KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 51, No. 6, pp. 551~557 (2019)
https://doi.org/10.9721/KJFST.2019.51.6.551

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

©The Korean Society of Food Science and Technology

비가열 살균 후추의 향미특성

이광민[1] · 신정규[2,3,*]
[1]전주대학교 조리식품산업학과, [2]전주대학교 한식조리학과, [3]전주대학교 식품산업연구소

Flavor and taste characteristic of black pepper by different nonthermal sterilization methods

Gwang Min Lee[1] and Jung Kue Shin[2,3,*]
[1]*Department of Culinary & Food Industry, Jeonju University*
[2]*Department of Korean Cuisine, Jeonju University*
[3]*Food Industry Research Institute, Jeonju University*

Abstract The purpose of this study was to investigate the changes of flavor and taste characteristics of black pepper treated with three different nonthermal sterilization methods, which are intense pulsed light (IPL), ultraviolet (UV), and cold plasma (CP). Also, the sensorial and instrumental evaluation of black pepper before and after nonthermal treatments were analyzed. As a result of color value, UV and CP treatments did not show chromacity difference (ΔE), but IPL treatment showed a significant difference of 6.58. Piperine contents of sample before nonthermal treatments was 10.7±0.53 mg/g and the piperine contents of all samples decreased after nonthermal treatments. The result of the electronic nose analysis were divided into two groups before and after nonthermal treatments, and divided into three group by principle component analysis. According to the intensity test, after nonthermal treatments, all sample had low flavor and taste, and the intensity was in the order of IPL, CP, and UV. In thirteen sensory attribute languages developed through quantitiative descriptive analysis (QDA), the intensity value of the samples were low after nonthermal treatments.

Keywords: black pepper, nonthermal sterilization, piperine contents, sensory characteristic, quantitative descriptive analysis (QDA)

서 론

후추(*Piper nigrum* L.)는 자극성이 강한 맛과 방향성을 가진 향신료로서 인도가 주산지이며 브라질, 미국, 타이완, 인도네시아, 말레이반도, 중국 등에서 생산되고 있다(Park 등, 2003). 우리가 주로 사용하는 흑후추는 녹색 또는 노란색의 열매를 수확하여 건조한 것이며, 백후추는 수확하여 건조 전에 젖은 상태에서 껍질을 제거한 것이다(Park과 Im, 2010). 후추의 성분은 주성분인 당질 이외에 단백질 약 10-20%, 지질 6%, Fe 20 mg%, chavicine 1-3%, piperine 4.0-6.2%, 정유 1%로 구성되어 있다(Ko, 1995). 후추 특유의 매운맛은 piperine amides에서 기인하며, 향기성분은 주로 sabinenl, α-pinen, caryophyllene, δ-3-carene, limonene 등으로 알려져 있다(Harold, 2017).

미국질병통제예방센터(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)에 의하면 시중에 판매되는 후추의 경우 재배, 수확 중 다량의 세균, 곰팡이, 내열성 포자 등에 노출되어 미생물 오염이 심하며, 이로 인하여 식중독을 일으킬 수 있다고 보고하고 있다(CDC, 2010; Mok과 Jeon, 2013). 현재 유통되고 있는 후추는 대부분이 상온보관이기 때문에 미생물 오염에 있어 매우 안전할 것이라는 소비자들의 인식이 있으나 Park과 Shin (2016)에 의하면 실제로 시중에 유통되는 후추제품의 미생물 오염수준은 10^4에서 10^6 CFU/g 정도로 높은 편이다.

안전하고 안심할 수 있는 식품에 대한 소비자의 욕구 증대로 소비자들의 식품안전과 위생에 대한 요구가 높아져 가공식품뿐만 아니라 사용하는 식품원료, 식품소재 및 첨가물의 안전성에 대해서도 관심이 높아지고 있다. 또한 식품산업에서 가장 중요한 과제는 유통기한 중 안전성의 확보와 함께 본연의 품질을 유지하면서 유통기한을 늘리는 것이다(Park 등, 2010). 그러나 분말식품은 미생물의 오염 위험성을 간과하고 있는 소비자의 인식 때문에 식중독의 위험에 노출되어 있다.

분말식품은 식중독 미생물들의 내재와 휴면포자의 존재, 그리고 장기간 보존되는 분말식품의 특성상 초기 살균처리가 중요하다. 분말식품은 기존의 열처리에 의한 살균의 경우 살균시 사용되는 수분에 의해 재건조를 해야하는 불편함과 함께 재오염의 위험성이 있으며, 고유의 향미가 다량 감소하는 등의 문제로 새로운 살균 기술이 요구되고 있다(Lee, 2009). 가열 살균을 대체할 수 있는 살균방법으로 초고압(high hydrostatic pressue, HHP), 광펄스(intense pulse light, IPL), 고전압 펄스 전기장(high voltage pulsed, PEF), 저온 플라즈마(cold plasma) 등이 연구되고 있다(Shin 등, 2010).

*Corresponding author: Jung-Kue Shin, Department of Korean Cuisine, College of Culture and Tourism, Jeonju University. Jeonju, Jeonbuk 55069, Republic of Korea
Tel: +82-63-220-3081
Fax: +82-63-220-3264
E-mail: sorilove@jj.ac.kr
Received November 12, 2019
accepted December 9, 2019

후추의 품질은 후추의 외양, piperine 함량, 휘발성 정유(Volatile oil)함량, 산불용성회분 및 미숙한 열매함량 등에 의해 좌우된다. 후추의 외양은 암갈색내지 흑색을 띠며 둥글고 크기가 고른 것, 매운맛은 piperine의 함량이 많은 것, 향은 휘발성 정유의 함량이 많은 것, 기타 미숙과가 적을수록 품질이 우수한 것으로 평가되고 있다(Park 등, 1991). 지금까지 비가열 살균 기술을 통한 후추의 살균은 Wage 등(2008), Mok과 Jeon(2013), Park과 Shin (2018) 등 대부분의 연구에서 미생물 살균을 중심으로 진행되어 왔으며, 살균된 후추의 관능적 특성이나 기기적 분석을 통한 품질변화에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 본 연구에서는 서로 다른 비가열 살균처리 방법에 의한 후추의 관능적 특성 변화와 기기적 분석 결과 사이의 상관관계를 통해 품질변화를 분석하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

후추는 중소기업 2종, 대기업 1종, 한약방 2종, 총 5종의 제품을 구입하여 일반세균, 효모 및 곰팡이, *Bacillus cereus*의 오염도를 분석하였다. 시료의 선택을 위하여 시중에서 구입한 후추의 오염도를 미리 실험한 후 적절한 오염도(일반세균 5.1×10^5 CFU/g, 효모 및 곰팡이 3.0×10^3 CFU/g, *B. cereus* 6.9×10^5 CFU/g)를 가진 S사의 순후추(말레이시아산, 베트남산)를 실험 시료로 선정하였으며, 구입한 후추는 전체 시료를 혼합한 후 35 mesh 체에 내려 균일하게 하였다. 살균처리 전의 시료와 함께 각각 광펄스, 저온 플라즈마, 자외선으로 처리 후의 시료를 향미분석에 사용하였다. 향미분석을 위한 시료는 향미 보존을 위하여 알루미늄 재질의 파우치에 담아 밀봉한 후 서늘한 곳에 보관하였다. 실험에 사용된 생수(Kwang Dong Pharm. Co., Jeju, Korea)와 비교 물질로 사용한 재료들과 사골곰탕(CJ Cheiljedang, Jincheon, Korea), 크림스프(Dongwon Homefood, Asan, Korea), 소고기, 무 등의 식재료는 시중 대형마트에서 구입하여 사용하였다.

색도 측정

비가열 살균 전후 후추제품의 색도 변화를 관찰하기 위해 지름 3 cm의 원형 평판접시(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 측정하였으며, 3회 반복 측정하여 평균값으로 사용하였고, 이때, 표준 백판값은 L=93.70, a=0.31, b=0.33이었다. 색도차(ΔE)는 살균처리 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 함량 분석

Agilent 6410B Triple Quadrupole LC/MS (Agilent Technologies, Massy, France)를 사용하여 LC MSMS 방법으로 살균처리 전후 후추의 piperine 함량을 분석하였으며, 시료는 MeOH 용액에 0.1 g/mL 녹여 추출 후 1/1000 희석하여 사용하였다. 분석 조건은 Table 1과 같다. 분석 후 Piperine (Sigma-aldrich Co., St. Louis, MO, USA) 표준용액 1, 10, 100, 1000 ppb를 분석하여 얻은 검량선을 토대로 peak 면적으로부터 piperine 함량을 구하였다.

Table 1. HPLC condition for determination of piperine contents

Column	Kinetex 2.6 μm Phenyl-Hexyl 100. 50×2.1 mm (Phenomenex, Torrance, CA, USA)					
Buffer A	0.1% AA. DW					
Buffer B	0.1% AA. ACN					
Gradient program	Time (min)	B (%)	Flow (mL/min)			
	0	5	0.5			
	0.5	5	0.5			
	10	100	0.5			
	11	100	0.5			
	14	5	0.5			
	20	5	0.5			
Injection volume	5 mL					
Column temperature	30°C					
MRM	286.1→201	Frag	CID	LDQ	R.T	POL
		110	15	1ppb	6.65	EST

전자코 분석

비가열 살균 전후 후추제품의 휘발성 성분을 electronic nose (Heracles II, Alpha MOS, Toulouse, France)를 사용하여 분석하였다. 시료 0.1±0.01 g을 headspace extraction하여 분석하였으며, oven 온도는 50°C에서 초당 1°C씩 80°C까지 상승시킨 후 80°C에서 초당 3°C씩 250°C까지 상승시켜 21초간 유지되었다. 1,000 μL를 1 mL/min의 유속으로 주입하였으며, 두 개의 컬럼 MTX-5와 MTX-1701을 통과한 시료를 2 flame ionization detector (FID)로 검출하였으며, 데이터처리는 AlphaSoft (Alpha Mos, Toulouse, France) version 14.2를 이용하였고, 3회 반복 측정하여 평균값으로 사용하였다.

시료의 강도 평가

전주대학교 한식조리학과에 재학중인 남녀학생을 대상으로 기본맛 인지 검사와 후추의 농도별 순위 강도 검사를 통해 선발하였다. 조리적용 관능평가는 60°C에서 0-0.5%까지 0.1% 농도 간격으로 제조한 6개의 시료를 순위검사법(ranking test)으로 평가하는 훈련을 진행한 후 정답률이 80% 이상인 패널 30명을 선정한 후 살균 전후 후추의 향미 강도평가를 진행하였다. 시료는 난수표에서 선택된 세 자리수의 난수를 부착하여 제공하였으며, 시료와 시료사이에 입을 헹굴 수 있도록 생수와 식빵을 제공하였다. 평가를 시작하기 전과 시료를 맛본 후 입안을 헹구도록 하였으며, 시료의 특성상 강한 향미를 가지고 있기 때문에 평가 후 5분 정도의 휴식시간을 두어 혀의 둔화 현상을 최소화하도록 하였다. 시료의 평가 항목은 색, 매운맛, 혀의 아린 정도, 향이었으며 제시된 시료를 무작위로 맛을 보고 15 cm line 위에 강도를 표기하도록 하였다. 색은 가장 어두운 정도에 따른 강도를 표시하도록 하였으며, 나머지 항목은 특성에 대한 강도가 강한순으로 표시하도록 하였다. 본 연구는 전주대학교 기관생명윤리위원회 (Jeonju University Institutional Review Board)의 승인을 받아 수행되었다(IRB No.: jjIRB-2017-0911).

묘사분석 패널의 선발

전주대학교 한식조리학과에 재학중인 남녀학생을 대상으로 기

본맛 인지 검사와 후추제품의 농도별 순위 강도 검사를 통해 선발하였다. 60°C에서 0-0.5%까지 0.05% 농도 간격으로 제조한 11개의 시료를 순위검사법(ranking test)으로 평가하는 훈련을 진행한 후 정답률이 80% 이상인 패널 11명을 선정하였다. 시료는 난수표에서 선택된 세 자리수의 난수를 부착하여 제공하였으며, 시료와 시료 사이에 입을 헹굴 수 있도록 생수와 식빵을 제공하였다. 평가를 시작하기 전과 시료를 맛본 후 입안을 헹구도록 하였으며, 시료의 특성상 강한 향미를 가지고 있어 평가 후 5분 정도의 휴식시간을 두어 혀의 둔화 현상을 최소화하도록 하였다.

정량적 묘사분석(Quantitative Descriptive Analysis, QDA)

정량적 묘사분석 언어개발을 위해 후추 분말 자체를 제공하였고, 향과 맛에 대한 언어개발 및 평가시료에 따른 해당 기준물질들의 강도를 측정하고 패널들이 스스로 인지하도록 하였다. 모든 시료는 향을 먼저 평가한 후 맛을 볼 수 있게 하였으며, 평가는 일주일에 1시간씩 2회로 진행되었으며, 10회 이상 반복하여 진행하였다.

향미프로필(Flavor Profile)

살균처리 전후 시료의 관능적 특성 차이를 알아보기 위하여 묘사분석 방법 중 향미프로필 방법을 활용하였으며, 향과 맛에 대한 관능적 특성을 스펙트럼 묘사분석 방법으로 표현하였다. 기준시료(R)는 개발된 언어에 따른 해당 기준물질들을 평가시 제공하여 기준으로 하였으며, 시료는 살균처리 전후 후추 4종을 제시하였다.

통계분석

통계분석은 관능평가 결과 살균처리 전후의 후추제품의 향미특성 강도 차이와 측정된 색도의 차이를 알아보고, 묘사분석 시 개발된 언어와 시료 간의 차이를 알아보기 위하여 분산분석(ANOVA) 중 일원배치분산분석을 수행하였으며, 유의성을 검정하기 위하여 Duncan 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 수행하였다. 모든 통계 분석의 유의 수준은 $p<0.05$였으며, SPSS Version 21.0 package program (SPSS INC., Chicago, IL, USA)을 사용하였다. 개발된 살균처리 전후 후추의 관능적 특성과 전자코 분석 결과에 대해 주성분 분석을 실시하였다(XLSTAT, Ver. 2015, Addinsoft, Paris, France).

결과 및 고찰

색도

살균처리 전후 후추의 색도 측정결과는 Table 2에 나타내었다. 대조구에 비해 살균처리 후 명도 값은 감소하는 경향을 보였다. 광펄스 처리, 저온 플라즈마 처리 후 a, b값이 감소하였으며, 자외선 처리 후는 a값이 증가하였으며, b값은 유의적 차이를 보이지 않았다. 색도차(ΔE)는 저온 플라즈마와 자외선 처리 후에도 육안에 의한 인식 한계(Song과 Park, 1995)인 1.5 내외로 유지되었다. 이는 육안으로는 구별하기 힘든 수준을 나타내는 수치로 고춧가루를 저온 플라즈마 처리한 결과(Kim 등, 2014)와 후추를 감압방전플라즈마 처리(Mok과 Jeon, 2013)와 UVC처리(Erdodu와 Ekiz, 2013)의 결과와 유사하다. 반면에 광펄스 처리 후에는 L, a, b값이 모두 감소하였으며, 색도차는 6.58로 큰 차이(6.0-12.0)를 보였다. Fine과 Gervais (2004)는 일반적인 자외선 처리보다 강한 pulsed UV를 후추에 조사한 결과 자외선 노출량이 커짐에 따라 L, a, b값이 감소하여 색도차가 8.5까지 증가하는데, 이는 강한 빛에 대한 노출량 증가에 따른 산화 작용으로 색이 어두워지는 것으로 보고하였다. Liu 등(2013)은 향신료는 온도 상승에 의해 색분해가 촉진되어 명도값이 감소한다고 하였는데 광펄스 처리에 의해 순간적으로 표면에 높은 열이 발생해서 이로 인하여 일부 명도값의 감소에 영향이 있었을 것으로 판단되지만, Kim과 Shin (2014), Bang 등(2018)의 실험에 의하면 광펄스 처리에 따른 온도 상승 폭은 크지 않기 때문에 살균처리에 의한 색 변화는 빛에 의한 산화가 큰 영향을 미치는 것으로 판단된다.

Table 2. Color value of black pepper before and after nonthermal treatments

	Control	IPL	UV	CP
L	42.7±0.26[1)a]	39.6±0.96[c]	41.7±0.55[b]	41.2±0.43[b]
a	2.8±0.04[b]	2.3±0.09[d]	3.0±0.05[a]	2.7±0.02[c]
b	6.1±0.11[a]	4.7±0.30[c]	5.9±0.12[a]	5.4±0.27[b]
ΔE		6.58	0.76	1.68

n=3
[1)]Mean±SD
[a-d]Superscriptive letters in a row indicate significance at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

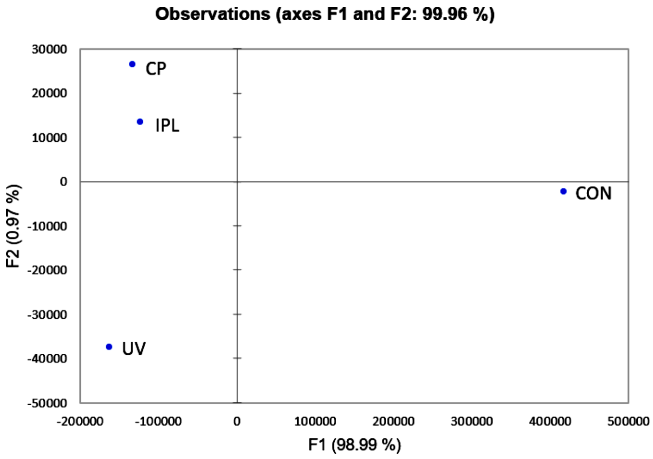

Fig. 1. Principal components analysis of black pepper before and after nonthermal treatments.

전자코의 향미 패턴

살균처리 전후 후추의 휘발성분을 전자코를 이용하여 분석한 후 주성분 분석을 실시하였다(Fig. 1). 제 1주성분(PC1)은 98.99%, 제 2주성분(PC2)은 0.97%의 분산값을 나타내어 총 99.96%의 설명력을 나타내었다. 크게 제 1주성분(PC1)에 의해 양(+)의 방향으로는 살균처리 전의 시료, 음(–)의 방향으로는 살균처리 후의 시료가 부하되어 크게 2개의 그룹으로 구분할 수 있으며, 살균처리 후의 시료가 제 1주성분의 양의 방향에서 음의 방향으로 향하는 경향을 가지고 있음을 알 수 있다. 또한 제 1주성분(PC1)과 제 2주성분(PC2)에 의해 1, 4사분면에 걸쳐 살균처리 전의 시료, 2사분면에 저온 플라즈마와 광펄스 처리 후의 시료, 3사분면에 자외선 처리 후의 시료의 3개 그룹으로 구분되었다. Ko(1995)에 따르면 후추 특유의 향기성분은 주로 terpene류, alcohol류, aldehyde류, ketone류에 속하는 휘발성 정유성분이며, 이러한 정유성분은 건조과정에서 변형되기 쉽다(Robin 등, 2006). 살균처리 과정 중 후추 휘발성분의 공기 중 노출과 온도 상승 등의 복합적인 요인을 통해 향기성분이 감소했을 것이라고 판단된다. 하지만

Table 3. Piperine contents of black pepper before and after nonthermal treatments

	Control	IPL	UV	CP
Piperine contents (mg/g)	10.7±0.53[1)a]	4.4±0.17[c]	9.5±0.35[b]	9.0±0.15[b]

n=3
[1)]Mean±SD
[a-c]Superscriptive letters in a row indicate significance at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

공기 중 노출되는 시간이 짧고, 온도 상승의 폭이 크지 않기 때문에 온도의 상승보다는 강한 빛에 의한 향 성분의 손실이 패턴의 차이로 나타난 것으로 판단된다.

Piperine 함량 변화

살균처리 전후 후추의 매운맛 성분인 piperine 함량 변화를 분석한 결과를 Table 3에 나타내었다. 살균처리 전 시료의 piperine 함량은 10.7±0.53 mg/g이었으며, 광펄스 처리 후에 4.4±0.17 mg/g으로 58.9%의 큰 감소를 보였으며, 저온 플라즈마 처리 후 9.0±0.15 mg/g으로 15.9%, 자외선 처리 후 9.5±0.35 mg/g으로 11.2%의 감소를 보였다. Piperine은 2개의 이중결합에 의해 기하이성체(E, Z)로서 4종류로 나뉘어지며 빛에 노출되면 이성화가 일어난다고 보고되고 있다(Kim과 Kim, 2004). 자외선 처리 후의 piperine 함량의 감소는 빛에 노출되어 piperine이 이성화하여 일어난 현상이며, 더욱 강한 빛을 사용하는 광펄스 처리 후의 piperine 함량 감소가 가장 크게 일어났다고 판단된다. 통후추를 대기압 중에서 저온 플라즈마 처리한 Hertwig(2015)의 결과에 따르면 살균처리 후 piperine 함량이 약간 감소하여 본 실험과 유사한 경향을 나타내었다.

관능평가와 기기적 평가의 상관관계

살균처리 전후 후추에 대한 관능평가 중 강도평가 결과를 Table 4에 나타냈다. 색은 광펄스 처리 후가 가장 어둡다고 응답하여 색도 측정결과 명도값이 가장 낮고, 색도차(ΔE)가 현저한 차이를 보인 것과 유사한 경향을 보였다. 살균처리 전의 시료와 저온 플라즈마 처리 후가 유의한 차이를 보이지 않은 것은 색도 측정결과 육안의 인식 한계인 1.5 내외의 색도차를 보인 것과 유사한 결과이다. 자외선 처리 후 후추의 색이 살균처리 전보다 밝다고 응답한 것은 저온 플라즈마와 같이 육안으로는 인식하기 어려운 색도차를 나타낸 색도 측정결과와는 차이를 보인다. 이는 광펄스와 저온 플라즈마 처리 후 a, b값이 감소하는 경향과는 다르게 자외선 처리 후 a값이 증가하여 붉은색이 강해졌기 때문으로 판단된다.

향은 전반적으로 살균처리 전에 비해 살균처리 후의 시료의 향을 약하게 느끼는 것으로 나타났으며, 전자코 분석결과 제 1주성분에 의해 살균처리 전후 2개의 그룹으로 구분되었던 것과 유사한 경향을 나타냈다. 이는 제 1주성분의 음(–)의 방향으로 향할수록 후추향의 강도가 약해짐을 나타내는 것으로 판단된다. 또한 저온 플라즈마와 광펄스 살균처리 후의 시료가 유의적 차이를 보이지 않았고, 자외선 살균처리 후의 시료가 가장 약하다고 응답하였다. 이러한 결과는 제 1주성분과 제 2주성분에 의해 살균처리 전후의 시료가 3개의 그룹으로 구분되었던 것과 유사한 경향을 보인다. 이러한 경향은 강도평가 결과만으로 해석하기에는 한계가 있어 관능평가 중 묘사분석 결과와의 상관관계를 살펴보아야 할 것으로 판단된다.

Table 4. Sensory score of black pepper before and after nonthermal treatments

Sensory attribute	Control	IPL	UV	CP
Color	6.4±2.19[1)b]	9.6±2.48[a]	4.9±2.43[c]	7.1±2.12[b]
Flavor	10.9±1.75[a]	6.8±2.53[b]	3.4±1.17[c]	6.4±2.46[b]
Hot	9.2±2.99[a]	5.4±2.44[b]	4.1±2.08[c]	5.3±2.12[bc]
Pungent	9.1±2.88[a]	6.1±2.62[b]	4.5±2.12[c]	5.8±2.50[bc]

n=30
[1)]Mean±SD
[a-c]Superscriptive letters in a row indicate significance at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test.

매운맛, 혀의 아린 정도는 살균처리 후의 시료가 살균처리 전의 시료보다 약하다고 느끼는 것으로 나타났다. 광펄스 처리와 저온 플라즈마 처리는 유의적 차이를 보이지 않았으며, 자외선 처리 시료의 강도가 가장 약하다고 응답하였다. 후추의 매운맛 성분으로 알려져 있는 piperine 함량 분석 결과 광펄스 처리 후가 가장 큰 감소율을 보인 것과는 차이를 보였으며, 오히려 향에 대한 강도평가와 전자코 분석 결과와 유사한 경향을 보였다. Lee(2009)에 따르면 후추 특유의 향을 제거한 시료와 제거하지 않은 시료를 비교하여 평가한 결과 매운향과 함께 매운맛이 약화 되었으며, 후추의 향미는 일반적으로 맛보다는 향에 의해 좌우되고 후추 특유의 향을 맛으로 착각하는 것으로 보고하고 있다. Mok과 Jeon(2013)은 후추를 감압방전플라즈마로 10분간 처리한 후 piperine 함량의 감소율이 60.4%의 나타내었지만 관능평가 결과 맛에 대한 강도평가에서 유의적인 차이를 나타내지 않았으며, piperine 함량의 감소보다 향의 감소가 후추의 맛에 큰 영향을 미친다고 하여 본 연구결과와 유사한 경향을 보였다.

정량적 묘사분석(QDA)을 통한 언어개발

묘사분석 패널을 대상으로 비가열 살균 전후 후추의 향미 특성에 대한 관능적 언어를 개발한 결과를 Table 5에 나타내었다. 향의 경우에 시원한향 중 솔잎치약향, 페퍼민트향, 화자오(red sichuan pepper)향, 마자오(green sichuan pepper)향의 4가지 언어와 기준물질에 대하여 각각 10.7, 10.1, 9.5, 9.9점의 강도가 개발되었다. 풀향에 대해서는 마른 솔잎향, 페퍼민트향의 2가지 언어와 기준 물질에 대하여 각각 8.3, 7.5점의 강도가 개발되었다. 소나무 향은 8.1점, 팔각의 한약재향은 8.7점의 강도가 개발되었다. 맛의 경우에는 매운맛 중 청양 고춧가루, 와사비의 매운맛이 각각 10.9, 10.0점으로 총 2가지 언어 및 강도가 개발되었다. 산초가루의 아린맛이 9.4점, 녹차가루의 떫은맛이 8.5점, 들깨가루의 고소한맛이 9.5점의 강도가 개발되었다.

관능적 특성에 대한 향미 프로필

비가열 살균 전후의 후추를 개발된 13개의 관능적 언어에 대한 인지 강도를 평가하였으며, 이에 따른 향미 프로필 결과를 Table 6에 나타내었다. 시원한향, 풀향, 나무향, 한약재향, 매운맛, 아린맛, 떫은맛, 고소한맛에 대한 강도 결과는 스펙트럼 묘사분석 방법을 통해 Fig. 2에 나타내었다. 소나무향, 마른 솔잎향, 녹차의 떫은맛, 들깨의 고소한맛을 제외한 향과 관련된 관능적 언어에 대한 평가 결과에서 살균처리 전의 시료보다 살균 후의 시료의 강도가 낮게 나타났다. 소나무향은 자외선 처리 후가 가장 강한 것으로 나타났으며, 마른 솔잎향은 모든 시료간 유의적 차이를 보이지 않았다. 특히 화자오의 시원한향은 자외선 처리 후

Table 5. Definitions and reference standards of sensory attributes used in the descriptive analysis to related black pepper

Sensory attributes		Definition	References	Intensity 0-11
Flavor	Cool	Pine needles toothpaste	Smell related with pine needles	10.7
		Peppermint	Smell related with peppermint tea bag before brewing	10.1
		Red sichuan pepper	Smell related with Red sichuan pepper	9.5
		Green sichuan pepper	Smell related with Green sichuan pepper	9.9
	Grass	Dried pine needles	Smell related with pine needles tea bag	8.3
		Peppermint	Smell related with peppermint tea bag before brewing	7.5
	Wood	Pine tree	Smell related with bark of pine tree	8.1
	Medicinal herbs	Star anise	Smell related with star anise	8.7
Taste	Hot	Cheongyang red pepper powder	Hot taste related with cheongyang red pepper powder	10.9
		Wasabi	Hot taste related with wasabi	10.0
	Pungent	Chinese pepper powder	Acrid taste related with chinese pepper powder	9.4
	Astringent	Green tea powder	Astringent taste related with green tea powder	8.5
	Nutty	Perilla seed	Nutty taste related with perilla seed	9.5

Table 6. Intensity values of attributes for black pepper before and after nonthermal treatments

Sensory attributes		Definition	Control	IPL	UV	CP
Flavor	Cool	Pine needles toothpaste	$5.46^{1)a}$	3.54^{b}	2.31^{b}	3.28^{b}
		Peppermint	7.36^{a}	4.92^{ab}	3.85^{b}	4.36^{b}
		Red sichuan pepper	5.74^{a}	3.36^{bc}	1.67^{c}	4.08^{ab}
		Green sichuan pepper	6.64^{a}	3.64^{b}	3.15^{b}	3.03^{b}
	Grass	Dried pine needles	7.54^{NS}	5.79^{NS}	6.15^{NS}	6.10^{NS}
		Peppermint	6.30^{a}	4.28^{b}	3.85^{b}	3.92^{b}
	Wood	Pine tree	5.05^{ab}	3.46^{b}	5.64^{a}	5.31^{ab}
	Medicinal herbs	Star anise	6.21^{a}	2.36^{b}	3.59^{b}	3.77^{b}
Tsate	Hot	Cheongyang pepper powder	8.00^{a}	6.05^{b}	6.13^{b}	7.59^{ab}
		Wasabi	5.95^{a}	3.95^{bc}	3.38^{c}	5.72^{ab}
	Pungent	Chinese pepper powder	7.23^{a}	3.74^{b}	4.15^{b}	6.33^{a}
	Astringent	Green tea powder	4.97^{NS}	3.62^{NS}	4.54^{NS}	4.38^{NS}
	Nutty	Perilla seed	6.51^{b}	6.82^{b}	8.87^{a}	8.23^{ab}

n=11
[1)]Mean±SD
NS: Not Significant
[a-c]Superscriptive letters in a row indicate significance at $p<0.05$ by Duncan's multiple range test

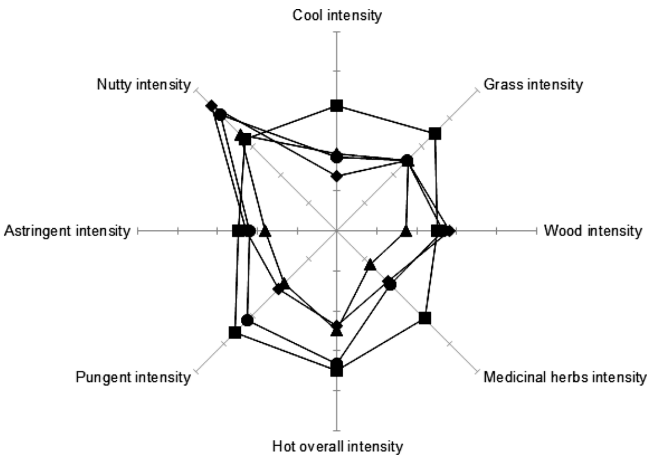

Fig. 2. The mean attribute intensity value with flavor profile of black pepper befor and after nonthermal treatments. ■ Control, ▲ IPL, ◆ UV, ● CP

가 가장 약하다고 평가되었다. 이는 살균 후 후추 특유의 향의 감소가 소나무향, 마른 솔잎향을 강하게 느끼는 정도와 관련 있다고 판단된다. 와사비 매운맛 자외선 처리 후가 가장 약하다고 응답하였다. 와사비의 매운맛은 자체에는 매운맛이 없으나 조직이 파괴되면서 조직내에 존재하는 myrosinase에 의해 가수분해되어 매운맛을 나타내는 allylisothiocyanate에 의해 나타난다고 알려져있다(Park과 Jang, 2006). 들깨의 고소한맛의 경우 자외선 처리 후의 시료가 가장 강하다고 응답하였는데, 후추 기름의 구성성분을 분석한 Robin 등(2006)의 결과에서 고소한향을 낸다고 알려져 있는 methylpyrazine, ethylpyzazine, 2-ethyl-5-methylpyrazine, 2,3,5,6-tetramethylpyrazine 등이 함유되어 있기 때문이다. 이는 자외선 처리 후 후추 특유의 강한 향이 감소하면서 가려져 있던 고소한향이 느껴지고, 맛으로도 느껴진 것이라고 판단된다. 이를 통해 후추 특유의 향이 맛에 큰 영향을 끼친다는 것을 확인할 수 있었다. 또한 녹차가루의 떫은맛은 유의적 차이를 보이지 않았다. Hong 등(2017)에 따르면 녹차의 탄닌 성분이 떫은맛을 나타내며 우려내는 시간이 길어질수록 용출량이 증가해 떫은맛이 강해

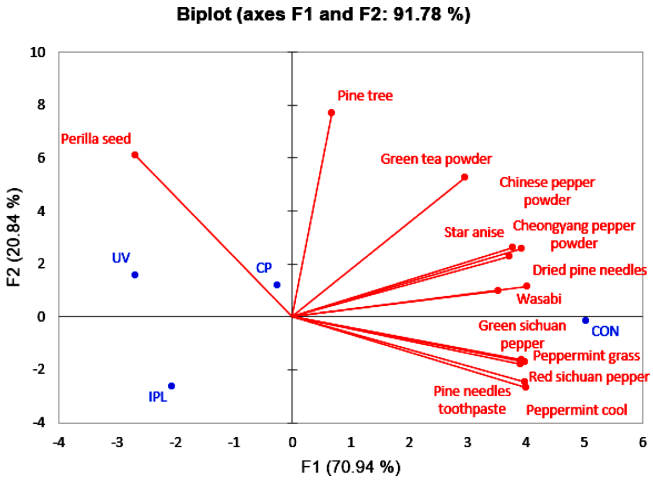

Fig. 3. Principal component loadings and scores of the sensory attributes and black pepper in the principal component analysis (PCA) plot, respectively.

진다고 보고되었다. Wrba(1992)에서는 후추에 탄닌 성분이 포함되어 있다고 보고하고 있다. 타닌이 열이나 빛에 안정하여 살균처리 방법에 따라 유의적 차이를 보이지 않은 것으로 판단된다.

관능적 특성에 대한 주성분 분석 결과 및 상관관계

정량적 묘사분석(QDA)에서 비가열 살균처리 전후의 시료와 개발된 13개의 언어의 관능적 언어간의 상관성을 분석하기 위하여 각 시료의 특성 강도의 평균값을 사용하여 주성분분석(PCA)를 실시하여 그 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 제 1주성분(F1)은 70.94%, 제 2주성분(F2)은 20.84%의 분산값을 나타내어 총 91.78%의 설명력을 보였다. F1에 의해 들깨의 고소한맛을 제외한 모든 항목과 양의 상관관계를 보이며, 살균 후의 시료에 비해 살균 전의 시료와 높은 상관관계를 보였다. 이는 살균 후 맛과 향이 감소하는 경향을 나타내는 것으로 판단된다. 특히 들깨의 고소한맛이 2사분면에 위치한 자외선 처리 후와 저온플라즈마 처리 후의 시료와 함께 상관관계를 가지는 것으로 나타났다. 이는 살균처리 후 특유의 맛과 향이 감소하면서 고소한맛을 느끼는 정도가 증가했기 때문이라고 판단된다. F2에 대해서는 시원한향에 대한 관능적 언어 항목이 음의 값을 가지며, 살균처리 전 시료와 높은 상관관계를 나타냈다. 이는 후추 특유의 향 중에서 시원한 향이 가장 두드러진 특성이며, 살균처리 후 향의 감소가 가장 크게 느껴지는 것으로 판단된다. 관능적 언어와 시료간의 상관관계를 분석한 결과와 전자코 분석결과 제 1주성분에 의해 살균처리 전후가 구분되었던 것과 제 2주성분에 의해 3개의 그룹으로 구분된 것은 유사한 경향을 보인다. 제 1주성분에 의해 양의 방향으로 갈수록 특유의 향과 맛이 강해지며, 제 2주성분에 의해 양의 방향으로 갈수록 후추 특유의 향이 감소하면서 가려져 있던 고소한맛을 느끼는 정도가 강해진다고 판단된다.

요 약

본 연구는 소비자들의 식품안전과 위생에 대한 요구가 강해짐에 따라 식중독의 위험에 노출되어 있는 분말식품 중 전세계적으로 널리 사용되는 향신료 중 하나인 후춧가루의 비가열 살균처리 방법에 따른 향미특성 변화를 비교 분석하였다. 색도 측정 결과 색도차(ΔE)는 저온 플라즈마와 자외선 살균처리 후에도 육안에 의한 인식 한계인 1.5 내외로 유지되었고, 광펄스 처리 후에는 6.58로 큰 차이를 보였다. Piperine 함량 정량 결과는 살균 전 후추가 10.7±0.53 mg/g로 가장 많았으며 자외선 살균처리(9.5±0.35 mg/g), 저온 플라즈마 살균처리(9.0±0.15 mg/g), 광펄스 살균처리(4.4±0.17 mg/g) 순으로 광펄스 58.9%, 저온 플라즈마 15.9%, 자외선 11.2%의 감소율을 보였다. 전자코 분석 결과 살균처리 전후가 제 1주성분에 의해 두 그룹으로 구분되어 명확하게 향의 차이가 나타났으며, 제 1주성분과 제 2주성분에 의해서는 세 개의 그룹으로 나뉘었다. 강도평가 결과 살균처리 전, 광펄스, 저온 플라즈마, 자외선 살균처리 후 순으로 후추 향과 맛이 강하다고 응답했으며, 광펄스와 저온 플라즈마 살균처리 후의 후추는 유의적인 차이를 보이지 않았다. 강도평가 결과와 piperine 함량 정량과는 차이가 있었으며, 전자코 분석 결과와는 유사했다. 정량적 묘사분석(QDA)를 통해 13개의 관능적 언어가 개발되었다. 살균처리 후의 시료가 마른 솔잎향과 떫은맛, 고소한맛을 제외한 모든 항목에서 살균처리 전의 시료보다 관능적 특성이 낮게 나타났다. 이를 통해 살균처리 방법에 따라 후추향과 맛에 영향을 끼쳤음을 알 수 있었다. 또한 piperine 함량을 통해 후추 맛의 강도를 평가하기에는 어려움이 있으며 전자코 분석을 통해서 후추향의 강도를 평가하는데 중요한 자료로 사용될 수 있다고 판단된다.

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. Microbial decontamination of black pepper powder using a commercial-scale intervention system combining ultraviolet-c and plasma treatments. Food Eng. Prog. 22: 386-391 (2018)

Centers for Disease Control and Prevention. Available from: https://wwwn.cdc.gov/norsdashboard. Accessed Nov. 01, 2019

Erdodu S, Ekiz H. Far infrared and ultraviolet radiation as a combined method for surface pasteurization of black pepper seeds. J. Food Eng. 116: 310-314 (2013)

Fine F, Gervais P. Efficiency of pulsed UV light for microbial decontamination of food powders. J. Food Protect. 67: 787-792 (2004)

Harold MG. On food and cooking: the science and lore of the kitchen. Idea, Seoul, Korea. pp. 624-625 (2017)

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

Hong SJ, Choi SH, Eun JB. Effect of extraction time on physicochemical properties and sensory characteristics of green tea infusion. J. Kor. Tea Soc. 23: 30-36 (2017)

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

Kim JE, Lee DU, Min SC. Microbial decontamination of red pepper powder by cold plasma. Food Microbiol. 38: 128-136 (2014)

Kim AJ, Shin JK. Nonthermal sterilization of dried laver by intense pulsed light with batch system. Korean J. Food Sci. Techenol. 46: 778-781 (2014)

Ko JM. A study on quantitative method of piperine in pure ground black pepper. J. Food Hyg. Saf. 10: 169-174 (1995)

Lee MS. 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 (2009)

Liu H, Zeng F, Wang Q, Ou S, Tan L, Gu F. The effect of cryogenic grinding and hammer milling on the flavour quality of ground

pepper (*Piper nigrum* L.). Food Chem. 141: 3402-3408 (2013)
Mok CK, Jeon HJ. Low pressure discharge plasma inactivation of microorganisms in black pepper powder. Food Eng. Prog. 17: 43-47 (2013)
Park JE, Jang MS. Effects of wasabi (*Wasabia japonia matsum*) on the microbiological and sensory characteristics of dongchimi. J. Korean Soc. Food Sci Nutr. 35: 1057-1063 (2006)
Park IK, Lee HJ, Lee SG, Shin SC, Park JD, Choi DH, Ahn YJ. Alkaloids from fruits of *Piper nigrum*. Mokjeagonghak. 31: 88-95 (2003)
Park MS, Lim HW. A study of the piperine amides in pepper according to color and origin. FoodSer. Ind. J. 6: 63-76 (2010)
Park JY, Na SY, Lee YJ. Present and future of non-thermal food processing technology. Food Sci. Ind. 43: 2-20 (2010)
Park JH, Shin JK. Contamination level of commercialized pepper and sterilization effect by intense pulsed light in batch system. Korean J. Food Sci. Technol. 48: 525-529 (2016)
Park WK, Yoon JH, Choi CU. Studies on quality evaluation of pepper (*Piper nigrum* L.). Korean J. Food Sci. Technol. 23: 15-18 (1991)
Robin A.C, Christopher J.H, Anthory C.W. Nitrogen-containing compounds in black pepper oil (*Piper nigrum* L.). J. Essent. Oil Res. 18: 1-3 (2006)
Shin JK, Kim BR, Kim AJ. Nonthermal food processing technology using electric power. Food Sci. Ind. 43: 21-34 (2010)
Song JC, Park HJ. Physical, functional, textural and rheological properties of foods. Ulsan University Press, Ulsan, Korea. p. 82 (1995)
Wage CK, Kim HK, Kim KS, Setsuko T, Kwon JH. Physicochemical and microbiological qualities of steamed and irradiated ground black pepper (*Piper nigrum* L.). J. Agric. Food Chem. 56: 4592-4596 (2008)
Wrba H, El-Mofty MM, Schwaireb MH, Dutter A. Carcinogenicity testing of some constituents of black pepper: (*Piper nigrum*). Exp. Toxicol. Pathol. 44: 61-65 (1992)