

가스크로마토그래피-질량분석기를 이용한 서사향의 향기성분 분석

김영섭 · 최세진 · 정의진 · 김선주¹ · 전영은 · 강일준 · 정차권* · 임순성*
한림대학교 식품영양학과, ¹충남대학교 생물환경화학전공

Analysis of Volatile Components of the Musk of *Ondatra zibethicus* by Gas Chromatography-Mass Spectrometry

Yong-Xie Jin, Se Jin Choi, Eui-Jin Jung, Sun-Ju Kim¹, Young Eun Jeon, Il-Jun Kang,
Cha-Kwon Chung* and Soon Sung Lim*

Department of Food Science and Nutrition, College of Natural Science, Hallym University, Chuncheon, 200-702 Korea

¹Department of Biological Environment and Chemistry, College of Agriculture and Life Sciences, Chungnam National University, Daejeon, 305-764 Korea

Abstract – Essential oils of the musk from wild muskrat (*Ondatra zibethicus*) were analyzed by gas chromatography/mass spectrometry. Fifty-six chemical components were separated, and 14 volatile compounds (78% of composition of total essential oil) of macrocyclic musk, mainly cyclopentadecanone, 12-hydroxy-14-methyl-oxa-cyclotetradec-6-en-2-one, cycloheptadecanone and 9-cycloheptadecen-1-one, were identified by the comparison of Wiley/NBS Library from the results of GC-MS. However, l-muscone, a compound reported by earlier workers in the musk from muskrat, was not detected using the spike test in this study. Interestingly, cyclohexadecanone, which has the same molecular weight (Mw 238) as l-muscone, was identified. In addition, it is considered that because of possessing much higher amounts of macrocyclic components compared to the original musk, muskrat has higher economic values in perfume and pharmaceutical industries.

Key words – *Ondatra zibethicus*, Macrocyclic musk, Gas chromatography/mass spectrometry, l-Muscone, Civetone.

사향(musk)은 사슴과(Cervidae)에 속하는 사향노루의 수컷 성체 사향낭중의 분비물로서 향기로운 냄새가 나고 옛날부터 생약으로서 강심, 흥분, 진정제로 사용되어 왔으며, 기절하였을 때 정신이 들게 하는 약으로 내복하였다.¹⁾ 사향은 우황청심환, 공진단, 구심, 사향소합원, 편자환 제조 등의 필수 한약재이고, 또한 최고급 화장품 및 향수의 주원료로서 국내외에서 높은 가치를 인정받고 있으나 동물성 사향의 희소성으로 공급이 수요를 만족시키지 못하고 있다. 사향은 사향노루 외에도 사향고래, 사향고양이, 사향쥐 등에서도 채취된다.²⁾ 최근에 희귀동물로 알려진 사향노루가 세계적으로 엄격하게 보호받고 있다. 또한, 우리나라는 멸종위기에 처한 동식물의 국제무역에 관한 조약(Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora, CITES)에 가입한 후 1996년 10월부터 그

사용규제가 적용됨에 따라 천연 사향 원료의 수입확보가 거의 불가능해졌다. 따라서 사향대체물질 개발이 시급한 실정이며, 이에 합성인공사향인 l-muscone을 고수율, 고순도 및 저가로 대량생산 방법이 개발 보고되기도 하였다.³⁾

인공합성사향 l-muscone은 사향과 유사한 뇌허혈 개선작용, 중추신경계 진정작용, 호흡흥분작용 및 항스트레스작용 등의 효능이 관찰되었으며, 심혈관계에 대한 약리연구에서 사향과 유사한 혈관이완작용, 혈압강하 및 심계항진 억제효과 등이 연구되어 사향의 대체약물이 될 수 있음을 시사하였다. 또한 l-muscone의 조직학적 분포도를 본 결과 뇌혈액 관문을 통과해 뇌에 집중적으로 분포된다는 보고가 있어 뇌 질환과 밀접한 관련성이 있을 것으로 사료된다.⁴⁾ 그러나 인공합성사향인 l-muscone이 사향에 비해 약리효능이 그다지 크지 않은 것으로 알려지면서 천연유래의 사향에는 다른 약리효능을 가진 물질이 있을 것으로 기대된다. 또한, 인공합성사향은 호르몬 분비 저해 및 유방암 조직에서 estrogen receptor와의 결합가능성이 제시되었으며 체내전달물질의 활

*교신저자(E-mail): limss@hallym.ac.kr, ckc@hallym.ac.kr
(Tel): +82-33-248-3075, +82-33-248-2131

성을 저해한다고 보고 되었다.⁵⁾ 그리고 인공합성사향은 화장품과 세제, 비누 등에 보편적으로 사용되면서 면역계를 저하시켜 신체방어능을 감소시키고 이로 인한 가정폐수 등의 유입으로 강 호수에 다량 축적되고 이를 다시 농업용수로 이용함으로써 농업토양에 축적될 위험이 있다고 보고되면서 차세대 환경오염물질로 주목하고 있다.

또한 사향고양이로부터 유래하는 영묘향에는 사향과 약리학적 효능이 유사한 civetone이 함유되어 있어 사향과 효능이 가장 유사하고 원료공급도 원활하기 때문에 사향고양이의 영묘향(civet)이 사향의 대체물질로 주목을 받아 왔으나,⁶⁾ 사향고양이가 중증급성호흡기증후군 (SARS·사스)의 주 매개동물로 밝혀져 대량 포획·살생 처분되어 사실상 사육이 불가능하게 되었다. 따라서 사향노루를 대체할 새로운 천연동물이 절실히 요구되고 있다.

사향쥐(muskrat)는 쥐목, 비단털쥐과 포유류로 학명은 *Ondatra zibethicus*이며 주로 물에 서식하고 초식동물로서 기억력이 뛰어나 지혜의 상징동물로 전해지고 있다. 사향쥐의 사향은 하복부에 위치하는 사향낭에서 분비되며 서사향으로 일컬어지고 사향과 비슷한 특성과 성분을 가지는 것으로 알려져 있다.⁷⁾ 특히 사향쥐는 사향노루나 사향고양이와는 달리 광범위한 분포지역, 사료자원의 풍부, 사육관리 용이, 단가절감, 빠른 번식력의 장점을 가지고 있다. 서사향에는 l-muscone, civetone, cycloheptadecanone, cyclopentadecanone, cyclododecanon 등 macrocyclic musk 화합물, C₁₉-C₂₆의 22종 지방산, 스테롤성 화합물 그리고 19종 에스테르 등의 화합물이 존재하는 것으로 보고되었다. 서사향에는 l-muscone이 사향과 유사한 정도로 함유되어져 있으며 영묘향의 주성분인 civetone도 함유되어 있어 실용적인 가치가 높다고 알려져 있다.⁸⁾

사향쥐가 천연사향의 대체동물로서 관심이 높아지고는 있지만 서사향과 관련된 연구결과는 현재까지 미비한 실정이다. 서사향은 급성 및 아급성독성실험에서 독성이 없는 것으로 보고되었고,^{9,10)} 또한 활성연구로는 중추신경계에 대한 약리효능과 항염작용에^{11,12)} 관한 연구가 대부분을 차지하나 구체적인 기전연구는 아직 밝혀지지 않았다. 선행연구에 따르면 서사향에는 사향과 영묘향의 주성분인 l-muscone과 civetone이 포함된 것으로 알려져 있으나 이들 성분의 함량 비교연구는 이뤄지지 않고 있다.¹³⁾ 또한 서사향의 성분분석에 관한 연구가 미비한 상태로 일부 연구는 서사향중 l-muscone이 함유되어 있다고 되어있으나¹³⁻¹⁵⁾, 일부 연구는 l-muscone 대신에 cyclopentadecanone, cycloheptadecanone이 주요성분이라고 알려져 있어 논란이 되고 있는 실정이다.^{16,17)}

따라서 인공합성사향을 대체할 천연사향의 원활한 수급과 보편화를 위해 기존 사향과의 성분 비교, 활성성분 규명, 기전연구를 통해 동등성 혹은 우월성을 확보하기 위한 체

계적인 연구가 필요하다. 본 연구에서는 동식물의 국제무역에 관한 조약 및 동물보호법으로 사용에 제한이 되어 있는 사향의 대체 신소재로 천연 서사향의 가능성을 타진하기 위하여 서사향의 향기성분을 추출하고, 이를 대상으로 GC-MS를 사용하여 각 성분의 화학적 구조와 조성을 확인하고, 또한 서사향 성분 중 l-muscone의 존재 여부를 확실하게 밝힘으로써 향 후 사향의 대체소재 개발의 기초를 마련하고자 하였다.

재료 및 방법

재료 - 본 실험에 사용된 사향쥐는 중국 요녕성으로부터 수입하여 번식시킨 것이며, 서사향은 2008년 8월 20일에 채취하여 영농조합 강원생물으로부터 공급(공급번호: 20080825) 받아 사용하였다. 향기가 있고 유백색의 진득진득한 액체형태인 서사향은 사향쥐의 향낭으로부터 채취하여, 시료의 일부는 한림대학교 식의약품의 효능평가 및 기능성소재개발센터의 표본실에 보관하였다(표본번호: RIC-0125). 그리고, 시료는 실험 전까지 -74~-80°C에서 보관하여 사용하였다.

시약 및 기기 - 추출용매(n-pentane, ethyl ether)는 HPLC급을 사용하였으며, 그 외의 시약은 특급 또는 일급시약으로 Sigma(USA)에서 구입하여 사용하였다. l-muscone은 쉐택주식회사(평택, 대한민국)로부터 공급받았다. 정유추출은 mantle heater가 장착된 동시연속수증기 증류추출장치(Simultaneous Distillation Extraction, SDE)장치를 이용하였으며 GC(gas chromatography)는 Agilent 6890N GC mainframe(Agilent, USA)를 사용하였다. GC column은 DB-5MS(60 m × 0.32 mm i.d × 0.25 μm film thickness, Agilent, USA) Capillary Column을 사용하였다. GC/MS는 Finnigan Focus-polarisQ(Thermo Fisher, USA)을 사용하였고 DB-5MS(60 m × 0.32 mm i.d × 0.25 μm film thickness, Agilent, USA) Capillary Column을 사용하였다.

향기성분의 추출 - 서사향 10 g에 증류수 250 ml를 사용하여 100°C에서 SDE방법으로 증류 추출하였다. 추출 용매로는 n-pentane 와 diethyl ether (99.9% purity, J.T. Baker Co., USA)을 1:1 부피(각 50 ml)로 digital water bath(42°C)에서 3시간 추출하였다. 추출한 후 용매층만을 분리하여 암소에서 무수황산나트륨을 넣고 하루밤 정치하여 완전히 탈수시킨 후 vigreux column을 이용하여 1 ml까지 농축하였다.

향기성분의 분석방법 - SDE로 추출하여 농축한 정유시료는 GC-MS로 각 peak의 total ion chromatography (TIC)를 얻은 후 NBS Library (version 1.4 SR1, Thermo electron)와 비교하고 문헌상에 보고된 데이터와 비교하여 각각의 정유성분을 동정하였다. 성분동정을 위한 GC-MS분석은 분리한 정유성분 혼합액을 질량분석기에 장착된 GC column에

1 μ l씩 주입하고 60°C에서 2분간 유지시키고 분당 10°C로 승온하여 200°C에서 2분간 유지시킨후 분당 10°C로 다시 승온시켜 280°C에서 25분간 유지하였다. 시료주입구 및 검출기의 온도는 250°C로 하였고 carrier gas는 고순도 helium gas를 사용하여 1.2 ml/min 속도로 흘려 보냈다. Electron impact/mass spectrometer (EI/MS)의 조건은 ionization energy를 70 eV, source temp를 200°C, trap current를 250 μ A로 하여 진행하였다.

l-Muscone과 서사향의 spike test - 서사향 향기성분 중 l-muscone의 성분함유를 확인하기 위하여 서사향 향기성분과 l-muscone을 각각 50 μ l의 n-pentane에 5 μ l씩 희석하여 GC-MS로 확인하고, 서사향 향기성분과 l-muscone을 혼합하여 동일한 조건으로 spike test를 위한 GC-MS 분석을 실시하였다.

결과 및 고찰

서사향 향기성분의 추출 - SDE를 이용하여 용매추출한 결과 서사향 10 g으로부터 용매가 거의 제거된 100 mg의 향기추출물을 확보하여 수율은 약 1%이었다. 그 밀도는 $d = 0.74$ g/ml (25°C)이었고, 무색의 사향 향기가 있는 액체상태의 물질이었다.

서사향 향기성분의 GC-MS 분석 - 서사향으로부터 SDE 방법으로 추출한 정유성분의 조성과 개별성분들의 화학적 구조를 GC와 GC-MS의 분석 및 Wiley/NBS Library 비교 등에 의하여 확인하였다. 서사향의 휘발성 성분을 GC-MS로 분석한 결과 총 56종의 성분이 확인되었다 (Fig. 1과 Table 1).

GC profiles의 앞부분 (retention time, Rt 4.25-11.0 min 사이)에서 나타나는 것은 solvent 유래의 화합물들로 판단되었고, 대체적으로 서사향의 향기 성분은 Rt 22-27 min대에 나타났다. (Fig. 1) 서사향 정유성분의 화합물군별로 살

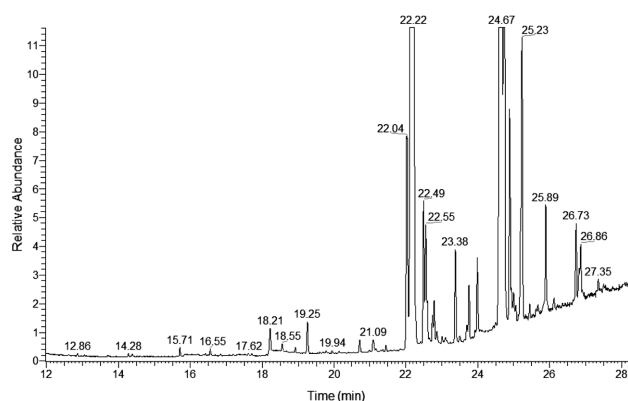


Fig. 1. GC-MS chromatogram of the essential oils from the musk of *Ondatra zibethicus*.

펴본 결과, 7종의 fatty acids (relative peak area 0.99%), 7종의 fatty acid esters (6.1%), 4종의 cyclic lactones (28.3%), 3종의 cyclic alcohols (7.6%), 7종의 cyclic ketones (40.9%), 1종의 cyclic alkanes (1.1%), 3종의 alkyl aldehydes (0.13%), 1종의 alkyl ketones (0.01%), 4종의 aromatics (0.05%), 16종의 alcohols (2.91%), 3종의 alkanes (0.06%) 으로 확인되었다.

Macrocyclic musk 휘발성물질로는 cyclotridecanone (No. 25, $C_{13}H_{24}O$, Mw 196, Rt 19.3 min), 2-cyclohexylidene-cyclohexanone (No. 36, $C_{12}H_{18}O$, Mw 178, Rt 22.0 min), cyclopentadecanone (No. 37, $C_{15}H_{28}O$, Mw 224, Rt 22.1 min), 12-hydroxy-14-methyl-oxa-cyclotetradec-6-en-2-one (No. 38, $C_{14}H_{24}O_3$, Mw 240, Rt 22.2 min.), cyclohexadecanone (No. 42, $C_{16}H_{30}O$, Mw 238, Rt 23.4 min), cycloheptadecanone (No. 48, $C_{17}H_{32}O$, Mw 252, Rt 24.7 min), 9-cycloheptadecen-1-one (No. 49, $C_{17}H_{30}O$, Mw 250, Rt 24.7 min) 등이 확인되었으며, 이 중에서 12-hydroxy-14-methyl-oxa-cyclotetradec-6-en-2-one (19.6%), 9-cycloheptadecen-1-one (33.3%)이 가장 많은 함량을 나타내었다. Chen 등에 의한 서사향 성분분석에서는 7가지 macrocyclic ketones이 32.9% 차지하고 있으며 그 중 cyclopentadecanone이 7.21%, cycloheptadecanone이 13.5%, cycloheptadecenone이 6.32%를 함유하고 있다고 보고되었다.¹³⁾ Hu 등의 연구에서도 서사향의 성분 중 cycloheptadecanone과 cycloheptadecenone이 주요한 성분으로서 각각 41%와 21%를 차지한다고 보고되어 있다.¹⁶⁾ Wang은 사향 쥐에서 인공적으로 채취한 서사향의 화학성분분석에서 heptanol, octanol, cyclohexane, cycloheptadecanone 등 30종의 휘발성성분이 검출되었는데 이러한 성분들은 귀중한 동물향료가 가지고 있는 특유한 성분들이라고 하였다.¹⁸⁾ Mou 등의 사향쥐의 향기성분 분석 결과 일부 다른 논문에서 보고된 천연사향에 함유되어있는 3-methylcyclopentadecanone (l-muscone)이 검출되지 않았고 동일한 분자량을 가지고 있는 cycloheptadecanone (19.49%), cyclopentadecanone (10.17%), cycloheptadecenone (8.59%)이 주요물질로 함유되어 있으며 macrocyclic 화합물이 대략 80%를 차지하여 사향중의 l-muscone의 함유율 23%보다 더 많은 양을 함유하고 있으며 이러한 macrocyclic이 서사향의 주요 유효성분이라고 보고하였다.¹⁷⁾ 또한 이러한 l-muscone의 구조이성질체인 cyclohexadecanone 및 기타 macrocyclic 화합물들이 l-muscone의 향기와 유사한 향을 가지고 있어 새로운 대체사향자원의 가치를 제시하였다. 이와 같은 결과로부터 현재의 자료를 종합해 볼 때 각 연구자에 따라서 서사향으로부터 확인된 정유성 성분은 macrocyclic 화합물들의 종류와 함유량에서 많은 차이가 나타남을 확인할 수 있다.

서사향 주요 성분의 특징 - 본 연구 결과에서 서사향의

Table 1. Chemical components of SDE extract of the odorant from *Ondatra zibethicus*

No.	Rt	Compounds	Formula	M ⁺	Mass Fragments (rel. intensity %)	Relative Peak area %
1	12.86	Decanoic acid	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	172	55(100), 73(68)	0.02
2	13.94	2-Heptyn-1-ol	C ₇ H ₁₂ O	112	79(100), 67(72)	0.01
3	14.38	1-Methoxy-4-(1-propenyl)-benzene	C ₁₀ H ₁₂ O	148	148(100), 147(55)	0.02
4	14.60	1,3,5,7-cyclooctatetraene	C ₈ H ₈	104	104(100), 77(54)	0.01
5	14.69	1-Phenyl-1-(1-ethynyl)-cyclopropane	C ₁₁ H ₁₀	142	141(100), 142(95)	0.01
6	15.71	Dodecanoic acid	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	200	157(100), 55(95)	0.06
7	15.84	4-Cyclohexylidene-butylaldehyde	C ₁₀ H ₁₆ O	152	67(100), 81(65)	0.01
8	15.91	2-Cyclononine-1-ol	C ₉ H ₁₄ O	138	67(100), 81(95)	0.02
9	15.97	Cyclohexane, ethyl-	C ₈ H ₁₄ O	112	83(100), 67(60)	0.02
10	16.04	4-Octanol	C ₈ H ₁₈ O	130	87(100), 55(75)	0.01
11	16.20	1-Ethyl-cyclohexene	C ₈ H ₁₄	110	81(100), 67(20)	0.02
12	16.42	4-(1-Methylethyl)-benzaldehyde	C ₁₀ H ₁₂ O	148	91(100), 133(80)	0.02
13	16.70	1-(2,4-Diethoxy-phenyl)-ethanone	C ₁₂ H ₁₆ O ₃	208	165(100), 180(60)	0.01
14	16.83	2,5-Bis(1,1-dimethylethyl)-1,4-benzenediol	C ₁₄ H ₂₂ O ₂	222	177(100), 220(60)	0.01
15	17.19	Tridecanoic acid	C ₁₃ H ₂₆ O ₂	214	207(100), 55(95)	0.01
16	17.33	3,5-Bis(1,1-dimethylthyl)-Phenol	C ₁₄ H ₂₂ O	206	191(100), 206(35)	0.01
17	17.37	2,6-Bis(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-phenol	C ₁₅ H ₂₄ O	220	205(100), 177(45)	0.01
18	17.62	2,6-Bis(2-methylpropylidene)-cyclohexanone	C ₁₄ H ₂₂ O	206	91(100), 163(90)	0.02
19	17.70	Farnesol	C ₁₅ H ₂₆ O	222	81(100), 95(90)	0.02
20	17.73	3,7,11-Trimethyl-6,10-dodecadien-3-ol	C ₁₅ H ₂₈ O	224	81(100), 136(90)	0.01
21	18.17	trans-3,9-Dimethyl-1-decalone	C ₁₂ H ₂₀ O	180	67(100), 799(65)	0.01
22	18.21	Methyl-9-tetradecynoate	C ₁₅ H ₂₆ O ₂	238	81(100), 67(98)	0.34
23	18.55	Tetradecanoic acid	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	228	55(100), 73(70)	0.11
24	18.68	Pentadecane	C ₁₅ H ₃₂	212	57(100), 71(80)	0.03
25	19.25	Cyclotridecanone	C ₁₃ H ₂₄ O	196	98(100), 81(60)	0.26
26	19.60	Pentadecanoic acid	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	242	157(100), 213(80)	0.01
27	19.76	9-Octadecen-1-ol	C ₁₈ H ₃₆ O	268	67(100), 81(80)	0.04
28	19.94	2,6-Bis(1,1-dimethylethyl)-2,5-cyclohexadiene-1,4-dione	C ₁₄ H ₂₀ O ₂	220	200(100), 107(70)	0.03
29	20.14	2,6,10-Trimethyl-dodecane	C ₁₃ H ₃₂	212	71(100), 57(98)	0.02
30	20.72	cis,cis-7,10,-Hexadecadienal	C ₁₆ H ₂₈ O	236	98(100), 67(97)	0.10
31	21.09	Oxacycloheptadec-8-en-2-one	C ₁₈ H ₂₈ O ₂	252	67(100), 96(98)	0.08
32	21.09	7-Hexadecyn-1-ol	C ₁₆ H ₃₀ O	238	67(100), 96(98)	0.06
33	21.45	Hexadecanoic acid	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	256	157(100), 213(98)	0.04
34	21.56	Octadecane	C ₁₈ H ₃₈	254	57(100), 71(85)	0.01
35	21.83	9,12-Octadecadien-1-ol acetate	C ₁₆ H ₂₈ O ₂	252	81(100), 67(80)	0.01
36	22.04	2-Cyclohexylidene-cyclohexanone	C ₁₂ H ₁₈ O	178	79(100), 93(65)	2.07
37	22.13	Cyclopentadecanone	C ₁₅ H ₂₈ O	224	81(100), 98(99)	4.53
38	22.17	12-Hydroxy-14-methyl-oxa-cyclotetradec-6-en-2-one	C ₁₄ H ₂₄ O ₃	240	98(100), 81(98)	19.59
39	22.49	1-Methyl-cyclododecene	C ₁₃ H ₂₄	180	67(100), 81(85)	1.11
40	22.55	(Z)6,(Z)9-Pentadecadien-1-ol	C ₁₅ H ₂₈ O	224	67(100), 79(80)	0.80
41	22.59	5,8,11-Heptadecatrien-1-ol	C ₁₇ H ₃₀ O	250	79(100), 67(90)	0.28
42	23.38	Cyclohexadecanone	C ₁₆ H ₃₀ O	238	98(100), 81(60)	0.73
43	23.70	13-Heptadecyn-1-ol	C ₁₇ H ₃₂ O	252	207(100), 81(90)	0.07
44	23.70	(E)11-hexadecenoic acid, ethyl ester	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	282	67(100), 96(90)	0.11
45	23.76	Ethyl 9-hexadecenoate	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	282	67(100), 81(90)	0.43
46	23.99	Octadecanoic acid	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	284	241(100), 157(95)	0.74
47	24.61	Cycloheptadecanone	C ₁₇ H ₃₂ O	252	98(100), 81(60)	6.20
48	24.66	9-Cycloheptadecen-1-one (Civetone)	C ₁₇ H ₃₀ O	250	98(100), 81(70)	33.26
49	24.73	16-Methyloxacyclohexadeca-3,5-dien-2-one	C ₁₆ H ₂₆ O ₂	250	79(100), 250(95)	8.65
50	24.89	Cyclopentadecanol	C ₁₅ H ₃₀ O	226	67(100), 81(95)	1.41
51	24.89	9-Hexadecen-1-ol	C ₁₆ H ₃₂ O	240	67(100), 81(90)	0.88
52	24.99	Methyl-6,9,12-octadecatrienoate	C ₁₉ H ₃₂ O ₂	292	207(100), 79(90)	0.49
53	25.22	Methyl-5,8,11,14,17-eicosapentaenoate	C ₂₁ H ₃₂ O ₂	316	91(100), 79(70)	2.85
54	25.90	Ethyl-9-octadecenoate	C ₂₀ H ₃₈ O ₂	310	264(100), 67(95)	1.00
55	26.73	2-Methyl-(Z,E)3,13-octadecadien-1-ol	C ₁₉ H ₃₆ O	280	207(100), 98(95)	0.69
56	26.86	Methyl-7,10,13-eicosatrienoate	C ₁₉ H ₃₄ O	278	278(100), 81(60)	0.86
		Total				88.20

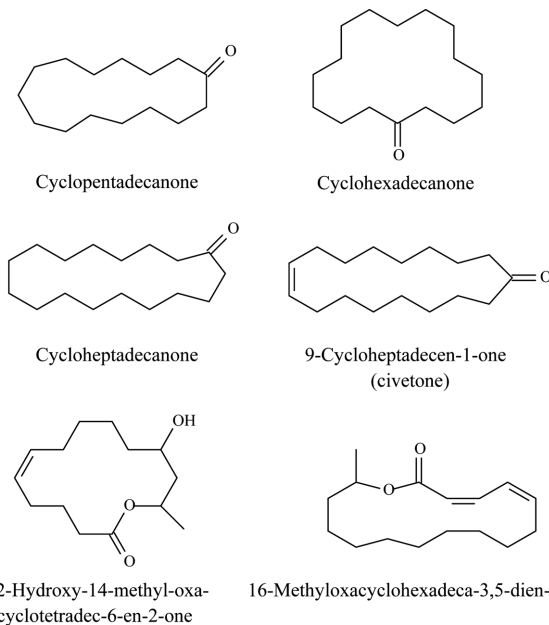


Fig. 2. Chemical structure of major components of essential oils from the musk of *Ondatra zibethicus*.

주요 성분은 cyclopentadecanone (4.53%), cyclohexadecanone (0.73%), cycloheptadecanone(6.20%), 9-cycloheptadecen-1-one (33.26%), 12-hydroxy-14-methyl-oxa-cyclotetradec-6-en-2-one(19.59%), 16-Methyloxacyclohexadeca-3,5-dien-2-one (8.65%)로 확인되었다. (Fig. 2) 이 결과는 가장 유사한 결과를 보고한 Mou¹⁷⁾와도 주요성분의 종류 및 함량에 있어 많은 차이점을 나타내었다. 즉, Mou 등의 결과에서는 cycloheptadecanone, cyclopentadecanone, cycloheptadecenone가 주요물질로 확인되었으나, 본 연구결과에서는 cycloheptadecanone, 9-cycloheptadecen-1-one, 12-hydroxy-14-methyl-oxa-cyclotetradec-6-en-2-one, 16-methyloxacyclohexadeca-3,5-dien-2-one가 주요물질로 확인되었다. 즉, macrocyclic 화합물이 주요물질이라는 것은 동일하나, 그 종류 및 각 성분의 조성에는 많은 차이가 나타났다. 이와 같은 성분의 차이점은 양육한 지역, 채취 시기 혹은 사향쥐의 개체차이 등에 기인할 수 있다고 판단된다. 이러한 지역적 혹은 개체의 차이 그리고 채취 시기별의 성분변화 대한 연구는 앞으로 더 구체적인 연구가 필요한 부분이라 판단된다. 확인된 성분 중에 cyclopentadecanone (No. 37, C₁₅H₂₈O, Mw 224)은 무색결정으로 사향냄새가 나고 용해점이 63°C 비등점이 130°C이며 물에 잘 녹지 않고 알콜이나ethers에 혼탁 될 수 있는 물리적 특징을 가진다. 향료로 사용되며 천연사향을 대체하여 향수를 만들 수 있고 유기합성시료로도 사용되고 있다. 또한cycloheptadecanone (No. 47, C₁₇H₃₂O, Mw 252)의 경우는 약물, 향료, 정향제등에 사용되고 있으며, 본 연구에서 가장 함유량이 많은 것으로 확인된 9-cycloheptadecen-1-one

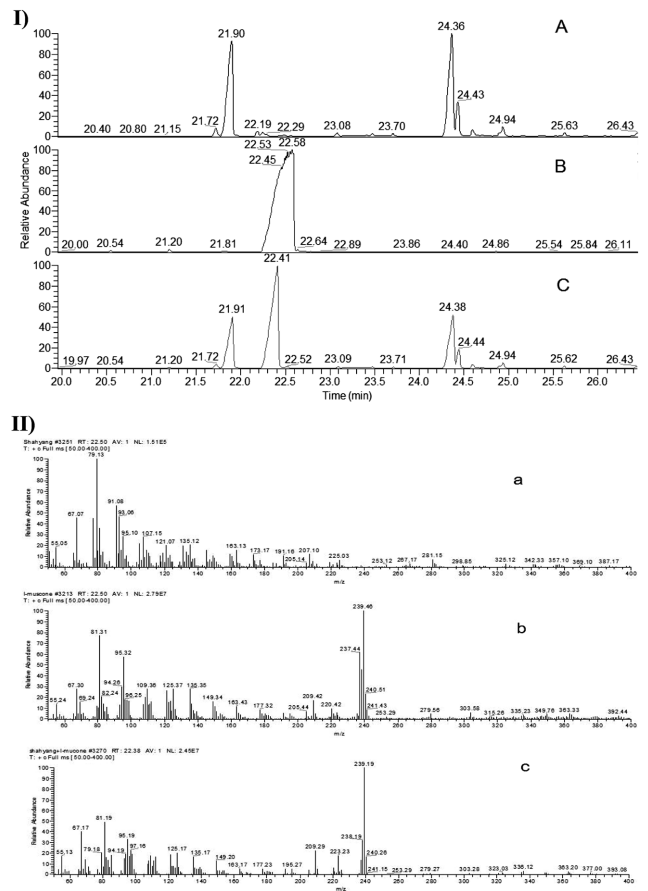


Fig. 3. GC-MS chromatograms (I) and mass spectra (II, at Rt 22.41min) of essential oils from the musk of *Ondatra zibethicus* and l-muscone. A and a, the essential oils from the musk of *Ondatra zibethicus*; B and b, l-muscone; C and c, mixture of the essential oils from the musk of *Ondatra zibethicus* and l-muscone.

(civetone, No. 48, C₁₇H₃₀O, Mw 250)은 무색결정으로 용해점이 37.5-38.5°C, 비등점이 342°C, 상대밀도가 0.917 g/ml 이고 영묘향의 특유한 향기가 나며, 사향의 대체가능 물질로서 아주 강한 정향능력을 가지고 있어 정향제 및 고급향수를 제조에 사용된다.

서사향내에 l-muscone의 존재 확인을 위한 spike test
 - 서사향 향기성분 중에 l-muscone의 존재 여부를 판단하기 위한 GC-MS를 이용한 spike test 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 서사향 향기성분(A)과 l-muscone 단일 물질(B)과, l-muscone과 서사향 향기성분의 혼합물(C)의 GC-MS분석결과, Fig. 3의 (B)에서 Rt 22.2 min에서 l-muscone이 확인되었으나 서사향 향기성분 (A)에서는 동일한 시간대에 l-muscone 이 나타나지 않았으며, spike test를 한 (C)의 결과에서도 l-muscone 과 겹치는 peak은 관찰되지 않았다. l-muscone이 나타난 Rt 22.41 부근의 mass pattern의 비교에

서도 (b)와 (c)에서는 l-muscone의 전형적인 mass peak의 형태를 나타내고 있으나, (a)에서는 전혀 다른 결과를 나타내었다. 따라서, 서사향 향기성분 중에는 l-muscone 이 함유되어 있지 않음을 확인할 수 있었다.

결 론

GC-MS분석을 통하여 서사향 정유성분을 분석한 결과 총 56개의 성분을 확인할 수 있었으며, 이중에서 macrocyclic musk 휘발성물질이 모두 14종 (전체성분의 78%) 확인되었다. 이 성분들 중 cyclopentadecanone, 12-hydroxy-14-methyl-oxa-cyclotetradec-6-en-2-one, cyclohepta-decanone과 9-cycloheptadecen-1-one이 주요성분임을 알 수 있었다. 기존의 일부 논문에서 검출된 것으로 알려진 l-muscone은 spike test를 통하여 확인한 결과 발견되지 않았다. 그러나, l-muscone과 분자량(Mw: 238)이 같은 구조이성질체인 cyclohexadecanone이 존재하고 있음을 알 수 있었다. 서사향에 다량 함유된 macrocyclic 화합물들의 화학구조가 l-muscone과 유사하기 때문에 유사한 약리작용을 가지고 있을 것으로 판단된다. 이와 같이 정유성분의 대부분을 차지 하면서 다양한 구조의 macrocyclic이 함유되어 있어 서사향은 향료 및 의약품에서 사향을 대체할 수 있는 경제적 가치를 가지는 소재로 사료된다.

사 사

이 논문은 2008년도 정부재원 (교육인적자원부 학술연구 조성사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 연구되었음 (KRF-2008-314-F00075).

인용문헌

- 김재길. (1984) 천연약물대사전. 남산당, p345.
- 吴晋, 孙星衍, 孙馮翼, 梅彪. (1985) 神農本草經. 北京 中華書局.
- Cho, T. S., Kim, N. D., Huh, I. H., Kwon, K. I., Park, S. K., Shim, S. H., Shin, D. H. and Park, D. K. (1997) Pharmacological Actions of l-Muscone on Cardiovascular System. *J. Appl. Pharmacol.* **5(3)**: 299-305.
- Chen, W. K., Huang, Y. F. and Wang, H. D. (2004) An experimental study on distribution of musk into the brain through blood brain barrier. *J. Chin. Integr. Med.* **2(4)**: 288-291.
- Schmeiser, H. H., Gminski, R. and Sundermann, V.M. (2001) Evaluation of health risks caused by musk ketone. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* **203**: 293-299.
- Choi, E. W., Kim, K. N., Shin, S. D., Cho, M. H. and Mar, W. C. (2000) The comparative effects of Civet-containing and musk-containing Woohwangchungwon on the Central Nervous System. *Yakhak Hoeji.* **44(5)**: 470-477.
- Chen, Y. S. and Wei, H. J. (2002) A New resources of Natural Animal Perfume Studies on Muskrat Perfume Product in Muskrats. *Flav. Frag. Cosmetics.* **5**: 12-16.
- Sokolov, V. E., Kagan, M. Z., Vasilieva, V. S., Prihodko, V. I. and Zinkevich, E. P. (1987) Musk Deer: Reinvestigation of main lipid components from preputial gland secretion. *J. Chem. Ecol.* **13(1)**: 71-83.
- Kweon, O. K., Sung, H. J., Kwack, H. L., Fang, M. Z., Shin, D. H., Lee, J. Y., Park, D. K., Chung, K. H., Yoon, H. I. and Cho, M. H. (1998) Acute and subacute toxicity of new woohwangchungsimwon in beagle dogs. *J. Toxicol. Pub. Health.* **14(2)**: 249-260.
- Li, Y. B., Xu, S. L. and Deng, D. (2001) 서사향의 독성연구. *Heilongjiang J. Anim. Sci. and Vet. Med.* **10**: 33-34.
- Gao, J.T., Yao, Y., Wang, W.M., Tang, H.I. and Liu, Y.M. (2000) Anti-inflammation and anti-coagulation effects of the muskrat musk. *Heilongjiang med. pharm.* **23(6)**: 9-10.
- Chen, X. Z., Qiu, Z. D., Zhang, Y. H. and Zhang, H. (2005) Comparison of anti-inflammation and analgesia between muskrat and moschus. *Journal of Jilin University.* **31(3)**: 414-416.
- Chen, J. X., Liu, Z. Q., Song, F. R. and Liu, S. Y. (1998) Analysis of Chemical Constitutes in Lipid From Musk-Rat Musk by Gas Chromatography/Mass Spectrometry. *Chinese J. Anal. Chem.* **26(9)**: 1142-1145.
- Van Dorp. (1973) New macrocycle compounds for the secretions of the civet cat and the muskrat. *ÆRecuei.* **92**: 9-15.
- Li, B. T., Li, C. S., Sun, F. J., Zhang, L. X. and Song, F. R. (1994) Determination of chemical composition of muskrat musk. *Chinese Pharm. J.* **29(7)**: 396-397.
- Hu, B. G., Liang, Z. B. and Wei, J. X. (1992) 사향, 영묘향, 서사향 중 Macrocyclic성분의 분리와 분석. *Agriculture & Technology.* **6**: 39-41.
- Mou, J., Yu, Y. Q., Yang, Y. H., Wang, W. J., Chen, J. X. and Shun, Y. Q. (1999) 서사향 분비물의 유효성분인 macrocyclic 화합물의 분석연구. *Inspection and Quarantine Science.* **9(3)**: 41-45.
- Wang, L. H. (1999) 인공채취 서사향의 화학성분 및 약리활성연구. *Special Wild Economic Animal and Plant Research.* **3**: 56-60.

(2009년 9월 16일 접수)