KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 46, No. 6, pp. 734~738 (2014)
http://dx.doi.org/10.9721/KJFST.2014.46.6.734

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY

©The Korean Society of Food Science and Technology

# 전자코와 푸리에 변환 근적외선 분광기를 사용한 사골 추출물의 향기 성분 변화 분석

장낙훈 · 조연수[1] · 박수원[2] · 동혜민[2] · 한현정[2] · 노봉수[2,*]
주식회사 신세계푸드 R&D 상품개발 파트장, [1]주식회사 신세계푸드 품질혁신팀/식품안전센터 센터장,
[2]서울여자대학교 식품공학과

# Changes of Volatile Components in Extracts of Bovine Bone Using an Electronic Nose and Fourier Transform-Near Infrared Spectrometer

**Nak-Hoon Jang, Yon Soo Cho[1], Su Won Park[2], Hyemin Dong[2], Hyun Jung Han[2], and Bong-Soo Noh[2,*]**
*R&D Team of Product Development, Shinsegae Food Co., Ltd.*
*[1]Food safety control center, Shinsegae Food Co., Ltd.*
*[2]Department of Food Science and Technology, Seoul Women's university*

**Abstract** This study was conducted to investigate whether four hot-water extraction steps could effectively remove off-flavor from bovine bone extracts and produce compounds with pleasant aroma. Experiments were performed using a mass spectrometry-electronic nose and Fourier transform-near infrared spectrometer (FT-NIR). Off-flavor compounds were removed by washing and extraction with hot water. Steaming treatment produced compounds with a better aroma, such as 4-methylthiazole. In addition, a change in flavor compounds was observed in treated samples.

**Keywords:** bovine bone extract, aroma compound, electronic nose, fourier transform-near infrared spectrometer

## 서 론

설렁탕, 곰탕은 사골과 기타 소 뼈를 오랜 시간 가열하여 뼈가 가지고 있는 미네랄 성분 등을 우려낸 국물로서(1), 칼슘, 인, 질소 성분이 다량 함유되어 있다(2). 최근 이러한 영양 성분들의 용출량을 증가시키는 조리법에 대한 연구(3)뿐만 아니라 소 뼈의 부위 및 추출 횟수에 따른 특성(4), 압력 처리 효과(5) 등 영양학적인 연구도 많이 이루어지고 있다. 그러나 추출한 사골 국물에는 지방질이 충분히 제거되지 않고, 특히 인지질의 제거가 용이하지 않기 때문에(6) 특유의 비린취를 제거하지 못하여 낮은 관능적 품질은 갖는다는 한계가 있어 새로운 추출 방법이 요구되는 시점이다.

사골 추출물을 제조 시 발생할 수 있는 향기 성분으로는 잡취 성분, 비린취 및 누린내 성분, 그리고 풍미 성분이 있다. 잡취 성분에는 주로 3-methyl hexane, 2,4-dimethyl hexane, 3,4-dimethyl octane이 있고 비린취 및 누린내를 낼 수 있는 성분에는 octenol, toluene, ethyl benzene 그리고 풍미 성분으로는 2-piperidine과 4-methyl thiazole 등이 존재한다고 보고되어 있다(6). 식품의 향미는 구성 물질들에 열처리 및 효소 작용 등이 가해지면 변화가 일어나기도 하며, 그 조건에 따라 향기 패턴도 다르게 나타나기 때문에(7), 사골에서 이취 성분을 제거했음을 증명하기 위해서는 각 성분의 분석이 요구된다.

향기 성분을 측정하기 위한 방법으로는 일반적으로 관능 검사와 gas chromatography, gas chromatography mass spectrometry 등이 사용되어 왔다. 관능 검사법은 패널들이 향의 세기나 배합의 차이를 감지할 수 있다는 장점이 있으나 식품에 대한 기호도나 표현 방법의 차이 등 때문에 객관성 있는 결과를 바라기 힘들다(8). GC/MS 등의 분석 방법은 향에 관여하는 성분의 종류와 농도 등의 정확한 수치를 얻을 수 있지만, 사람이 인식하는 식품 내에서의 각 성분들의 상호 작용에 의한 향 특성을 표현해 낼 수 없다는 한계가 있다(8-10). 따라서 최근 식품 분야에서는 품질 특성과 관련하여 전자코를 많이 사용하고 있는 추세이다(11). 전자코는 비 파괴적 분석 방법 중 하나로, 미묘하고 복잡한 향기와 냄새 성분을 감지할 수 있다. 또한, 제품에 혼합된 전체의 향을 감지하여 사람과 유사하게 향에 반응할 수 있을 뿐만 아니라 인간이 감지할 수 없는 화학 물질까지도 반응할 수 있다는 장점을 갖고 있다(12,13). 지금까지 전자코의 연구 현황을 살펴보면 오렌지 주스의 제조 공정에서 생기는 중요한 휘발 성분의 미세한 차이를 전자코를 사용하여 조절하는 것이 가능하였으며(14), 전자코를 활용하여 제조 조건 및 저장 기간에 따른 유채유의 품질을 측정한 바 있다(15).

또 다른 비 파괴적인 분석 방법으로는 Fourier transform-near infrared spectrometer이 있다. 이는 빠르고 경제적이며 전자코처럼 시료의 특별한 전처리 없이도 정량 및 정성 분석이 가능하다(16).

*Corresponding author: Bong-Soo Noh, Department of Food Science and Technology, Seoul Women's University, Seoul 139-774, Korea
Tel: 82-2-970-5636
Fax: 82-2-970-5977
E-mail: bsnoh@swu.ac.kr
Received August 14, 2014; revised November 4, 2014; accepted November 18, 2014

현재까지 FT-NIR을 사용하여, 종류가 다른 유지 종류를 판정하는 정성 분석과 그 성분을 이용한 국내산과 수입 산간의 진위여부 확인하였고(17), 식품 등의 성분 분석(18) 등의 연구가 보고되어 있다.

따라서, 본 연구에서는 MS를 바탕으로 한 전자코와 FT-NIR을 사용하여 별도의 원료를 첨가하거나 과도한 농축 공정이 아닌 4단계의 추출만을 사용하여 이미, 이취를 효과적으로 제거할 수 있는 지와 동시에 각 단계별 시료에서 풍미 성분이 생성되었는지를 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 시료

4단계 추출 과정을 거치면서 사골 추출물이 어떠한 향기를 가지는지 알아보기 위해, 각 단계별 시료 4가지와 위 공정으로 제조된 완제품을 시료로 사용하였고, 모든 시료는 신세계(Incheon, Korea)에서 제공받았다. 저온 조건 10-15°C에서 방혈하여 핏물과 불순물을 제거한 후, 2-3배수의 정제수를 투입하고 95-98°C로 설정하여 30분간 1차 추출하고 이 추출액을 시료 A라 하였다. 추출 종료 시 추출액은 폐기하고, 다시 2-3배수의 정제수를 투입해 1차 추출과 같은 온도로 10분간 2차 추출한 것을 시료 B라 하였다. 종료 시 2차 추출액은 폐기하고, 3차 추출을 시작하였다. 3차 추출은 3.5-4배수의 정제수를 투입하여 같은 온도로 60분간 진행한 것이고 이를 시료 C라 하였다. 1, 2차 추출과는 달리 추출액을 폐기하지 않은 채, 밸브를 개방하여 수증기를 배출한 후 밸브를 잠그고 온도를 120°C로 높인 다음 2.6 $kg_f/cm^2$으로 가압한 뒤 4시간 동안 추출하였다. 추출한 액을 시료 D라 하고, 추출과정이 다 끝나면 400-500 mmHg 진공조건으로 60-80°C에서 30분간 농축과정을 거치면 완제품인 시료 S를 제조하였다.

### 전자코 분석

10 mL vial (La-Pha-Pack® GmbH, Langerwehe, Germany)에 시료 1 g을 넣은 다음 10분간 130°C에서 350 rpm으로 교반한 후 90°C의 주입구 온도를 유지한 가운데 주입하였다. Headspace의 volatile compounds 분석 시, syringe purge는 9.9초를 유지하고 thermostatted tray holder에 놓은 후 2.5 mL를 취하여 시료로 사용하였고 headspace system을 이용하여 분석하였다. 분석에는 자동 시료 채취기(CombiPAL, CTC Analytics, Zwingen, Switzerland)가 연결된 전자코(SMart Nose300, SMart Nose, Marin-Epagnier, Switzerland)를 사용하였고, 전자코는 질량 분석기(Quadrupole Mass Spectrometer, Balzers Instruments, Masin-Epagniger, Switzerland)가 연결되어 있다. 휘발성 물질들은 70 eV에서 이온화시켜 180초 동안 생성된 이온 물질을 사중극자(quadrupole) 질량 필터링을 거친 후 특정 질량 범위(10-200 amu)에 속하는 물질을 정수 단위로 측정하여 channel 수로 사용하였다. 실험 분석 초기의 공기 시료를 대조구로 사용하였으며, 각각의 시료는 3회 반복을 실시하였다. 이 때 사용한 통계프로그램은 SMart Nose® statistical analysis software (Version 1.51, THOPAS Soft Creation, Marin-Epagnier, Switzerland)이다.

### FT-NIR 분석

6개의 사골 시료에 대한 스펙트럼은 FT-NIR spectroscopy (Thermo Fisher Scientific Inc., Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. 스펙트럼은 한 사골 당 1번으로 16회 측정하였고, 시료는 vortex mixer (Scientific Industries Inc., Oakdale, PA, USA)로 충분히 균질화 한 후, 석영 cell (Optima Inc., Itabashi-ku, Tokyo, Japan)에 채취 하여 실온에서 사용하였다. 스펙트럼(Analytical Spectral Devices Inc., Boulder, CO, USA)을 사용하여 근적외선 영역 4,000-10,000 $cm^{-1}$ 파장에서 매 2 nm 간격으로 흡광도(absorbance)를 측정하여 비교하였다.

### 판별함수 분석(Discriminant Function Analysis)

DFA는 판별함수 분석으로서 휘발성 향기 성분으로부터 생성되는 ion fragment 가운데 10부터 200 amu 범위에서 각 시료간에 차별성이 높은 5-30여 개의 fragment (m/z)를 독립 변수로 선택하였다. 선택된 독립 변수의 해당 감응도 값을 이용하여 아래와 같은 식에 따라 판별 함수 분석을 실시하였으며 종속 변수에 영향을 주는 독립 변수를 검정하였다.

$$DFA=B_0+B_1X_1+B_2X_2+B_3X_3 \ldots\ldots\ldots\ldots +B_nX_n$$

$B_0$는 constant값을, $B_1$는 coefficients, 그리고 X는 각각의 amu값에서의 감응도를 나타낸다. 판별 함수 값은 여러 독립 변수 중에서 response 값에 해당되는 종속 변수에 영향력을 주는 순서를 기준으로 하여 DF1 (first score from discriminant function analysis), DF2 (second score from discriminant function analysis)를 정하였고 x축에는 DF1을 y축에는 DF2로 하여 각 시료간의 휘발성분 차이를 2차원의 패턴 형식으로 나타내었다.

## 결과 및 고찰

### 전자코 분석

전자코에 의한 분석 결과는 시료 간에 휘발 성분의 패턴을 보여줌으로써 차이가 있는지 없는지 여부를 확실히 판단해주는 매우 효과적인 방법으로, 특히 식품 및 음료 분야에서 제품의 신선도 여부와 제조 공정에 따른 제품의 향기 변화 판단 등에 주로 이용되고 있다(19).

먼저 휘발 성분이 가장 많을 것으로 예측되는 4차 추출물(D)을 사용하여 시료 농도를 달리 했을 때의 향기 패턴 차이를 Fig. 1-(A)에 나타내었다. 수십 개의 ion fragment (m/z) 중에서 주로 공기 성분에 해당하는 40 이하인 fragment (m/z)을 제외하고, 40-200 범위에서의 ion fragment들이 나타낸 감응도 값을 대상으로 하여 판별 분석을 실시하였다. 각 시료를 각각 1배, 2배, 3배로 희석하여 실험한 결과 DF1의 F값이 7435.10, DF2의 F값은 15.62으로 DF1이 약 500배 큰 값을 가지는 것으로 나타났다. 이는 다시 말해 x축에 해당하는 DF1에 의한 영향과 y축에 해당하는 DF2에 의한 영향이 약 500:1의 비율로 시료간의 차이가 주로 DF1에 의해 영향을 받는 것을 의미한다. 냄새를 갖지 않는 공기를 대조구로 보았을 때, 전체적으로 공기의 DF1값은 상대적으로 오른쪽(양의 방향)에 위치하였으며 사골 시료는 왼쪽(음의 방향)에 위치하는 것을 볼 수 있었다. 또한 시료의 농도가 높아질수록 이에 비례하여 DF1의 음의 방향(화살표 방향)으로 이동하는 패턴을 띄었다. 이것은 농도가 높을수록 휘발 성분 향기들이 많아지는 것으로 DF1의 양의 방향에서 음의 방향으로 이동하는 경향을 보였다. 따라서 희석하지 않은 시료(원액)가 2배(D/2), 3배(D/3) 희석한 시료에 비해 상대적으로 많은 향기 성분을 가지는 것을 확인할 수 있었다.

Fig. 1(A)는 X, Y 축을 각 DF1과 DF2를 기준으로 시료간의 향기 성분 패턴을 나타냈다면 Fig. 1(B)의 경우 X축은 농도를 달리한 시료, Y축은 Δ-DF1값으로 하여 시료간에 향기 성분의 양이 얼마나 차이가 나는지를 한 눈에 보여주는 자료이다. Y축 값

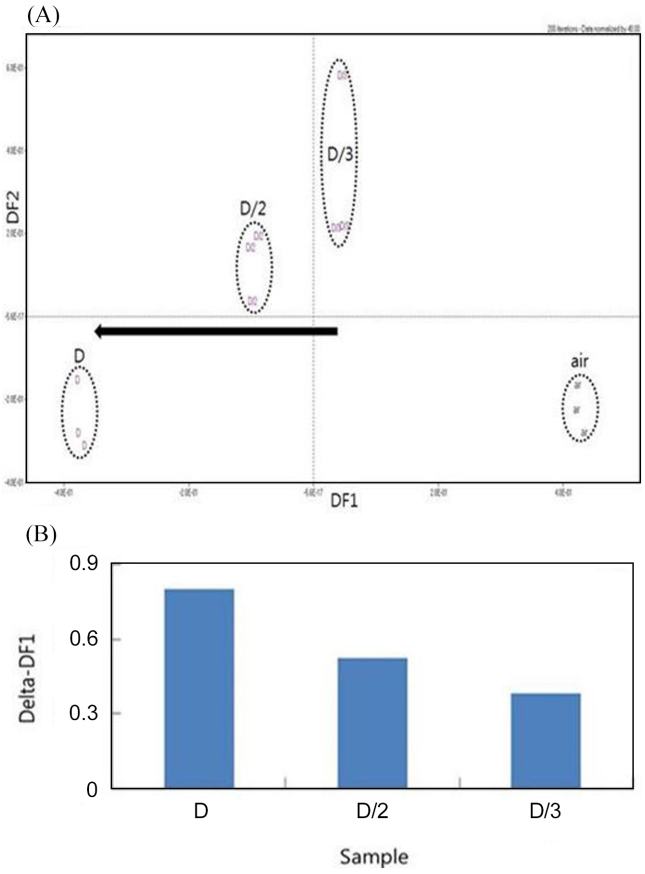


**Fig. 1. Discriminant function analysis of the obtained date by mass spectrometry based on electronic nose at various concentrations of sample D (A). Comparison of different concentration of extract from bovine bone for Δ-DF1 (B).** D, no dilution; D/2 and D/3 mean twice and three times of dilution (DF1: $r^2$=0.9996, F-7435.10/DF2: $r^2$=0.8541, F=15.62).

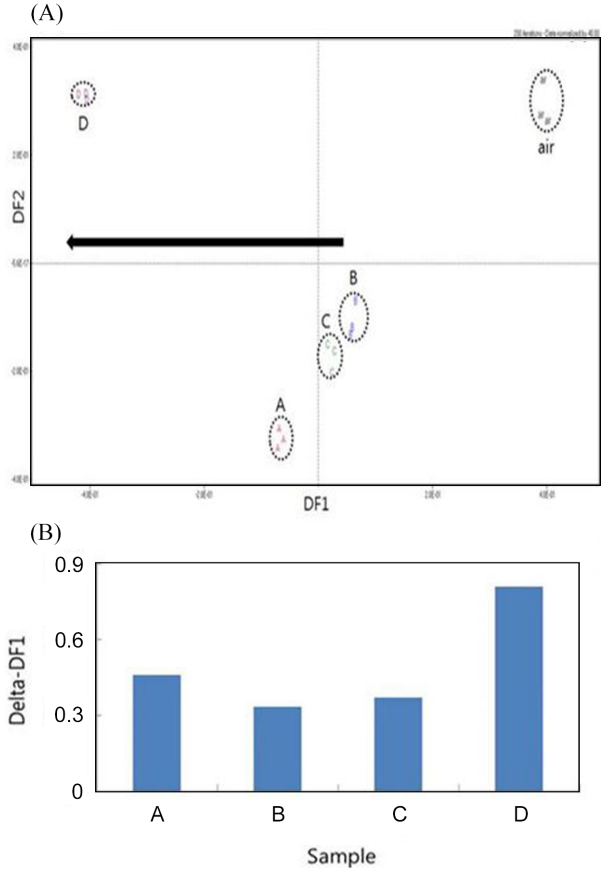


**Fig. 2. Discriminant function analysis of the obtained data by mass spectrometry based on electronic nose for different treatment samples (A). Comparison of different treatment of extract from bovine bone for Δ-DF1 (B).** A, first extraction with hot water; B, second extraction with hot water; C, third extraction with hot water and exhaust; D, fourth extraction with hot water under high pressure (DF1: $r^2$=0.9996, F=6648.80/DF2: $r^2$=0.9923, F=322.94).

이 의미하는 Δ-DF1은 air를 대조구로 하여 air의 DF1과 시료의 DF1값의 차이를 말한다. 이것을 토대로 Fig. 1(B)의 그래프를 해석해 보면 2배 희석한 시료가 원액 시료보다 약 1.5배, 3배 희석한 시료는 원액 시료에 비해 약 2배만큼 향기 성분이 감소한 것을 볼 수 있었다.

Fig. 2(A)는 1차, 2차, 3차, 4차 사골 추출물의 향기 패턴을 분석한 것이다. DF1의 F값은 6648.80이고 DF2의 F값은 322.94로 DF1의 영향력이 DF2에 비해 약 20배 높은 것으로 나타나며, 이는 다시 말해 시료가 DF1에 의해 주로 구분되는 것을 의미한다. 공기를 대조구로 보았을 때 DF1을 기준으로 공기는 상대적으로 오른쪽(양의 방향)에 위치하였으며 사골 시료는 왼쪽(음의 방향)에 위치하는 것을 볼 수 있었다. 또한, 왼쪽으로부터 4차 추출>1차 추출>3차 추출>2차 추출 순서대로 위치하였다. Fig. 1(A)에 근거하였을 때, 향기 성분이 많을수록 공기와 멀게 위치하는 것이므로 4차 추출이 가장 많은 향기 성분을 가지는 것으로 추측된다. 3차 추출과 2차 추출은 상대적으로 적은 향기 성분을 가지며, 그 양은 2차 추출이 가장 적은 것으로 보여진다.

Kang과 Jang(6)에 의하면 냉수 방혈을 통해서는 이취 유발물질을 제거할 수 있고, 열수 방혈을 통해서는 비린내 및 누린내 유발 물질을 제거할 수 있다고 한다. 본 실험에서 다룬 4단계 열수 추출물의 경우 추출 전에 실시한 방혈은 10-15°C인 냉수 방혈로 이 공정을 통해 이취가 감소되었다고 생각할 수 있다. 또한 방혈 후 1, 2차 추출은 약 100°C의 높은 온도에서 추출을 진행하기 때문에 비린내와 누린내 제거가 가능하고 다음 추출액은 폐기함으로써 점차 향기 성분이 감소하는 경향을 나타낸 것이라고 할 수 있다. 어느 정도 사골에서 나올 수 있는 잡취를 제거한 후 3, 4차 추출 조건에서 처리한 시료 C와 D는 이전과는 다른 향기 성분을 가진 것을 볼 수 있는데, 특히 4차 추출 경우 타 시료에 비해 상대적으로 왼쪽 상단으로 많이 치우쳐있다. 따라서 4차 추출 공정이 사골의 특유 풍미를 갖게 하는데 중요한 공정이라 사료된다.

Fig. 2(B)는 Fig. 1(B)와 마찬가지로, air를 대조구로 하여 air의 DF1값과 공정에 따른 시료의 DF1값의 차이를 사용하여 추출 횟수가 증가할수록 향기 성분의 양이 어떻게 변하는지를 보여준다. 2차 추출 시료는 1차 추출 시료에 비해 약 1.4배 향기 성분이 감소한 반면, 3차 추출 시료는 2차 추출 시료보다 약 1.1배, 4차 추출 시료는 3차 추출 시료보다 약 2.2배만큼 향기 성분 양이 증가한 것을 볼 수 있었다. 최종적으로 본다면 4차 추출 시료의 향기 성분은 1차 추출 시료에 비해 1.7배 이상 많아진 것으로, 단계적 추출방법이 사골의 향기 성분을 변화시키는데 영향을 미친다는 사실을 알 수 있다.

하지만 이렇게 생성되는 향기 성분이 과연 사골의 구수한 풍

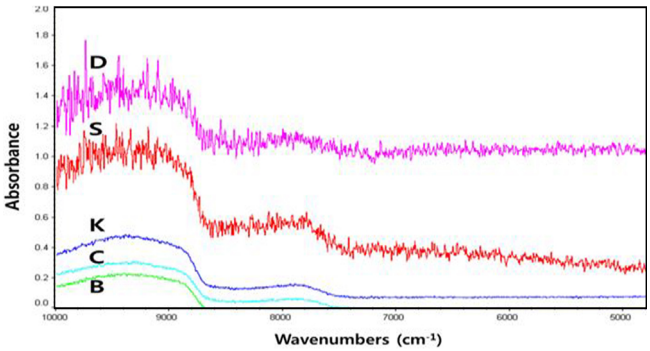


**Fig. 3. FT-NIR spectrum of the extracts from bovine bone of samples.** B, second extraction with hot water; C, third extraction with hot water and exhaust; D, fourth extraction with hot water under high pressure; S, commercial product by 4 steps extraction method; K, commercial product by others method.

미인지 아니면 육류의 특유의 이취 성분인지 판별하는데 한계점이 있다. 이를 알아보기 위해 일반적으로 사골 추출물에서 발생할 수 있는 여러 가지 향기 성분(6)을 조사하여 각 성분의 mass spectrum의 ion fragment와 시료에서 가장 차별성이 높았던 ion fragment를 Table 1에 나타내었다.

전체 시료의 휘발 성분에 해당하는 ion fragment는 41, 42, 43, 44, 45, 57, 60, 70, 75 amu로 나타났다. 이 중 43, 44 amu는 전체의 시료에서 모두 발견되었으며, 두 가지의 ion fragment 양은 4차 추출 시료에서 가장 많았고, 1차 추출, 3차 추출, 2차 추출 순으로 많이 가진 것을 볼 수 있었다. 이는 각 시료의 전체 ion fragment 값을 더하여 나타낸 결과도 일치하는 경향을 보였다. 따라서 43, 44 amu는 전체의 시료의 경향을 나타내는 주요 지표라 할 수 있으며, 특히 많은 양을 가지고 있는 44 amu가 더욱 그렇다고 할 수 있다.

43, 44 amu는 비린취 및 역겨운 향을 낼 수 있는 octenol, toluene, dimethylamine과 구수한 풍미를 나타내는 2-peperidine을 모두 가지고 있다. 1차 추출이 비린내와 누린내를 많이 가지고 있다고 생각했을 때, 2차 추출에서는 추출 과정을 통해 이러한 이취성분들이 제거되어 상대적으로 감소하는 것으로 판단된다. 또한 3차 추출에서는 다시 향기 성분이 증가하는 것을 볼 수 있는데, 이는 1, 2차 추출에서 발견된 향기 성분이 아닌 타 향기 성분이 생성되는 것으로 볼 수 있다. 4차 추출 역시 그러한 경향을 보이지만, Fig. 2(A)에서 3차 추출과 DF1, DF2를 기준으로 상대적으로 다른 방향에 위치해 있는 것을 볼 때, 3차 추출이 가진 향기 성분과도 다른 향기 성분이 존재 할 가능성이 큰 것으로 여겨진다.

3차 추출에서만 검출된 ion fragment는 57 amu로, 이에 관련 있는 향기 성분은 잡취에 해당하는 3-methylhexane, 2,4-dimethylhexane, 비린취 및 역한 냄새를 낼 수 있는 octenol과 toluene, 그리고 구수한 풍미를 내는 2-peperidine이 있다. 특히 잡취 성분과 octenol이 상당히 많은 양을 나타내고 있다. 따라서, 3차 추출 시료에서는 대부분이 잡취 성분 및 누린내, 비린내일 가능성이 높으며, 풍미 성분도 소량 존재하는 것으로 여겨진다. 또한, toluene의 경우 3차 추출 시료에서만 검출되는 것을 볼 수 있었다. toluene은 특유의 역겨운 냄새를 낼 수 있는 성분으로써, 3차 추출 과정에서만 나타나며 4차 추출 과정에서는 사라지는 것으로 보여진다.

4차 추출에서만 검출된 ion fragment는 70 amu로, 3-methylhexane, 2,4-dimethylhexane와 같은 잡취 성분, octenol과 같은 누린내, 비린내 성분도 검출되지만, 2-peperidine, 4-methylthiazole과 같은 풍미 성분이 상대적으로 더 많이 검출되는 것을 볼 수 있었다. 특히, 4-methylthiazole은 3차 추출에서 검출되지 않으며 대부분이 4차 추출에서 검출되는 것을 볼 수 있었으므로 4차 추출 시에 생성되는 향기 성분인 것으로 추측된다. 2차 추출과 3차 추출에서 검출되는 42 amu에서는 4-methylthiazole이 검출되지 않으며, 1차 추출과 4차 추출에서 검출되는 45 amu에서 4-methylthiazole이 다량 검출되는 것 역시 이를 뒷받침해준다. 따라서 4-methylthiazole이 사골 제품의 풍미 성분의 주가 되거나 타 풍미 성분들과의 조화에 의해 맛있다고 느껴지는 주요 풍미 성분일 것이라 생각된다. 또한, 잡취 성분의 경우 3, 4차 추출에서 검출되는 것으로 보아 잡취는 보다 더 높은 온도에서 더 오래 추출할 수록 생성될 확률이 높거나 1, 2차 추출에서 누린내 혹은 비린내가 상대적으로 많은 량이 있어 상대적으로 masking 될 수 있다고 생각된다. 또, 누린내를 나타내는 dimethylamine의 경우 57, 70 amu에서 검출되지 않으므로, 1, 2차 추출 시료에서만 나타날 가능성이 크다고 보여진다. 추가적으로 45 amu에서 4-methylthiazole이 4차 추출에서 대부분 검출되는 것이라면, dimethylamine과 octenol은 1차 추출에서 대부분 생성되는 것이라고 추측해 볼 수 있다.

따라서 전자코와 mass spectrum 결과를 다시 종합해 보면, 전체시료에서 전반적으로 누린내 및 비린내 성분이 나타나는 것으로 보여진다. 하지만 공정 과정에 따라 그의 양이나 성분 조성

**Table 1. Ion fragment of mass spectrum for electronic nose analysis**

| Aroma | Rancid | | | Grease and fatty | | | Sweet | Roasted meat | Treatment | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| amu | 3-Methyl hexane | 2,4-Dimethyl hexane | 2-Octenol | Toluene | Ethyl benzene | Dimethyl amine | 2-Piperidine | 4-Methyl thiazole | A | B | C | D |
| 41 | | | 32.84 | 16.1 | | 4.04 | 10.6 | 1.82 | 0.0016 | 0.0017 | 0.0016 | |
| 42 | | | 17.31 | | | 14.42 | 25.39 | | | 0.0038 | 0.0026 | |
| 43 | | | 34.33 | 22.5 | | 12.26 | 16.34 | | 0.0038 | 0.0030 | 0.0035 | 0.0050 |
| 44 | | | 14.92 | | | 99.99 | 9.27 | | 0.3082 | 0.2470 | 0.2710 | 0.4680 |
| 45 | | | 4.48 | | | 57.57 | | 41.95 | 0.0054 | | | 0.0072 |
| 57 | 78.22 | 99.99 | 99.99 | 22.3 | | | 10.82 | | | | 7.7E-05 | |
| 60 | | | | 0.46 | | | | | | | | |
| 70 | 3.86 | 2.88 | 7.46 | | | | 13.02 | 7.82 | | | | 0.0001 |

Various types of volatile compounds from extracts of bovine bone were compared with good meat flavor.

차이가 달라 각 시료의 전체적인 향이 달라지는 것으로 여겨진다. 1, 2차 추출은 대부분 비린내 및 누린내 성분이 차지하는 것으로 생각되며, 1차 추출에 비해 2차 추출에서 그 양이 상대적으로 적다. 그리고 3차 추출의 경우 잡취 성분이 다량 생성되고, toluene과 같은 이취 그리고 풍미 성분 역시 생성되므로, Fig. 2(B)에서 알 수 있듯이 2차 추출보다 약 1.1배 더 많은 향기 성분을 가진다고 보여진다. 또한, 4차 추출은 4-methylthiazole을 중심적으로 풍미 성분을 가지고 있으며, Fig. 2(A)에서 3차 추출과는 다른 방향에 위치하는 것으로 볼 때 타 이취 성분들은 비교적 적게 가지고 있는 것으로 추측된다. 따라서 풍미 성분에 의해 이취가 masking되는 등의 이유에 의해 풍미 중심의 맛이 되는 것으로 추측된다. 하지만 향기 성분 자체의 역치 값이 다르기 때문에 존재하는 양에 의하여 비교를 하기가 어렵다. 또 이취 성분은 그 양과 조합에 따라 좋은 풍미로 느껴지기도 하고, 오히려 좋은 풍미 성분이 과해질 경우 좋지 않게 느껴질 수 도 있으므로 향기 성분 간의 관계 역시 큰 변수가 될 것으로 여겨진다.

### FT-NIR 분석

Fig. 3는 시료 2, 3, 4차 추출, 그리고 4단계 열수 추출 공정을 거친 완제품인 S, 타사 제품 K를 FT-NIR로 분석한 것이다. 사골의 경우 정제된 상태가 아니기 때문에 기능기의 생성과 제거 등의 분석보다는 시료의 전반적인 패턴 양상을 보고자 한다. 전자코와 mass spectrum을 통해 예측한 결과대로 4차 추출 시료가 이전 처리 시료와는 다른 패턴을 띄고 있는 것을 볼 수 있었다. 또한 단계별 공정을 거친 완제품과 타사 제품도 서로 다른 양상인 그래프를 보였는데, 이를 2, 3, 4차 추출 시료와 비교해 보면 완제품 S는 4차 추출과 유사하게 10,000-9,000 $cm^{-1}$에서 높은 흡광도를 갖는 반면, 타사 제품 K는 3차 추출과 비슷한 낮은 흡광도를 가지고 있다. 마지막 단계인 4차 추출이 완제품과 차이가 나는 이유는 4차 추출 처리한 후 30분간 진공 농축을 단계를 거치게 되는데, 이 때 어느 정도 농축된 효과가 생긴 것으로 생각된다.

이를 종합해 보면, 4단계 열수 추출 공정 중 초기 단계에서는 사골 내 특유 잡취를 제거하고 후기 단계에서는 가온 및 가압 처리를 함으로써 풍미 성분을 많이 생성시킨 것을 확인하였다. 또한, 완제품 전 단계인 진공 농축 처리로 인해 추출액에 남아있는 지방 유래 휘발성 이취가 제거될 수 있다고 볼 수 있다. 이렇게 약해진 이취는 생성된 풍미에 masking 되는 효과도 예상되어 타사의 제품과 차별성이 있다고 할 수 있다. 하지만 사골 자체가 불균질한 식품이기 때문에 FT-NIR을 사용하여 기능기를 확실히 알 수 없다는 한계점이 있었다. 따라서 향후 진행되는 연구에서는 추출물과 지방구를 따로 분리하여 각각 향기 성분을 분석하고 FT-NIR spectrum을 본다면 정확히 어떤 성분이 제거 또는 생성되는지 추측할 수 있을 것이라 사료된다.

## 요 약

이 연구는 이전에는 없던 4단계 열수 추출 공정이 사골 내 특유 이취를 효과적으로 제거하고 풍미 성분을 생성시킬 수 있는지 MS-전자코와 FT-NIR을 사용하여 분석하였다. 그 결과, 4단계 열수 추출 공정은 상대적으로 풍미 성분이 많이 생성되었고, 완제품의 경우 진공 농축 공정을 추가적으로 처리함으로써 추출액에 남아있는 지방 유래 휘발성 이취가 감소된 것을 볼 수 있었다. 또한 이렇게 약해진 이취는 생성된 풍미에 masking 되는 효과가 더해져, 다른 회사의 제품과 차별성이 있다고 할 수 있다.

## References

1. Kim KS. Milk vetch root beef leg bone soup and production method. Korea patent. 10-2007-0109093 (2006)
2. Park DY. Minerals, total nitrogen and free amino acid contents in shank bone stock according to boiling time. J. Korean Soc. Food Nutr. 15: 243-248 (1986)
3. Cho EJ, Jung EJ. A Study on the changes of Taste components in brisket and shank gom-kuk by cooking conditions. Korean J. Soc. Food Sci. 15: 490-499 (1999)
4. Kim JH, Lee JM, Park BY, Cho SH, Yoo YM, Kim HK, Kim YK. Effect of portion and times of extraction of shank bone from hanwoo bull on physicochemical and sensory characteristics of komtang. Korean J. Food Sci. An. 19: 253-259 (1999)
5. Park YJ. Effect of acetic-acid and pressure cooker treatment on extracting some nutrients in beef- and pork-leg bone stocks. MS thesis. Seoul National University, Seoul, Korea (1984)
6. Kang HH, Jang SJ. Production method of bovine bone extract. Korea patent. 10-1130976 (2011)
7. Moon JH, Choi IW, Park YK, Kim Y. Development of natural meat-like flavor based on maillard reaction products. Korean J. Food Sci. An. 31: 129-138 (2011)
8. Noh BS, Ko JW, Kim SY, Kim SJ. Application of electronic nose in discrimination of the habitat for special agricultural products. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 1051-1057 (1998)
9. Hodgins D, Simmonds D. Sensory technology for flavor analysis. Cereal Foods World. 40: 186-191 (1995)
10. Kim SL. Flavor analysis of food by electronic nose. Food Sci. Ind. 30: 126-133 (1997)
11. Lee HS, Cho BG, Chung CH, Lee KT, Jo CH. Development of an electronic nose system for evaluation of freshness of meat. J. Biosyst. Eng. 34: 462-469 (2009)
12. Cimander C, Bachinger T, Mandenius CF. Assessment of the performance of a fed-batch cultivation from the preculture quality using an electronic nose. Biotechnol. Progr. 18: 380-386 (2002)
13. Pinheiro C, Rodriaues CM, Schfer T, Crespo JG. Monitoring the aroma production during wine-`must fermentation with an electronic nose. Biotechol. Bioeng. 77: 632-640 (2002)
14. Farnworth E.R., Mckellar R.C., Chabot D., Lapointe S., Chicoine M., Knight K.P. Use of an electronic nose to study the contribution of volatiles to orange juice flavor. J. Food Quality 25: 569-576 (2002)
15. Lim CL, Hong EJ, Son HJ, Kim JE, Noh BS. Effects of roasting condition and storage time on changes in volatile compounds in rapeseed oils. Korean J. Food Sci. Technol. 43: 291-302 (2011)
16. Park HS, Lee JK, Lee HW. Applications of near infrared reflectance spectroscopy in forage of evaluation. J. Korean Grassl. Sci. 24: 81-90 (2004)
17. Sato T. Application of principal-component analysis on near-infrared spectroscopic data of vegetable oils for their classification. J. Am. Oil Chem. Soc. 71: 293-298(1994)
18. Kim YH, Kang CS, Lee YS. Quantification of tocopherol and tocotrienol content in rice bran by near infrared reflectance spectroscopy. Korean J. Crop Sci. 49: 211-215(2004)
19. Levy DC, Barnett DA, Bell GA. Electronic noses: Prospects for applications in Australian industry. pp126-133. In: Second International Conference on Knowledge-based Intelligent Electronic Systems. April 21-23, Adelaide, Australia (1998)