

기기적 평가와 패널 기반 평가를 이용한 된장 용액의 제시 온도에 따른 맛과 향미 특성 분석 및 비교

허정애 · 박한섭 · 김미정 · 김민정 · 김윤숙* · 장민선** · †김상숙

한국식품연구원 감각인지연구단, *한국식품연구원 대사질환연구단, **국립원예특작과학원 저장유통과

A Comparison of Flavor and Taste of the *Doenjang* Solution by Instrumental Measurements and Sensory Evaluation based on Serving Temperature

JeongAe Heo, Han Sub Kwak, Mi Jeong Kim, Min Jung Kim,
Yoonsook Kim*, Min-Sun Chang** and †Sang Sook Kim

Research Group of Cognition and Sensory Perception, Korea Food Research Institute, Wanju-gun 55365, Korea

*Research Group of Nutraceuticals for Metabolic Syndrome, Korea Food Research Institute, Wanju-gun 55365, Korea

**Postharvest Technology Division, National Institute of Horticultural & Herbal Science, Wanju-gun 55365, Korea

Abstract

The objective of this study was to investigate taste profiles and the correlation of *Doenjang* soup solution prepared with three different temperatures (5, 25, 45°C) and using an electronic nose (e-nose), electronic tongue (e-tongue), and descriptive analyses by trained panelists. A total of 17 sensory attributes were generated from the descriptive analyses for the *Doenjang* soup solution. There were significant difference among the samples in the cooked soybean flavor, the cooked soybean odor, the soy sauce odor, the sweet odor, the sweet taste, and the sweet aftertaste attributes. The intensities of these sensory attributes tended to increase as the serving temperature of the *Doenjang* soup solution increased. There were seven volatile compounds detected by the electronic nose: ethanol, propanal, 2-methylpropanal, ethyl acetate, 3-methylbutanal, and beta-pinene. The intensities of the volatile compounds increased as the temperature of the *Doenjang* soup solution increased. On the other hand, the intensities of the basic tastes by the e-tongue decreased as the temperature of the *Doenjang* soup solution increased. In conclusion, the e-nose, e-tongue, and descriptive analysis results showed different correlations depending on the temperature of the *Doenjang* soup solutions.

Key words: *doenjang* soup, descriptive analysis, e-tongue, e-nose, serving temperature

서 론

된장은 양념, 찌개 및 국 등에 널리 쓰여지는 한국의 대표 적인 전통 발효 식품이다. 된장은 발효 동안 생성되는 휘발성 및 비휘발성 성분에 의한 독특한 향미 특성을 나타낸다(Jo 등 2011). 된장은 그 자체로 섭취되기도 하지만, 주로 뜨거운 물에 풀어 높은 온도에 제공되는 국이나 찌개로써 조리하여 섭취된다.

최근 식품의 제공 온도에 따른 감각특성 변화를 연구한 결과가 다수 보고되고 있다. Ross 등(2012)은 훈련된 패널에게 10, 16, 22°C에 와인 시료를 제공했을 때, 제공 온도가 낮아짐에 따라 쓴맛 정도가 높아졌다고 보고하였다. 체다 치즈에 대한 연구에서는 시료를 5, 12, 21°C로 제공했을 때, 신맛 강도가 2.95(5°C)에서 3.14(21°C)로 상승함을 보였다(Drake 등 2005). 또한, Stokes 등(2016)은 상대적으로 높은 온도로 제공된 커피 시료(70.8, 74.4, 76.8°C)가 낮은 온도로 제공된 커피

† Corresponding author: Sang Sook Kim, Research Group of Cognition and Sensory Perception, Korea Food Research Institute, Wanju-gun 55365 Korea. Tel: +82-63-219-9042. E-mail: sskim@kfri.re.kr

시료(31, 40.1°C)보다 커피 향, 커피 향미, 탄 향, 전반적인 기호도와 유의적으로 긍정적인 상관관계가 있음을 밝혔다. 따라서, 높은 온도로 조리 및 제공되는 된장국에서도 된장의 휘발성 성분과 관련해서 온도의 영향이 있을 것으로 예상된다. 또한, 미소를 이용한 Kim 등(2015)의 연구에서도 소비자 패널에게 40°C에서 80°C로 제공 온도를 달리한 미소국을 제공하였을 때, 제공 온도가 높은 시료(70~80°C)에서 짠맛 인식 강도가 높았다. 현재 된장국보다는 된장 자체에 초점을 맞추어 된장의 수용성 물질(Kim & Lee 2003)을 비롯한 휘발성 및 비휘발성 성분 분석(Kim & Rhee 1993; Namsung 등 2010; Shukla 등 2010; Jo 등 2011), 소비자 기호도 연구(Kim & Lee 2014; Jung 등 2017; Kwak 등 2017)에 대한 연구가 이루어지고 있으나, 제공 온도에 따른 감각특성에 대한 연구 및 기구적 분석 결과는 보고된 바 없다.

최근 관능검사와 더불어 인간이 평가하는 것의 한계점을 보완하기 위하여 기구분석, 특히 전자코와 전자혀가 병행되어 주로 사용되고 있다(Baldwin 등 2011). Apetrei 등(2010)은 올리브오일의 쓴맛에 대해서 전자코, 전자혀, 전자눈 분석을 진행하였고, 세 가지 분석 방법을 개별적으로 시행했을 때보다 세 가지 분석을 통합적으로 분석했을 때, 올리브오일 구별 가능성이 증가함을 보였다. 된장 추출물에 대한 이화학적 분석 및 관능검사 연구(Rhyu & Kim 2011)를 비롯하여 전통된장과 개량된장에 대한 소비자 기호도와 전자혀 분석 결과의 상관관계도 보고되었다(Jeon 등 2016). Jeon 등(2016) 연구결과에서는 된장의 전반적인 기호도와 전자혀로 측정된 신맛($r = -0.772$), 짠맛($r = -0.642$), 감칠맛($r = 0.678$)이 상관관계가 있으며, 특히 신맛, 짠맛 측정 결과를 통해 전반적인 기호도 예측이 가능할 것이라 보고하였다.

된장을 이용한 이화학적 분석과 관능검사를 병행한 연구 결과도 다수 보고되었다. Lee & Ahn(2009)은 SDE-GC/MS를 통해 9종의 된장의 휘발성 성분과 묘사분석 비교연구를 진행하였다. 그러나 된장국 또는 된장찌개를 대상으로 한 연구의 경우, 멸치, 마늘, 고춧가루 등의 부재료를 한 가지씩 첨가해 만든 된장찌개 시료의 향기성분을 분석하고, 관능적 특성을 살펴본 Joo & Shin(2004)의 연구를 제외하면 드문 실정이다. 최근 가정간편식(HMR)의 시장이 커지고 있으며(AT, 2017), 된장찌개와 된장국은 HMR의 주된 메뉴 중 하나이다. HMR은 재가열하여 취식하므로, 소비자가 얼마나 가열하는가에 따라 제품의 관능적 특성이 달라질 수 있으며, 이와 관련된 연구가 필요하다고 생각된다. 따라서, 본 연구에서는 묘사분석 및 전자코/전자혀 분석을 통하여 다양한 온도에서 제시된 된장국의 관능 특성을 비교하고, 온도가 된장국의 관능 특성 프로파일에 미치는 영향을 비교하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 시료 준비 및 제공

평가 하루 전 증류수 2 L를 핫 플레이트(Neuro Fuzzy, EC-110N, Goldstar)를 이용하여 최고 화력강도에서 가열하고, 물이 끓기 시작하면 된장 160 g(Conventional type fermented soybean paste, CJ Cheiljedang, Seoul, Korea)을 5분간 끓인 후 60 메쉬 채반에 거른 후 시료로 사용하였다. 채반에 거른 된장국을 스테인리스 주전자에 담은 후, 랩으로 주전자의 뚜껑과 입구를 막고 냉장 보관(1°C)하였다. 실험 당일 5°C 된장국 시료를 제외한 나머지 제시 온도(25, 45°C) 시료는 전자레인지용 유리용기에 담아 전자레인지(MW23ED, 소비전력 1,570 W, LG Electronics, Co. Ltd., Seoul, Korea)를 이용하여 각각 1분 30초, 4분씩 가열하였다. 본 연구에 사용된 전자혀의 온도 한계가 55°C이기 때문에, 패널에 제공되는 된장국의 최고 온도는 45°C로 설정하였다. 된장국의 온도 유지를 위해 평가전까지 보온병(Stanley Adventure Vacuum Food Jar, Stanley PMI, Seattle, WA, USA)에 넣어 보관하였으며, 미리 따뜻한 물을 이용하여 보온병을 예열한 후 사용하였다. 된장국 시료는 세 자리의 난수번호를 부여한 흰색 사기 잔(지름 5.5 cm, 높이 4 cm)에 약 30 mL 제공되었으며, 5°C 된장국 용 사기 잔은 냉장 보관(1°C)하여 사용하였다.

2. 정량적 묘사분석(Quantitative descriptive analysis, QDA)

1) 패널 선정

된장의 묘사분석 패널 선정을 위하여 다양한 식품에 대한 묘사분석 경험이 있는 한국식품연구원 내 연구원 15명을 대상으로 패널 선정 검사를 실시하였다. 선발 검사는 Meilgaard 등(2006)의 방법으로 수행되었으며, 예비 패널들은 기본맛(짠맛, 단맛, 신맛, 쓴맛, 감칠맛)을 첨가한 시료를 각 5세트씩, 총 10세트에 대해 삼점검사를 수행하였다. 해당 패널 선정 검사에서 정답률이 60% 이상이며, 본 묘사분석에 지속적으로 참여할 의사가 있는 패널 13명(여성, 25~42세)을 최종 패널로 선정하였다.

2) 패널 훈련

된장의 묘사분석을 위한 훈련은 1회 약 30분씩 주당 6회, 총 3주 동안 실시하였다. 패널 훈련기간 동안 된장국 시료를 평가하는 방법 및 절차, 한 번에 맛보는 양, 입가심 방법에 대해 논의하여 결정하였다. 패널들은 된장국 시료를 맛보면서 된장국의 관능 특성(향, 외관, 맛, 향미, 후미 등)에 대한 묘사 용어를 개발하였고, 용어의 정의, 용어가 묘사하는 특성에 해

당하는 표준시료를 선정하였다(Table 1). 묘사분석은 Stone & Sidel(1985)의 정량적 묘사분석(quantitative descriptive analysis, QDA) 방법을 이용하여 수행하였으며, 척도의 왼쪽과 오른쪽 끝으로부터 0.5 cm 위치에 각각 “대단히 약함”과 “대단히 강함”을 표기한 15 cm 선척도를 사용하였다.

3) 정량적 묘사분석의 절차

향 평가는 패널에게 뚜껑을 약 1 cm 가량 열고, 세 번 들이 마시고 바로 뚜껑을 닫도록 하였다. 된장국의 외관을 평가한 뒤, 스푼을 이용하여 된장국을 맛보며 개발된 향(간장향, 단향, 삶은 콩향, 신향), 외관(갈색 정도, 탁도), 맛(단맛, 쓴맛, 신맛, 짠맛), 향미(간장향미, 삶은 콩 향미), 후미(단맛, 쓴맛, 짠맛, 신맛, 가루분말 느낌)를 순서대로 평가하였다. 시료는 무작위 순서로 한 번에 한 시료씩 제시하였고, 시료 사이에는 입가심을 위해 식빵(2×2×1.5 cm)과 정수된 물(20±2℃)을 제공하였다. 패널들은 무작위로 제공된 된장국 시료 3개를 평가하였고, 평가는 3회 반복 수행되었다. 평가는 평가용 컴퓨터가 설치된 관능검사실의 개별 부스에서 진행하였으며, 평가실의 온도는 약 23±2℃로 유지되었다. 패널은 평가 1시간 전부터 평가에 영향을 줄 수 있는 음식물의 섭취, 담배, 양치 및 향수의 사용 등을 삼가도록 하였다.

3. 된장국의 전자코 측정

전자코(Heracles II, Alpha MOS, Ltd., Toulouse, France)를 이용하여 된장국 시료의 휘발성 성분을 분석하였다. 된장국 시료 5 g을 20 mL vial 넣어 20분간 해당 온도로 유지하였고, 2,500 µL를 220℃ 이하에서 125 µL/sec속도로 주입하였다. 비극성 컬럼(MXT-5), 약한 극성 컬럼(MXT-1701)을 통과한 시료를 flame ionization detector(FID)로 분석하였으며, 이때 시료는 각각의 해당 온도에서 시작하여 2℃/s로 온도를 증가시켜 270℃까지 가열하였다. 된장국 시료의 분석 결과는 Alphasoft V12 software(Alphasoft, London, UK)를 이용해 측정된 피크를 다듬고, Kovats index library를 이용하여 전자코 피

크의 향미성분을 확인하였다. 전자코 측정은 총 5회 반복실험을 실시하였다.

4. 된장국의 전자혀 측정

전자혀(Astree, Alpha MOS Ltd., Toulouse, France)를 이용하여 다양한 온도로 제공된 된장국 시료의 맛을 분석하였다. 표준 전극(reference electrode)은 Ag/AgCl을 사용하였고, 센서는 SRS(신맛), STS(짠맛), 감칠맛(UMS), 단맛(SWS), 쓴맛(BRS)이며, 표준 센서로 GPS, SPS를 사용하였다. 묘사분석에 사용된 된장국 시료를 1,000배 희석한 뒤, 여과지(Hyundai Micro N0. 10, Hyundai Micro, Ltd., Seoul, Korea)로 여과하였다. 여과된 시료는 해당 온도를 유지하면서 전자혀 센서를 넣고, 120초 동안 측정하였다. 각 시료 사이에는 센서를 증류수로 10초간 세척하여 오염을 방지하였다. 각 시료의 센서 측정값은 각각의 맛 가치값(taste value)으로 변환되었다. 측정은 총 5회 반복하였다.

5. 통계분석

묘사분석 및 전자코/전자혀 측정 결과는 일원분산분석(analysis of variance, ANOVA)을 통하여 시료 간에 유의적인 차이가 존재하는지를 확인하였고, 유의차가 있을 경우 SNK 다중비교검정(Student Newman Keul's test)을 통해 유의수준 $p < 0.05$ 에서 유의성을 파악하였다. 또한 된장국의 온도와 도출된 관능 특성, 전자코 및 전자혀 분석값의 관련성을 파악하기 위해 주성분분석(principal component analysis; PCA), 부분최소제곱법(partial least square regression: PLSR)을 실시하였다. 모든 통계분석은 XLSTAT(Version 2015, Addinsoft, Paris, France)을 이용하여 수행하였다.

결과 및 고찰

1. 된장국의 정량적 묘사분석

평가를 통해 개발된 된장국의 관능 특성은 향(간장향, 단향,

Table 1. Sensory attributes and definitions of *Doenjang* soup sample

Sensory attributes		Definitions	References
Appearance attributes			
Appearance	Brown color	Intensity of brown color of <i>Doenjang</i> soup	Color chart (weak: 468 C, strong: 465 C)
	Turbidity	Intensity of turbidity of <i>Doenjang</i> soup	Cereal powder (weak: 1%, strong: 5%)
Odor attributes			
Odor	Cooked soybean	The smell associated with cooked soybean	Boiled soybean
	Sweet	The smell associated with grain syrup	Grain syrup (Daesang, Co. Ltd., Korea)
	Soy sauce	The smell associated with soy sauce	Soy sauce (Sampyo Co. Ltd., Korea)
	Sour	The smell associated with citric acid	0.03%(w/w) citric acid solution

Table 1. Continued

Sensory attributes	Definitions	References
Taste/flavor attributes		
Sweetness	Fundamental taste sensation of which grain syrup is typical	Grain syrup (Daesang, Co. Ltd., Korea)
Bitterness	Fundamental taste sensation of which caffeine is typical	0.03% (w/w) caffeine solution
Sourness	Fundamental taste sensation of which citric acid is typical	0.03% (w/w) citric acid solution
Saltiness	Fundamental taste sensation of which sodium chloride is typical	0.5% (w/w) NaCl solution
Soy sauce	Aromatics associated with soy sauce	Soy sauce (Sampyo Co. Ltd., Korea)
Cooked soybean	Aromatics associated with cooked soybean	Boiled soybean
After taste attributes		
Sweetness	Fundamental taste sensation of which grain syrup is typical	Grain syrup (Daesang, Co., Ltd., Korea)
Bitterness	Fundamental taste sensation of which caffeine is typical	0.03% (w/w) caffeine solution
Saltiness	Fundamental taste sensation of which sodium chloride is typical	0.5% (w/w) NaCl solution
Sourness	Fundamental taste sensation of which citric acid is typical	0.03% (w/w) citric acid solution
Powdery	Amount of powdery residue perceived on the tongue	Cereal powder

Table 2. Comparison of sensory profiles composed of average intensities of 17 attributes identified in *Doenjang* soup at 5, 25, and 45°C

Sensory attributes	Temperature (°C)			p-value
	5	25	45	
O_cooked soybean	5.20 ^c	6.95 ^b	8.49 ^a	<0.001
O_sweet	5.15 ^c	6.64 ^a	7.27 ^a	0.003
O_soy sauce	5.54 ^b	6.59 ^{ab}	7.37 ^a	0.031
O_sour	4.86	5.11	5.60	0.526
A_brown color	5.98	6.06	5.99	0.982
A_turbidity	9.33	9.10	8.56	0.303
T_sweetness	6.77	7.78 ^{ab}	8.45 ^a	0.023
T_bitterness	4.09	4.45	4.11	0.796
T_sourness	7.43	7.67	7.33	0.877
T_saltiness	7.40	7.41	7.91	0.679
F_soy sauce	7.64	7.99	8.61	0.313
F_cooked soybean	6.51 ^b	8.07 ^a	8.85 ^a	<0.001
AF_sweetness	6.64 ^b	7.75 ^{ab}	8.54 ^a	0.017
AF_bitterness	3.52	4.71	4.29	0.153
AF_saltiness	6.75	7.17	7.48	0.551
AF_sourness	5.78	5.73	6.15	0.802
AF_powdery	6.59	6.85	6.88	0.904

¹⁾ A, O, T, F, and AF in front of sensory attribute meant appearance, odor, taste, flavor, and after taste, respectively.

*****, ****, ***, **, * meant significant different across the samples at $p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.001$, respectively.

삶은 콩향, 신향), 외관(갈색 정도, 탁도), 맛(단맛, 쓴맛, 신맛, 짠맛), 향미(간장향미, 삶은 콩 향미), 후미(단맛, 쓴맛, 짠맛,

신맛, 가루기) 등 총 17개 특성으로 나타냈다(Table 1). 온도에 따른 17개 특성 강도 결과를 비교한 결과(Table 2), 삶은 콩 향미($p<0.001$), 삶은 콩 향($p<0.001$), 단 향($p<0.003$), 간장향($p<0.031$), 단맛($p<0.023$), 단맛 후미($p<0.017$) 특성에서 제시 온도에 따른 유의적인 차이를 나타냈다. 특히 상대적으로 제시 온도가 높은 순으로 강도가 강한 결과가 나타나, 제시 온도가 높아짐에 따라 해당 관능 특성의 강도가 높아짐을 파악하였다. Vantanis 등(2010)은 고기 육수 젤라틴 model system에 NaCl, MSG, 1-octen-3-ol, 2,6-dimethylpyrazine 등을 첨가하여 제공 온도(25, 50°C)로 나누어 관능검사를 진행하였다. 낮은 온도보다 높은 온도에서 휘발성 물질(1-octen-3-ol, 2,6-dimethylpyrazine)의 휘발성이 증가하여 향과 향미의 강도가 높아짐을 확인하였다. 본 연구에서도 액체 시료인 된장국을 사용하였기 때문에 삶은 콩 향, 삶은 콩 향미와 관련된 휘발성 물질이 높은 온도에서 휘발 정도가 증가되어 해당 관능 특성의 강도가 높아진 것으로 생각된다.

시료 간 유의적인 차이가 있는 특성 강도와 제시 온도의 상대적 위치를 파악한 주성분 분석 결과는 Fig. 1과 같다. 제 1, 2 주성분이 각각 99.58%, 0.42%로, 모든 데이터를 설명하였다. 모든 특성이 1, 4사분면에 위치해 있었으며, 전반적으로 고온에서 저온으로 온도가 낮아질수록 묘사특성의 강도가 약해지는 경향을 보였다. 이러한 경향성은 Chung 등(2015)의 천연조미료 제시 온도 및 NaCl 첨가에 따른 천연조미료의 관능 특성 연구에서 20°C에 제공한 시료보다 55°C에 제공한 시료에서 향 강도가 높은 경향을 보인 결과 및 Kähkönen 등(1994)의 지방 함량(3, 6, 12%) 및 제공 온도(33, 48, 63°C)에 따른 치즈 수프의 묘사분석에서 제공 온도의 증가에 따라 전반적인 향, 치즈 향의 강도가 높아짐을 보인 연구 결과와 유

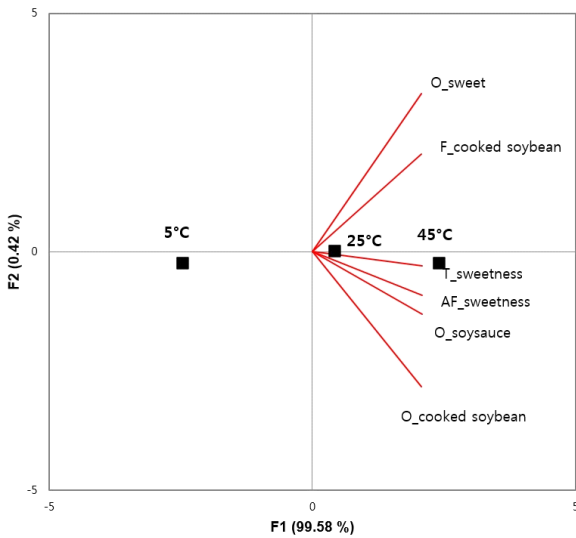


Fig. 1. Principal component analysis (PCA) loadings for sensory attributes and the serving temperature of Doenjang soup. O, T, F, and AF in front of sensory attribute meant odor, taste, flavor, and after taste, respectively.

사하였다.

2. 전자코 및 전자혀 분석

전자코를 이용하여 온도별 된장 시료의 휘발성 성분을 분석한 결과, 유의미한 7개의 성분 및 그 성분의 관능적 특성을 확인하였다(Table 3). Jung 등(2017)의 된장 연구에서 14개 된장 시료에서 11종의 향미성분이 전자코를 통해서 분석되었다. 본 연구는 된장국을 사용하여 일부 향 성분이 된장국 제조시 물에 희석되고, 가열시 휘발되어 검출된 향 성분의 수가 적은 것으로 생각된다. 전자코와 전자혀를 이용한 온도별 된장국 시료 분석 결과의 주성분 분석 결과, 제1 주성분이 전체 데이터의 92.61%, 제2 주성분이 7.39%를 설명하였다(Fig. 2). 주성분 분석에서 전자혀 결과값은 2사분면에 위치하였고, 5°C 된장국 시료와 관계가 있었다. 전자코로 분석된

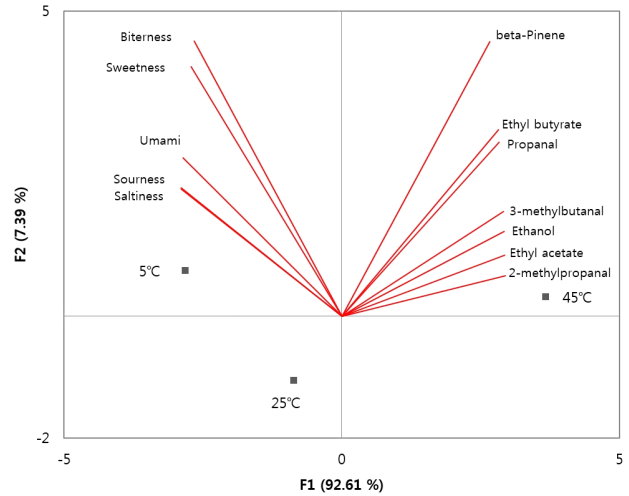


Fig. 2. Principal component analysis (PCA) biplot for electronic nose and electronic tongue results for Doenjang soup at 5, 25, and 45°C.

7개의 휘발성 성분은 1사분면에 위치하였으며, 45°C 된장국 시료와 연관되었다. 반면, 25°C 된장국 시료의 경우, 두 시료의 중간 정도의 위치하였다. 이러한 경향성은 전자코를 통한 향미성분은 온도가 증가함에 따라 그 강도가 증가하고, 전자혀를 통한 기본맛 측정온도가 증가함에 따라 그 강도가 낮게 평가되었기 때문이다(Table 4). Steen 등(2017)의 연구에서, 커피 시료의 휘발성 성분 분석을 위해 Dynamic headspace sampling시, 샘플링 온도가 31°C에서 50°C로 상승함에 따라 총 21종의 휘발성 성분들의 양이 증가했으며, 관능검사 결과에서도 31, 37, 44°C에 제공한 커피 시료에 비해 50, 56, 62°C에 제공한 커피가 전체적인 향 강도, 쓴맛, 로스팅 향미와 더 관련 있음을 보였다. 또한, Delwiche(2004)는 이러한 온도와 휘발성 성분간의 관계가 휘발성 성분들이 상대적으로 높은 온도에서 역치를 넘기 때문인 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 온도가 묘사 특성의 강도 변화에 영향을 미쳤을 뿐만 아니라, 전자코 분석 결과 동정된 휘발성 성분 방출과 관련된

Table 3. Identified volatile compounds with Kovats indices in the headspace of Doenjang soup

Retention time (sec)		Compounds	Sensory description
MXT-5	MXT-1701		
17.83	16.59	Ethanol	Alcoholic, pungent, sweet
19.30	17.39	Propanal	Pungent, ethereal
22.68	19.44	2-Methylpropanal	Malty, burnt, pungent, toasted
26.98	21.99	Ethyl acetate	Pungent, sweet, caramelized, fruity
30.57	25.81	3-Methylbutanal	Almond, herbaceous, malty, toasted
46.43	40.62	Ethyl butyrate	Banana, fruity, sweet, caramelized
66.46	53.30	Beta-pinene	Green, musty, sweet

감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부의 재원으로 한국식품연구원 주요 사업(과제번호: E0126305-07)의 지원을 받아 연구되었으며, 이에 감사드립니다.

References

- Apetrei C, Apetrei IM, Villanueva S, Saja JA, De Saja JA, Gutierrez-Rosales F, Rodriguez-Mendez ML. 2010. Combination of an e-nose, an e-tongue and an e-eye for the characterization of olive oils with different degree of bitterness. *Anal Chem Acta* 663:91-97
- Baldwin EA, Bai J, Plotto A, Dea S. 2011. Electronic noses and tongues: Applications for the food and pharmaceutical industries. *Sensors* 11:4744-4766
- Chung SJ, Chung JA, Kim BW, Kang D. 2015. Effects of NaCl and temperature on the sensory characteristics of natural flavor enhancers. *Korean J Food Sci Technol* 47:615-622
- Delwiche J. 2004. The impact of perceptual interactions on perceived flavor. *Food Qual Prefer* 15:137-146
- Drake MA, Yates MD, Gerard PD. 2005. Impact of serving temperature on trained panel perception of Cheddar cheese flavor attributes. *J Sens Stud* 20:147-155
- Jeon HJ, Lee SH, Kim SS, Kim YS. 2016. Quality characteristics of modified *Doenjang* and traditional *Doenjang*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45:1001-1009
- Jo YJ, Cho IH, Song CK, Shin HW, Kim YS. 2011. Comparison of fermented soybean paste (*Doenjang*) prepared by different methods based on profiling of volatile compounds. *J Food Sci* 76:C368-C379
- Joo KJ, Shin MR. 2004. Flavor components generated from thermally processed soybean paste (*Doenjang* and *Soondoengjang*) soups and characteristics of sensory evaluation. *Korean J Food Sci Technol* 36:202-210
- Jung HY, Kwak HS, Kim MJ, Kim Y, Kim KO, Kim SS. 2017. Comparison of a descriptive analysis and instrumental measurements (electronic nose and electronic tongue) for the sensory profiling of Korean fermented soybean paste (*Doenjang*). *J Sens Stud* 32:e12282
- Kähkönen P, Tuorila H, Hyvönen L. 1994. Dairy fat content and serving temperature as determinants of sensory and hedonic characteristics in cheese soup. *Food Qual Prefer* 6:127-133
- Kim JW, Samant SS, Seo Y, Seo HS. 2015. Variation in saltiness perception of soup with respect to soup serving temperature and consumer dietary habits. *Appetite* 84:73-78
- Kim MJ, Rhee HS. 1993. Studies on the changes of taste compounds during soy paste fermentation (II). *Korean J Soc Food Sci* 9:257-260
- Kim MK, Lee KG. 2014. Correlating consumer perception and consumer acceptability of traditional *Doenjang* in Korea. *J Food Sci* 79:S2330-2336
- Kim SH, Lee KA. 2003. Evaluation of taste compounds in water-soluble extract of a *doenjang* (soybean paste). *Food Chem* 83:339-342
- Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation (AT). 2017. 2017 Home meal replacement market in Korea. Korea Agro-Fisheries & Food Trade Corporation pp.27-36
- Kwak HS, Jung HY, Kim MJ, Kim SS. 2017. Differences in consumer perception of Korean traditional soybean paste (*Doenjang*) between younger and older consumers by blind and informed tests. *J Sens Stud* e12302
- Lee SJ, Ahn B. 2009. Comparison of volatile components in fermented soybean pastes using simultaneous distillation and extraction (SDE) with sensory characterization. *Food Chem* 114:600-609
- Meilgaard MC, Carr BT, Civille GV. 2006. Sensory Evaluation Techniques. pp.157-164. 4th ed: CRC press
- Namgung HJ, Park HJ, Cho IH, Choi HK, Kwon DY, Shim SM, Kim YS. 2010. Metabolite profiling of *doenjang*, fermented soybean paste, during fermentation. *J Sci Food Agric* 90:1926-1935
- Rhyu MR, Kim EY. 2011. Umami taste characteristics of water extract of *Doenjang*, a Korean soybean paste: Low-molecular acidic peptides may be a possible clue to the taste. *Food Chem* 127:1210-1215
- Ross CF, Weller KM, Alldredge, JR. 2012. Impact of serving temperature on sensory properties of red wine as evaluated using projective mapping by a trained panel. *J Sens Stud* 27:463-470
- Shukla S, Choi TB, Park HK, Kim M, Lee IH, Kim JK. 2010. Determination of non-volatile and volatile organic acids in Korean traditional fermented soybean paste (*Doenjang*). *Food Chem Toxicol* 48:2005-2010
- Steen I, Waehrens SS, Petersen, MA, Münchow M, Bredie WLP. 2017. Influence of serving temperature on flavor perception and release of Bourbon Caturra coffee. *Food Chem* 219:61-68

Stokes CN, O'Sullivan MG, Kerry JP. 2016. Assessment of black coffee temperature profiles consumed from paper-based cups and effect on affective and descriptive product sensory attributes. *Int J Food Sci Technol* 51:2041-2048

Stone H, Sidel JL. 1985. *Sensory Evaluation Practices*, 1st ed: Academic press

Ventanas S, Mustonen S, Puolanne E, Tuorila H. 2010. Odour

and flavor perception in flavoured model systems: Influence of sodium chloride, umami compounds and serving temperature. *Food Qual Prefer* 21:453-462

Received 27 December, 2017
Revised 25 January, 2018
Accepted 09 March, 2018