

## UV 조사 신립초 및 케일 녹즙의 저장기간에 따른 미생물 및 이화학적 변화

권상철<sup>1</sup> · 최구희<sup>2</sup> · 유광원<sup>2</sup> · 이경행<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>(주)참선진종합식품  
<sup>2</sup>충주대학교 식품공학과

### Microbiological and Physicochemical Changes of Vegetable Juices (*Angelica keiskei* and *Brassica loeracea* var. *acephala*) Treated by UV Irradiation

Sang-Chul Kwon<sup>1</sup>, Goo-Hee Choi<sup>2</sup>, Kwang-Won Yu<sup>2</sup>, and Kyung-Haeng Lee<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Chamsunjin Food Co. Ltd., Chungbuk 365-801, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Food Science and Technology, Chungju National University, Chungbuk 368-701, Korea

#### Abstract

A fresh juice has become a new functional food available for dieting and health. However, the shelf-life of vegetable juice is very short because of the absence of heat pasteurization process. To elongate the shelf-life of vegetable juices, such as *Angelica keiskei* and *Brassica loeracea* var. *acephala*, the changes of microbiological, chemical and sensory property by UV irradiation were investigated. The total aerobic bacterial numbers of *A. keiskei* and *B. loeracea* var. *acephala* vegetable juices were  $3.2 \times 10^5$  and  $7.0 \times 10^4$  CFU/mL, respectively, after wring process. However, the numbers were  $3.6 \times 10^3 \sim 9.7 \times 10^3$  and  $3.7 \times 10^3 \sim 2.7 \times 10^4$  CFU/mL after UV treatment on wring juice, and this lower microbial number was maintained during storage. The number of coliform bacteria also reduced significantly by UV treatment, and the bactericidal effect was higher when the flow rate is slower. The increase of lightness and yellowness, and decrease of redness were observed after treatment of UV on both vegetable juices, but the differences were not significant between flow rates. The ascorbic acid contents of vegetable juices were reduced by UV irradiation regardless of flow rate, and storage. Overall acceptance in sensory analysis revealed that there was no significant difference between the control and vegetable juice irradiated UV at 0 days, but sample with UV treatment showed higher score at 3 days. Therefore, UV treatment on vegetable juice can elongate the shelf-life without any problems in flavor and color.

**Key words:** UV irradiation, vegetable juice, microbiological change, physicochemical change, sensory evaluation

#### 서 론

현대사회는 신선식품의 섭취를 많이 하는 형태로 변화되어가고 있으며 이들 식품에 대한 수요가 크게 증가하여 최소 가공식품의 형태로 많이 공급되고 있다(1,2).

최소가공식품 중 녹즙은 가열하지 않은 생채소 혹은 과일을 잘게 절단하여 뺀아서 즙으로 만든 것으로(3) 가열처리를 하지 않았기 때문에 신선한 채소가 가지는 활성효소,  $\beta$ -carotene, ascorbic acid, tocopherol 등의 vitamin류와 Mn, Se, Zn, Cu 등 미네랄, 엽록소, polyphenol 화합물 및 기타 영양성분 등이 함유되어 있으며 녹즙은 이들 영양소가 체내에서 쉽게 소화 흡수될 수 있도록 제조된 식품이라 할 수 있다(4). 또한 녹즙 내 존재하는 이들 성분들은 노화방지, 발암억제, 돌연변이 예방 및 각종 성인병의 원인이 되는 free radical을 효과적으로 억제하는 것으로 알려져 있다(5-8).

녹즙은 제조과정 중 가열 살균공정을 거치지 않기 때문에

(9) 다른 가공식품들에 비하여 위생적인 처리공정이 요구된다(10). 즉 녹즙 제조과정 중 미생물의 생육을 억제할 수 있는 유일한 공정은 원료의 세척처리 공정뿐이므로 가능한 생산지(농장)에서부터 외부 오염원을 최대한 차단한 상태로 제조공장 내로 입고되어야만 하며 입고된 후 최대한 빠른 기간 내에 제조해야 하는 제조상의 어려움을 가지고 있어 절대적인 냉장 유통과 단기간에 소비해야 하는 유통구조로 되어 있어 대량생산에도 많은 제한을 받게 된다.

이와 같이 녹즙은 비가열처리 식품으로 정해져 있기 때문에 유통기한 연장을 위한 열처리는 불가능하므로 이를 대체할 수 있는 새로운 살균방법의 개발이 요구되고 있다. 현재 사용되는 비가열 식품살균 기술로는 전기장, 자기장, 초단파 및 초고압 등(11,12)의 방법들이 있으며 녹즙에의 이용으로는 초고압 처리(13) 및 감마선 조사(14) 등의 연구가 진행되었으나 녹즙의 관능적 품질저하 및 설비비용 등 때문에 실용화 되지 못하고 있는 실정이다.

\*Corresponding author. E-mail: leekh@cjnu.ac.kr  
Phone: 82-43-820-5334, Fax: 82-43-820-5272

한편 자외선(Ultraviolet, UV)은 파장 100~400 nm 범위의 전자기파를 말하는데, 그중 살균 및 소독에 사용되는 UV는 주로 UV-C(100~280 nm)로 식품 및 용기 표면에 부착된 미생물의 DNA base에 손상을 일으켜 미생물을 사멸시키는 비가열 살균처리기술이다(15,16). UV 조사는 기존의 감마선이나 전자선 등의 방사선과 비교하여 살균력은 약하지만 소비자의 거부감이 적고 설치비용과 조사비용이 저렴하다는 장점을 지니고 있다(16,17).

따라서 본 연구에서는 비가열 살균기술을 이용한 녹즙의 위생화를 위한 기초연구의 일환으로 녹즙의 원료로 가장 많이 사용하고 있는 신티초와 케일 녹즙을 대상으로 UV를 조사하고 저장기간에 따른 미생물학적 및 이화학적 변화를 측정하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 시험에 사용한 녹즙의 원료는 2009년도에 수확한 유기농 신티초 및 케일을 구입하여 다음과 같이 신티초 및 케일 녹즙을 제조하였다.

### 녹즙 제조

신티초 및 케일 녹즙을 제조하기 위하여 우선 이물을 제거하고 세척한 후 잘게 부수어 80 mesh로 착즙하였으며 신티초 녹즙은 신티초 생즙 100%, 케일 녹즙은 케일 생즙 75%, 신티초 생즙 10%, 사과즙 농축과즙(69.0 Brix) 6.0%, 정제수 4.0%, 파인애플 농축액(60.0 Brix) 5.0%를 혼합하여 제조하여 4°C의 저장탱크에 저장하였다.

### UV 조사

제조한 녹즙은 UV 조사를 하지 않는 대조군의 경우, 저장탱크 내 녹즙을 0.1 mm polyethylene 필름에 바로 넣어 밀봉 포장하였다. UV 조사 실험군은 저장된 녹즙 탱크에서 포장하기 전에 Fig. 1과 같은 자외선 살균장치(UV-Plus Co., Ltd., Gyeonggi-do, Korea)에 살균력이 가장 강한 254 nm의 자외선 램프(Light Source, GPHHA-1554T6L, Thousand Palms, CA, USA) 4개를 삽입한 설비를 통과시킨 후 0.1 mm의 polyethylene 필름에 120 mL씩 밀봉 포장하였다. 이때의 녹즙 포장은 처리군과 저장일수별로 각각 5개씩(4개 처리군 × 저장 실험일수 5일 × 5개) 포장하였다. UV 처리량은 탱크에서 밀봉되기까지의 유속을 각각 11.5 L/min(UV 1), 9.0 L/min(UV 2), 6.5 L/min(UV 3)의 속도로 조절하였으며 4°C의 냉장고에서 7일 동안 저장하였으며 미생물학적 및 이화학적 변화 측정 직전 개봉하여 사용하였다.

### 미생물수의 측정

유속을 달리하여 UV 조사한 신티초 및 케일 녹즙을 저장하면서 저장기간에 따른 미생물군수의 변화를 측정하였다. 즉 무균적으로 채취한 각각의 시료 20 mL에 0.9% 생리식염

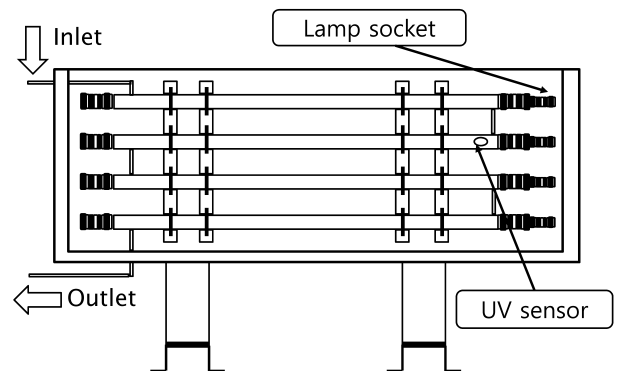


Fig. 1. Schematic diagram of experimental UV irradiation disinfection system.

수를 붓고 균질화시킨 후 10배 희석법으로 희석하였다. 총균수 측정은 plate count agar(Difco Lab., Detroit, MI, USA)를 사용하였으며 시료 1 mL당 colony forming unit(CFU/mL)로 나타내었다. 대장균군수의 측정은 대장균군 측정용 3M 배지(Petrifilm Coliform Count Plates, 3M Microbiology Products, St. Paul, MN, USA)에 희석한 시료를 1 mL 분주하여 37°C에서 2일간 배양 후 계수하여 시료 1 mL 당 colony forming unit(CFU/mL)로 나타내었다.

### 색상변화

비가열 살균방법인 UV 조사 기술을 이용하여 신티초 및 케일 녹즙을 살균하고 녹즙의 색도 변화를 저장기간별로 측정하였다. 즉 각각의 녹즙시료 5 mL를 petri dish(5×5 cm)에 넣고 색도 색차계(model CR-300, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 L\*(lightness), a\*(redness) 및 b\*(yellowness) 값을 측정하였다.

### Ascorbic acid 함량 변화

유속을 달리하여 UV 조사한 신티초 및 케일 녹즙을 저장하면서 저장기간에 따른 ascorbic acid의 함량 변화를 Jagota와 Dani(18)의 방법에 따라 측정하였다. 즉 시료 0.2 mL에 10% TCA 용액 0.8 mL를 넣고 3,000 rpm에서 5분 동안 원심분리하고 상등액 0.5 mL, 증류수 1.5 mL 및 10% folic phenol reagent 0.2 mL를 넣고 혼합한 후 실온에서 10분간 방치하고 760 nm에서 흡광도를 측정하여 ascorbic acid의 함량을 측정하였다. 표준물질로는 L-ascorbic acid(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)로 하여 standard curve에 대입하여 계산하였다.

### Flavonoid 함량 변화

UV 조사에 의하여 살균처리 한 신티초 및 케일 녹즙의 저장기간에 따른 총 flavonoid 함량 변화는 Park 등(19)의 방법에 의해 측정하였다. 즉 시료 0.1 mL에 80% ethanol 0.9 mL를 가하여 이 혼합액 0.5 mL에 10% aluminium nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL 및 80% ethanol 4.3 mL를 각각 가하였다. 위 반응액을 상온에서 40분간 방치한

후 415 nm에서 흡광도 값을 측정하였다. 표준물질로는 quercetin(Sigma Chemical Co.)을 0.03%로 희석하여 함량을 standard curve에 대입하여 계산하였다.

#### 관능검사

신립초 및 케일 녹즙을 UV 조사한 후 저장하면서 녹즙의 관능적 기호도를 3일 동안 측정하였다. 관능검사 방법은 녹즙의 맛, 향, 색, 조직감 및 종합적 기호도에 대하여 식별능력에 대한 교육을 실시한 12명을 대상으로 5점 척도법으로 실시하였다. 녹즙에 대한 품질평가는 개별적 항목에 의존하는 경향이 큰 것으로 판단되어 종합적 기호도만을 나타내었다.

#### 통계처리

본 시험에서 얻어진 결과는 SPSS 14.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 사용하여 각 실험구간의 유의성을 검증한 후 Duncan's multiple range test에 의해 실험군 간의 차이를 분석하였다.

### 결과 및 고찰

#### 미생물수의 변화

녹즙 중에서 가장 많이 응용하고 있는 신립초 및 케일녹즙의 위생화를 위해 UV 살균장치에 유속을 달리하여 녹즙을 통과시키고 포장하여 저장하면서 저장기간에 따른 총 균수 변화를 측정한 결과는 Table 1과 같다. 신립초 녹즙 시료 중 UV 처리를 하지 않은 대조군의 초기 균수는  $3.2 \times 10^5$  CFU/mL의 균수를 보였으며, 저장기간이 증가할수록 균수는 증가하여 저장 7일에는  $3.7 \times 10^6$  CFU/mL를 나타내어 식품공전(9)에서 제시한 기준인  $10^5$  CFU/mL보다 높은 균수를 보였다. 또한 대조군은 제조직후부터 기준치 이상으로 나타나 시료처리마다 다를 수 있었지만 위험성이 항상 내재되어 있기 때문에 반드시 위생화가 필요한 것으로 판단되었다. 또한 녹즙 제조과정 중 세척공정에 의해 미생물의 제거가 제대로 이루어지지 않을 경우, 매우 짧은 유통기한을 가지고 있음을 알 수 있었다.

그러나 유속을 달리하여 UV 조사를 한 경우에는 균수가

$3.6 \times 10^3 \sim 9.7 \times 10^3$  CFU/mL로 대조군에 비해 약 2 log cycle 정도의 균수 감소를 보였으며 유속을 느리게 할수록 낮은 균수를 나타내었고 저장기간 내내 대조군에 비하여 낮은 균수를 보였으며 저장 5일째에도 기준치인  $10^5$  CFU/mL보다 낮은 균수를 보이는 것으로 나타났다.

케일 녹즙의 경우 대조군의 제조직후 균수는  $7.0 \times 10^4$  CFU/mL의 균수를 보였으며 저장기간이 지날수록 균수가 증가하여 저장 7일차에는  $1.3 \times 10^6$  CFU/mL를 나타내어 기준치 이상의 균수를 보였다. 그러나 케일 녹즙에 UV를 처리하였을 경우, 제조직후  $3.7 \times 10^3 \sim 2.7 \times 10^4$  CFU/mL로 대조군에 비하여 균수가 적은 것을 알 수 있었으며 유속을 천천히 할수록 살균효과가 큰 것으로 확인되었다. 저장기간에 따른 변화를 살펴보면, 대조군에 비하여 저장 7일 내내 낮은 균수를 보였으며 특히 저장 5일째에도 기준치 이하의 균수를 보이므로 녹즙의 위생화를 위하여 UV 조사와 같은 비가열 살균기술을 이용하는 것이 필요할 것으로 판단되었다. Lee 등(20)은 허니콤 방식의 UV 살균기를 이용한 살균 탁주의 저장 중 품질변화 연구결과, UV 살균에 의하여 약 2~3 log cycle 정도의 균수가 감소한다고 하여 본 실험과 시료, 실험장치 및 유속 등의 차이는 있지만 UV 조사에 의한 살균 효과에서는 일치하는 경향이였다. Kwon 등(21)은 비가열 원료를 함유한 녹즙제품을 감마선 조사한 후 미생물수를 측정된 결과, 감마선 조사군이 낮은 균수를 보인다고 하여 본 실험에서의 살균방식과는 다르지만 비가열 살균방법으로 감마선 조사와 함께 UV 살균도 식품산업에서 유용하게 사용될 수 있을 것으로 사료되었다.

신립초 및 케일녹즙의 유통기한을 연장시키기 위하여 UV 조사 기술을 이용하여 제품을 위생화하고 저장기간에 따른 대장균균수 변화를 측정된 결과는 Table 2와 같다. 신립초 녹즙의 제조직후 대장균균수는  $3.4 \times 10^2$  CFU/mL로 나타나 토양으로부터 수확한 원료이기 때문에 대장균균이 발견되는 것을 알 수 있었으며 저장기간에 따른 변화는 없는 것으로 나타났다. 그러나 UV 조사를 한 경우,  $1.4 \times 10^1 \sim 2.1 \times 10^1$  CFU/mL로 대조군에 비하여 낮은 대장균균수를 나타내어 UV 조사 시 녹즙의 대장균균수를 줄여줄 수 있음을

Table 1. Effects of UV irradiation on the total bacteria numbers in *Angelica keiskei* and *Brassica loeracea* var. *acephala* vegetable juice during storage at 4°C (CFU/mL)

Vegetable juice	Treatment <sup>1)</sup>	Storage period (day)				
		0	1	3	5	7
<i>Angelica keiskei</i>	Control	$3.2 \times 10^{5a2)}$	$4.0 \times 10^{5a}$	$3.6 \times 10^{5a}$	$1.9 \times 10^{6a}$	$3.7 \times 10^{6a}$
	UV 1	$9.7 \times 10^{3b}$	$2.0 \times 10^{4b}$	$2.7 \times 10^{4b}$	$8.7 \times 10^{4b}$	$2.7 \times 10^{5b}$
	UV 2	$5.2 \times 10^{3b}$	$4.2 \times 10^{3b}$	$6.5 \times 10^{3b}$	$2.1 \times 10^{4b}$	$5.9 \times 10^{4b}$
	UV 3	$3.6 \times 10^{3b}$	$3.2 \times 10^{3b}$	$6.0 \times 10^{3b}$	$1.3 \times 10^{4b}$	$3.5 \times 10^{4b}$
<i>Brassica loeracea</i> var. <i>acephala</i>	Control	$7.0 \times 10^{4a}$	$5.3 \times 10^{4a}$	$2.4 \times 10^{5a}$	$2.3 \times 10^{5a}$	$1.3 \times 10^{6a}$
	UV 1	$2.7 \times 10^{4b}$	$3.6 \times 10^{4b}$	$8.5 \times 10^{4b}$	$9.1 \times 10^{4b}$	$2.5 \times 10^{5b}$
	UV 2	$6.8 \times 10^{3c}$	$5.4 \times 10^{3c}$	$3.3 \times 10^{4b}$	$6.5 \times 10^{4b}$	$1.0 \times 10^{5b}$
	UV 3	$3.7 \times 10^{3c}$	$4.7 \times 10^{3c}$	$1.2 \times 10^{4b}$	$4.3 \times 10^{4b}$	$7.1 \times 10^{4b}$

<sup>1)</sup>UV 1: 11.5 L/min, UV 2: 9.0 L/min, UV 3: 6.5 L/min.

<sup>2)</sup>Values with different superscripts within a column (a-c) were significantly different ( $p < 0.05$ ).

Table 2. Effects of UV irradiation on coliform bacteria numbers in *Angelica keiskei* and *Brassica loeracea* var. *acephala* vegetable juice during storage at 4°C (CFU/mL)

Vegetable juice	Treatment <sup>1)</sup>	Storage period (day)				
		0	1	3	5	7
<i>Angelica keiskei</i>	Control	3.4 × 10 <sup>2a2)</sup>	4.3 × 10 <sup>2a</sup>	1.3 × 10 <sup>2a</sup>	1.9 × 10 <sup>2a</sup>	3.4 × 10 <sup>2a</sup>
	UV 1	2.1 × 10 <sup>1b</sup>	8.3 × 10 <sup>1b</sup>	8.7 × 10 <sup>1a</sup>	5.3 × 10 <sup>1b</sup>	ND <sup>b</sup>
	UV 2	1.7 × 10 <sup>1b</sup>	2.4 × 10 <sup>1bc</sup>	2.0 × 10 <sup>1b</sup>	ND <sup>c</sup>	2.4 × 10 <sup>1b</sup>
	UV 3	1.4 × 10 <sup>1b</sup>	ND <sup>c3)</sup>	1.6 × 10 <sup>1b</sup>	ND <sup>c</sup>	2.8 × 10 <sup>1b</sup>
<i>Brassica loeracea</i> var. <i>acephala</i>	Control	2.2 × 10 <sup>2a</sup>	1.5 × 10 <sup>2a</sup>	4.3 × 10 <sup>2a</sup>	5.1 × 10 <sup>2a</sup>	6.2 × 10 <sup>2a</sup>
	UV 1	7.2 × 10 <sup>1b</sup>	6.8 × 10 <sup>1b</sup>	5.9 × 10 <sup>1b</sup>	7.3 × 10 <sup>1b</sup>	6.4 × 10 <sup>1b</sup>
	UV 2	5.4 × 10 <sup>1bc</sup>	4.1 × 10 <sup>1bc</sup>	5.5 × 10 <sup>1b</sup>	6.2 × 10 <sup>1b</sup>	5.3 × 10 <sup>1b</sup>
	UV 3	1.5 × 10 <sup>1c</sup>	ND <sup>c</sup>	2.4 × 10 <sup>1b</sup>	ND <sup>b</sup>	2.9 × 10 <sup>1b</sup>

<sup>1)</sup>UV 1: 11.5 L/min, UV 2: 9.0 L/min, UV 3: 6.5 L/min.

<sup>2)</sup>Values with different superscripts within a column (a-c) were significantly different (p<0.05). <sup>3)</sup>ND: not detected.

알 수 있었다. 또한 UV 처리군 간에는 큰 차이는 없는 것으로 사료되었다. 한편, 저장기간에 따른 변화는 대조군과 마찬가지로 없는 것으로 나타났다.

이상의 결과로 보아 UV 처리 시 녹즙 내 존재하는 초기의 대장균군의 수를 줄일 수 있어 가열살균 할 수 없는 녹즙에 비가열 살균기술 중의 하나인 UV 조사가 유용할 것으로 판단되었다.

케일 녹즙의 경우, 대조군은 제조직후의 대장균군수가 2.2 × 10<sup>2</sup> CFU/mL이었으나 UV 조사를 한 경우에는 유속에 따라 각각 7.2 × 10<sup>1</sup>, 5.4 × 10<sup>1</sup> 및 1.5 × 10<sup>1</sup> CFU/mL로 대조군과는 유의적인 차이를 보였으며 유속이 적을수록 대장균군수 사멸효과가 큰 것을 알 수 있었다. 저장기간에 따른 대장균군수의 변화는 대조군의 경우, 저장 7일까지 서서히 증가하는 경향이었으나 UV 조사군은 초기의 군수와 큰 차이를 보이지 않는 것으로 나타나 UV 조사가 녹즙의 위생화를 가능하게 할 수 있을 것으로 사료되었다. Song 등(14)은 녹즙에 감마선을 조사한 결과 총 군수 및 대장균수가 감소하였다고 하여 살균방법은 다르지만 미생물수의 감소는 일치하는 것으로 나타났다.

한편 식품공전(9)상 규정은 녹즙 가열제품에서는 대장균군수가 음성이지만 가열하지 아니한 제품 또는 가열하지 아니한 원료가 함유된 제품에서는 대장균군수에 대한 규정사항이 없으므로 문제는 없지만 UV 처리를 하게 되면 더욱 위생화가 가능할 것으로 판단되었다.

#### 색도의 변화

신립초 및 케일녹즙의 위생화를 위하여 녹즙 제조 후 UV를 조사하고 포장하여 저장하면서 저장기간에 따른 색도의 변화를 측정된 결과는 Table 3 및 4와 같다. 신립초 녹즙 (Table 3) 및 케일녹즙 (Table 4) 시료 중 UV 처리를 하지 않은 대조군의 lightness 값은 각각 30.82, 30.48이었으나 UV 조사를 한 경우에는 lightness가 30.99~31.11 및 30.60~30.63로 대조군보다 약간 증가하여 UV 조사에 의하여 녹즙의 색상이 약간 밝아지는 것으로 나타났다. 저장기간에 따른 변화를 살펴보면, 신립초 녹즙은 저장 1일차부터는 대조군과 UV 처리군 간의 유의적인 차이는 없는 것으로 나타났지만 케일 녹즙에서는 저장 5일까지 대체적으로 대조군보다는 UV 조사군의 lightness가 약간 높게 나타났으며 각각의 실

Table 3. Effects of UV irradiation on Hunter's color values in *Angelica keiskei* vegetable juice during storage at 4°C

Color parameter <sup>1)</sup>	Treatment <sup>2)</sup>	Storage period (day)				
		0	1	3	5	7
L	Control	30.82 ± 0.03 <sup>bA3)</sup>	29.89 ± 0.05 <sup>aAB</sup>	29.75 ± 0.19 <sup>aB</sup>	29.99 ± 0.19 <sup>aAB</sup>	30.39 ± 0.69 <sup>aAB</sup>
	UV 1	30.99 ± 0.11 <sup>aA</sup>	29.92 ± 0.03 <sup>aB</sup>	29.92 ± 0.04 <sup>aB</sup>	30.01 ± 0.05 <sup>aB</sup>	29.93 ± 0.01 <sup>aB</sup>
	UV 2	31.02 ± 0.06 <sup>aA</sup>	29.85 ± 0.08 <sup>aC</sup>	29.97 ± 0.05 <sup>aB</sup>	29.92 ± 0.12 <sup>aBC</sup>	29.92 ± 0.05 <sup>aBC</sup>
	UV 3	31.11 ± 0.14 <sup>aA</sup>	29.93 ± 0.13 <sup>aB</sup>	30.23 ± 0.65 <sup>aB</sup>	29.94 ± 0.03 <sup>aB</sup>	30.00 ± 0.03 <sup>aB</sup>
a	Control	-1.42 ± 0.04 <sup>aA</sup>	-1.65 ± 0.03 <sup>aB</sup>	-1.78 ± 0.02 <sup>aC</sup>	-1.77 ± 0.02 <sup>aC</sup>	-1.77 ± 0.05 <sup>aC</sup>
	UV1	-1.63 ± 0.03 <sup>bA</sup>	-1.69 ± 0.02 <sup>bB</sup>	-1.80 ± 0.03 <sup>aCD</sup>	-1.77 ± 0.01 <sup>aC</sup>	-1.81 ± 0.02 <sup>aD</sup>
	UV2	-1.63 ± 0.03 <sup>bA</sup>	-1.72 ± 0.03 <sup>bcB</sup>	-1.75 ± 0.05 <sup>aBC</sup>	-1.79 ± 0.02 <sup>aC</sup>	-1.76 ± 0.05 <sup>aBC</sup>
	UV3	-1.69 ± 0.02 <sup>cA</sup>	-1.74 ± 0.02 <sup>cAB</sup>	-1.77 ± 0.04 <sup>aBC</sup>	-1.77 ± 0.01 <sup>aBC</sup>	-1.79 ± 0.04 <sup>aC</sup>
b	Control	0.90 ± 0.01 <sup>cD</sup>	1.42 ± 0.02 <sup>cC</sup>	1.57 ± 0.07 <sup>aAB</sup>	1.52 ± 0.02 <sup>aB</sup>	1.64 ± 0.11 <sup>aA</sup>
	UV1	0.98 ± 0.01 <sup>bE</sup>	1.39 ± 0.01 <sup>aD</sup>	1.50 ± 0.01 <sup>bB</sup>	1.45 ± 0.01 <sup>aC</sup>	1.51 ± 0.01 <sup>bA</sup>
	UV2	1.01 ± 0.03 <sup>abB</sup>	1.42 ± 0.03 <sup>aA</sup>	1.45 ± 0.04 <sup>bA</sup>	1.42 ± 0.12 <sup>aA</sup>	1.49 ± 0.02 <sup>bA</sup>
	UV3	1.03 ± 0.02 <sup>aC</sup>	1.37 ± 0.16 <sup>aB</sup>	1.46 ± 0.03 <sup>bAB</sup>	1.46 ± 0.01 <sup>aAB</sup>	1.51 ± 0.04 <sup>bA</sup>

<sup>1)</sup>L: degree of whiteness (0 black~+100 white), a: degree of redness (-80 greenness~100 redness), b: degree of yellowness (-80 blue~70 yellowness).

<sup>2)</sup>UV 1: 11.5 L/min, UV 2: 9.0 L/min, UV 3: 6.5 L/min.

<sup>3)</sup>Values with different superscripts within a column (a-c) and a row (A-E) were significantly different (p<0.05).

Table 4. Effects of UV irradiation on Hunter's color values in *Brassica loeracea* var. *acephala* vegetable juice during storage at 4°C

Color parameter <sup>1)</sup>	Treatment <sup>2)</sup>	Storage period (day)				
		0	1	3	5	7
L	Control	30.48±0.02 <sup>bA3)</sup>	29.37±0.05 <sup>bB</sup>	29.18±0.04 <sup>cD</sup>	29.28±0.06 <sup>bC</sup>	29.41±0.04 <sup>aB</sup>
	UV 1	30.60±0.06 <sup>aA</sup>	29.45±0.02 <sup>aB</sup>	29.56±0.06 <sup>abB</sup>	29.48±0.03 <sup>aB</sup>	29.73±0.42 <sup>aB</sup>
	UV 2	30.60±0.03 <sup>aA</sup>	29.42±0.04 <sup>abC</sup>	29.49±0.03 <sup>bbC</sup>	29.44±0.09 <sup>aC</sup>	29.60±0.19 <sup>aB</sup>
	UV 3	30.63±0.04 <sup>aA</sup>	29.45±0.07 <sup>aD</sup>	29.61±0.06 <sup>aB</sup>	29.50±0.03 <sup>aCD</sup>	29.53±0.03 <sup>aC</sup>
a	Control	-1.13±0.03 <sup>aA</sup>	-1.16±0.02 <sup>aAB</sup>	-1.18±0.01 <sup>aB</sup>	-1.19±0.03 <sup>aB</sup>	-1.19±0.05 <sup>aB</sup>
	UV1	-1.31±0.03 <sup>aA</sup>	-1.38±0.03 <sup>bA</sup>	-1.38±0.05 <sup>bA</sup>	-1.34±0.02 <sup>bA</sup>	-1.50±0.17 <sup>cA</sup>
	UV2	-1.35±0.02 <sup>aA</sup>	-1.38±0.03 <sup>bAB</sup>	-1.39±0.02 <sup>bB</sup>	-1.40±0.20 <sup>bB</sup>	-1.40±0.01 <sup>bcB</sup>
	UV3	-1.34±0.02 <sup>aA</sup>	-1.41±0.06 <sup>bB</sup>	-1.41±0.02 <sup>bB</sup>	-1.38±0.02 <sup>aB</sup>	-1.33±0.03 <sup>bA</sup>
b	Control	0.42±0.02 <sup>bB</sup>	0.76±0.02 <sup>bA</sup>	0.76±0.01 <sup>cA</sup>	0.76±0.02 <sup>cA</sup>	0.78±0.01 <sup>bA</sup>
	UV1	0.57±0.02 <sup>aC</sup>	0.93±0.01 <sup>aA</sup>	0.88±0.03 <sup>bb</sup>	0.88±0.02 <sup>bB</sup>	0.94±0.05 <sup>aA</sup>
	UV2	0.58±0.01 <sup>aB</sup>	0.92±0.03 <sup>aA</sup>	0.92±0.01 <sup>aA</sup>	0.93±0.02 <sup>aA</sup>	0.94±0.01 <sup>aA</sup>
	UV3	0.58±0.01 <sup>aB</sup>	0.95±0.04 <sup>aA</sup>	0.94±0.03 <sup>aA</sup>	0.93±0.03 <sup>aA</sup>	0.93±0.02 <sup>aA</sup>

<sup>1)</sup>L: degree of whiteness (0 black~+100 white), a: degree of redness (-80 greenness~100 redness), b: degree of yellowness (-80 blue~70 yellowness).

<sup>2)</sup>UV 1: 11.5 L/min, UV 2: 9.0 L/min, UV 3: 6.5 L/min.

<sup>3)</sup>Values with different superscripts within a column (a-c) and a row (A-C) were significantly different (p<0.05).

협균에서 저장기간에 따른 차이는 특정한 경향을 보이지는 않는 것으로 나타났다.

신립초 및 케일 녹즙 중 대조군의 redness는 각각 -1.42, -1.13이었으며 UV 처리군은 -1.63~-1.69 및 -1.31~-1.35로 UV 처리에 의하여 redness는 약간 감소하는 것으로 나타났다. 또한 저장기간에 따른 변화를 살펴보면 저장기간이 증가할수록 대조군 및 UV 처리군 모두 대체적으로 서서히 감소하는 경향이였다.

신립초 및 케일 녹즙의 yellowness는 대조군은 각각 0.90 및 0.42였으며 UV 처리 시에는 0.98~1.03 및 0.57~0.58로 yellowness가 약간 증가하는 것으로 나타났다. 저장기간에 따른 yellowness의 변화는 신립초 녹즙의 경우, 대조군은 저장기간이 증가할수록 가장 큰 폭으로 증가하는 경향이였으나 UV 처리 시에는 대조군과 달리 저장기간에 따라 서서히 증가하는 경향이였다. 케일 녹즙의 경우에는 대조군과 UV 조사군 모두 저장 1일차에 가장 많은 변화를 보였으며 그 후부터는 대체적으로 유사한 값을 유지하는 것으로 나타났다.

이들 결과들에 대하여 종합하여 보면 신립초 및 케일 녹즙에의 UV 처리 시 lightness 및 yellowness는 증가하고 redness는 감소하여 UV 처리에 의해 녹즙의 색상변화는 어느 정도 있으나 큰 차이는 아닌 것을 알 수 있었다. Kwon 등 (21)은 비가열 녹즙의 위생화를 위하여 감마선을 조사한 결과, lightness와 yellowness는 증가하고 redness는 감소한다고 하여 비가열 살균 방법은 다르지만 색상의 변화는 일치하는 경향이였다.

#### Ascorbic acid의 함량 변화

가장 많이 음용하고 있는 신립초 및 케일녹즙의 위생화를 위하여 UV 살균장치에 유속을 달리하여 녹즙을 통과시키고 포장하여 저장하면서 저장기간에 따른 ascorbic acid의 함량 변화를 측정된 결과는 Table 5와 같다. 신립초 녹즙 시료 중 UV 처리를 하지 않은 대조군의 ascorbic acid의 함량은 3.84 mg%였으며 유속별로 UV 처리를 한 경우에는 각각 2.97, 2.79 및 2.71 mg%로 대조군에 비하여 다소 낮은 함량을 나타내었고 유속이 느릴수록 ascorbic acid의 함량이 적은 것으로 나타나 UV 처리 시 빛에 약한 ascorbic acid가 파괴

Table 5. Effects of UV irradiation on the total ascorbic acid contents in *Angelica keiskei* and *Brassica loeracea* var. *acephala* vegetable juice during storage at 4°C (unit: mg%)

Vegetable juice	Treatment <sup>1)</sup>	Storage period (day)				
		0	1	3	5	7
<i>Angelica keiskei</i>	Control	3.84±0.22 <sup>aA2)</sup>	2.96±0.08 <sup>aBC</sup>	3.07±0.10 <sup>aB</sup>	2.34±0.05 <sup>aD</sup>	2.78±0.09 <sup>aC</sup>
	UV 1	2.97±0.18 <sup>cbA</sup>	2.51±0.01 <sup>bBC</sup>	2.67±0.08 <sup>bbB</sup>	1.89±0.06 <sup>bD</sup>	2.42±0.04 <sup>bC</sup>
	UV 2	2.79±0.11 <sup>bA</sup>	2.25±0.20 <sup>cb</sup>	2.39±0.17 <sup>cb</sup>	1.76±0.17 <sup>bc</sup>	2.20±0.04 <sup>cb</sup>
	UV 3	2.71±0.12 <sup>bA</sup>	2.38±0.06 <sup>beB</sup>	2.45±0.07 <sup>cb</sup>	1.52±0.10 <sup>cd</sup>	2.21±0.03 <sup>cc</sup>
<i>Brassica loeracea</i> var. <i>acephala</i>	Control	37.91±0.87 <sup>aA</sup>	8.90±0.18 <sup>aC</sup>	18.50±0.19 <sup>aB</sup>	9.11±0.11 <sup>aC</sup>	6.81±0.26 <sup>aD</sup>
	UV 1	24.73±0.73 <sup>bA</sup>	8.04±0.06 <sup>bc</sup>	10.93±0.16 <sup>bb</sup>	5.79±0.11 <sup>be</sup>	7.06±0.04 <sup>aD</sup>
	UV 2	19.80±0.16 <sup>cA</sup>	7.52±0.36 <sup>cb</sup>	6.86±0.15 <sup>cc</sup>	5.49±0.10 <sup>cd</sup>	4.86±0.04 <sup>be</sup>
	UV 3	19.18±0.23 <sup>cA</sup>	6.33±0.15 <sup>db</sup>	5.50±0.03 <sup>dc</sup>	4.31±0.02 <sup>dd</sup>	4.47±0.06 <sup>cd</sup>

<sup>1)</sup>UV 1: 11.5 L/min, UV 2: 9.0 L/min, UV 3: 6.5 L/min.

<sup>2)</sup>Values with different superscripts within a column (a-d) and a row (A-E) were significantly different (p<0.05).

되는 것을 알 수 있었다. 저장기간에 따른 신립초 녹즙의 ascorbic acid 함량 변화는 대조군의 경우, 저장기간이 증가할수록 감소하여 저장 7일째에는 2.78 mg%로 제조직후에 비하여 저장기간이 증가할수록 감소하는 경향이었다. UV 조사군의 경우도 저장기간이 증가할수록 감소하는 것으로 나타나 신립초 녹즙 내 ascorbic acid의 함량은 UV 조사에 의하여 약간 감소하게 되고 저장기간이 증가함에 따라서도 감소하는 것을 알 수 있었다.

케일 녹즙의 경우, 대조군의 ascorbic acid 함량은 37.91 mg%이었으나 UV 조사군의 경우에는 19.18~24.73 mg%로 ascorbic acid의 함량이 UV 조사에 의하여 감소함을 알 수 있었고 UV 조사 시 유속이 느릴수록 파괴가 빠른 것으로 나타났다. 저장기간에 따른 ascorbic acid의 함량 변화는 케일 녹즙 중 대조군의 경우, 저장 1일에 급격히 파괴되었으며 저장 7일에는 6.81 mg%의 함량을 나타내어 ascorbic acid는 쉽게 파괴됨을 알 수 있었다. 또한 UV 조사군의 경우도 신립초 녹즙과 마찬가지로 저장기간이 증가할수록 감소하는 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 보면 신립초 및 케일 녹즙내 ascorbic acid의 함량은 UV 조사에 의하여 감소하게 되고 UV 조사와 상관없이 저장기간이 증가함에 따라서 ascorbic acid의 함량이 감소하였고 시료마다 파괴정도는 각기 다른 것을 알 수 있었다. Song 등(14)은 녹즙에의 감마선 조사 시 ascorbic acid의 함량이 감소하였고 저장기간이 증가함에 따라 감소한다고 하여 본 결과와 처리방법은 다르지만 감소하는 경향은 유사한 것으로 사료되었다.

#### Flavonoid의 함량 변화

신립초 및 케일 녹즙의 위생화를 위하여 녹즙 제조 후 UV를 조사하고 포장하여 저장하면서 저장기간에 따른 flavonoid의 함량변화를 측정할 결과는 Table 6과 같다.

신립초 녹즙 시료 중 대조군의 flavonoid 함량은 82.97 mg%였으며 UV를 처리한 경우에는 유속별로 각각 71.77, 67.54 및 77.70 mg%로 대조군에 비하여는 약간 낮은 함량을 함유하는 것으로 나타났다. 그러나 저장 1일차에는 flavonoid

함량이 UV 1, UV 3, 대조군, UV 2의 순으로 나타나 UV 처리에 따라 그 함량이 감소한 것은 아닌 것으로 판단되었다.

케일 녹즙의 경우, 대조군의 flavonoid 함량은 100.70 mg%였고 UV 처리를 한 녹즙에서는 60.05~70.99 mg%로 flavonoid의 함량이 감소하는 것으로 나타났으나 저장 5일에는 대조군보다 UV 2와 UV 1 처리군에서의 flavonoid 함량이 더 높은 것으로 나타나 UV 처리에 의하여 flavonoid 함량이 감소한 것보다는 시료 채취시의 오차에 의한 것으로 판단되며 이에 대하여는 좀 더 자세한 연구가 필요할 것으로 사료되었다. 신립초 및 케일 녹즙의 저장기간에 따른 flavonoid 함량은 대조군 및 UV 처리군 모두 저장하는 동안 특정한 경향을 나타내지는 않는 것으로 나타났다.

Kwon 등(21)은 비가열 원료 함유 녹즙을 감마선 조사하고 저장하면서 flavonoid 함량을 측정할 결과, 감마선 조사에 의하여 약간 증가하는 경향이라고 하여 본 결과와 상이한 결과를 보였는데 이는 비가열 원료 함유 녹즙보다 본 실험에 사용한 녹즙에서의 잔사 크기가 크기 때문에 시료 채취시의 오차가 더 큰 것으로 사료되었으며 이에 대하여는 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단되었다.

#### 관능검사

가장 많이 응용하고 있는 신립초 및 케일녹즙의 위생화를 위하여 UV 살균장치에 유속을 달리하여 녹즙을 통과시키고 포장하여 3일 동안 저장하면서 저장기간에 따른 종합적 기호도의 변화를 측정할 결과는 Table 7과 같다.

신립초 녹즙의 경우 제조직후 대조군은 3.42의 종합적 기호도를 나타내었고 UV 처리군은 유속별로 각각 3.38, 3.55 및 3.31을 나타내어 UV 2가 가장 종합적 기호도가 높은 것으로 나타났으며 UV 처리군 및 대조군 간에 큰 차이는 없는 것으로 판단되었다. 저장 1일차에도 종합적 기호도의 값이 3.04~3.19로 실험군 모두 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났으나 저장 3일차에는 UV 2, UV 3 및 UV 1과 대조군의 순으로 대조군보다 UV 처리군이 다소 높은 기호도를 보이는 것으로 나타나 UV 처리를 하여도 신립초 녹즙의 향미와 색 등에 문제가 없음을 알 수 있었다. 한편 처리군별 저장기

Table 6. Effects of UV irradiation on the total flavonoid contents in *Angelica keiskei* and *Brassica loeracea* var. *acephala* vegetable juice during storage at 4°C (unit: mg%)

Vegetable juice	Treatment <sup>1)</sup>	Storage period (day)				
		0	1	3	5	7
<i>Angelica keiskei</i>	Control	82.97±6.32 <sup>aB2)</sup>	71.98±4.54 <sup>aC</sup>	92.28±1.35 <sup>aA</sup>	88.34±0.55 <sup>bAB</sup>	83.58±5.83 <sup>aB</sup>
	UV 1	71.77±4.50 <sup>abB</sup>	80.32±11.94 <sup>aAB</sup>	84.44±8.84 <sup>aAB</sup>	93.82±1.65 <sup>aA</sup>	85.92±7.68 <sup>aAB</sup>
	UV 2	67.54±4.19 <sup>bC</sup>	67.56±6.75 <sup>aC</sup>	83.88±2.40 <sup>aA</sup>	76.83±3.69 <sup>cAB</sup>	75.65±3.02 <sup>abc</sup>
	UV 3	77.70±12.12 <sup>abB</sup>	75.58±5.55 <sup>aB</sup>	85.10±0.34 <sup>aAB</sup>	92.45±0.69 <sup>aA</sup>	76.96±4.03 <sup>aB</sup>
<i>Brassica loeracea</i> var. <i>acephala</i>	Control	100.70±5.71 <sup>aD</sup>	114.93±3.87 <sup>aC</sup>	146.28±4.38 <sup>aA</sup>	91.02±1.60 <sup>bD</sup>	132.18±9.16 <sup>aB</sup>
	UV 1	65.76±1.27 <sup>bcd</sup>	94.84±6.46 <sup>bc</sup>	123.12±1.94 <sup>bA</sup>	108.97±0.94 <sup>aB</sup>	107.98±5.43 <sup>bb</sup>
	UV 2	70.99±1.35 <sup>bd</sup>	90.24±1.46 <sup>bc</sup>	123.63±5.17 <sup>bA</sup>	112.86±6.43 <sup>aB</sup>	107.14±4.91 <sup>bb</sup>
	UV 3	60.05±1.38 <sup>c</sup>	89.24±1.23 <sup>bb</sup>	136.52±11.82 <sup>abA</sup>	87.95±8.54 <sup>bB</sup>	103.09±11.03 <sup>bb</sup>

<sup>1)</sup>UV 1: 11.5 L/min, UV 2: 9.0 L/min, UV 3: 6.5 L/min.

<sup>2)</sup>Values with different superscripts within a column (a-c) and a row (A-D) were significantly different (p<0.05).

Table 7. Effect of UV irradiation on the overall acceptance in sensory evaluation of *Angelica keiskei* and *Brassica loeracea* var. *acephala* vegetable juice during storage at 4°C

Vegetable juice	Treatment <sup>1)</sup>	Storage period (day)		
		0	1	3
<i>Angelica keiskei</i>	Control	3.42±0.34 <sup>abA2)</sup>	3.04±0.16 <sup>abB</sup>	2.73±0.27 <sup>bcC</sup>
	UV 1	3.38±0.16 <sup>abA</sup>	3.19±0.22 <sup>abB</sup>	2.89±0.29 <sup>abC</sup>
	UV 2	3.55±0.21 <sup>aA</sup>	3.15±0.21 <sup>abB</sup>	2.99±0.22 <sup>abB</sup>
	UV 3	3.31±0.19 <sup>abA</sup>	3.09±0.19 <sup>abB</sup>	2.92±0.23 <sup>abC</sup>
<i>Brassica loeracea</i> var. <i>acephala</i>	Control	3.31±0.19 <sup>aA</sup>	2.88±0.20 <sup>abB</sup>	2.59±0.17 <sup>bcC</sup>
	UV 1	3.13±0.21 <sup>abA</sup>	2.83±0.24 <sup>abB</sup>	2.61±0.15 <sup>bcC</sup>
	UV 2	3.24±0.21 <sup>abA</sup>	3.07±0.23 <sup>abB</sup>	2.68±0.18 <sup>abC</sup>
	UV 3	3.19±0.17 <sup>abA</sup>	2.97±0.21 <sup>abB</sup>	2.78±0.19 <sup>acC</sup>

<sup>1)</sup>UV 1: 11.5 L/min, UV 2: 9.0 L/min, UV 3: 6.5 L/min.

<sup>2)</sup>Values with different superscripts within a column (a-b) and a row (A-C) were significantly different (p<0.05).

간에 따른 변화는 저장 3일차로 갈수록 종합적 기호도가 감소하는 것으로 나타났는데 그 이유는 녹즙제조 후 시간의 경과에 따라 녹즙액 내 가스 생성정도 및 관능평가자의 기피 등으로 초기보다 낮은 기호도를 보이는 것으로 사료되었다.

케일 녹즙의 경우, UV를 처리하지 않은 대조군은 제조직 후 3.31로 UV 처리군보다 다소 높은 것으로 나타났다. 그러나 저장 1일에는 UV 2처리군, 저장 3일에는 UV 3 처리군이 가장 종합적 기호도가 가장 높았고 대조군은 시간이 경과할수록 기호도면에서 감소하는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 이유는 앞서의 미생물 결과에서도 알 수 있듯이 미생물 생육에 따른 가스 생성량의 증가로 관능평가자들의 기피 때문인 것으로 보이며 케일 녹즙에서도 UV 처리 시 관능적인 문제가 없는 것으로 나타나 녹즙에의 UV 처리는 위생화 및 유통기한 연장에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료되었다.

## 요 약

녹즙은 가열살균공정을 거치지 않기 때문에 유통기한이 매우 짧아 비가열 살균기술 중의 하나인 UV 살균처리 방법을 이용하여 신립초 및 케일 녹즙을 제조한 후 저장기간에 따른 미생물학적 및 이화학적 변화를 측정하였다. 신립초 및 케일의 착즙 직후 총 균수는 각각  $3.2 \times 10^5$  CFU/mL 및  $7.0 \times 10^4$  CFU/mL의 균수를 보였으나 UV 처리를 한 경우에는 처리직후 각각  $3.6 \times 10^3 \sim 9.7 \times 10^3$  CFU/mL 및  $3.7 \times 10^3 \sim 2.7 \times 10^4$  CFU/mL로 대조군에 비하여 약 1~2 log cycle의 미생물 감소를 보였으며 저장기간 내내 대조군에 비하여 낮은 균수를 유지하였다. 대장균균수의 경우도 UV 처리군이 대조군과는 유의적이 차이를 보였으며 유속이 적을수록 대장균수 사멸효과가 큰 것으로 나타났다. 색상의 변화는 신립초 및 케일 녹즙에의 UV 처리 시 명도 및 황색도는 증가하고 적색도는 감소하였으나 대조군과 큰 차이는 아닌 것으로 나타났다. 신립초 및 케일 녹즙 내 ascorbic acid의 함량은 유속과 무관하게 UV 조사 및 저장에 의해 감소하는 경향이었으며 flavonoid 함량은 대조군 및 UV 처리군 모두 저장하는 동안 특정한 경향을 나타내지는 않는 것으로 나타났다. 종합

적 기호도는 제조직후 대조군과 UV 처리군 간에 큰 차이는 없었으나 저장 3일차에는 대조군보다는 UV 처리군이 높은 기호도를 보이는 것으로 나타나 UV 처리를 하여도 녹즙의 향미와 색 등에 문제가 없음을 알 수 있었다. 이상의 결과들을 종합하여 보면 녹즙에의 UV 처리 시 ascorbic acid와 색 상 등의 약간의 변화는 가져오지만 녹즙 내 존재하는 미생물 수를 크게 줄일 수 있어 저장기간을 연장시킬 수 있고 기호도 면에서도 문제가 없으므로 녹즙의 저장성 연장을 위한 비가열 살균방법으로 UV 처리도 가능할 것으로 사료되었다.

## 감사의 글

본 연구는 중소기업청에서 시행한 2009년도 산학협력실 사업의 연구비 지원으로 수행된 연구결과의 일부로 이에 감사드립니다.

## 문 헌

- King AD. 1989. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. *Food Technol* 43: 132-135.
- Um HJ, Kim DM, Choi KH, Kim GH. 2005. A survey on consumer's perception of fresh-cut agri-food products for quality enhancement. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1566-1571.
- Shin CK. 2003. Present and prospect of fresh vegetable-extract juice industry. *Food Industry and Nutr* 8: 1-7.
- Yang HS. 1993. The effect of green juice. *Food and Hygiene* 6: 62-67.
- Shulz H. 1994. Regulation of fatty acid oxidation in heart. *J Nutr* 124: 165-171.
- Jung HK, Park PS, Huh NC, Kim SO, Kim KS, Lee MY. 1998. Inhibitory effect of *Angelica keiskei* Koidz green juice on the liver damage in CCl<sub>4</sub>-treated rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 27: 531-536.
- Lee SM, Park KY, Rhee SH. 1997. Antimutagenic effect and active compound analysis of kale juice in *salmonella* assay system. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 26: 965-971.
- Byers T, Perry G. 1992. Dietary carotenes, vitamin C and vitamin E as protective antioxidants in human cancers. *Annu Rev Nutr* 12: 135-159.

9. 식품의약품안전청. 2008. 제5. 식품별 기준 및 규격 18-1. 과일·채소류음료. 식품공전 5-18-1~5-18-3.
10. Kim MJ, Kim JH, Yook HS, Lee KH, Byun MW. 1999. Sanitizing effect of  $\gamma$ -irradiation on fresh vegetable-extract juices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 378-382.
11. Martens B, Lnorrr D. 1992. Developments of non-thermal processes for preservation. *Food Technol* 46: 124-129.
12. Knorr D. 1993. Effects of high-hydrostatics pressure processes on food safety and quality. *Food Technol* 47: 156-162.
13. Lee DU, Park JY, Kang JI, Yeo IH. 1996. Effect of high hydrostatic pressure on the shelf-life and sensory characteristics of *Angelica keiskei* juice. *Korean J Food Sci Technol* 28: 105-108.
14. Song HP, Byun MW, Jo C, Lee CH, Kim KS, Kim DH. 2007. Effects of gamma irradiation on the microbiological, nutritional, and sensory properties of fresh vegetable juice. *Food Control* 18: 5-10.
15. Keyser M, Muller IA, Cilliers FP, Nel W, Gouws PA. 2008. Ultraviolet radiation as a non-thermal treatment for the inactivation of microorganisms in fruit juice. *Inno Food Sci Emerg Technol* 9: 348-354.
16. Kim JY, Kim HJ, Lim GO, Jang SA, Song KB. 2010. Effect of combined treatment of ultraviolet-C with aqueous chlorine dioxide or fumaric acid on the postharvest quality of strawberry fruit "Flamengo" during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 138-145.
17. Allende A, McEvoy JL, Luo Y, Artes F, Wang CY. 2006. Effectiveness of two-sided UV-C treatments in inhibiting natural microflora and extending the shelf-life of minimally processed 'Red Oak Leaf' lettuce. *Food Microbiol* 23: 241-249.
18. Jagota SK, Dani HM. 1982. A new colorimetric technique for the estimation of vitamin C using Folin phenol reagent. *Anal Biochem* 127: 178-182.
19. Park YK, Koo MH, Ikegaki M, Contado JL. 1997. Comparison of the flavonoid aglycone contents of *Apis mellifera* propolis from various regions of Brazil. *Arquivos de Biologiae Technologia* 40: 97 - 106.
20. Lee JW, Jung JJ, Choi EJ, Kang ST. 2009. Changes in quality of UV sterilized Takju during storage by honeycomb type-UV sterilizer. *Korean J Food Sci Technol* 41: 652-656.
21. Kwon SC, Jo C, Lee KH. 2009. Gamma irradiation for sanitation of vegetable fresh juice containing non-thermal process materials. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38: 964-969.

(2010년 3월 19일 접수; 2010년 4월 3일 채택)