

## 적외선 살균이 고춧가루의 품질에 미치는 영향

정진주 · 최은주 · 이유진 · 강성태\*  
서울과학기술대학교 식품공학과

### Effects of Infrared Pasteurization on Quality of Red Pepper Powder

Jin Joo Jung, Eun Ju Choi, Youjin Lee, and Sung Tae Kang\*

Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science and Technology

**Abstract** A tray type-infrared (IR) pasteurization system was developed for decreasing microorganisms in red pepper powder (RPP). The RPP was passed through a tray by a vibrating mode under the 4 IR lamps (total 8000 W) and by circulating water under the tray. Fungi was pasteurized by applying power higher than 2000 W to the RPP. The decrease in viable cell numbers of bacteria, however, was not observed under the same conditions. Conveying speed of RPP was optimized to 106-164 g/min on the basis of microbial reduction and retaining of moisture content of RPP. The water content of 32 mesh-RPP decreased rapidly after pasteurization. However, fungi in both RPPs could be sterilized regardless of particle sizes. The repetition of IR pasteurization was not favourable due to severe decrease of water content in RPP. The IR pasteurization of RPP did not cause significant difference in the capsaicinoid contents, ASTA colour value, and L, a, and b values under all investigated conditions.

**Keywords:** red pepper powder, quality, microorganism, infrared pasteurization, capsaicinoid

## 서 론

남아메리카의 열대지역이 원산지인 고추(*Capsicum annuum* L.)는 가지과에 속하는 다년생초로 유럽을 거쳐 우리나라에는 약 400여년 전에 전래되어 현재는 단년생초로 널리 심고 있다. 우리나라의 경우 연간 총 생산량은 평균 15만톤 정도로 세계 제 7위의 주요생산국이며, 식품의 원재료 및 부재료로 널리 소비되고 있는 중요한 향신료이다(1-3).

고춧가루는 원료 고추를 현지에서 수확하여 건조 후 분쇄하는 과정 중 미생물의 오염 가능성이 매우 높아 식품 위생상 문제시 되고 있다(4,5). 즉, 대부분의 고춧가루가 미생물의 오염이 심하여 제품의 부패 원인이 되므로 살균 처리를 필수적으로 요하게 된다(6,7). 현재 식품공전에서는 곰팡이 수만을 규제하고 있으며 하위드 곰팡이 계수장치에 의한 곰팡이 양성비율(%)을 20 이하로 규정하고 있다(8).

Ethylene oxide, ethylene dibromide, propylene oxide 등의 훈증제가 고춧가루의 살균방법으로는 가장 많다. 또한 이용되어 왔으나 살균 조작성이 복잡하고 가스의 침투성이 나빠져 고춧가루 고유의 풍미 및 색택에 나쁜 영향을 미칠 뿐만 아니라 잠재독성으로 인한 안전성 문제로 국내외적으로 사용이 금지된 상태이다(4,9,10). 방사선조사 방법 역시 유해성 논란과 특정시설을 이용

해야 하는 문제점과 일부 국가에서 수입 규제 등에 의해 현실적이지 않은 방법이다(11-13).

그 밖에도 ohmic heating(14), 질소 치환(15) 등을 이용한 비가열 살균에 의한 고춧가루의 저장성 향상에 대한 연구가 보고되었지만 적외선(infrared)을 이용한 연구는 보고된 바가 없다.

적외선은 가시광선 영역보다 파장이 길고 열효과가 큰 전자파의 일종으로 760-1,000,000 nm의 파장을 가진다. 적외선은 열선으로 식품성분의 가열, 식품의 건조 등에 주로 이용되지만 병원성 미생물인 *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* 등의 살균에 이용되었다는 보고도 있다(16). 적외선은 에너지를 전달시킬 때 중간에 전달을 위한 물체를 필요로 하지 않기 때문에 열손실 없이 피사체를 가열시키는 이점이 있으며 넓은 표면적의 얇은 물체를 가열하기에 적당하다.

따라서 본 연구에서는 적외선을 사용한 고춧가루 살균장치를 사용하여 가동조건(IR의 가동 출력, 분체이동속도, 입자크기, 살균횟수, 순환수의 온도)에 따른 일반세균 및 진균에 대한 살균효과를 평가하고 고춧가루중의 총 capsaicinoid, ASTA 색도, 표면색도, 수분함량 등 품질에 미치는 영향을 평가하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에서는 시중에 유통되고 있는 고춧가루(Jungtapnongsan, Namyangju, Korea)를 구입하여 사용하였으며 입자크기는 9 mesh와 32 mesh이었다. 특별한 언급이 없는 한 입자크기가 9 mesh인 고춧가루를 살균에 사용하였다. Capsaicin 및 dihydrocapsaicin 표준품은 Sigma Aldrich Co.(St. Louis, MO, USA)로부터 90% 이상 순도의 시약을 구입하여 사용하였다. Capsaicinoid 분석용 용매는 모두 HPLC용 특급시약을 사용하였고 일반시약류는 시판 1

\*Corresponding author: Sung Tae Kang, Department of Food Science and Technology, Seoul National University of Science and Technology, Seoul 139-743, Korea

Tel: 82-2-970-6736

Fax: 82-2-970-6460

E-mail: kst@seoultech.ac.kr

Received July 16, 2010; revised November 13, 2010;

accepted November 17, 2010

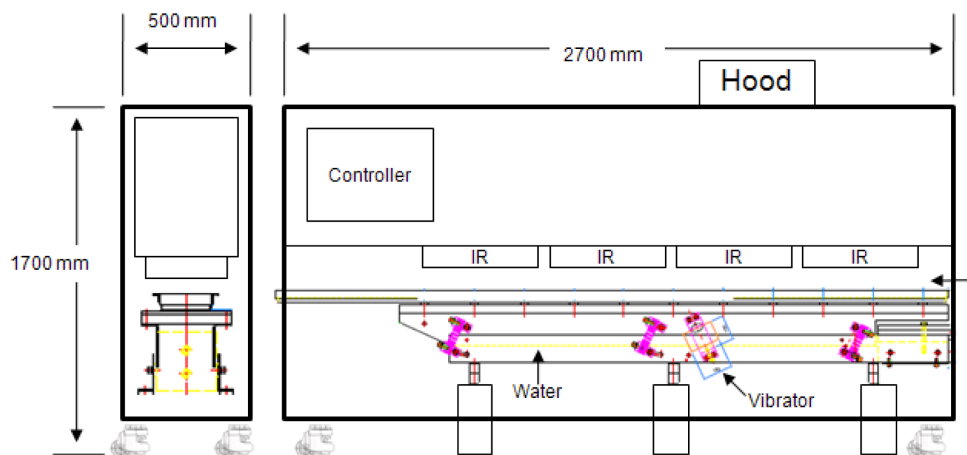


Fig. 1. Diagram of the tray type-IR sterilizer for red pepper powder.

급 이상의 분석용 시약을 사용하였다. 고춧가루중의 일반세균수 및 진균수의 측정에는 plate count agar(Difco, Detroit, MI, USA)와 potato dextrose agar(Difco)를 사용하였다.

#### IR분체 살균장치 및 가동조건

IR분체 살균장치(가로 3 m, 세로 0.5 m, 높이 1.7 m)는 진동 이송방식으로 분체를 이송하도록 제작하였다(Fig. 1). 진동이송판의 하부에는 고춧가루의 건조에 따른 이송판의 응축수 생성을 방지하기 위해 순환수 온도조절장치(LCC-R203, Daihan Labtech, Namyangju, Korea)를 장착하였으며 60°C의 온수를 순환수로써 사용하였다. 적외선과 진동이송판 간의 거리는 150 mm로 고정하여 제작하였다. 분말의 고른 분포 및 이송을 위해 진동기(JLF77, Jeil part's feeding system, Ansan, Korea)를 사용하였다. 적외선원은 전압이 230 V이고 출력이 2000 W인 길이 350 mm의 근적외선램프(Straight Tube SK15 Wire-Type, Hana Halogen, Siheung, Korea) 4개를 직렬구조로 설치하여 사용하였다. 또한 적외선의 고른 조사를 위해 알루미늄 재질의 반사판을 설치하여 사용하였다.

#### 고춧가루 및 적외선 살균 시료의 준비

제작된 IR 분체 살균 장치를 이용하여 순환수 온도 30-70°C, 적외선 램프 출력 0-8000 W의 가동조건에서 500 g의 고춧가루를 진동 방식으로 분당 34-257 g을 이송하면서 살균하여 무균 검체 병에 담아 살균효과(일반세균, 진균) 및 품질평가(총 capsaicinoid 함량, ASTA 색도, 수분 함량, 표면 색도)용 시료로 사용하였다.

#### 일반세균수 및 진균수 측정

일반세균수 및 진균수의 측정은 Mok 등(17)의 방법을 변형하여 사용하였다. 시료를 10배 희석 단계에 따라 0.85% 멸균생리 식염수로 희석한 후 일반세균은 plate count agar를 사용하여 37°C에서 48시간 동안 배양하였고, 진균은 potato dextrose agar를 사용하여 25°C에서 120시간 동안 배양한 후 집락수가 30-300 CFU가 나타나는 평판을 선택하여 생균수를 측정하고 CFU/g로 나타내었다.

#### 수분 측정

각 고춧가루 시료 5 g을 취하여 moisture analyzer(MB-45, Ohaus, Seoul, Korea)를 이용하여 105°C에서 무게변화량을 기준으로

로 0.05%의 오차 범위 내에 들어올 때의 무게를 3회 반복 측정하여 그 평균값을 수분함량으로 하였다.

#### 색도 측정

각 고춧가루 시료의 색도는 색차계(JC801, Color techno system Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였으며 Hunter scale에 의한 L, a 및 b값으로 나타내었다. 이때 사용한 표준색판의 값은 X=94.30, Y=96.11, Z=114.55이었다.

#### Capsaicin 및 dihydrocapsaicin 함량측정

Capsaicin 및 dihydrocapsaicin 표준품을 메탄올에 용해시켜 30 ppm으로 만들고 메탄올로 희석하여 5, 10, 15 ppm으로 제조한 다음 각 표준용액을 HPLC로 분석하여 얻은 크로마토그램으로부터 면적을 구하여 이들 면적과 표준용액의 농도를 변수로 하여 검량선을 작성하였다.

고춧가루 2 g을 취하여 메탄올을 100 mL로 정용한 뒤 4시간 이상 교반 추출 후 0.45 µm 지용성 membrane filter를 이용하여 최종 여과한 후 HPLC(Younglin SP 930 D, Younglin Instrument Co., Ltd, Anyang, Korea)로 분석하였다. HPLC 분석 조건은 Waters Symmetry C18 column(4.6×250 mm)을 사용하며 메탄올과 H<sub>2</sub>O를 65/35(v/v)의 비율로 조제한 혼합용매를 이동상 (유속: 1.0 mL/min)으로 하여 UV 검출기로 280 nm에서 측정하였다. 측정된 capsaicin 및 dihydrocapsaicin의 총량을 총 capsaicinoid 함량으로 나타내었다.

#### ASTA 색도 측정

고춧가루 0.5 g을 취하여 아세톤을 100 mL로 정용한 뒤 5시간 동안 교반 추출 후 0.45 µm 지용성 membrane filter를 이용하여 최종 여과한 후 그 여액을 분광광도계(Genesys 10 UV, Thermo Spectronic, Rochester, NY, USA)를 이용하여 460 nm에서 측정하였다.

측정된 흡광도 값은 다음과 같은 식에 따라 ASTA color value로 환산하였다.

$$\text{ASTA value} = \frac{A \times 16.4}{W}$$

A: absorbance at 460 nm, W: sample weight(g)

## 통계처리

측정된 결과는 통계프로그램인 SPSS(SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 분산분석(ANOVA) 후 Tukey의 다중비교분석법을 이용하여  $p < 0.05$  유의수준에서 유의성 검정을 하였다.

## 결과 및 고찰

### 적외선 출력이 고춧가루 품질에 미치는 영향

IR 분체 살균장치의 적외선 램프의 출력을 달리하여 고춧가루를 살균하고 미생물(일반세균, 진균)에 대한 살균효과와 총 capsaicinoid 함량, ASTA 색도, 수분함량 및 색도에 미치는 품질 변화를 평가하였다. 분당 34 g씩 고춧가루를 이송시키면서 살균한 고춧가루의 미생물 수와 품질 변화를 평가하였다(Table 1). 살균 전의 고춧가루 중 일반세균수와 진균수는 각각  $1.6 \times 10^6$  CFU/g와  $9.0 \times 10^2$  CFU/g이었으나 2000 W 이상의 적외선 출력에서 진균에 대한 완전살균이 가능하였다. 그러나 고춧가루중의 일반세균수는 유의적으로 감소하지는 아니하였다. Bak 등(18)은 국내 고춧가루의 곰팡이와 세균류의 분포를 연구하고 살균이 어려운 *Bacillus* 계열의 세균들이 주로 존재함을 확인하였으며, 세균의 동정결과 15종의 고춧가루에서 모두 내열성 세균인 *B. leptomorbus*, *B. amyloliquefaciens*, *B. subtilis*, *B. licheniformise* 등을 확인한 바 있다. 본 실험의 경우도 고춧가루 중의 내열성세균의 존재로 인하여 IR을 이용한 미생물의 완전살균이 이루어지지 않은 것으로 판단된다. 현재 식품공전(8)에서는 고춧가루에 대하여 하위드곰팡이계수장치에 의한 곰팡이 양성비율(%)을 20 이하로 규정함으로써 일반 세균수가 아닌 곰팡이수만을 제한하고 있으며, 적외선을 사용한 살균장치를 사용하여 식품공전의 규격에 맞는 처리가 가능하였다.

한편 고춧가루의 수분함량은 34 g/min의 이송속도에서 2000 W에서 8000 W로 출력이 증가함에 따라 13.1%에서 5.9%로 감소하는 경향을 나타내었다. 그러나 총 capsaicinoid 함량은 34-36 mg%의 함량을 나타내어 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 2000 W에서 8000 W에 이르는 모든 적외선 출력 조건에서 ASTA 색도 그리고 표면 색도(L, a, b값)는 살균되지 않은 대조군과 유의적인 차이를 보이지 않았다.

### 분체 이송속도가 고춧가루 품질에 미치는 영향

적외선 출력을 8000 W로 고정하고 고춧가루를 82, 106, 164, 257 g/min의 속도로 달리하여 이송하여 살균한 후 고춧가루의 미생물 수와 품질의 변화를 평가하였다(Table 2).

82-164 g/min의 이송속도에서는 진균(초기균수:  $6.2 \times 10^2$ )이 약 2 log cycle 정도 감소하여 불검출 되었지만 257 g/min에서는 약 1 log cycle 정도 감소하였다. 이것은 고춧가루의 빠른 이송으로 인해 적외선의 조사시간이 상대적으로 감소하여 살균이 충분히 이루어지지 못한 것으로 판단되었다. 고춧가루의 수분함량은 이동속도 82-106 g/min에서는 대조군에 비하여 유의적인 감소를 보였으나 164-257 g/min에서는 대조군과 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 고춧가루의 표면색도는 82 g/min에서 L, a, b 값 모두 대조군에 비하여 유의적인 감소를 나타냈으며 106-57 g/min에서는 대조군과 유의적인 차이를 나타내지 않았다. 그러나 이동속도가 느린 82 g/min에서는 적외선의 조사시간이 길어짐에 따라 수분함량의 급격한 감소와 a값, b값의 감소를 나타내어 고춧가루의 품질에 영향을 미치는 것으로 확인되었다. 이들 결과로부터 적외선 살균장치의 106-164 g/min 범위로 이송속도를 조정함으로써 살균을 거치지 않은 대조군과 품질의 유의적인 차이가 없이 고춧가루의 곰팡이의 제거가 가능함을 확인하였다.

**Table 1. Effect of pasteurization on the quality of red pepper powder according to IR power of IR sterilizer<sup>1)</sup>**

IR power (W)	TMCs <sup>2)</sup> (cfu/g)	TFCs <sup>3)</sup> (cfu/g)	Total capsaicinoid (mg%)	ASTA color	Moisture (%)	Hunter color values		
						L	a	b
0	$1.6 \times 10^6$	$9.0 \times 10^2$	34.0±1.7	80.2±1.3	13.1±1.1 <sup>Aa5)</sup>	33.4±0.3	26.6±0.3	31.3±0.7
2000	$2.1 \times 10^6$	nd <sup>4)</sup>	36.0±3.4	78.8±0.7	8.9±0.2 <sup>B</sup>	33.4±0.3	25.9±0.5	30.1±0.4
4000	$2.7 \times 10^6$	nd	36.7±0.7	79.5±0.8	7.3±0.5 <sup>BC</sup>	33.7±0.2	26.3±0.1	31.4±0.2
8000	$2.5 \times 10^6$	nd	37.6±1.5	79.1±2.7	5.9±0.1 <sup>C</sup>	34.2±0.8	26.8±0.2	32.1±0.7

<sup>1)</sup>Operating conditions of sterilizer: Circulating water temperature, 60°C; conveying speed, 34 g/min; particle size of red pepper powder, 9 mesh

<sup>2)</sup>Total bacteria counts

<sup>3)</sup>Total Fungal counts

<sup>4)</sup>not detected

<sup>5)</sup>Different letters in the same column indicate that the values are significantly different ( $p < 0.05$ ).

**Table 2. Effect of pasteurization on the quality of red pepper powder according to conveying speed of IR sterilizer<sup>1)</sup>**

Conveying speed (g/min)	TBCs <sup>2)</sup> (cfu/g)	TFCs <sup>3)</sup> (cfu/g)	Total capsaicinoid (mg%)	ASTA color	Moisture (%)	Hunter color values		
						L	a	b
Control	$1.3 \times 10^7$	$6.2 \times 10^2$	34.4±0.7	80.2±1.9	12.4±0.4 <sup>a5)</sup>	33.6±0.3 <sup>b</sup>	26.3±0.5 <sup>b</sup>	32.4±1.5 <sup>b</sup>
82	$1.4 \times 10^7$	nd <sup>4)</sup>	33.5±0.2	81.7±2.1	4.2±0.4 <sup>c</sup>	32.2±0.3 <sup>a</sup>	22.9±0.3 <sup>a</sup>	28.1±1.0 <sup>a</sup>
106	$1.1 \times 10^7$	nd	33.2±0.1	80.1±2.1	10.7±0.6 <sup>b</sup>	33.2±0.4 <sup>b</sup>	25.5±1.2 <sup>b</sup>	30.3±1.6 <sup>ab</sup>
164	$8.3 \times 10^7$	nd	32.9±3.3	80.7±0.7	11.7±0.1 <sup>ab</sup>	33.1±0.3 <sup>b</sup>	25.6±0.2 <sup>b</sup>	30.4±0.3 <sup>ab</sup>
257	$7.6 \times 10^6$	$1.5 \times 10$	32.3±1.9	81.2±1.4	12.1±0.0 <sup>ab</sup>	33.2±0.3 <sup>b</sup>	26.0±0.1 <sup>b</sup>	31.1±0.4 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup>Operating conditions of sterilizer: Circulating water temperature, 60°C; IR power, 8000 W; particle size of red pepper powder, 9 mesh

<sup>2)</sup>Total bacteria counts

<sup>3)</sup>Total Fungal counts

<sup>4)</sup>not detected

<sup>5)</sup>Different letters in the same column indicate that the values are significantly different ( $p < 0.05$ ).

**Table 3. Effect of IR pasteurization on the quality of red pepper powder according to particle size<sup>1)</sup>**

Powder size (mesh)	Pasteurization	TBCs <sup>2)</sup> (cfu/g)	TFCs <sup>3)</sup> (cfu/g)	Total capsaicinoid (mg%)	ASTA color	Moisture (%)	Hunter color values		
							L	a	b
9	before	9.2×10 <sup>6</sup>	3.2×10 <sup>2</sup>	32.5±0.7	81.2±2.8	13.0±0.3 <sup>A5)</sup>	33.6±0.3	26.1±0.5	31.9±0.5
	after	9.5×10 <sup>6</sup>	nd <sup>2)</sup>	34.8±0.7	78.9±1.3	10.9±0.1 <sup>B</sup>	33.3±0.2	25.3±0.5	30.6±0.8
32	before	4.0×10 <sup>7</sup>	8.4×10 <sup>2</sup>	44.2±1.4	78.7±1.3	6.5±0.2 <sup>a</sup>	40.6±0.3	33.6±0.1	44.4±0.6
	after	2.4×10 <sup>7</sup>	nd	44.7±1.8	77.6±3.6	2.8±0.5 <sup>b</sup>	40.0±0.3	33.0±0.2	43.9±0.5

<sup>1)</sup>Operating conditions of sterilizer: Circulating water temperature, 60°C; conveying speed, 156 g/min; IR power, 8000 W

<sup>2)</sup>Total bacteria counts

<sup>3)</sup>Total Fungal counts

<sup>4)</sup>not detected

<sup>5)</sup>Different letters in the same column indicate that the values are significantly different ( $p<0.05$ ).

**Table 4. Effect of repeated IR pasteurization<sup>1)</sup> on the quality of red pepper powder**

Number of pasteurization	TBCs <sup>2)</sup> (cfu/g)	TFCs <sup>3)</sup> (cfu/g)	Total capsaicinoid (mg%)	ASTA color	Moisture (%)	Hunter color values		
						L	a	b
Control	1.7×10 <sup>7</sup>	1.6×10 <sup>3</sup>	32.9±1.6	79.9±2.1	12.6±0.3 <sup>as)</sup>	33.2±0.8	25.4±0.6	30.4±0.5
1	1.2×10 <sup>7</sup>	nd <sup>4)</sup>	34.0±0.2	81.7±0.7	8.9±0.2 <sup>b</sup>	34.1±0.0	25.9±0.6	31.2±1.0
3	1.3×10 <sup>7</sup>	nd	35.4±0.6	80.7±0.7	4.6±0.3 <sup>c</sup>	34.3±0.1	26.3±0.4	31.1±0.7
5	1.5×10 <sup>7</sup>	nd	35.6±0.1	80.2±1.5	4.3±0.0 <sup>c</sup>	34.0±0.3	25.5±0.0	30.8±0.7
7	1.1×10 <sup>7</sup>	nd	35.2±0.4	80.2±2.9	3.3±0.0 <sup>d</sup>	33.7±0.2	24.9±0.2	30.6±0.3

<sup>1)</sup>Operating conditions of sterilizer: Circulating water temperature, 60°C; conveying speed, 162 g/min; IR power, 8000 W; particle size of red pepper powder, 9 mesh

<sup>2)</sup>Total bacteria counts

<sup>3)</sup>Total Fungal counts

<sup>4)</sup>not detected

<sup>5)</sup>Different letters in the same column indicate that the values are significantly different ( $p<0.05$ ).

### 입자크기가 다른 고춧가루의 살균이 고춧가루의 품질에 미치는 영향

IR 분체 살균장치의 적외선 출력을 8000 W로 고정하고 9 mesh와 32 mesh의 고춧가루를 156 g/min로 이송하면서 고춧가루의 입자 크기에 따른 미생물 수와 품질 변화를 평가하였다(Table 3). 고춧가루의 입자크기와는 상관없이 살균한 고춧가루의 진균은 모두 검출되지 아니하였으나 일반세균에 대한 살균효과는 확인되지 아니하였다. 총 capsaicinoid의 함량은 살균전과 비교하여 입자크기에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. ASTA 색도와 표면 색도도 입자크기 별로 각각 살균전과 비교하여 감소하는 경향을 보였으나 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 고춧가루의 수분 함량은 9 mesh와 32 mesh의 고춧가루에서 초기 13%와 6.5%에서 각각 10.9%와 2.8%로 각각 2.1%와 3.7%가 감소하여 고운 고춧가루(32 mesh)가 더 많은 수분함량의 감소를 보여 주었다.

### 고춧가루의 반복 살균이 고춧가루 품질에 미치는 영향

적외선 출력을 8000 W로 고정하고 고춧가루를 162 g/min로 이송하면서 1, 3, 5, 7회 반복 살균함에 따른 고춧가루의 미생물 수와 품질의 변화를 평가하였다(Table 4). 총 capsaicinoid의 함량과 ASTA 색도, 표면색도는 모든 반복 살균 조건에서 살균전과 비교하여 유의적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 반복하여 살균을 수행함에 따라 다른 품질의 변화가 없음에도 불구하고 수분 함량만이 감소하는 경향을 나타내었다. 살균 전 고춧가루의 수분 함량은 12.6% 이었으며 살균을 1, 3, 5, 7회 반복함에 따라 수분 함량이 각각 8.9, 4.6, 4.3, 3.3%로 감소하였다. 살균을 7회에 걸쳐 반복하여 수행한 결과 1회 살균만으로도 진균은 검출되지 아

니하였으나 일반세균수는 반복된 적외선 살균에도 불구하고 유의적으로 감소하지 아니하였다.

### 적외선 살균 중 순환수온도가 고춧가루 품질에 미치는 영향

IR 분체 살균장치를 이용하여 고춧가루를 180 g/min로 이송하면서 순환수 온도를 30, 60, 70°C로 달리하여 살균된 고춧가루의 미생물 수와 품질의 변화를 평가하였다(Table 5). IR 분체 살균장치의 진동이송장치 내 순환수 온도를 30°C로 조절하였을 때 일반세균 및 진균은 각각 19.6%와 65.5%만이 감소하였고 장시간 가동시 진동이송관에 응축수의 발생이 관찰되었으므로 응축수 발생의 방지가 가능한 60°C 이상의 조건에서 순환수를 사용하여 살균기를 가동하였다.

순환수를 60°C에서 가동시켰을 때의 각 적외선램프 아래의 이송관 위의 고춧가루의 순간 품온은 각각 75, 104, 120, 153°C를 나타내었다. 적외선을 가동시키지 않고 60°C의 이송관 온도를 조절하고 고춧가루를 이송시킨 시료의 진균수 및 일반세균수의 감소는 확인되지 아니하였다. 한편 적외선을 가동시키고 60°C와 70°C의 순환수온도에서 살균된 고춧가루 시료들은 진균이 검출되지 아니하였으나 일반세균에 대한 살균 효과는 없는 것으로 나타났다. IR 램프를 가동시키고 순환수 온도를 달리하여 살균된 고춧가루 시료들은 총 capsaicinoid 함량, ASTA 색도, 그리고 표면 색도에 있어서 살균전과 비교하여 유의적인 차이를 보이지 않았다. 초기 13.0%의 수분함량의 고춧가루를 순환수 온도 30°C와 60°C 및 70°C에서 살균한 결과 각각 11.9, 10.9, 그리고 10.1%의 수분함량을 나타내어 순환수 온도의 증가에 따라 약간의 감소가 확인되었다.

개발된 적외선 살균장치를 고춧가루에 적용한 결과 진균의 완

**Table 5. Effect of IR pasteurization on the quality of red pepper powder according to circulating water temperature in IR sterilizer<sup>1)</sup>**

Temperature of circulating water (°C)	TBCs <sup>2)</sup> (cfu/g)	TFCs <sup>3)</sup> (cfu/g)	Total capsaicinoid (mg%)	ASTA color	Moisture (%)	Hunter color values		
						L	a	b
Control	9.2×10 <sup>6</sup>	3.2×10 <sup>2</sup>	32.5±0.7	81.1±1.2	13.0±0.3 <sup>4)</sup>	33.6±0.1	27.0±0.85	32.9±0.7
30	7.4×10 <sup>6</sup>	1.1×10 <sup>2</sup>	32.7±1.2	79.7±2.1	11.9±0.1 <sup>b</sup>	33.1±0.3	26.1±0.65	31.8±0.5
60	1.1×10 <sup>7</sup>	nd <sup>4)</sup>	32.7±0.2	82.7±0.7	10.9±0.1 <sup>b</sup>	33.3±0.3	26.1±0.9	32.1±0.8
70	1.3×10 <sup>7</sup>	nd	33.4±0.4	81.2±1.6	10.1±0.2 <sup>b</sup>	33.6±0.2	26.8±0.6	31.8±0.6

<sup>1)</sup>Operating conditions of sterilizer: conveying speed, 180 g/min; IR power, 8000 W; particle size of red pepper powder, 9 mesh

<sup>2)</sup>Total bacteria counts

<sup>3)</sup>Total Fungal counts

<sup>4)</sup>not detected

<sup>5)</sup>Different letters in the same column indicate that the values are significantly different ( $p < 0.05$ ).

전살균이 기대되므로 비교적 내열성포자형성균의 분포가 적은 분체와 생산제품이나 유통제품의 품질에 곰팡이가 영향을 줄 수 있는 분체의 살균에 적용이 기대된다.

## 요 약

고춧가루의 살균을 위하여 이송판 상부와 하부에 각각 총 4개의 적외선램프(총출력 8000 W)와 온수순환장치를 장착하고 진동장치를 사용해 분체를 이송하는 분체살균장치를 제작하였다. 진균은 2000 W 이상의 적외선 출력에서 대한 완전살균이 가능하였다. 그러나 일반세균수는 유의적으로 감소하지는 아니하였다. 고춧가루 중 미생물의 효과적인 살균과 수분함량의 감소를 줄이기 위한 고춧가루의 최적 이동속도는 106-164 g/min 범위로 확인되었다. 고춧가루의 입자크기와 무관하게 진균을 완전히 살균할 수 있었으며 수분 함량은 9 mesh보다는 32 mesh의 고온 고춧가루가 더 높은 수분함량의 감소를 보여 주었다. 고춧가루에 대한 반복된 적외선 살균은 고춧가루의 수분함량(초기 12.6%)의 급속한 감소(2회 살균 후 4.6%)로 인하여 바람직하지 아니하였다. 1회 살균만으로도 진균은 불검출 되었으며 살균 횟수가 증가할수록 수분함량이 감소하였다. 한편 적외선살균 후 고춧가루의 총 capsaicinoid의 함량과 ASTA 색도, 표면색도는 모든 살균 조건에서 살균전과 비교하여 유의적인 차이를 보이지 않았다.

## 문 헌

- Shin HH, Lee SR. Attempts to estimate the use level of red pepper in kimchi and *gochujang* (hot soy paste). Korean J. Food Sci. Technol. 23: 301-305 (1991)
- Kim HK, Jo KS, Park MH, Chang YS, Shin ZI. Comparison of sorption characteristics of red pepper powders with their seeds mixing ratio. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 817-823 (1990)
- Hawer WS, Ha J, Hwang J, Nam Y. Effective separation and quantitative analysis of major heat principles in red pepper by capillary gas chromatography. Food Chem. 49: 99-103 (1994)
- Byun MW, Yook HS, Kwon JH, Kim JO. Improvement of hygienic quality and long-term storage of dried red pepper by gamma irradiation. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 482-489 (1996)
- Kwon JH, Byun MW, Cho HO, Han BH. Comparative effects of gamma irradiation and ethylene oxide fumigation on some chemical quality of white ginseng powder. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 278-282 (1994)
- Byun MW. Radurization and radacidation of spices. Korean J. Food Sci. Technol. 17: 311-318 (1985)
- Kwon JH, Byun MW, Cho HO. Effect of gamma irradiation on the sterilization of red pepper powder. J. Korean Soc. Food Nutr. 13: 188-192 (1984)
- KFDA, Food Code. Korea Food and Drug Administration, Cheongwon, Korea. 5-21-6 (2009)
- Wesley F, Rourke B, Darbshire O. The formation of persistent toxic chlorohydris in foodstuffs by fumigation with ethylene oxide and with propylene oxide. J. Food Sci. 30: 1037-1042 (1965)
- The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. Secretariat for The Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer & The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. Ozone Secretariat United Nations Environment Programme(UNEP). Nairobi. Kenya (2000)
- Lee JH, Sung TH, Lee KT, Kim MR. Effect of gamma-irradiation on color, pungency, and volatiles of Korean red pepper powder. J. Food Sci. 69: 585-592 (2004)
- Lee JE, Lee MH, Kwon JH. Effects of electron beam irradiation on physicochemical qualities of red pepper powder. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 271-276 (2000)
- Choi EH, Kim YB, Lee SR. Isolation of microorganism from red pepper powder and their radio sensitivity, Korean J. Food Sci. Technol. 9: 205-210 (1977)
- Lee HS, Lee WD, Koh BH, Lee MS. Preparation of squid-*jeotkal* with pasteurized red pepper. J. Fd. Hyg. Safety 15: 13-17 (2000)
- Kim HK, Jo KS, Park MH, Chang YS, Shin ZI. Effects of nitrogen flushing on the storage stability of red pepper powders. Korean J. Food Sci. Technol. 22: 833-839 (1990)
- Knorr D. Hydrostatic pressure treatment of food. Vol. 8, pp. 159-175. In: New Methods of Food Preservation. Gould GW (ed). Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, MD, USA (1995)
- Mok CK, Lee JY, Chang HG. Optimization of heat sterilization condition for *yakju* (rice wine). J. Food Progress Eng. 2: 137-143 (1998)
- Bak JK, Bak WS, Kim SA, Chun JH. pp.1-33. Rapid detection for hazard microbiological contamination of red pepper powder by NIRS. Ministry of Health and Welfare, Seoul, Korea (2002)