

## 전자코-Mass spectrometry를 이용한 들기름이 혼합된 참기름의 판별 분석

손희진 · 강진희 · 홍은정 · 임채란 · 최진영<sup>1</sup> · 노봉수\*  
서울여자대학교 식품공학과, <sup>1</sup>한북대학교 식품영양학과

### Authentication of Sesame Oil with Addition of Perilla Oil Using Electronic Nose Based on Mass Spectrometry

Hee-Jin Son, Jin-Hee Kang, Eun-Jeung Hong, Chae-Lan Lim, Jin Young Choi<sup>1</sup>, and Bong-Soo Noh\*

Department of Food science and Technology, Seoul Women's University

<sup>1</sup>Department of Food and Nutritional Sciences, Hanbuk University

**Abstract** Sesame oil was sometimes replaced by mixed oil due to high price in Korean market. To find out authentic sesame oil, electronic nose (E-nose) based on mass spectrometer system was used. Sesame oil was blended with perilla oil at the ratio of 97:3, 94:6, 91:9, 88:12 and 85:15, respectively. Intensities of each fragment from sesame oil by E-nose based on MS were completely different from those of perilla oil. The obtained data was used for discriminant function analysis. For quantitative analysis, the partial least square algorithm was used. The added concentration of perilla oil to sesame oil was correlated with discriminant function first score (DF1) and second score (DF2). From this relationship it could be found out how much perilla oil added. DFA plot indicated a significant separation of pure sesame oil and pure perilla oil. The different geographical origin of sesame oil was used for blending with perilla oil were closed to that of sesame oil. Korean sesame oil mixture and Indian sesame oil one were well separated. And the correlation between mixing ratios and DF1 values was found at the ratio of 97:3, 91:9, and 85:15 (SE vs PE oil), respectively. But the added concentration of perilla oil to sesame oil was correlated with discriminant function first score (DF1). E-nose based on MS system could be used as an efficient method for purity of oil quality.

**Key words:** sesame oil, perilla oil, electronic nose, mass spectrometry

## 서 론

참기름은 강한 항산화성을 가진 sesamin, sesamol, sesamol인 함유되어 있어 노화를 억제하고 암의 예방에도 유익한 것으로 인식되어 있으며 불포화지방산이 많아 영양학적으로도 우수하여 널리 사용되고 있다(1-6). 가짜 참기름의 범람을 억제하고 식품 안전성 확보를 위하여 식품의약품 안전청에서는 참기름 진위판별을 위한 규격을 제정하고 2006년 12월부터 시행하기에 이르렀다(7). 순수 참기름과 들기름과 같은 다른 유지를 혼합한 경우의 가격 차이가 커서 세관 분석이나 공공분석기관에서는 이들 유지의 진위 판정과 혼합 비율을 정확히 분석할 수 있는 방법의 확립이 요구되고 있다.

참기름의 진위를 판별하는 방법에 대한 연구들은 오래 전부터 계속되어 왔다. Infra red spectrometry, 질량분석기와 GC 등을 이용하여 참기름의 순도 분석법이 보고(8,9)된 바 있으나 이런 방

법들은 복잡한 전처리 과정으로 인하여 일부 휘발성분의 손실이 예상되며, 많은 시간이 소요되므로 많은 양의 시료를 분석하는데에 어려움이 많다.

복잡한 전처리 과정이 요구되고 또, 많은 시간이 소요되는 시스템에 비하여 최근 관심을 받고 있는 전자코를 이용한 분석은 비파괴적인 분석 방법으로, 신속하고 편리하게 휘발 성분의 패턴을 분석할 수 있다. 이중 metal oxide sensor(MOS) 유형의 전자코는 multi-sensor array 기술을 이용, 특정향기 또는 냄새 성분이 각각의 센서에서 전기 화학적 반응을 일으켜 전기적인 신호로 변환되는 원리로서 사람의 후각인지 체계를 모방한 판별분석, 주성분분석 등의 패턴인식 소프트웨어를 사용하여 냄새를 감별하고 시료간의 분별을 가능하게 한다. GC/MS가 향기 성분을 하나씩 분리 동정하는데 반하여 전자코는 시료 전체의 향을 감지하는 특성을 가지고 있어 식품류의 품질평가 및 관리, 숙성 평가 등에 널리 활용되어 왔다(10).

Kim(10)은 기존의 GC, GC-MS 분석 방법들을 동원하여 구성 성분의 양이나 비율 등의 차이를 바탕으로 혼합 참기름의 차별성을 발견해 내고자 하였다. 결국 linoleic acid와 erucic acid의 함량비율에 따라서 차이가 있다는 것을 알아내었으며 이 방법을 이용하여 분석할 경우 10%이상 혼합된 시료는 분별이 가능하나 그 이하의 범위에서는 구분하기가 어려운 것으로 나타났다.

Shin 등(11)은 MOS로 구성된 전자코를 이용하여 참기름에 옥수수기름이 95:5, 90:10, 80:20 혼합된 것을 판별하려고 하였으나

\*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 July 22, 2009; revised October 14, 2009

accepted October 14, 2009

누적율이 매우 높은 PC1에 의해 5% 첨가군에서는 분석이 어려움이 있었으나 10% 이상의 혼합첨가군은 뚜렷하게 판별할 수가 있었다. 뿐만 아니라 GC분석과 SPME-GC/MS분석 결과와도 비교 검토한 결과 30여개의 peak중 대표성이 있는 stearic acid와 linoleic acid의 조성에서 순수 참기름과 혼합 참기름(10% 이상)간에 유의성이 있음을 보여 주었다. 그러나 5% 수준에서는 유의성을 발견하지 못하였다.

Haia와 Wang(12) 등도 비특이성 센서의 조합인 MOS 형태의 전자코와 다양한 형태의 인공신경망을 사용하여 참기름에 혼합된 maize oil의 혼합량을 분석하였다. 10-90% 사이의 혼합에 따라 직선적인 관계를 제시하였으나 10%범위 이내에서는 차이를 구별하기가 어려웠다.

여기서 사용된 MOS센서형태의 전자코는 센서에 산소가 접촉하여 전자를 빼앗아 전기전도도가 상승하는 원리를 이용한 것으로 이때 냄새 성분을 포함한 가스에 환원성 물질 등이 존재하면 전기전도도의 상승이 감소한다. MOS형태의 전자코는 정성적인 차이 즉 두 개 이상의 제품간 품질의 차이를 구별하는 데에 용이하여 제품의 품질 관리 목적으로 많은 분야에서 활용되고 있으나 재현성이나 정확성에서 다소 떨어져 정량적인 분석에는 한계가 있다.

최근 기존의 전자코가 갖고 있는 한계점을 극복하고자 정성적인 차이뿐만 아니라 정량적인 분석까지도 가능한 제2세대 전자코 시스템이 소개되었는데 GC와 surface acoustic wave(SAW)센서를 바탕으로한 전자코 시스템과 질량분석기를 바탕으로 한 전자코 시스템이 가장 대표적인 시스템들이다.

가스크로마토그래피와 SAW센서를 접목하여 제조된 전자코의 경우(13,14) ppb 수준까지 측정이 가능하였는데 이는 GC와 전자코의 장점을 모두 살려 온도 프로그래밍을 통하여 휘발 성분의 분류가 원만히 이루어짐으로써 선택성을 높이고 SAW센서의 고감도를 활용하여 ppb 수준까지 신속하게 측정할 수 있다. SAW센서의 수명은 거의 반영구적이라 할 수 있으며 고감도의 특성과 선택성도 매우 높은 반면 온도나 습도 변화에 대해서도 민감한 결점이 있다(15).

한편, Saevls 등(16)은 질량분석기와 연결된 전자코로 저장 중 사과 휘발물질의 변화를 감지하는 것이 얼마나 가능성이 있는 기술인지 연구하였으며 그들은 기존의 휘발성 물질 측정 기술, 즉 질량분석기를 연결시킨 GC/MS와 비교하여 8개월 동안 휘발물질 프로파일의 변화를 측정하였다. 그 결과 GC/MS 자료로 얻어진 모형은 이에 필적하는 결과를 보여주었다. 이는 질량분석기를 바탕으로한 전자코가 기존의 GC/MS 방법을 대체할 수 있는 빠른 방법임을 보여 준 것이며, Pavon 등(17)은 MS를 바탕으로한 전자코를 이용하여 우유에 함유된 trimethylamine의 함량을 0.1 ppm까지 정량분석하기도 하였다.

제품의 이취를 포함한 향기는 개별 휘발성분 뿐 아니라 전체적인 휘발성분의 결합 및 조합에 의해 결정된다. 따라서 aroma 성분에 대한 개별적인 정성 및 정량 분석과 함께 종합적인 aroma profiling이 필요하며, 시료에서 생성된 휘발성분을 전자코를 통하여 새롭게 해석하여 휘발성분의 종합적인 분포 및 profiling의 표현이 가능해졌다. 최근 통계적인 분석기법을 도입하여 휘발성물질로부터 최종 제품의 품질을 결정하고 예상하는 chemometrics 연구가 이루어지고 있는바 본 연구에서는 휘발성 물질의 차이에 의해 참기름에 혼합된 타 기름의 혼합 유무를 판별하고자 MS를 바탕으로한 전자코를 사용하여 분석하고 통계학적인 접근 즉 chemometrics를 통해 새로운 분석 방법을 확립하고자 한다.

본 연구의 목적은 참기름에 혼합된 들기름의 혼합량 여부를 판

별하고자 혼합으로 유래된 휘발성분을 MS를 바탕으로한 전자코로 종합적인 패턴 분석을 실시하고 chemometrics를 도입하여 3% 수준까지 미량의 타 기름 혼합 정도를 판별, 검출해 내고자 한다.

## 재료 및 방법

### 시료

들기름, 국내산 참기름(회사별 제품 및 재래시장에서 직접 착유한 제품), 인도산 참기름을 시중 마트에서 구입하여 사용하였다. 시료 2.5 mL를 10 mL vial(Pharma Fix, Chemmea, Slovakia)에 넣은 후 PTFE/silicocone뚜껑으로 닫은 후 분석시료로 사용하였다.

### 혼합유 제조

순수한 기름을 포함하여 들기름과 참기름 비율이 각각 15:85, 12:88, 9:91, 6:94, 3:97%이 되도록 혼합한 후 분석에 이용하였다. 원산지가 다른 참기름 97, 91, 85%(v/v)과 국내산 들기름을 3, 9, 15의 비율(v/v)로 혼합하여 혼합유를 제조하고 분석에 이용하였다.

### 전자코에 의한 분석

각각의 시료를 10 mL vial에 넣은 다음 80°C에서 350 rpm으로 교반하면서 혼합을 유도하였다. 130°C의 주입구 온도를 유지한 가운데 주입하였다. 이 때 사용한 가스는 질소(99.999%)였으며 분당 230 mL의 유속으로 흘러보냈다. 데이터 수집시간은 3분이었으며 분석 후 purge는 3분간 지속되었고 시료사이에서의 purge도 3분간을 유지하였다. Syringe purge는 3초를 유지한 후 thermostatted tray holder에 놓은 후 headspace syringe를 사용하여 향기성분을 채취하였다. 이 시료는 자동시료채취기가 연결된 전자코(SMart Nose300, SMart Nose, Marin-Epagnier, Switzerland)로 분석하였다. 분석에 사용된 전자코는 질량분석기(Quadrupole Mass Spectrometer, Balzers Instruments, Marin-Epagnier, Switzerland)가 연결되어 있으며 휘발성 물질들은 70 eV에서 이온화시켜 180초 동안 생성된 이온물질을 사중극자(quadrupole)질량 필터를 거친 후 특정 질량 범위(10-160 amu)에 속하는 물질을 정수단위로 측정하여 channel수로 사용하였다.

실험분석 초기에 공기 시료를 대조구로 사용하여 6번 반복하여 시행하였고 각각의 시료는 3번 반복을 실시하였다.

### 통계분석

각기 다른 channel의 intensity는 matrix형태로 기록되었으며 이온화되어 얻어진 분자들의 질량별 검출량을 선택되 가장 차별성을 높게 표현하는 분자량(m/z)을 갖는 variables 그룹을 20-30개 선정하여 판별함수분석(discriminant function analysis)을 실시하였다. 이때 사용된 소프트웨어는 SMart Nose사의 통계분석소프트웨어(SMart Nose®, Marin-Epagnier, Switzerland)를 사용하였다.

## 결과 및 고찰

참기름 및 참기름과 혼합된 기름의 휘발성 향기물질을 MS를 바탕으로 한 전자코를 사용하여 분석하였다. 시료분석을 위해 시료채취 및 주입시 발생 가능한 휘발성 향기성분에 의한 오차를 최소화하기 위하여 syringe에 질소를 충전함으로써 zero index를 유지하여 사용하였다. 원산지에 따른 판별(Fig. 6) 및 시판 참기름간의 휘발성분 차이 분석(Fig. 7)을 제외하고는 국내산 시판 참

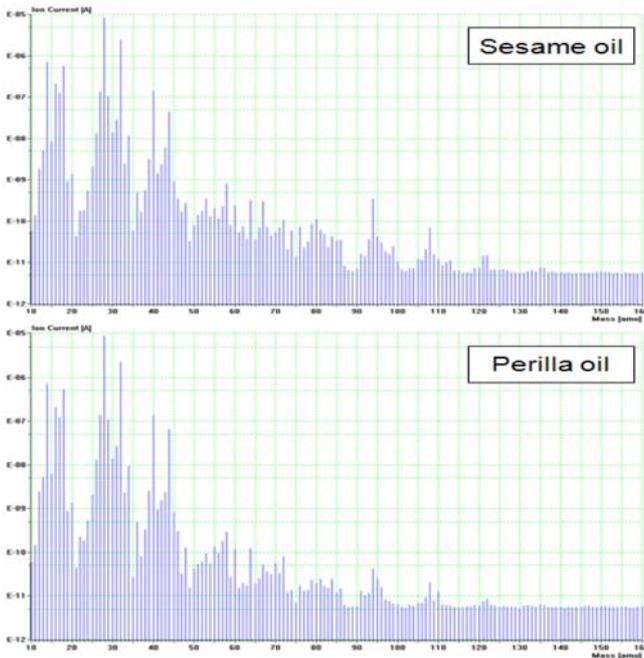


Fig. 1. Mass spectrum of oil by E-Nose based on MS.

기름(A)을 사용하였고 실험에 사용된 들기름은 한 가지 종류의 국내산 들기름을 사용하였다.

Fig. 1은 각 기름별의 mass spectrum을 보여 주고 있다. 40 amu 이하인 fragment(m/z)는 주로 공기성분에 해당하는 것으로 40-160 amu에서의 intensity에 초점을 두어 비교분석하였다. 참기름과 들기름(Fig. 1)의 경우 amu값이 110까지 여러 가지 성분들이 겹쳐지는 것을 보여주고 있다. 이는 참기름과 들기름간의 휘발성 향기성분의 감응도가 매우 유사하게 나타나고 있는 것을 보여주며 들기름이 혼합된 참기름의 경우 식별로 판별하기에는 어려움이 뒤따른다.

$10^{-12}$  이하의 Y scale을 제외한 Fig. 2는 들기름과 참기름을 혼합한 기름의 mass spectrum으로 순수한 100% 참기름과는 다른 양상을 보여 주고 있다. 따라서 참기름과 혼합한 기름의 경우 휘발성 향기 성분으로부터 생성되는 ion fragment중 각 시료 간에 차별성이 높은 fragment(m/z)를 20-30여개 선택하여 해당 intensity 값을 이용하여 판별함수분석을 실시하였다. 시행착오 과정을 거쳐 가장 차별성을 높게 표현하는 분자량(m/z)을 갖는 variables 그룹 20-30여개 정도를 선정하는 것은 통계프로그램에 의해 자동적으로 선별되었다. 순수한 참기름과 혼합된 참기름의 향기성분 감응도가 가장 민감한 차이를 보이는 ion fragment로는 53 amu이었으며 시료마다 53 amu의 값을 확대하여 본 결과 시료 간에 차이를 확연히 볼 수 있었고 이를 통해 혼합된 기름의 정도에 따른 향기성분 변화를 정량적으로 확인 할 수 있었다(Fig. 3). 신선한 공기의 경우 53 amu의 값이  $0.1745 \times 10^{-12}$ 으로 가장 낮은 intensity를 나타냈으며 100% 순수 참기름( $0.2910 \times 10^{-11}$ )에 비하여 들기름을 15% 첨가한 시료의 경우  $0.2355 \times 10^{-11}$ 으로 들기름을 혼합한 경우 상대적으로 낮은 intensity를 나타내는 것을 확인하였다. 이때 53 amu은 혼합된 들기름의 양을 달리하여 전자코 분석을 하였을 때 얻을 수 있는 150여개의 peak들 중에 농도 차에 따른 차이가 가장 크게 변하는 peak값으로 참기름의 주요 향기성분인 pyrazine류로 확인되었고 제조된 참기름의 향기성분 변화에 중요한 역할을 한다.

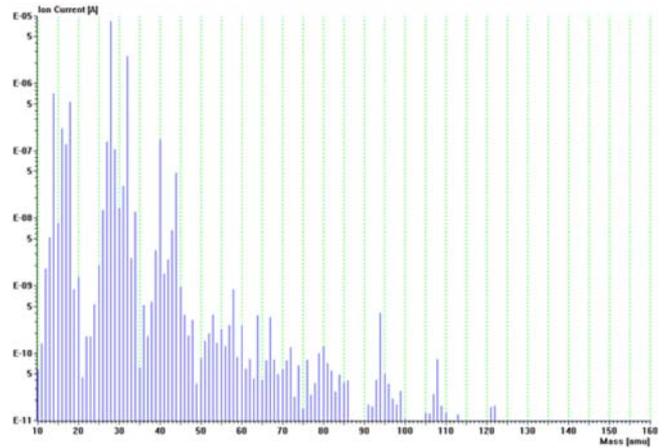


Fig. 2. Mass spectrum of mixed oil with sesame oil (97%) and perilla oil (3%) by E-Nose based on MS.

Kim(10)은 GC, GC-MS 분석 방법을 통해 linoleic acid와 erucic acid의 함량비율에 따라 참기름이 차별됨을 보고한 바 있으며 옥수수기름이 혼합된 경우 stearic acid와 linoleic acid의 조성에서 순수 참기름과 혼합 참기름 간에 유의성이 있음을 보여준 바 있는데 Fig. 2에서 새롭게 나타난 peak가 어떤 성분에 의해 기인되는지는 현재 동정을 추적하고 있는 바 향후 밝혀질 것으로 예상된다.

15, 12, 9, 6, 3, 0%의 들기름 농도가 되도록 들기름을 참기름에 혼합한 후 이들 시료를 mass spectrum을 바탕으로 한 전자코로 분석하여 ion fragment(m/z)를 선별한 후 순수한 참기름 및 들기름이 첨가된 참기름과 함께 판별함수분석을 실시하였더니 100% 참기름과 100%의 들기름 간에 각각의 위치로부터 혼합된 들기름의 농도에 따라 비례적인 상관관계를 보여주고 있다(Fig. 4). Fig. 4에서 15%까지 들기름이 첨가된 부분을 확대한 것이 Fig. 5이며 Fig. 5의 관계로부터 얻어낸 DF1값과 들기름 혼합 농도간의 관계식은  $DF1 = 0.0223 \times (\text{참기름 농도}) - 2.1894$  ( $r^2 = 0.9876$ )이었다. 이는 결정계수( $r^2$ )가 1.0에 가까워 정확하게 들기름의 혼합 농도를 예측할 수 있었다.

100%의 들기름의 데이터가 너무 멀리 떨어져 있어 적은 양이 교체된 부분만을 확대하여 살펴본 결과 Fig. 5에서 보는 바와 같이 거의 직선적인 관계를 보여주고 있다. DF1값이 음에서 양의 방향으로 DF2 값도 마찬가지로 형태를 보여주고 있다. 혼합된 시료간의 간격도 매우 유사할 정도로 서로 같게 나타나고 있음을 알 수 있다. 이는 들기름으로 참기름의 일부를 교체하여 유통질서를 흐트리는 경우 정량적인 차이까지도 전자코에 의하여 그 차이를 구분해 낼 수 있음을 의미한다.

Shin과 Lee(18)는 시중에 유통 중인 다른 브랜드의 6개 참기름을 대상으로 차별성을 관찰하고 전자코를 이용하여 옥수수 기름이 각각 5, 10, 20%가 첨가된 샘플 판별을 시도하였다. 참기름 간에도 생산지나 제조 조건에 따라 차이가 나는데 이들이 발견한 향기성분들 중에는 pyrazine류, pyridine류, furan류, pyrrol류 등이 동정되었고 이러한 경향은 다른 보고 결과와 일치하였다(19-21).

아울러 참기름의 산지에 따른 향기성분의 패턴이 달라지는지 알아보기 위하여 인도산 참기름과 국내산 참기름에 국내산 들기름을 농도별(3, 9, 15%)로 첨가하여 분석한 결과는 Fig. 6과 같다. 국내산과 인도산 참기름은 전혀 다른 향기패턴을 나타내고 있으며 대각선을 중심으로 두 개의 그룹으로 나뉘어짐을 알 수 있다. 그러나 각각의 참기름에 대하여 혼합한 들기름의 양에 따라 DF1은 음의 방향으로, DF2는 양의 방향으로 비례적으로 이

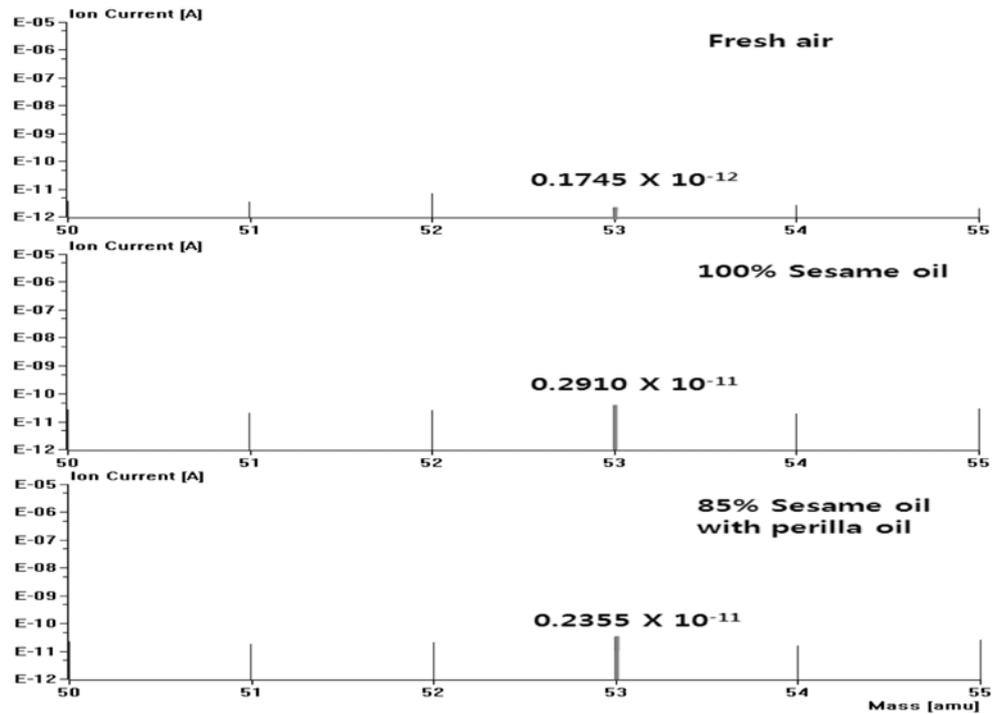


Fig. 3. Comparison of a part of mass ion fragments of volatile compounds for sesame oils by E-Nose based on MS.

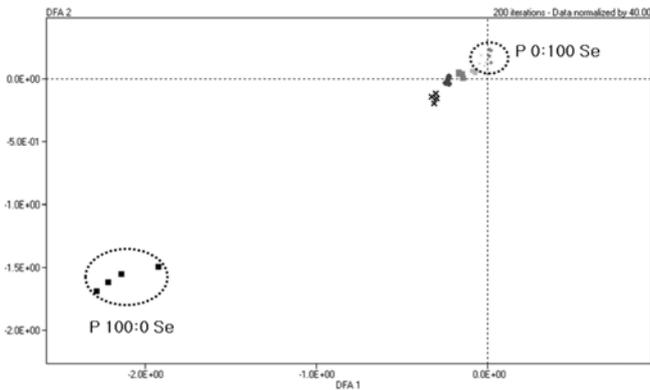


Fig. 4. Discriminant function analysis of the electronic nose data for mixture of perilla oil (P) and sesame oil (Se) at different concentrations.

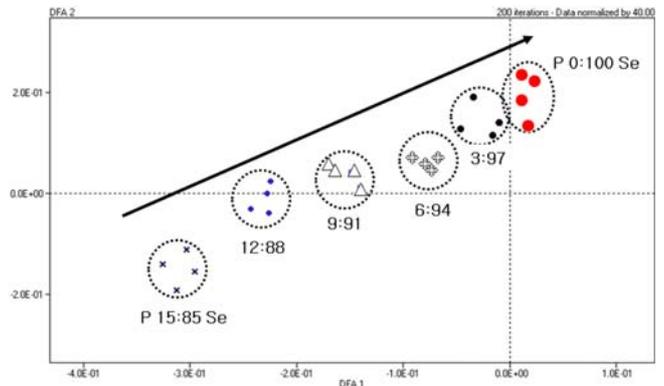


Fig. 5. Zooming of Fig. 4. Discriminant function analysis of the electronic nose data for mixed oil with perilla oil(P) and sesame oil (Se) at the different ratios of concentration.

동하면서 상관관계를 보여 주었다. 이들 DF1의  $r^2$ 는 0.9985, F값은 1342.40으로 나타났으며 DF2의  $r^2$ 는 0.9979, F값은 913.23으로 DF1과 DF2 모두 높은 상관관계를 나타내며, 이를 통하여 산지에 따른 참기름의 판별 및 들기름의 혼입 여부와 그 정도에 대한 판별이 가능함을 알 수 있었다.

Fig 5와 6에서 농도에 따라 DF1의 방향이 차이가 나는 것은 원산지가 다른 참기름(국내산, 인도산)을 사용하여 원료자체에 대한 차이뿐만 아니라 제조 조건도 상이하여 각기 다른 향기 패턴을 보여 주었고 각기 다른 변수를 바탕으로 축약하여 나타내는 과정에서 일어날 수 있는 문제라고 생각된다. 국내 제조회사에서 제조된 참기름(A, B, C)과 시장에서 직접 착압하여 제조한 참기름(D, E) 간에 향기성분 특성을 주성분 분석(Principal Component Analysis)를 통하여 분석한 결과, 제조 방법 및 원산지에 다소 차이가 있어 참기름의 향기 패턴에서 차이가 나타났다(Fig 7). 국내 제조회사 및 시장에서 구입한 제품 중 '수입산'으로 명칭된

제품군의 경우 정확한 산지 확인이 어려울 뿐만 아니라 제조과정 중의 여러 변수에 의하여 향기성분 패턴이 다른 양상을 보이는 것으로 판단되며, 이같은 품질의 차이를 고려하여 Fig. 1-5의 실험에서는 국내산으로 표기된 한 종류의 참기름만을 사용하였다.

본 연구에서는 특정회사의 한 개의 참기름 제품을 사용하였으나 제조회사 및 재배 산지, 볶음 온도와 시간과 같은 제조 조건에 따라서도 참기름의 향기 패턴에 차이가 나는 바 향후 이런 차이까지도 구별할 수 있는 판별방법이 더 수행되어야 할 것으로 생각된다. 최근 이런 문제를 해결하는 방법이 하나로 활용되는 기술이 인공지능경망을 통한 반복학습과 훈련에 의한 분석인데 수백개 이상에서 수만 개까지의 다양한 데이터를 반복적으로 학습시켜 얻어진 데이터로부터 제조조건이나 원산지가 다른 데에서 기인하는 문제까지도 극복할 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구는 이제 까지 주로 정성적인 분석에 바탕을 두어 품질 관리 목적으로 활용되어 온 전자코 시스템의 응용 분야를 한층

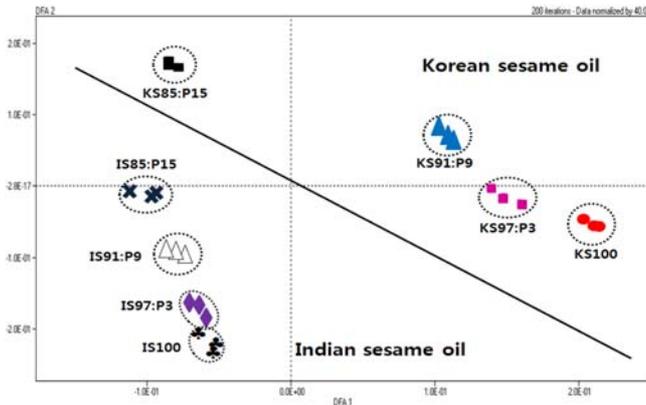


Fig. 6. Discriminant function analysis of the electronic nose data for mixed oil with two different origins of sesame oil (Se) and perilla oil (P) at different ratios of concentration. (KS: Korean sesame oil (IS: Indian sesame oil).)

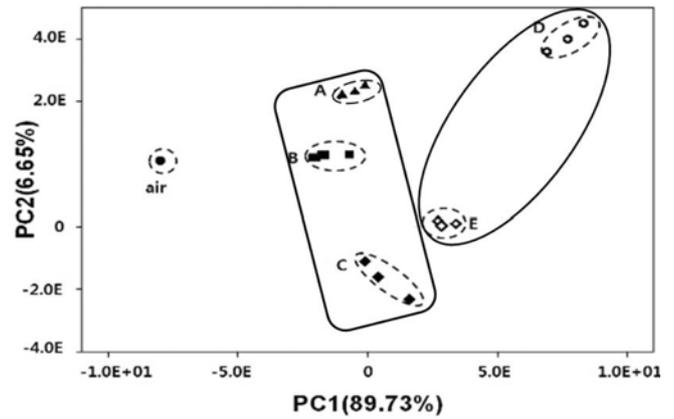


Fig. 7. PCA plot of volatile compounds from sesame oil by E-nose based on MS. (A, B, C: Domestic commercial product. D, E: direct pressured sesame oil at local market.)

더 확대하고자 정량적인 분석을 실시할 수 있다는 가능성을 보여준 연구이다. 이는 한 개의 검출기만으로 측정하는 것이 아니라 수십개 내지는 수백개의 센서 역할을 하는 ion fragment를 이용하여 선별함으로써 미량인 물질의 혼입여부를 판별하는 분석 방법으로 이물질의 생성여부를 가려 낼 수 있을 것이다.

전자코를 이용한 분석은 식품 성분 간의 상호 반응이나 저장 유통 과정 중에 생성되는 미량물질에 대한 분석 방법으로 그 활용가치가 기대되며 특히 전처리 과정이 생략되므로 전처리 과정에서 손실되기 쉬운 성분들에 대한 분석이 용이할 것으로 예상된다. 기존의 분석 방법과 비교하여 정확하면서도 간편하고 신속하게 처리할 수 있기 때문에 많은 시료에 대한 반복 실험을 실시함에 손쉽게 처리할 수 있는 방법으로 활용될 수 있을 것이다. 본 연구에서 사용 및 개발한 연구 방법은 지질유래 휘발성분 뿐만 아니라 유기 휘발성분의 분석(VOC), 향기성분의 분석, 비효소적 갈변화에 의한 휘발성분의 분석 등에도 응용될 수 있을 것이다. 또한 aromagram 및 chemometrics를 동시에 이용한 연구는 현재 많이 진행되지 않았는데 전자코 분석에서 얻어진 데이터를 바탕으로 수치해석을 통한 모델시스템의 개발이 가능할 것으로 여겨진다.

## 요 약

참기름은 높은 항산화활성 및 항암작용 등의 우수한 영양학적 가치를 지니는 반면 비싼 가격으로 인하여 가짜 참기름의 유통이 범람함에 따라 이를 판별할 수 있는 분석 방법의 확립이 요구되는 실정이다. 질량분석기를 바탕으로 한 전자코를 이용하여 들기름이 혼합된 참기름을 제조하여 진위 판별을 시도하였다. 각각의 유지를 전자코를 이용하여 분석, 통계처리하였다. 혼합 참기름의 휘발성 향기성분으로부터 생성되는 ion fragment 중 40-160 amu에서 각 시료 간에 차별성이 높은 fragment(m/z)를 선택하여 해당 intensity값을 판별 분석한 결과, 참기름 및 들기름은 뚜렷하게 구분되었다. 미량의 들기름이 혼합된 참기름은 첨가된 들기름의 농도에 비례하여 제1판별함수값(DF1)과 높은 상관관계를 나타내었다. 참기름의 볶음온도 및 시간 등의 제조조건 및 재배환경, 재배 산지, 제조회사 등의 요인에 의하여 순수한 참기름의 향기패턴이 달라지는 것을 인도산과 국산 참기름을 이용하여 분석하였다. 향후 참기름의 위조 여부를 검증하는 방법에 하나로 활용될 수 있을 것이다.

## 감사의 글

본 연구는 한국학술진흥재단의 기초연구지원사업의 KRF-2007-313-F00101 과제로 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

## 문 헌

1. Fukuda Y, Nagato M, Osawa T, Namiki M. Contribution of lignan analogues to antioxidative activity of refined unroasted sesame seed oil. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 63: 1027-1031 (1986)
2. Fukuda Y, Osawa T, Namiki N, Ozaki T. Studies on antioxidative substances in sesame seed. *Agr. Biol. Chem. Tokyo* 49: 301-306 (1985)
3. Aruoma OI. Assessment of potential prooxidant and antioxidant action. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 73: 1617-1625 (1995)
4. Joo KJ, Kim JJ. Oxidative stability and flavor compounds of sesame oils blended with vegetable oils. *Korean J. Food Sci. Technol.* 34: 984-991 (2002)
5. Lyon CK. Sesame: Current knowledge of composition and use. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 49: 245-249 (1972)
6. Park JH, Kim SC, Cho SW, Kim ES, Choi GC, Kim YG, Rhim TG. Studies on quality evaluation of current sesame oils sold in markets. *Korean J. Food Hyg.* 6: 57-66 (1991)
7. Food and Drug Administration, Available from: [http://www.kfda.go.kr/open\\_content/kfda/news/press\\_view.php?seq=1076](http://www.kfda.go.kr/open_content/kfda/news/press_view.php?seq=1076). Accessed Aug. 29, 2007.
8. Hwang KS, Hawer WS, Nam YJ, Min BY. Fatty acid composition and its application to detection of the adulterated sesame oil. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 26: 157-162 (1983)
9. Ro JH, Lee MS. Studies on the contents of special components and estimation of purity in sesame oil. *Korean J. Nutr.* 16: 107-114 (1983)
10. Kim KS. Study of discrimination of authenticity for sesame oil and improvement of distribution system. *KFDA Research Report, Korea.* Vol. 8: 2165-2166 (2004)
11. Shin JA, Lee KT. The identification of blended sesame oils by electronic nose. *Korean J. Food Sci. Technol.* 35: 648-652 (2003)
12. Haia Z, Wang J. Electronic nose and data analysis for detection of maize oil adulteration in sesame oil. *Sensor Actuator B119:* 449-455 (2006)
13. Noh BS, Oh SY. Application of electronic nose based on GC with SAW sensor. *Food Sci. Ind.* 35: 50-57 (2002)
14. Staples EJ. Dioxin/Furan detection and analysis using a SAW based electronic nose. pp. 521-524. In: *International Ultrasonic Symposium*. October 5, Hotel Metropolitan, Sendai, Japan. IEEE International Ultrasonic Symposium, Sendai, Japan (1998)
15. Arshak K, Moore E, Lyons GM, Harris J, Clifford S. A review

- of gas sensors employed in electronic nose applications. *Sensor Review* 24: 189-198 (2004)
16. Saevels S, Lammertyn J, Berna AZ, Veraverbeke EA, Natale CD, Nicolai BM. An electronic nose and a mass spectrometry-based electronic nose for assessing apple quality during shelf life. *Post-harvest Biol. Tec.* 31: 9-19 (2004)
  17. Pavon JLP, Sanchez MN, Pinto CG, Laespada MF, Cordero BM, Pena AG. Strategies for qualitative and quantitative analyses with mass spectrometry- based electronic nose. *Trends Anal. Chem.* 25: 257-266 (2006)
  18. Shin JA, Lee KT. Discrimination of sesame oils from imported seeds and their blended ones using electronic-nose system. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 856-860 (2005)
  19. Lee SH, Joo KJ. Analysis of volatile flavor compounds in sesame oil extracted by purge-and-trap method. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 260-265 (1998)
  20. Lee YG, Lim SU, Kim JO. Influence of roasting conditions on the flavor quality of sesame seed oil. *J. Korean Agric. Chem. Soc.* 36: 407-415 (1993)
  21. Staples EJ. Real time characterization of food and beverages using an electronic nose with 500 orthogonal sensors and Vapor-Print™ imaging. *Sensors Expo Convention*. Lake Tahoe. CA. USA, May (2000) Available from: [http://www.znose.com/tech\\_papers/papers/GeneralAnalysis/SenExpo2000C.pdf](http://www.znose.com/tech_papers/papers/GeneralAnalysis/SenExpo2000C.pdf) Accessed Aug. 12, 2005.