KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL. Vol. 35, No. 4, pp. 648-652 (2003)

KOREAN JOURNAL OF
한국식품과학회지
FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY
©The Korean Society of Food Science and Technology

전자코를 이용한 혼합 참기름의 판별 연구

신정아 · 이기택*
충남대학교 식품공학과

The Identification of Blended Sesame Oils by Electronic Nose

Jung-Ah Shin and Ki-Teak Lee*
Department of Food Science and Technology, Chungnam National University

Precise and rapid method out for distinguishing blended sesame oils through the electronic nose analysis was developed. Sesame oil was blended with corn oil at the ratio of 95 : 5, 90 : 10, and 80 : 20 (w/w), respectively. Samples were then analyzed by gas chromatography, SPME-GC/MS, and the electronic nose composed of 12 different metal oxide sensors. Sensitivities (delta R_{gas}/R_{air}) of sensors from electronic nose were analyzed by principal component analysis (PCA). Proportion of the first principal component was 98.76%.

Key words: sesame oil, SPME-GC/MS, electronic nose, flavor

서 론

참기름은 박[1,2] 등이 보고한 바와 같이 불포화지방산 인 oleic acid와 linoleic acid의 함량이 많고 lignan류(sesamol, sesamolin, sesamin 등)을 함유하고 있어 항 산화성을 가지며 그 특유의 고소한 향 때문에 식품조미에 많이 이용되고 있다[3,4]. 그러나 그 수요량에 비해서 공급량이 충분하지가 않아 가격이 다른 식용유에 비해 고가일 뿐만 아니라, 변조 판매를 목적으로 혼합참기름의 유통이 발생하고 있는 것이 현실이다. 여러 식용유 중에서 옥수수기름이 가격도 저렴하고 참기름의 향에 크게 영향을 주지 않으므로 혼합참기름의 변조 제조에 많이 악용되고 있다. 따라서 순수한 참기름과 혼합참기름의 판별기준 확립이 요구될 뿐만 아니라 간편한 분석방법 또한 요구되고 있다. 이에 이[5] 등은 I.R. spectrometry, mass-spectrometry(MS), U.V. spectrometry 등을 이용, 참기름의 주요 sterol 성분함량을 측정하여 참기름의 순도결정을 보고한 바 있으며 황[4] 등은 gas chromatography(GC)를 이용하여 지방산 조성비로서 참기름의 순도결정을 보고하였다. 그러나 위에서 제시한 GC, GC/MS, U.V. spectrometry등에 의한 기기 분석적 방법은 비교적 복잡한 전처리 과정이 요구되므로 많은 시간이 소요된다. 최근에 관심을 받고 있는 전자코(electronic nose)를 이용한 분석은 비파괴적인 분석 방법으로, 신속하고 편리하게 향의 분석이 이루어 질 수 있다. 이 중 metal oxide sensor 유형의 전자코는 multi-sensor array 기술을 이용, 특정향기 또는 냄새 성분이 각각의 센서에서 전기 화학적 반응을 일으켜 전기적인 신호로 변환되는 원리로서 사람의 후각인지 체제를 모방한 판별분석(discriminated analysis), 주성분분석(principal component analysis) 등의 패턴 인식 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 활용될 수 있을 것으로 기대되고 있다. 최근에 전자코를 이용하여 농산물의 산지판별[6], 우유의 신선도 예측[7], oil의 oxidation 분석[8], 감마선 조사된 red pepper나 육류의 분석[9,10] 등이 보고되었다. 본 연구는 순수참기름과 옥수수기름을 각각 95 : 5, 90 : 10, 80 : 20(w/w)의 비율로 달리하여 혼합참기름을 제조한 후, 참기름의 순도를 판별하기 위하여 순도별 향의 패턴을 전자코로 측정하고 얻어진 데이터를 주성분분석하여 혼합참기름을 구별하였고, GC분석과 SPME-GC/MS 분석 결과와도 비교하였다.

*Corresponding author : Ki-Teak Lee, Dept. of Food Science and Technology, Chungnam National University, 220 Gung-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-764, Korea
Tel: 82-42-821-6729
Fax: 82-42-822-6729
E-mail: ktlee@cnu.ac.kr

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 재료는 참기름(압착식, 중국산 참깨 100%)과 옥수수기름(J사, 배아 100%)으로 대전시 유성구 대형 할인점(E사)에서 구입하였다. 혼합참기름 조제는 참기름에 옥수수기름을 각각 95 : 5(w/w), 90 : 10(w/w), 80 : 20(w/w)의 비율로 혼합하여 실험에 이용하였다. 가스 크로마토그래피 분

석에 사용된 모든 시약은 모두 특급을 사용하였다.

지방산 조성에 의한 혼합참기름 판별

지방산의 조성분석을 위해 다음과 같은 methylation 방법을 이용하였다. 시료(100 mg)를 screw cap이 달린 시험관에 메타놀에 녹인 6% H_2SO_4 3 mL와 정량을 위한 내부표준물질로 핵산에 녹인 heptadecanoic acid(17 : 0, internal standard) 50 μL를 진탕한 후 20분간 끓는 물에 방치하였다. 이후 얼음물로 냉각한 다음 핵산 2 mL을 첨가하여 진탕하였다. 상온에 방치하여 층의 분리 후 상층만 취하여 무수 sodium sulfate column으로 수분을 제거하고 이를 1 mL GC vial에 옮겨 지방산 methyl ester를 가스 크로마토그래피로 분석하였다. 이때 사용된 기기는 flame-ionization detector가 장착된 Hewlett-Packard 6890 series gas chromatography (Hewlett-Packard, USA)로 자동 injector가 장착되어 시료 1 μL를 주입하였다. 사용된 컬럼은 Fused silica supelco wax™-10 capillary column(60 m×0.25 mm i.d.×0.25 μm film thickness, Supelco, USA)이었다. 사용된 컬럼온도는 처음 100°C에서 5분간 유지한 후 220°C까지 4°C/min의 비율로 높인 후 220°C에서 20분간 유지시켰다. 이송기체는 헬륨이었고 constant flow mode로 1 mL/min 유지하였으며 total gas flow rate는 32.1 mL/min였다. Injector와 검출기 온도는 각각 250°C와 260°C이었다. 각 실험군별 결과는 2000 Statistical Analysis System 소프트웨어(SAS Institute Inc., USA)를 이용하여 95% 신뢰구간에서 Duncan's Multiple Range Test (DMRT)로 각 군별 유의성을 검증하였다.

SPME-GC/MS Analysis

분석기기는 Saturn 2000 GC/MS(Varian, USA)를 사용하였다. 분석에 사용된 컬럼은 HP-5 capillary column(cross linked 5% PHME siloxane, 30 m×0.32 mm i.d.×0.25 μm film thickness, Hewlett-Packard, USA)이었다. 컬럼 온도는 35°C에서 5분간 유지 후 60°C까지 4°C/min의 비율로, 140°C까지 2°C/min의 비율로, 220°C까지 4°C/min의 비율로, 다시 260°C까지는 15°C/min의 비율로 260°C까지 증가시켰으며 그 온도에서 4분간 유지시켰다. Injector 온도는 260°C이었고 이송기체는 헬륨이었다. MS에서 ionization source는 electron ionization(EI mode)로 전압은 70eV이었다. MS의 trap, manifold, transfer line 온도는 각각 200, 50, 180°C로 설정하였으며 참기름의 향기성분 포집은 SPME(solid phase microextraction) method[11]를 활용하였다. 이때 사용된 fiber는 divinylbenzene(DVB)/carboxen(CAR)/polydimethylsiloxane(PDMS)이 코팅 된 것을 이용하였다. Fiber로 향을 포집 후 injector에 5분간 정치 시켜서 휘발성분이 컬럼을 통과하도록 하여 크로마토그램을 얻었다. 시료의 향기성분은 5 g의 시료를 25 mL의 vial에 넣은 후 septum과 hole cap을 이용하여 밀폐 후 50°C에서 30분간 마그네틱바을 이용, 향의 발생을 촉진한 후 headspace로부터 포집 하였다. GC/MS 분석으로 얻은 mass spectrum을 GC/MS의 소프트웨어로 내장된 WILEY library (Registry of mass spectral data, 6th edition, USA)와 NIST library(Mass spectral search program, version 4.5, USA)를 함께 이용하였고, 또한 이미 보고된 연구결과와 비교확인 하여 향 성분을 분석하였다.

Metal oxide sensor로 구성된 전자코에 의한 향기패턴분석

향 패턴 분석에 이용된 전자코는 α-FOX 3000 Electronic Nose System(Alpha M.O.S. France)으로 센서들은 12개의 metal oxide sensor(MOS), 즉 SY/LG, SY/G, SY/AA, SY/Gh, SY/gCTl, SY/gCT, T30/1, P10/1, P10/2, P40/1, T70/2, PA2로 구성되어 있다. 분석조건은 dry/humid air의 비율이 20%가 되도록 온도는 36°C, 압력은 5 psi, air 흐름은 150 mL/min으로 air conditioning unit을 활용하여 설정하였다. 향기성분은 20 mL vial에 시료 5 g을 취해서 각각 6반복으로 incubation 시간은 30분, 온도는 50°C, 진탕은 500 rpm으로 하여 headspace로부터 포집 하였다. 여기서 얻은 향기성분 2.5 mL의 volume을 55°C 유지되는 주사기에 취해서 0.5 mL/sec의 속도로 injection port에 주입하였고 자동 injector와 sampler가 이용되었다. 분석 간격은 30분으로 센서가 충분히 안정화를 이룬 다음에 분석을 실행하였다. 향기패턴분석 결과 얻은 각 센서의 감응도(delta R_{gas}/R_{air}) 즉, 공기저항값(R_{air})에 대한 시료 휘발성 성분의 저항값(R_{gas})의 변화율로 주성분분석(Principal component analysis; PCA)을 실행하여 제1주성분 값 및 제2주성분 값을 구하였고, 각 12개의 센서 값들은 2000 Statistical Analysis System 소프트웨어(SAS Institute Inc., USA)를 이용하여 95% 신뢰구간에서 Multivariate Analysis of Variance(MANOVA)통계처리로 각 센서별 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

GC분석에 의한 지방산 조성에 따른 구별

참기름과 옥수수기름, 혼합참기름의 총 지방산 조성(mole%) 수치를 DMRT 통계처리로 각 군별 유의성을 검증한 결과는 Table 1과 같았다. 먼저 순수참기름(Se 100%)중 불포화 지방산인 oleic acid(c 18 : 1)와 linoleic acid(c 18 : 2)의 조성량은 박[1,2] 등이 보고한 결과와 유사하였다(Table 1). 하지만 순수참기름과 혼합참기름(5, 10, 20%)간의 지방산 조성에 따른 유의적 차이는 크지 않았고 다만 stearic acid(c 18 : 0)와 linoleic acid의 조성에서 순수참기름과 혼합참기름(10% 과 20%)의 유의적 차이가 보였다($p<0.05$). 그러나, 옥수수기름이 가장 적게 함유된 혼합참기름(5%)과 순수 참기름간의 지방산 조성으로는 Table 1에서 보는 바와 같이 유의적 차이가 없었다($p<0.05$). GC분석에 따른 지방산 조성의 결과 옥수수기름이 10%이상 함유된 혼합참기름과 순수참기름간에는 구별이 가능하였으나 5%함유된 혼합참기름과 순수참기름의 유의적 차이는 없었다.

SPME-GC/MS를 이용한 향기성분구별

순수참기름과 혼합참기름의 향기패턴을 구별하기 위하여 기존에 여러 휘발성분 분석에 많이 이용되고 있는 방법중의 하나인 GC/MS 분석을 실행하였다. 향기성분 포집은 SPME method를 사용하였고 SPME-GC/MS 분석결과는 Fig. 1과 Table 2에 나타내었다. 향 성분으로 pyrazine류, pyridine류, furan류, pyrrol류, phenol류 들이 동정 되었다. 이들 향 성분들은 순수참기름과 혼합참기름 모두에서 동정 되어 두 시료

Table 1. Fatty acid composition (mole%) of sesame oil mixed with different contents of corn oil

Sample	Fatty acid composition[3,4]					
	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:0
Se[1]100%	8.7±0.64[b]	5.47±0.06[a]	41.4±0.46[a]	44.0±0.29[c]	0.3±0.009[b]	0.1±0.07[ab]
Se95%+ Co[2]5%	7.8±0.04[b]	4.8±0.14[ab]	41.2±0.93[a]	45.8±1.08[bc]	0.3±0.04[b]	0.04±0.02[ab]
Se90%+ Co10%	7.4±1.64[b]	4.0±0.98[b]	41.0±2.14[a]	47.2±0.53[b]	0.3±0.02[b]	0.01±0.02[b]
Se80%+ Co20%	7.4±0.74[b]	4.2±0.03[b]	41.2±0.02[a]	46.8±0.73[b]	0.3±0.01[b]	0.03±0.01[ab]
Co100%	11.4±0.57[a]	1.3±0.29[c]	32.5±0.50[b]	53.5±1.34[a]	1.2±0.05[a]	0.11±0.03[a]

[1]Se: Sesame oil.
[2]Co: Corn oil.
[3]Mean±S.D. Based on duplication.
[4][a-c]Means with the same lettered superscripts in column are not significantly different at 0.05 level by Duncan's multiple range test.

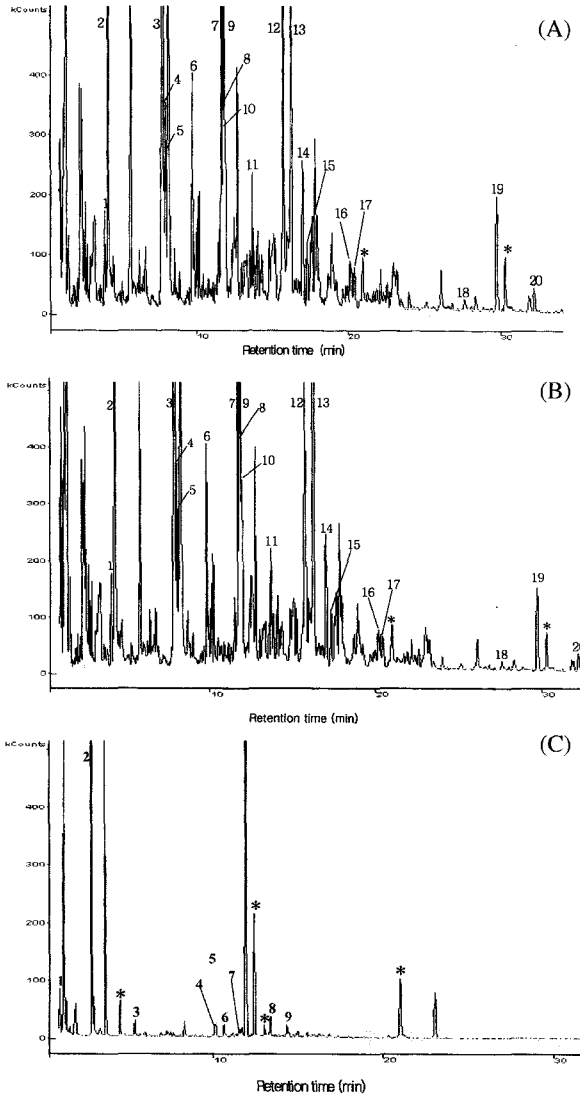

Fig. 1. GC/MS chromatogram of volatile compounds from sesame oil and blended sesame oils.
A: sesame oil 100%, B: sesame oil 80% + corn oil 20%, C: corn oil 100%.
*: Volatile compounds from fiber (DVB/CAR/PDMS) or column materials.

간에 향 성분으로 인한 구별이 어려웠다. 참기름 향성분 이외에 SPME fiber에 coating된 물질인 DVB/CAR/PDMS에서 유도된 siloxane계열의 성분들이 동정 되었다. SPME-GC/MS 분석결과 순수참기름과 혼합참기름간에 향성분 구별을 위한 특이적 경향을 찾아보기 어려웠고 이는 주[12] 등이 보고 한 바와 같다. 같은 실험조건에서 옥수수기름은 참기름에 비해 얻어지는 peak의 범위가 훨씬 낮았다. 이는 사용된 옥수수유는 상업적으로 정제과정을 거친 것을 이용하였기 때문이며 참기름은 압착식으로 착유 되어 독특한 향 성분들의 손실이 적었기 때문이다. Figure 1에서 참기름의 향 성분을 대표하는 pyrazine류, pyridine류, furan류, pyrrol류 등이 동정 되었고 이는 다른 결과보고와 같은 결과이다[13,14].

전자코를 이용한 향기패턴분석을 통한 구별

본 실험에 활용된 12개의 MOS가 장착된 전자코는 각 12개의 센서마다 적용할 수 있는 휘발 성분들이 다르다. 향기패턴구별을 위한 각 센서들 중 P10/1, P10/2, SY/AA, SY/gCT 센서들은 non polar volatiles를, PA2, T30/1, SY/gCTl 센서들은 organic solvent들을 감지하며, SY/G 센서는 ammonia and sulphur 화합물을, T70/2 센서는 식품향기와 휘발 성분들을 감지한다. 이들 센서별 감응도로 순수참기름과 혼합참기름의 향기패턴에 대한 기여율(proportion)을 구하였다. Fig. 2에 제시한 바와 같이 제1주성분 값의 기여율은 98.76%이였고 제2주성분 값의 기여율은 0.99%였다. 따라서 제1주성분의 값만으로도 향기패턴구분에 필요한 충분한 정보가 됨을 알 수 있었다. 순수참기름은 제1주성분 값이 -0.4에서 -0.3 사이에 집중된 분포를 보였으며 옥수수기름을 많이 함유하면 할수록 제1주성분 값이 negative 값에서 positive 값으로 이동하였다. 한편, 옥수수기름이 20%함유된 혼합참기름은 제1주성분 값이 0.2에서 0.3사이에 주로 분포하였고, 이로서 순수참기름과 혼합참기름의 휘발성 향기성분패턴을 구분할 수 있었다. PCA의 결과 특히 GC에 의한 지방산 분석으로 구별이 안되었던 5% 혼합참기름과 순수참기름의 구별이 전자코에 의하여 판별되었다(Fig. 2). 이를 검증하기 위하여 전자코의 각 센서가 보인 감응도를 MANOVA 통계 처리한 결과는 Table 3에 나타내었고 그 결과 순수참기름과 혼합참기름(5, 10, 20%)이 확실히 구분됨을 알 수 있었다. 주성분 분석 결과 제 1주성분이 전체 향의 차이에 대해 98.76%를 설명하며, 이때 사용된 12개의 센서 중에서 non polar volatiles를 감지하는 SY/AA 센서와 ammonia and sulphur를 감지하는 SY/G 센서가 크게 작용하였다. 반면, 혼합참기름 간에는 옥수수기름이 각각 5%와 10% 혼합된 참기름은 센서들의 감응

Table 2. Volatile compounds from sesame oil and blended sesame oils using SPME-GC/MS

Peak No.	Volatile compounds	Sesame oil				Peak No.	Volatile compounds	Corn oil
		Se 100%	Co 5%	Co 10%	Co 20%			Co 100%
1	4-methylthiazole	534	467	591	467	1	2-Pentanone, 4-hydroxy-4-methyl	246
2	2-Furanmethanol	2,749	2,809	3,953	3,143	2	Heptane, 3-methyl	2,145
3	1H-pyrrole-2-carboxaldehyde, 1-methyl	3,571	3,444	4,990	3,665	3	Pentane, 2,3,4-trimethyl	72
4	1,2,5-trimethylpyrrole	3,311	2,860	3,893	3,232	4	7-Tetradecene	67
5	Pyrazine, ethyl	1,481	1,345	1,869	1,448	5	Hexyl octyl ether	76
6	2,4-Dimethyl, delta-2-thiazole	1,370	1,262	1,827	1,397	6	Docosane	73
7	Pyrazine, 2-ethyl-6-methyl	2,263	2,437	2,999	2,404	7	Hexanoic acid	89
8	Pyrazine, 2-ethyl-5-methyl	1,418	1,479	1,467	1,553	8	Heptane, 2,4-dimethyl	164
9	Pyrazine, trimethyl	2,096	2,110	3,150	2,198	9	Pentane, 3-ethyl-2,2-dimethyl	101
10	Pyrazine, 2-ethyl-3-methyl	1,621	1,576	1,946	1,644			
11	Acetyl pyrazine	1,742	1,680	2,082	1,609			
12	Pyrazine, 3-ethyl-2,5-dimethyl	3,951	3,988	4,626	3,431			
13	Phenol, 2-methoxy	8,259	8,342	9,593	7,254			
14	Pyrazine,(1-methyethenyl)	1,457	1,498	1,721	1,346			
15	2-Propyl-4-methylthiazole	607	633	701	548			
16	Pyrazine, 2,3-diethyl-5-methyl	410	409	451	323			
17	Pyrazine, 3,5-diethyl-2-methyl	342	400	425	292			
18	Phenol, 4-ethyl-2-methoxy	159	174	224	127			
19	2-methoxy-4-vinylphenol	1,056	1,171	1,252	792			
20	2,4-Dimethoxy phenol	259	265	305	179			
	Total	38,656	38,349	48,065	37,052			3,033

Unit: total ion counts $\times 10^3$.

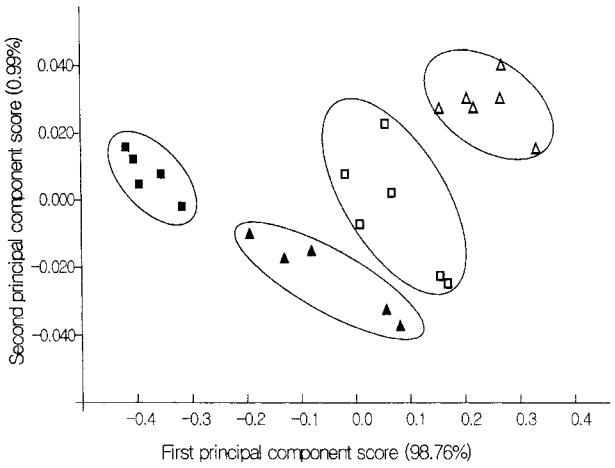

Fig. 2. Principal component analysis(PCA) plot from the electronic nose on sesame oil and blended sesame oils.
■: sesame oil 100%, ▲: sesame oil 95%+corn oil 5%, □: sesame oil 90%+corn oil 10%, △: sesame oil 80%+corn oil 20%.

도 간에 크게 차이가 없었고, 5%와 10% 혼합 참기름간에는 제 1주성분으로 비교하기에는 향의 구별이 쉽지 않았다(Fig. 2). 20% 혼합된 참기름은 대부분 센서들의 감응도가 5%나 10% 혼합 참기름의 것들과는 다르게 나타났다($p<0.05$).

일반적으로 전자코의 센서유형에는 metal oxide sensor (MOS), conducting polymer sensor(CP)와 quartz crystal micro-balance(QCM) 등이 이용되고 있다. 본 실험에 활용된 센서는 MOS type으로 세라믹 지지체와 이를 통과하는 열선, 그리고 지지체를 덮고 있는 반전도성 필름(SnO_2)으로 구성되어 있다. 이 센서의 원리는 기기가 작동되면 센서에 산소가 접촉하여 전자를 빼앗아 전기전도도가 상승하는데, 이때 냄새 성분을 포함한 가스에 환원성 물질 등이 존재하면 전기전도도의 상승이 감소한다. 이 센서의 감응도를 측정하여 식품전체의 향을 감지하는 것이다. CP는 백금으로 구성된 두 전극이 간격을 두고 배열하여 그 사이에 중합체가 얇은 피막(polymer film)으로 덮여 있어 이 피막 표면에 냄새성분을 포함하는 가스가 통과하면서 전자중합반응이 일어나며 전기전도도의 변화로 검출된다. QCM은 매우 안정적으로 공명 라디오파를 전파하는 특성을 가진 석영 crystal plate 위에 ㎛ 두께의 코팅된 층에 휘발성 물질이 통과하여 흡수되면 전파되는 공명파에 변화가 일어나는 원리를 이용한 센서이다. 분석시 각 센서유형마다 정확성, 재현성, 감도, 안정성에 대한 만족도가 다르므로 사용 용도가 다르며 사용자의 요구에 맞춰 응용분야마다 연구가 이루어져야 할 것이다. 본 실험에서 비교적 짧은 시간에 신속하고 편리하게 비파괴적 분석 방법인 MOS type 전자코를 이용하여 순수참기름과 혼합참기름을 구별할 수 있었다.

요 약

본 실험은 순수참기름과 혼합참기름의 구별 및 순도판별

Table 3. Response of each sensor by the electronic nose on sesame oil with different contents of corn oil

Sensor model	Response of each sensor[1,2)]			
	Co 5%	Co 10%	Co 20%	Se 100%
SY/LG	0.719742[b]	0.717382[b]	0.714628[b]	0.749505[a]
SY/G	-0.86172[b]	-0.81943[b]	-0.73384[a]	-0.96894[c]
SY/AA	-1.49056[b]	-1.44063[ab]	-1.33507[a]	-1.7314[c]
SY/Gh	-0.4974[b]	-0.47348[b]	-0.42249[a]	-0.56361[c]
SY/gCTl	-0.50716[b]	-0.48642[b]	-0.43486[a]	-0.57817[c]
SY/gCT	-0.41293[b]	-0.3991[b]	-0.36322[a]	-0.46742[c]
T30/1	0.552835[b]	0.552245[b]	0.532006[b]	0.61505[a]
P10/1	0.389088[b]	0.384506[b]	0.349063[c]	0.454096[a]
P10/2	0.342529[b]	0.34125[b]	0.331677[b]	0.375203[a]
P40/1	0.334339[b]	0.33052[b]	0.30213[c]	0.39121[a]
T70/2	0.565148[b]	0.564937[b]	0.541879[b]	0.629185[a]
PA2	0.743141[b]	0.743821[b]	0.734404[b]	0.786218[a]

[1)]Response of each sensor is expressed by delta R_{gas}/R_{air}. R is resistance values of the sensors.
[2)a-c]Means within the same row with different superscripts are significantly different at $p \leq 0.05$ by MANOVA.

을 용이하게 하기 위한 분석방법을 제시하고자 실행되었다. 순수참기름과 옥수수기름을 95 : 5, 90 : 10, 80 : 20(w/w)의 비율로 각각 비율을 달리해서 혼합참기름을 제조한 후 GC, SPME-GC/MS, 전자코를 이용한 분석을 실시하였다. 지방산 조성(mole%)을 비교한 결과 옥수수기름이 10%이상 함유된 혼합참기름과 순수참기름 간에는 stearic acid와 linoleic acid의 함량의 변화로 구별이 가능하였으나 5%내로 옥수수유가 함유된 혼합참기름과 순수참기름과의 구별은 용이하지 않았다. 향기성분동정을 위해 SPME-GC/MS 분석을 실시한 결과 순수참기름과 혼합참기름은 같은 향기성분 패턴을 보여 구별하기 어려웠다. 반면, MOS 유형의 전자코를 이용하여 향기성분패턴 분석결과 제1주성분 값의 기여율이 98.76%로 구별이 가능하였으며 이로써 신속하고 편리하게 비파괴적 분석 방법인 전자코를 활용하여 순수참기름과 혼합참기름을 구별할 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 지원의 2002년도 지역대학우수과학자 지원사업(R05-2002-000-00033) 지원에 의하여 연구된 결과로 이에 감사 드립니다.

문 헌

1. Park, U.S., Kim, S.J. and Lee, Y.O. A study on the quality of sesame oil using in restaurant. J. Korean Oil Chem. 4: 63-69 (1987)
2. Hwang, S.Z. and Ko, Y.S. Studies on the constituents of Korean edible oils and fats. Korean J. Nutr. 15: 15-21 (1982)
3. Chung, J.S. and Choe, E.O. Effects of sesame oil on thermooxidative stability of soybean oil. Food Sci. Biotechnol. 10:446-450 (2001)
4. Hwang, K.S., Hawer, W.S., Nam, Y.J. and Min, B.Y. Fatty acid composition and its application to the detection of the adultered sesame oil. J. Korean Agric. Chem. Soc. 26: 157-162 (1983)
5. Ro, I.H. and Lee, M.S. Studies on the contents of special components and estimation of purity in sesame oil. Korean J. Nutr. 16: 107-114 (1983)
6. Noh, B.S. and Ko, J.W. Discrimination of the habitat for agricultural products by using electronic nose. Food Eng. Prog. 1: 103-106 (1997)
7. Yang, Y.M., Noh, B.S. and Hong, H.K. Prediction of freshness for milk by the portable electronic nose. Food Eng. Prog. 3: 45-50 (1999)
8. Yang, Y.M., Han, K.Y. and Noh, B.S. Analysis of lipid oxidation of soybean oil using the portable electronic nose. Food Sci. Biotechnol. 9: 146-150 (2000)
9. Kim, J.H. and Noh, B.S. Detection of irradiation treatment for red peppers by an electronic nose using conducting polymer sensors. Food Sci. Biotechnol. 8: 207-209 (1999)
10. Han, K.Y., Kim, J.H. and Noh, B.S. Identification of the volatile compounds of irradiated meat by using electronic nose. Food Sci. Biotechnol. 10: 668-672 (2001)
11. Vichi, S., Castellote, A.I., Pizzale, L., Conte, L.S., Buxaderas, S. and Elvira, L.T. Analysis of virgin olive oil volatile compounds by headspace solid-phase microextraction coupled to gas chromatography with mass spectrometric and flame ionization detection. J. Chromatogr. 983: 19-33 (2003)
12. Joo, K.J. and Kim, J.J. Oxidative stability and flavor compounds of sesame oils blended with vegetable oils. Korean J. Food Sci. Technol. 34: 984-991 (2002)
13. Lee, S.H. and Joo, K.J. Analysis of volatile flavor compounds in sesame oil extracted by purge-and-trap method. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 260-265 (1998)
14. Lee, Y.G., Lim, S.U. and Kim, J.O. Influence of roasting conditions on the flavor quality of sesame seed oil. J. Korean Agric. Chem. Soc. 36: 407-415 (1993)

(2003년 4월 17일 접수; 2003년 6월 3일 채택)