

## 광펄스 처리에 의한 파프리카의 이화학적 변화

홍희정<sup>1,4</sup> · 김애진<sup>2</sup> · 박희란<sup>1,4</sup> · 신정규<sup>3,4\*</sup>

<sup>1</sup>전주대학교 전통식품산업학과, <sup>2</sup>(주)샘표식품, <sup>3</sup>전주대학교 한식조리학과, <sup>4</sup>전주대학교 식품산업연구소

## Changes in Physicochemical Properties of Paprika by Intense Pulsed Light Treatment

Hee Joung Hong<sup>1,4</sup>, Ae-Jin Kim<sup>2</sup>, Hee Ran Park<sup>1,4</sup>, and Jung-Kue Shin<sup>3,4\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Traditional Food Industry, JeonJu University

<sup>2</sup>Sempio Foods Company

<sup>3</sup>Department of Korean Cuisine, JeonJu University

<sup>4</sup>Food Industry Research Institute, JeonJu University

**Abstract** Application of intense pulsed light (IPL) treatment is an emerging technology with interesting prospects in food preservation. However, information concerning the factors affecting the inactivation of microorganisms and their impact on the quality of fresh-cut food is scarce. In this study, the effects of IPL treatment on the microbial inactivation and physicochemical change in paprika were determined. The viability of bacteria in paprika treated with IPL decreased slightly with the treatment time. In addition, water content was slightly decreased after IPL treatment regardless of the color of paprika. However, except in red paprika, sugar content increased after IPL treatment. The pH of paprika increased in all samples, and the polyphenol content decreased with treatment time, but these differences were very small. After IPL treatment of paprika, vitamin C content increased in yellow and red samples. Hunter color values-lightness (L), redness (a), and yellowness (b)-increased in red paprika, but all values decreased in orange paprika.

**Keywords:** paprika, intense pulsed light (IPL), nonthermal processing, physicochemical change, microbial inactivation

## 서 론

국민의 생활수준이 향상되면서 건강에 대한 관심이 크게 증대되어 채식이나 자연식품에 대한 선호도가 증가하고 있는 추세에 있다. 그러나 채소나 자연식품과 같은 신선 식품은 대부분 익히지 않고 직접 섭취하는 비가열 섭취 식품으로서 신선한 식품을 먹을 수 있다는 장점이 있으나, 생산, 유통과정 중 주의를 소홀히 할 경우 식중독을 일으킬 위험성이 크며, 실제로 어육류를 제외하면 셀러드나 채소가 식중독을 일으키는 주 원인으로 보고되고 있다(1).

파프리카는 우리나라의 수출 유망 농산물 중 하나로 가지과(Solanaceae), 고추속(Capsicum), 고추종(Annuum)에 속하는 한해살이 식물로, capsanthin,  $\beta$ -cryptoxanthin, zeaxanthin 등의 카로티노이드계 색소를 함유하고 있으며, 매운맛이 별로 없고 단맛이 강하여 비타민 A, B<sub>1</sub> 및 C가 풍부한 알칼리성 식품으로 음식, 셀러드 등에 많이 이용되고 있다(2). 파프리카는 수분함량이 높고 저장성이 낮으며 곰팡이와 세균으로 인한 피해로 생산량의 손실

과 안전성에 문제가 되고 있으며(3), 부패나 미생물의 작용으로 인하여 저장기간 중에도 본래의 색깔뿐만 아니라 맛, 향, 영양소의 손실이 일어나는 것으로 보고되고 있으나 저온저장이나 열수 처리에 의한 방법, 고압 CO<sub>2</sub>처리(4), 화학물질 처리(5) 등이 있을 뿐 특별한 전처리 및 관리방법이 거의 연구되어 있지 않으며(6), 대부분 건조를 통해 분말화시켜 향신료등으로의 적용이 연구되어지고 있다(7,8).

광펄스 기술은 자외선(ultraviolet)부터 가시광선(visible light), 근적외선(near infrared)부분까지 넓은 파장 범위의 강하고 짧은 빛을 짧은 시간동안 식품 표면에 조사하여 미생물을 사멸시켜 식품의 보존 기간을 연장할 수 있는 비가열 살균 기술의 하나로서 채소, 과일, 생선등의 신선식품이나 분말 식품등의 살균에 적용하고자하는 연구가 지속적으로 진행되고 있다(9). 광펄스 기술의 미생물 사멸 기작은 photothermal 효과, photochemical 효과 그리고 genetic change등이 복합적으로 작용하고 있는 것으로 보고되고 있다. Photothermal 효과는 광원의 에너지가 식품의 표면에 전달되어 식품이 에너지를 흡수하고 이 에너지가 열로 바뀌어 미생물이 사멸되는 것으로 보고하였으며(10,11), photochemical 효과는 UV에 의한 미생물의 사멸처럼 pyrimidine dimers의 형성에 의한 세포 복제의 저해(12), photoproduct의 형성에 의한 single strand와 double strand의 파괴, cyclobutane dimer의 형성(13) 등에 의한 것으로 보고되고 있다.

과채류에 대한 광펄스의 적용 사례를 보면 Marquenie 등(14)은 딸기에 광펄스와 254 nm의 UV-C를 조사하였을 경우 광펄스 처리는 딸기의 강도와 같은 품질에는 아무런 영향을 미치지 않았

\*Corresponding author: Jung-Kue Shin, Department of Korean Cuisine, College of Culture and Tourism, JeonJu University, Jeonju, Jeonbuk 560-759, Korea  
Tel: 82-63-220-3081  
Fax: 82-63-220-3264  
E-mail: sorilove@jj.ac.kr  
Received January 23, 2013; revised April 8, 2013;  
accepted April 16, 2013

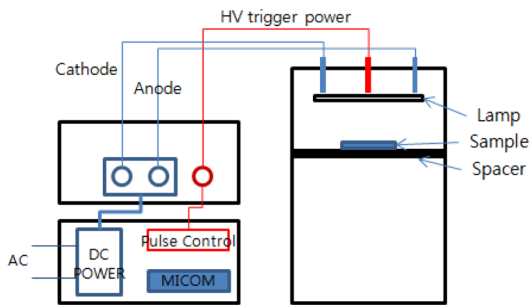


Fig. 1. Schematic diagram of intense pulsed light system

으나 곰팡이의 감균에는 효과가 있는 것으로 보고하였다. Gomez-Lopez 등(15)은 양배추와 양상추에 광펄스를 처리하였을 경우 저온 호기성 세균이 0.46-0.54 log 정도 사멸하고 저장 기간을 약 2일 정도 연장시킬 수 있었다고 보고하였다. 또한 과채류를 광펄스 처리한 후 저장기간 동안 과채류의 품질을 연구한 결과에서는 광펄스 처리가 color, texture, headspace gas 발생등에 있어 부정적 영향을 미친다는 결과(16)와 fresh-cut mushroom의 경우에는 적절한 광펄스 처리가 비타민 C나 항산화 능력에 대한 큰 변화 없이 미생물학적 안정성을 부여할 수 있다(17)는 보고 등 광펄스 처리가 과채류의 품질이나 저장성에 미치는 영향에 대해서는 아직 논란의 여지가 있다.

본 실험은 광펄스 처리에 의한 파프리카의 미생물의 감균 효과와 광펄스 처리가 파프리카의 이화학적 성질에 미치는 영향을 조사하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 실험 재료

실험에 사용된 파프리카는 실험 때마다 시중 대형마트에서 신선한 것을 선별하여 구매를 하였으며, 파프리카의 원산지는 국내산으로 한정하여 구매하였다. 실험에 사용된 파프리카의 품종은 적색 품종은 Special (*Capsicum annum L. cv. Cupra*), 황색 품종은 Fiesta (*Capsicum annum L. cv. Chelsa*), 주황색 품종은 President (*Capsicum annum L. cv. Orange glory*)였다.

### 광펄스 처리 장치 및 방법

본 연구에 사용된 고강도 광원 처리 장치(광펄스 처리 장치)는 전원 공급부, 펄스 발생기, 광원(램프) 그리고 처리용기 등으로 구성되어 있다. 전원 공급부는 일반 상용 전원을 사용할 수 있도록 구성하여 AC 220 V, 50/60 Hz 단상의 전원을 사용하였으며, 소비전력은 1.2 kW로 설계되었다. 출력부는 DC 전원으로 0-1,200 V의 상시 전압을 출력할 수 있도록 하였으며, 전류는 안전을 고려하여 1 A 미만으로 되도록 하였다. 사용가능한 주파수(frequency)는 1-50 Hz로 제작되었으며, 1회 작동할 수 있는 시간은 최대 60 분으로 하여 장치에 무리가 가지 않도록 하였다. 처리용기는 광원과 처리 시료간의 거리를 조절할 수 있도록 칸을 나누어 spacer를 활용하도록 하였다. 사용된 광원은 Xenon XAP series의 flash 램프(NL 4006, Heraeus Noblelight, Cambridge, UK)로 무수한 xenon 가스로 충전되어 있어 램프로부터 빛을 이끌어 내기 위해서는 xenon gas를 여기시켜 플라즈마를 형성시켜야 한다. Xenon 가스를 여기시키기 위한 triggering 최소 전압은 16 kV이며, 상시적으로 600-1,200 V의 전압이 공급되어야 한다. 실험장치의 전체적인 구성도는 Fig. 1과 같으며, Xenon 램프에서 발생하는 광원

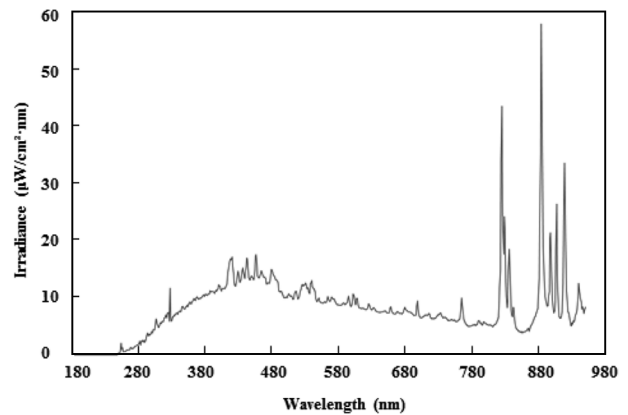


Fig. 2. Energy density profile of Xenon lamp by intensity pulsed light system

의 파장과 강도는 Radiometer (ILT 900, Internationallight technologies, Peabody, MA, USA)로 측정하였으며 Fig. 2와 같다.

파프리카의 광펄스 처리는 시료를 각각 25 g을 취하여 빛의 세기 1,000 V, 펄스 폭 10 µs, 펄스 수 5 pps, 광원과 시료와의 거리 6 cm에서 파프리카의 겉면과 안쪽면을 각각 10분씩 처리하였다.

### 생균수 측정

광펄스 처리하지 않은 시료와 처리한 시료를 각각 25 g을 취하여 멸균 생리 식염수(NaCl 0.85%) 225 mL를 넣고 stomacher (Stomacher Lab Blender, 400, Seward, NY, USA)를 이용하여 약 40초간 중속으로 균질화 시킨 후 멸균 생리 식염수를 사용하여 단계적 희석법에 의해 적절한 배수로 희석하였다. 희석한 시료 1 mL를 취하여 pouring method법으로 PCA 배지에 plating을 한 후 37°C에서 24-48시간동안 배양한 후 집락수가 30-300개가 되는 평판을 계수하여 측정하였다.

### Firmness의 측정

광펄스 처리 전후의 파프리카를 5×4 cm의 크기로 동일하게 동일하게 자른 후 texture analyser (TAXT Express-Enhanced, Stable Microsystems Ltd., London, England)를 이용하여 측정하였으며, 이 때 지름 3 mm의 plunger를 이용하여 firmness를 측정하였으며, 분석 조건은 pre-test speed 2.0 mm/sec, test speed 1.0 mm/sec, post-test speed 10 mm/sec, distance 10 mm/sec, trigger force 5 g으로 하여 3 곳을 측정한 후 평균값을 구하였다.

### 비타민 C 함량 측정

시료 2 g에 20 mL의 10% 메타인산용액을 가하여 10분간 현탁시킨 후 적당량의 5% 메타인산용액을 넣어 균질화한 후 시료를 100 mL 메스플라스크에 옮기고 소량의 5% 메타인산용액으로 용기를 씻은 후 메스플라스크에 합하여 100 mL로 정용한 후 0.22 µm membrane filter로 여과한 후 HPLC (1100 series, Hewlett-Packard Co., Palo Alto, CA, USA)로 분석하였다. Column은 µ-Bondapak NH<sub>2</sub> (3.9×30 cm, I.D.)를 사용하였고, solvent와 flow rate은 각각 0.05 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>:acetonitrile (60:40)과 1 mL/min으로 하였으며, UV 파장과 injection volume은 254 nm와 20 µL였다(18).

### 총 폴리페놀 함량 측정

광펄스 처리한 시료와 처리하지 않은 시료를 각각 10 g씩 취한 후 멸균 생리 식염수 90 mL를 넣고 균질기로 균질화한 후

4,000 rpm에서 10분간 원심분리(Gyro 406G, Gyrozen Co. Ltd., Seoul, Korea)하여 상등액 1 mL에 Folin-ciocalteu 시약 및 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액을 1 mL씩 차례로 가한 후 실온에서 1시간 정지한 다음 분광광도계(Optizen 2120 UV, Mecasys Co. Ltd., Daejeon, Korea)를 이용하여 735 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid (Kanto Chemical Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 얻은 표준 검량곡선으로부터 추출물의 총 페놀함량을 산출하였다(19).

**색도 측정**

광펄스 처리 전후의 시료를 5×4 cm의 크기로 동일하게 자른 후 색차계(Chroma meter R-400, Minolta Co., Kyoto, Japan)를 이용하여 색도를 측정하였으며, 이 때 백색판의 L (Lightness), a (redness), b (yellowness) 값은 각각 97.31, -1.01, 2.32였다. 모든 실험은 3회 반복 측정하였으며 그 평균값을 hunter scale에 따라 값을 나타내었다.

**pH 및 당도 측정**

pH는 광펄스 처리 전후의 시료를 각각 10 g씩 취한 후 멸균 생리식염수 90 mL를 넣고 균질기로 균질화한 후 삼각플라스크에 넣고 pH meter (Docu-pH meter, Satorius, Gottingen, Germany)를 이용하여 측정하였으며, 당도는 광펄스 처리 전후 시료를 즙을 내어 당도계(RA-252H, Kyoto Electronics Mfg. Co. Ltd., Kyoto, Japan)를 사용하여 3번 측정 후 평균값을 사용하였다.

**수분 함량 측정**

광펄스 처리 전후의 시료를 2×2 cm의 크기로 동일하게 자르고 칭량접시에 담아 칭량한 후 105-110°C로 조절된 dry oven에 2시간 가열한 다음 desiccator로 옮겨 30분간 방냉한 후 칭량하였다. 전후의 칭량값의 차이가 0.03 mg이하가 될 때까지 반복한 후 광펄스 처리 전후의 수분함량을 측정하였다.

**통계처리**

광펄스 처리에 의한 파프리카의 이화학적 변화에 실험은 3회 측정하여 SPSS ver. 17.0을 이용하여 통계처리하였고, ANOVA 분석과 Duncan's multiple range test에 의한 다중비교를 실시하였으며, 유의 수준은  $p < 0.05$  수준이다.

**결과 및 고찰**

**총균수의 변화**

국내에서 유통되고 있는 파프리카에는 총호기성 세균이  $1.3 \times 10^2$ - $2.2 \times 10^2$  cfu/g, 대장균군은  $1.4$ - $2.1 \times 10^3$  cfu/g 존재하는 것으로 보고되고 있다(20). 광펄스 처리 전후의 미생물의 변화를 살펴보았다. 실험에 사용된 파프리카는 평균  $4.8 \times 10^3$  cfu/g의 총균수가 존재하였다. 빛의 강도 1,000 V, 펄스 수 5 pps에서 10분간 광펄스 처리한 파프리카에서는  $4.5 \times 10^2$  cfu/g의 세균이 검출되어 93% (1 log)의 총균수의 감균 효과가 있었다. 다른 연구 보고에 따르면 파프리카를 고압 CO<sub>2</sub> 처리를 하였을 경우 50°C, 300 bar의 압력하에서 처리하였을 경우 약 50% 정도의 감균을 보였으며, 80°C의 온도하에서도 1.5 log 정도만의 감균효과(21)를 보였다. 그리고 고온순간살균에 의한 파프리카 처리시에도 152°C에서 6초간 처리하였을 경우 약 80% 정도의 살균효과(22)를 보여 비가열 살균인 광펄스 처리가 고온순간살균이나 고압 CO<sub>2</sub> 처리와 비슷하거나 약간 높은 살균효과를 나타내었다.

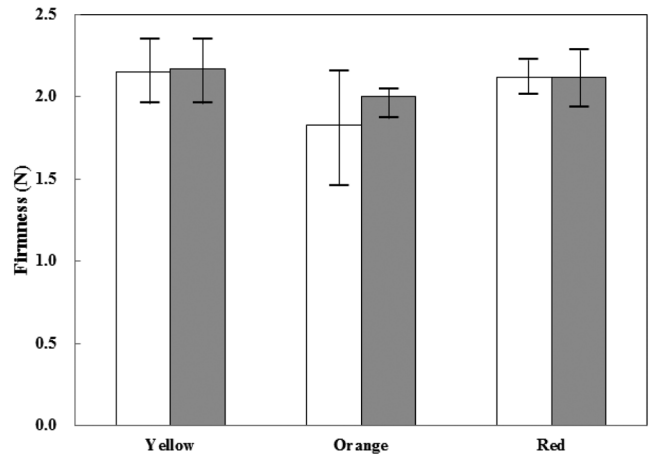


Fig. 3. Changes in the firmness of the paprika treated with intense pulsed light. □ before IPL treatment ■ after IPL treatment

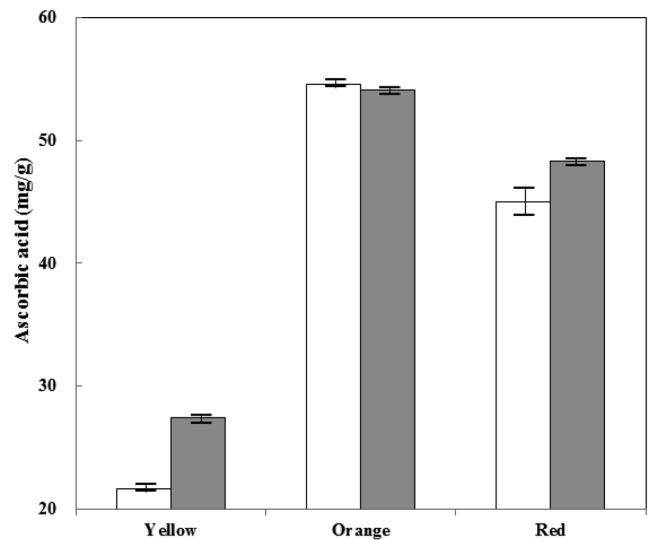


Fig. 4. Changes in ascorbic acid content of the paprika treated with intense pulsed light. □ before IPL treatment ■ after IPL treatment

**Firmness의 변화**

광펄스 처리 방법은 넓은 범위의 파장을 가진 강한 빛으로 시료를 처리하는 것으로 시료의 색에 따라 파장을 흡수하는 양이나 처리 효과가 다를 것으로 생각된다. 실험에 사용된 파프리카는 노란색, 주황색, 붉은색의 파프리카이고 파프리카는 다른 고추과의 작물과는 달리 보다 아삭하고 단단한 식감과 단맛을 가진 것을 특징으로 한다. 따라서 광펄스 전후의 시료의 firmness의 변화가 중요한 품질 측정 인자 중 하나이다. 광펄스 처리 전후의 firmness를 측정한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 노란색과 붉은색 파프리카의 경우에는 firmness가 약간 증가하는 경향을 보였으나 유의적인 차이를 나타내지는 않았다. 그러나 주황색 파프리카의 경우에는 광펄스 처리 후 firmness가 유의적으로 증가하는 경향을 나타내었다( $p < 0.05$ ). Manzocco 등(23)은 fresh-cut apple을 UV-C 처리하였을 경우 firmness에 차이를 보이지 않았으며, Fava 등(24)은 grape berry에 UV-C를 처리하였을 경우 처리하지 않은 것 에 비해 처리한 것이 firmness가 조금 증가한 결과를 보였다고 보고하였다. 그러나 Ana 등(16)은 fresh-cut watermelon에 광펄스를

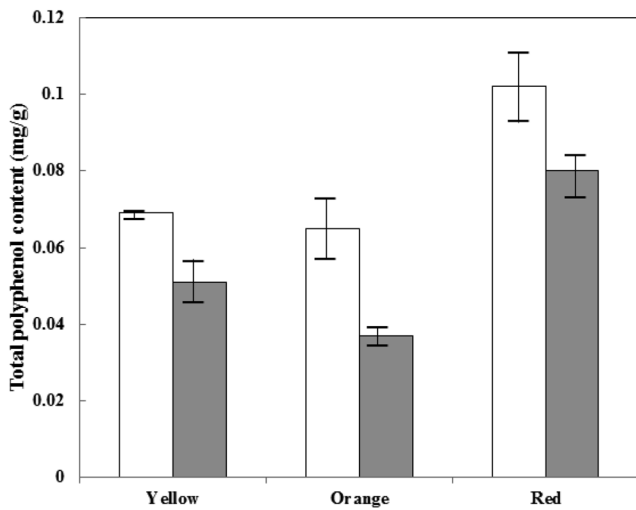


Fig. 5. Changes in total polyphenol content of the paprika treated with intense pulsed light. □ before IPL treatment ■ after IPL treatment

처리하였을 때 firmness가 감소하는 결과를 보였다. 이처럼 광펄스 처리가 firmness에 미치는 영향은 시료에 따라 다르게 나타나고 일정한 경향을 보이지는 않는다. 파프리카의 경우에도 광펄스 처리가 firmness에 큰 영향을 미치지 않지만 파프리카의 색에 따라 다른 경향을 보이고 있는데 이는 파프리카가 가지고 있는 색에 따라 흡수하는 에너지가 다르고 이에 따라 나타나는 경향도 다른 것으로 보인다.

#### 비타민 C의 함량 변화

파프리카의 광펄스 처리 전후의 비타민 C의 함량을 조사한 결과를 Fig. 4에 나타내었다. 비타민 C의 함량의 변화는 노란색과 붉은색 파프리카는 증가하고 주황색 파프리카는 거의 변화가 나타나지 않았다. 처리 전의 시료의 경우 노란색, 주황색, 붉은색의 경우 각각 21.6, 54.6, 45.0 mg/g의 함량을 보였으나, 광펄스 처리 후에는 각각 27.4, 54.0, 48.3 mg/g의 함량을 보여 노란색의 파프리카의 비타민 C 증가량이 가장 큰 것으로 나타났다. 광펄스 처리에 의한 영양소의 변화에 대한 연구 결과는 지금까지 보고된 바가 없어 비교할 수는 없으나 UV 처리에 의한 비타민의 변화에 대한 연구 결과를 보면 fresh-cut watermelon이나 딸기의 경우에는 low UV-C 처리 후에 비타민 C의 함량에는 변화가 없었으며(25,26), 사과주스의 경우에는 UV 처리 후에 비타민 C의 함량이 다소 감소하는 경향을 보이는 것으로 보고되고 있다(27). LED가 부착된 냉장고 내에서 양배추의 비타민 C 함량이 증가하는 경향을 보이는 것으로 보고되고 있는데 그 원인을 LED 빛의 파

장에 의해 저장기간동안 비타민 C의 합성이 이루어져 함량이 증가하는 것으로 보고하고 있다(28,29). 광펄스 처리에 의해 파프리카의 비타민 C 함량이 증가하는 이유도 광펄스가 가진 파장의 빛을 파프리카가 흡수하면서 일부의 성분이 비타민의 증가되었거나 파프리카 내의 기관에서 일부는 합성이 되었을 것으로 판단되며, 색에 따라 비타민의 증가량이 다른 이유도 파프리카가 가지고 있는 색소의 색에 따른 흡수되는 양이 달라지기 때문인 것으로 판단된다.

#### 폴리페놀 함량

국내에서 생산되고 있는 파프리카는 종류별로는 다르지만 항산화물질인 polyphenol을 함유하고 있는 것으로 보고되고 있다(30,31). 본 실험에서는 광펄스 처리 전후의 파프리카의 폴리페놀 함량의 변화를 살펴보았다(Fig. 5). 광펄스 처리 전의 폴리페놀의 함량은 노란색, 주황색, 붉은색이 각각 0.069, 0.065, 0.102 mg/g이었다. 광펄스 처리 후의 노란색, 주황색, 붉은색 파프리카의 폴리페놀 함량은 0.051, 0.037, 0.080 mg/g으로 감소하는 경향을 나타내었다. Ana 등(26)에 의하면 딸기를 UV-C 처리하였을 경우 딸기 내의 폴리페놀의 함량이 소량 감소하는 결과를 보였으며, Noci 등(32)도 사과주스를 UV 처리하였을 경우에도 폴리페놀의 함량이 소량 감소하는 결과를 나타내어 광펄스 처리시 폴리페놀함량이 감소하는 것과 같은 결과를 나타내었다(25).

#### 색도, pH, 당도, 수분함량의 변화

광펄스 처리 전후의 파프리카의 색도, pH, 당도 그리고 수분함량의 변화를 살펴보았다(Table 1). 광펄스 처리 전후의 모든 파프리카의 색도는 오차범위내에서 차이가 나타나지 않았으나 노란색 파프리카는 황색도는 감소하고 적색도는 증가하는 경향을 보였으며, 주황색 파프리카는 명도, 적색도, 황색도 모두 감소하였으며, 붉은색 파프리카는 반대로 명도, 적색도, 황색도 모두 증가하였다. Fresh-cut watermelon의 광펄스 처리에 의한 색의 변화를 본 연구결과에 의하면 180-1100 nm의 full spectrum, UV-C가 제외된 full spectrum, 가시광선 영역의 파장을 조사하였으나 파장에 상관없이 모두 명도, 적색도, 황색도가 감소하는 경향을 보였으며, 그 이유는 fresh-cut watermelon의 색을 나타내는 carotenoid의 산화가 색의 연화를 일으키고 그 이외에도 UV-C가 몇몇 성분에 영향을 미쳐서 일어나는 현상으로 보고하였다(16).

광펄스 처리 전후의 pH를 살펴본 결과 파프리카의 색과 상관없이 처리 후 시료의 pH는 모두 증가하였다. 광펄스 처리가 pH의 증가를 가져오는 이유는 광펄스 파장내의 UV가 유기산의 분해를 일으켜 시료의 산 함량이 줄어들어 일어나는 것(33)으로 실제 처리 전후의 파프리카의 유기산 함량은 노란색 4.5%, 주황색 3.8%, 빨간색 12.0%씩 감소하였다(data not shown).

당도는 파프리카의 색과는 관계없이 광펄스 처리 후에 모두 큰

Table 1. Changes in color, pH, sugar content and water content of the paprika treated with intense pulsed light

		Yellow		Orange		Red	
		before	after	before	after	before	after
Color	L	50.8±0.8	50.02±0.8	46.82±2.3	45.81±2.8	34.98±1.3	35.04±1.1
	a	-2.49±0.1	-2.2±0.2	22.31±1.5	21.91±1.9	31.52±2.0	31.65±2.1
	b	38.95±1.3	38.45±2.6	37.70±2.7	35.47±3.8	18.26±1.0	18.44±1.2
	pH	5.26±0.06	5.32±0.05	5.04±0.23	5.15±0.08	5.27±0.04	5.31±0.02
	Sugar content (°Bx)	5.4±0.4	5.4±0.3	9.3±0.1	9.5±0.7	7.4±0.3	6.9±0.2
	Water content (%)	91.72±0.47	91.11±0.21	91.34±0.38	90.67±0.15	92.20±0.23	92.53±0.41

변화를 보이지 않았으나 약간 증가하는 경향을 보였다.

광펄스 처리 후 파프리카의 수분함량은 파프리카의 종류와는 상관없이 모두 감소하는 경향을 보였으며, 이는 fresh-cut apple의 UV-C 처리가 사과 세포의 세포막 손상을 일으켜 수분을 손실을 촉진시켜 수분함량이 감소하였다는 결과와 일치하였으며, 세포막의 손상이 주된 원인이라는 것은 Cheigh 등(34)이 광펄스의 세포 사멸 기작이 세포막의 손상에 의한 것이라는 보고와도 일치하는 것으로 광펄스 처리가 파프리카의 세포막의 손상을 일으켜 수분 손실을 촉진시켜 수분함량을 감소시킨 것으로 판단된다.

### 요 약

광펄스 처리는 식품의 표면에 오염되어 있는 미생물을 사멸시켜 식품의 저장성을 향상시킬 수 있는 비가열 살균 기술이지만 신선식품에 대한 미생물 사멸이나 이화학적 변화에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 본 실험은 광펄스 처리가 파프리카의 미생물 감귤효과와 이화학적 품질 변화에 미치는 영향을 조사하였다.

파프리카에 존재하는 미생물은 1000 V, 5 pps로 10분간 광펄스 처리 후 약 90%정도의 사멸 효과를 보였으며, 미생물 감소효과는 파프리카의 색에 따른 차이는 없었다. 수분함량도 광펄스 처리 후에 모든 시료에서 다소 감소하는 경향을 보였다. 그러나 당도는 붉은색 파프리카를 제외하고 다른 처리구에서 증가하는 경향을 나타내었다. pH는 광펄스 처리 후 모두 증가하는 경향을 보였으며, 폴리페놀의 함량은 감소하는 경향을 보였으나 그 차이는 미미하였다. 비타민 C의 함량은 노란색과 붉은색 파프리카에서 광펄스 처리 후 증가하는 경향을 보였다. 광펄스 처리 후 색의 변화를 보면 붉은 색 파프리카의 경우에는 L, a, b값이 모두 증가하였으며, 주황색 파프리카는 모두 감소하였고, 노란색은 큰 변화를 보이지 않았다.

광펄스 기술에 의한 파프리카의 처리는 품질의 변화를 크게 일으키지는 않으면서 파프리카에 존재하는 미생물을 사멸하는 효과를 보여 향후 파프리카의 유통이나 저장에 있어 파프리카의 살균 기술로서의 가능성을 보였다.

### 감사의 글

본 연구는 농림수산기술개발사업(고부가가치 식품개발사업)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### References

1. Shin JK. High intensity pulsed light treatment for preservation and shelf-life extension of seafoods. ARPC Report No. 11-1541000-000776-01, Suwon, Korea (2010)
2. Yu YM, Youn YN, Choi IU, Lee YH. Microbiological monitoring of paprika, and Bacterial contamination levels with respect to storage temperature. Korean J. Food Preserv. 18: 7-12 (2011)
3. Kim MH, Kim YJ, Kim KS, Song YB, Seo WJ, Song KB. Microbial changes in hot peppers, ginger, and carrots treated with aqueous chlorine dioxide or fumaric acid. Korean J. Food Preserv. 16: 1013-1017 (2009)
4. Calvo L, Torres E. Microbial inactivation of paprika using high-pressure CO<sub>2</sub>. J. Supercrit. Fluid. 52: 134-141 (2010)
5. Choi IL, Son JS, Kim IS, Lee YB, Kang HM. Effect of 1-MCP (1-methylcyclopropene) treatment on the quality and storability of paprika fruit during storage. J. Agri. Life Environ. Sci. 24: 43-49 (2012)
6. Choi IL, Jung HJ, Kim IS, Kang HM. Effect of hot water treat-

- ments on storability of fresh cut paprika processed by disorder fruits. J. Agri. Life Sci. 21: 1-7 (2009)
7. Staack N, Ahrne L, Borch E, Knorr D. Effect of infrared heating on quality and microbial decontamination in paprika powder. J. Food Eng. 86: 17-24 (2008)
8. Topuz A, Dincer C, Ozdemir KS, Feng H, Kushad M. Influence of different drying methods on carotenoids and capsaicoids of paprika (Cv. Jalapeno). Food Chem. 129: 860-865 (2011)
9. Shin JK, Kim BR, Kim AJ. Nonthermal food processing technology using electric power. Food Sci. Ind. 43: 21-34 (2010)
10. Hiramoto T. Method of sterilization. US Patent 4,464,336 (1984)
11. Dunn JE, Clark RW, Asmus JF, Pearlman JS, Boyerr K, Painchaud F. Methods for preservation of foodstuffs. US Patent 4,871,559 (1989)
12. Bolton JR, Linden KG. Sterilization of methods for fluence (UV dose) determination in bench-scale UV experiments. J. Environ. Eng. 129: 209-215 (2003)
13. Slieman TA, Nicholson WL. Artificial and solar UV radiation induces strand breaks and cyclobutane dimer in *Bacillus subtilis* spore DNA. Appl. Environ. Microbiol. 62: 1977-1983 (2000)
14. Marquenie D, Michiels CW, Impe JFV, Schrevens E, Nicolai B. Pulsed white light in combination with UV-C and heat to reduce storage rot of strawberry. Postharvest Biol. Technol. 28: 455-461 (2003)
15. Gomez-Lopez VM, Devlieghere F, Bonduelle V, Debevere J. Intense light pulses decontamination of minimally processed vegetables and their shelf-life. Int. J. Food Microbiol. 103: 79-89 (2005)
16. Ana YRV, Nicoleta AM, Olga MB, Robert SF. Influence of spectral distribution on bacterial inactivation and quality changes of fresh-cut watermelon treated with intense light pulses. Postharvest Biol. Technol. 69: 32-29 (2012)
17. Gemma OO, Ingrid AA, Olga MB, Robert SF. Effects of pulsed light treatment on quality and antioxidant properties of fresh-cut mushrooms (*Agaricus bisporus*). Postharvest Biol. Technol. 56: 216-222 (2010)
18. Jeong CH, Bae YI, Shim KH. Physicochemical properties of *Hovenia dulcis* Thunb. leaf tea. Korean J. Postharvest Sci. Technol. 7: 117-123 (2000)
19. Andrew LW. Determination of total phenolics. 11.1.1-11.1.8. In: Current Protocol in Food Analytical Chemistry. Wrolstad RE (eds). John Wiley & Sons, Inc., Oxford, UK (2003)
20. Yu YM, Youn YN, Hua QJ, Cha GH, Lee YH. Biological hazard analysis of paprikas, strawberries and tomatoes in the markets. J. Fd. Hyg. Safety 24: 174-181 (2009)
21. Calvo L, Torres E. Microbial inactivation of paprika using high-pressure CO<sub>2</sub>. J. Supercrit. Fluid. 52: 134-141 (2010)
22. Luis A, Jose MN, Jose AFL. Microbial inactivation of Paprika by a high-temperature short-X time treatment. Influence on color properties. J. Agr. Food Chem. 50: 1435-1440 (2002)
23. Manzocco L, Pieve SD, Bertolini A, Bartolomeoli I, Maifreni M, Vianello A, Nicoli MC. Surface decontamination of fresh-cut apple by UV-C light exposure: Effects on structure, colour and sensory properties. Postharvest Biol. Technol. 61: 165-171 (2011)
24. Fava J, Hodara K, Nieto A, Guerrero S, Alzamora SM, Castro MA. Structure (micro, ultra, nano), color and mechanical properties of *Vitis labrusca* L. (grape berry) fruits treated by hydrogen peroxide, UV-C irradiation and ultrasound. Food Res. Int. 44: 2938-2948 (2011)
25. Francisco AH, Pedro AR, Perla AG, Alejandro TC, Francisco A. Low UV-C illumination for keeping overall quality of fresh-cut watermelon. Postharvest Biol. Technol. 55: 114-120 (2010)
26. Ana A, Alicia M, Begona B, Francisco TB, Maria I.G. Impact of combined postharvest treatments (UV-C light, gaseous O<sub>3</sub>, super-atmospheric O<sub>2</sub> and high CO<sub>2</sub>) on health promoting compounds and shelf-life of strawberries. Postharvest Biol. Technol. 46: 201-211 (2007)
27. Falguera V, Pagan J, Ibarz A. Effect of UV irradiation on enzymatic activities and physicochemical properties of apple juices from different varieties. LWT-Food Sci. Technol. 44: 115-119 (2011)
28. Park SY, Chang MS, Choi JH, Kim BS. Effect of a refrigerator

- with LED on functional composition changes and freshness prolongation of cabbage. *Korean J. Food Preserv.* 14: 113-118 (2007)
29. Lee YB. Effect of LED irradiation on quality characteristics at low temperature storage. MS thesis, Ewha University, Seoul, Korea (2013)
30. Jeong CH, Ko WH, Cho JR, Ahn CG, Shim KH. Chemical components of Korean paprika according to cultivars. *Korean J. Food Preserv.* 13: 43-49 (2006)
31. Im SJ, Jun JY, Choi YH. Optimization for the extraction process of effective components from paprika. *Food Eng. Prog.* 11: 31-37 (2007)
32. Noci, F, Riener J, Walkling-Ribeiro M, Cronin DA, Morgan DJ, Lyng JG. Ultraviolet irradiation and pulsed electric fields (PEF) in a hurdle strategy for the preservation of fresh apple juice. *J. Food Eng.* 85: 141-146 (2008)
33. Park JY. Degradation of organic acid using photocatalyst and photo-fenton reaction. MS thesis, Chosun University, Gwangju, Korea (2001)
34. Cheigh CI, Park MH, Chung MS, Shin JK, Park YS. Comparison of intense pulsed light- and ultraviolet (UVC)- induced cell damage in *Listeria monocytogenes* and *Escherichia coli* O157:H7. *Food Control* 25: 654-659 (2012)