

Quality properties of fermented mugworts and the rapid pattern analysis of their volatile flavor components via surface acoustic wave (SAW) based electronic nose sensor in the GC system

Hyo-Nam Song*

Department of Oriental Medical Food and Nutrition, Semyung University, Jecheon 390-711, Korea

발효 인진쑥과 약쑥의 이화학적 품질특성 및 GC와 SAW센서기반 electronic nose에 의한 향기패턴의 신속분석

송효남*

세명대학교 한방식품영양학부

Abstract

The changes in quality properties and nutritional components for two mugworts, namely, *Artemisia capillaris* Thunberg and *Artemisia asiaticae* Nakai fermented by *Bacillus* strains were characterized followed by rapid pattern analysis of volatile flavor compounds through the SAW-based electronic nose sensor in the GC system. After fermentation, the pH has remarkably decreased from 6.0~6.4 to 4.6~5.1 and there has been a slight change in the total soluble solids. The L (lightness) and b (yellowness) values in the Hunter's color system significantly decreased, whilst the a (redness) value increased via fermentation. The HPLC analysis demonstrated that the total amino acids increased in quantity and the essential amino acids were higher in the *A. asiaticae* Nakai than in the *A. capillaris* Thunberg, specially with high contents of glutamic and aspartic acid. After fermentation, the monounsaturated fatty acid increased in the *A. asiaticae* Nakai and the polyunsaturated fatty acids increased in the *A. capillaris* Thunberg. While the total polyphenol contents have not been affected by fermentation, the total sugar contents have dramatically decreased. Scopoletin, which is one of the most important index components in mugworts, was highly abundant in the *A. capillaris* Thunberg; however, it was not detected in the *A. asiaticae* Nakai. Small pieces of plant tissue in the surface microstructure were found in the fermented mugworts through the use of the scanning electron microscope (SEM). Volatile flavor compounds via electronic nose showed that the intensity of several peaks has increased and additional seven flavor peaks have been produced after fermentation. The VaporPrint™ images demonstrated a notable difference in flavors between the *A. asiaticae* Nakai and *A. capillaris* Thunberg, and the fermentation enabled the mugworts to produce subtle differences in flavor.

Key words : mugworts, fermentation, scopoletin, electronic nose, SAW sensor

서 론

국화과에 속하는 쑥(*Artemisia* sp.)은 우리나라는 물론 동남아시아, 유럽 및 아메리카 지역의 임야 등 전세계적으로 넓게 분포되어 있어 흔히 볼 수 있으며 번식력도 뛰어난 다년생 본초이다(1). 세계 전 지역에 약 400여종과 국내에 약 300여종의 품종이 자생하고 있으며 참쑥, 산쑥, 개똥쑥,

쓴쑥, 물쑥, 황해쑥, 사자발쑥 등 다양한 품종 중에서도 국내에서는 사철쑥으로 불리는 인진쑥과 애엽으로 불리는 약쑥이 가장 많이 식품으로 상용되고 있다(2).

식품의 재료로서 쑥은 이미 구황식품의 하나로 이용된 역사가 유구하며 쑥떡, 쑥설기, 쑥탕과 같은 전통적인 민속 요리에 다양하게 이용되어 왔고, 더 나아가 의류분야에서는 직물에 대한 쑥의 염색성에 관한 연구도 활발하게 진행되는 등 실생활 전반에 걸쳐 매우 유용하게 쓰이고 있다. 최근의 쑥에 관한 연구경향은 양갱(3), 찜케이크(4), 두텁떡

*Corresponding author. E-mail : hnsong@semyung.ac.kr
Phone : 82-43-649-1430, Fax : 82-43-649-1759

(5), 소시지(6), 매작과(7), 유과(8), 음료(9) 및 스펀지 케이크(10) 등 각종 식품에 쑥을 첨가할 때의 물성과 품질특성의 변화 분석 등을 중심으로 하고 있다. 특히 쑥은 고지혈증 및 심혈관계 질환에 대한 효과, 간 기능회복 효과, 항돌연변이효과, 항위염, 항궤양성효과, 고혈당에 대한 효과, 항산화 및 항균활성 등 매우 광범위한 질환에 걸쳐 우수한 약리학적 효능을 지니고 있어 기능성 식품소재로도 주목받고 있다(11).

일반적으로 천연쑥에는 수분 76.0~81.4%, 단백질 4.7~5.2%, 당질 2.9~6.9%, 지질 0.8~1.9%, 섬유질 3.7~14.5% 및 비타민, 엽록소 등이 함유되어 있고, flavonoid류와 방향족 정유성분들이 존재하여 독특한 쑥의 향기성분에 관여하는 것으로 알려져 있다(2,12). 인진쑥(*Artemisia capillaris* Thunberg) 지상부에는 정유성분 외 생리활성 성분으로 coumarin, β -pinene, capillone, capillarisin, esculetin-6,7-dimethylether 등이 함유되어 있고 한방에서는 인진호라 하여 황달 및 습진에 사용한다. 특히 esculetin-6,7-dimethylether는 담즙분비 촉진작용이 탁월하며 소염, 이뇨, 이담, 및 간염의 치료제로도 사용한다(13). 약쑥(*Artemisia asiatica* Nakai)의 주요 생리활성 성분으로는 eucalyptol, thujone, 3,4-, 3,5-, 및 4,5-di-*O*-caffeoylquinic acid가 존재하며, 지혈 약으로 이용시 복통, 하리, 토혈, 자궁출혈 등에 쓰고 그 외에도 자양강장제로 유효한 것으로 알려져 있다(13). 특히 쑥의 중요한 지표물질중의 하나인 scopoletin(Fig. 1)은 쑥 외에도 시계꽃, 치커리 등에 풍부하게 함유된 coumarin류의 성분으로 혈압강하, 관상동맥의 혈류량 증가 및 전립선 암 세포의 세포주기 억제와 고사유도 등의 다양한 생리활성을 지니고 있다(14).

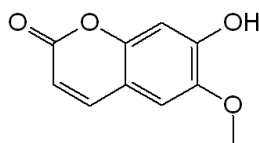


Fig. 1. Chemical structure of scopoletin

그러나 쑥을 원료로 한 기능성식품 및 의약품 등과 관련한 연구개발은 꾸준히 이루어지고 있음에도 불구하고 기능성 향상을 극대화하기 위하여 원료쑥 자체에 대한 원천적인 가공처리를 하는 방법에 대한 연구는 극히 미흡한 편이다. 특히 발효는 식품의 생리기능성을 증진시키기 위한 유용한 방법 중의 하나인데 그중 살아있는 미생물의 단독 또는 복합균주인 프로바이오틱 유산균에 의한 발효는 생물산업계에서 유용물질 생산에 많이 이용되고 있다. *Lactobacillus*속, *Lactococcus*속, *Enterococcus*속, *Bifidobacterium*속, *Clostridium*속, *Bacillus*속, *Aspergillus*속, *Saccharomyces*속, *Pediococcus*속 등과 같은 프로바이오틱 생균제들 중 특히 *Bacillus*속의 균주들이 산업적으로도 매우 유용하다(15). 이

들 유산균은 주로 발효유, 분유, 아이스크림, 제과 제빵 등의 식품에 다양하게 이용되지만 발효차에도 매우 유용한데, 대표적인 유산균 발효차로는 미얀마의 라페소우차(Lahpet)와 운남성의 죽통산차(竹筒散茶)등이 잘 알려져 있다. 라페소우차는 차잎을 땅속에서 발효시킨 일종의 절임차(pickled tea)이며, 죽통산차는 대나무통에 넣은 차잎이 발효된 죽향이 많이 나는 발효차이다.

한편, 센서의 한계성을 갖고 있는 1세대 전자코와 전처리가 필요한 GC의 단점을 상호 보완하여 개발된 z-NOSE는 GC에 표면탄성파소자(Surface Acoustic Wave; SAW) 센서를 검출기로 사용한 소위 제2세대 전자코(Electronic Nose)이다(16,17). SAW 센서는 진동하는 센서의 코팅표면에 기화된 향기성분이 흡착될 때 진동수가 변하는 원리에 의해 휘발성분을 감지한다. 선택성이 매우 높고 감도가 우수하여 ppb 수준까지 불과 30초 이내에 초단위로 분석이 가능하며 수명이 거의 반영구적인 장점이 있다. 시료의 전처리가 필요없고, 극미량성분까지도 검출이 가능하기 때문에 한약재의 원산지 신속판별, 식품의 품질관리, 원료의 이취, 유통기간에 따른 향의 변화 및 식품발효공정의 조절 등 다양한 분야에서 응용되고 있다(16,17)

선행연구(13)에서와 같이 본 연구진은 유산균으로 발효한 인진쑥과 약쑥을 원료로 한 추출차와 티백차 형태의 발효차를 개발하여 판매중이다. 관련하여 본 연구에서는 발효전후의 이화학적 특성과 영양성분의 변화를 비교하였고, SAW 센서가 장착된 GC를 기반으로 한 전자코를 이용하여 발효전후 향기성분을 비교분석함으로써 향후 발효쑥을 소재로 한 다양한 품목의 기능성식품 개발가능성을 타진하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료 및 시약

약쑥과 인진쑥은 제천산으로 구입하여 육안으로 줄기와 뿌리를 제거하고 잎을 위주로 선별 후 세척하여 이물질과 흙을 제거하였으며 음지에서 24시간 동안 자연건조 한 후 시료로 사용하였다. 발효쑥은 *Bacillus*속의 유산발효균을 이용하여 전보(13)에서와 동일하게 제조하였고, 비교분석을 위한 발효전후의 쑥 시료는 비발효약쑥(이하 ACM), 발효약쑥(이하 AFM), 비발효인진쑥(이하 ICM) 및 발효인진쑥(이하 IFM)의 총 4종으로 하였다. Folin-Denis reagent 및 scopoletin 표준품은 Sigma사(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)로부터 구입하였고, 나머지 기타 분석을 위한 모든 시약은 시판특급 시약을 사용하였다.

쑥 추출물의 제조

쑥의 water 및 methanol 추출물은 비발효 및 발효쑥 각

20 g 을 *d*-water 및 80% MeOH에 2시간동안 환류냉각 추출기를 사용하여 각각 환류추출 하였고, 얻은 추출액을 여과지(TOYO, No.2, Tokyo, Japan)로 여과하였다. 잔사를 2회 반복추출하여 얻은 여액을 합하여 200 mg/mL의 농도가 되도록 감압농축기로 농축추출물을 제조한 후 필요에 따라 분석시료로 사용하였다.

pH 및 total soluble solid contents

pH는 물추출물 시료 10 g을 증류수로 10배 희석한 후 pH meter(420A, Orion Co., Beverly, MA, USA)로 측정하였고 총가용성 고형분 함량은 0.45 μ m membrane filter로 여과한 후 Handrefractometer(PR-101; 0~45%, Atago Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 측정하였다.

Hunter's color analysis

색도는 색차계(ColorQUEST II spectrophotometer, HunterLab, Inc. Verginia, USA)로 측정하였다. Hunter system의 3자극치인 L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 3회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 색도측정에 사용한 표준 백색판(calibration plate)은 각각 L=92.67, a=-0.83, b=0.87이었다.

Amino acid composition

아미노산은 Kim 등(18)의 방법에 따라 Pico-Tag system (Waters Co., Milford, MA, USA)을 이용하여 분석하였다. 건조 썩시료 약 10 g을 정확히 칭량하여 ampule에 넣은 후 6 N HCl 15 mL를 가한 다음 질소로 치환하여 밀봉한 후 110°C, dry oven에서 24시간 동안 가수 분해시킨 뒤 분해액을 적당히 희석하고 0.45 μ m syringe filter(Millipore Co., Billerica, MA, U.S.A.)로 여과한 후 AccQ·Fluor™ reagent kit(Waters Co., Milford, MA, USA)를 사용하여 형광성 유도체를 만들어 총 아미노산을 분석하였다. HPLC 분석 시 시료는 5 μ L를 주입하여 1 mL/min의 유속으로 gradient mode로 37°C에서 AccQ·Tag column(3.9×150 mm, Waters Co., Milford, MA, USA)을 통과시켜, fluorescence detector(λ_{ex} : 250 nm, λ_{em} : 395 nm)로 검출하였다. 아미노산 표준물질은 amino acid standard H(Pierce Co., Rockford, IL, U.S.A)를 사용하였다

Fatty acid composition

시료중의 지질성분은 Folch 등(19)의 방법에 의하여 추출 및 정제하였고, AOAC 방법(20)에 따라 14% BF₃-methanol로 methyl ester화 시킨 후 Gas Chromatography로 분석하였다. GC 분석에는 HP-FFAP column(30 m×0.25 μ m)을 사용하였고, 검출기는 불꽃이온화검출기(FID), 온도는 주입기 250°C, 검출기 260°C, column oven 온도는 120°C(2 min)~4°C/min~230°C(20 min), detector 온도는 260°C, carrier gas

는 He을 1.5 mL/min의 속도로 흘려보냈다.

Total polyphenol contents

총 폴리페놀 함량은 Song 등(21)의 방법을 수정하여 Folin-Denis법에 의하여 측정하였다. 즉, methanol 추출물 희석액 5 mL에 2 N Folin-Denis reagent 5 mL를 가하여 진탕하였다. 정확히 3분후 10% Na₂CO₃ 용액 5 mL를 가한 후 실온에서 1시간 동안 반응시켰다. 반응액을 분광광도계로 760 nm에서 흡광도를 측정하였고 gallic acid로 작성한 표준곡선으로부터 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

Total sugar contents

총 당함량은 phenol-sulfuric acid법으로 측정하였다(22). 즉, 물추출물 희석액에 5% phenol 1 mL를 가하고 진탕하고 conc. H₂SO₄ 5 mL를 가하여 다시 진탕한 후 10분간 방치한 후 30°C의 water bath에서 20분간 방치한 후 490 nm에서 흡광도를 측정하였다.

Scopoletin contents

썩의 지표물질인 scopoletin 분석은 HPLC(high performance liquid chromatography)를 이용하여 다음과 같은 기기조건으로 분석하였다. HPLC(LC-2000, JASCO Co., Tokyo, Japan)의 분석 column은 μ -Bondapak TM C18, 검출기(JASCO UV-975)는 254 nm, mobile phase는 0.2 M phosphoric acid(pH 2.1)/ methanol=58/42의 혼합용매로 flow rate 1.5 mL/min, injection volume 15 μ L와 같은 조건으로 분석하였고, 검량선 작성을 위한 scopoletin 표준물질은 Sigma사 제품을 사용하였다.

Surface microstructure by Scanning Electron Microscope(SEM)

발효전후 썩의 성장과 표면구조를 주사전자현미경(Scanning Electron Microscope, SEM; JEOL model JFC-1100E, JEOL Co., Tokyo, Japan)으로 관찰하였다. 즉, 건조 썩을 ion coater에서 금으로 진공증착(100 Å)시킨 다음, 전압 10 kV로 종단표면을 각각 100배 및 500배로 확대 촬영하였다.

Flavor analysis by Electronic Nose based on SAW sensor

발효에 따른 썩 향기의 변화를 살펴보기 위하여 Electronic Nose로 향기패턴의 변화를 분석하였다. 썩 시료를 40 mL vial(Supelco, Bellefonte, PA, USA)에 2.5 g을 넣고 테프론 코팅이 된 septa(PTFE/silicone septa, Supelco)로 밀봉한 후 24°C에서 1시간 방치후 분석에 사용하였다. 전자코는 z-NOSE™(M4100, Electronic Sensor Technology, Newbury park, CA, USA)를 사용하였으며 이 기기는 GC/SAW Electronic Nose로서 GC 시스템에 표면탄성파소자(Surface Acoustic Wave sensor: SAW) 센서를 검출기로

장착하고 있다. 준비된 시료가 평형이 이루어졌을 때 내장된 펌프가 가동되면서 시료의 주입구를 통하여 시료의 휘발 성분만 주입되었고 20초 동안 향기성분을 채취하였다. 기 분석 조건으로는 운반기체는 고순도 헬륨을 사용하였고 컬럼은 DB-624 capillary column(0.33 μ m, 0.25 mm \times 1 m, J&W Scientific, Folsom, CA, USA)를 이용하여 온도를 30 $^{\circ}$ C to 120 $^{\circ}$ C까지 3 $^{\circ}$ C/sec의 속도로 프로그램 하였고, run time 30초로 설정하였으며, sensor/column/valve/inlet의 온도를 각각 25/30/80/80 $^{\circ}$ C로 하였다.

Flavor pattern by VaporPrintTM image analysis

SAW센서로부터 얻은 크로마토그램으로부터 VaporPrintTM 이미지 소프트웨어를 이용하여 30초 동안의 분석결과에 대해 가로축의 머무름 시간(retention time)을 angular variables로 하고 세로축의 intensity를 radial variables로 변환하여 360 $^{\circ}$ 원형모양의 polar derivative pattern으로 이미지 화하여 나타내었다(16).

통계분석

실험결과와 통계분석은 SPSS(17.0, SPSS Inc, Chicago, IL, USA) program으로 Duncan's multiple range test 방법을 이용하여 평균값 간의 유의성을 p<0.05에서 검정하였다.

결과 및 고찰

pH, total soluble solid contents 및 Hunter's color value

Table 1에 나타낸 바와 같이 원료쑥의 6.0~6.4에 비하여 발효후 약쑥 및 인진쑥의 pH는 4.6~5.1로 크게 저하되었다. 흑대추와 건조대추의 유산발효에서도 pH는 초기 4.76에서 발효 4일후 3.61로 크게 감소하는 것으로 나타났고(23), 유산발효 대두에서도 pH 저하현상이 나타나는 등(24)의 공통적인 현상이 관찰되었다. 유산균은 유산발효를 통하여 lactic acid 등과 같은 유기산을 생성하면서 식품의 부패를 방지하고 사람의 장내 pH를 낮추어 장내 부패세균의 증식을 억제하는 등의 효과를 가지는 미생물이다. 이와 같은 pH 저하는 발효쑥 시료에서 시큼한 냄새가 나는 것과도 관련이 있는 것으로 사료된다.

총가용성 고형분 함량은 발효 전 약쑥(23.0 $^{\circ}$ Bx)과 인진쑥(22.4 $^{\circ}$ Bx)로 비슷하였으나 발효 후 약쑥은 16.6 $^{\circ}$ Bx으로 감소하였고 인진쑥은 24.0 $^{\circ}$ Bx으로 증가하였다. 인진쑥의 고형분 수율이 물 추출에서 21.97%, 50% ethanol 추출의 경우 24.56%로 보고된 것과 매우 유사하였다(25). 색도의 경우 명도를 나타내는 L값은 발효 후에 모두 다소 감소하여 색이 밝아지는 것을 알 수 있고, 적색도를 나타내는 a값은 발효에 따라 모두 증가하였으나, 황색도를 나타내는 b값도 감소하는 것으로 나타났다.

Table 1. Changes of pH, total soluble solids and Hunter's color value by fermentation of mugworts

Sample	pH	Total soluble solids($^{\circ}$ Brix)	Hunter's Color Value		
			L	a	b
ACM	6.4 \pm 0.1 ^(c1)	23.0 \pm 0.0 ^{bc}	44.63 \pm 2.55 ^b	1.50 \pm 0.02 ^b	7.99 \pm 0.63 ^b
AFM	4.6 \pm 0.2 ^a	18.6 \pm 0.1 ^a	39.91 \pm 1.83 ^a	2.19 \pm 0.21 ^c	6.91 \pm 0.95 ^a
ICM	6.0 \pm 0.0 ^c	22.4 \pm 0.1 ^b	46.81 \pm 0.85 ^c	0.51 \pm 0.01 ^a	10.44 \pm 0.42 ^d
IFM	5.1 \pm 0.3 ^b	24.0 \pm 0.0 ^c	44.60 \pm 0.59 ^b	2.34 \pm 0.16 ^c	9.78 \pm 10.53 ^c

Values are mean \pm SD of triplicate measurements.

ACM : non-fermented *Artemisia asiatica* Nakai.

AFM : fermented *Artemisia asiatica* Nakai.

ICM : non-fermented *Artemisia capillaris* Thunberg.

IFM : fermented *Artemisia capillaris* Thunberg.

^bDifferent letters within a column are significantly different at p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

Amino acid composition

두 종류 쑥의 조단백 함량은 전보(13)에서 인진쑥 8.1~8.5% 였고, 약쑥은 11.1~14.0%로 보고한 바 있다. 본 연구에서 발효전후 약쑥과 인진쑥의 아미노산 조성을 HPLC로 분석한 결과를 Table 2에 나타내었다. 총 유리아미노산 함량은 약쑥이 9,359.0 mg/100 g 이고 인진쑥이 6,113.7 mg/100 g 으로 약쑥이 약 1.5배 정도 높았으며 봄참쑥의 1,048.2 mg%와 가을참쑥의 2,187.1 mg%(30)와 차이가 있었다. 약쑥과 인진쑥 모두 발효 후에 아미노산의 총량이 각각 11,664.4 및 6515.9 mg/100 g로 증가하였으며 특히 발효약쑥에서의 증가량이 더 높았다. 일반적으로 발효과정에서 유산균이 비타민이나 lactic acid를 생성시키는 외에 유리아미노산 함량을 증가시키는 등의 영양학적 가치를 증진시킨다는 보고(24)로 미루어 볼 때 발효쑥의 경우에도 이와 유사한 결과를 나타낸 것으로 사료된다.

필수아미노산 함량은 전반적으로 약쑥이 인진쑥보다 많았고 발효 후 더욱 증가되었으며 이들이 전체아미노산에서 차지하는 비율은 38.5~39.6%로 나타났다. 유리아미노산은 식품의 기호성에 영향을 미치며 특히 glutamic acid, aspartic acid, alanine 및 glycine 등은 식품의 풍미를 예측하는데 중요한 요소가 될 수 있다(26). 발효전후의 네 가지 시료 모두에서 공통적으로 감칠맛을 내는 아미노산인 glutamic acid(914.3~1,278.7 mg/100 g)가 가장 많았고, 다음으로 aspartic acid(892.7~1,084.6 mg/100 g)가 많았으나 histidine(54.6~86.3 mg/100 g)은 함량이 적었고 특히 함황 아미노산인 시스테인은 전혀 검출되지 않았다. 인진쑥의 경우 Park 등(25)도 glutamic acid와 aspartic acid가 가장 다량 함유된 아미노산으로 보고하여 그 양상은 비슷하였으나 정량적 수치는 각각 731.0 및 595.7 mg/100 g 으로 차이가 있었다. 한편 성장호르몬 분비를 자극하고 골격의 주요성분인 creatine 합성의 전구체로서 성장기 아동의 필수아미노산인 arginine은(27) 인진쑥보다 약쑥에 더 많이 함유되어 있는 것이 특징적이었다.

Table 2. Changes of amino acid compositions by fermentation of mugworts

(Unit : mg/100 g)				
Amino acid	ACM	AFM	ICM	IFM
<i>Essential amino acid(EAA)</i>				
Leucine	918.6	1,054.1	541.5	557.6
Valine	669.6	804.6	405.3	437.1
Lysine	582.5	697.0	410.1	459.2
Phenylalanine	562.9	651.0	340.4	329.1
Threonine	536.7	637.2	326.8	304.7
Isoleucine	512.2	582.8	310.6	344.0
Methionine	124.4	164.4	85.2	81.0
∑EAA	3,782.5	4,426.7	2,334.7	2,431.7
<i>Non-essential amino acid(NEAA)</i>				
Glutamic acid	1,278.7	1,632.3	914.3	944.6
Aspartic acid	1,084.6	1,418.6	892.7	899.6
Proline	610.3	867.0	548.6	647.1
Alanine	662.2	832.1	416.0	513.0
Glycine	629.9	695.5	343.3	383.2
Serine	493.1	581.7	326.0	303.0
Arginine	502.1	533.0	141.1	121.8
Tyrosine	104.9	301.5	57.2	144.1
Histidine	86.3	211.6	54.6	46.8
Cysteine	ND ¹⁾	ND	ND	ND
∑NEAA	5,452.1	7,073.3	3,693.8	4,003.2
Total amino acid(TAA)	9,359.0	11,664.4	6,113.7	6,515.9
EAA/TAA(%)	38.5	39.4	39.6	38.6

¹⁾ND : not detected.

ACM : non-fermented *Artemisiae asiaticae* Nakai.

AFM : fermented *Artemisiae asiaticae* Nakai.

ICM : non-fermented *Artemisia capillaris* Thumberg.

IFM : fermented *Artemisia capillaris* Thumberg.

Fatty acid composition

두 종류 쑥의 조지방 함량은 전보(13)에서 인진쑥 5.0~6.2% 였고, 약쑥은 4.3~5.7%로 보고한 바 있으며 봄참쑥과 가을참쑥의 4.56% 및 5.21%(30)와 유사하다. 발효전후 약쑥과 인진쑥의 지방산 조성을 gas chromatography로 분석한 결과를 Table 3에 나타내었다. Linoleic acid 및 linolenic acid 등을 포함한 다가불포화지방산(PUFA)은 인진쑥(45.7~49.4%)에 약쑥(37.9~39.2%)보다 많이 함유되어 있었고, 두 종류 쑥 시료 모두 발효 후에 그 함량이 다소 증가하였다. Palmitoleic acid를 포함한 단일불포화지방산(MUFA)은 반대로 약쑥(9.8~10.3%)이 인진쑥(7.2~8.8%)보다 함량이 높았으며 발효전에 비해 발효후에 그 함량이 증가하는 것으로 나타났다. 포화지방산(SFA)은 인진쑥(41.8~47.1%)보다 약쑥(50.5~52.3%)에서 더 많이 존재하였고, 발효 후에는 그 함량이 감소하는 것으로 나타났다. 봄참쑥 및 가을참쑥의 지방산조성이 linolenic acid 55.7~65.1%, linoleic acid 11.6~13.8%, palmitic acid 13.2~16.6% 및 oleic acid 1.1~2.1%로 보고된 것과는 차이가 있어 쑥의 품종에 따라 구성 지방산의 함량도 다양한 것으로 보여진다. 한편, 쑥은 건조

방법에 따라 지방산의 변화를 나타내기도 하는데 특히 불포화도가 높은 linoleic acid와 linolenic acid와 같은 필수지방산은 acid와 같은 필수지방산은 냉동건조법에서는 잘 보존이 되나 양건법에 의해서는 품질의 변화를 일으키는 것으로 보고 되어 있다(11). 이러한 측면에서 볼 때 인진쑥과 약쑥은 발효에 의해 상기의 두 지방산이 오히려 증가하는 것으로 나타나 쑥의 발효는 지방산 품질유지에 유리한 처리방법이 될 수 있을 것으로 사료된다.

Table 3. Changes of fatty acid compositions by fermentation of mugworts

(Unit : %)					
Fatty acid		ACM	AFM	ICM	IFM
Myristic acid	C14:0	1.2	1.1	1.6	1.3
Palmitic acid	C16:0	24.4	26.7	24.3	25.6
Palmitoleic acid	C16:1	0.3	0.7	0.3	0.6
Stearic acid	C18:0	3.3	3.7	3.0	2.6
Oleic acid	C18:1	9.3	9.3	6.6	7.1
Linoleic acid	C18:2	24.6	24.0	26.9	28.4
Linolenic acid	C18:3	12.8	14.8	18.4	20.7
Arachidic acid	C20:0	4.5	3.8	4.1	2.7
Eicosatrienoic acid	C20:3	0.5	0.4	0.4	0.3
Behenic acid	C22:0	12.0	9.2	6.6	4.0
Erucic acid	C22:1	0.2	0.3	0.3	1.1
Lignoceric acid	C24:0	6.9	6.0	7.5	5.6
∑ PUFA ¹⁾		37.9	39.2	45.7	49.4
∑ MUFA ²⁾		9.8	10.3	7.2	8.8
∑ SFA ³⁾		52.3	50.5	47.1	41.8
Total Sum		54.6	55.5	60.4	63.8
∑ PUFA/SFA		0.7	0.8	0.9	1.2
∑ MUFA/SFA		0.2	0.2	0.2	0.2

¹⁾PUFA : Polyunsaturated fatty acid.

²⁾MUFA : Monounsaturated fatty acid.

³⁾SFA : Saturated fatty acid.

ACM : non-fermented *Artemisiae asiaticae* Nakai.

AFM : fermented *Artemisiae asiaticae* Nakai.

ICM : non-fermented *Artemisia capillaris* Thumberg.

IFM : fermented *Artemisia capillaris* Thumberg.

Total polyphenol 및 total sugar contents

페놀성 화합물은 식품계에 널리 분포되어 있는 2차 대사산물의 하나로서 다양한 구조와 분자량을 가지며, 항산화, 항균활성 등의 생리활성 기능을 가지는 것으로 알려져 있어 천연항산화제로서 많이 이용된다. 폴리페놀 화합물이 항산화 효능을 지니는 기작은 체내 생체막에 존재하는 지질이 활성산소에 의해 유리기와 연쇄반응을 일으켜 산화됨으로써 인체의 노화의 원인이 되는데 이때 폴리페놀 물질들이 이러한 유리기를 제거시키기 때문인 것으로 알려져 있다(21). 인진쑥과 약쑥 시료의 발효전후 총 폴리페놀 함량은 Table 4에서와 같이 약쑥의 23.64~24.12 mg/g 보다 인진쑥에 62.71~69.40 mg/g 과 같이 약 2.6배 이상 월등히 많은 양이 함유되어 있었다. 발효전후의 함량차이는 거의 없는

것으로 나타나 발효에 의한 폴리페놀 화합물들의 파괴나 증가 등의 변화는 없는 것으로 사료된다. Kang 등(28)은 참쑥(*Artemisia lavandulaefolia* DC) 열수추출물의 경우 988 mg/100 g의 총폴리페놀이 함유된 것으로 보고하였고, 사자발쑥과 황해쑥의 경우(2) 각각 10.2 mg/mL 및 4.7 mg/mL로 나타나 쑥의 종류에 따라 폴리페놀 함량은 매우 다양한 것으로 사료된다.

한편 총 당의 함량은 발효전 1.58~2.70 mg/g 이었으나 발효후 0.34~1.14 mg/g으로 크게 감소하는 특징을 보였다. Lee 등(29)은 쑥의 물 분획에서 총당이 17.3%이고 환원당이 12.1% 함유되어 있음을 보고하였으며, 특히 *Bifidobacterium longum*이 생육을 위하여 단당류, 이당류 및 저분자량의 올리고당을 이용하기 때문에 전반적으로 당류의 함량이 감소됨을 보고하였다. 본 연구에서의 유산균 또한 인진쑥과 약쑥에 함유된 이들 당류를 생육촉진 인자로 이용한 것으로 추정된다. 참쑥의 경우 주요 구성당으로 fructose> galactose> maltose> mannitol> glucose 등의 순서로 함유되어 있다(30).

Table 4. Changes of total polyphenol, total sugar and scopoletin contents by fermentation of mugworts

Sample	(Unit : mg/g)		
	Total polyphenol	Total sugar	Scopoletin
ACM	24.12±2.84 ²⁾	1.58±0.39 ^b	ND ¹⁾
AFM	23.64±1.92 ^a	0.34±0.06 ^a	ND
ICM	69.40±0.94 ^c	2.70±0.06 ^c	5.36±0.71 ^a
IFM	62.71±1.53 ^b	1.14±0.12 ^b	6.24±0.04 ^b

¹⁾ND: not detected.

Values are mean±SD of triplicate measurements.

ACM : non-fermented *Artemisia asiatica* Nakai.

AFM : fermented *Artemisia asiatica* Nakai.

ICM : non-fermented *Artemisia capillaris* Thumberg.

IFM : fermented *Artemisia capillaris* Thumberg.

²⁾Different letters within a column are significantly different at p<0.05 level by Duncan's multiple range test.

Scopoletin contents

쑥은 유효성분으로 여러 가지 물질을 함유하고 있으며 *p*-hydroxyacetophenone, 6,7-dimethylcoumarin 및 scopoletin 등과 같은 성분은 혈압강하 및 관상동맥의 혈류량 증가와 같은 효능을 지니고 있는 활성성분으로 이중 scopoletin은 인진쑥의 주요 지표성분이기도 하다. Scopoletin 함량을 HPLC로 분석한 결과 Table 4에서와 같이 약쑥에서는 검출되지 않았고, 인진쑥과 발효인진쑥에서는 각각 5.36 및 6.24 mg/g으로 Park 등(25)이 보고한 326.13 µg/g 수준보다 월등히 높은 것으로 나타났으며 특히 발효 후 그 함량이 증가하였다.

일반적으로 *Artemisia* 속의 식물로부터 많이 보고되는 다양한 생리활성 성분과 관련하여 국내에서 쑥의 생리활성

성분에 대한 개별적인 연구는 여전히 미진한 편이다. 따라서 화학구조적인 측면에서 중요한 유용성분으로 간주되는 6-methoxy flavonoids인 scopoletin이 다량 함유된 인진쑥 및 발효인진쑥은 향후 좀 더 심도있는 분석과 분리정제 및 효능평가를 통해 고혈압 등과 같은 관상동맥 질환에 도움이 될 기능성 식품 소재로의 활용가치에 대해 검토해 보아야 할 것으로 사료된다(31).

Surface microstructure by Scanning Electron Microscope(SEM)

발효인진쑥과 발효약쑥의 표면미세구조를 주사전자현미경(SEM)으로 관찰한 결과는 Fig. 2와 같다. 전체적으로 쑥의 종류에 따른 미세구조의 차이는 뚜렷하지 않은 것으로 보이며 다만 발효약쑥의 경우(Fig. 2, C) 발효인진쑥(Fig. 2, D)보다 작은 부스러기 같은 입자가 많이 보이고 조직 등이 매끄럽지 못한 점이 관찰되었다. 그러나 전반적으로 발효에 따른 기본적인 식물조직의 변형은 크지 않은 것으로 사료된다. 식물세포조직의 신선도는 해당식품의 저장기간, 포장재 등의 영향을 받기도 하며 이에 따라 세포벽의 내부 각이 없어지거나 조직의 형태가 일그러지는 등의 변화가 나타나는 것으로 보고된 바 있다(32).

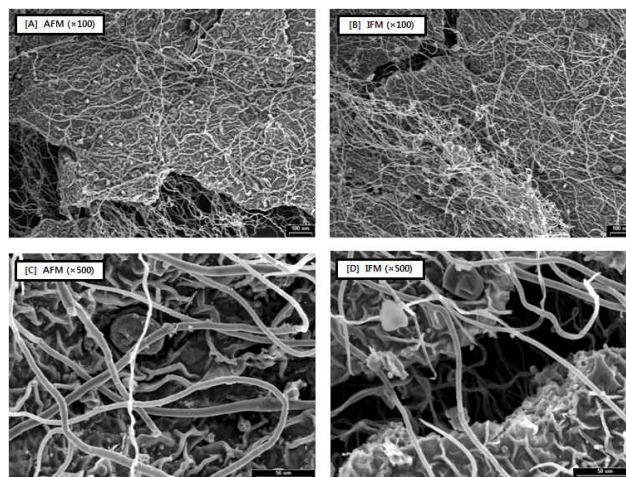


Fig. 2. Surface microstructures by scanning electron microscope (SEM) of fermented *Artemisia asiatica* Nakai (A,×100; C,×500) and fermented *Artemisia capillaris* Thumberg (B,×100; D,×500).

Scale bars indicate 100 µm (A, B) and 50 µm (C, D).

Flavor image pattern by Electric Nose based on SAW sensor and VaporPrint™

유산발효쑥은 독특한 쑥의 향기 외에도 시큼한 냄새가 난다. 이러한 냄새의 변화를 좀 더 정확하게 측정하고자 Electronic Nose를 이용하여 인진쑥과 약쑥의 발효에 따른 향기성분 변화를 조사하였다(Table 5, Fig. 3-4). SAW 센서를 장착한 GC에 의해 얻어진 향기성분의 크로마토그램으로부터 약쑥은 발효전 약 11개였던 피크가 발효후 17개 정도로 증가하였고, 인진쑥도 발효전 12여개의 피크가 19

개로 증가하고 일부는 발효전 검출된 피크의 크기가 크게 증가한 것으로 나타났다. 약쭉의 경우 특히 RT 2.94~11.90 sec 사이에 발효전에는 존재하지 않았던 7개의 향기 성분이 생성되었으며, 인진쭉의 경우 발효후 RT 0.16~19.78 sec 사이에 7개의 새로운 피크들이 출현한 것으로 나타났다. 인진쭉은 발효전에 존재하던 향기성분들이 발효후 다량으로 증가하는 것이 특징적이었다. 이와 같은 결과는 발효에 따라 쭉의 냄새성분들이 새롭게 형성되거나 원래 있던 냄새들이 더욱 강해지는 효과가 있었음을 시사하는 것이며 약쭉과 인진쭉의 향기 패턴이 유사한 것 같으면서도 일부 피크에 명확한 차이가 나는 것은 두 쭉의 냄새가 미묘하지만 다른 냄새로 인식됨을 잘 설명해 주고 있는 것으로 사료된다.

Fig. 3의 크로마토그램에서 나타난 피크들이 정확히 어떤 화합물인지는 알 수 없다. 그러나 개별 향기성분의 분리와 화합물 동정도 중요하지만 동일한 성분들이라도 각 성분들의 조합과 혼합비율에 따라 다른 냄새로도 인식될 수 있다는 점에서 각 향기성분의 함량에 따른 차이를 VaporPrint™로 이미지화된 패턴으로 살펴보는 것도 의미 있는 일이라 사료된다(16). 그 결과 Fig. 4에서와 같이 약쭉과 인진쭉은 확연한 패턴의 차이가 나타났고, 발효전후를 비교해 볼 때 미세하지만 서로 다른 패턴의 냄새를 지닌 것으로 분석되었다. 이는 사람들마다 손가락 지문의 차이가 미세하지만 전혀 다른 사람으로 판명되는 것과 동일한 원리이며, VaporPrint™로 나타낸 향기성분의 이미지 패턴 분석은 향의 미세한 차이를 감지함으로써 식품의 품질특성 변화 및 시료간의 특성 차이의 명확한 파악이 가능한 방법이다. 향기패턴이 다르다는 것은 각 냄새성분들의 종류와 조합비율이 완전히 다를 수 의미하며 이는 사람의 코로 감지할 경우 전혀 다른 냄새로 인식될 수 있음을 의미한다. 결과적으로 발효에 따른 쭉의 향기는 원래 쭉과는 매우 달라진 냄새로 느껴질 수 있으며 이러한 변화된 향은 제품의 품질과 소비자의 선호도에도 영향을 줄 것으로 사료된다.

식품발효공정의 조절, 한약재의 원산지 신속판별 및 유통기간에 따른 향의 변화 등의 신속판별에 Electronic Nose가 유용하며, 저장기간에 따른 사자발쭉 향의 변화를 살펴본 연구에서는 쭉의 수확 후 저장기간이 길어질수록 향성분의 절대량이 감소하였고 3년의 저장기간이 지난 경우는 그 변화량이 적었다고 한다(33). 살모넬라균 및 대장균의 성장에 따라 발생하는 냄새를 Electronic Nose를 이용하여 구별함으로써 식품안전성의 신속판정도 가능하다(34). 즉, 세균에 오염된 배지의 냄새구별과 세균 성장시간에 따른 냄새피크의 종류 및 크기의 차이를 통해 데이터 군락을 분리함으로써 식중독균의 오염여부를 판정할 수 있다.

한편 Electronic Nose가 아닌 solid phase microextraction (SPME) 등에 의한 쭉의 향기성분 분석에 관한 연구에서는 사자발쭉의 경우 1-hexanol, β -myrcene, limonene 등을

Table 5. Changes of flavor compounds by fermentation of mugworts detected by GC with SAW sensor

No	ACM			AFM		
	Peak ID	RT(sec)	Amount (kCt/sec)	Peak ID	RT(sec)	Amount (kCt/sec)
1	A	1.20	47	A	1.16	61
2	B	13.72	164	B	2.94	94
3	C	14.28	142	C	3.56	58
4	D	15.16	682	D	4.56	1,983
5	E	16.80	98	E	6.94	1,790
6	F	17.08	21	F	8.46	443
7	G	18.04	611	G	10.70	36
8	H	19.56	2,253	H	11.90	62
9	I	20.34	930	J	13.70	371
10	J	24.08	196	K	14.18	29
11	K	28.40	1,085	L	15.02	808
12				M	16.96	28
13				N	17.98	625
14				O	19.46	2,454
15				P	20.26	1,297
16				Q	23.94	228
17				R	28.32	1,308

No	ICM			IFM		
	Peak ID	RT(min)	Amount (kCt/sec)	Peak ID	RT(min)	Amount (kCt/sec)
1	A	1.18	55	A	0.16	41
2	B	4.46	119	B	1.12	59
3	C	6.62	76	C	2.86	71
4	D	12.24	94	D	4.40	1,082
5	E	13.64	226	E	6.62	617
6	F	15.08	1,816	F	8.06	36
7	G	16.68	224	G	8.42	215
8	H	17.96	780	H	12.14	201
9	I	18.54	138	I	12.70	43
10	J	19.50	9,305	J	13.56	266
11	K	20.46	5,750	K	15.00	3,283
12	L	28.34	1,547	L	16.08	44
13				M	16.64	41
14				N	17.84	463
15				O	18.46	599
16				P	19.42	12,730
17				Q	19.78	398
18				R	20.24	2,965
19				S	28.22	1,495

ACM : non-fermented *Artemisiae asiaticae* Nakai.
 AFM : fermented *Artemisiae asiaticae* Nakai.
 ICM : non-fermented *Artemisia capillaris* Thunberg.
 IFM : fermented *Artemisia capillaris* Thunberg.

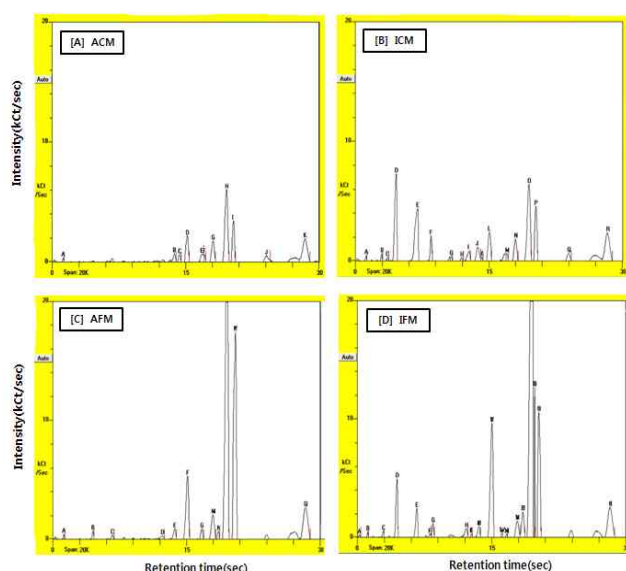


Fig. 3. GC chromatograms of volatile flavor components from mugworts by Electronic Nose based on SAW sensor.

- [A] ACM : non-fermented *Artemisiae asiaticae* Nakai.
- [B] AFM : fermented *Artemisiae asiaticae* Nakai.
- [C] ICM : non-fermented *Artemisia capillaris* Thumberg.
- [D] IFM : fermented *Artemisia capillaris* Thumberg.

포함한 주요 휘발성 성분이 17종 검출되었고(35), 황해쑥에서는 알코올류의 eugenol과 에스테르류의 ethyl pentadecanoate가 주요 성분으로 확인되었다(2).

요 약

유산발효한 인진쑥과 약쑥에 대해 발효전후의 이화학적 특성과 영양성분의 변화를 살펴보고 SAW(surface acoustic wave) 센서가 장착된 GC를 기반으로 한 전자코를 이용하여 휘발성 향기성분의 패턴을 신속하게 비교분석하였다. 발효후 pH는 6.0~6.4에서 4.6~5.1로 감소하였고 총가용성고형분 함량은 발효에 따라 약쑥은 감소, 인진쑥은 증가하였다. Hunter's color value를 측정된 결과 명도의 L값과 황색도의 b값은 감소한 반면 적색도의 a값은 발효후 모두 증가하였다. 아미노산의 총량은 발효에 따라 모두 크게 증가하였고 필수아미노산 함량은 인진쑥보다 약쑥에 많았으며 특히 glutamic acid와 aspartic acid의 함량이 가장 높았다. 지방산조성을 GC로 분석한 결과 단일불포화 지방산은 약쑥에, 다가불포화지방산은 인진쑥에 더 많이 함유

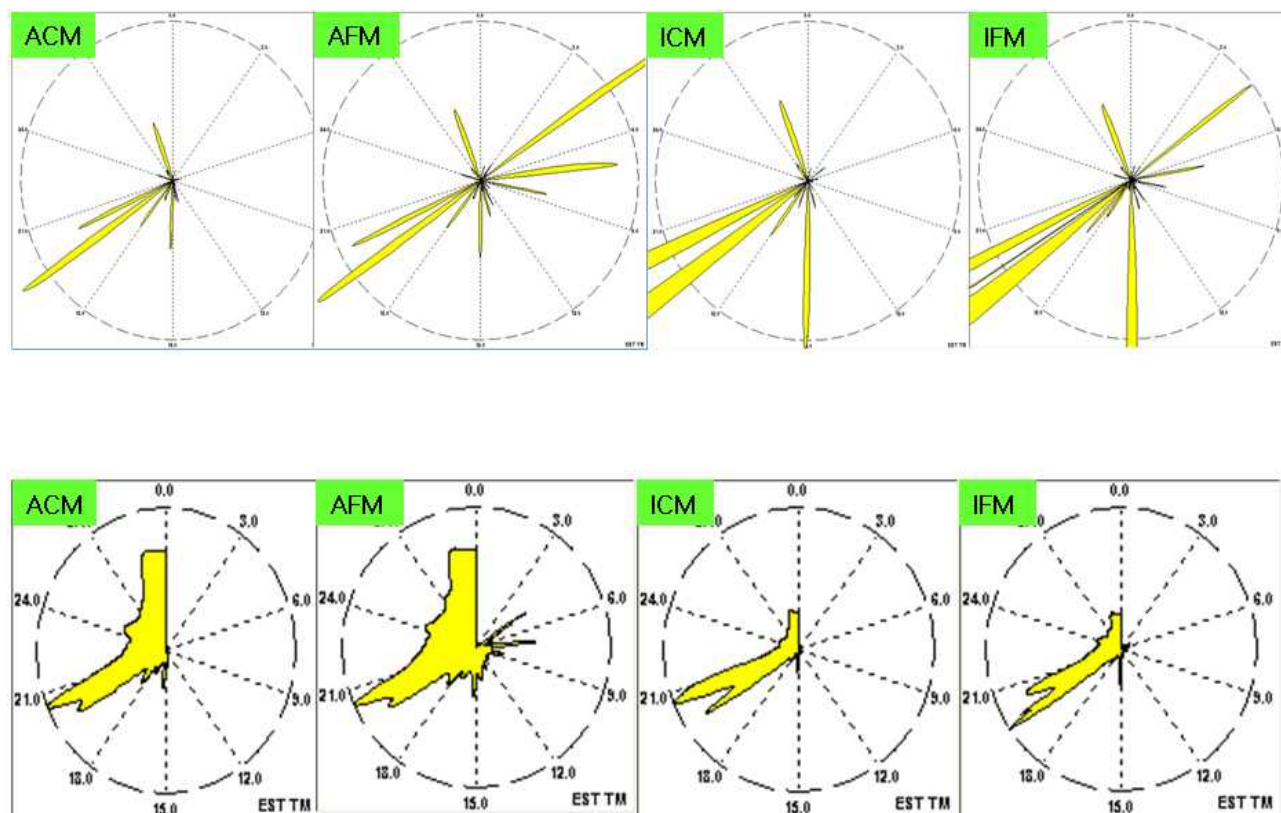


Fig. 4. Polar derivative patterns of mugworts using Vapor Print™ image analysis.

- Numbers around circles mean retention time(sec) of GC.
- ACM : non-fermented *Artemisiae asiaticae* Nakai.
 - AFM : fermented *Artemisiae asiaticae* Nakai.
 - ICM : non-fermented *Artemisia capillaris* Thumberg.
 - IFM : fermented *Artemisia capillaris* Thumberg.

되어 있었고, 발효후 모두 그 함량이 각각 증가하였다. 총 폴리페놀 함량은 인진쑥이 62.71~69.40 mg/g로 약쑥의 23.64~24.12 mg/g보다 월등히 높았고, 발효전후의 차이는 없었다. 총 당함량은 발효전 1.58~2.70 mg/g 이었으나 발효후 0.34~1.14 mg/g으로 크게 감소하는 특징을 보였다. 쑥의 주요 지표성분중의 하나인 scopoletin을 HPLC로 분석한 결과 약쑥에서는 검출되지 않았고, 인진쑥의 경우 발효전과 발효후 각각 5.36 및 6.24 mg/g으로 나타났다. 주사전자현미경으로 살펴본 발효쑥의 표면미세구조는 쑥의 종류에 따라서는 차이가 뚜렷하지 않았다. 발효후 식물조직이 다소 거칠어지고 부스러진 입자가 생성된 것이 관찰되었으나 전반적으로 발효에 의한 식물세포의 변형은 크지 않았다. 전자코에 의한 향기성분 분석결과 발효후 새로운 향기성분의 생성되거나 발효전의 피크가 크게 증가하는 특징을 보였다. 약쑥은 11개에서 발효후 17개로 증가하였고, 인진쑥은 12개에서 19개로 증가하였다. VaporPrint™로 향기성분의 조합과 함량비를 이미지화된 패턴으로 분석한 결과 약쑥과 인진쑥 원료의 향기는 매우 뚜렷하게 다른 패턴을 지닌 것으로 나타났고, 발효후에는 미세하지만 발효전과 확연히 다른 냄새를 가진 것으로 나타났다.

References

1. Yook CS (1998) Korean Medicinal Food Materials. Jinmyung Press, p 356
2. Choi BB, Lee HJ, Bang SK (2005) Studies on the volatile flavor components and biochemical characterizations of *Artemisia princeps* and *A. argyi*. Korean J Food Nutr, 18, 334-340
3. Choi IK, Lee JH (2013) Quality characteristics of yanggaeng incorporated with mugwort powder. J Korean Soc Food Sci Nutr, 42, 313-317
4. Kim SG, Kim CH (2010) Quality characteristics of brown sauce with different amounts and preparation methods of *Artemisia princeps*. Korean J Culinary Res, 16, 1-12
5. Jung SH, Ahn HK, Lee KI (2012) A study on the storage and quality characteristics of Duteoptteok added with mugwort. Korean J Culinary Res, 18, 220-232
6. Kim YJ (2011) Effect of the addition method of mugwort on antioxidant effect, total plate counts, and residual nitrite content of emulsified sausages during cold storage. Korean J Food Sci Ani Resour, 31, 122-128
7. Kim KH, Kim SJ, Yoon MH, Byun MW, Jang SA, Yook HS (2011) Change of anti-oxidative activity and quality characteristics of Maejalgwa with mugwort powder during the storage period. J Korean Soc Food Sci Nutr, 40, 335-342
8. Yang S, Kim MY, Chun SS (2008) Quality characteristics of yukwa prepared with mugwort powder using different puffing process. Korean J Food Cookery Sci, 24, 340-348
9. Park MH, Kim MJ, Cho WI, Chang PS, Lee JH (2011) Volatile changes in beverages and encapsulated powders containing an *Artemisia* extract during production and storage. Korean J Food Sci Technol, 43, 271-276
10. Lee HJ (2010) Evaluation of the quality characteristics of sponge cake containing mugwort powder. J East Asian Soc Dietary Life, 20, 95-102
11. Lee SD, Park HH, Kim DW, Bang BH (2000) Bioactive constituents and utilities of *Artemisia* sp. as medicinal herb and foodstuff. Korean J Food Nutr, 13, 490-505
12. Sung KC (2009) A study on the pharmaceutical and chemical characteristics of natural *Artemisia* extract. Korean Oil Chem Soc, 26, 51-59
13. Jung SM, Song HN (2009) Biological activities of fermented mugworts and their effects on lipid metabolism in rats. J East Asian Soc Dietary Life, 19, 356-362
14. Kwon KB, Kim EK, Park SJ, Song HJ, Lee YR, Park BH, Park JW, Ryu DG (2005) Apoptotic effects and mechanism study of scopoletin in HepG2 cells. Korean J Oriental Physiol Pathol, 19, 1594-1598
15. Ann YG (2011) [Lactic acid bacteria] Probiotic lactic acid bacteria. Korean J Food Nutr, 24, 817-832
16. Oh SY, Noh BS (2003) Pattern analysis of volatile components for domestic and imported *Cnidium officinale* using GC based on SAW sensor. Korean J Food Sci Technol, 35, 994-997
17. Noh BS (2005) Analysis of volatile compounds using electronic nose and its application in food industry. Korean J Food Sci Technol, 37, 1048-1064
18. Kim SR, Ha TY, Son HN, Kim YS, Park YK (2005) Comparison of nutritional composition and antioxidative activity from kabocha squash and pumpkin. Korean J Food Sci Technol, 37, 171-177
19. Folch J, Less M, Sloane-Stanley GH (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. J Biol Chem, 226, 497-509
20. AOAC (1996) Official Methods of Analysis. 15th ed., Method 985.01, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA
21. Song HN, Gil B (2002) Analysis of nutritional composition and phenolic compound in propolis collected from falseacacia and chestnut tree in Korea. Korean J Food Sci Technol, 34, 546-551

22. Hodge JE, Hofreiter BT (1962) Methods in carbohydrate chemistry II. Academic Press. New York, USA, p338
23. Auh MS, Kim YS, Ahn SJ, Ahn JB, Kim KY (2012) Comparison of property changes of black jujube and *Zizyphus jujube* extracts during lactic acid fermentation. J Korean Soc Food Sci Nutr, 41, 1346-1355
24. Song HN, Jung KS (2006) Quality characteristics and physiological activities of fermented soybean by lactic acid bacteria. Korean J Food Sci Technol, 38, 475-482
25. Park SH, Lim HY, Han JH (2003) A study of medicinal herbs for functional foods applications-(I) Nutritional composition and scopoletin analysis of *Artemisia capillaris*. J East Asian Soc Dietary Life, 13, 552-560
26. Lee HJ, Choi JI, Choi SJ (2012) Physiological activities and amino acid compositions of Korean dried laver Porphyra products, Korean J Fish Aquat Sci, 45, 409-413
27. Kim SJ, Jin YI, Nam JH, Hong SY, Sohn WB, Kwon OK, Chang DC, Cho HM, Jeong JC (2013) Comparison of nutrient composition of yacon germplasm. Korean J Plant Res, 26, 9-18
28. Kang YH, Park YK, Oh SR, Moon KD (1995) Studies on the physiological functionality of pine needle and mugwort extracts. Korean J Food Sci Technol, 27, 978-984
29. Lee SH, Shin HK (1996) Analysis of mugwort oligosaccharides utilized by bifidobacteria. Korean J Food Sci Technol, 28, 28-33
30. Sim YJ, Han YS, Chun HJ (1992) Studies on the nutritional components of mugwort, *Artemisia mongolica* Fischer. Korean J Food Sci Technol, 24, 49-53
31. Lee SJ, Chung HY, Lee IK, Yoo ID (1999) Isolation and identification of flavonoids from ethanol extracts of *Artemisia vulgaris* and their antioxidant activity. Korean J Food Sci Technol, 31, 815-822
32. Cha HS, Chung MS (2002) Changes in pectic substances of mature-green mume(*Prunus mume* Sieb. et Zuce) fruit as influenced by the thickness of packaging film during storage. J Korean Soc Food Sci Nutr, 31, 621-628
33. Ryu SN, Yang JJ (2005) Pattern analysis of volatile components for collected mugwort(*Artemisia* spp.). Korean J Crop Sci, 50, 200-203
34. Kim G, Lee MW, Lee KJ, Choi CH, Noh KM, Kang S, Chang YC (2005) Identification of salmonella pathogen using electric nose. J Biosystems Eng, 30, 121-126
35. Park MH, Kim MJ, Cho WI, Chang PS, Lee JH (2009) Effects of treatments on the distribution of volatiles in *Artemisia princeps* Pampan. Korean J Food Sci Technol, 41, 587-591

(접수 2013년 5월 7일 수정 2013년 8월 5일 채택 2013년 8월 8일)