

## Comparison of characteristics in commercial fermented vinegars made with different ingredients

Hwan Sik Na<sup>1</sup>, Gyeong Cheol Choi<sup>1</sup>, Soo In Yang<sup>1</sup>, Ji Heon Lee<sup>1</sup>, Jeong Young Cho<sup>2</sup>,  
Seung Jin Ma<sup>3</sup>, Jin Young Kim<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Food and Drug Analysis Division, Jeollanamdo Institute of Health and Environment, Muan 534-821, Korea

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology and Functional Food Research Center,  
Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea

<sup>3</sup>Department of Food Engineering, Mokpo National University, Muan 534-729, Korea

### 시판 발효식초의 원료에 따른 특성 비교

나환식<sup>1</sup> · 최경철<sup>1</sup> · 양수인<sup>1</sup> · 이지현<sup>1</sup> · 조정용<sup>2</sup> · 마승진<sup>3</sup> · 김진영<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>전라남도 보건환경연구원 식품약품분석과,  
<sup>2</sup>전남대학교 식품공학과 및 기능성식품연구센터,  
<sup>3</sup>목포대학교 식품공학과

#### Abstract

The quality characteristics of commercial fermented vinegars made with different ingredients were compared. The pH levels of the persimmon, fig, and brewing and rice vinegars were 3.60, 3.37, and 2.62, respectively. The total acid contents of the brewing, apple, and plum vinegars ranged from 6.33 to 6.57%. The free amino acid contents were detected in the following order: brewing vinegar (521.05 mg/100 g) > fig vinegar (358.89 mg/100 g) > persimmon vinegar (353.02 mg/100 g) > rice vinegar (122.31 mg/100 g) > plum vinegar (103.52 mg/100 g). The free amino acid contents of the commercial fermented vinegars were 56.85~358.89 mg/100 g, and their gamma-aminobutyric acid (GABA) contents, 0.21~27.22 mg/100 g. In particular, the GABA content of the fig vinegar was 1.3- to 100-fold higher than those of the other vinegars. The total polyphenol compound and total flavonoid contents were detected in the following order: persimmon vinegar > fig vinegar > brewing vinegar > rice vinegar. Hence, the results of this study can provide a new alternative for making functional vinegars containing organic acid and GABA.

**Key words :** quality characteristics, fermented vinegar,  $\gamma$ -aminobutyric acid, polyphenol compound

#### 서 론

식초는 소량의 휘발성 및 비휘발성의 유기산, 당류, 아미노산, ester 등을 함유한 독특한 방향과 신맛을 가진 대표적인 발효식품이다(1). 또한 식초는 짠맛과 단맛 등의 음식 맛을 부드럽게 하고 특유의 향미를 더해 줄 뿐만 아니라 생선의 비린내를 감소시키고 육류를 연하게 하는 등 조리에 다양하게 이용되고 있으며, 소스, 마요네즈, 드레싱, 케찹의 원료, 향미제로도 널리 이용되고 있다(2).

한편 식초의 분류는 곡류, 과실류, 주류 등을 주원료로 하여 발효시켜 제조하는 발효식초와 빙초산 또는 초산을 먹는 물로 희석하여 만든 합성식초 등으로 분류하고 있으며(3), 이러한 발효식초는 합성식초보다 산도는 낮지만 풍부한 맛과 영양을 지니고 있는 장점으로 인하여 1990년에 감식초를 시작으로 발효식초에 대한 소비자의 선호도가 높아지고 있는 실정이다(4). 한국에서 과일식초에 대한 품질규격은 과일술덧, 과일 착즙액(과즙함량 30% 이상, 감은 100%)을 원료로 주정 및 당류 혼합하여 초산발효 시킨 액으로 총산 함량이 4~29%(감식초는 2.6% 이상)의 범위로 규정하고 있다(3). 한국의 과일식초는 알코올(주정)을 희석하

\*Corresponding author. E-mail : jkim78@korea.kr  
Phone : 82-61-240-5259, Fax : 82-61-240-5260

고 무기염 등을 혼합하여 초산발효 시킨 양조식초와 과즙을 30% 정도 첨가한 과실식초, 그리고 순수한 과실을 원료로 알코올 및 초산발효의 2단계 발효를 거쳐 생산되거나 병행 복발효에 의해 생산하는 식초 등이 있다(1).

한국 식초의 용도별 생산비율은 조미용 식초가 60%, 음료용 40%를 차지하고 있으며, 종류별 생산비율은 사과식초 39%, 현미식초 14%, 기타 양조식초 6%로 형성되어 있어 양조식초의 소비가 매년 감소하고 사과식초가 높은 시장 점유율을 보이면서 천연 발효식초에 대한 소비가 증가하는 추세에 있다(5,6)

식초의 효능은 동맥경화, 고혈압 등의 성인병 예방효과, 콜레스테롤 저하효과, 체지방 감소, 피로회복 등에 효과적인 것으로 알려져 있으며(4,7), 특히 식초의 초산성분은 부패균의 생육을 억제함으로써 식품의 부패방지에도 기여하는 것으로 알려져 있다(8).

시판 식초와 관련된 연구에는 정치배양 및 시판 현미식초의 품질비교(9), 시판 과실 식초의 이화학적 품질 및 향기성분 비교(10), 국내 시판 식초의 항산화 활성(11), 식초의 종류별 비량성분과 관능적 특성 비교(12), 시판 사과식초의 산도에 따른 품질특성 비교(13) 등이 있다. 최근 여러 종류의 과실식초 제품이 출시됨에 따라 소비자의 선택폭이 넓어졌으나 시판되고 있는 식초의 품질비교에 관한 연구는 미흡하고, 특히 다양한 원료로 제조된 발효식초의 품질연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 한국에서 시판되는 발효식초의 원료에 따른 다양한 특성을 비교·분석하여 발효식초의 품질향상을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 현미식초(양조식초, 현미당화농축액 6.81%), 사과식초(발효식초, 사과과즙 100%), 감식초(발효식초, 감원액 100%), 쌀식초(발효식초, 쌀 20.62%), 양조식초(양조식초, 쌀 40%, 밀 10%, 누룩)와 매실식초(발효식초, 매실추출액 30%, 주정첨가)는 2012년 농협 하나로 마트에서 구입하여 시료로 사용하였으며, 무화과식초(발효식초, 무화과 100%)는 무화과 클러스터사업단에서 제공받아 시료로 사용하였다.

### pH 및 총산

pH 측정은 pH meter(AR50, Fisher scientific, Waltham, MA, USA)를 사용하여 측정하였다. 총산은 식초 10 mL를 취하고, 이에 끓여서 식힌 물을 가하여 100 mL로 하고 그 20 mL를 phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH 용액으로 중화 적정하여 초산 함량(%)으로 환산하였다(3).

### 유리 아미노산

식초의 유리아미노산은 Cha 등(14)의 방법을 응용하여 각 시료 5 mL에 10% trichloroacetic acid(TCA) 50 mL를 가하여 균질화 한 다음 원심분리(10,000 rpm, 4°C, 10 min, Combi 514R, Hanil science industrial, Incheon, Korea)를 행하였다. 원심분리 된 상층액에 증류수와 ether 각각 50 mL를 가하여 용매분획하여 TCA를 제거한 다음 물층은 감압농축 후, 0.2 N sodium citrate buffer(pH 2.2) 10 mL로 정용하고 0.2 µm membrane filter(Satorius Stedim Biotech, Goettingen, Germany)로 여과하여 분석에 이용하였다. 시료액은 아미노산 자동 분석기(Shimadzu prominence series HPLC, Kyoto, Japan)를 이용하여 분석하였으며, 분석조건은 다음과 같다. Column은 Shim-pack Amino-Li E9059, Shim-pack ISC-30/S0504(Li)을 사용하였고, 이동상은 0.2 N sodium citrate buffer(pH 3.2)와 0.6 N sodium citrate buffer(pH 10.0) 및 0.2 M sodium hydroxide solution을 사용하였다. 이동상의 유속은 0.6 mL/min, reaction solution의 유속은 0.2 mL/min으로 하였으며, 여기파장은 350 nm, 형광파장은 450 nm로 하였다.

### 총 폴리페놀 함량

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법(15)을 응용하여 10배 희석한 식초 2 mL에 2 N Folin-Ciocalteu's 시액(Junsei Chemical Co., Ltd., Tokyo, Japan) 2 mL를 혼합하여 3분간 방치한 후, 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 2 mL를 서서히 첨가하고 암소에서 1시간 방치한 후 700 nm(UV/VIS Spectrophotometer, Lambda 25, Perkin Elmer, Shelton, CT, USA)에서 흡광도를 측정하였다. 또한 tannic acid를 이용하여 0, 25, 50, 100, 200 µg/mL의 농도로 표준곡선을 작성한 후 함량을 구하였다.

### 총 플라보노이드 함량

총 플라보노이드 분석은 Moreno 등(16)의 방법으로 식초 2 mL에 10% aluminium nitrate 0.1 mL, 1 M potassium acetate 0.1 mL를 순차적으로 첨가한 후, 최종부피가 5 mL가 되도록 80% methanol을 첨가하였다. 암실에서 40분간 방치한 후 상정액을 415 nm(UV/VIS Spectrophotometer, Lambda 25, Perkin Elmer, USA)에서 흡광도를 측정하여 총 플라보노이드 함량을 측정하였다. 표준품은 quercetin을 이용하여 표준곡선(0, 25, 50, 100, 250, 500 µg/mL)을 작성하고 함량을 구하였다.

### 통계처리

각 실험은 3회 반복하여 얻은 결과를 평균과 표준편차로 나타내었으며, 그 결과는 SAS software package(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)로 통계처리 하였으며, 시료간의 유의검증은 Duncan's multiple range test로 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### pH 및 총산

원료가 다른 시판 발효식초의 pH를 측정된 결과 감식초가  $3.60 \pm 0.09$ 로 7개 시료 중 가장 높은 결과를 보였고, 무화과식초와 양조식초는 각각  $3.37 \pm 0.08$ 과  $3.37 \pm 0.10$ , 쌀식초  $2.62 \pm 0.05$ , 사과식초  $2.54 \pm 0.07$ , 현미식초  $2.53 \pm 0.06$ , 매실식초  $2.39 \pm 0.04$  순으로 나타나, 첨가하는 원료에 따라 식초의 pH가 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ )(Table 1).

**Table 1. pH and total acid of commercial fermented vinegars made with different ingredients**

Samples	pH	Total acid (% as acetic acid)
Fig vinegar	$3.37 \pm 0.08^{1b}$	$5.48 \pm 0.10^b$
Brown rice vinegar	$2.53 \pm 0.06^c$	$6.57 \pm 0.12^a$
Apple vinegar	$2.54 \pm 0.07^c$	$6.33 \pm 0.13^a$
Persimon vinegar	$3.60 \pm 0.09^a$	$4.38 \pm 0.08^c$
Brewing vinegar	$3.37 \pm 0.10^b$	$4.54 \pm 0.06^c$
Rice vinegar	$2.62 \pm 0.05^c$	$5.28 \pm 0.11^b$
Plum vinegar	$2.39 \pm 0.04^d$	$6.51 \pm 0.09^a$

<sup>1</sup>Means±SD of three replicates from a representative result of three independent experiments.

<sup>a-d</sup>Means in the same column with different superscript letters are significantly different ( $p < 0.05$ ).

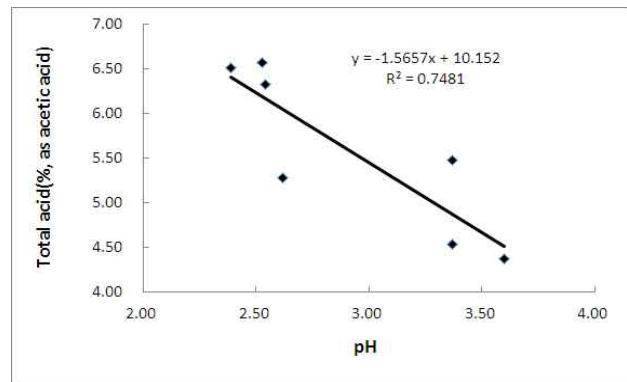
Woo 등(17)은 시판 현미식초의 pH는 2.58~3.28, Kwon 등(4)은 감식초의 pH는 2.85~3.22, 사과식초는 2.46~3.14, Kim(18)은 무화과식초의 pH는 4.7~5.2의 범위라고 보고하여 본 실험 식초 시료들과 pH 범위가 비슷한 것으로 나타났다. 또한 Kim 등(19)은 시판 과실식초의 발효방법에 따른 이화학적 특성을 조사한 결과 과실식초의 pH는 발효방법과 첨가하는 과일의 종류에 따라서 유의적인 차이를 보였다고 하여 원료로 사용되는 과일 등이 식초의 pH에 영향을 주는 것으로 판단된다.

발효식초의 총산을 분석한 결과(Table 1), 현미식초, 사과식초, 매실식초가 6.33~6.57의 범위로 타 시료에 비해 유의적인 차이를 보였으며( $p < 0.05$ ), 감식초, 양조식초, 쌀식초, 무화과식초는 4.38~5.48의 범위를 보였다.

한국 과실식초의 품질규격은 총산의 경우 초산으로서 4.0~29.0%(감식초는 2.6% 이상)의 범위로 규정하고 있어 모든 시료가 식품기준에 적합한 결과를 보이는 것으로 나타났다(3). 또한 Kim 등(10)은 사과식초의 총산이 5.24~6.77, 감식초는 3.05~4.34라고 하였으며, 현미식초의 산도가 4.51~6.39, 무화과식초의 경우 6.5~7.0라고 보고하여 첨가하는 원료 등에 따라 식초의 총산이 다양한 결과를 보이는 것으로 나타났다(17,18). Seo 등(20)은 과실식초의 pH와 총산 함량의 시료별 차이는 발효법 이외에도 첨가되는 과즙의 종류와 첨가량에 영향을 받는다고 하여 본 실험 결과와

유사하였다.

Fig. 1은 pH와 총산과의 상관관계를 나타낸 결과로써 총산의 결과가 높아지면서 pH가 낮아지는 음의 상관관계를 보였다. Jang 등(21)은 사과식초의 pH는 총산의 증가와 반대경향으로 발효기간 동안 지속적으로 감소한다고 하였으며, Jeong(22)은 2단계 교반발효법으로 제조한 사과식초의 총산이 증가함에 따라 pH는 낮아진다고 보고하여 본 실험 결과와 비슷한 결과를 나타냈다.



**Fig. 1. Correlations between pH and total acid of commercial fermented vinegars made with different ingredients.**

### 유리아미노산 함량

시판 발효식초의 유리아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 7종의 식초에 대한 총 유리아미노산 함량은 양조식초가 521.05 mg/100 g으로 가장 높은 결과를 보였으며, 무화과식초(358.89 mg/100 g), 감식초(353.02 mg/100 g), 쌀식초(122.31 mg/100 g), 매실식초(103.52 mg/100 g), 사과식초(56.85 mg/100 g) 순으로 나타났다.

식초의 아미노산은 원료에서 유래되는 것으로 대체로 약 20여종의 유리아미노산이 검출되는 것으로 보고되고 있으며, 그 종류에 따라 맛에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(1). 발효식초의 유리아미노산 함량을 분석한 보고에 따르면 사과식초의 경우 1.64~21.97 mg/100 g(22), 매실식초는 126.8 mg/100 g(23), 감식초는 124.8 mg/100 g(17) 이라고 하여 식초의 원료, 발효법, 재료 배합비 등에 따라 유리아미노산 함량이 다양해짐을 알 수 있었다. 또한 식초의 아미노산은 주로 원료에서 유래되지만 초산발효 중 자화되어 38~60%가 감소된다고 하였으며 특히 glutamic acid, aspartic acid, proline의 감소가 크다고 보고되었다(24).

감식초와 양조식초의 유리아미노산 분포는 proline>isoleucine>valine>alanine 순이었으며, 무화과식초의 경우 alanine >isoleucine >valine >  $\gamma$ -aminobutyric acid(GABA) 순으로 다른 아미노산에 비해 그 함량이 높은 결과를 보였다.

특히 무화과식초의 GABA 함량(27.22 mg/100g)은 기존의 연구에서 많이 함유되어 있다고 알려진 감식초와 현미식

**Table 2. Free amino acid compositions of commercial fermented vinegars made with different ingredients**

(unit : mg/ 100 g)

Free amino acid	Samples						
	FV <sup>1)</sup>	BRV	AV	PSV	BV	RV	PV
Aspartic acid	4.53	0.80	9.58	3.73	6.66	1.06	3.99
Threonine	14.29	ND	ND	14.77	18.58	ND	ND
Serine	15.13	ND	0.42	9.04	23.96	0.42	0.21
Glutamic acid	15.89	ND	6.47	10.00	45.32	ND	1.18
Proline	5.76	7.14	12.43	131.94	104.77	115.36	97.17
Glycine	17.70	0.15	0.15	12.60	25.51	0.30	0.15
Alanine	107.26	0.18	1.07	31.36	68.24	0.71	0.18
Valine	38.45	ND	ND	32.68	68.25	0.96	ND
Cystine	ND <sup>*</sup>	ND	ND	0.23	0.23	0.23	0.23
Methionine	2.69	ND	ND	2.09	7.16	ND	ND
Isoleucine	53.02	ND	ND	38.17	86.95	ND	ND
Leucine	18.36	ND	ND	17.84	35.94	0.79	ND
Tyrosine	8.33	ND	ND	4.35	0.36	0.72	ND
Phenylalanine	5.62	ND	0.33	9.91	8.92	0.66	ND
γ-Aminobutyric acid	27.22	0.21	0.62	22.27	14.64	0.21	0.41
Histidine	5.59	ND	ND	0.93	ND	0.31	ND
Lysine	16.96	ND	ND	11.11	5.56	0.58	ND
Arginine	2.09	2.44	25.78	ND	ND	ND	ND
Total amino acid contents	358.89	10.92	56.85	353.02	521.05	122.31	103.52

<sup>1)</sup>FV ; Fig vinegar, BRV ; Brown rice vinegar, AV ; Apple vinegar, PSV ; Persimmon vinegar, BV ; Brewing vinegar, RV ; Rice vinegar, PV ; Plum vinegar.<sup>\*</sup>ND : Not detected.

초에 비해서도 높은 함량을 보였으며, 이러한 결과로 보아 향후 유기산 성분과 GABA 함량이 풍부한 기능성 식초를 제조하는데 무화과 식초가 좋은 대안이 될 것으로 판단된다. 무화과식초와 감식초에 다량 함유된 GABA는 성인병 예방과 청소년기의 두뇌활동을 도와 학습능력에 큰 도움이 될 뿐만 아니라 기억력 감퇴 현상을 현저하게 방지해 주는 효과도 있는 것으로 알려져 있으며 최근 뇌졸중과 결장암, 대장암 세포의 전이와 증식억제 효과에도 도움이 된다는 보고가 있는 기능성 물질이다(25).

### 총 폴리페놀, 총 플라보노이드 함량

식초의 총 폴리페놀 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 감식초가 485.13±27.16 mg/kg으로 가장 높은 결과를 보였으며, 다음으로 무화과식초(320.94±20.74 mg/kg), 양조식초(284.10±21.43 mg/kg), 쌀식초(83.86±10.19 mg/kg) 순으로 나타나 시료별 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). Lee 등(13)은 시판식초의 항산화 활성을 비교한 결과 식초의 원료에 따라 함량이 차이를 보인다고 하여 사용하는 원료, 원료의 함량이 총 폴리페놀에 영향을 주는 것으로 사료된다.

**Table 3. Total polyphenol compound and total flavonoid content of commercial fermented vinegars made with different ingredients**

(mg/kg)

Samples	Total polyphenol compound	Total flavonoid content
Fig vinegar	320.94±20.74 <sup>1)b</sup>	91.75±3.55 <sup>b</sup>
Brown rice vinegar	21.34± 2.08 <sup>c</sup>	5.86±0.39 <sup>f</sup>
Apple vinegar	41.97± 4.60 <sup>d</sup>	9.41±0.75 <sup>e</sup>
Persimon vinegar	485.13±27.16 <sup>a</sup>	194.85±6.18 <sup>a</sup>
Brewing vinegar	284.10±21.43 <sup>b</sup>	86.05±3.24 <sup>c</sup>
Rice vinegar	83.86±10.19 <sup>e</sup>	17.41±0.92 <sup>d</sup>
Plum vinegar	44.41± 3.24 <sup>d</sup>	8.61±0.43 <sup>e</sup>

<sup>1)</sup>Means±SD of three replicates from a representative result of three independent experiments.<sup>a-d)</sup>Means in the same column with different superscript letters are significantly different (p<0.05).

시료별 총 플라보노이드 함량은 감식초(194.85±6.78 mg/kg), 무화과식초(91.75±3.55 mg/kg), 양조식초(86.05±3.24 mg/kg), 쌀식초(17.41±0.92 mg/kg) 순으로 나타나 총 폴리페놀 함량 결과와 그 경향이 일치하였으며, 시료 간 유의적인 차이를 보였다(p<0.05). 반면 현미식초, 사과식초, 매실

식초의 경우 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량이 무화과식초, 양조식초, 쌀식초 보다는 낮은 결과를 보였다.

## 요 약

시판되는 발효식초 7종을 대상으로 품질특성을 비교 분석하였다. pH는 감식초가 가장 높았으며, 양조식초, 무화과식초, 쌀식초, 사과식초, 현미식초, 매실식초 순으로 나타났다. 총산의 경우 현미식초, 사과식초, 매실식초가 6.33~6.57%의 범위를 보여 타 시료에 비해 조금 높은 결과를 보였다. 유리아미노산 함량은 양조식초>무화과식초>감식초>쌀식초>매실식초>사과식초 순으로 나타났으며,  $\gamma$ -aminobutyric acid(GABA) 함량이 무화과식초와 감식초에서 타 시료에 비해 높게 분석되었다. 항산화성분인 총 폴리페놀 함량은 감식초>무화과식초>양조식초>쌀식초 순으로 나타났으며, 총 플라보노이드 함량 역시 그 경향이 총 폴리페놀 함량과 일치하였다. 이상의 결과로 보아 현재 상업적으로 대량 판매를 하지 않는 무화과 식초가 타 식초에 비해 유기산 성분과 GABA 함량이 풍부한 기능성 식초를 제조하는데 좋은 대안이 될 것으로 사료된다

## References

- Jeong YJ, Lee MH (2000) A view and prospect of vinegar industry. Food Ind Nutr, 5, 7-12
- Jeong YJ, Lee MH (2000) A view and prospect of vinegar using kyungpook special products(persimmon, apple, and vinegar). Food Ind Nutr, 5, 53-59
- KFDA (2012) Food Code. Korea Food and Drug Administration, p. 5-21-1, Seoul, Korea
- Kwon SH, Jeong EJ, Lee GD, Jeong YJ (2000) Preparation method of fruit vinegars by two stage fermentation and beverages including vinegar. Food Ind Nutr, 5, 18-24
- Kang BH, Shin EJ, Lee SH, Lee DS, Hur SS, Shin KS, Kim SH, Son SM, Lee JM (2011) Optimization of the acetic acid fermentation condition of apple. Korean J Food Preserv, 18, 980-985
- Joo KH, Cho MH, Park KJ, Jeong SW (2009) Effects of fermentation method and brown rice content on quality characteristics of brown rice vinegar. Korean J Food Preserv, 16, 33-39
- Jeong Y, Seo JH, Jung SH, Shin SR, Kim KS (1998) The quality comparison of uncleaned rice vinegar by two stage fermentation with commercial uncleaned rice vinegar. Korean J Food Preserv, 5, 374-379
- Yang HC, Choi DS (1979) Physiological characteristics of acetic acid bacteria isolated from clover flower vinegar. J Korean Agric Chem Soc, 22, 150-159
- Woo SM, Jo YJ, Lee SW, Kwon JH, Yeo SH, Jeong YJ (2012) Quality comparison of static-culture and commercial brown rice vinegars. Korean J Food Preserv, 19, 301-307
- Kim GR, Yoon SR, Lee JH, Yeo SH, Jeong YJ, Yoon KY, Kwon JH (2010) Physicochemical properties of and volatile components in commercial fruit vinegars. Korean J Food Preserv, 17, 616-624
- Lee SM, Choi Y, Kim Y, Kim DJ, Lee J (2009) Antioxidant activity of vinegars commercially available in Korean markets. Foods Eng Prog, 13, 221-225
- Moon SY, Chang HC, Yoon HN (1997) Comparative analysis of commercial vinegars in physicochemical properties minor components and organoleptic tastes. Korean J Food Sci Technol, 29, 663-670
- Jo DJ, Park EJ, Kim GR, Yeo SH, Jeong YJ, Kwon JH (2012) Quality comparison of commercial cider vinegars by their acidity levels. Korean J Food Sci Technol, 44, 699-703
- Cha MJ, Park EH, Kang SC, Baek KH (2011) Effects of various wavelength on the hardness and the free amino acid contents of soybean sprouts, Korean J Environ Agric, 30, 402-408
- Swain T, Hills WE, Ortega M (1959) Phenolic constituents of *Ptunus domestica*. I. Quantitative analysis of phenolic constituents. J Sci Food Agric, 10, 83-88
- Moreno MI, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA (2000) Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. J Ethnopharmacol, 71, 109-114
- Woo SM, Jo YJ, Lee SW, Kwon JH, Yeo SH, Jeong YJ (2012) Quality comparison of static-culture and commercial brown rice vinegars. Korean J Food Preserv, 19, 301-307
- Kwon SH, Jeong EJ, Lee GD, Jeong YJ (2000) Preparation method of fruit vinegars by two stage fermentation and beverages including vinegar. Food Ind Nutr, 5, 18-24
- Kim KO, Kim SM, Kim SM, Kim DY, Jo DJ, Yeo SH, Jeong YJ, Kwon JH (2013) Physicochemical characteristics of commercial fruit vinegars with different fermentation methods. J Korean Soc Food Sci Nutr, 42,

736-742

20. Seo JH, Kim YJ, Lee KS (2003) Comparison of physicochemical characteristics of fruit vinegars produced from two-stage fermentation. *Food Ind Nutr*, 8, 40-44
21. Jang SY, Sin KA, Jeong YJ (2010) Quality characteristics of apple vinegar by agitated and static cultures. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 39, 308-312
22. Jeong YJ, Seo JH, Lee GD, Park NY, Choi TH (1999) The quality comparison of apple vinegar by two stages fermentation with commercial apple vinegar. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 28, 353-358
23. Ko YJ, Jeong DY, Lee JO, Park MH, Kim EJ, Kim JW, Kim YS, Ryu CH (2007) The establishment of optimum fermentation conditions for *Prunus mume* vinegar and its quality evaluation. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 36, 361-365
24. Yulkimichi K, Yasuhiro U, Fujihara Y (1987) The general composition inorganic cations free amino acids and organic acid of special vinegars. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 34, 592-598
25. Mody I, Dekoninck Y, Otis TS, Soltesz I (1994) Bringing the cleft at GABA synapses in the brain. *Trends Neurosci*, 17, 517-525

---

(접수 2013년 3월 7일 수정 2013년 7월 12일 채택 2013년 7월 31일)