

시료상층부 원판 형태 단일 다공성 물질을 이용한 바닐라 향수의 휘발성 아로마 성분 추출 분석

손현화 · 이동선*

서울여자대학교 화학과

(2011. 9. 14. 접수, 2011. 10. 14. 수정, 2011. 10. 15. 승인)

Analysis of volatile aroma compounds from vanilla perfume using headspace disk type monolithic material sorptive extraction

Hyun-Hwa Son and Dong-Sun Lee*

Department of Chemistry, Seoul Women's University, 139-774, Korea

(Received September 14, 2011; Revised October 14, 2011; Accepted October 15, 2011)

요약: 본 연구에서는 시료상층부 원판 형태 흡탈착 추출법(HS-MMSE)을 개발하여 검증하고 바닐라 향수의 휘발성 아로마 성분들의 기체 크로마토그래피-질량 분석법에 적용하였다. HS-MMSE 방법은 실리카에 octadecyl silane (ODS)과 활성탄을 결합하여 만든 단일 다공성 물질(monolithic material, MonoTrap)을 흡착제로 이용한다. MonoTrap은 시료상층부에서 아로마 성분들을 흡착하고 100 μ L 소량의 용매로 추출한다. HS-MMSE를 이용하여 바닐라 향수로부터 12개의 성분들을 성공적으로 분석하였다. 그 중 benzyl acetate, linalyl acetate, vanillin, ethyl vanillin을 이용하여 추출 효율에 영향을 주는 파라미터들에 대한 실험을 통해 추출 조건을 최적화하였다. 또한, 대상 물질들에 대한 분석 방법의 검증 실험을 진행하였다. 그 결과, 검출한계, 정량한계는 각각 8.35~13.76 ng, 27.82~45.88 ng 범위였고 r^2 값이 0.9888 이상인 우수한 직선성과 양호한 회수율 및 재현성을 얻었다. 이러한 결과들을 바탕으로 원판 형태 MonoTrap을 이용한 HS-MMSE 방법은 바닐라 향수의 휘발성 아로마 성분들을 분석하는데 효과적인 방법임을 확인하였다.

Abstract: In this study, headspace disk type monolithic material sorptive extraction (HS-MMSE) was developed, validated and applied to the analysis of volatile aroma compounds from vanilla perfume by gas chromatography-mass spectrometry (GC/MS). HS-MMSE uses monolithic material (MonoTrap) based on silica bonded with octadecyl silane (ODS) and activated carbon as a sorbent. Aroma compounds were adsorbed onto the MonoTrap in headspace and extracted by only 100 μ L of solvent. Total 12 volatile compounds from vanilla perfume were successfully analyzed using HS-MMSE. The influence of extractive parameters was investigated and optimized, using benzyl acetate, linalyl acetate, vanillin, ethyl vanillin as target compounds. Under the optimum condition, the limit of detection (S/N=3) and the limit of quantification (S/N=10) of proposed method for the target compounds were obtained within the range of 8.35~13.76 ng and 27.82~45.88 ng, respectively. The method showed good linearity with correlation coefficient more than 0.9888, satisfactory recovery and reproducibility.

★ Corresponding author

Phone : +82-(0)2-970-5654 Fax : +82-(0)2-970-5972

E-mail : dslee@swu.ac.kr

These results showed that HS-MMSE using disk type MonoTrap is a new promising technique for the analysis of volatile aroma compounds from vanilla perfume.

Key words : monolithic material, MonoTrap, GC/MS, vanilla perfume, aroma

1. 서 론

바닐라(vanilla)의 학명은 *Vanilla planifolia*이며 난초과(Orchidaceae)의 덩굴식물이다. 바닐라는 특유의 달콤한 냄새를 가지고 있어 식품산업과 향장산업에서 인기있는 향료 중의 하나로 널리 이용하고 있다. 원산지는 멕시코이며, 콜럼버스 탐험대가 신대륙을 발견하였을 때 유럽에 소개된 이후, 많은 수요로 인해 지금은 마다가스카르, 인도네시아, 태국 등 여러 나라에서 재배되고 있다. 바닐라의 달콤한 냄새는 대부분 vanillin이라는 향기 성분 때문인데, 녹색의 성숙한 바닐라 열매를 수확하여 발효, 건조시키면 흑갈색으로 변하면서 vanillin을 생성한다.¹ Vanillin 성분의 함량은 품종, 지역적 조건 및 숙성상태 등에 따라 다르며 vanillin 성분이 많을수록 상품으로써의 가치가 높고 가격이 비싸다.²

바닐라의 아로마 성분 분석은 많은 연구자들에 의해 진행되어 왔다.^{1,3-5} 분석에 이용한 대표적인 시료 전처리 방법으로는 solvent extraction,¹ accelerated solvent extraction (ASE),³ Soxhlet extraction과 ultrasound assisted extraction (UAE)⁴ 그리고 headspace-solid phase microextraction (HS-SPME)⁵ 등이 있다. 그러나 solvent extraction, ASE, Soxhlet extraction, UAE 방법은 모두 다량의 용매를 사용한다는 단점이 있다.

따라서 본 연구에서는 바닐라 향수의 휘발성 아로마 성분 분석을 위한 새로운 시료 전처리 방법을 개발하였다. GL science의 연구팀이 이용한⁷ 시료상층부 단일 다공성 물질 흡탈착 추출법(headspace-monolithic material sorptive extraction, HS-MMSE)은 실리카(silica) 구조 위에 octadecyl silane(ODS)이 화학적으로 결합시킨 단일 다공성 물질(MonoTrap)을 흡착제로 이용한다. 단일 다공성 물질은 거대 세공(macropore) 및 미세 세공(micropore)을 가지고 있어 표면적이 넓다. 따라서 분석 성분들의 투과와 확산이 용이하여 ethyl vinyl benzene divinyl benzene copolymer (Polapak-Q), poly(2,6) diphenyl-p-phenylene oxide adsorbent (Tenax TA), polydimethylsiloxane (PDMS)등과 같은 다양한 단일 다공성 물질들을 아로마 성분 분석을 위한 흡착제로 이

용해 왔다.⁸⁻¹²

MonoTrap은 크게 용매 추출을 위한 원판(disk) 형태와 열 탈착을 위한 막대(rod) 형태가 있다. 이들은 각각 ODS와 활성탄을 모두 포함한 것과 ODS만 포함한 것이 있다. 따라서 분석하고자 하는 시료의 특성에 따라 혹은 원하는 탈착 방법에 따라 적합한 형태의 MonoTrap을 선택하여 사용할 수 있다. 또한 원판 형태의 경우 단 100 μ L의 용매만으로 추출이 가능하다. 따라서 앞서 나열한 기존의 시료 전처리 방법들의 단점들을 보완할 수 있다.

본 논문에서는 HS-MMSE 전처리 방법을 이용하여 바닐라 향수의 휘발성 아로마 성분들을 기체 크로마토그래피-질량분석법(Gas chromatography-mass spectrometry, GC/MS)으로 분석하였다. 또한 HS-MMSE 추출 조건에 대한 최적화 및 분석 방법의 검증 실험을 진행하였으며 농축 계수(concentration factor, CF)를 통해 추출 효율을 알아보았다.

2. 실험

2.1. 재료 및 시약

본 연구에 사용한 바닐라 향수(30% vol., Estratto Vaniglia del Madagascar, I Profumi di Firenze)는 마다



Fig. 1. Photographs of vanilla perfume sample used in this study and vanilla pod.

가스카르에서 채배한 바닐라를 사용하여 만들어졌으며, 이탈리아 피렌체(Firenze)에서 구입하였다(Fig. 1). 시료는 별도의 전처리 과정 없이 실험에 바로 이용하였다.

Benzyl acetate, linalyl acetate, vanillin, ethyl vanillin 표준물질은 모두 순도 98% 이상의 분석급 시약이며, Tokyo chemical industry (Tokyo, Japan)에서 구입하였다. Acetonitrile, methylene chloride, ethyl ether 용매는 Mallinckrodt Baker (Phillisburg, NJ, USA)사의 HPLC 등급 시약을 사용하였다.

2.2. 실험 장치

HS-MMSE를 위한 MonoTrap sampling kit은 일본의 GL Science (Shinjuku, Tokyo, Japan)로부터 제공받았다. Sampling kit에는 MT holder, MT stand, MT extract cup과 vial (20 mL), clean pin hole septum과 sample vial (30 mL) 그리고 4종류의 MonoTrap을 포함하고 있다. MonoTrap은 Table 1에 열거한 바와 같이 용매 추출을 위한 원판 형태와 열 탈착을 위한 막

대 형태가 있으며, 이들은 각각 ODS와 활성탄을 모두 포함한 것과 ODS만 포함한 것이 있다. 이 중에서 활성탄을 포함한 용매 추출용 원판 형태의 MonoTrap (DCC18)을 실험에 사용하였으며, 활성탄을 포함하지 않은 용매 추출용 원판 형태의 MonoTrap (DSC18)을 이용하여 비교실험을 수행하였다.

2.3. 실험 방법-원판 형태 단일 다공성 물질을 이용한 시료 상층부 흡탈착 추출법(HS-MMSE)

MonoTrap은 실험에 사용하기 전, 소량의 methylene chloride가 들어있는 vial에 넣어 5분 동안 ultrasonic cleaner(새한, SH-1025, frequency 28 KHZ)를 이용하여 sonication하고 100 °C에서 30분간 건조하여 불순물을 제거하였다.

HS-MMSE를 이용한 실험은 시료상층부에서의 흡착 과정(Fig. 2A)과 용매 추출 과정(Fig. 2B)으로 진행된다. 먼저 MonoTrap이 시료 상층부에 위치하도록 MT stand에 MT holder를 꽂아 세운 후, MonoTrap과 septum cap을 차례로 끼웠다. 바닐라 향수 30 µL를 넣은 30 mL vial에 MonoTrap이 고정되어 있는 septum cap으로 닫아 밀봉하고 60 °C에서 90분간 포화 및 흡착과정을 진행했다. 용매 추출을 위해 약 17 mL의 증류수를 넣은 MT extract vial (20 mL)과 MT extract cup을 준비했다. 아로마 성분들을 흡착한 MonoTrap과 100 µL의 methylene chloride를 MT extract cup에 넣고 septum cap으로 밀봉하고 MonoTrap의 세척에 사용하였던 ultrasonic cleaner를 이용하여 5분간 추출하

Table 1. Types of MonoTrap

MonoTrap type	Shape	Size	Activated carbon
DCC18	Disk	O.D. 10 mm× thickness 1 mm	Contained
DSC18			Not Contained
RCC18	Rod	O.D. 2.9 mm×I.D. 1 mm ×High 5 mm	Contained
RSC18			Not Contained

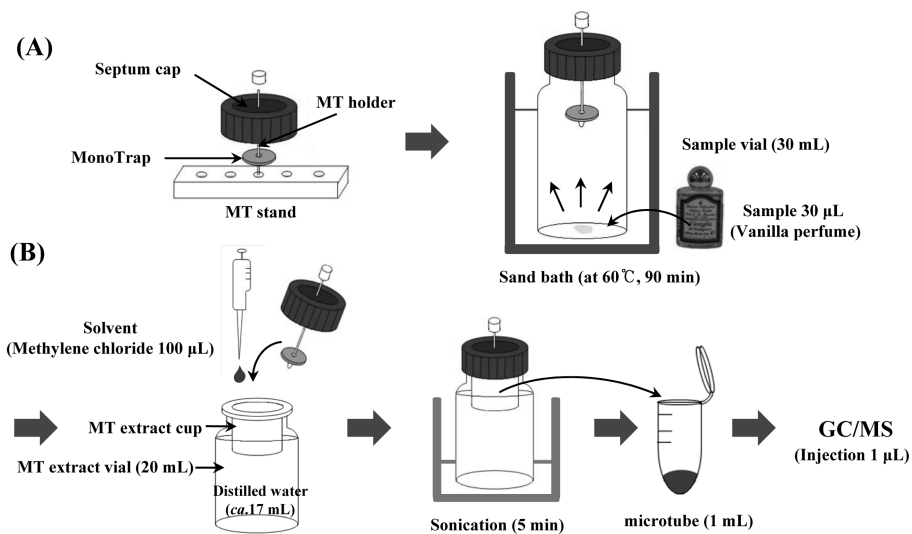


Fig. 2. Schematic illustration of HS-MMSE, (A) headspace adsorption process and (B) solvent extraction process.

Table 2. Operating conditions of GC-FID and GC/MS

GC/MS		GC-FID	
GC (Trace GC 2000, Thermoquest)		GC (HP 5890)	
Column	6% cyanopropylphenyl, 94% dimethylsiloxane copolymer	6% cyanopropylphenyl, 94% dimethylsiloxane copolymer	
Oven Temp. program	50 °C (3 min) - 5 °C/min - 220 °C (10 min)	50 °C (3 min) - 5 °C/min - 220 °C (10 min)	
Injector Temp.	240 °C	240 °C	
Injection Vol.	1.0 µL	1.0 µL	
Split ratio	1:30	1:30	
Carrier gas	99.999% He	99.9% N ₂	
Flow rate	1 mL/min	1 mL/min	
Detector			
MS (GC-Q plus ion trap, Thermoquest)		FID	
Ionization voltage	70 eV	Detector Temp.	250 °C
Transfer line Temp.	230 °C	FID gas	H ₂ , 30 mL/min
Ion source Temp.	200 °C		Air, 300 mL/min
Mass range (m/z)	50~500		

였다. 이렇게 얻어진 추출액 1 µL를 GC-FID 혹은 GC/MS에 주입하여 분석하였다.

2.4. 기체 크로마토그래피(GC) 및 기체 크로마토그래피-질량분석(GC/MS)

분석 조건의 최적화 및 분석 방법의 검증을 위한 GC 분석은 불꽃 이온화 검출기가 연결된 GC-FID (Hewlett-Packard, HP-5890)를 이용하였으며, 결과는 HP 3396A integrator로 기록하였다.

바닐라 향수의 아로마 성분에 대한 확인은 Trace GC 2000/GC-Q plus ion trap MSⁿ (Thermoquest-Finnigan, Austin, TX, USA) 장비를 사용하였다. 아로마 성분의 확인은 NIST와 Wiley libraries, 참고문헌 등을 이용하였으며 시료 성분과 표준물질의 머무름 시간 및 질량 스펙트럼을 비교하여 확인하였다. GC-FID 및 GC/MS의 상세한 작동 조건은 Table 2에 요약하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 추출 조건의 최적화

HS-MMSE 추출 조건의 최적화 실험은 바닐라 향수의 아로마 성분들 중 benzyl acetate, linalyl acetate, vanillin, ethyl vanillin을 선택하여 수행하였다. 4가지 표준물질의 보존용액은 methylene chloride 용매를 이용하여 1 µg/µL 농도로 조제하였으며, 30 mL vial에 각각 50 µL씩 취하여 실험하였다. 5가지 파라미터(탈착 용매 종류와 사용량, 흡착 온도와 시간, 시료 사용량)

에 대해 GC-FID로 얻은 크로마토그램의 피크 면적을 비교하여 가장 효과적인 추출 조건을 선별하였다.

3.1.1. 탈착 용매 선택 및 사용량

원판 형태의 MonoTrap은 시료 상층부에서 아로마 성분의 흡착이 이루어진 후, 용매를 이용한 탈착 과정을 필요로 한다. 따라서 아로마 성분들을 잘 녹일 수 있고 흡착제에 손상을 주지 않으며, 사용하는 분석 기기 또는 컬럼에 적당한 용매를 선택하여야 한다. 본 실험에서는 acetonitrile, methylene chloride, ethyl ether 3가지 용매를 비교하였다. 그 결과 ethyl ether의 경우 MonoTrap을 sonication하는 과정에서 추출액이 모두 휘발되었기 때문에 탈착 용매로써 적당하지 않음을 확

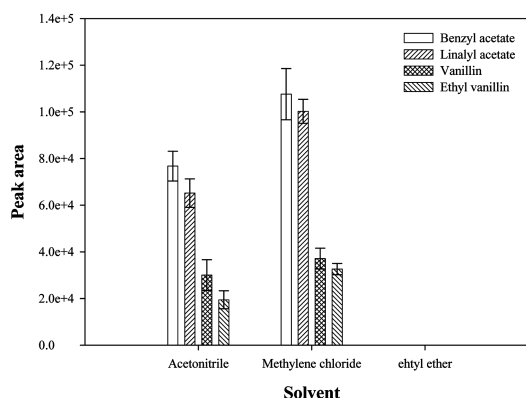


Fig. 3. Comparison of desorption solvents for HS-MMSE and GC-FID.

인하였다(Fig. 3). 또한 methylene chloride가 acetonitrile 보다 더 큰 추출 효율을 보였으므로 methylene chloride 를 최적의 용매로 선택하였다.

탈착 용매 사용량에 대한 실험은 methylene chloride 를 50 μ L-500 μ L범위에서 수행하였으며 그 결과를 Fig. 4A에 도시하였다. Methylene chloride 50 μ L를 사용했을 경우 용매가 MonoTrap을 충분히 적시지 못하여 추출 효율이 낮음을 알 수 있었다. 100 μ L를 사용했을 때 가장 큰 추출 효율을 보였다. 그 이상의 용매를 사용할수록 피크 면적이 감소됨을 볼 수 있는데 이는 분석 물질들이 과량의 용매에 의해 희석된 결과로 보여진다.

3.1.2. 흡착 온도 및 시간

분석 성분들이 시료상층부에서 흡착제에 흡착이 이루어 질 때 두 가지의 과정이 수반된다. 하나는 시료와 시료상층부에서의 분배 과정이며, 다른 하나는 시료상층부와 흡착제 사이의 흡착 과정이다. 온도는 이 두 가지의 과정에 모두 영향을 미치기 때문에 적절한 온도의 선택은 무엇보다 중요하다.¹³ HS-MMSE에 대

한 온도의 영향을 40 $^{\circ}$ C-70 $^{\circ}$ C에서 조사하였으며 60 $^{\circ}$ C에서 가장 큰 흡착 효율을 나타내었다(Fig. 4B). 40 $^{\circ}$ C와 50 $^{\circ}$ C에서는 시료로부터 상층부로 휘발되는 분석 성분들의 양이 충분하지 않아 효율이 낮은 것으로 판단된다. 70 $^{\circ}$ C에서는 흡착제에 흡착된 성분들이 높은 온도로 인해 다시 탈착되기 때문에 흡착 효율이 낮아지는 것이라 생각된다.

흡착 시간에 대한 실험은 60 $^{\circ}$ C에서 30분-150분 범위에서 수행하였으며 Fig. 4C에 도시한 바와 같이 90분에서 시간대 흡착 효율이 가장 높았다. 이 결과는 HS-MMSE에서 흡착평형에 도달하는데 적어도 90분이 소요됨을 의미한다.

3.1.3. 시료 사용량

본 연구의 분석대상인 바닐라 향수 시료의 최적 사용량에 대한 실험을 수행하였다. 시료량은 10 μ L - 50 μ L 범위에서 조사하였으며, 검출된 성분들 중 benzyl acetate, linalyl acetate, vanillin, ethyl vanillin을 선택하여 그 결과를 Fig. 4D에 나타내었다. 10 μ L에서 30

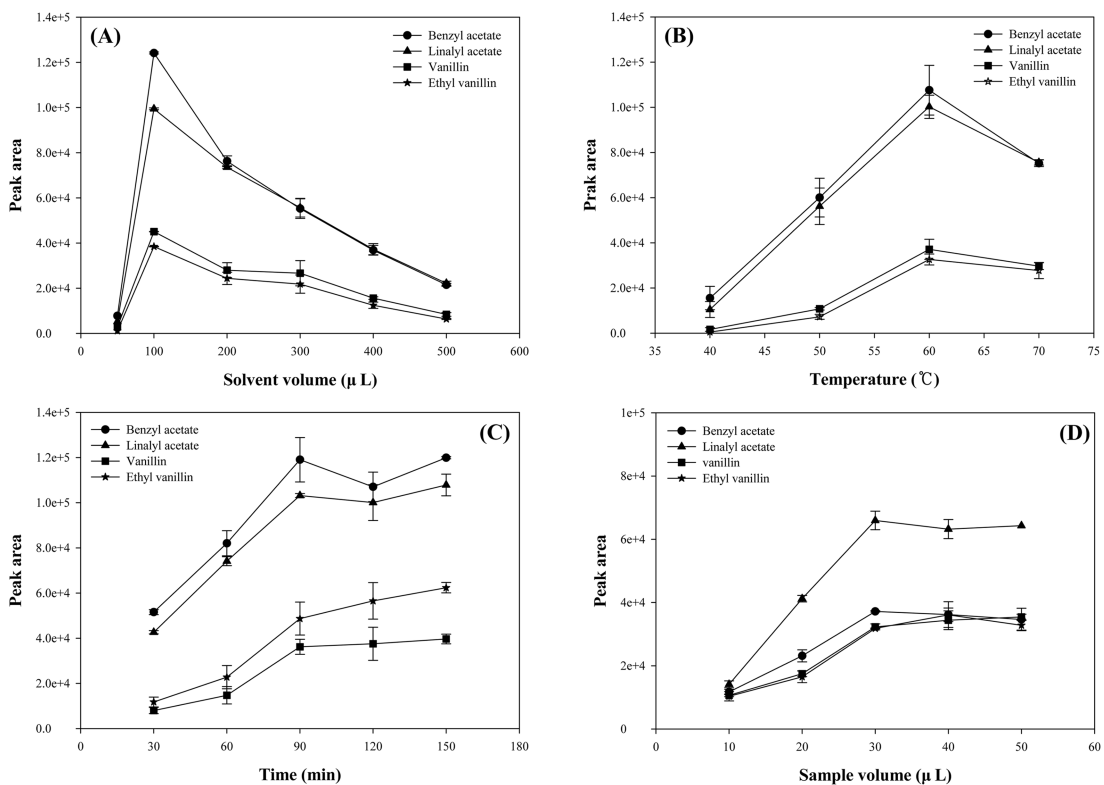


Fig. 4. Effects of (A) solvent volume, (B) adsorption temperature, (C) adsorption time and (D) sample volume on the efficiency of HS-MMSE and GC-FID.

Table 3. Validation data for the target compounds: calibration, dynamic range, the limit of detection (LOD), the limit of quantification (LOQ), recovery and reproducibility for benzyl acetate, linalyl acetate, vanillin and ethyl vanillin

	Benzyl acetate	Linalyl acetate	Vanillin	Ethyl vanillin
Equation				
Slope	54.72	42.54	23.32	19.41
Intercept	8344.82	14299.60	3018.06	4285.03
r^2	0.9987	0.9932	0.9957	0.9888
Dynamic range (μg)	39.9~3500	42.1~3500	45.9~1125	27.8~1125
LOD (ng)	11.84	12.62	13.76	8.35
LOQ (ng)	39.48	42.08	45.88	27.82
Recovery (%)	81.2	90.24	83.23	83.36
Reproducibility (RSD %, n=3)	1.7	1.48	2.85	1.18

μL 까지는 피크 면적이 증가하지만 30 μL 이상에서는 더 이상 증가하지 않는 것으로 보아 시료의 최적 사용량은 30 μL (무게 단위로 29.4 mg)임을 확인하였다.

따라서 HS-MMSE 방법을 이용한 바닐라 향수의 분석은 30 μL 의 시료를 이용하여 60 $^{\circ}\text{C}$ 에서 90분간 흡착과정을 진행시킨 후, 100 μL 의 methylene chloride를 이용하여 추출하였다.

3.2. 분석방법의 검증

HS-MMSE 분석 방법에 대한 검증을 위하여 최적화 실험과 마찬가지로 4가지 표준물질 benzyl acetate, linalyl acetate, vanillin, ethyl vanillin을 이용하였다. 검정곡선의 작성 및 검출한계, 정량한계, 정밀도, 정확도를 검증하였고 그 결과를 Table 3에 나타내었다.

검정곡선을 통해 얻은 직선적 정량 범위(dynamic range)는 benzyl acetate, linalyl acetate, vanillin, ethyl vanillin 각각 39.9 μg - 3500 μg , 42.1 μg - 3500 μg , 45.9 μg - 1125 μg , 27.8 μg - 1125 μg 이며, 상관계수(r^2)는 0.9987, 0.9932, 0.9957, 0.9888으로 좋은 직선성을 나타내었다. 검출한계는 $s/n=3$, 정량한계는 $s/n=10$ 으로 계산되었으며, 여기서 s 는 바탕실험의 표준편차이고 m 은 검정곡선의 기울기이다. 실험을 통해 구한 검출한계 및 정량한계는 11.84 ng과 39.48 ng (benzyl acetate), 12.62 ng과 42.08 ng (linalyl acetate), 13.76 ng과 45.88 ng (vanillin), 8.35 ng과 27.82 ng (ethyl vanillin)이었다. 정확도는 바닐라 향수 시료에 농도를 알고 있는 표준용액을 첨가하여 얻은 회수율(recovery)을 통해 나타내었으며, 81.20% - 90.24% 이상의 양호한 값을 보였다. 또한 정밀도는 3번의 측정을 통해 얻은 피크 면적에 대한 상대 표준 편차(RSD%)를 계산하여 나타내었고 그 결과 2.85이하의 좋은 정밀도를 나타내었다.

3.3. 농축 계수 (concentration factor, CF) 를 이용한 추출 효율 평가

HS-MMSE의 추출 효율은 농축 계수를 이용하여 알아보았다. 바닐라 향수의 아로마 성분들 중 특징적인 6가지의 성분을 선택하여 GC-FID로부터 얻은 크로마토그램의 피크 면적을 이용하여 다음 식과 같이 농축

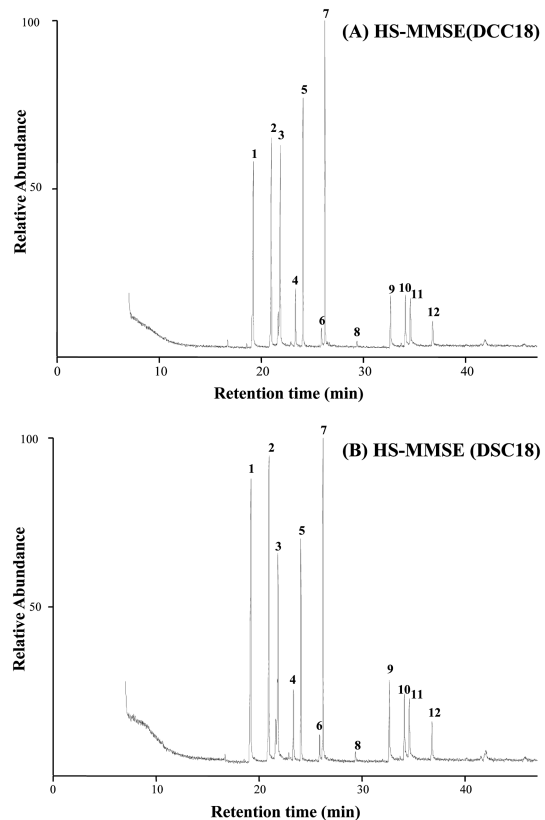


Fig. 5. Total ion chromatograms obtained by (A) HS-MMSE (DCC18) and (B) HS-MMSE (DSC18).

Table 4. Volatile aroma compositions of vanilla perfume obtained by HS-MMSE (DCC18 and DSC18) and concentration factor (CF) of characteristic components

Peak No.	Compound	t _r (min)	Mr	Normalized peak area (%) (mean (±RSD%), n=3)		Concentration Factor (mean (±RSD%), n=3)
				HS-MMSE (DCC18)	HS-MMSE (DSC18)	HS-MMSE (DCC18)
1	Unkown	19.53	-	17.28 (±7.77)	16.11 (±4.96)	-
2	Dihydro- α -terpineol	21.35	154	17.60 (±13.77)	18.04 (±1.17)	-
3	Linalool	22.24	154	13.79 (±7.11)	12.66 (±8.07)	5.42 (±8.71)
4	Phenethyl alcohol	23.77	122	4.11 (±9.72)	3.44 (±11.79)	-
5	Benzyl acetate	24.47	150	13.50 (±4.34)	10.17 (±1.67)	4.19 (±5.75)
6	Ethyl maltol	26.29	140	1.30 (±16.47)	1.34 (±1.16)	-
7	Linalyl acetate	26.59	196	18.36 (±2.77)	20.33 (±2.61)	11.16 (±9.63)
8	Cinnamyl alcohol	29.38	134	0.40 (±7.38)	0.48 (±12.95)	-
9	Vanillin	32.96	152	3.81 (±14.78)	5.50 (±5.69)	1.39 (±2.06)
10	Ethyl vanillin	34.37	166	3.83 (±4.78)	4.73 (±5.50)	1.54 (±6.43)
11	Lilial	34.86	212	3.71 (±8.21)	4.30 (±3.50)	5.80 (±4.02)
12	Diethyl phthalate	36.89	150	2.32 (±5.87)	2.90 (±6.76)	-

계수(CF)를 계산하였다.

$$CF = [A_1] / [A_0]$$

여기서 [A₁]은 HS-MMSE 방법으로 얻은 분석 성분의 피크 면적이며, [A₀]은 static HS 방법으로 얻은 분석 성분의 피크면적이다. Static HS 방법은 10 mL의 Hamilton 1010RN gas tight syringe (Supelco)를 사용하여 30 μ L의 바닐라 향수가 포화된 vial의 시료 상층부로부터 분석 성분들을 채집하여 GC 주입구를 통해 주입하였다. 실험을 통해 계산된 농축 계수는 1.39 - 11.16 범위를 나타내었다(Table 4).

3.4. 분석 방법의 적용 및 바닐라 향수의 휘발성 아로마 성분 분석

앞서 실험을 통해 추출 조건들을 최적화한 HS-MMSE 방법을 적용하여 바닐라 향수의 휘발성 아로마 성분들을 분석하였다. HS-MMSE (DCC18, DSC18) 방법으로 얻은 total ion chromatogram (TIC)는 Fig. 5에 나타내었으며, Table 4에는 각 성분들에 대한 정성 결과와 함께 상대적인 면적 백분율(normalized peak area, %)을 계산하여 기록하였다. 총 12개의 성분이 검출되었으며 바닐라의 달콤한 냄새를 나게 하는 vanillin 및 ethyl vanillin 성분을 함유하고 있음을 확인하였다. 또한 화장품, 향수 등의 향을 증진시키기 위해 사용된 합성 물질인 lilial 성분도 관찰 되었다. 그리고 diethyl phthalate는 가소제 성분으로 추정된다.

Table 4에서 보는 바와 같이, 사용하는 MonoTrap의

DCC18, DSC18 종류에 따라 면적 백분율 값에서 약간의 차이가 있음을 알 수 있다. 이는 활성탄의 유무에 따라 휘발성 향기 성분에 대한 선택성이 다르므로 인해 일어나는 현상으로 생각된다.

4. 결 론

휘발성 아로마 성분 분석을 위해 새롭게 개발된 시료 전처리 방법인 HS-MMSE는 실리카 구조 위에 ODS 또는 활성탄을 결합하여 만든 단일 다공성 물질 (MonoTrap)을 흡착제로 이용한다. MonoTrap은 단일 다공성 구조로 인해 넓은 표면적을 가지고 있어 휘발성 성분들의 투과 및 확산이 용이하다는 장점이 있다. 또한 흡착제의 형태에 따라 용매 추출 및 열 탈착이 모두 가능하다. 용매 추출을 위한 원판 형태의 HS-MMSE 방법을 이용하여 GC/MS와 함께 바닐라 향수의 아로마 성분들을 분석하였으며, 추출 조건의 최적화, 분석 방법의 검증 그리고 농축 계수를 통한 추출 효율 실험을 수행하였다. 그 결과, 감도와 재현성 및 직선성이 우수하고 소량의 용매(100 μ L)만으로도 분석 성분의 추출이 가능하였다. 따라서 과량의 용매를 사용했던 기존의 용매 추출법 보다 친환경적이며, 바닐라 향수의 휘발성 아로마 성분 분석에 성공적으로 적용할 수 있음을 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 2010학년도 서울여자대학교 자연과학연구

구소의 교내 학술연구비 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. A. Perez-Silva, E. Odoux, P. Bart, F. Ribeyre, G. Rodriguez-Jimenes, V. Robles-Olvera, M. A. Garcia-Alvarado and Z. Gunata, *Food Chem.*, **99**(4), 728-735 (2006).
2. D. Havkin-Frenkel and F. C. Belanger, *Handbook of Vanilla Science and Technology*, Wiley, 2011.
3. E. Cicchetti and A. Chaintreau, *J. Sep. Sci.*, **32**(11), 1957-1964 (2009).
4. D. Jadhav, B. N. Rekha, P. R. Gogate and V. K. Rathd, *J. Food Eng.*, **93**(4), 421-426 (2009).
5. T. Sostaric, M. C. Boyce and E. E. Spickett, *J. Agric. Food Chem.*, **48**(12), 5802-5807 (2000).
6. M. C. Boyce, P. R. Haddad and T. Sostaric, *Anal. Chim. Acta*, **485**(2), 179-168 (2003).
7. A. Sato, K. Sotomaru and M. Takeda, China-Japan-Korea Symposium on Analytical Chemistry Conference, Makuhari, Chiba, Japan. Aug. 31-Sep. 2, 2009, Abstract p. 45.
8. H. J. Kim, K. Kim, N. S. Kim and D. S. Lee, *J. Chromatogr. A*, **902**(2), 389-404 (2000).
9. M. M. Won, E. J. Cha, O. K. Yoon, N. S. Kim, K. Kim and D. S. Lee, *Anal. Chim. Acta*, **631**(1), 54-61 (2009).
10. H. J. Jang, H. H. Son, E. J. Cha and D. S. Lee, China-Japan-Korea Symposium on Analytical Chemistry Conference, Makuhari, Chiba, Japan. Aug. 31-Sep. 2, 2009, Abstract p. 66.
11. X. Huang and D. Yuan, *J. Chromatogr. A*, **1154**(1-2), 152-157 (2007).
12. O. G. Potter and E. F. Hilder, *J. Sep. Sci.*, **31**(11), 1881-1906 (2008).
13. M. A. Jochmann, M. P. Kmiecik and T. C. Schmidt, *J. Chromatogr. A*, **1115**(1-2), 208-216 (2006).