

시판 현미식초의 주정첨가 유무에 따른 휘발성 성분 및 관능적 특성 비교

윤성란 · 김귀란 · 이지현 · 이수원 · 정용진¹ · 여수환² · 최한석² · 권중호*

경북대학교 식품공학과, ¹계명대학교 식품가공학과, ²농촌진흥청 발효이용과

Volatile Compounds and Sensory Properties of Commercial Brown Rice Vinegars Fermented with and without Ethanol

Sung-Ran Yoon, Gui-Ran Kim, Ji-Hyun Lee, Su-Won Lee, Yong-Jin Jeong¹, Soo-Hwan Yeo², Han-Seok Choi², and Joong-Ho Kwon*

Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University

¹Department of Food Science and Technology, Keimyung University

²Fermentation and Food Processing Division, Department of Agrofood Resources, NAAS, RDA

Abstract The properties of volatile flavor components were compared in commercial brown rice vinegars that were fermented with and without ethanol addition, for which solid phase microextraction-gas chromatography (SPME-GC), electronic nose, and sensory evaluations were performed. A total of 24 volatile compounds, mainly composed of acetic acid, ethyl acetate, benzaldehyde, iso-valeric acid, phenylethyl alcohol, 2-phenylethyl acetate, acetoin, and isobutyric acid, were identified in the brown rice vinegar fermented without ethanol, while major volatiles in the brown rice vinegar fermented with ethanol were acetic acid, ethyl acetate, 1-hexyl acetate, benzaldehyde, 2-phenylethyl acetate, and phenylethyl alcohol. The electronic nose patterns of samples indicated a significant difference in the brown rice vinegars fermented with and without ethanol. Pungent flavor and off-flavor intensity were high in the brown rice vinegar fermented without ethanol. According to the results, fermentation conditions affect the volatile properties of brown rice vinegars.

Key words: brown rice, vinegar, ethanol, fermentation, electronic nose, volatile compounds

서 론

예로부터 우리나라의 각 가정에서는 전통적인 병행 복발효 방법으로 다양한 식초를 제조하여 조리에 이용해 왔으며, 그 중 현미식초는 누룩을 발효제로 각 가정에서 직접 제조하여 다양하게 이용된 대표적인 전통발효식품이다(1). 일본의 경우 현미식초에 대한 연구가 오래 전부터 진행되었고, 근래에는 현미식초의 기능성에 대한 보고와 함께 다양한 형태의 현미식초가 시판되고 있다(2). 식초는 소량의 휘발성 및 비휘발성의 유기산, 당, 아미노산, ester류 등을 함유한 독특한 방향과 신맛을 가진 대표적인 발효식품이다(3). 과즙 및 곡물 당화액을 이용한 식초의 제조방법으로는 알코올 발효와 초산발효를 연속적으로 실시하는 경우와 단순히 초산발효만 실시하는 경우로 구분되어지며, 알코올 발효 실시 여부에 따라 식초의 화학성분에 차이가 있을 수 있다. Joo 등(4)은 주정첨가 발효한 현미식초가 알코올 발효를 한 현미식초에 비해 환원당 함량이 높은 것으로 보고하였다. 또한 Jeong 등(1)은 곡류 식초 제조시 첨가되는 덧술에 의해 식초의 색상에 영

향을 미치는 것으로 보고하였다. 전 보(5)에서는 우리나라에서 시판되는 현미식초의 비휘발성 성분에 관한 품질특성을 주정첨가 유무의 발효방식에 따라 비교분석하였다.

식초는 원료, 발효방법, 숙성 등에 의해 초산 이외의 acid, aldehyde, alcohol, ketone, ester 류 화합물이 상호 복합적으로 작용하여 특유의 flavor를 형성한다. 이러한 향기성분의 측정방법으로는 주관적인 방법인 관능검사법과 객관적인 방법인 기계적 측정법, 즉 gas chromatography-mass spectrometry(GC-MS)와 같은 분석법이 있다(6). GC-MS 등에 의한 기기분석 방법은 향에 관여하는 여러 성분의 종류와 농도를 밝힐 수 있어 화학적으로 의미 있는 절대 값을 재현성 있게 얻을 수 있다. 그러나 측정자의 심리상태나 주위환경에 영향을 받지 않으나, 적합한 전처리 방법으로 향 추출 방법을 잘 선택해야하며, 합당한 칼럼의 선택과 분리 조건 등을 확립해야 한다(7). 주관적인 방법인 관능검사법은 매우 간단하고 신속하며 빠르나, 훈련이 잘된 관능검사 패널이 필요하고 기호도 차이, 표현 방법의 차이 등에 의해 재현성이 있는 결과를 얻기가 힘든 경우도 있다(8). 또한 이런 단점을 극복하고자 향을 인지하는 사람의 코처럼 복잡한 향과 냄새성분을 감지할 수 있는 보다 객관적이고 자동화된 전자코 분석이 있다. 전자코는 거의 모든 식품분야에 활용될 수 있으며 그 중에서도 발효 숙성, 원산지 판별, 지방 산패, 미생물 관리, 품질관리 등에 다양하게 활용될 수 있으며, 원료 및 중간생성물, 나아가 신제품개발에서도 경쟁제품과의 비교 가능성을 추적할 수 있는 시스템으로 보고되고 있다(9).

식초의 휘발성 성분 분석 관련 연구로 Kahn 등(10)은 magne-

*Corresponding author: Joong-Ho Kwon, Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

Tel: 82-53-950-5775

Fax: 82-53-950-6772

E-mail: jhkwon@knu.ac.kr

Received April 21, 2010; revised May 26, 2010;

accepted June 1, 2010

sium oxide와 ether-pentane을 이용한 증화·추출법으로, Blanch 등 (11)은 SDE-GC법으로, 국내에서 Yoon 등(12)과 Hur 등(13)은 purge and trap 방식의 dynamic headspace-GC법으로 각종 식초의 휘발성 성분에 관하여 보고하였다. Seo 등(14)은 SPME-GC법을 이용한 감식초의 휘발성 성분에 대한 연구를 하였다. 식초관련 전자코 분석 연구로는 국내에서는 감식초의 향기성분 분석에 전자코 응용(15), 중국(16) 및 이탈리아(17) 식초 특성분석에 전자코를 응용한 일부 연구가 있으나, 아직 식초에 관한 전자코 응용 연구는 미비한 실정이다.

식초의 휘발성 성분은 휘발성 유기산인 초산이 주성분이며, 이 밖에 각종 유기산이나 방향성 물질이 알코올 발효와 초산발효과정에서 생성되며, 식초의 원료에 의해서도 일부 이행되어 식초의 고유한 향을 나타낸다. 따라서 본 연구에서는 시판 현미식초를 주정첨가 유무의 발효방식에 따른 휘발성 성분 특성을 비교하고, SPME-GC를 통한 휘발성 성분 확인과 휘발성 성분의 신속한 차이 특성을 보고자 전자코 패턴 및 관능적 특성을 분석 평가하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 사용된 식초는 국내에서 시판되고 있는 현미식초 중 주정을 첨가하지 않은 식초 3종과 주정을 첨가한 식초 3종을 시중 마트에서 구입하였으며, Table 1과 같이 표시 구분하였다.

휘발성 성분 분석

식초의 휘발성분 포집을 위해서 시료는 carboxen/polydimethylsiloxane(CAR/PDMS, 75 thickness)으로 코팅된 SPME fiber(Supelco, Bellefonte, PA, USA)가 휘발성분을 흡착하기 위해 사용되었다. 휘발성 성분을 흡착하기 전에 fiber는 GC로 250°C에서 5분간 예열시켜 사용하였다. SPME 포집은 headspace vial(22.5×75 mm, PTFE/silicon septum, aluminum cap)에 시료 5 mL를 넣고 NaCl을 25% 첨가한 다음 예열 처리된 SPME fiber를 주입하였다. 시료는 heating block에서 35°C, 5분간 예열처리 되어졌으며, SPME fiber는 10분 동안 휘발성분을 포집하였다. 그 후 GC로 주입되어 지고 탈착을 위해 2분 동안 유지되었다. 휘발성분 분석을 위하여 MSD(mass selective detector)가 부착된 GC(GC 6890, Agilent, Palo Alto, CA, USA)를 사용하였으며, HP-FFAP capillary column (30 m×0.25 mm×0.25 µm)과 He가 carrier gas(1 mL/min)로 사용되어졌다. Oven 온도는 35°C에서 10분 유지되고, 100°C까지 5°C/min로 상승되고, 210°C까지 10°C/min로 상승되어 210°C에서 10분 동안 유지되어졌다. MS system 조건으로 MS source, MS quadrupole 및 transfer line의 온도는 각각 230, 150 및 280°C이었으며, 사용된 library는 Wiley7Nist0.5(Wiley7Nist0.5 Library, mass spectral search program, version 5.0, USA)이었다.

전자코 분석

식초시료의 분석시 사용된 전자코는 SAW(surface acoustic wave) 센서를 이용한 전자코 시스템(zNose 7100; Electronic Sensor Technology, Newbury park, CA, USA)이었다. 식초 2 mL을 40 mL vial(Supelco, Bellefonte, PA, USA)에 넣고 테플론으로 코팅된 septa (PTFE/silicone septa; Supelco, Bellefonte PA, USA)로 봉하여 실온에서 24시간 방치 후 측정하였다. Headspace 부분이 운반기체(고순도 헬륨: 99.9995%)에 의해 DB-5 capillary 칼럼 (Supelco, Bellefonte, PA, USA)에 의해 단일물질로 분리된 후, SAW 센서로 검출하였다. 재현성을 보기 위하여 매 시료마다 3회 반복 실험하였다. 이때 사용된 기기의 온도 조건은 SAW sensor는 30°C, column은 60°C, valve는 120°C, inlet은 150°C, trap은 220°C이었다. 측정된 향기패턴 결과는 VaporPrint™ 프로그램 (Misrosense 4.88, Electronic Sensor Technology, Newbury park, CA, USA)을 이용하여 분석하였다. 또한 검출된 주 peak를 대상으로 SAS program(version 8.1)를 사용하여 principal component analysis(PCA)을 분석하여 차이를 도출하였다.

관능평가

관능검사의 경험이 많은 10명의 검사원을 대상으로 하여 평가된 식초의 관능적 특성은 색상, 맛, 자극취 강도, 이취(발효취) 강도, 향 기호도, 전반적인 기호도를 5점 척도법(12) (1: 매우 약하다, 매우 나쁘다, 5: 매우강하다, 매우 좋다)을 이용하여 평가하였다. 맛에 대한 관능평가의 경우 시판되는 식초의 산도가 강하여 음용할 수 없으므로 10배 희석하여 시료로 사용하였으며, 색 및 향에 관한 관능평가는 식초 원액 그대로를 사용하였다. 시료는 cap이 있는 투명한 유리병(50 mL)에 30 mL를 넣어 검사원에게 제시되었다.

통계처리

통계처리는 SAS(Statistical Analysis System)에 의한 분산분석(ANOVA)에 의해 검증하였으며 Duncan's multiple range test로 유의성을 검증하였다(18).

결과 및 고찰

휘발성 성분 비교

식품의 flavor는 다양한 종류의 휘발성 성분으로 구성되어 특유의 관능적 특성을 형성한다. 휘발성 성분은 원료자체의 성분 이외에 식품의 제조·가공 중에 형성된 성분으로 구성되며, threshold value가 낮은 경우 미량으로도 식품의 기호도에 영향을 준다(19). GC-MS분석을 통한 주정첨가 유무로 발효한 시판 현미식초의 휘발성분 분석은 Table 2에 나타내었다. 주정 무첨가 발효된 현미식초의 주된 휘발성 성분은 총 24종의 휘발성 성분이 동정되었으며, 이 중 acetic acid가 75% 이상으로 휘발성분의 대

Table 1. Details of commercial brown rice vinegars used in the experiment

| No. | Label | Contents | Type |
|-----|-------|--|-------------------|
| 1 | BVA1 | Brown rice, refined water | |
| 2 | BVA2 | Brown rice, malt, glucose, yeast, acetobacter, enzyme, refined water | Not added ethanol |
| 3 | BVA3 | Brown rice, malt, glucose, refined water, yeast, culture medium | |
| 4 | BVB1 | Brown rice, ethanol, refined water, citric acid, yeast | |
| 5 | BVB2 | Brown rice, ethanol, amylase, culture medium | Added ethanol |
| 6 | BVB3 | Brown rice, ethanol, malt, culture medium | |

Table 2. Volatile compounds in commercial brown rice vinegars fermented with and without ethanol

(Unit: peak area, %)

| Peak | RT (min) | Compounds | Sample ¹⁾ | | | | | |
|------|----------|-------------------------|----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | BVA1 | BVA2 | BVA3 | BVB1 | BVB2 | BVB3 |
| 1 | 2.248 | Hexane | - | - | - | - | - | 0.33 |
| 2 | 4.046 | Ethyl acetate | 3.89 ²⁾ | 11.06 | 13.87 | 15.43 | 17.42 | 11.69 |
| 3 | 5.148 | Dipropylamine | - | 0.17 | - | - | - | - |
| 4 | 7.559 | Isobutyl acetate | - | 0.38 | - | 0.25 | - | - |
| 5 | 7.537 | Diethylimine | 0.24 | - | 0.20 | - | - | - |
| 6 | 8.585 | Methylfulvene | 1.09 | 0.50 | 0.57 | 0.48 | - | - |
| 7 | 13.534 | 2-Methylbutyl acetate | 2.18 | - | - | - | - | - |
| 8 | 13.602 | Isoamyl acetate | - | 2.52 | 1.30 | 2.31 | 0.22 | - |
| 9 | 17.392 | 2-Methyl-1-butanol | 0.62 | - | 0.35 | 0.48 | - | - |
| 10 | 17.406 | Isoamyl alcohol | - | 0.77 | - | - | - | - |
| 11 | 19.832 | 1-Hexyl acetate | - | - | - | 0.60 | 1.74 | 0.70 |
| 12 | 20.216 | Acetoin | - | 0.21 | 0.46 | - | - | - |
| 13 | 22.463 | Methylcyclopentane | - | - | - | 0.25 | - | - |
| 14 | 22.466 | Propylcyclopropane | - | - | - | - | 0.49 | - |
| 15 | 24.871 | Isobutyl isothiocyanate | 0.43 | - | - | - | - | - |
| 16 | 24.874 | 4-Bromoimidazole | - | 0.12 | - | - | - | - |
| 17 | 25.093 | Acetic acid | 75.24 | 77.47 | 77.32 | 77.68 | 79.57 | 84.12 |
| 18 | 25.822 | Ethylhexanol | 0.41 | 0.13 | 0.13 | 0.08 | - | - |
| 19 | 26.579 | Benzaldehyde | 2.18 | 1.00 | 0.53 | 0.32 | 0.14 | 2.86 |
| 20 | 26.948 | Propanoic acid | 0.15 | 0.10 | - | - | - | - |
| 21 | 27.383 | Isobutyric acid | 0.25 | 0.25 | 0.39 | - | - | - |
| 22 | 28.312 | Butyric acid | - | - | 0.22 | - | - | - |
| 23 | 28.405 | Butyrolactone | 1.26 | 0.10 | - | - | - | - |
| 24 | 28.868 | Iso-valeric acid | 5.32 | 2.03 | 2.41 | 1.01 | - | - |
| 25 | 30.419 | 2-Methyl-5-cyano-hexane | - | - | - | 0.06 | - | - |
| 26 | 30.749 | 2-Phenylethyl acetate | 1.07 | 0.85 | 0.74 | 0.45 | 0.25 | 0.19 |
| 27 | 31.85 | Phenylethyl alcohol | 3.61 | 2.25 | 1.28 | 0.59 | 0.17 | 0.12 |
| 28 | 33.318 | Caprylic acid | - | - | 0.06 | - | - | - |
| 29 | 35.895 | 2,6-Di-tert-butylphenol | 0.62 | 0.10 | - | - | - | - |

¹⁾Abbreviation of samples referred to Table 1.

²⁾Mean (n=3)

부분을 차지하고 있었다. 다음으로 ethyl acetate, benzaldehyde, iso-valeric acid, phenylethyl alcohol, 2-phenylethyl acetate, acetoin, isobutyric acid 등으로 동정되어졌다(Table 2). 주정침가 발효 현미식초의 주된 휘발성 성분 또한 acetic acid가 77% 이상 차지 하는 것으로 나타났으며, 주정 무침가 발효 현미식초에 비해 ethyl acetate가 많은 비중을 차지하였다. 그 외 1-hexyl acetate, benzaldehyde, 2-phenylethyl acetate, phenylethyl alcohol 등으로 나타났 으며, 총 16종의 휘발성 성분이 확인되었다. 이는 주정 무침가 현 미식초의 경우 알코올 및 초산발효 과정 중에 미량의 다양한 휘 발성 성분이 생성된 것으로 판단이 되며, 주정침가 발효한 시판 현미식초의 경우 초산발효에 의해서만 휘발성 성분이 생성되어 그 종류가 적은 것으로 판단된다. Acetic acid는 자취를 나타내 는 산미로서, 초산균에 의해 생성되는 산화생성물로서 식초의 주 된 휘발성 성분으로 나타났다(20,21). Ethyl acetate는 에탄올과 초 산의 에스테르화 반응으로 쉽게 생성이 되어지는 것으로 알려져 있으며(12), 이는 주정침가 발효한 현미식초(BVB)가 주정 무침가 발효한 현미식초(BVA)에 비해 낮게 나타남을 볼 수 있었다. 2-phenylethyl acetate는 phenyl alcohol이 초산으로 에스테르화 되어 생성된다(20,22). 또한 벌꿀향을 비롯한 장미향, 사과향 등의 여 러 종류의 향미를 생성하므로 fantasy 향료나 과일 에센스 제조

에 많이 이용되는 좋은 향기성분(20,23)으로 알려져 있다. Yoon 등(12)의 연구에서 2-phenylethyl acetate는 현미식초에서 특이하게 검출되었으며, 또한 이는 청주와 맥주, 탁주 등 곡류를 이용한 주 류의 향기성분으로 보고된 것(24,25)이 있다. 본 연구에서 주정침 가 발효한 현미식초보다 주정 무침가 발효한 현미식초에서 그 비 율이 높음을 볼 수 있었다. Iso-valeric acid(3-methylbutanoic acid) 는 pungent smell을 지닌 성분으로 본 연구에서 주정 무침가 발 효한 현미식초(BVA)에서 대부분 나타남을 볼 수 있으며, 이는 2 단계 발효 즉 알코올 발효 후 초산발효를 한 감식초에서도 나타 났다(14). 또한 주정 무침가 발효한 현미식초에는 acetoin(3- hydroxy-2-butanone)이 존재함을 볼 수 있었다. 이는 시판 malt vinegar의 휘발성 성분을 연구한 Jones와 Greenshields(26,27)나 conventional wine vinegar와 sherry wine vinegar의 휘발성 성분을 비교 연구한 Blanch 등(11)도 acetoin을 보고하고 있는데 acetoin 을 휘발성 성분으로 보고된 식초들은 알코올 발효와 초산 발효 를 모두 거쳐 제조된 것으로 나타났다. 그러나 Kahn 등(10)은 식 초 발효 후 버터 및 크림향을 내는 acetoin이 검출되며, 이는 초 기 과숙상태의 cider stock에서는 acetoin이 발견되지 않았으나 알 코올 발효를 거치면 미량 생성되고 식초발효를 거친 cider vinegar 에서 과량의 acetoin이 생성되는 것으로 보고되었다. 이렇듯 iso-

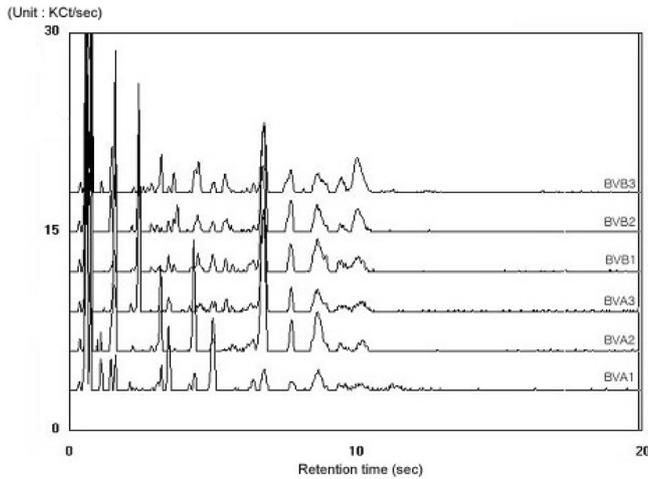


Fig. 1. Comparison of derivative peaks in commercial brown rice vinegars fermented with and without ethanol by GC-SAW. BVA, commercial brown rice vinegar fermented without alcohol; BVB, commercial brown rice vinegar fermented with alcohol

valeric acid, isobutyric acid 및 acetoin 화합물의 경우 주정 무첨가 발효한 현미식초에서 대부분 나타남으로 알코올발효 후, 초산

발효함으로 인해 생성되어지는 화합물일 것으로 판단되어지며, 이에 대한 더 많은 연구가 필요할 것으로 판단된다.

전자코 향미 패턴

전자코를 이용한 주정첨가 유무로 발효한 시판 현미식초의 향미패턴을 Fig. 1, 2에 나타내었다. Fig. 1은 식초의 휘발성 성분의 분석시간에 따른 센서의 반응정도를 나타낸 것으로 BVA의 경우 주정 무첨가 발효한 시판 현미식초로 0.44-0.77초의 주된 peak 이외의 다른 높은 peak가 한두 개 정도 나타남을 볼 수 있었다. 반면에 BVB의 경우는 주정첨가 발효한 시판 현미식초로서 0.44-0.77초에 주된 peak 이외에는 다른 peak는 작게 나타남을 볼 수 있으며, 이러한 전자코 분석시 주정 무첨가 발효한 현미식초가 주정첨가 발효한 현미식초에 비해 peak 들이 더 많이 나타난 것은 Table 2의 GC-MS의 분석에서 나타났듯이 acetic acid 및 ethyl acetate 이외의 iso valeric acid, isobutyric acid 및 acetoin 같은 화합물 때문인 것으로 추측된다. Fig. 2의 경우 Fig. 1을 바탕으로 하여 초기 정제 시간으로부터 마지막 성분이 검출된 머무름 시간까지를 360도 원형 형태로 표시한 것으로 주정첨가 유무에 따른 향기 패턴을 관찰할 수 있었다. Fig. 3의 경우 Fig. 1의 peak 들을 대상으로 주성분분석(PCA)을 한 결과, 주정 무첨가 발효한 시판 현미식초 BVA(◆ ■ ▲)의 경우 주정첨가 발효한 현미식초 BVB(× * ●)와 구분되어 지는 것을 볼 수 있

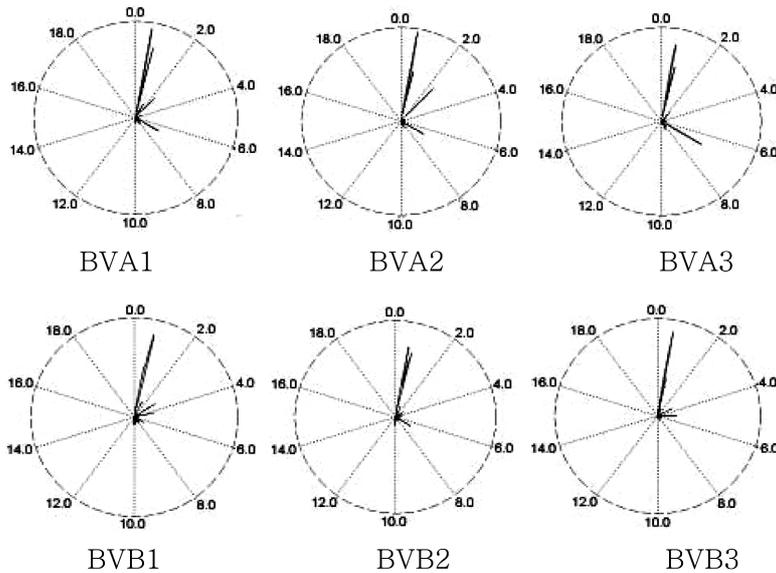


Fig. 2. Derivative peak patterns in commercial brown rice vinegars fermented with and without ethanol by VaporPrint™ image program. BVA, commercial brown rice vinegar fermented without alcohol; BVB, commercial brown rice vinegar fermented with alcohol

Table 3. Sensory properties in commercial brown rice vinegars fermented with and without ethanol

| | Sample ¹⁾ | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | BVA 1 | BVA 2 | BVA 3 | BVB 1 | BVB 2 | BVB 3 |
| Color | 3.40±0.84 ^{2)a} | 3.14±0.56 ^a | 3.20±0.92 ^a | 3.30±0.82 ^a | 2.00±0.66 ^b | 3.00±0.82 ^a |
| Taste | 3.10±0.88 ^b | 3.00±0.82 ^b | 2.70±0.67 ^b | 3.70±0.48 ^a | 2.13±0.31 ^c | 2.00±0.67 ^c |
| Pungent flavor intensity | 2.90±0.57 ^a | 2.71±0.78 ^{ab} | 3.20±0.92 ^a | 2.60±0.97 ^{ab} | 2.00±0.47 ^b | 2.11±0.87 ^b |
| Off-flavor intensity | 2.70±0.67 ^{ab} | 2.57±0.80 ^{bc} | 3.30±0.95 ^a | 2.20±0.63 ^{bc} | 1.88±0.57 ^c | 2.22±0.79 ^{bc} |
| Flavor | 3.00±0.67 ^{bc} | 3.43±0.64 ^{ab} | 2.90±0.74 ^{bc} | 3.70±0.67 ^a | 2.75±0.78 ^{dc} | 2.22±0.63 ^d |
| Overall palatability | 3.30±0.67 ^a | 3.43±0.44 ^a | 2.70±0.48 ^b | 3.60±0.52 ^a | 2.13±0.82 ^b | 2.11±0.74 ^b |

¹⁾Abbreviation of samples referred to Table 1.

²⁾Means±SD (n=3)

^{a-d)}Values within a row followed by different superscripts are significantly different at *p*<0.05.

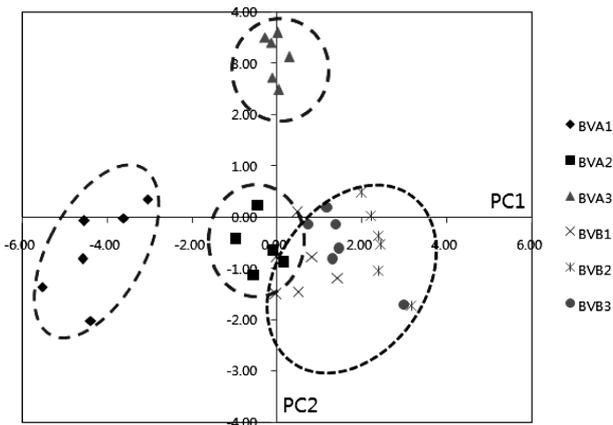


Fig. 3. Principal component analysis of main-peaks in commercial brown rice vinegars fermented with and without ethanol. BVA, commercial brown rice vinegar fermented without alcohol; BVB, commercial brown rice vinegar fermented with alcohol

나타났다. 이는 주정첨가 유무의 발효방식 뿐만 아니라 부가적인 원료에 따라서도 향미패턴에 차이가 남을 볼 수 있었다. 이러한 전자코를 이용한 분석은 신속하고 편리한 방법으로 GC와 달리 배합된 전체의 향을 감지하는 특성을 가지고 있어 사람과 유사하게 반응하거나 사람이 감지하지 못하는 화학물질도 반응하는 특징을 가지고 있다(28). 특히 SAW 센서를 사용하는 전자코의 경우 한 시료에 대한 검출기의 검출 감도가 허용하는 범위 내 모든 성분에 대한 종합적인 데이터 정보를 제공한다. 또한 GC를 활용하므로 온도 프로그래밍에 의해 휘발성분의 끓는점 차이와 column 시료간의 극성에 따라 1차로 분리하고, 분리된 성분이 순차적으로 SAW 센서에 흡착과 탈착을 하면서 일어나는 frequency의 변화를 이용하여 물질을 검출할 수 있다(29). 이러한 장점을 서로 접목한 시스템으로 올리브유의 품질, 품종, 원산지 등을 구분하는데 활용되어 졌으며(30), 또한 GC-SAW 전자코를 활용한 볶은 커피의 원산지 및 배합 커피의 상품별 분류에 관한 보고도 있다(31). 본 연구에서는 주정첨가 유무에 따라 발효된 현미식초의 향미패턴의 차이를 SAW 센서를 이용한 전자코로 신속하게 확인 가능함을 볼 수 있었으며, 이로서 식초의 향기 비교분석에 전자코의 활용 가능성이 있을 것으로 판단된다.

관능적 특성 비교

주정첨가 유무에 따른 시판 현미식초의 색상, 맛, 자극취 정도, 이취(발효취) 정도, 향 기호도 및 전반적인 기호도에 대한 관능평가 결과를 Table 3에 나타내었다. 색상에 대한 기호도의 경우 주정첨가 발효한 시판 현미식초 중 BVB2를 제외하고는 주정첨가 유무에 따른 차이는 없는 것으로 나타났다. 맛의 경우 BVB1이 관능점수 3.70으로 높게 나타났으며, 비교적 주정 무첨가 발효한 현미식초가 주정첨가 발효한 현미식초에 비해 관능점수가 높은 것으로 나타났다. 자극취 강도는 주정 무첨가 발효한 현미식초가 주정첨가 발효한 현미식초에 비해 비교적 높은 것으로 나타났다. 이취강도는 주정 무첨가 발효한 현미식초에서 높은 것으로 나타났는데, 이는 알코올 및 초산발효 과정에서 발효취의 생성으로 초산발효만 실시한 주정첨가 발효한 현미식초에 비해 높게 나타난 것으로 판단된다. 전반적인 기호도는 주정 무첨가 발효한 현미식초에서 비교적 높은 관능점수를 나타내었다.

요 약

시판 현미식초를 주정첨가 유무 발효방식에 따른 휘발성 성분 특성을 살펴보고자 SPME-GC 분석, 전자코 패턴 및 관능평가를 실시하였다. 그 결과, GC-MS 분석을 통한 현미식초의 향기성분 분석에서 주정 무첨가 발효된 현미식초의 주된 휘발성 성분은 acetic acid, ethyl acetate, benzaldehyde, iso-valeric acid, phenyl-ethyl alcohol, 2-phenylethyl acetate, acetoin, isobutyric acid 등으로 총 24종의 휘발성 성분이 확인되었다. 주정첨가 발효 현미식초의 주된 휘발성 성분은 acetic acid, ethyl acetate, 1-hexyl acetate, benzaldehyde, 2-phenylethyl acetate, phenylethyl alcohol 등으로 나타났으며, 총 16종의 휘발성 성분이 확인되었다. 전자코 분석시 주정 무첨가 현미식초는 알코올 발효에 의한 다양한 향의 생성으로 초산 발효시에도 각각 다른 향미패턴이 나타남을 볼 수 있었으며, 주정첨가 현미식초는 주정에 의한 초산발효로 거의 유사한 향미패턴으로 나타나 주정첨가 유무에 따라 현미식초의 향 패턴이 다소 상이함을 확인하였다. 자극취, 이취의 강도에 대한 관능평가에서는 주정 무첨가 발효된 현미식초가 다소 높게 나타났다. 따라서 주정첨가 유무의 발효방식은 현미식초의 향미에 영향을 미치는 것으로 확인되었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ0071732010)의 지원에 의한 연구결과와 일부로 이에 감사드립니다.

문 헌

- Jeong YJ, Seo JH, Jung SH, Shin SR, Kim KS. The quality comparison of uncleaned rice vinegar by two stages fermentation with commercial uncleaned rice vinegar. *Korean J. Food Preserv.* 5: 374-379 (1998)
- Yukimichi K, Yasuhiro U, Fujiharu Y. The general composition inorganic cations free amino acids and organic acid of special vinegars. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakk.* 34: 592-596 (1987)
- Jeong YJ, Lee MH. A view and prospect of vinegar using kyung-pook special products (persimmon, apple, and grape). *Food Ind. Nutr.* 5: 53-39 (2000)
- Joo KH, Cho MH, Moon SY, Song SH. Volatile compounds and sensory odor properties of commercial vinegars. *Korean J. Food Sci. Technol.* 30: 299-305 (1998)
- Kim GR, Yoon SR, Lee JH, Yeo SH, Kim TY, Jeong YJ, Yoon KY, Kwon JH. Quality comparison of commercial brown rice vinegar fermented with and without ethanol. *Korean J. Food Preserv.* 16: 893-899 (2009)
- Hodgkin D, Simmonds D. Sensory technology for flavor analysis. *Cereal Foods World* 40: 186-191 (1995)
- Chou UD. Use and development of sensation sensor. *Bull. Food Technol.* 8: 122-131 (1995)
- Noh BS. Analysis of volatile compounds using electronic nose and its application in food industry. *Korean J. Food Sci. Technol.* 37: 1048-1064 (2005)
- Lim CL, Noh BS. Application of electronic nose in biotechnology. *Korean J. Biotechnol. Bioeng.* 22: 401-408 (2007)
- Kahn JH, Nickol GB, Conner HA. Identification of volatile components in vinegars by gas chromatography-mass spectrometry. *J. Agr. Food Chem.* 20: 214-218 (1972)
- Blanch GP, Tabera J, Sanz J, Herrais M, Reglero G. Volatile composition of vinegars. Simultaneous distillation-extraction and gas chromatographic-mass spectrometric analysis. *J. Agr. Food Chem.* 40: 1046-1049 (1992)
- Yoon HN, Moon SY, Song SH. Volatile compounds and sensory

- odor properties of commercial vinegars. Korean J. Food Sci. Technol. 30: 299-305 (1998)
13. Hur SH, Lee WK. Volatile flavor components in pumpkin vinegar. J. Food Sci. Nutr. 3: 119-122 (1998)
 14. Seo JH, Park NY, Jeong YJ. Volatile components in persimmon vinegars by solid-phase microextraction. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 153-156 (2001)
 15. Lee BY. Application of electronic nose for aroma analysis of persimmon vinegar concentrates. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 314-321 (1999)
 16. Zhang Q, Zhang S, Xie C, Zeng D, Fan C, Li D, Bai Z. Characterization of Chinese vinegars by electronic nose. Sensor Actuat. B-Chem. 119: 538-546 (2006)
 17. Anklam E, Lipp M, Radovic B, Chiavaro E, Palla G. Characterisation of Italian vinegar by pyrolysis-mass spectrometry and a sensor device (electronic nose). Food Chem. 61: 243-248 (1998)
 18. SAS Institute Inc. SAS user's guide: Statistics. Cary, NC, USA pp. 119-138 (1982)
 19. Clark TJ, Bunch JE. Qualitative and quantitative analysis of flavor additives on tobacco products using SPME-GC-mass spectroscopy. J. Agr. Food Chem. 45: 844-849 (1997)
 20. Editorial Committee of Encyclopedia Chimica. Encyclopedia Chimica, Kyolis Publishing & Printing Co., Ltd., Tokyo, Japan Vol. 11, p. 110, 811, 847, Vol. 2, p. 481 (1964)
 21. Merck Index. An Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals, 12th ed. Merck Co. Inc., Whitehouse Station, NJ, USA p. 1130, 1270, 552, 1129, 737, 88, 97, 149, 326, 8, 243, 220, 752 (1992)
 22. Nishiya T. Composition of *soju*. J. Jpn. Soc. Brew. 72: 415-432 (1977)
 23. Yuda J. Volatile compounds from beer fermentation. J. Jpn. Soc. Brew. 71: 818-830 (1976)
 24. Burdock GA. Fenaroli's Handbook of Flavor Ingredients (6th ed.). CRC Press Inc., Boca Raton, FL, USA. p. 1632 (2010)
 25. Kobayachi M, Shimizu H, Shioya S. Beer volatile compounds and their application to low-malt beet fermentation. J. Biosci. Bioeng. 106: 317-323 (2008)
 26. Jones DD, Greenshields RN. Volatile constituents of vinegar. I. A survey of some commercially available malt vinegars. J. Inst. Brew. 75: 457-463 (1969)
 27. Jones DD, Greenshields RN. Volatile constituents of vinegar. II. Formation of volatiles in a commercial malt vinegar process. J. Inst. Brew. 76: 55-60 (1970)
 28. Hong HK. Gas identification using micro-gas sensor array and neural-network pattern recognition. Sensor Actuat. B-Chem. 33: 68-71 (1996)
 29. Noh BS, Oh SY. Application of electronic nose based GC-SAW. Food Sci. Ind. 35: 50-56 (2002)
 30. Guadarrama A, Rodriguez-Mendez ML, Sanz C, Rios JL, de Saja JA. Electronic nose based on conducting polymers for the quality control of the olive oil aroma: Discrimination of quality, variety of olive, and geographic origin. Anal. Chem. Acta 432: 283-293 (2001)
 31. Seo HS, Kang HJ, Jung EH, Hwang IK. Application of GC-SAW (surface acoustic wave) electronic nose to classification of origins and blended commercial brands in roasted ground coffee beans. Korean J. Food Cookery Sci. 22: 299-306 (2006)