

## 결구 차이에 따른 양상추 신선편이 제품의 품질 비교

윤예리 · 권기현 · 김병삼 · 차환수\*

한국식품연구원

### Quality Evaluation of Minimally Processed Lettuce (*Lactuca sativa* L.) According to Degree of Head Formation

Aye-Ree Youn, Ki-Hyun Kwon, Byeong-Sam Kim, and Hwan-Soo Cha\*

Korea Food Research Institute

**Abstract** This study examined the effect of head formation on the quality maintenance of minimally processed lettuce (*Lactuca sativa* L.) samples. The fresh-cut lettuce samples were packed in 20×15×5 cm polypropylene+polyethylene terephthalate tray, and were then stored at 4°C for up to 8 days. According to the results, the sample with 100% head formation had lower sugar, minerals (Ca, Na, Fe, Mg, K), and chlorophyll contents compared to the sample with 70% head formation. The 70% head formed lettuce had higher vitamin C content at 3.30 mg/100 g, whereas the 85% and 100% formed samples had lower levels of 2.61 and 2.10 mg/100 g, respectively. The polyphenol oxidase (PPO) activity of the 70% formed lettuce was 240 unit/g, while the 100% formed sample had almost 2-fold higher activity. However, the 100% formed lettuce had greater firmness than all other samples. Overall, among the fresh-cut lettuces, the sample with 70% head formation showed more positive effects in terms of quality maintenance.

**Key words:** head formation, fresh-cut lettuce, quality attributes

## 서 론

국화과에 속하는 1년생 작물인 상추(*Lactuca sativa* L.)는 엽상추(leaf type), 결구상추(head type), butter head type, romaine type, stem type 그리고 Latin type 등 6가지로 분류되고 있다(1). 양상추는 보통 15-20°C 정도에서 생육하며 토양에 대한 적응력이 높아 어느 토양이든 잘 자라는 편이며, 서아시아, 지중해 연안 등에서 주로 생산된다(2). 우리나라에서의 주요 재배지역은 강원(142.6 ha), 광주(18.8 ha), 전남(16.0 ha) 및 경기(4 ha)의 순이며 주로 도시근교의 비가림하우스에서 재배되나 여름철에는 고랭지 지역에서도 재배되고 있다(2). 신선한 채소는 영양학적인 측면에서 탄수화물, 비타민, 무기질의 공급원으로서 매우 중요한 의미를 가지며 육류의 섭취가 증가함에 따라 산중독증을 예방하는 동시에 소화를 돕는다(3). 양상추는 다른 채소보다 특히 수분이 많은 채소이며, 그 외 단백질 0.9%, 지질 0.1%, 탄수화물 2.9%, 회분 0.4%, 무기질 79 mg% 및 소량의 비타민이 함유되어 있다. 양상추는 잎이 연약하여 쉽게 찢을 수 있고, 특유의 조직감과 향취 때문에 샐러드용으로 많이 이용되어지고 있다. 또한 특별한 조리가 필요하지 않기 때문에 구입 후 바로 사용할 수 있는 편이성과 동시에 건강식품으로도 부합되어 미국이나 유럽 등지에서의 수요가 급격히 증가되어지고 있는 실정이다(4).

1990년 초부터 유럽과 미국을 중심으로 급격히 발전하고 있는 과채류의 한 소비 형태인 신선편이 가공 양상추는 식품소재 특유의 신선함을 유지하면서도 사용할 때 간편성을 부여한 제품이다. 이는 가열처리를 하지 않은 것으로 조직의 세포를 변화시키지 않으면서 고유 기능성을 최대한 유지시킬 수 있도록 가공하는 것으로 일반적으로 절단, 세척, 혼합, 포장 단계를 거치지 않고 바로 사용할 수 있는 장점이 있다(5,6). 그러나 신선편이 가공 양상추는 원형 양상추와는 달리 절단, 박피 등의 가공 과정을 거치면서 양상추의 공기 중 노출과 조직손상에 기인된 산화적 갈변 발생과 세포의 호흡 속도가 증가하고 미생물 오염을 일으키면서 품질 저하가 빠르게 진행되는 문제점을 가지고 있다(7). 이러한 특징은 신선편이 가공 양상추의 저장기간을 단축시키는 요인으로 작용되며, 이들 요인들을 최소화하기 위한 품종개발 연구(8)와 저장 중 신선도 연장 효과(9)나 유통 중 품질변화를 최소화하는 연구(10)가 수행되었다. 신선편이 가공 처리한 양상추의 유통기간 연장을 위해 적절한 결구정도를 선별하여 품질유지 기술의 적용이 고려되어야 할 사항으로 생각되지만 이에 관한 체계적인 연구는 없는 실정이다.

이에 본 연구에서는 주로 생식용으로 이용되고 현재 유통량이 증가되고 있는 양상추를 70, 85, 100% 결구 정도로 나누어 가공 처리한 후 저장 8일 동안 양상추의 품질변화를 조사하여, 신선편이 가공 시 적절한 양상추의 결구정도를 제시하기 위한 기초자료로 이용하고자 한다.

\*Corresponding author: Hwansoo Cha, Korea Food Research Institute, Seongnam, Gyeonggi-do 463-746, Korea  
Tel: 82-31-780-9243  
Fax: 82-31-780-9144  
E-mail: hscha@kfri.re.kr  
Received January 18, 2008; revised July 15, 2008;  
accepted July 16, 2008

## 재료 및 방법

### 시료 처리

사쿠라멘트 품종의 양상추를 경기도 송탄시 진위면 농가에서 비닐하우스 120평을 임대하여 시험포장하였다. 양상추의 결구 정도(70, 85, 100%)에 따라 수확하여 양상추의 불가식 부위인 겉잎을 돌려가며 4장을 제거한 뒤 남은 잎을 knife로 절단(3×4 cm)하였다. 절단한 양상추를 처리수 1 L당 100 g 분량으로 1분간 침지 후 15분간 원심탈수하였다. 처리한 시료는 polypropylene(PP)과 polyethylene terephthalate(PET)의 재질로 되어있는 사각 용기(20×15×5 cm)에 담아 질소충진 후 4°C 저온저장고에서 0, 4, 8 일간 저장하면서 품질평가를 수행하였다.

### 일반성분

pH는 양상추 가식부위 50 g과 증류수 50 g을 넣어 10초간 마쇄하여 거즈로 여과한 후 pH-meter(AB-15, Fisher Scientific Co., Tokyo, Japan)를 이용하였고, 당도는 굴절 당도계(RP-32, Atago Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하여 °Bx로 나타내었다.

### 표면색

시료 50 g과 증류수 50 g을 넣어 10초간 마쇄하여 거즈로 여과한 직후 petridish(diameter 20×12 mm)에 담아 chroma meter(CR-400, Minolta Co., Osaka, Japan)로 측정 후 Hunter L, a, b 값으로 표시하였다. 백색 표준판(L=99.75, a=-0.49, b=1.96)을 사용하여 색도계를 보정한 후 색 측정에 이용하였다(11).

### 무기질

전처리하는 양상추 약 3 g을 도가니에 넣고 전열기에서 예비 회화시킨 후 550°C 전기회화로에서 2시간 태운 다음 냉각하였다(12). 여기에 탈이온수 10mL를 가해 재를 적시고 묽은 질산 4 mL를 넣고 수분을 날려 보낸 다음, 전기회화로에서 1시간 회화·냉방 후 묽은 염산 10 mL로 녹여 이를 50 mL 정용플라스크로 옮겨 탈이온수로 정용, 여과하여 ICP(Jobin Yvon Co., Cedex, France)로 분석하였다. 각 원소의 표준용액의 농도는 0, 1, 10, 50 ppm로 조제하여 4점을 이용한 검량곡선을 작성하여 측정하였다.

### 클로로필

양상추의 불가식 부위인 외부 겉잎을 제거한 다음 가식부위 중 가장 초록빛을 띠는 잎 10장을 기준으로 chlorophyll meter(SPAD-502, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 측정하여 평균처리하였다(13).

### 경도

Texture analyzer(TA-XT2, stable micro system Ltd., London, England)를 이용하여 측정하였다(14). 선반 이동속도는 1.0 mm/sec로 고정하였으며, 사용된 probe는 2.0 mm의 stainless steel rod형으로 시료를 관통할 때의 최대치의 값을 g force 단위로 나타내었다. 또한 시료의 움직임이 없도록 시료 지지대를 사용하였으며, 각 시료에 대해 5회 반복 측정 후 평균치로 나타내었다.

### Vitamin C

양상추 가식부위의 vitamin C의 측정은 AOAC법(15)으로 분석하였다. 시료를 원심 분리하여 0.45 µm membrane filter를 통과시키고, 여액 10 µL씩 HPLC에 주입하여 분석하였다. 컬럼은 YMC-pack polyamine II column(4.6×250 mm), mobile phase는 acetonitrile/50 mM NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>(70:30% V/V), flow rate는 1.0 mL/min, detector는 PDA로 측정하여 UV 254 nm에서 peak area 값을 측정하였다. 측정에 사용한 표준물질인 ascorbic acid은 Sigma사(St. Louis, MO, USA)제품이었다.

### Polyphenol oxidase(PPO) 활성

양상추 10 g을 무작위로 채취하여 50 g/L의 polyvinylpyrrolidone이 함유된 50 mM 인산완충용액(pH 7.0) 20 mL를 첨가하여 homogenizer(T18 basic, IKA Works Co., Wilmington, NC, USA)로 균질화 하였다. 균질화 한 액을 2차례 거즈로 여과하고 10,000 rpm으로 30분간 원심분리하여 상등액을 조효소액으로 하였다. PPO 활성은 상기의 조효소액 0.1 mL에 완충액으로 조제한 20 mM L-DOPA 기질 용액 2.9 mL를 가한 다음 400 nm에서 2분간 반응시켰다. PPO 활성은 1분과 2분 사이의 0.001의 흡광도 변화량을 1 unit로 표시하였다.

### 통계처리

각 시료에 대한 실험 결과는 SAS program을 이용하여 AVOVA 분석을 실시하고 시료 간의 유의적 차이검정은 duncan의 다중검정을 실시하였다(16).

## 결과 및 고찰

### 일반성분

양상추 저장 중 맛에 영향을 줄 수 있는 pH를 측정된 결과 결구 정도에 따라서는 큰 차이가 없었으나, 저장 중에는 약간씩 증가하는 경향을 보였다(Table 1). 신선편이 당근 채의 경우에는 저장 중 젖산균의 증식으로 인하여 pH가 감소하였다고 보고하였으나, 본 실험에서는 저장 중 pH가 소폭 증가하여 젖산균이 증식

Table 1. pH and sugar content changes of minimally processed lettuces (*Lactuca sativa* L.) according to the degree of head formation during storage at 4°C

Items	Storage period (day)	Degree of head formation (%)		
		70	85	100
pH	0	6.10±0.01	6.11±0.01	6.06±0.01
	4	6.20±0.01	6.15±0.01	6.21±0.01
	8	6.21±0.01	6.24±0.01	6.21±0.01
Sugar content (°Bx)	0	3.67±0.06	2.63±0.06	2.23±0.15
	4	3.47±0.06	2.57±0.06	2.37±0.06
	8	2.77±0.12	2.56±0.10	2.53±0.06

\*Values are expressed as mean and standard deviation of triplicated measurements.

하지 않은 것으로 사료되어진다(17) 당도의 경우에는 양상추 절구 정도에 따라 차이가 있었는데, 저장 초기 절구 70%인 양상추의 당도는 3.67 °Bx로 절구 85%, 100%인 양상추의 2.63, 2.23 °Bx에 비하여 높게 나타났다. 그러나 전반적으로 저장 기간이 경과함에 따라 감소하는 경향을 나타내어, 절구 70% 양상추가 저장 4일 후 3.47 °Bx로 감소하였고, 저장 8일 후에는 2.77 °Bx까지 감소하였다.

#### 표면색의 변화

신선편이 채소는 원료가 절단, 박피 등의 가공과정을 거치면서 제품의 품질저하로 보여질 수 있는 식품의 변색은 소비자들이 제품을 구매를 하지 않는 주요한 요인 중의 하나이다. 이 중 신선편이 가공 양상추 제품의 변색은 저장 초기에는 절단면 위에 원형의 핑크색 반점으로 나타나다가, 잎의 맥을 따라 갈변의 띠를 형성하면서 점차 절단 잎 전체로 심하게 전개되는 양상을 나타낸다(18). 백색도를 나타내는 L 값의 경우 70% 절구된 양상추의 경우 저장 초기에는 55.22이었으나, 85%와 100% 절구된 양상추는 58.20, 62.25로 절구가 많이 이루어질수록 L 값이 증가하는 경향을 보여, 절구 정도가 증가할수록 양상추의 전반적인 색이 밝은 색을 띠는 것을 알 수 있었다(Table 2). 그러나 a와 b 값은 L 값과 반비례로 양상추 절구가 많이 이루어질수록 감소하는 경

향을 보였다. 이는 양상추의 절구 정도에 따라 저장 초기 양상추 색의 차이가 뚜렷이 나타난 것을 알 수 있었는데, 70% 절구 양상추가 가장 초록빛과 노란빛을 많이 띄었으며, 전체적으로 85, 100% 절구 양상추보다 어두운 빛을 내는 것을 확인할 수 있었다. 저장 8일 후에는 70% 절구 양상추 a 값의 변화율이 3.82로 가장 높아서, 양상추 고유의 녹색 변화율이 가장 뚜렷하게 나타났다. 85% 절구 양상추는 L 값이 저장 초기에 비하여 15.25 정도의 감소율을 보여, 다른 절구정도의 양상추에 비하여 백색도가 가장 많이 감소하였다. 따라서 70, 85% 절구 양상추는 저장기간 동안 전체적으로 어두워지고 초록빛과 노란빛도 처음에 비하여 많이 사라짐에 따라 갈변이 진행되고 있는 것을 알 수 있었다. 하지만 100% 절구 양상추의 경우에는 L과 a 값의 증감률은 가장 낮았지만, 황색도를 나타내는 b 값은 8.34 정도 증가하여 저장기간 동안 양상추의 노란 빛이 가장 크게 증가하는 것을 알 수 있었다.

#### 무기질 함량

절구 정도에 따른 양상추의 저장 기간 중 무기질 함량의 변화를 Table 3에 나타내었다. 나트륨, 칼륨, 칼슘, 인, 마그네슘, 철의 6가지 무기질 함량이 70% 절구된 양상추는 100 g당 나트륨 25.04 mg, 칼륨 186.03 mg, 칼슘 18.62 mg, 인 33.27 mg, 마그네슘 10.98 mg, 철 0.37 mg 함유되어 있었으며, 85%와 100% 절구된

**Table 2. Changes in color of minimally processed lettuces (*Lactuca sativa* L.) according to the degree of head formation during storage at 4°C**

Color	Storage period (day)	Degree of a head formation (%)		
		70	85	100
L <sup>1)</sup>	0	55.22±0.07	58.20±0.03	62.25±0.01
	4	48.43±0.02	51.58±0.02	53.38±0.05
	8	44.17±0.05	42.95±0.14	52.67±0.1
a <sup>2)</sup>	0	-8.17±0.03	-7.70±0.06	-4.66±0.07
	4	-5.98±0.07	-6.19±0.07	-3.74±0.10
	8	-4.35±0.1	-4.81±0.08	-1.94±0.08
b <sup>3)</sup>	0	22.20±0.04	19.19±0.11	11.11±0.08
	4	19.25±0.12	18.54±0.09	16.73±0.07
	8	17.16±0.2	14.45±0.08	19.45±0.08

\*All values are expressed as mean and standard deviation of triplicated measurements.

<sup>1)</sup>L : Lightness 0-100

<sup>2)</sup>a : Redness

<sup>3)</sup>b : Yellowness

**Table 3. Several mineral content (mg/100 g) of minimally processed lettuces (*Lactuca sativa* L.) according to the degree of head formation during storage at 4°C**

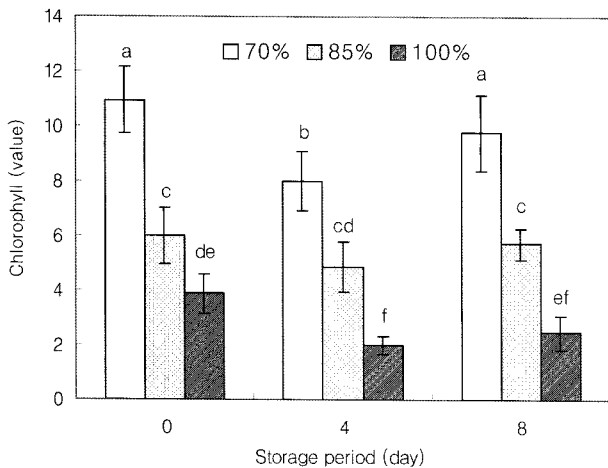
Storage period (day)	Degree of head formation (%)	Na	K	Ca	P	Mg	Fe
0	70	25.04±1.2	186.03±9.5	18.62±1.3	33.27±2.5	10.98±1.1	0.37±0.1
	85	20.62±0.5	163.35±5.8	17.71±1.2	27.33±3.3	10.33±1.0	0.29±0.2
	100	18.30±1.1	146.84±8.8	17.44±0.9	23.79±2.7	9.12±0.5	0.25±0.1
4	70	23.84±2.0	200.19±8.4	20.42±0.5	32.82±1.9	12.88±0.9	0.31±0.2
	85	20.43±1.5	168.53±6.6	18.55±0.4	29.35±4.1	9.87±1.2	0.26±0.1
	100	19.53±0.5	151.78±7.5	16.46±0.7	24.22±2.3	8.53±1.3	0.23±0.4
8	70	18.46±0.9	203.45±4.5	19.62±0.6	33.21±1.3	12.89±0.5	0.34±0.2
	85	27.51±1.6	130.21±9.9	15.62±0.7	24.04±2.5	9.83±0.7	0.29±0.1
	100	23.40±1.2	129.56±5.1	16.58±0.6	24.32±0.5	10.03±0.4	0.31±0.2

\*Values are expressed as mean and standard deviation of triplicated measurements.

양상추는 전체적으로 70% 결구 양상추보다 무기질 함량이 적은 나트륨 18.30-20.62 mg, 칼륨 146.84-163.84 mg, 칼슘 17.44-17.71 mg, 인 23.79-27.33 mg, 마그네슘 9.12-10.33 mg, 철 0.25-0.29 mg 함유되어 있었다. 이는 양상추가 칼륨, 인, 나트륨, 칼슘, 마그네슘 등의 함량이 많은 알칼리성 식품이나, 결구가 많이 될수록 무기질 함량은 전체적으로 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 양상추를 저장한지 4일이 지났을 때에는 결구 정도와 관계없이 전체적으로 무기질 함량이 증가하였지만, 저장 8일이 되었을 때에는 전체적으로 함량이 감소하는 경향을 보였다. 채소류인 양파와 토마토와 비교하였을 때 양상추는 특히 칼륨, 칼슘, 인의 함량이 뛰어난 채소임을 알 수 있었다(4). 특히, 결구 정도와 관계없이 양상추에 함유되어 있는 무기질 중 세포의 기능을 상승시키고 발육촉진이 되는 것으로 알려져 있는 칼륨의 함량이 가장 높았으나 저장기간이 지날수록 가장 급격히 감소하는 경향을 나타내었다. 이러한 결과가 기존 일반성분 분석결과와 약간의 차를 보이는 것은, Youn 등(19)이 보고한 바와 같이 정식 후 양상추의 품질에서와 유사한 결과로 양상추 재배시기 등의 기후 조건에 따라서 약간의 차이를 나타낸 것이라고 유추되어진다.

**클로로필 함량**

결구 정도에 따른 양상추의 저장기간별 외 잎의 클로로필 함량 변화를 SPAD 값으로 나타내었다(Fig. 1). 채소류의 주색소인 클로로필은 식물에 널리 분포되어 있는 천연 녹색 색소로서 식물 세포내의 엽록체에 존재하여 채소나 과일의 신선함을 나타내는 지표가 되기도 한다. 또한 상처의 치료효과, 세균 생육의 저지효과, 조혈작용, 간 기능의 증진 작용, 탈취작용 등의 생리활성을 나타내는 등 중요한 역할을 한다(20). 양상추 외잎의 클로로필 함량 변화를 SPAD 값으로 나타내었을 때, 100% 결구되어진 양상추의 클로로필의 함량은 3.87 value이었으나, 85%, 70% 결구되어진 양상추의 클로로필의 함량은 6.02, 10.94 value이었다. 이는 양상추의 결구 정도가 적을수록 클로로필 함량이 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 하지만 85% 결구되어진 양상추를 4일 저장하자 4.88 value로 함량이 감소하는 추세를 보이다가, 저장 8일 후에는 5.71 value로 약간 증가하였으나 유의적인 차이는 없었다. 이러한 저장기간 동안의 변화는 양상추 결구 정도와 관계없



**Fig. 1.** Chlorophyll contents (SPDA-502 value) changes of minimally processed lettuces (*Lactuca sativa* L.) according to the degree of head formation during storage at 4°C. The data given are means ±SD of triplicate measurements and those with different alphabet letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

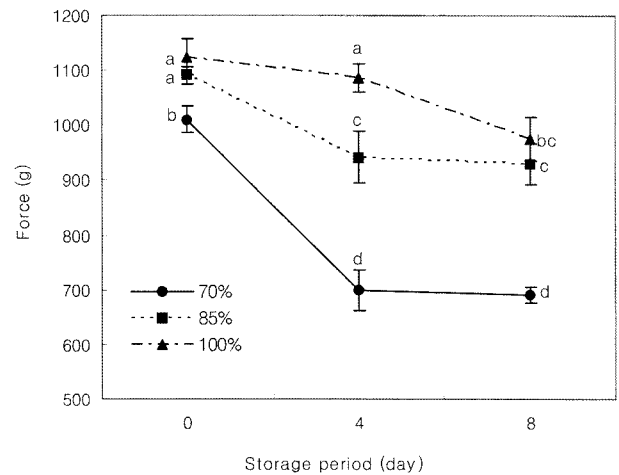
이 동일한 결과를 보였다. 일반적으로 선도 지하와 더불어 클로로필의 함량의 70% 정도가 소실되면 저장 한계점으로 여겨지고 있다(21). 최소가공 되어진 70% 결구 양상추는 저장 8일이 지난 후에도 10% 정도의 클로로필만이 소실되었으며, 100% 결구 양상추는 35% 정도의 클로로필만이 소실되어 클로로필이 많은 양 유지되고 있음을 알 수 있었다. 이는 양상추의 클로로필 파괴와 별도로 연부 현상때문에 품질이 연화되었기 때문으로 유추되어진다. 또한 양상추의 초록색을 나타내는 색차 'a' 값의 변화와 마찬가지로 70% 결구 양상추가 초기와 저장기간 동안 클로로필이 가장 많이 유지되고 있음을 알 수 있었다.

**경도**

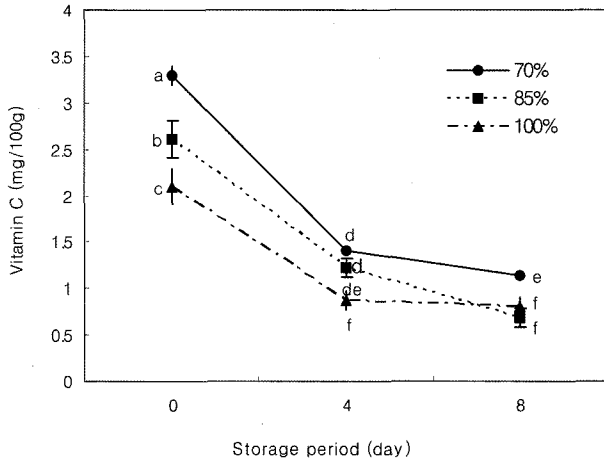
주로 생식으로 섭취되어지는 양상추는 씹힘성을 나타내는 경도가 소비자의 평가에 중요한 영향을 미치는 요소 중 하나이다. 이러한 이유로 신선편이 가공 양상추의 경도는 색과 더불어 외관의 품질을 좌우하는 중요한 요소이다. 일반적으로 호흡률이 높은 과채류 일수록 더 빨리 부패한다고 알려져 있다. 특히, 최소가공에 의해 조직이 손상된 신선편이 가공 양상추는 연화 및 부패가 수반되기 때문에 손상정도에 따라 식품의 품질 및 shelf-life가 결정된다(22). 본 실험에서 결구 정도가 다른 양상추의 가장 바깥 잎의 아래 부분을 찢는데 들어가는 힘이 얼마나 소요되는가에 대하여 저장 중 경도의 변화를 알아보았다(Fig. 2). 저장 초기 70% 결구 양상추의 경도가 1010.48 g force에 비하여, 85, 100% 결구 양상추는 1090.62, 1124.52 g force로 유의적으로 높았다. 저장 중 70% 결구 양상추는 690.81-700.08 g force로 저장초기에 비하여 유의적으로 감소하였으며, 85% 결구 양상추의 경우에도 이러한 경향을 보였으나 저장 중 유의적인 차이는 없었다. 하지만 결구 100% 양상추는 저장 4일째에 1085.88 g force로 저장 초기에 비하여 약간의 감소는 하였지만, 유의적인 차이는 없었다. 따라서 100% 결구 양상추를 이용하여 신선편이 제품을 만든 것은 수확 후 저장, 유통 과정 중 경도 유지에 가장 효과적인 것으로 판단된다.

**비타민 C 함량**

결구 정도가 다른 양상추의 100 g당 함유되어 있는 비타민 C 함량은 저장 초기 결구 70% 양상추가 3.30 mg이었으며, 결구 85%



**Fig. 2.** Change in texture of sliced lettuce's outer leaves according to the degree of head formation during storage at 4°C. The data given are means ±SD of triplicate measurements and those with different alphabet letters are significantly different at  $p < 0.05$ .

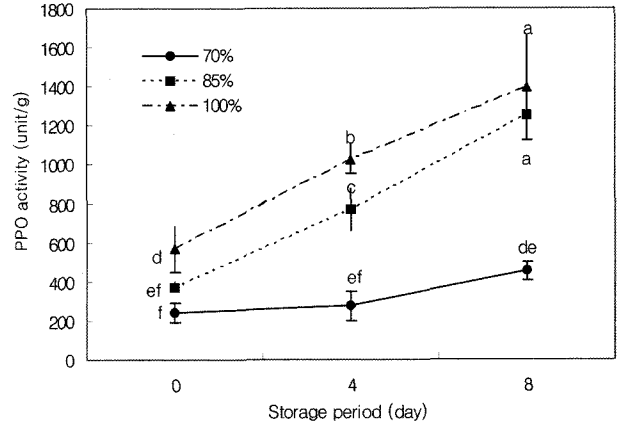


**Fig. 3. Change in vitamin C of minimally processed lettuces (*Lactuca sativa* L.) according to the degree of head formation during storage at 4°C.** The data given are means±SD of triplicate measurements and those with different alphabet letters are significant different at  $p<0.05$ .

와 100% 양상추는 2.61, 2.10 mg으로 유의적으로 감소하는 경향을 보였다(Fig. 3). 또한 저장 중 신선편이 제품 양상추의 비타민 C 함량은 유의적으로 점차 감소하여 저장 4일째에는 0.87-1.41 mg, 저장 8일에서는 0.68-1.14 mg으로 감소하였다. 이러한 신선편이 제품의 저장 중 비타민 C의 파괴는 호흡 등 빠른 대사작용으로 인한 손실 때문으로 사료된다(23). 이처럼 저장 중 신선편이 양상추의 비타민 C 함량은 지속적으로 감소하였지만, 결국 70% 양상추의 비타민 C 함량이 가장 높았다( $p<0.05$ ). 이는 치커리(24), 감자(25), 양송이(26)를 신선편이 제품으로 가공하여 저장하면 비타민 C 함량이 조금씩 감소한다는 보고와 유사하였다.

**PPO 활성**

신선편이 양상추는 절단 등의 공정을 거치게 됨에 따라 절단 전의 세포에 비하여 호흡이 빠르고, 미생물의 침입에 대한 저항성이 약화되기 쉽다. 또한 절단 후의 세포는 절단 전의 세포에 비하여 산화적 갈변을 받기가 쉽다(27). 이러한 갈변 반응은 주로 polyphenol oxidase에 의하여 phenol성 화합물이 산화되어 o-quinone과 같은 화합물을 만드는 것 때문이다(28). 이렇게 만들어진 quinone류는 중합되어 짙은 갈색 또는 적색의 중합물을 만들어서, 신선편이 양상추에 바람직하지 못한 색깔, 냄새를 지니게 할 뿐만 아니라 영양가를 저하시킨다(29). 이와 같이 신선편이 양상추의 효소적 갈변을 일으켜 상품성 및 영양적 가치를 하락시키는 polyphenol oxidase(PPO)의 활성은 저장 초기 결국 70% 양상추가 240.56 unit, 결국 85%는 371.36 unit의 활성을 보였으며, 결국 100% 양상추의 경우 566.7 unit로 PPO 활성이 유의적으로 높았다(Fig. 4). 저장 4일 후 결국 100, 85% 양상추의 경우 PPO 활성이 1026.7, 771.1 unit로 저장 초기에 비하여 2배정도 급격히 증가하였다( $p<0.05$ ). 저장 8일 후에는 70% 결국 양상추의 PPO 활성이 452.63 unit인 것에 비하여 100, 85% 양상추는 1391.86, 1254.56 unit로 유의적으로 활성이 크게 증가하는 것을 알 수 있었다. 이는 저장 초기와 저장 과정 중에서 모두 결국 70%인 신선편이 양상추 제품의 PPO 활성도가 가장 낮아서 양상추 갈변 진행도가 적음을 알 수 있었으며, 이와 반대로 결국 100% 양상추는 가장 빨리 갈변이 진행되었음을 알 수 있었다. 또한 이러한 결과는 Cha 등(30)이 보고한 바와 같이 신선편이 양상추의 갈변



**Fig. 4. Change in PPO activity of minimally processed lettuces (*Lactuca sativa* L.) according to the degree of head formation during storage at 4°C.** The data given are means±SD of triplicate measurements and those with different alphabet letters are significant different at  $p<0.05$ .

이 진행됨에 따라 색도의 a 값도 증가하는 경향을 보여, 양상추의 PPO 활성과 a 값은 서로 상관성이 있음을 알 수 있었으며, 간마늘과 콩나물도 저장 과정 중 동일한 결과를 보였다(31). 따라서 결국 70%의 양상추를 신선편이 제품으로 저장유통하는 것이 갈변이 최소화됨에 따라 상품성을 최대한 유지시킬 수 있는 것으로 판단되어진다.

**요 약**

신선편이 가공 양상추의 결국 정도에 따른 저장 중 품질변화를 살펴보았다. 양상추는 결국 정도에 따라 70, 85, 100%로 분류하여 3×4 cm로 썰어 polypropylene(PP)과 polyethylene terephthalate(PET) 재질로 되어있는 사각 용기(20×15×5 cm)에 담아 질소 충전 후 4°C의 저장고에서 8일 동안 저장하였다. 저장 초기 결국 70% 양상추의 당도가 3.67 °Bx였으며, 무기질 함량도 나트륨 25.04, 칼륨 186.03, 칼슘 18.62 mg/100 g 등으로 가장 높았다. 하지만 저장기간이 길어짐에 따른 결국정도와는 상관없이 무기질 함량이 감소하는 경향을 나타내었다. 또한 결국 70%인 양상추의 비타민 C 함량은 3.30 mg/100 g로 가장 높았으며, 양상추 외잎의 클로로필 함량 역시 결국 70%가 결국 100%에 비하여 3배 정도 높은 수치를 나타내었다. 씹힘성을 나타내는 양상추의 경도는 결국 70%인 양상추가 1,010 g이었으며, 결국 정도가 높아짐에 따라 경도가 증가하여 씹힘성이 증가하는 것으로 유추되어진다. PPO의 활성은 결국 정도에 따라 240, 371, 566 unit/g로 각각 나타나 결국 70%에서 갈변이 최소한으로 나타났다. 이상의 결과로 결국 70%인 양상추를 이용하여 신선편이 가공 제품을 유통시킬 때 품질유지에 가장 효과적인 것으로 나타났다.

**문 헌**

- Whitaker TW, Ryder VE, Rubatzky VE, Vail PV. Lettuce Production in the United States. Agriculture Handbook 221. USDA, ARS, Washington DC, USA. pp. 1-43 (1974)
- The Result Production of Vegetable, MAF, Washington DC, USA. pp. 19-38 (1997)
- Goddard MS, Mathews RH. Contribution of fruits and vegetables to human nutrition. J. Korean Soc. Hort. Sci. 14: 245-247 (1979)
- RDA. Food Composition Table. National Rural Living Science Insti-

- tute, Rural Development Administration, Suwon, Korea. pp. 116-117 (1996)
5. Salunkhe DK, Bolin HR, Reddy NR. Minimal processing. pp. 128-153. In: Storage, Processing, and Nutritional Quality of Fruit and Vegetables. Boca R (ed). CRC Press, New York, NY, USA (1991)
  5. Shewfelt RL. Quality of fruit and vegetables. Food Technol. Chicago. 44: 99-106 (1990)
  7. Wiley RC. Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables. Chapman & Hall, Inc., New York, NY, USA. pp. 1-14 (1994)
  3. Jang SW, Lee JN, Lee JT, Ku JH, Choi SC, Kim WB, Kim BH, Kom JK. Selection of head lettuce for late bolting in highland cultivation in Korea. Annual Report of National Highland Agricultural Experiment Station, Korea. pp. 48-53 (1983)
  9. Yang YJ, Park KW, Jeong JC. The influence of pre- and post-harvest factors on the shelf-life and quality of leaf lettuce. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 133-140 (1991)
  9. Kim BS, Kim DC, Lee SE, Nahm GB, Jeong JW. Freshness prolongation of crisphead lettuce by vacuum cooling and cold-chain system. Korean J. Food Sci. Technol. 27: 546-554 (1995)
  1. Hutchings JS. Instrumental specification. pp. 217-223. In: Food Colour and Appearance. Blackie Academic & Professional, Bedford, UK. (1994)
  2. AOAC. Methods of Analysis for Nutrition Labeling. Sullivan DM, Carpenter DE (eds). Virginia, USA (1993)
  3. Pan GK, Kab YL, Sea HK, Sang SH. Foliar characteristics and photosynthetic efficiency of three species of schisandraceae trees distributed in Korea. Korean J. Agric. Forest Mete. 1: 90-96 (1999)
  4. Diamantopoulou P, Philippoussis A. Production attributes of *Agaricus bisporus* white and off-white strains and the effects of calcium chloride irrigation on productivity and quality. Scientia Horticult. 91: 379-391 (2001)
  5. AOAC. Official Methods of Analysis. 15<sup>th</sup> ed. Method 15. Association of Official Analytical Communities, Artington, VA, USA (1990)
  5. SAS Institute, Inc. SAS/STAT User's guide. Release 8.01, Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (2000)
  7. Kim JG, Luo Y, Lim CI. Effect of ozonated and chlorine water wash on the quality and microbial de-contamination of fresh-cut carrot shreds. Korean J. Food Preserv. 14: 54-60 (2007)
  3. Kim JG, Choi ST, Lim CI. Effect of delayed modified atmosphere packaging on quality of fresh-cut iceberg lettuce. J. Korean Soc. Hort. Sci. 23: 140-145 (2005)
  19. Youn AR, Kim BS, Kim SH, Kwon KH, Cha HS. Quality evaluation and residual pesticides of lettuce during growth after transplanting. Korean J. Food Preserv. 14: 124-130 (2007)
  20. Ma L, Dolphin D. The metabolites of dietary chlorophylls. J. Phyto. Chem. 50: 195-202 (1999)
  21. Steven AS, Michael TT, Jeffrey KB. Evaluating precooling methods for vegetable packing house operations. Proc. Fl. St. Hortic. Soc. 101: 175 (1980)
  22. Luo Y, Mcevoy JL, Wachtel MR, Kim JG, Huang Y. Package atmosphere affects postharvest biology and quality of fresh-cut cilantro leaves. Hortscience 39: 567-570 (2004)
  23. Selman JD. Vitamin retention during blanching of vegetables. Food Chem. 49: 137-147 (1994)
  24. Kwon JY, Kim BS, Kim GH. 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 (2006)
  25. Lim JH, Choi JH, Hong SI, Jeong MC. Mild heat treatments for quality improvement of fresh-cut potatoes. Korean J. Food Preserv. 12: 552-557 (2005)
  26. Lim JH, Choi JH, Hong SI, Jeong MC, Kim DM. Effects of packaging treatment on quality of fresh-cut mushrooms (*Agaricus bisporus* Sing.) during storage. Korean J. Food Preserv. 13: 1-7 (2006)
  27. Wiley RC. Minimally processed refrigerated fruits and vegetables. pp. 1-14. Chapman & Hall, Inc, New York, NY, USA (1994)
  28. Joslyn MA, Ponting JD. Enzyme-catalyzed oxidative browning of fruits products. Food Res. 3: 1-44 (1995)
  29. Goupy P, Amiot MT, Richard-forget F, Duprat F, Aubert S, Nicolas J. Enzymatic browning of model solutions and apple phenolic extracts by apple polyphenoloxidase. J. Food. Sci. 60: 497-501 (1995)
  30. Cha HS, Kim SI, Kim BS, Kim SH. Effect of inhibition on browning and microbial growth of minimally processed lettuce. Korean J. Food Preserv. 11: 331-335 (2004)
  31. Park WP, Cho SH, Lee DS. Screening of antibrowning agents for minimally processed vegetables. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 278-282 (1998)