

## 비가열 병합살균에 의한 후추의 향미 특성 변화

이광민 · 신정규<sup>1\*</sup>

전주대학교 조리·식품산업학과, <sup>1</sup>전주대학교 한식조리학과

### Flavor and Taste Characteristics of Black Pepper by Combining Nonthermal Sterilization Treatments

Gwang Min Lee and Jung-Kue Shin<sup>1\*</sup>

Department of Culinary & Food Industry, Jeonju University

<sup>1</sup>Department of Korean Cuisine, Jeonju University

#### Abstract

The purpose of this study was to confirm changes in flavor and taste characteristics of black pepper by combining nonthermal sterilization treatment methods, namely intense pulsed light, cold plasma, and ultraviolet. After treatment, lightness value and hue angle of black pepper were decreased. The difference in chromaticity between samples before and after treatment showed a significant difference of 6.11. The piperine contents before and after the combined non-thermal sterilization treatment were reduced from 28.4±0.25 mg/g to 20.4±1.06 mg/g. The results of an intensity test showed that the color and flavor of the sample became darker and weaker, but hot and pungent were not distinguished after nonthermal treatment. The flavor profile showed that the intensity of cool flavor was decreased, the intensity of nutty taste was increased, and other sensory languages did not show any difference. Although differences in flavor and taste were distinguished in a cooking application, the differences were not significant.

**Key words:** black pepper, intense pulsed light, cold plasma, ultraviolet, flavor and taste

## 서 론

후추(*Piper nigrum* L.)는 세계적으로 널리 사용되는 향신료 중 하나로 인도가 주산지이다. 검은 후추는 열매가 녹색일 때 수확하여 햇볕에 건조되어 생산되며, 백후추는 껍질을 제거하고 건조된 것이다. 후추는 독특한 향과 맛을 지니고 있어 풍미를 강화하기 때문에 식욕 증진 등의 목적으로 활용되고 있다. 후추의 향기 성분은 주로 terpene류, alcohol류, aldehyde류, ketone류에 속하는 것들이며, 특유의 매운맛 성분은 piperine으로 후추 품질의 지표물질이다. Piperine은 특유의 매운맛과 방부효과를 가지고 있어 식생활뿐만 아니라 약용, 살충제, 방부제, 향수 제조 등에 사용된다(Park & Im, 2010; Park et al., 2014).

후추는 재배과정에서 다양한 미생물에 오염될 수 있으며, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* 등의 미생물이 후추에서 검출되었다고 보고되었다. 실제로 국내 재래시장에서

유통 중인 후추에서 일반 세균  $10^4$ - $10^7$  CFU/g, *Bacillus cereus*  $10^2$ - $10^5$  CFU/g으로 높은 오염도를 보인다(Park et al., 2018). 일반적으로 후추의 미생물은 포자 형태를 하고 있으며 살균이 어렵고, 건조된 후추는 상온에서 비교적 안정한 제품이지만 가공식품에서 최종 제품의 유통기한을 단축하거나 식품 매개 질병을 일으킬 수 있어 문제가 될 수 있다(Hertwing et al., 2015).

후추와 같은 향신료의 살균 방법으로는 가열 살균, 자외선 처리, microwave 처리, 훈증제 처리 등이 대부분이나 살균효과의 불충분, 약제 성분의 잔류 등 많은 문제점을 내포하고 있으며, 특히 살균 처리 과정에서 고유의 매운 향이 다량 소실되는 문제점을 동반한다(Cho et al., 1986). 이러한 문제점을 해결하기 위해 고전압 펄스 전기장(high voltage pulsed, PEF), 초고압(high hydrostatic pressure, HPP), 광펄스(intense pulse light, IPL), 저온 플라즈마(cold plasma) 등 다양한 비가열 살균 방법이 연구되고 있다(Shin et al., 2010).

하지만 한가지 살균 방법이 식품내의 모든 미생물을 사멸시킬 수 없고, 높은 효율의 살균이 어려워 다른 살균기술과의 조합을 통해 식품의 안정성을 확보하기 위한 노력이 계속되고 있다. 지금까지 병합살균기술을 통한 후추의

\*Corresponding author: Jung-Kue Shin, Department of Korean Cuisine, College of Culture and Tourism, Jeonju University. 303 Cheonjam-ro, Wansan-gu, Jeonju, 55069. Republic of Korea  
Tel: +82-63-220-3081; Fax: +82-63-220-3264  
E-mail: sorilove@jj.ac.kr  
Received May 9, 2020; revised May 20, 2020; accepted May 21, 2020

살균은 Gwak et al. (2018)와 Bang et al. (2018) 등의 연구에서 일부 살균기술을 병합하여 미생물 살균에 대한 연구 결과를 보고하였지만 살균 처리 후 후추의 기기적 분석을 통한 품질변화나 관능적 특성에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 후추를 포함한 향신료의 품질평가는 식품공전에서 위화물, 타르색소, 대장균 및 대장균군을 측정항목으로 설정하고 있다(Ministry of Food and Drug Safety, 2020). 그러나 실제로 후추의 품질은 고유의 향미에서 결정되기 때문에 관능적 특성이 매우 중요하다(Lee, 2009). 따라서 본 연구에서는 서로 다른 3개의 비가열 살균 방법(광펄스, 저온 플라즈마, 자외선처리)을 병합한 장비를 이용하여 살균 처리한 후 후추의 기기적 분석결과와 관능적 특성 사이의 상관관계를 통해 품질변화를 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

후추(Malaysia)는 C 한약방(Seoul, Korea)에서 구매하여 살균 처리 전의 시료와 함께 광펄스, 저온 플라즈마, 자외선 병합살균장치(Dukyong Eng. Co., Seongnam, Korea)를 이용하여 살균 처리한 것을 시료로 사용하였다. 시료의 살균처리는 조분쇄 형태의 후추를 광펄스(3,000 V, 2 Hz)와 저온 플라즈마(1 kV, 30 Hz)로 3분간 순차적으로 처리한 후 자외선(253.7 nm, 40 W) 처리를 진행하였다. 자외선램프와 시료의 거리는 5 cm였으며, 약 1,200 mm를 4.6 cm/s의 속도로 26초간 이동하였다. 살균 처리 후 미생물 저감 효과는 0.51 log CFU/g였다. 기기적 분석과 관능평가를 위해 살균처리 전후의 시료를 warning blender (HGB25E, Warning Laboratory Science, Torrington, CT, USA)를 이용하여 high 단계에서 2분간 분쇄 후 35 mesh 체에 내려 균일하게 하였다. 이후 향미 보존을 위해 알루미늄 재질의 파우치에 담아 밀봉한 후 -20°C에서 보관하였다. 실험에 사용된 생수(Kwang Dong Pharm. Co., Jeju, Korea)와 묘사분석의 기준으로 사용된 재료들과 사골곰탕(CJ Cheiljedang, Jincheon, Korea), 크림수프(Dongwon Homefood, Asan, Korea), 소고기, 무 등의 식재료는 시중 대형마트에서 구매하여 사용하였다.

### 색도측정

비가열 병합살균 전후 후추의 색도 변화를 확인하기 위해 지름 3 cm의 원형 평판 접시(petridish)에 가득 담아 평평하게 깎은 후 색도계(CR-400, Konica Minolta Co. Ltd, Tokyo, Japan)를 이용하여 L (명도, lightness), a (적색도, redness), b (황색도, yellowness)를 측정하였다. 3회 반복 측정하여 평균값으로 사용하였으며, 표준 백판값은 L=96.81, a=0.02, b=1.70이었다. 색상각(hue angle)은  $\tan^{-1}(b/$

a)으로 계산하였으며, 색도차( $\Delta E$ )는 살균 처리 전 후추를 기준으로 하여 각 색도 측정치에 대하여 계산하였으며, 다음 식에 의해 계산하였다.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

### Piperine 함량분석

비가열 병합살균 전후 후추의 piperine 함량을 분석은 Lee & Shin (2019)의 방법을 참고하였다. Agilent 6410B Triple Quadrupole LC/MS (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, USA)를 사용하여 LC MS/MS 방법으로 piperine 함량을 분석하였으며, 시료는 MeOH 용액에 0.1 g/mL 녹여 추출 후 1/1000 희석하여 사용하였다. 분석 후 piperine (Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 표준용액 1, 10, 100, 1,000 ppb를 분석하여 얻은 검량선을 토대로 peak 면적으로부터 piperine 함량을 계산하였다.

### 관능평가 패널 선발

관능평가 패널은 전주대학교 한식조리학과에 재학 중인 남녀 학생을 대상으로 기본맛 인지 검사와 순위 강도 검사를 통해 선발하였다. 선발된 인원을 대상으로 Wage (2008)를 참고하여 60°C에서 0-0.5%까지 0.1% 농도 간격으로 제조한 6개의 시료를 순위 검사법(ranking test)으로 평가하는 후추 농도별 순위 강도 훈련을 진행한 후 정답률이 80% 이상인 패널 17명을 대상으로 시료의 강도평가를 진행하였다. 강도평가를 진행한 패널 17명을 대상으로 60°C에서 0-0.5%까지 0.05% 농도 간격으로 제조한 11개의 시료를 순위 검사법(ranking test)으로 평가하는 후추 농도별 순위 강도 훈련을 진행한 후 정답률이 80% 이상인 패널 13명을 대상으로 묘사분석을 진행하였다. 조리적용 관능평가를 위해서는 훈련 간 개인 정답률을 고려하여 21명을 선발하여 진행하였다. 본 연구는 전주대학교 기관생명윤리위원회(Jeonju University Institutional Review Board)의 승인을 받아 수행되었다(IRB No.: jJIRB-2017-0911).

### 시료의 강도평가

시료는 난수표에서 선택된 세 자릿수의 난수를 부착하여 제공하였으며, 시료와 시료 사이에 입을 행굴 수 있도록 생수와 식빵을 제공하였다. 평가 후 5분 정도의 휴식 시간을 두어 혀의 둔화 현상을 최소화하도록 하였다. 시료의 평가 항목은 색, 향, 매운맛, 혀의 아린 정도이었으며, 제시된 시료를 무작위로 맛을 보고 15 cm line 위에 시료 간의 강도 차이를 표시하도록 하였다. 색은 어두운 정도에 따른 강도를 표시하도록 하였으며, 나머지 항목은 특성에 대한 강도가 강한 순으로 평가하였다.

**Table 1. Preparation recipes for cooking application**

Prepared foods	Materials	(g)	Cooking procedures
Beef radish soup	Diced beef	100.0	Boiled for 15 min, then sprinkled with black pepper powder.
	Sliced turnip	200.0	
	Water	1000.0	
	Salt	4.0	
	Soysauce	10.0	
Cream soup	Black pepper	1.0	Boiled and stirring for 10 min, then sprinkled with black pepper powder.
	Cream soup powder	100.0	
	Water	1000.0	
Beef bone soup	Black pepper	0.9	Boiled for 10 min, then sprinkled with black pepper powder.
	Sagolgomtang	1000.0	
	Black pepper	0.8	

### 향미프로필(Flavor Profile)

비가열 병합살균 처리 전후 시료의 관능적 특성 차이를 확인하기 위하여 묘사분석 방법 중 향미프로필 방법을 활용하였으며, 향과 맛에 대한 관능적 특성을 스펙트럼 묘사 분석 방법으로 표현하였다. Lee & Shin (2019)에서 개발된 후추에 대한 13개의 관능적 언어와 기준시료(R)의 강도를 참고하여 관능검사 요원들이 스스로 인지할 수 있도록 훈련하였다. 기준시료는 훈련된 언어에 따른 해당 물질들을 제공하여 기준으로 하였으며, 시료는 살균 처리 전후 후추 2종을 제시하였다. 모든 시료는 향을 먼저 평가한 후 맛을 평가하게 하였으며, 0-11점 척도를 사용하여 시료의 강도를 평가하도록 하였다.

### 조리 적용 관능평가

비가열 병합살균 처리 전후 후추를 조리에 적용하였을 때 향미 차이를 확인하기 위하여 살균처리 전후 후추를 소고기뭇국, 크림수프, 사골곰탕을 사용하여 평가하였으며, 시료의 제조법은 Table 2에 나타내었다. 시료와 시료 사이에 입을 행할 수 있도록 생수와 식빵을 제공하였으며, 평가를 시작하기 전과 시료를 맛본 후 입안을 헹구도록 하였

다. 시료의 특성상 강한 향미를 가지고 있어 평가 후 5분 정도의 휴식 시간을 두어 혀의 둔화 현상을 최소화하도록 하였다. 난수표에서 선택된 세 자릿수 난수를 부착하여 제공된 시료를 무작위로 맛본 후 15 cm line 위에 시료 간의 강도의 차이를 표시하도록 하였다. 평가 항목은 후추의 향과 맛이였다.

### 통계분석

통계분석은 비가열 병합살균 처리 전후의 후추의 색도 차이와 piperine 함량의 차이를 검증하기 위하여 대응 표본 T검정을 진행하였으며, 관능평가 결과 시료의 향미 차이를 검증하기 위하여 비모수 검정 중 대응 2-표본테스트를 수행하였으며, 유의적 차이를 검증하기 위하여 윌콕슨 부호 순위 검정(Wilcoxon signed rank test)을 수행하였다. 모든 통계분석의 유의수준은  $p < 0.05$ 였으며, SPSS Version 21.0 package program (SPSS INC., Chicago, IL, USA)을 사용하였다. 정량적 묘사분석을 통해 개발된 후추의 관능적 언어와 향미프로필 결과의 상관성 분석을 위해 주성분 분석(principal component analysis, PCA)을 실시하였다 (XLSTAT, Ver. 2020, Addinsoft, Paris, France).

**Table 2. Properties of black pepper before and after combining nonthermal treatments**

	Before treatments	After treatments	<i>p</i> -value
Color			
L	42.1±0.75 <sup>1)</sup>	36.2±0.72	0.001*
a	1.6±0.11	1.9±0.10	0.047*
b	6.5±0.33	5.1±0.41	0.005*
Hue angle	76.0±1.53	69.5±1.35	0.001*
ΔE		6.11	
Piperine contents (mg/g)	28.4±0.25	20.4±1.06	0.006*

n=3

<sup>1)</sup>Mean±SD

\* $p < 0.05$

## 결과 및 고찰

### 색도와 piperine 함량 변화

병합살균 처리 전후 후추의 색도 측정결과와 piperine 함량 변화를 분석한 결과를 Table 2에 나타내었다. 살균 처리 후 후추의 명도값은 유의적으로 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 광펄스의 강한 빛과 저온 플라즈마에 의한 온도변화가 색분해를 촉진하여 명도값이 감소한 것으로 판단된다. Lee (2020)에 의하면 살균 처리 과정에서 광펄스와 저온 플라즈마 연속 처리 후 쌀눈의 온도는 약 51°C까지 상승하였으나, 자외선 처리 과정 중에 약 28°C까지 감소하여 살균 처리 중 온도변화는 제품의 품질

에 큰 영향을 끼치지 않을 것으로 판단된다. 살균 처리 후 적색도 값은 증가하였으며, 황색도 값은 감소하는 경향을 보여 유의적 차이를 보였다. 색상각의 값은 살균 처리 전 76.0±1.53, 살균 처리 후 69.5±1.35으로 값이 감소하여 유의적인 차이를 보였다. Bang et al. (2018)에 의하면 45-75의 색상각 값은 갈색을 나타내며, 그 범위 내에서 값이 작을수록 갈색이 진해진다는 것을 의미한다. 따라서 병합살균 처리시 광펄스의 강한 빛과 자외선 처리가 후추의 막손상(membrane damage)에 의한 페놀의 산화를 촉진시켜 갈색이 진해진 것으로 판단된다(Collings et al., 2018). 색도차(ΔE)는 6.11로 Song & Park (1995)의 기준에 따르면 큰 차이(6.0-12.0)를 보이는 것으로 나타났다. 수확 직후 후추는 녹색인데 이를 건조 및 가공하는 과정에서 일반적인 검은 후추의 색이 되며, 이도 페놀의 산화에 의한 것이다(Dhas & Korikanthimath, 2003).

후추의 매운맛 성분인 piperine 함량 변화는 살균 처리 전 28.4±0.25 mg/g이었으며, 살균 처리 후 20.4±1.06 mg/g으로 28.6% 감소하여 유의적인 차이를 보였다. 이러한 경향은 빛에 노출됨에 따른 이성화 현상과 살균 과정 중 성분 자체의 파괴가 복합적으로 작용한 결과이다. Piperine의 본체는 매운맛이 강한 2-E,4-E; piperine이며, 열과 방사선에 대한 저항성이 커서 안정하지만 빛에 노출되면 매운맛이 약한 2-Z,4-Z; cavin으로 이성화가 진행되며, 가공과정에서 성분 자체의 파괴가 이루어진다고 보고되고 있다(Cho et al., 1986; Kim & Kim, 2004). Lee & Shin (2019)의 연구 결과에 따르면 비가열 살균 처리에 의해 piperine 함량이 감소하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보였으며, 광펄스 처리 후 piperine 함량이 가장 큰 감소를 보여 병합살균 처리 과정 중 광펄스 처리가 piperine 함량 감소에 가장 큰 영향을 끼쳤을 것으로 판단된다.

관능평가와 기기적 평가의 상관관계

비가열 병합살균 처리 전후 후추에 대한 강도평가 결과를 Table 3에 나타내었다. 색은 살균 처리 후의 후추의 색이 어둡다고 평가하였으며, 유의적인 차이를 보여 살균 처리 전후 후추의 색을 육안으로 구분하는 것으로 나타났다. 색도측정 결과 L값이 감소하여 색도차가 6.11로 큰 차이를

보였으며, 색상각 값이 감소하여 진한 갈색을 나타낸 것과 유사한 경향을 보였다. Lee & Shin (2019)에서 광펄스 처리 후 후추의 색이 다른 살균 방법에 비해 어둡다고 응답한 결과로 보아 병합살균 처리 시 광펄스 처리에 의한 색 변화가 큰 영향을 끼쳤다고 판단된다.

향은 살균 처리 후의 후추의 향이 약하다고 평가하였으며, 유의적인 차이를 보여 살균 처리 전후 후추의 향도 구분하는 것으로 나타났다. Lee & Shin (2019)에서 전자코 분석 결과 살균 처리 전후 후추가 2개의 그룹으로 구분되었으며, 강도평가 결과 살균 처리 후 시료의 향이 약하다고 응답하여 살균 처리 전후의 시료에 차이가 있음을 나타냈다. 특히 묘사분석 결과 후추 특유의 향 중 시원한 향에서 차이를 느낀 결과로 보아 병합살균 처리 후 후추 향의 감소는 시원한 향과 관련 있는 것으로 판단된다.

매운맛과 혀의 아린 정도에 대한 강도평가 결과는 유의적인 차이를 보이지 않아 살균 처리 전후를 구분하지 못하는 것으로 나타나 후추의 매운맛의 주성분이라고 알려진 piperine 함량이 살균 처리 후 감소한 결과와는 차이를 보이며, Lee & Shin (2019)의 비가열 살균 처리 후 매운맛과 혀의 아린 정도를 살균 처리 전의 시료보다 약하다고 느낀 결과와도 차이를 보였다. 이러한 결과를 종합해 보면 비가열 병합살균 처리를 통한 piperine 함량의 감소와 향의 감소는 후추 특유의 매운맛에는 큰 영향을 끼치는 수준이 아니었다고 판단된다. 후추 특유의 향을 제거했을 때 매운향과 함께 매운맛을 약하게 느껴 후추의 맛은 일반적으로 향에 큰 영향을 받는다고 보고되고 있다(Lee, 2009).

관능적 특성에 대한 향미 프로파일과 주성분 분석결과

병합살균 처리 전후 후추를 정량적 묘사분석을 통해 개발된 13개의 관능적 언어에 대하여 인지 강도를 평가하였다. 이에 따른 향미 프로파일 결과를 Table 4에 나타내었으며, 시원한 향, 풀 향, 나무 향, 한약재 향, 매운맛, 아린맛, 뚝은맛, 고소한 맛에 대한 강도 결과를 스펙트럼 묘사 분석 방법을 통해 Fig. 1에 나타내었다. 솔잎치약과 페퍼민트 시원한 향, 화자오의 시원한 향은 살균 처리 후 향이 약하다고 평가하여 유의적인 차이를 보였다. 들깨의 고소한 맛은 살균 처리 후 맛이 강하다고 평가하여 유의적인 차이를 보였다. 솔잎치약, 페퍼민트, 화자오의 시원한 향과 들깨가루의 고소한 맛을 제외한 모든 항목에서는 유의적인 차이가 나타나지 않았다. 이러한 경향은 살균 처리 과정 중 강한 빛과 플라즈마에 의한 온도상승에 의해 향기 성분이 휘발되었을 것이라고 판단된다. 후추의 향은 주로 휘발성 정유성분에 기인하며 주로 질소 화합물로 구성되어있는 것으로 보고되고 있으며, 그 함량이 높은 것이 좋은 품질의 후추로 분류되고 있다. 이러한 후추의 향기 성분은 가공하는 과정에서 변형되기 쉽고 높은 비율을 차지하고 있는 terpene, alcohol, aldehyde, ketone류는 휘발성이 강하다

**Table 3. Sensory score of intensity test for black pepper before and after combining nonthermal treatments**

	Before treatments	After treatments	p-value
Color	4.7±2.00 <sup>1)</sup>	6.5±2.00	0.000*
Flavor	10.9±1.55	7.8±2.61	0.000*
Hot	9.3±3.03	9.0±2.85	0.352 <sup>NS</sup>
Pungent	9.2±2.93	8.9±2.39	0.260 <sup>NS</sup>

n=17

<sup>1)</sup>Mean±SD

NS: not significant

\*p<0.05

**Table 4. Intensity values of attributes for black pepper before and after combining nonthermal treatments**

Sensory attributes		Definition	Before treatments	After treatments	p-value	
Flavor	Cool	Pine needles toothpaste	7.15	4.62	0.003*	
		Peppermint	7.46	4.85	0.002*	
		Red sichuan pepper	7.92	6.08	0.016*	
		Green sichuan pepper	7.00	5.69	0.068 <sup>NS</sup>	
	Grass	Dried pine needles	4.85	4.92	0.506 <sup>NS</sup>	
		Peppermint	5.69	4.46	0.147 <sup>NS</sup>	
	Wood	Pine tree	5.46	5.00	0.385 <sup>NS</sup>	
	Medicinal herbs	Star anise	5.77	4.85	0.255 <sup>NS</sup>	
	Taste	Hot	Cheongyang pepper powder	7.23	6.31	0.144 <sup>NS</sup>
			Wasabi	5.69	5.62	0.384 <sup>NS</sup>
Pungent		Chinese pepper powder	7.69	7.00	0.104 <sup>NS</sup>	
Astringent		Green tea powder	5.15	5.00	0.366 <sup>NS</sup>	
Nutty		Perilla seed	4.77	6.00	0.045*	

n=13

NS: not significant

\*p&lt;0.05

**Table 5. Sensory score of foods prepared with black pepper before and after combining nonthermal treatments**

	Cream soup		Beef radish soup		Beef bone soup	
	Flavor	Taste	Flavor	Taste	Flavor	Taste
Before treatments	7.0±2.64 <sup>1)</sup>	8.6±2.54	8.8±2.19	9.3±2.46	7.5±2.28	8.9±2.50
After treatments	6.5±1.86	7.8±2.57	7.0±2.32	7.6±2.64	6.3±2.27	8.0±2.13
p-value	0.257 <sup>NS</sup>	0.224 <sup>NS</sup>	0.011*	0.035*	0.042*	0.088 <sup>NS</sup>

n=21

<sup>1)</sup>Mean±SD

NS: not significant

\*p&lt;0.05

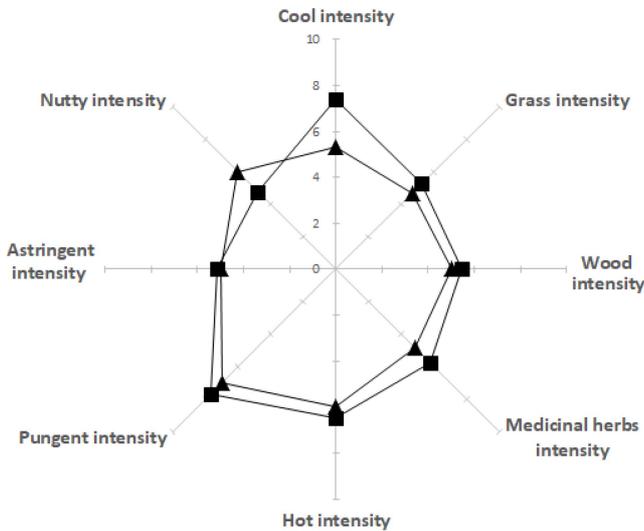
(Park & Im, 2010; Robin et al., 2006). 또한 후추에는 고소한 향기 성분이 함유되어 있는데 후추 특유의 강한 향기 성분이 휘발하면서 고소한 향을 강하게 느끼게 되고, 맛에도 영향을 끼쳤을 것이라고 보고하고 있다(Lee & Shin, 2019).

각 시료에 대한 특성 강도의 평균값을 사용하여 정량적 묘사분석을 통해 개발된 13개의 관능적 언어와 살균처리 전후 시료 사이의 상관성을 분석한 결과 살균처리 전후의 시료가 구분된 결과를 보였다(data not shown). 들깨의 고소한 맛과 마른 솔잎 풀향이 살균 처리 후의 시료와 함께 음의 상관관계를 보였으며, 이외의 모든 항목이 살균 처리 전의 시료와 함께 양의 상관관계를 보였다. Lee & Shin (2019)의 결과와 비교해 보았을 때 제 1주성분의 양의 방향으로 갈수록 관능적 언어에 대한 강도가 강해지며, 음의 방향으로 갈수록 강도가 약해져 후추 특유의 강한 향과 맛에 의해 가려져 있던 고소한 맛이나 풀 향과 같은 특성이 강하게 느껴지는 것이라고 판단된다.

#### 조리적용 관능평가

소고기뭇국, 크림수프, 사골곰탕에 병합살균 처리 전후 후추를 적용하여 관능평가를 진행한 결과를 Table 5에 나

타내었다. 크림수프에서 살균 처리 전후 후추의 향과 맛에 대하여 유의적인 차이를 보이지 않아 살균 처리 전후 후추를 적용한 시료를 구분하지 못하는 것으로 나타났다. 소고기뭇국에서는 살균 처리 후 후추가 적용된 시료에서 후추의 향과 맛이 살균 처리 전 후추를 적용한 시료 비해 약하게 느껴진다고 평가하였으며, 유의적인 차이를 보여 살균 처리 전후 후추를 적용한 시료를 구분했다. 사골곰탕의 경우 살균 처리 후 후추를 적용했을 때 후추의 향이 약하게 느껴진다고 평가하였으며, 유의적인 차이를 보였다. 후추 맛은 유의적인 차이를 보이지 않아 후추 향은 구분했지만, 맛은 구분하지 못한 것으로 나타났다. Mok & Jeon (2013)에서는 감압방전플라즈마 살균 처리 전후 후추를 고깃국에 적용하였을 때 관능적 차이를 크게 느끼지 못했다고 보고되었다. 이러한 결과와는 크림수프에 살균 처리 전후 후추를 적용하였을 때 결과와 유사한 경향을 보이며, 소고기뭇국과 사골곰탕에서의 결과는 차이를 보였다. 이러한 현상은 지방 성분이 혀를 둔화시키고 후추 향의 주성분인 정유 성분과 결합하여 맛과 향을 평가하는 데 영향을 끼친 것이며, 특히 크림수프는 소고기뭇국과 사골곰탕보다 점도와 유지방 함량이 높아 후추의 향미를 차이를 느끼기 어려웠을 것으로 판단된다. 사골곰탕은 후추의 정유 성분



**Fig. 1.** The mean attribute intensity value with flavor profile of black pepper before and after combining nonthermal treatments. ■ Before treatments, ▲ After treatments.

과 결합하여 향을 평가하는 데 영향을 끼치기에는 크림수프보다 지방함량이 낮아 향의 차이는 구분해 냈으며, 후추 맛의 차이를 느끼지 못한 것은 사골곰탕 국물의 점도와 지방 성분이 복합적으로 영향을 끼쳤을 것으로 판단된다. 소고기묵국의 경우 분명하게 향을 구분하여 향을 통해 후추의 맛도 강하다고 평가한 결과로 판단된다.

### 요 약

다양한 미생물 오염의 위험에 노출되어있는 후추를 서로 다른 3가지 비가열 살균 방법을 병합한 장비를 이용하여 살균 처리하였을 때 향미 특성의 변화를 분석하였다. 색도 측정 결과 명도값과 색상각 값이 감소하여 어둡고, 진한 갈색으로 변했으며, 색도차는 6.11로 큰 차이를 보였다. Piperine 함량은 살균 처리 전  $28.4 \pm 0.25$  mg/g에서 살균 처리 후  $20.4 \pm 1.06$  mg/g으로 28.6% 감소율을 보였다. 강도평가 결과 살균 처리 전후 두 시료 사이의 색과 향이 구분되었으며, 매운맛과 혀의 아린 정도는 구분되지 않았다. 색에 대한 강도평가 결과는 살균 처리 후 후추의 색이 살균 처리 전보다 어둡다고 평가된 색도측정 결과와 유사한 경향을 보였으며, 매운맛에 대한 강도평가 결과는 살균 처리 후 piperine 함량이 감소한 분석결과와 차이를 보였다. 살균 처리 후 후추의 솔잎치약, 페퍼민트, 화자오의 시원한 향이 약하다고 응답하였으며, 들깨의 고소한 맛이 강하다고 응답했다. 이외의 항목에서는 유의적인 차이를 보이지 않은 것으로 나타났다. 조리적용 시에는 적용된 품목의 점도와 지방함량에 따라 향과 맛에 대한 항목의 구분에 차이가 있었으며, 크림수프와 같이 점도가 높고 지방함량이 높은 식품에 적용했을 때 향과 맛의 큰 차이를 느끼지 못하는 것

으로 판단된다. 이전 논문의 개별살균 처리 후 후추의 미생물 저감효과와 향미 특성 분석 결과와 비교해 보았을 때 병합살균 처리 후에 미생물 저감효과는 더 높고 향미 특성은 살균 처리 전후 유의적 차이가 적어 산업적 적용 가능성을 보였다.

### 감사의 글

본 연구는 농림축산식품부(고부가가치 식품기술개발사업, 과제번호 : 317030-3)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

### References

Bang IH, Lee SY, Han KS, Min SC. 2018. Microbial decontamination of black pepper powder using a commercial-scale intervention system combining ultraviolet-c and plasma treatments. *Food Eng. Prog.* 22: 386-391.

Cho HO, Kwon JH, Byun MW, Kim YJ, Yang JS. 1986. Effects of ethylene oxide fumigation and gamma irradiation on the quality of ground red and black peppers. *Korean J. Food Sci. Technol.* 18: 294-300.

Collings E, Alamar gavidia M, Cools K, Redfern S, Terry L. 2018. Effect of uv-c on the physiology and biochemical profile of fresh *Piper nigrum* berries. *Postharvest Biol. Technol.* 136: 161-165.

Dhas P, Korikanthimath V. 2003. Processing and quality of black pepper – a review. *J. Spice Aromat. Crops.* 12: 1-13.

Gwak SH, Kim JH, Oh SW. 2018. Combination effect of uv-c and mild heat treatment against artificially inoculated *Escherichia coli* O157:H7, salmonella typhimurium on black pepper powder. *J. Food Hyg. Saf.* 33: 495-499.

Hertwing C, Reineke K, Ehlbeck J, Knorr D, Schlter O. 2015. Decontamination of whole black pepper using different cold atmospheric pressure plasma applications. *Food Control.* 55: 221-229.

Kim HW, Kim YJ. 2004. Optimization in analytical method and quantitation of major heat principles from soup base of commercial ramens. *Korean J. Food Sci. Technol.* 36: 9-13.

Lee GM, Shin JK. 2019. Flavor and taste characteristic of black pepper by different nonthermal sterilization methods. *Korean J. Food Sci. Technol.* 51: 551-557.

Lee MS. 2009. Simple rapid quality estimation method in black and white pepper grounds by determination of volatile oil content. *J. Korean Soc. Food Nutr.* 22: 352-356.

Lee SY. 2020. Development of plasma-based technologies for decontaminating particulate foods. MS thesis, Seoul Women's University, Seoul, Korea.

Ministry of food and drug safety. Available from: [http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01\\_03.jsp?idx=33](http://www.foodsafetykorea.go.kr/foodcode/01_03.jsp?idx=33). Accessed Feb. 27, 2020.

Mok CK, Jeon HJ. 2013. Low pressure discharge plasma inactivation of microorganisms in black pepper powder. *Food Eng. Prog.* 17: 43-47.

Park JH, Lee GM, Kim JW, Lee GM, Shin JK. 2018. Sterilization

- effect on black- and white pepper by intense pulsed light with tubular-shaped treatment chamber. *Food Eng. Prog.* 22: 248-255.
- Park JN, Jung K, Yoon YM, Choi SJ, Kim JH, Lee JW. 2014. Comparison of the effects of gamma ray, electron beam, and x-ray irradiation to improve safety of black pepper powder. *Korean J. Food Preserv.* 21: 315-320.
- Park MS, Im HW. 2010. A study of the piperine amides in pepper according to color and origin. *FoodSer. Ind. J.* 6: 63-76.
- Robin A.C, Christopher J.H, Anthory C.W. 2006. Nitrogen-containing compounds in black pepper oil (*Piper nigrum* L.). *J. Essent. Oil Res.* 18: 1-3.
- Shin JK, Kim BR, Kim AJ. 2010. Nonthermal food processing technology using electric power. *Food Sci. Ind.* 43: 21-34.
- Song JC, Park HJ. 1995. Physical, functional, textural and rheological properties of foods. Ulsan University Press, Ulsan, Korea. p. 82.
- Wage CK, Kim HK, Kim KS, Setsuko T, Kwon JH. 2008. Physicochemical and microbiological qualities of stemmed and irradiated ground black pepper (*Piper nigrum*L.). *J. Agric. Food Chem.* 56: 4592-4596.

### Author Information

이광민: 전주대학교 조리 · 식품산업학과 대학원생(석사과정)  
신정규: 전주대학교 한식조리학과 교수