

계절별 수확적기 양상추의 품질평가 및 위해요소 분석

차환수[†] · 윤예리 · 김상희 · 권기현 · 김병삼

한국식품연구원

Evaluation of Quality and Analysis of Hazard Management at Different Seasons of Lettuce

Hwan-Soo Cha[†], Aye-Ree Youn, Sang-Hee Kim, Ki-Hyun Kwon and Byeong-Sam Kim

Korea Food Research Institute, Sungnam 463-746, Korea

Abstract

Quality evaluation and hazard management of lettuce (*Lactuca sativa* L.) which was prepared within the harvesting seasons were analyzed. Eatable weight was highest in the summer (953.40 g)>spring (912.27 g)>fall (895.28 g) lettuce, but sugar content showed the highest concentration in the spring. Total color of summer lettuce was the brightest in comparison with other seasons. Fall lettuce's color increased in yellowness more than greenness. Minerals of lettuce were abundant in the following order of K>Ca>Na>Mg>Fe in all seasons. Chlorophyll content, showing the similar trend to vitamin C, was the lowest in summer. Among the 48 different pesticides tested, only chlorthalonil was detected in a minute content from fall lettuce. In conclusion, summer lettuce was inferior to spring and fall in quality because of hot weather.

Key words: lettuce, hazard management, quality evaluation

서 론

쌈채소류에 속하는 양상추(*Lactuca sativa* L.)는 소비자들의 건강식품에 대한 관심이 증가하면서 웰빙식품으로 소비가 증가하고 소비자층도 다양화되어 가고 있는 추세이다. 양상추는 수분 95.4%, 단백질 0.9%, 지질 0.1%, 탄수화물 2.9%, 회분 0.4%, 무기질 79 mg% 및 소량의 비타민이 함유되어 있으며 서아시아, 지중해 연안 등에서 주로 생산되며 보통 15~20°C 정도에서 잘 자란다(1). 또한 양상추는 특별한 영양소는 없지만 양상추의 잎이 지나치게 부드럽고 특유의 향취 때문에 90%이상이 샐러드용으로 많이 이용되고 있으며 매년 생산량도 증가하고 있는 추세이다(2). 양상추는 저온성 채소로 고온기를 제외하고는 연중 재배가 가능한 채소류이다. 보통 봄에 파종을 하여 5~6월에 수확되는 작형이 주종을 이루고 있으며 고온기 재배가 어려우므로 고랭지 여름재배를 행하여 고소득을 올리는 작형도 최근에는 점점 많아지고 있는 추세이다. 또한 가을에는 파종하여 겨울에 수확을 하는 작형은 남부지방에서 계속해서 늘어나고 있는 실정이다. 보통 쌈채소류는 품목마다 그 특성에 따라 거래시기가 다르게 나타나지만 전체적으로 4~6월에 거래량이 많고, 12~2월까지는 거래량이 적다. 이는 여름철에는 단수가 적어 출하를 기피하는 경향을 보이는 것으로 유추된다. 예를

들어, 배추의 경우에는 품종보다는 계절에 따른 품질 특성 차이가 더 크다고 보고되어 있으며, 무의 경우에는 봄 무나 여름 무는 가을 무에 비해 중량이 크고 수분 함량이 높고 단맛이 적은 것으로 나타났다(3).

지금까지는 주로 양상추의 저장, 유통 중에 변색을 막음으로써 품질변화를 최소화하는 것에 관한 연구(4-7)가 수행되어져 왔다. 그러나 이들 선행 보고들은 대부분 수확 후 저장 기간에 따른 품질변화와 안전성과 관련한 연구들로써 실제로 계절별 수확시기에 따른 일반성분 및 품질의 차이에 대한 연구가 필요한 실정이다. 또한 양상추는 특별한 열처리를 하지 않고 주로 생식으로 섭취하기 때문에 소비자에게 노출되는 잔류농약 부분도 필요하다고 판단되어진다. 따라서 본 연구에서는 양상추의 계절별(봄, 여름, 가을) 품질평가로는 가식부위 중량, 수분, pH, 당도, 색차, 클로로필 함량, 비타민 C 및 텍스처를 측정하여 변화를 알아보았으며 또한 양상추의 위해요소를 측정하기 위하여 47종의 잔류농약을 측정하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 이용한 양상추는 계절별로 농가에서 적합한 품

[†]Corresponding author. E-mail: hscha@kfri.re.kr
Phone: 82-31-780-9243, Fax: 82-31-780-9144

종을 선정하였다. 봄에 수거한 양상추 시료는 경기도 기흥 농가에서 재배한 후레쉬골드 품종으로 2006년 2월 10일에 파종한 후, 3월 21일에 정식하여 정식 후 62일이 경과된(5월 22일 수확) 시료를 사용하였다. 여름 양상추 시료는 강원도 평창 농가에서 재배한 텍사스만추 품종으로 2006년 7월 10일에 파종한 후, 8월 12일에 정식하여 정식 후 53일이 경과된(10월 4일 수확) 시료를 분석하였으며, 가을에 수거한 양상추 시료는 경기도 송탄 농가에서 재배한 사쿠라멘트 품종으로 8월 14일에 파종한 후, 9월 8일에 정식하여 정식 후 69일이 경과된(11월 15일 수확) 시료를 사용하였다. 수확은 청명한 날 오전 10시 이전에 하였으며 수확 후에는 저온저장고로 옮긴 후 실험을 진행하였다.

일반성분

양상추의 비가식 부위인 외부 겉잎을 제거한 가식부 중량을 balance(XB 4200C, Switzerland)로 15회 반복 실험한 후 평균치로 나타내었다. 수분함량은 상압가열건조법(8)에 따라 측정하였다. 가식부위 50 g과 증류수 50 g을 넣어 10초간 마쇄하여 거즈로 여과한 후 pH는 pH-meter(AB-15, Fisher Scientific Co., Japan)를 이용하였고 당도는 굴절 당도계(RP-32, Atago Co., Ltd., Japan)를 사용하여 측정하여 °Brix로 나타내었다.

색차

시료 50 g과 증류수 50 g을 넣어 10초간 마쇄하여 거즈로 여과한 직후 petridish(diameter 20×12 mm)에 담아 색차계(CR-200, Minolta Co., Japan)를 사용하여 L, a 및 b 값을 측정하였다. 이때 사용한 백색판은 L: 94.3, a: 0.31, b: 0.32의 값을 가진 표준색판을 사용하였다.

무기질

무기질의 전처리법은 전식법(9)으로 시료 약 3 g을 도가니에 넣고 전열기에서 예비 회화시킨 후 550°C 전기회화로에서 2시간 태운 다음 방냉하였다. 여기에 탈이온수 10방울을 가해 재를 적시고 묽은 질산 4 mL를 넣고 다시 수분을 날려 보낸 다음, 전기회화로에서 1시간 회화·방냉 후 묽은 염산 10 mL로 녹여 이를 50 mL 정용플라스크로 옮겨 탈이온수로 정용, 여과하여 ICP(Jobin Yvon Co., France)로 분석하였다. 이때 ICP-AES의 분석조건은 Table 1과 같으며, 이때의 각 표준물질은 AccuStandard사(USA) 제품을 사용하였다. 각 원소의 표준용액의 농도는 0, 1, 10, 50 ppm로 조제하여 4점을 이용한 검량곡선을 작성하여 측정하였다.

Chlorophyll

양상추의 외부 겉잎을 제거한 후 가식부위 중 가장 바깥 잎의 끝을 기준으로 chlorophyll meter(SPAD-502, Minolta Co., Japan)를 사용하여 측정하였다.

조직감

가식부위의 가장 바깥 잎의 아래 부분 “심”을 기준으로

Table 1. Operating conditions of ICP-AES for mineral analysis in lettuce

Nebulizer pressure	3.5 bars for meinhard type C	
Aerosol flow rate	0.3 L/min	
Shealth gas flow	0.3 L/min	
Cooling gas	12 L/min	
Wavelength (nm)	Na	589.592
	Ca	317.933
	Fe	238.204
	K	766.490
	Mg	279.553

Texture analyzer(TA-XT2, Stable Micro System Ltd., England)를 이용하여 측정하였다. 측정 시 시료의 움직임이 없도록 시료 지지대를 사용하였으며 각 시료에 대해 15회 반복 측정한 후 평균치로 나타내었다. 사용된 probe는 2.0 mm의 stainless steel rod형이며, test speed 1.0 mm/sec, distance 80%, force 100 g으로 고정하였다.

Vitamin C

양상추 가식부위의 vitamin C의 측정은 AOAC법(10)으로 분석하였다. 시료를 원심 분리하여 0.45 µm 멤브레인필터를 통과시키고 이 여액 10 µL씩 HPLC에 주입하여 분석하였다. 분석에 사용된 column은 YMC-Pack Polyamine II column(4.6 mm×250 mm), detector는 UV(254 nm), mobile phase는 acetonitrile과 50 mM NH₄H₂PO₄를 7:3으로 혼합하여 사용하였고 flow rate는 1.0 mL/min이었다. 이때 사용한 표준물질은 ascorbic acid(Sigma Co., USA)이었다.

잔류 농약

시료를 적절한 크기로 세절 분쇄한 후 양상추 20 g을 취하여 브렌더에 넣고, 이에 아세톤 200 mL를 넣어 고속으로 균질화한 후 여과한다. 여액을 500 mL의 분액여두로 옮기고, 이에 50% DCM/pet. ether 200 mL와 포화식염수 100 mL를 넣고 진탕하여 농약을 추출한다. 정제를 위하여 Florisil 카트리지 컬럼에 hexane 5 mL를 초당 1~2방울 정도의 속도로 유출하여 버리고, 이 카트리지에 20% acetone 함유 hexane 5 mL를 같은 방법으로 유출하여 버린다. 그 후 시험용액 4 mL를 초당 1~2방울 정도의 속도로 용출시켜 시험관에 받는다. 다시 카트리지에 용매가 젖어있는 상태에서 20% acetone 함유 hexane 5 mL를 용출하여 동일 시험관에 모은 용출액을 40°C 이하의 수욕 상에서 질소로 농축하고, 20% acetone 함유 hexane으로 정용하여 시험용액으로 하였다.

분석 기기는 GC-ECD(Hewlett-packard 5890 series II, USA)와 GC-NPD(Agilent 6890, USA)를 사용하였으며 컬럼은 DB-5(30 m×0.25 mm×0.25 µm)와 Ultra-1(50 m×0.32 mm×0.52 µm)이었다. 시료의 균질화를 위해 Nissei Homogenizer(Japan)를 사용하였으며, 질소농축기는 N-EVAP 112(USA)를 사용하였다. 정제를 위한 고체상추출을

Table 2. pH, sugar content and moisture content changes of lettuce after transplanting

Season	Eatable weight (g)	Moisture content (%)	pH	°Brix
Spring	912.27±31.33	94.27±0.07	5.99±0.05	2.01±0.12
Summer	953.40±26.37	96.33±0.09	6.06±0.02	1.63±0.05
Fall	895.28±25.29	95.89±0.01	6.05±0.03	1.67±0.06

Eatable weight is expressed as mean and standard deviation of fifteen measurements.

Moisture content, pH and °Brix are expressed as mean and standard deviation of triplicated measurements.

위해 vacuum manifold(Supelco, USA), Sep-Pak cartridge(Waters, USA)를 사용하였다.

결과 및 고찰

일반성분

계절별 수확적기 양상추의 품질을 평가한 결과는 Table 2와 같다. 가식부 중량은 여름에 수확한 양상추가 953.40 g으로 봄(912.27 g), 가을(895.28 g) 양상추보다 높게 측정되었다. 수분의 경우 94~96%로 계절 간 차이가 크게 나타나지 않았으나 여름이 약간 높게 측정되었다. 양상추 영양성분 중 수분의 함량이 약 95%로 채소류인 브로콜리 88.9%, 케일 90.1%인 것과 비교하여 함량이 높다는 것을 알 수 있다. 양상추의 pH 변화는 계절 간의 차이가 거의 없었으며 당도의 경우 여름과 가을이 1.63, 1.67°Brix인 것에 비하여 봄에 수거한 시료가 2.01°Brix로 약간 높게 측정되었다. 하지만 케일즙이 7°Brix, 브로콜리 잎즙이 품종에 따라 8~12°Brix인 것과 비교하면 양상추의 당도는 다른 채소류와 비교하였을 때 당도가 낮은 것을 알 수 있다(11). 이상과 같이 양상추의 경우 여름철의 날씨와 중량, 수분, 당도 및 색차 등이 어느 정도 관계가 있는 것으로 사료된다.

색차

계절별로 수확적기 양상추의 색차 변화를 Table 3에 나타내었다. 우선 백색도를 나타내는 'L'값의 경우 봄에 55.63과 가을의 57.17에 비하여 여름 양상추가 61.82로 전체적으로 가장 밝은 색으로 측정되었으며, 녹색을 나타내는 'a'값은 오히려 봄 양상추가 -6.12로써 여름 -3.08, 가을 -5.55에 비하여 높게 측정되었다. 따라서 녹색을 나타내는 양상추의 색상은 봄에 높게 나타나 클로로필의 함량이 높게 형성됨을 유추할 수 있다.

Table 3. Changes of color in lettuce after transplanting

Season	Color ¹⁾		
	L	a	b
Spring	55.63±0.62 ²⁾	-6.12±0.13	15.67±0.27
Summer	61.82±1.26	-3.08±0.17	13.85±1.76
Fall	57.17±0.70	-5.55±0.95	19.59±0.50

¹⁾L: lightness, a: redness, b: yellowness.

²⁾All values are expressed as mean and standard deviation of triplicated measurements.

무기질

양상추의 계절별 Ca, Na, Fe, Mg, K의 함량을 측정된 결과는 Table 4에 나타내었다. 전체적으로 함량이 가장 높은 양상추는 가을에 수거된 시료로 100 g당 칼슘 20.4 mg, 나트륨 18.9 mg, 철분 0.4 mg, 마그네슘 9.9 mg, 칼륨 154.9 mg 함유되어 있는 것으로 나타났다. 하지만 여름 양상추의 경우 칼슘, 나트륨, 마그네슘 및 칼륨이 11.5, 9.9, 6.8, 118.5 mg으로 봄과 가을 양상추에 비하여 낮게 측정되었으나 철분의 경우에는 상대적으로 약간 높게 측정되었다. 또한 계절에 관계없이 전체적으로 무기질 중 칼륨함량이 다른 무기성분에 비해 봄 121.3 mg, 여름 118.5 mg, 가을 154.9 mg으로 가장 높게 나타났으며, 다음이 칼슘으로 11~20 mg으로 측정되었다. 최근 양상추와 마찬가지로 소비량이 증가하고 있는 브로콜리는 100 g당 칼슘 60.8 mg, 나트륨 32.5 mg, 철분 0.5 mg, 마그네슘 12.7 mg, 칼륨 214 mg 함유되어 양상추보다는 전체적으로 무기질 함량이 많은 것으로 나타났다. 하지만 무기질 함량의 성분은 양상추와 마찬가지로 K>Ca>Na>Mg>Fe의 순서로 측정되었다(11).

Chlorophyll

산소를 이용하는 생물체의 대사과정에서 생기는 유리기는 체내에서 지질, 단백질, 당 및 핵산을 손상시키고 세포막의 파괴에 관여하여 세포의 살상, 돌연변이 유발, 발암, 조직의 노화 등의 원인이 된다고 알려져 있다(12). 한편 식물에 널리 분포되어 있는 천연 녹색 색소인 클로로필은 광선이 차단된 상태에서는 유리기 소거제로 작용하여 지방질의 자동산화방지를 방지하는 생리작용이 규명되어 있다(13,14). 계절별 양상추의 100 g당 함유되어 있는 chlorophyll 함량 변화를 Fig. 1에 나타내었다. 봄에 수거한 시료가 28.34 mg으로 가을에 수거한 시료 26.4 mg, 여름에 수거한 시료 16.13 mg보다 높게 측정되었다. 여름에 수거한 시료의 chlorophyll의 경우 봄, 가을보다 낮게 나타나 전반적으로 여름에 수거한 시료가 항산화기능이 가장 감소하여 품질 면에서 약간 떨어진 것으로 판단되어진다. 양상추의 품종간 chlorophyll 함량

Table 4. Several mineral content of lettuce after transplanting (mg/100 g)

Season	Ca	Na	Fe	Mg	K
Spring	18.6	12.4	0.8	8.2	121.3
Summer	11.5	9.9	1.0	6.8	118.5
Fall	20.4	18.9	0.4	9.9	154.9

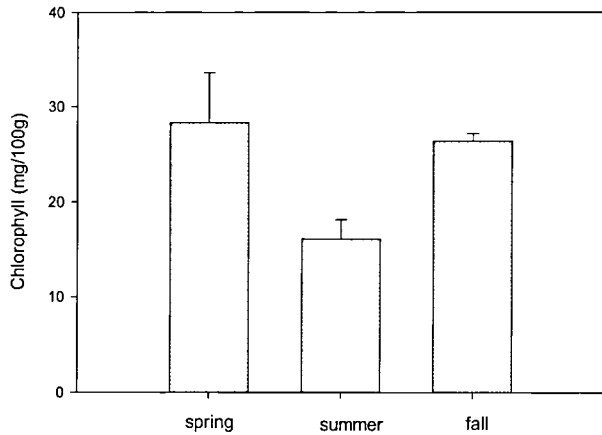


Fig. 1. Chlorophyll content changes of the lettuce's outer leaves after transplanting.

은 “적측면”의 경우 38.9 mg인데 비하여 “청치마”의 경우 47.71 mg으로 다소 많은 양을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 또한 같은 품종이라고 하더라도 재배 시기에 따라 차이가 있는데 가을 재배 시 47.77 mg, 겨울 재배 91.2 mg으로 겨울 재배가 chlorophyll이 많은 양이 함유되어 있는 것을 알 수 있다(15). 양상추는 재래종의 상추인 적측면과 청치마에 비하여 chlorophyll 함량이 상대적으로 적은 것을 알 수 있었다.

조직감

양상추는 주로 생식으로 섭취되기 때문에 조직감인 씹힘성이 중요하다 볼 수 있는데, Fig. 2는 계절별(봄, 여름, 가을) 양상추의 firmness를 측정한 결과를 나타낸 것이다. 양상추의 하단 “심” 부분을 찢는데 소요되었던 힘은 봄, 여름 및 가을 모두 유사한 610~616 g으로 큰 차이가 나타나지 않았는데 이는 양상추가 성장하여 출하가 될 시점에서는 계절에 관계 없이 조직감은 비슷한 것을 알 수 있었다.

Vitamin C

야채나 과일에 존재하는 중요한 수용성 vitamin C는 인체

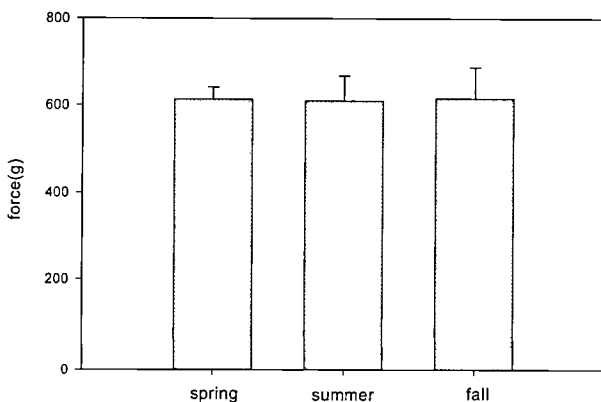


Fig. 2. Texture changes of the lettuce's outer leaves after transplanting.

내에서 일어나는 많은 생물학적 반응에 참여하는 것으로 알려져 있다. Vitamin C는 ascorbic acid(AA)라고도 하며 이는 쉽게 산화되어 dehydroascorbic acid(DAA)가 되는데 이들 환원형 및 산화형은 인체내에서 생리효소가 거의 같은 것으로 알려져 있다(16). 또한 vitamin C는 수용성 환경에서 강력한 생물학적 환원제로 항산화 기능을 가지고 있어 vitamin A 및 vitamin E와 함께 자유 라디칼의 생성을 억제하여 피부에서 탄력섬유의 손상과 색소 침착의 발생을 억제하는 기능도 있는 것으로 알려져 있다. 수확적기인 봄, 여름, 가을의 양상추 가식부분의 vitamin C 함량을 Fig. 3에 나타내었다. 양상추 100 g당 함유되어있는 vitamin C 함량이 봄에는 2.4 mg, 여름에는 1.9 mg, 그리고 가을에는 2.2 mg으로 측정되었다. Vitamin C의 경우도 봄과 가을이 여름보다 높은 함량을 함유하고 있는 것으로 나타나 수확계절에 따라 함량 차이가 나는 것을 알 수 있었다. 양상추와 유사한 품종인 잎상추의 수확계절별 함량 차이를 관찰한 결과 가을 재배한 잎상추는 100 g당 vitamin C 함량이 189 mg이었으며 겨울 재배한 잎상추는 253 mg으로 나타났다(16). 이는 양상추뿐만 아니라 채소류는 같은 품종이라고 하더라도 수확계절에 따라 함량 차이를 보이는 것으로 유추할 수 있다.

잔류 농약

농약은 유해생물을 방제하여 농산물의 증산에 큰 구실을 하는 중요한 농업자재이지만 농약에 오염된 농작물은 장기간에 걸쳐 인체에 흡수되면 미량이라도 만성중독을 일으킬 수 있기 때문에 식품위생상 그 잔류는 대단히 큰 문제거리가 되기도 한다(17). 이러한 문제 때문에 우리나라 및 선진 외국에서는 식품 중 농약의 잔류 허용 기준을 설정하여 식품 중 농약의 잔류량을 규제하고 있으며 규제농약의 수와 규제대상 농산물의 수가 계속 증가하고 있는 추세이다. Kim 등(18)에 따르면 유통되고 있는 과채류 12종, 총 289건에 대한 88종 농약의 잔류량을 분석 시 21.1%에서 잔류농약이 검출되었고, 5.2%가 잔류 농약 허용기준치를 초과하였다. 또한 부적합율이 높았던 과채류로는 깻잎, 상추, 시금치, 치커리 등의

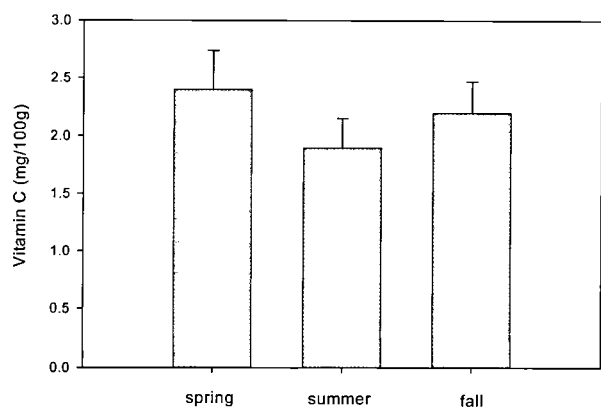


Fig. 3. Vitamin C content changes of the lettuce after transplanting.

Table 5. Residual pesticides in lettuce after transplanting

Season	Sample	Analysis of pesticides (47 type)	Residual pesticides (mg/kg)
Spring	Farm A	Acetochlor, Aldicarb, BHC, Bifenthrin, Carbaryl, Chlorothalonil, Chlorfenapyr, Chlorpyrifos, Chlorpyrifos-methyl, Cyhalothrin,	no
	Farm B	Cypermethrin, Cyprodinil, Diazinon, Dichlorvos, Dicofol, Dimethoate, Endosulfan, EPN, Ethoprophos, Fenarimol, Fenitrothion, Fenpropathrin,	no
	Farm C	Fenthion, Fenvalerate, Fipronil, Fludioxonil, Folpet, Imazalil, Iprodione, Methomyl, Mepanipyrim, Metalaxyl, Methidathion, Parathion,	no
Summer	Farm D	Parathion-methyl, Pendimethalin, Permethrin, Phenthoate, Pirimicarb, Procymidone, Prothiofos, Pyrazophos, Quintozone, Terbufos,	no
Fall	Farm E	Tetradifon, Triazophos, Vinclozolin	chlorthalonil 0.04

순으로 나타났다. 또한 시중에 유통되는 양상추 외 신선편이 식품인 콩나물과 발아콩에서 미량의 농약성분이 검출된 바 있다(19).

계절별 수확시기에 따른 양상추의 분석 잔류 농약 성분인 acetochlor 등 47종의 검출 여부를 Table 5에 나타내었다. 양상추는 특별한 가공처리 없이 전체 부위를 그대로 식용하므로 농약에 대한 직접적인 노출이 심할 뿐만 아니라 농약의 종류나 잔류량에 따라서는 위해할 것으로 판단되어진다. 분석한 결과 봄에 수거한 시료 농가와 여름에 수거한 시료 농가에서는 잔류 농약이 불검출로 나타났다. 이들 농가에서 수거한 시료는 분석되어진 47종의 표준성분에 포함되지 않아 검출이 되지 않은 것으로 판단된다. 가을 수거한 양상추 시료는 농약살포 후 2일 후에 수거한 시료를 분석한 결과로 이 시료의 경우에는 시험포장 관계로 약제의 성분과 내용을 알려주었으며, 또한 시험자가 미리 분석 가능한 농약을 살포 의뢰하였기 때문에 kg 당 chlorthalonil 0.04 mg이 검출된 것으로 판단되어진다. 그러나 CODEX 기준에 따르면 양상추의 chlorthalonil은 잔류 허용 기준이 5.0 mg인 것과 비교하면 가을 양상추에서 검출되어진 양은 매우 미미하다고 판단되어진다. 하지만 미량의 잔류 농약이라도 소비자들의 건강에 영향을 미칠 수 있으므로 건전한 식생활 환경조성을 위해서는 무독성 농약의 개발이 요구되어진다.

요 약

양상추의 계절별(봄, 여름, 가을) 품질 차이 여부를 알아보기 위하여 일반성분, 색차, 클로로필, vitamin C 및 조직감을 측정하였으며 또한 양상추의 위해요소를 알아보기 위하여 48종의 잔류 농약을 측정하였다. 가식부 중량은 여름(953.40 g)>봄(912.27 g)>가을(895.28 g)에 수확한 양상추 순으로 나타났지만 당도는 봄에 수거한 시료가 가장 높게 측정되었다. 전체적인 색은 여름 양상추가 가장 밝은 색을 나타내었고, 다른 계절과 비교하여 가을 양상추는 노란 빛이 뚜렷하고 녹색 빛은 적은 것으로 나타났다. 무기질 함량은 가을에 수거된 시료에 가장 많이 함유되어 있었으며 또한 계절에 관계 없이 전체적으로는 칼륨 함량이 다른 무기성분에 비해 전체적으로 높게 측정되었다. 시료의 항산화능을 유추할 수

있는 chlorophyll과 vitamin C는 봄, 가을에 수거한 시료가 여름에 수거한 시료보다 높게 측정되어 전반적으로 여름에 수거한 양상추가 중량은 크지만 품질 면에서는 약간 떨어진 것으로 판단되어진다. 또한 계절별 양상추에서 검출되어진 잔류 농약은 chlorthalonil이었지만 그 양은 매우 미미하다고 판단되어진다.

문 헌

- Oh CG. 1996. *Food composition table*. 5th revision. National Rural Living Science Institutes, R.D.A.
- Peter R, Wim V, Frank D, Johan D. 2004. Consumer perception and choice of minimally processed vegetables and packaged fruits. *Food Quality and Preference* 15: 259-270.
- Shim ST, Kim KJ, Kyung KH. 1990. Effect of soluble contents of chinese cabbage on kimchi fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 22: 278-284.
- Bolin HR, Huxsoll CC. 1991. Effect of preparation procedures and storage parameters on quality retention of salad-cut lettuce. *J Food Sci* 56: 60-67.
- Larry RB, Robert EB. 1990. Survival and growth of *Listeria monocytogenes* on lettuce as influenced by shredding, chlorine treatment, modified atmosphere packaging and temperature. *J Food Sci* 55: 755-758.
- Shankargouda P, Chikkasubbanna V, Narayana JV. 1989. Effect of preharvest sprays of triacontanol on the storage life of lettuce. *J Food Sci Technol* 26: 156-157.
- Aharoni N, Yehoshua SB. 1973. Delaying deterioration of Romain lettuce in polyethylene packages. *J Am Soc Hort Sci* 98: 464-468.
- The Korean Association of Food Industry. 1998. *Food Code*. p 637-643.
- AOAC. 1993. *Methods of Analysis for Nutrition Labeling*. Sullivan DM, Carpenter DE, eds. Association of Official Analytical Chemists, International Virginia.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC.
- Kim MR, Kim JH, Wi DS, Na JH, Sok DE. 1999. Volatile sulfur compounds, proximate components, minerals, vitamin C content and sensory characteristics of the juices of kale and broccoli leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 1201-1207.
- Mascio PD, Murphy ME, Sies H. 1991. Antioxidant defense systems: the role of carotenoids, tocopherols, and thiols. *Am J Clin Nutr* 53: 194-200.
- Tanielian C, Wolff C. 1988. Mechanism of physical quenching of singlet molecular oxygen by chlorophylls and related

- compounds by biological interest. *Photochem Photobiol* 48: 277-280.
14. Endo Y, Usuki R, Kaneda T. 1985. Antioxidant effects of chlorophyll and pheophytin on the antioxidation action of chlorophyll. *J Am Oil Chem Soc* 62: 1376-1390.
 15. Yang YJ, Park KW, Jeong JC. 1991. 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.
 16. Hancock AB. 1988. Vitamin C and cancer. *Prog Clin Biol Res* 259: 307-313.
 17. Lee MG, Lee SR. 1995. Assessment of oncogenicity from pesticide residues in Korean foods. *Korean J Food Sci Technol* 27: 871-877.
 18. Kim YG, Lim TG, Park SS, Ho NC, Hong SS. 2000. A study on residual pesticides in commercial fruits & vegetables. *Korean J Food Sci Technol* 32: 763-771.
 19. Hirohiko Y, Hiroshi S, Takaki S, Fumio K, Nobuyoshi M, Shunji H. 1993. Safety assessment for agricultural chemicals: recent progress and prospect. *J Nippon Food Hygiene* 34: 95-113.

(2007년 3월 12일 접수; 2007년 6월 7일 채택)