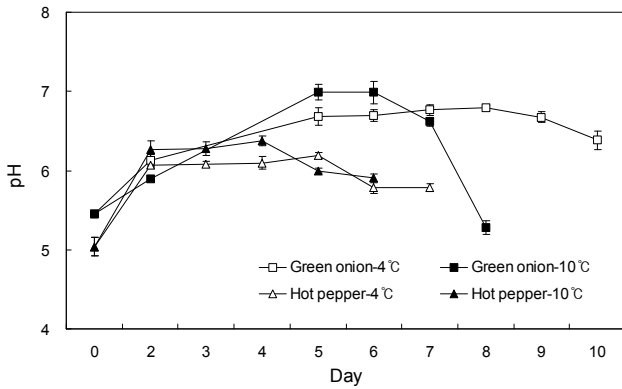


Fig. 1. Changes in pH in hot pepper and green onion during storage at 4 and 10°C.

결과 및 고찰

일반성분

조미채소류 중 절단 대파와 고추에 대해 저장온도에 따른 pH의 변화는 Fig. 1과 같다. 절단 대파의 pH는 저장초기 5.45±0.01을 나타내었으며, 대파는 4°C에서는 대체로 증가하여 저장 5일경부터 저장 10일까지 pH 6~7 정도를 유지하였다. 반면 10°C에서는 6일경까지는 다소 상승하는 경향을 보였으나 품질이 급격히 저하하는 6일경부터는 pH가 유의적으로(p<0.05) 급격히 낮아져 8일경에는 pH 5.18±0.08까지 감소하였다. Martinez-Ferrer 등(22)의 연구에서는 최소 가공한 망고와 파인에플을 Modified Atmosphere(MA) 포장과 진공포장 후 5°C에서 25일 동안 저장하여 관찰한 결과 MA와 진공 포장 모두 저장 5일 이후부터 pH가 낮아졌다. 이러한 결과는 저장기간 동안의 Aw의 감소와 호흡 중 물질 대사 과정의 일환으로 유기산이 생산되어 산성화되기 때문인 것으로 보고되었으며, 과실의 경우 호흡으로 인해 유기산이 당으로 전환되어 산도가 떨어져 pH가 증가하는 경향을 보이며, 포장재의 산소 투과도에 따라 pH가 달라진다(23).

조미채소인 고추의 경우 저장초기의 pH는 5.04±0.11을 나타내었으나 4°C에서 저장 7일경에 6.07±0.07, 10°C에서는 6일경에 6.26±0.11으로 모두 저장기간에 따라 유의적으로

상승하였다(p<0.05). Kim 등(24)의 연구 결과에서도 최소 가공한 무는 저장기간이 길어짐에 따라 pH도 유의적으로 상승하는 경향을 보였으며, Kwon 등(25)의 신선편이 치커리도 저장기간 내에 상승하는 경향을 보였으며, 본 실험의 고추 역시 선행연구와 유사한 결과를 보였다. 그러나 본 연구의 다른 품목인 배추, 양파, 깻잎, 부추의 pH는 저장기간 동안 특별한 변화를 보이지 않았다.

신선편이 농산물은 품목에 따라 조직과 특성에 맞는 포장 방법을 사용하며, 포장에 따른 저장기간 중의 품질특성 변화는 다르게 나타난다. 진공포장이 불가능한 깻잎과 부추를 4°C와 10°C에서 저장하면서 저장기간에 따른 수분함량의 변화를 Fig. 2에 나타내었다. 기공이 있는 유공필름지로 포장한 깻잎과 부추의 경우, 저장기간이 길어짐에 따라 호흡과정에서 발생한 수분이 기공을 통하여 빠져나가 두 품목 모두 수분량이 유의적인 감소경향을 보였으나(p<0.05), 무공필름으로 포장한 두 품목은 수분이 빠져나가지 않아 저장기간 동안 유의적인 변화를 보이지는 않았다(p>0.05). 위의 결과에 따라 깻잎과 부추 같은 엽채류 품목에는 유공필름포장이 적당하지 않는 것으로 판단된다. Lee 등(26)의 기공에 따른 상추의 저장성에 관한 연구결과에 따르면 저온에 저장한 상추 중 포장을 하지 않은 무포장인 경우 수분함량 감소가 뚜렷하였으며 포장을 한 상추 중 유공필름이 무공필름보다 수분 감소경향이 크게 나타났다. Bae 등(27)의 연구에서도 홍고추를 PE 필름에 포장하여 저장 시 천공여부에 따라 저장성의 변화에 차이가 생기며, 유공필름(0.05 mm)에 저장한 홍고추에서는 중량이 감소하고 흑변과 곰팡이가 나타났다. 그러나 무공필름에 저장한 홍고추는 필름지 안에 CO<sub>2</sub>가 축적되어 수분 증산과 산소투과를 조절하고 유공필름보다 습도가 유지되어 증산작용이 억제되었으며, 그로 인하여 중량 감소의 변화폭이 적고 과실 표면의 색상변화가 억제되어 상품성이 유지되었다. 이와 같이 기공의 유무는 외관 및 수분함량 등의 품질에 영향을 미치므로 신선편이 농산물을 가공, 저장 시에는 품목에 따라 포장방법을 달리하여 품질을 유지하는 것이 중요할 것으로 판단된다. 그 밖에 진공포장이 가능한 품목인 양파, 배추, 대파 및 고추의 수분함량의 경우

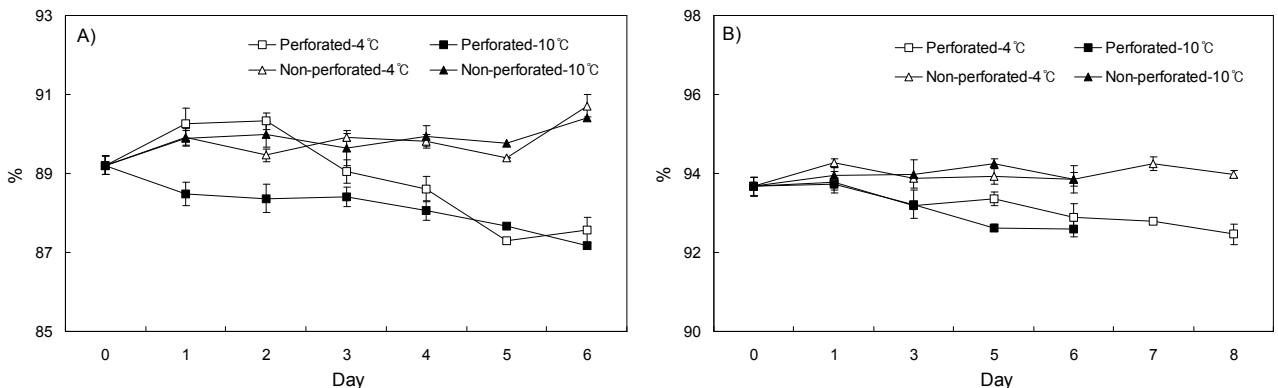


Fig. 2. Changes in moisture contents in perilla leaf (A) and buchu (B) by different packing during storage at 4 and 10°C.

저장기간 동안 유의적인 변화를 보이지 않았다. 또한 미생물의 생육과 번식에는 최저 수분활성(Aw) 이상의 수분이 요구되며 일반식품의 부패세균 발생조건은 0.94~0.99, 일반 곰팡이는 0.80 이상으로 알려져 있다(28). 본 연구의 시료들의 수분활성도는 저장기간 동안 유의적인 변화는 관찰되지 않았다. 그러나 본 연구에서 사용한 신선편이 엽채류 및 조미 채소류의 수분활성도는 부패세균의 발생에 부합하는 조건을 가지고 있기 때문에 유통기간의 설정 및 관리가 필요하다고 판단된다.

**미생물학적 품질변화**

저장기간 중 품목에 따른 미생물학적 품질변화에 대한 연구결과는 Fig. 3, 4와 같다. Fig. 3은 진공포장을 한 신선편이 농산물을 4°C와 10°C에 저장 시 총균수와 대장균군의 변화를 보여준다. 고추에서 초기 총균수는 3.82±0.01 log CFU/g, 대장균군은 1.32±0.41 log CFU/g으로 나타났다. 다른 품목은 저장기간이 경과하면서 4°C와 10°C 모두 총균수가 유의적인 증가(p<0.05)를 보이는 반면 고추는 저장기간 동안 저장온도에 상관없이 모두 초기와 비슷한 수준을 유지하였다. 그러나 고추의 대장균군은 4°C와 10°C 모두 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며, 저장기간 동안 4°C는 1 log, 10°C는 2 log 정도의 증식을 보였으며, 특히 4°C는 7일경에 2 log CFU/g까지, 10°C는 6일경에 3 log CFU/g까지 증식하여 저장온도간의 대장균군의 증식에 유의적인 차이가 나타났다

(p<0.05). Kang 등(29)은 열처리 조건을 달리한 풋고추의 저장성을 본 결과 저장기간 동안 열처리 조건에 상관없이 총균수가 1 log CFU/g 이내의 완만한 증가를 보인다고 보고한 바 있으며, 본 연구도 이와 비슷한 경향을 나타내었다.

양파에서 초기 총균수는 2.87±0.14 log CFU/g이었고, 4°C의 경우, 저장 10일째에 3.69 log CFU/g으로 증식하였다. 10°C에서는 저장 3일째까지는 초기와 비슷한 수준을 유지하였으나, 그 후 급격하게 증식하여 저장 10일째에 6 log CFU/g까지 증식, 저장온도간의 유의적 차이를 보였다(p<0.05). 대장균군의 초기 균수는 1.47±0.06 log CFU/g이며, 1.5일까지 다소 증가하는 경향을 보였지만 그 후에는 4°C와 10°C 모두에서 저장기간 동안 유의적인 증가는 나타나지 않았다(p>0.05). Hong 등(30)의 연구에서는 세척한 박피 양파를 10°C에 저장한 결과 중온성 호기 세균의 초기 균수가 대략 3 log 수준이었으며, 저장 28일 후에는 5~6 log 수준으로 증가하여 본 연구도 이와 비슷한 경향을 나타내었다.

대파에서 초기 총균수는 3.68±0.16 log CFU/g이었으며, 4°C에서는 1 log 정도의 증가를 보인 반면 10°C에서는 3 log 정도의 증가를 보여 저장온도간의 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). 또한 대장균군의 초기 균수는 1.76±0.16 log CFU/g이었으며, 10°C에서는 저장 8일째에는 3.99±0.03 log CFU/g까지 증식하였으나, 4°C에서는 저장기간 동안 비슷한 수준을 유지하여 유의적인 증가를 보이지 않았다(p>0.05). Hong

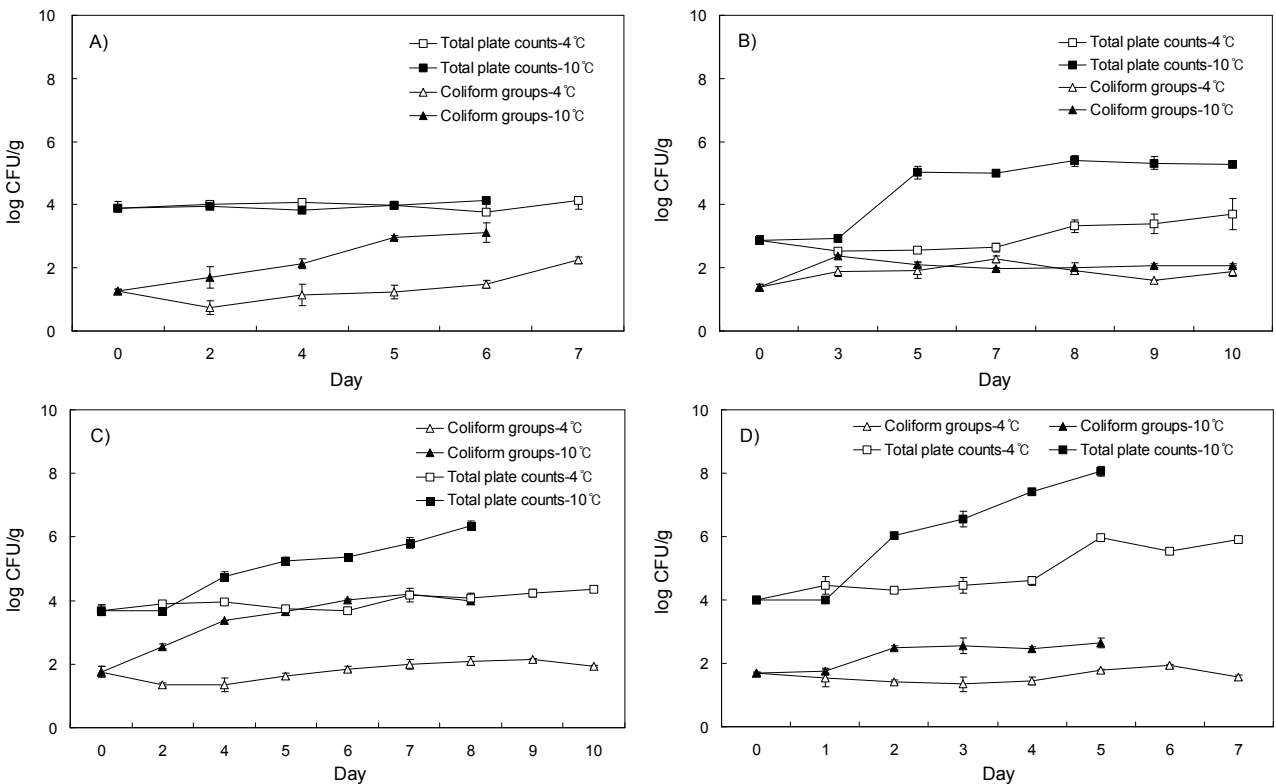


Fig. 3. Changes in total plate counts and coliform groups in fresh-cut produce during storage at 4 and 10°C. A: hot pepper, B: onion, C: green onion, D: baechu.

등(31)은 냉수세와 염소수 처리에 따른 절단 대파의 저장 (10°C) 중 미생물수의 변화를 조사한 연구결과에서도 처리 구의 차이에 따른 호기균의 초기 균수는 1 log 정도의 차이를 보였지만 저장 8일 이후부터는 처리 방법에 따른 차이가 없이 5~6 log 수준에 도달하였다고 보고한 바 있어 본 연구도 이와 비슷한 경향을 나타내었다.

배추의 총균수의 경우 4°C에서는 4일 후부터 증가하는 경향을 보여 저장 7일째에는 5.90±0.08 log CFU/g까지 증식하였다. 반면 10°C에서는 저장 2일째부터 빠르게 증식하여 저장 5일째에는 8.05±0.08 log CFU/g까지 증식하여 4°C와 10°C 모두 저장기간에 따라 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(p<0.05). 배추의 대장균군은 10°C에서만 저장 초기에 2~3 log CFU/g 수준으로 증가하였으나 그 이후는 변화가 없었다. 배추와 같은 엽채류의 경우 조직이 얇고 쉽게 물러져 미생물에 오염될 가능성이 높다. 본 연구결과에 따르면 세척 절단된 배추의 경우 10°C에 저장할 경우 2~3일 내로 소비하도록 권장하며, 품질유지기한 연장을 위해서는 4~5°C의 저온에서 저장하도록 해야 할 것으로 판단된다.

유공필름과 무공필름에 저장한 깻잎과 부추의 총균수와 대장균군수의 변화를 Fig. 4에 나타내었다. 깻잎의 총균수는 저장기간 동안 4°C와 10°C 모두에서 유의적인 증가 추세를 보였으며 저장 6일째에는 각각 5 log CFU/g과 7 log CFU/g까지 증식하였다(p<0.05). 그러나 기공의 유무에 따른 유의적인 차이는 보이지 않아 기공이 미생물 증식과는 연관이

없는 것으로 나타났다(p>0.05). 또한 깻잎의 초기 대장균군은 2.09±0.49 log CFU/g이었으며, 대장균군은 4°C와 10°C 모두 유의적으로 증가하는 경향을 보였다(p<0.05). 그중 10°C에서 유공포장지에 저장한 깻잎의 경우에는 5일 후부터 무공포장지에 보관한 깻잎보다 다소 빠른 대장균군의 증식을 나타내며 5 log CFU/g까지 증식하였다. 그러나 유공과 무공간의 유의적인 차이는 보이지 않았다(p>0.05).

부추의 초기 총균수는 4.59±0.04 log CFU/g이었으며, 총균수는 저장기간 동안 4°C와 10°C 모두 유의적인 증가 추세를 보였다(p<0.05). 4°C는 저장 7일째에 6 log CFU/g까지, 10°C는 저장 5일째에 7 log CFU/g까지 증식하였다. 그러나 부추의 총균수도 깻잎과 유사하게 포장지의 기공 유무에 따른 증식차이는 보이지 않았다. 부추의 대장균군의 경우, 저장기간 동안 4°C와 10°C의 두 온도 모두에서 유의적으로 증가하는 경향을 보였으며(p<0.05), 깻잎과는 상반되게 무공 필름에 저장한 부추의 증식이 다소 빠르게 나타나는 경향을 보였다. 특히 10°C에 저장한 부추는 6일째에는 5~6 log CFU/g까지 증식하였다. 4°C에 저장한 부추는 7일째에도 초기와 비슷한 수준인 3~4 log CFU/g을 유지하였으며, 4°C와 10°C의 두 온도 간에는 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). 본 연구의 깻잎과 부추는 모두 저장기간 동안 포장지의 기공의 유무에 상관없이 총균수와 대장균군이 비슷한 증식경향을 보여 포장지의 기공이 미생물 증식에는 영향을 미치지 않음을 확인할 수 있었다. Choi 등(32)은 방울토마토를 네 종류의

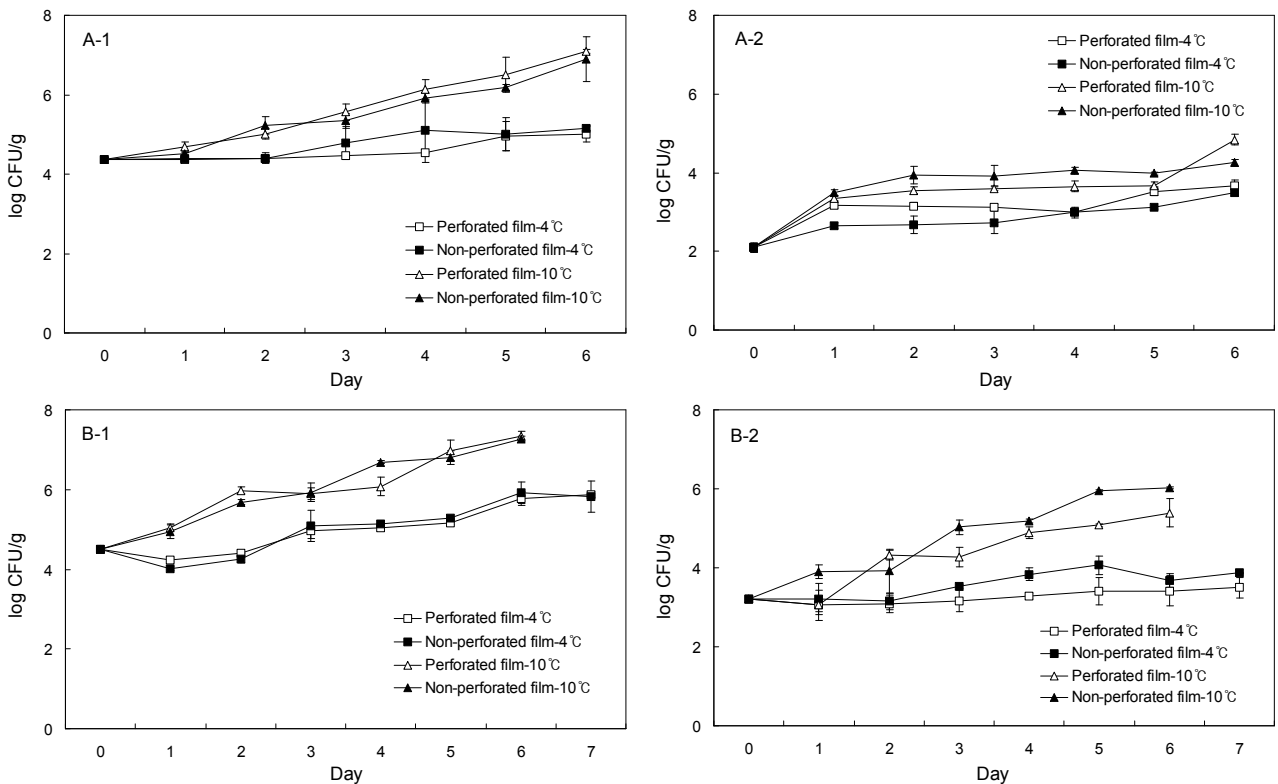


Fig. 4. Changes in total plate counts (1) and coliform groups (2) in leafy vegetables by different packing during storage at 4 and 10°C. A: perilla leaf, B: buchus.

다른 산소투과성을 가진 미세천공필름과 시중에서 많이 사용되어지고 있는 PET용기(대조구)에 담아 10°C에 저장하며 미생물의 변화를 살펴보았다. 그 결과 모든 전처리 방법과 포장방법에서 저장 4주후 총균수가 6~7 log의 수준으로 증가하였다. 그러나 포장구간의 차이는 보이지 않았으며, 본 연구의 기공유무에 따른 포장방법이 미생물 증식에는 영향을 미치지 않는다는 결과와 유사하였다.

본 연구의 실험대상인 엽채류와 조미채소류는 저장기간 중 총균수의 증식범위는 3~8 log CFU/g이었고, 대장균군의 증식범위는 1~6 log CFU/g였으며, 모든 품목에서 대장균은 검출되지 않아 '신선편이식품의 미생물학적 품질기준(대장균, 음성)'에 적합하였다(19). 그러나 신선편이 농산물을 익히지 않고 섭취할 경우를 고려하여 Solberg 등(33)이 제시한 비가열 조리음식의 미생물 허용기준치인 총균수 6.00 log CFU/g 이하, 대장균군수 3.00 log CFU/g 이하 기준을 바탕으로 품목과 저장온도에 따른 품질유지기한을 다르게 관리하여야 함을 확인하였다.

#### 색도

색도의 경우 고추를 제외하고는 저장기간 중 시료별 색도 변화가 일정하게 나타나지 않아 대체적으로 유의적인 변화는 보이지 않았다. 고추의 b값의 경우 저장기간이 지나면서 4°C는 4일째, 10°C는 2일째부터 낮아지는 경향을 보였으며, 10°C의 b값이 유의적으로 더 낮게 변화하였다( $p < 0.05$ ). Kang 등(29)의 풋고추의 저장성 향상을 위한 열처리 조건에 대한 연구에서는 저장기간이 지남에 따라 초록색이 얼어지면서 b값이 감소하여 본 연구와 비슷한 결과가 나왔으며, b값의 감소로 청색이 진해지는 품질변화를 보였다.

Table 1은 깻잎을 유공필름과 무공필름에 저장하여 포장방법에 따른 저장기간 동안의 색 변화를 나타내었다. 유공필름에 저장한 깻잎의 a값은 4°C와 10°C 모두 저장기간 동안 유의적으로 상승하는 경향을 보였으며, b값은 유의적으로 낮아지는 경향을 보였다( $p < 0.05$ ). 반면 무공필름에 저장한 깻잎의 경우, 4°C와 10°C 모두 유의적인 경향이 나타나지

않았다( $p > 0.05$ ). 이러한 결과는 저장기간 동안 유공필름에 저장한 깻잎에서 마름과 흑변현상이 나타나면서 기존의 색이 변화하고 명도가 어두워지고 녹색을 잃어버리기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 a값과 b값의 변화경향을 통하여 기공이 깻잎의 색과 품질에 영향을 미치므로, 깻잎과 같은 잎이 넓은 엽채류의 경우 무공필름에 저장하는 것이 상품성을 유지하는 방법이라고 사료된다.

#### 신선편이 농산물의 외관 변화

외관변화는 소비자에게 가장 중요한 품질의 척도가 되며, 유통기한 설정을 위한 기초자료가 된다. 본 연구에서 엽채류 중 배추의 경우, 조직이 얇기 때문에 진공에 의하여 조직이 쉽게 눌리기 때문에 저장기간이 지나면서 다른 품목에 비하여 품질의 변화가 빠르게 나타남을 확인할 수 있었다. 배추의 경우 잎과 대로 나누어 저장하였다. 4°C와 10°C 모두 저장기간 동안 진공포장을 한 배추의 대(줄기)부분은 뚜렷한 변화가 나타나지 않았지만, 잎의 경우 4°C는 6일째, 10°C는 3일째부터 물러짐 현상이 나타났다. 특히 10°C에 저장한 배추는 조직이 눌리면서 수분이 용출되고 그로 인하여 진공이 풀리는 현상이 3~4일째부터 관찰되었으며, 조미채소류에 비하여 조직이 짓물러지는 현상이 뚜렷하게 관찰되었다. 그러나 엽채류의 가장 주요한 품질저하 요인인 갈변현상(34)은 본 연구에서는 진공포장에 의하여 산소와의 접촉이 저해되어 뚜렷하게 나타나지는 않았다. Kim 등(35)은 가로·세로 5~6 cm로 절단한 김치제조용 배추를 품질보존제(CaCl<sub>2</sub>, NaCl, sucrose, Ca-lactate, vitamin, hot water)를 첨가하여 세척한 후에 PE film에 넣고 밀봉 후 20°C와 4°C에 저장하여 보존제에 따른 외관변화를 비교하였다. 그 결과 20°C와 4°C 모두 CaCl<sub>2</sub>와 NaCl 처리구가 대조구에 비해 1.5~2배의 저장수명 연장효과가 나타났으며, CaCl<sub>2</sub> 처리구가 다른 처리구에 비해 줄기절단 부위에 약간의 탈색현상을 제외하고는 외관유지에 가장 효과적이었다. Kim(36)의 연구에서도 배추의 품질유지에 가장 문제가 되는 흑점현상과 갈변현상 등이 CaCl<sub>2</sub>와 같은 품질보존제를 처리했을 때 억제됨을 확인하였다.

Table 1. Changes in Hunter a and b values in perilla leaf by different packing materials during storage at 4 and 10°C

	Day	Perforated film-4°C	Perforated film-10°C	Non-perforated film-4°C	Non-perforated film-10°C
a value <sup>1)</sup>	0	-8.60±0.23 <sup>e2)</sup>	-8.60±0.23 <sup>e</sup>	-5.60±0.23 <sup>c</sup>	-5.60±0.23 <sup>c</sup>
	2	-7.53±0.01 <sup>d</sup>	-7.86±0.12 <sup>d</sup>	-5.63±0.26 <sup>c</sup>	-4.08±0.14 <sup>b</sup>
	3	-6.52±0.35 <sup>c</sup>	-5.14±0.26 <sup>c</sup>	-4.54±0.20 <sup>a</sup>	-3.82±0.18 <sup>b</sup>
	4	-3.88±0.37 <sup>b</sup>	-5.32±0.26 <sup>c</sup>	-4.84±0.18 <sup>ab</sup>	-3.86±0.22 <sup>b</sup>
	5	-2.84±0.23 <sup>a</sup>	-4.32±0.32 <sup>b</sup>	-4.98±0.38 <sup>b</sup>	-3.87±0.26 <sup>b</sup>
	6	-3.90±0.26 <sup>b</sup>	-3.80±0.27 <sup>a</sup>	-4.53±0.09 <sup>a</sup>	-3.02±0.20 <sup>a</sup>
b value <sup>1)</sup>	0	8.51±0.27 <sup>a</sup>	8.51±0.27 <sup>a</sup>	7.51±0.37 <sup>a</sup>	7.51±0.37 <sup>a</sup>
	2	7.03±0.15 <sup>b</sup>	8.04±0.22 <sup>a</sup>	7.93±0.22 <sup>a</sup>	7.37±0.28 <sup>a</sup>
	3	6.97±0.25 <sup>b</sup>	6.65±0.36 <sup>b</sup>	7.51±0.30 <sup>a</sup>	7.14±0.32 <sup>a</sup>
	4	6.28±0.25 <sup>c</sup>	5.22±0.25 <sup>c</sup>	7.70±0.08 <sup>a</sup>	7.24±0.25 <sup>a</sup>
	5	5.91±0.21 <sup>c</sup>	4.60±0.10 <sup>d</sup>	5.70±0.33 <sup>b</sup>	7.33±0.21 <sup>a</sup>
	6	5.11±0.40 <sup>d</sup>	3.01±0.41 <sup>e</sup>	6.16±0.08 <sup>b</sup>	5.46±0.29 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> a value: degree of redness (red: +100↔-80 green), b value: degree of yellowness (yellow: +70↔-80 blue)

<sup>2)</sup> Different superscript letters in a column indicate significant difference among samples at  $p < 0.05$  level by Duncan's multiple range test.

따라서 배추의 경우 향후 염소세척 이외의 품질보존제를 첨가한 세척처리에 대한 추가연구를 통하여 외관 등의 품질유지기한을 높일 수 있을 것이라고 사료된다.

본 연구의 조미채소류는 조직이 단단하여 저장초기에는 물러짐이 빠르게 나타나지는 않았지만, 저장기간이 길어짐에 따라 물러짐이 관찰되었다. 고추는 4°C와 10°C 모두 저장기간 동안 조직이 물러지면서 색이 점차 어둡게 변하는 경향을 보였다. 4°C는 9일째부터 물러짐이 나타났지만 진공은 풀리지 않았으나, 10°C는 4일째부터 조직이 물러지면서 진공풀림 현상이 나타났다. 포장용 필름의 천공 및 저장온도에 따른 홍고추의 품질변화를 살펴본 실험에서는 10°C에서 저장한 것은 천공 여부에 관계없이 다양한 저장 장애 현상으로 상품성을 상실하였다. 5°C에서 천공하지 않은 필름에 저장한 경우는 20일 이후부터 꼭지 물름 증상이 나타났으며, 천공한 필름에 저장한 홍고추가 천공하지 않은 필름에 저장한 것보다 30일 정도까지 외관이 우수하였다(27). 본 연구와 선행연구의 결과를 통하여 고추는 5°C 이하의 저온에 저장하는 것이 상품성 유지에 효과적인 것으로 판단된다. 대파의 경우 4°C는 5일째, 10°C는 4일째부터 조직의 물러짐이 관찰되었으며, 특히 10°C는 조직의 물러짐에 따라 진액과 수분이 빠져 나와 8일째에는 진공이 풀리는 것이 관찰되었다.

양파의 경우, 다른 신선편이 농산물에 비하여 조직이 단단하여 4°C와 10°C 모두 저장기간 동안 뚜렷한 변화를 보이지는 않아 표면적으로는 온도에 상관없이 진공포장이 가장 효과적인 품목으로 판단되었다. 또한 환경기체조성에 따른 절단 세척 양파의 관능적 품질을 살펴본 Hong 등(30)의 결과에서도 10°C에서 MA 포장한 양파는 7~10일, 진공포장한 양파는 15일 가량의 품질유지기간을 보여 상대적으로 진공을 적용하여 밀봉 포장하는 것이 저장품질을 우수하게 유지할 수 있음을 확인할 수 있었다.

깻잎과 부추의 경우 조직이 얇고 진공에 의하여 바로 조직이 물러지기 때문에 진공이 아닌 다른 포장법이 적합하다고 판단하여 시중에서 판매하는 신선편이 농산물의 포장법 중 기공의 유무를 달리한 film에 저장하였다. 유공필름에 저장한 깻잎의 경우, 조직이 얇고 기공 사이로 수분이 빠져나가는 특징 때문에 4°C에서는 4일째, 10°C에서는 2일째부터 표면이 시들거나 마름현상과 흑변현상이 나타나 상품으로서의 품질 가치를 잃어버리는 것을 확인할 수 있었다. 무공필름에 저장한 깻잎의 경우는 표면상으로는 뚜렷한 변화는 보이지 않았으나 호흡 등의 작용에 의하여 빠져 나온 수분이 밖으로 나오지 못하고 포장지 안에 머물면서 그 수분에 의하여 4°C에서는 5일째, 10°C에서는 3일째부터 절단면이 검게 색이 변하는 품질변화가 나타났다. 이러한 품질변화는 절단 등의 물리적인 변화에 의하여 나타나며, 이러한 변화에 의하여 농산물의 세포막과 세포가 파괴되어 농산물의 호흡이 빨라지고, 미생물 침입이 쉬워지며, 산화적 갈변이 빠르게 나타나게 된다(37,38). 따라서 절단 등의 물리적인 공정 시에는

날카로운 도구를 이용하여 절단하는 것이 농산물의 세포막과 세포의 파괴를 줄이는 방법이라고 판단되며, 이를 통하여 품질변화를 줄일 수 있을 것이라고 사료된다. 또한 깻잎의 경우 저장기간 동안 호흡과정에 의하여 수분이 조직에서 빠져 나와 포장지 안쪽 표면에 머무는 결로 현상이 나타났으며, 이러한 현상은 유통 중의 상품저하를 일으키는 원인 중 하나라고 할 수 있다(13). 결로현상은 작은 물방울들이 투명한 플라스틱 필름의 표면에 수증기가 응축하는 것으로 공기와 수분이 혼합된 필름내부의 온도가 이슬점 이하로 내려가서 필름 주위공기의 온도가 내려가 더 이상 수증기로 남아 있을 수 없을 때, 필름에 과도한 수분이 응축되는 것을 말한다(39). 이러한 결로현상을 방지하기 위한 방안으로 방담필름이 사용되고 있다. Yang 등(40)의 포도와 거봉에 대한 포장방법에 따른 연구에서는 결로를 예방하는 방법으로는 방담이나 천공필름보다는 두께가 얇은 0.03 mm LDPE 필름으로 밀폐 포장하는 방법이 상품성 유지에 효과적인 것으로 나타났다. 그러나 Lim 등(41)의 modified atmosphere packaging(MAP)을 이용한 저장 연구에서는 방담필름이 감자의 경도와 비타민 C 함량 유지에 효과적이었다는 상반된 연구 결과가 있어 향후 결로 예방을 위한 신선편이 농산물의 포장 연구가 필요한 것으로 판단된다. 본 연구 결과 깻잎 같은 얇은 잎채소의 경우는 유공필름에 저장하는 것보다 무공필름에 저장하여 표면의 수분을 유지시키는 것이 중요하다고 사료된다.

유공필름에 저장한 부추는 수분이 기공 사이로 빠져나가 4°C의 경우 5일째, 10°C의 경우 3일째부터 표면에서 마름현상이 나타나면서 표면색이 다소 황색을 띠는 것을 확인할 수 있었다. 무공필름에 저장한 부추는 절단과 동시에 깻잎 현상이 시작되는 것을 관찰할 수 있었으며, 호흡과정으로 빠져 나온 수분이 표면에 머물면서 절단면부터 물러짐이 4°C의 경우 4일째, 10°C의 경우 2일째부터 나타나 깻잎과 마찬가지로 가공할 시에는 날카로운 도구로 절단하여 품질변화를 줄이는 것이 중요하다고 판단된다.

본 연구를 통하여 모든 품목의 외관 변화는 예상한 것과 같이 공통적으로 4°C보다 10°C에서 품질 변화가 빠르게 나타났으며, 이 점을 고려할 때 절단된 신선편이 농산물 유통과정 시 철저한 온도 관리가 요구된다. 신선편이 농산물은 농산물 특유의 신선함을 유지하며, 편리하게 이용할 수 있기 때문에 원료의 특성과 용도, 크기 등에 따라 다양한 형태로 관리해야 할 것으로 사료된다.

## 요 약

현재 급식·외식 업체용으로 유통되고 있는 절단 세척된 신선편이 엽채류 및 조미채소류에 대하여 저장온도와 포장방법에 따른 미생물학적, 물리, 화학적인 품질변화와 저장 중 변화되는 외관변화를 연구하였다. 본 연구의 대상인 엽채

류 및 조미채소류의 품질변화는 신선편이의 농산물의 종류와 온도, 저장기간에 따라 수분함량, 색도, pH 등의 변화에 차이를 보였으며, 특히 10°C에 저장한 품목들의 변화량이 컸다. 저장온도에 따른 미생물변화에 대한 품질변화 결과, 대장균의 경우 온도에 상관없이 저장기간 동안 검출되지 않았으나 총균수와 대장균군의 경우 4°C에서 저장하는 동안 대체적으로 낮은 수준으로 유지할 수 있었으며, 10°C에 저장한 엽채류의 경우 조직의 물러짐이 빠르게 나타나고 형태의 변화가 가속화되어 총균수와 대장균군의 증식이 조미채소류보다 빠른 것을 확인할 수 있었다. 온도에 따른 외관 품질의 변화결과에서는 4°C에 저장한 것이 물러짐, 흑변현상, 갈변과 황화현상 등이 완만하게 발생하거나 저해되는 경향을 보였고, 10°C의 경우 호흡률에 의한 진공 풀림, 색 변화 및 이취가 발생함에 따라 4°C에 비해 품질유지기한이 짧게 나타났다. 그리고 대체로 조미채소류와 엽채류 모두 4°C에 저장한 것이 10°C에 저장하는 것보다 최대 3~5일까지 품질을 더 오래 유지할 수 있었다. 포장방법을 달리한 깻잎과 부추의 경우 기공에 따른 대장균과 총균수의 증식 차이는 보이지 않았으며, 포장지의 기공에 의하여 수분의 증발현상이 나타났고, 이에 따라서 수분함량이 감소하고 외관의 변화가 심하게 나타나, 품목에 따른 포장방법에 차이를 두어야 함을 확인할 수 있었다. 따라서 신선편이 농산물은 품목에 따라 저장온도와 포장방법이 품질에 영향을 미치므로 적절한 저장온도와 포장방법을 유지한다면 품질과 안전성을 동시에 확보하여 품질유지기한을 연장할 수 있으리라 사료된다.

### 감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 2010년도 용역연구개발사업의 지원에 의해 수행된 연구의 일부로써(PJ006966) 지원에 감사드립니다.

### 문헌

- Lee YS, Kim SH, Kim DH. 2009. *Current status of fresh-cut produce market in Korea and stimulus measures*. Korea Rural Economic Institute, Seoul, Korea. p 16-19.
- Kim JK. 2010. *Current status and prospect of fresh-cut produce in foodservice industry*. Food World, Seoul, Korea. p 61-65.
- 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.
- Huxsoll CC, Bolin HR. 1989. Processing and distribution alternatives for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol* 43: 124-128.
- Jacxsens L. 2002. Influence of preservation parameters on the quality of fresh-cut vegetables. *PhD Dissertation*. University of Ghent, Ghent, Belgium.
- Baldwin EA, Nisperos-Carriedo MO, Baker RA. 1995. Edible coating for lightly processed fruits and vegetables. *Hort Science* 30: 35-37.
- Watada AE, Kazuhiro A, Yamuchi N. 1990. Physiological activities of partially processed fruits & vegetables. *Food Technol* 44: 116-124.
- Allende A, Aguayo E, Artés F. 2004. Microbial and sensory quality of commercial fresh processed red lettuce throughout the production chain and shelf life. *Int J Food Microbiol* 91: 109-117.
- Jung JY, Shin SH, Choi JH, Jeong MC. 2008. Browning and quality changes of fresh-cut iceberg lettuce by gas flushing packaging. *Kor J Hort Sci Technol* 26: 406-412.
- Lopez-Galvez F, Allende A, Truchado P, Martinez-Sanchez A, Tudela JA, Selma MV, Gil MI. 2010. Suitability of aqueous chlorine dioxide versus sodium hypochlorite as an effective sanitizer for preserving quality of fresh-cut lettuce while avoiding by-product formation. *Postharv Biol Technol* 55: 53-60.
- Allende A, McEvoy J, Tao Y, Luo Y. 2009. Antimicrobial effect of acidified sodium chlorite, sodium chlorite, sodium hypochlorite, and citric acid on *Escherichia coli* O157:H7 and natural microflora of fresh-cut cilantro. *Food Control* 20: 230-234.
- Xiangwu N, Yaguang L. 2010. Whole-leaf wash improves chlorine efficacy for microbial reduction and prevents pathogen cross-contamination during fresh-cut lettuce processing. *J Food Sci* 75: 283-290.
- Lee JS, Lee HE, Lee YS, Chun CH. 2008. Effect of packaging methods on the quality of leaf lettuce. *Korean J Food Preserv* 15: 630-634.
- Ibaraki T, Ikemats E, Ikeda H, Ohta H. 2000. Modified atmosphere packaging of cut welsh onion: effect of micro-perforated polypropylene film packaging on chemical components and quality stability of the vegetable. *Food Sci Technol Res* 6: 126-129.
- Jacxsens L, Devlieghere F, Debever J. 1999. Validation of a systematic approach to design equilibrium modified atmosphere packages for fresh-cut produce. *LWT-Food Sci Tech* 32: 425-432.
- Sun SH, Kim JH, Kim SJ, Park HY, Kim HR, Yoon KS. 2010. Assessment of demand and use of fresh-cut produce in school foodservice and restaurant industries. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 909-919.
- Korea Food and Drug Administration. 2008. Pilot project report: Application of HACCP system in pre-processing plant of food. Seoul, Korea. p 122-136.
- Kim JK. 2007. *Fresh (fresh-cut) agri-food industry and quality management*. Semyoung Press, Seoul, Korea. p 79-82.
- Korea Food and Drug Administration. 2010. Foodcode Available from: <http://www.foodnara.go.kr/portal/site/kfda/portal/infotelegram/>
- Ministry of Education, Science and Technology. 2010. Guideline hygiene management of school food service. Available from: <http://www.mest.go.kr/web/285/ko/board/view.do?bbsId=48&boardSeq=23280&mode=view>
- Hutchings JS. 1994. *Instrumental specification in food color and appearance*. Blackie Academic & Professional, Bedford, UK. p 217-223.
- Martinez-Ferrer M, Harper C, Perez-Munoz F, Chaparro M. 2002. Modified atmosphere packaging of minimally processed mango and pineapple fruits. *J Food Sci* 67: 3365-3371.
- Lee HJ, Jang JH, Kwon JH, Moon KD. 2009. Effect of packaging materials on the quality of radish sprout during storage. *Korean J Food Preserv* 16: 147-154.
- Kim JK, Jo CH, Kim HJ, Lee JW, Hwang HJ, Byun MW.



2005. Microbiological safety of minimally processed white radish in modified atmosphere packaging combined with irradiation treatment. *Korean J Food Sci Technol* 37: 11-14.
25. Kwon JY, Kim BS, Kim KH. 2006. Effect of washing methods and surface sterilization on quality of fresh-cut chicory (*Cichorium intybus L. var. foliosum*). *Korean J Food Sci Technol* 38: 28-34.
26. Lee JS, Chung DS, Choi JW, Jo MA, Lee YS, Chun CH. 2006. Effects of storage temperature and packaging treatment on the quality of leaf lettuce. *Korean J Food Preserv* 13: 8-12.
27. Bae RN, Choi JH, Mok IG, Jung DS. 2003. Effect of perforated PE film packaging and storage temperature on quality of red pepper. *J Kor Soc Hort Sci* 44: 49-51.
28. Heo NK, Kim KD, Choi BG, Kim KH, Min HK, Kwon HJ. 2005. Improvement of storing ability of waxycorn by re-tort pouch technique. *J Crop Sci* 50: 147-151.
29. Kang JS, Cho HR, Han JS, Hur SH. 2003. Hot water dipping treatment to improve storage quality of green red pepper. *Korean J Food Preserv* 10: 261-266.
30. Hong SI, Son SM, Chung MS, Kim DN. 2003. Storage quality of minimally processed onions as affected by seal-packaging methods. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1110-1116.
31. Hong SI, Jo MN, Kim DN. 2000. Quality attributes of fresh-cut green onion as affected by rinsing and packaging. *Korean J Food Sci Technol* 32: 659-667.
32. Choi WS, Hwang KT, Kim KM. 2009. Prolongation of cherry tomato shelf-life using perforated film packaging. *Korean J Food Preserv* 16: 139-146.
33. Solberg M, Buckalew JJ, Chen CM, Schaffner DW, O'neil K, McDowell J, Post LS, Borderck M. 1990. Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. *J Food Technol* 44: 68-73.
34. Yoon AR, Kwon KH, Kim BS, Kim SH, Noh BS, Cha HS. 2009. Effect of agrichemicals during cultivation on quality and shelf-life of fresh-cut lettuce. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 217-224.
35. Kim GH, Kang JK, Park HW. 2000. Quality maintenance of minimally processed Chinese cabbage for kimchi preparation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29: 218-223.
36. Kim BS. 1996. Fresh-cut produce (minimal processing). *Postharvest Hort* 3: 46-47.
37. Stanley DW. 1991. Biological membrane deterioration and associated quality losses in food tissues. *Crit Rev Food Sci Nutr* 30: 487-553.
38. Wilye RC. 1994. *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables*. Chapman & Hall, Inc., New York, NY, USA. p 1-14.
39. Min BK. 2003. Study on antifog coating additives and film. *MS thesis*. Inje University, Gyeongnam, Korea. p 4-5.
40. Yang YJ, Hwang YS, Park YM. 2007. Modified atmosphere packaging extends freshness of grapes 'campbell early' and 'kyoho'. *Kor J Hor Sci Technol* 25: 138-144.
41. Lim JH, Choi JH, Hong SI, Jeong MC, Kim DN. 2005. Quality changes of fresh-cut potatoes during storage depending on the packaging treatments. *Korean J Food Sci Technol* 37: 933-938.

(2011년 3월 29일 접수; 2011년 7월 20일 채택)