

# Effects of Phytoncide Treatment on the Physicochemical, Microbiological, and Sensory Characteristics of Fresh-cut Lettuce

Do-Hee Kim<sup>1</sup>, Han-Bit Kim<sup>1</sup>, and Kwang-Deog Moon<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

<sup>2</sup>Food and Bio-Industry Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

## Phytoncide 처리가 신선편이 양상추의 저장 중 이화학적, 미생물학적 및 관능적 특성에 미치는 영향

김도희<sup>1</sup> · 김한빛<sup>1</sup> · 문광덕<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>경북대학교 식품공학부, <sup>2</sup>경북대학교 식품생물산업연구소

### Abstract

The effect of phytoncide solution treatment on the browning and quality of fresh-cut iceberg lettuce during storage was studied. The treatments were applied as four solutions adjusted at 10°C: distilled water (DW) as the control; edible ethanol (EE); 1% (v/v) phytoncide essential oil from pine needle diluted with distilled water (DP); and 1% (v/v) phytoncide essential oil diluted with edible ethanol (EP). Fresh-cut lettuce was dipped in each solution for 60 sec, was rinsed with distilled water, was packaged with an OPP film bag, and was then stored at 4°C for 12 days. The EP group had a significantly high level of total soluble solids, titratable acidity, and carbon dioxide, and low total bacteria counts, pH, and oxygen. The sensory score of color in the EP group recorded a high value, but the EE and EP groups recorded low scores in aroma and taste during the storage period. Alcohol and phytoncide were vaporized by opening the package for two hours, and the score of the aroma and taste of EP showed no differences from those of the other groups. Based on the above results, it was determined that the phytoncide essential oil diluted in edible alcohol with 1% solution inhibited the browning of and microbial growth in fresh-cut lettuce, and will be a useful natural compound in maintaining the quality of fresh-cut produce.

**Key words :** Phytoncide, essential oil, fresh-cut lettuce, browning, pine needle

### 서 론

양상추는 샐러드의 형태로 가장 많이 이용되고 있는데, 경제의 발달로 인한 사회의 변화에 따라 신선함과 편의성뿐만 아니라 경제성까지 확보할 수 있는 신선편이 양상추의 수요가 급증하고 있다. 이들은 일반적으로 세척 및 절단의 과정만을 거쳐 원물과 거의 유사한 형태인 ready-to-eat products로 유통되므로 품질 열화가 빨리 일어난다는 단점이 있다. 안전성과 직결되는 미생물의 생육 및 식품 매개 병원균에 의한 오염은 물론, 갈변 및 무름 현상으로 인한 제품의 품질 저하는 소비자들의 구매 특성에 큰 영향을

미친다(1,2). 이를 제어하기 위하여 황화합물(3), 유기산 등의 산미료(4), 킬레이팅제(5), 환원제(6) 등의 다양한 화학물질이 주로 이용되었으나, 웰빙 문화의 정착으로 소비자들 이 이들의 첨가를 기피하게 됨에 따라 저온 블렌칭(7), 자외선(8), 고농도 이산화탄소 처리(9) 등을 이용한 물리적 방법 이나 수목 및 식용작물 등에서 추출한 천연 항갈변제에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다.

한편, 소나무(*Pinus densiflora*)는 우리 나라에 널리 자생 하는 상록성 침엽수로, 예로부터 잎뿐만 아니라 솔방울, 송진, 껍질 등 거의 모든 부위가 약용 및 구황식물로 이용되어 왔다. 그 중 솔잎은 솔잎차, 솔잎주, 솔잎즙, 솔잎주스, 솔잎송편 등의 형태로 한방 또는 민간요법으로 이용되기도 한다(10). 그동안 솔잎 관련 연구로는 솔잎혹파리의 충해나 솔잎 정유의 향기성분 분석 등 주로 임업분야에서만 이루어

\*Corresponding author. E-mail : kdmoon@knu.ac.kr  
Phone : 82-53-950-5773, Fax : 82-53-950-6772

졌으나(11,12), 삼림욕 효과의 주원인이 phytoncide 성분 때문인 것이 알려짐에 따라 그에 대한 관심이 고조되면서 분말, 즙, 차, 술, 식초, 음료 등의 제품으로 가공되어 시판되고 있다.

솔잎에서 추출한 정유는 인체에 무해하며, 꿀 손실을 막는다는 연구가 보고된 바 있으며(13), phytoncide를 이용한 연구로 입냄새 제거 효과(14), 칸디다균 및 구강병원균에 미치는 영향(15), 아토피 피부의 임상 연구(16) 등 의학계통에서는 활발하게 진행되고 있으나, 식품에 관한 연구는 송순차나 솔잎차를 만들기 위한 기초적인 연구보고(17) 및 참기름의 대체유로써의 이용가능성에 대하여 기초성을 검토한 논문(18,19)이 있을 뿐 식품 관련 연구는 거의 찾아볼 수 없으며, 신선편이 농산물의 품질 유지에 초점을 맞춘 연구는 전무한 실정이다.

이에 본 연구에서는 식용 에탄올에 솔잎 유래의 phytoncide essential oil을 희석한 phytoncide 성분이 신선편이 양상추의 갈변 및 품질에 미치는 영향을 검토하여, 천연 항갈변제 및 식품보존료로써의 가능성을 제시하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

양상추는 경남 합천군 덕곡면에서 2012년 생산한 crisphead type의 Sacrament 품종으로, 상태가 건전한 양상추를 선택하여 세척한 후 실험에 이용하였다.

### 전처리 조건 및 저장

선별된 양상추는 겉잎을 제거한 후 양상추 전용 칼을 이용하여 약 4×4 cm 크기로 절단하였다. phytoncide 용액은 솔잎 유래의 phytoncide essential oil (Ecotech Korea Co, Pocheon, Korea)을 증류수에 희석한 것(1%, v/v, DP)과 식용 에탄올에 희석한 것(1%, v/v, EP)을 각각 침지액으로 이용하였다. 절단 양상추는 DP 및 EP에 60초간 침지하였으며, 60초간 증류수(DW) 및 식용 에탄올(95%, v/v, EE)에 침지한 것을 대조구로 하였다. 모든 침지액의 온도는 10℃였으며, 침지 후에는 즉시 동일한 시간으로 증류수를 이용하여 행굼 세척을 실시하였다. 이러한 처리 과정은 농촌진흥청의 국립원예과학특작원에 따른 신선편이 양상추 표준생산 기술 매뉴얼에 근거한 것이며, 실험에 사용된 에탄올은 자극성을 감소시키기 위하여 분무 과정을 거친 후 실험에 이용하였다. 상기의 방법으로 처리한 신선편이 양상추는 0.03 mm 두께의 OPP film 봉지(30×20 cm)에 약 60 g을 넣은 후 열접합하였으며, 4℃에서 12일간 저장하면서 3일 간격으로 품질 특성을 분석하였다.

### 포장 필름 내 기체 조성 분석

OPP film 내부의 산소와 이산화탄소의 농도는 DualTrak

oxygen/carbon dioxide analyzer (Model 902D, Quantek Instruments, Northboro, MA, USA)를 이용하여 측정하였다.

### 총 가용성 고형분 함량, pH 및 적정산도

시료와 증류수의 비율 1:1로 하여 마쇄한 후 여과한 액을 시액으로 하였다. 총 가용성 고형분 함량은 굴절 당도계 (Master-a, Atago Co, Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며, pH는 pH meter (pH 510, Oakion, Singapore)를 이용하여 측정하였다. 적정산도는 동일한 여액을 automatic titrator (TitroLine easy, SI Analytics GmbH, Mainz, Germany)를 이용하여 0.1 N의 NaOH를 가하면서 pH가 8.3에 도달할 때까지 적정하도록 설정하여 측정하였으며, malic acid로 환산하여 나타내었다.

### 총균수 측정

총균수는 시료 1 g에 0.1%의 펩톤수 9 mL를 가한 후, 10-fold 희석법으로 단계별로 희석하였다. 1 mL씩 pour plating한 후 35℃에서 48±2시간 배양하여 형성된 집락을 계수하여 log CFU/g로 나타내었다.

### 관능검사

관능검사는 경북대학교 식품공학과 학부 및 대학원생 15명을 대상으로 외관(appearance), 색(color), 조직감(texture), 갈변 정도(browning index), 향(aroma), 맛(taste) 및 전반적 기호도(overall acceptability)에 대하여 5점 기호 척도법(1=매우 싫음, 2=싫음, 3=보통, 4=좋음, 5=매우 좋음)으로 하였으며, 3일 간격으로 실시한 저장 기간별 관능검사와 처리 직후 실온(28±1℃)에 방치한 채 실시한 시간별 관능검사로 나누어 진행하였다. 이 때, 맛 항목은 처리 당일 및 시간별 관능검사에만 드레싱 유무를 구분하여 구성하였으며, 조직감 항목은 손으로 뜯었을 때의 느낌으로 채점하도록 하였다.

### 통계처리

통계처리는 SAS 9.2를 이용하여 p<0.05 수준에서 분산분석과 Duncan's multiple range test를 통해 통계적 유의성을 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 이화학적 품질 변화

Phytoncide 처리한 신선편이 양상추의 저장 중 pH, 총 가용성 고형분 함량, 적정 산도 및 포장 필름 내 기체 조성의 변화는 Table 1에 나타내었다. pH의 경우 모든 구에서 증가하다가 감소하는 경향이 나타났다. 처리 당일을 제외하고 DP 처리구가 DW 처리구보다 pH가 낮은 이유는 소시지에

솔잎을 첨가하면 pH가 감소한다는 보고가 뒷받침해주고 있다(20). 한편, 적정산도는 EP 처리구가 가장 높고, DW 처리구가 가장 낮은 것으로 나타나 pH의 결과와 잘 일치하는 경향임을 알 수 있었다.

총 가용성 고형분 함량은 1.60~2.23의 범위로 초음파 및 저온 블렌칭의 병용 처리를 통한 신선편이 양상추의 품질연구 결과와 유사한 수준이었다(21). 전반적으로 EE 및 EP 처리구에서 유의적으로 높은 함량인 것으로 나타나, 에탄올 처리가 신선편이 양상추의 총 가용성 고형분 함량 증가에 긍정적인 영향을 미치는 것으로 추정된다.

포장 필름 내 기체 조성 분석 결과, 산소는 꾸준히 감소하고 이산화탄소는 꾸준히 증가하였는데, 저산소 및 고이산화탄소의 조건은 modified atmosphere packaging (MAP)의 원리로 알려져 있다. 그러나 적정 수준 이하의 산소는 이취 및 이산화탄소 장해를 발생시키기 때문에 이를 억제하기

위해서는 산소의 농도가 1% 이상이어야 하는데, 가장 낮은 산소 함량이 1.93%로 나타나 요구 조건을 충족시킬 수 있었다. 또한, Kim 등(22)이 실시한 신선편이 양상추의 지연 포장 효과에 관한 연구에서도 이산화탄소의 농도가 저장 12일까지 계속 증가한 것으로 나타나, 본 연구 결과와 유사한 경향임을 알 수 있었다.

### 총균수의 변화

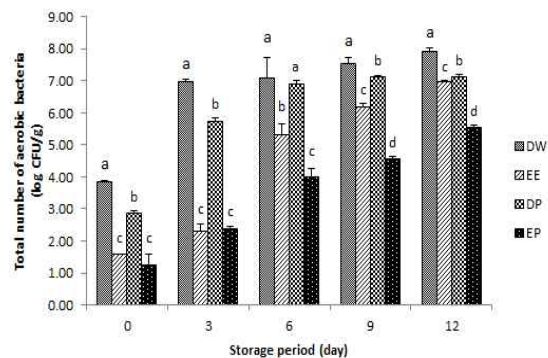
Phytoncide 처리한 신선편이 양상추의 저장 중 총균수의 변화를 측정된 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 저장 기간이 증가함에 따라 총균수도 증가하는 경향이였으며, EP 처리구가 가장 완만한 증가율을 보여 항갈변뿐만 아니라 항균에도 효과가 있음을 확인할 수 있었다. DW 처리구보다 EE 처리구의 값이 더 낮은 것은 에탄올 자체의 소독 효과 때문인 것으로 생각되며, DP 및 EP 처리구의 값이 DW 및 EE 처리구보다 더 낮은 것은 phytoncide 성분의 항균 효과 때문인 것으로 추정된다. 또한, DP 처리구보다 EP 처리구의 값이 낮은 것은 앞서 언급했던 것과 마찬가지로 에탄올의 휘발성 등이 phytoncide 성분과 만나 상승 작용을 일으켰기 때문인 것으로 판단된다. 이는 썩보다는 솔잎을 첨가한 소시지에서, 열수 추출물보다는 에탄올 추출물에서 총균수가 낮은 것으로 나타났다는 보고와 유사한 결과라 할 수 있다(23). 한편, 다양한 침엽수로부터 추출한 정유를 비교한 결과 소나무는 항균성이 있다고 보고된 바 있으며(24), 침엽수 정유의 항균 활성 연구에서 솔잎 정유가 편백잎 정유보다 항세균력뿐만 아니라 항진균력도 더 높다고 보고되기도 하였다(25). 또한, 급식업소에서 규정하는 식품의 미생물 허용치는 5.0 log CFU/g 이하인 것으로 보고된 바, DW 및 DP 처리구는 저장 3일째부터, EE 처리구는 저장 6일째부터, EP 처리구는 저장 12일째부터 미생물적 안전 기준치

**Table 1. Physicochemical properties of fresh-cut lettuce treated with different solutions during storage for 12 days at 4°C**

	Day at 4°C	Treatments <sup>1)</sup>			
		DW	EE	DP	EP
pH	0	6.22±0.01 <sup>d</sup>	6.24±0.01 <sup>c</sup>	6.33±0.01 <sup>a</sup>	6.25±0.00 <sup>b</sup>
	3	6.49±0.01 <sup>a</sup>	6.49±0.01 <sup>a</sup>	6.44±0.01 <sup>b</sup>	6.36±0.00 <sup>c</sup>
	6	6.62±0.00 <sup>a</sup>	6.59±0.00 <sup>a</sup>	6.60±0.00 <sup>a</sup>	6.41±0.01 <sup>b</sup>
	9	6.61±0.03 <sup>a</sup>	6.41±0.01 <sup>c</sup>	6.53±0.01 <sup>b</sup>	6.33±0.03 <sup>d</sup>
	12	6.34±0.01 <sup>a</sup>	6.25±0.01 <sup>b</sup>	6.23±0.02 <sup>b</sup>	6.24±0.01 <sup>b</sup>
Total soluble solids ( <sup>a</sup> Brix)	0	2.00±0.00 <sup>b</sup>	2.23±0.06 <sup>a</sup>	1.60±0.00 <sup>c</sup>	1.63±0.06 <sup>c</sup>
	3	1.60±0.00 <sup>d</sup>	2.00±0.00 <sup>b</sup>	1.67±0.06 <sup>c</sup>	2.20±0.00 <sup>a</sup>
	6	1.60±0.00 <sup>b</sup>	2.00±0.00 <sup>a</sup>	1.60±0.00 <sup>b</sup>	2.00±0.00 <sup>a</sup>
	9	1.60±0.00 <sup>b</sup>	2.00±0.00 <sup>a</sup>	1.60±0.00 <sup>b</sup>	2.00±0.00 <sup>a</sup>
	12	1.67±0.06 <sup>b</sup>	2.13±0.06 <sup>a</sup>	1.60±0.00 <sup>b</sup>	2.17±0.06 <sup>a</sup>
Titratable acidity (%)	0	0.11±0.00 <sup>a</sup>	0.07±0.00 <sup>b</sup>	0.06±0.00 <sup>c</sup>	0.07±0.00 <sup>b</sup>
	3	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.06±0.01 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>
	6	0.08±0.00 <sup>b</sup>	0.08±0.00 <sup>b</sup>	0.08±0.00 <sup>b</sup>	0.09±0.00 <sup>a</sup>
	9	0.07±0.00 <sup>a</sup>	0.08±0.00 <sup>a</sup>	0.07±0.01 <sup>a</sup>	0.08±0.00 <sup>a</sup>
	12	0.06±0.00 <sup>d</sup>	0.08±0.00 <sup>b</sup>	0.08±0.00 <sup>c</sup>	0.09±0.00 <sup>a</sup>
O <sub>2</sub> (%)	0	21.13±0.06 <sup>a</sup>	20.97±0.06 <sup>ab</sup>	20.97±0.15 <sup>ab</sup>	20.87±0.15 <sup>b</sup>
	3	16.40±2.20 <sup>a</sup>	10.03±2.08 <sup>ab</sup>	15.03±2.51 <sup>a</sup>	9.23±1.43 <sup>b</sup>
	6	11.27±1.37 <sup>a</sup>	7.20±2.31 <sup>ab</sup>	7.73±2.08 <sup>b</sup>	4.53±3.86 <sup>ab</sup>
	9	5.00±1.95 <sup>ab</sup>	3.10±0.55 <sup>bc</sup>	6.03±1.17 <sup>a</sup>	2.73±1.25 <sup>c</sup>
	12	3.50±1.91 <sup>ab</sup>	2.43±3.62 <sup>ab</sup>	3.83±1.20 <sup>a</sup>	1.93±2.46 <sup>b</sup>
CO <sub>2</sub> (%)	0	0.37±0.06 <sup>a</sup>	0.40±0.00 <sup>a</sup>	0.47±0.12 <sup>a</sup>	0.50±0.17 <sup>a</sup>
	3	3.23±1.31 <sup>c</sup>	6.70±0.70 <sup>ab</sup>	4.23±1.14 <sup>bc</sup>	7.37±0.61 <sup>a</sup>
	6	5.90±0.30 <sup>b</sup>	6.90±0.93 <sup>ab</sup>	4.67±2.37 <sup>b</sup>	8.70±1.64 <sup>a</sup>
	9	8.43±0.59 <sup>ab</sup>	7.77±0.64 <sup>b</sup>	8.07±0.75 <sup>ab</sup>	9.73±1.31 <sup>a</sup>
	12	9.33±0.65 <sup>b</sup>	9.70±1.01 <sup>b</sup>	8.37±1.10 <sup>b</sup>	11.57±1.56 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>DW, dipping in distilled water for 60 seconds; EE, dipping in ethanol for 60 seconds; DP, dipping in 1% phytoncide essential oil diluted distilled water for 60 seconds; EP, dipping in 1% phytoncide essential oil diluted ethanol for 60 seconds.

<sup>2)</sup>Each value is expressed as the mean±standard deviation (n=3). Means followed by different letters within the row(a-d) are significantly different (p<0.05).



**Fig. 1. Changes in total number of aerobic bacteria in fresh-cut lettuce treated with different solutions during storage for 12 days at 4°C.**

DW, dipping in distilled water for 60 seconds; EE, dipping in ethanol for 60 seconds; DP, dipping in 1% phytoncide essential oil diluted distilled water for 60 seconds; EP, dipping in 1% phytoncide essential oil diluted ethanol for 60 seconds. Means (n=3) with different letters are significantly different at 5% level.

를 초과하는 것으로 나타났다(26). 따라서 EP 처리구는 최소한 저장 9일까지는 미생물적 안전성을 확보할 수 있는 것으로 판단된다.

### 관능 특성

Phytoncide 처리한 신선편이 양상추의 저장 중 외관, 색, 조직감, 갈변 정도, 향, 맛 및 전반적 기호도에 대하여 관능 검사를 실시한 결과는 Table 2에 나타낸 것과 같다. 전반적으로 외관, 색 및 갈변 정도 항목에서 EP 처리구가 유의적으로 높은 점수를 얻었으며, DW 처리구가 가장 낮은 점수를 얻었다. 저장 후기로 갈수록 모든 항목의 점수가 꾸준히 감소하였으며, 조직감은 저장 9일째를 제외하고는 유의성이 없는 것으로 나타나, 신선편이 양상추의 관능 검사 실시 결과, 평균값의 차이는 있으나 인간의 촉각으로는 구분해 낼 수 없는 수준이라 보고된 것과 유사한 경향이었다(21). 갈변 정도의 평균값은 EP > EE > DP > DW 처리구의 순으로 높은 점수를 얻은 것으로 나타났으며, EP 처리구가 유의적으로 갈변이 진행되지 않았음을 알 수 있었다.

한편 저장 후기로 갈수록 EE 및 EP 처리구의 향이 낮은 점수로 나타났는데, DP 처리구의 향은 저장 기간 내내 유의적으로 높은 점수인 것으로 나타나 phytoncide 특유의 향보다는 에탄올의 냄새에 거부감을 느끼는 것으로 생각된다. 저장 초기에 향 항목에서 유의성이 나타나지 않은 것은, 외관이 비교적 신선해 보일 때는 기존에 알고 있던 양상추의 향과 다르더라도 불쾌감이 느껴지지만 않는다면 이취라고 생각하지 않기 때문인 것으로 추정된다. 맛 또한 EE 및 EP 처리구에서 유의적으로 낮은 점수를 얻었으며, 드레싱을 가미하여 관능검사를 실시한 경우에도 유사한 경향으로 나타나 에탄올은 향뿐만 아니라 맛에도 부정적인 영향을 미치는 것을 알 수 있었다. 처리 당일 실시한 관능 검사에서 갈변 저해 및 품질 유지에 유효한 효과가 나타난 EP 처리구가 전반적 기호도 항목에서 가장 낮은 점수를 얻은 것은 에탄올의 맛에 기인한 것으로 생각되며, 맛 항목을 실시하지 않은 저장 3일째부터의 관능 검사에서는 DW 처리구가 유의적으로 낮은 것으로 나타나 신선도와 직결되는 외관이 신선편이 양상추의 관능 특성에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다.

DP, EE 및 EP 처리구의 향과 맛의 문제를 보완하기 위하여 신선편이 양상추를 실온에 방치한 채 포장을 뜯은 직후부터 1시간 간격으로 관능 검사를 실시한 결과는 Table 3에 나타낸 것과 같다. 외관, 색, 조직감은 통계적 유의성이 없는 것으로 나타났으며, 향, 맛 및 전반적 기호도는 방치 1시간째까지는 앞서 실시한 것과 마찬가지로 EP 처리구가 유의적으로 낮은 점수를 얻었다. 관능 검사 요원 중 일부는 이 때부터 향 및 맛의 문제가 느껴지지 않는 수준이라 하였고, 방치 2시간째에는 거의 모든 관능 검사 요원이 4가지 처리구의 차이가 느껴지지 않는다고 하였다. 실험 결과도

DW 처리구와 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으며, 오히려 평균값은 높은 점수를 얻기도 하여 EP 처리구의 향 및 맛의 문제는 포장을 뜯은 후 약 2시간 가량 공기 중에 노출시킴으로써 해결할 수 있을 것으로 판단된다. 한

**Table 2. Sensory characteristics of fresh-cut lettuce treated with different solutions during storage for 12 days at 4°C**

	Day at 4°C	Treatments <sup>1)</sup>			
		DW	EE	DP	EP
Appearance	0	4.85±0.67 <sup>a</sup>	4.70±0.97 <sup>a</sup>	4.90±0.48 <sup>a</sup>	4.88±0.82 <sup>a</sup>
	3	4.20±0.49 <sup>c</sup>	4.58±0.49 <sup>b</sup>	4.42±0.49 <sup>b</sup>	4.70±0.95 <sup>a</sup>
	6	2.60±0.50 <sup>b</sup>	4.30±1.26 <sup>a</sup>	3.00±0.50 <sup>ab</sup>	4.70±0.58 <sup>a</sup>
	9	2.29±0.78 <sup>b</sup>	3.29±0.61 <sup>ab</sup>	3.29±0.88 <sup>ab</sup>	4.71±1.07 <sup>a</sup>
	12	1.75±0.70 <sup>b</sup>	3.50±0.85 <sup>a</sup>	2.75±0.82 <sup>ab</sup>	3.75±0.82 <sup>a</sup>
Color	0	4.90±0.53 <sup>a</sup>	4.85±0.84 <sup>a</sup>	4.90±0.53 <sup>a</sup>	4.87±0.57 <sup>a</sup>
	3	4.31±0.69 <sup>c</sup>	4.52±0.58 <sup>b</sup>	4.40±0.76 <sup>b</sup>	4.85±0.95 <sup>a</sup>
	6	2.60±0.30 <sup>b</sup>	4.28±1.00 <sup>a</sup>	3.10±0.50 <sup>ab</sup>	4.50±0.58 <sup>a</sup>
	9	2.14±0.75 <sup>b</sup>	3.14±0.71 <sup>ab</sup>	3.00±0.82 <sup>ab</sup>	4.29±0.54 <sup>a</sup>
	12	2.00±0.96 <sup>a</sup>	3.48±0.76 <sup>a</sup>	2.75±0.86 <sup>a</sup>	3.50±1.22 <sup>a</sup>
Texture	0	4.90±0.52 <sup>a</sup>	4.95±0.88 <sup>a</sup>	4.88±0.42 <sup>a</sup>	4.98±1.03 <sup>a</sup>
	3	4.59±1.11 <sup>a</sup>	4.60±0.82 <sup>a</sup>	4.62±0.76 <sup>a</sup>	4.61±0.90 <sup>a</sup>
	6	3.80±0.82 <sup>a</sup>	3.90±0.58 <sup>a</sup>	3.88±0.50 <sup>a</sup>	4.52±0.50 <sup>a</sup>
	9	3.71±0.41 <sup>b</sup>	4.00±1.14 <sup>ab</sup>	3.86±0.82 <sup>ab</sup>	4.29±0.82 <sup>a</sup>
	12	3.00±1.05 <sup>a</sup>	3.25±1.09 <sup>a</sup>	3.25±0.97 <sup>a</sup>	3.50±0.82 <sup>a</sup>
Browning index	0	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>	5.00±0.00 <sup>a</sup>
	3	3.72±0.58 <sup>d</sup>	4.70±0.82 <sup>b</sup>	4.01±0.49 <sup>c</sup>	4.85±0.49 <sup>a</sup>
	6	2.00±0.58 <sup>b</sup>	3.71±0.50 <sup>a</sup>	2.86±1.00 <sup>b</sup>	4.84±0.58 <sup>a</sup>
	9	1.50±0.90 <sup>c</sup>	3.75±0.52 <sup>b</sup>	2.50±0.86 <sup>bc</sup>	4.79±0.75 <sup>a</sup>
	12	1.24±1.42 <sup>b</sup>	3.70±0.74 <sup>a</sup>	1.48±0.61 <sup>b</sup>	4.68±0.59 <sup>a</sup>
Aroma	0	4.80±0.80 <sup>a</sup>	4.55±0.84 <sup>a</sup>	4.86±0.79 <sup>a</sup>	4.65±0.97 <sup>a</sup>
	3	3.83±0.76 <sup>a</sup>	3.70±1.07 <sup>a</sup>	4.42±0.98 <sup>a</sup>	3.80±1.35 <sup>a</sup>
	6	4.35±0.58 <sup>a</sup>	3.60±0.50 <sup>b</sup>	4.40±1.50 <sup>a</sup>	3.80±1.15 <sup>ab</sup>
	9	3.22±0.82 <sup>a</sup>	3.11±0.79 <sup>a</sup>	3.43±0.54 <sup>a</sup>	3.14±0.64 <sup>a</sup>
	12	1.50±1.09 <sup>b</sup>	2.75±0.79 <sup>ab</sup>	3.25±0.53 <sup>a</sup>	3.00±0.79 <sup>ab</sup>
Taste (raw)	0	4.90±0.32 <sup>a</sup>	3.42±1.08 <sup>b</sup>	3.50±1.43 <sup>ab</sup>	3.40±1.26 <sup>b</sup>
Taste (with dressing)	0	4.80±0.63 <sup>a</sup>	4.30±0.95 <sup>ab</sup>	4.30±0.82 <sup>ab</sup>	3.90±1.10 <sup>b</sup>
overall acceptability	0	4.85±0.42 <sup>a</sup>	4.75±0.97 <sup>b</sup>	4.87±0.99 <sup>a</sup>	4.81±0.99 <sup>ab</sup>
	3	3.74±0.69 <sup>c</sup>	4.08±0.58 <sup>b</sup>	4.23±0.53 <sup>a</sup>	4.56±0.76 <sup>a</sup>
	6	2.90±0.58 <sup>b</sup>	3.60±0.96 <sup>a</sup>	4.10±0.50 <sup>a</sup>	4.80±0.96 <sup>a</sup>
	9	2.14±0.81 <sup>b</sup>	3.00±0.94 <sup>ab</sup>	3.29±0.86 <sup>ab</sup>	4.43±0.72 <sup>a</sup>
	12	2.00±0.59 <sup>b</sup>	3.25±0.75 <sup>ab</sup>	3.25±0.89 <sup>ab</sup>	3.75±1.02 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>DW, dipping in distilled water for 60 seconds; EE, dipping in ethanol for 60 seconds; DP, dipping in 1% phytoncide essential oil diluted distilled water for 60 seconds; EP, dipping in 1% phytoncide essential oil diluted ethanol for 60 seconds.

<sup>2)</sup>Each value is expressed as the mean±standard deviation (n=15). Means followed by different letters within the row(a-d) are significantly different (p<0.05).

편, 신선편이 로메인 상추의 **delayed MA** 포장 효과에 관한 연구에서 가공 직후 바로 포장하는 것보다 지연시켜 포장하는 것이 품질을 향상시킬 수 있다고 보고된 바 있다(23).

양상추는 주로 샐러드로 이용된다는 점에 착안하여 드레싱과 함께 맛을 평가하는 항목도 추가하였는데, 드레싱 없이 양상추만 먹었을 때보다 드레싱을 곁들여 먹었을 때 대체로 더 높은 점수를 얻은 것으로 나타나 마스킹 효과 또한 영향을 미친 것으로 생각된다. 이는 솔잎 추출유를 발라 제조한 맛김의 관능검사 결과 맛에 대한 거부감이 없다고 보고된 바, 맛김이 본 실험에서 드레싱의 역할을 한 것으로 보인다(19). 또한, 송편 제조 시 참기름 대신 솔잎 분말 향미유만 바른 것은 기호성이 낮았으나, 참기름과 1:1로 혼합하여 바른 것은 참기름과 기호도가 유사한 것으로 나타나 본 실험과 유사한 경향이었다(18).

저장 12일째 각 처리구의 사진은 Fig. 2에 나타내었다.

A는 필름 내 포장되어 있던 그대로의 형태로 녹색 계열의 잎과 흰색 계열의 잎맥 부위가 혼합되어 있으며, B는 갈변이 잎 부위에 비해 빠르고 심하게 진행되는 잎맥 부위만 나열해 놓은 것, 그리고 C는 B의 샘플을 좀 더 가까이서 최대한 잎맥의 수직 절단면이 나오도록 촬영한 것이다. 앞서 실시한 실험들과 마찬가지로 DW 처리구에서 가장 심한 갈변이 진행되었고, EP 처리구의 갈변은 전혀 일어나지 않았음을 확인할 수 있다. EE 처리구는 붉은 갈변이 조금 진행되다가, 저장 후기로 가면서 블랜칭한 수준의 형태로 변하는 경향이 나타났으며, 이는 결구상추 및 시금치를 에탄올 침지 처리 시 저장 기간이 경과하면서 무름 현상이 나타났다는 보고와 유사하였다(27). DP 처리구는 phytoncide의 영향으로 DW 처리구보다는 좋지만 에탄올이 주는 시너지 효과는 가질 수 없어 갈변이 꽤 진행되었음을 확인할 수 있다.

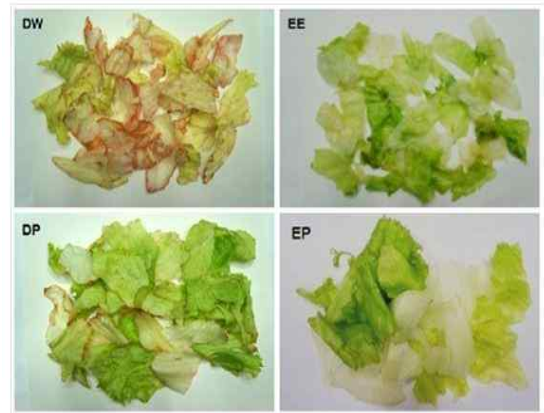
**Table 3. Sensory characteristics of fresh-cut lettuce treated with different solutions by laying samples out during storage for 2 hour at room temperature**

	Hour at RT <sup>1)</sup>	Treatments <sup>2)</sup>			
		DW	EE	DP	EP
Appearance	0	4.88±0.57 <sup>a</sup>	4.85±0.74 <sup>a</sup>	4.88±0.35 <sup>a</sup>	4.88±0.74 <sup>a</sup>
	1	4.25±1.08 <sup>a</sup>	4.33±0.67 <sup>a</sup>	4.50±0.98 <sup>a</sup>	4.63±1.00 <sup>a</sup>
	2	4.08±0.76 <sup>a</sup>	4.25±0.71 <sup>a</sup>	4.12±0.52 <sup>a</sup>	4.56±1.16 <sup>a</sup>
Color	0	4.88±0.47 <sup>a</sup>	4.63±0.52 <sup>a</sup>	4.80±0.76 <sup>a</sup>	4.80±0.76 <sup>a</sup>
	1	4.13±1.00 <sup>a</sup>	4.02±0.67 <sup>a</sup>	4.08±1.08 <sup>a</sup>	4.25±0.97 <sup>a</sup>
	2	4.08±1.13 <sup>a</sup>	3.63±0.74 <sup>a</sup>	4.25±0.46 <sup>a</sup>	3.63±1.06 <sup>a</sup>
Texture	0	4.75±0.46 <sup>a</sup>	4.78±0.52 <sup>a</sup>	4.78±0.52 <sup>a</sup>	4.78±0.74 <sup>a</sup>
	1	4.00±0.89 <sup>a</sup>	4.00±0.85 <sup>a</sup>	4.33±0.67 <sup>a</sup>	4.45±0.95 <sup>a</sup>
	2	4.38±0.74 <sup>a</sup>	4.13±0.53 <sup>a</sup>	4.38±0.74 <sup>a</sup>	4.50±0.99 <sup>a</sup>
Aroma	0	4.13±1.13 <sup>a</sup>	4.00±0.76 <sup>a</sup>	3.75±1.04 <sup>a</sup>	3.38±1.19 <sup>b</sup>
	1	4.58±0.51 <sup>a</sup>	3.92±1.16 <sup>a</sup>	4.08±0.90 <sup>a</sup>	3.77±1.16 <sup>a</sup>
	2	4.40±0.53 <sup>a</sup>	3.88±0.99 <sup>a</sup>	4.25±0.71 <sup>a</sup>	4.38±0.99 <sup>a</sup>
Taste (raw)	0	4.63±0.74 <sup>a</sup>	4.00±0.74 <sup>b</sup>	4.38±1.20 <sup>ab</sup>	3.25±1.16 <sup>b</sup>
	1	4.33±0.65 <sup>a</sup>	3.75±1.06 <sup>ab</sup>	4.00±1.04 <sup>ab</sup>	3.33±1.07 <sup>b</sup>
	2	3.88±0.83 <sup>a</sup>	3.75±1.04 <sup>a</sup>	4.13±0.64 <sup>a</sup>	4.25±0.92 <sup>a</sup>
Taste (with dressing)	0	4.50±0.53 <sup>a</sup>	4.25±0.89 <sup>ab</sup>	4.38±0.92 <sup>ab</sup>	3.88±1.07 <sup>b</sup>
	1	4.42±0.51 <sup>a</sup>	4.00±0.95 <sup>b</sup>	4.50±0.90 <sup>a</sup>	4.24±1.22 <sup>b</sup>
	2	4.75±0.52 <sup>a</sup>	4.13±0.83 <sup>a</sup>	4.60±0.53 <sup>a</sup>	4.75±0.71 <sup>a</sup>
overall acceptability	0	4.63±0.74 <sup>a</sup>	4.00±0.76 <sup>ab</sup>	4.13±0.99 <sup>ab</sup>	3.13±1.13 <sup>b</sup>
	1	4.33±0.65 <sup>a</sup>	3.33±0.79 <sup>b</sup>	4.08±0.90 <sup>ab</sup>	3.58±1.23 <sup>b</sup>
	2	4.25±0.89 <sup>a</sup>	4.25±0.71 <sup>a</sup>	4.48±0.53 <sup>a</sup>	4.50±1.16 <sup>a</sup>

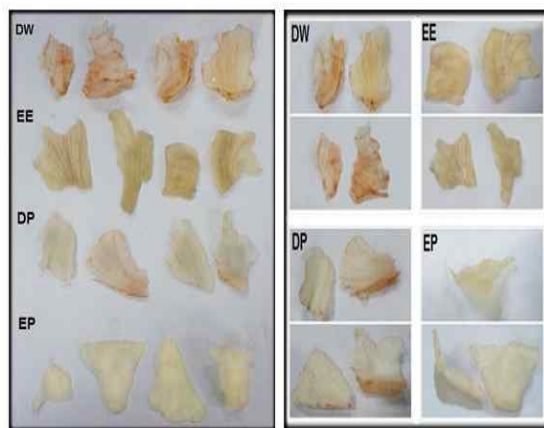
<sup>1)</sup>RT, room temperature (28±1°C)

<sup>2)</sup>DW, dipping in distilled water for 60 seconds; EE, dipping in ethanol for 60 seconds; DP, dipping in 1% phytoncide essential oil diluted distilled water for 60 seconds; EP, dipping in 1% phytoncide essential oil diluted ethanol for 60 seconds.

<sup>3)</sup>Each value is expressed as the mean±standard deviation (n=15). Means followed by different letters within the row(a-d) are significantly different (p<0.05).



(A)



(B)

(C)

**Fig. 2. Photographs of fresh-cut lettuce treated with different solutions storage at 12 days at 4°C.**

(A), leaves (green color) + vein (white color); (B), vein (white color); (C), in detail of (B). DW, dipping in distilled water for 60 seconds; EE, dipping in ethanol for 60 seconds; DP, dipping in 1% phytoncide essential oil diluted distilled water for 60 seconds; EP, dipping in 1% phytoncide essential oil diluted ethanol for 60 seconds.

## 요 약

본 연구는 솔잎 유래의 phytoncide essential oil을 증류수에 희석한 것(1%, v/v, DP)과 식용 에탄올에 희석한 것(1%, v/v, EP), 증류수(DW) 및 식용 에탄올(EE)을 침지액으로 이용하였다. pH는 DW 처리구에서 가장 높고 EP 처리구에서 가장 낮았으며, 증류수보다는 에탄올 포함 처리구에서, 대조구보다는 phytoncide 성분이 포함된 처리구에서 낮은 pH인 것으로 나타났다. 적정산도는 EP 처리구가 가장 높고, DW 처리구가 가장 낮은 것으로 나타나 pH의 결과와 잘 일치하는 경향이였다. 총 가용성 고형분 함량은 1.60-2.23의 범위로, 에탄올이 포함된 EE 및 EP 처리구에서 유의적으로 높은 함량으로 나타났으며, 포장필름 내 기체조성 분석 결과, EP 처리구가 modified atmosphere packaging (MAP)의 원리인 저산소 및 고이산화탄소 조건인 것으로 나타났다. 관능검사 결과, 외관, 색 및 갈변 정도에서 EP 처리구가 유의적으로 높은 점수를 얻었으며, DW 처리구가 가장 낮은 점수를 얻어 갈변 저해에 뛰어난 효과가 있음을 알 수 있었다. 총균수는 저장 중 꾸준히 증가하는 경향이였으며, EP 처리구가 가장 완만한 증가율을 보여 항갈변뿐만 아니라 항균에도 효과가 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과들로 보아 EP 처리구는 갈변 저해 및 항균에도 효과가 뛰어나 품질 유지에 긍정적인 영향을 미치므로, 고품질 신선편이 양상추의 가공 및 유통에 있어 효과적인 방법으로 이용될 수 있을 것이라 기대된다.

## 감사의 글

본 연구는 농림수산식품부 농림수산식품기술기획평가원에 의하여 이루어졌으며 일부는 2012학년도 경북대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

## 참고문헌

1. Beuchat LR (1996) Pathogenic microorganism associated with fresh product. *J Food Prot*, 59, 204-16
2. Watada AE, Ko NP, Minott DA (1996) Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharvest Biol Technol*, 9, 115-125
3. Monica I, Liloana A, Erica S, Edgar U, Valerio B (2003) Effect of immersion solutions on shelf-life of minimally processed lettuce. *LWT-Food Sci Technol*, 36, 591-599
4. Akbas MY, Olmez H (2007) Inactivation of *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes* on iceberg lettuce by dip wash treatments with organic acids. *Letter Appl*

5. Park SY, Hwang TY, Kim JH, Moon KD (2001) Quality changes of minimally processed lotus root (*Nelumbo nucifera*) with browning inhibitors. *J Korean Postharvest Sci Technol*, 8, 164-168
6. Kim YG, Kim TW, Ding T, Oh DH (2009) Effect of electrolyzed water and citric acid on quality enhancement and microbial inhibition in head lettuce. *J Korean Food Sci Technol*, 41, 578-586
7. Hwang TY, Jang JH, Moon KD (2009) Quality changes in fresh-cut potato (*solanum tuberosum* var. romano) after low-temperature blanching and treatment with anti-browning agents. *J Korean Food Preserv*, 16, 499-505
8. Allende A, Artes F (2003) UV-C radiation as a novel technique for keeping quality of fresh processed 'Lollo Rosso' lettuce. *Food Res Int*, 36, 739-746
9. Jeong CS, Park JN, Kyoung JH (2006) Effect of high CO<sub>2</sub> short-term treatment on the respiration characteristics and quality of broccoli. *J Korean Hort Sci Technol*, 24, 447-451
10. Choi HD, Koh YJ, Choi UW, Kim YS, Park YK (2007) Anticariogenic activity and glucosyltransferase inhibitory effects of extracts from pine needle and twig. *J Korean Food Sci Technol*, 39, 3, 336-341
11. Lee KJ, Jo JC, Ryu CH, Song KJ (1990) Ecological changes in pine gall midge damaged *pinus densiflora* forest at the southern temperate forest zone in Korea. *J Korean For Soc*, 79, 21-25
12. Choi KS, Park HK, Kim JH, Kim YT, Kwon IB (1988) Flavor components of the needle oils from *Pinus rigida* mill and *pinus densiflora* sieb & zucc. *J Korean Food Sci Technol*, 20, 769-773
13. Muhlbauer RC, Lozano A, Palacio S, Reinli A, Felix R (2003) Common herbs, essential oils and monoterpenes potently modulate bone metabolism. *Bone*, 32, 372-380
14. Park JB, Auh QS, Chun YH, Lee JY, Hong JP (2007) The effect of the phytoncide in decreasing the mouth odor. *J Korean Acad Oral Med*, 32, 151-156
15. Kang SK, Auh QS, Chun YH, Hong JP (2010) Effect of *Chamaecyparis obtusa* tree phytoncide on *Candida albicans*. *J Korean Acad Oral Med*, 35, 19-29
16. Kim KY, Jeon HP, Jin JH (2010) A Study on the atopic dermatitis Clinical Trial -make use of J&H Ato-care Super Barrier Sto-serum. *J Korean Aesthet Cosmetol*, 8, 1-12
17. Chung HJ, Hwang GH, Yoo MJ, Rhee SJ (1996) Chemical composition of pine sprouts and pine needles

- for production of pine sprout tea. *J Korean Dietary Culture*, 11, 635-641
18. Won JS, Ahn MS (2001) A study on the development and evaluation of the pine needle flavor oil. *J Korean Soc Food Cookery Sci*, 17, 39-48
  19. Chung HK, Choe CS, Lee JH, Chang MJ, Kang MH (2003) Oxidative stability of the pine needle extracted oils and sensory evaluation of savored laver made by extracted oils. *J Korean Food Culture*, 18, 89-95
  20. Kim SM, Cho YS, Sung SK, Lee IG, LEE SH, Kim DG (1999) Development of functional sausage using plant extracts from pine needle and green tea. *J Korean Food Sci Ani Resour*, 22, 20-29
  21. Kim DH, Kim SM, Kim HB, Moon KD (2012) Effects of optimized co-treatment conditions with ultrasound and low-temperature blanching using the response surface methodology on the browning and quality of fresh-cut lettuce. *J Korean Food Preserv*, 19, 470-476
  22. Kim JG, Choi ST, Lim CI (2005) Effect of delayed modified atmosphere packaging on quality of fresh-cut iceberg lettuce. *J Korean Hort Sci Technol*, 23, 140-145
  23. Kim YJ, Hwangbo S (2011) Effects of addition of mugwort and pine needle extracts on shelf-life in emulsified sausage during cold storage. *J Anim Sci Technol*, 53, 461-467
  24. Hong EJ, Na KJ, Choi IG, Choi KC, Jeung EB (2004) Antibacterial and antifungal effects of essential oils from coniferous trees. *Biol Pharm Bull*, 27, 863-866
  25. Lee SS, Kang HY, Choi IG (2002) Studies on biological activities of woody essential oils ( I ) -Antimicrobial activity of essential oils from coniferous needles-. *J Korean Soc Wood Sci Technol*, 30, 8-55
  26. Solberg M, Bucklew JJ, Chen CM, Schaffner DW, O'Neil K, McDowell J, Post LS, Boderck M (1990) Microbiological safety assurance system for foodservice facilities. *Food Technol*, 44, 68-73
  27. Kim JG, Chandra D, Choi JW, Kim WB (2011) Effect of the sequential treatment of citric acid and ethanol on the quality and microbial reduction of fresh-cut vegetables. *J Korean Hort Sci Technol*, 29(S), 42

---

(접수 2013년 2월 21일 수정 2013년 3월 4일 채택 2013년 3월 18일)