

## 2단계 발효에 의한 사과식초와 시판 사과식초의 품질비교

정용진<sup>†</sup> · 서지형 · 이기동 · 박난영\* · 최태호\*\*

경북과학대학 전통발효식품과

\*경북대학교 식품공학과

\*\*삼성물산 품질과학연구소

### The Quality Comparison of Apple Vinegar by Two Stages Fermentation with Commercial Apple Vinegar

Yong-Jin Jeong<sup>†</sup>, Ji-Hyung Seo, Gee-Dong Lee, Nan-Yong Park\* and Tae-Ho Choi\*\*

Dept. of Traditional Fermented Food, Kyongbuk College of Science, Kyongbuk 718-850, Korea

\*Dept. of Food Science and Technology, Kyongbuk National University, Taegu 702-701, Korea

\*\*Samsung Retail Group Quality Science Institute, Seongnam 463-070, Korea

#### Abstract

We produced the apple vinegar with only apple fruits, no adding sugar and others through two stages fermentation (alcohol fermentation and acetic acid fermentation). At the first stage, apple wine contained 5% alcohol was produced at the 5th day. And through the second stage, acetic acid fermentation, apple vinegars of which total acidity is 5.88% were produced. In comparison with commercial vinegars for physicochemical quality, it was the lowest in total acidity. But contents of oxalic, tartaric, malic, citric, succinic acid in it were higher than other vinegars. Especially the content of malic acid in it was higher 5 times than other vinegars. Malic acid was known that it was abundant in apple fruits. Also the contents of free amino acids were distinctly high such as 21.97mg% in two stages fermented apple vinegars. Potassium content in it was higher 4 times than other vinegars. So it was supposed that two stages fermented vinegar had much higher quality than commercial vinegars.

Key words: apple vinegar, two stage fermentation, quality comparison

#### 서론

사과는 국내 과일 중에서 생산과 소비가 가장 많고 1990년 이후 가격상승 및 농산물 수입 자유화에 따른 대체작목으로 선정되면서 재배면적이 매년 증가되고 있다(1). 국내 사과 생산량의 85~90% 정도는 생과로 소비되며, 10~15%는 상품성이 떨어지는 중품 이하의 것으로 주스 등의 가공용 원료로 이용되고 있다. 하지만 과실의 비대가 왕성한 8~9월, 장마, 태풍 등의 영향으로 35~40% 정도의 중하품이 발생되어 재배농가에 막대한 경제적 손실을 초래하고 있는 실정이다(2).

식초는 동서양을 막론하고 대표적인 조미료로서 우리나라에서도 장류 다음으로 많이 애용되고 있으며(3) 최근에 경제성장과 더불어 식생활 문화가 향상되면서 식초는 단순한 조미료의 기능 뿐만 아니라 건강식품으

로도 관심이 높아지고 있다(4,5). 옛부터 우리나라의 가정에서는 전통적인 병행발효방법으로 다양한 식초를 제조하여 조리에 이용하였으며, 당질과 유기산이 풍부한 사과를 식초제조에 널리 이용하였다(6). 그러나 1970년대부터 대량 생산되어 시판되고 있는 사과식초는 주정을 희석하여 사과과즙 30% 정도를 첨가하여 생산된 제품으로서 100% 사과만을 원료로 제조된 전통적인 사과식초와는 품질면에서 차이가 있다(7). 더욱이 최근 100% 사과과즙을 사용한 미국산 사과식초의 수입과 식초시장의 고급화 추세 등은 소비자 기호도에 부응할 수 있는 사과식초의 개발을 필요로 하고 있다. 과실을 이용한 식초제조에 관해서는 Jeong(8)이 감과실을 이용하여 단기간에 대량생산이 가능한 감식초의 제조방법에 대해 보고하였으며, 유자식초(9), 매실식초(10), 배식초(11) 등도 보고되었다. Hwang 등(12)은 낙과를

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

이용한 간이사과식초제조에 관한 연구를 하였으나, 당류 등의 부원료를 일체 사용하지 않은 사과식초에 관한 연구는 현재까지 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 상품성이 떨어지는 사과의 효율적 활용을 위하여 알콜발효와 초산발효 2단계로 사과식초를 제조하고, 이를 시판중인 사과식초와 품질을 비교하여 주정, 당류 등 일체의 부원료를 사용하지 않은 사과식초의 품질을 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에 사용된 사과는 1997년 경북 성주에서 생산된 Fuji 품종으로 농가에서 직접 구매하여 사용하였으며 시판 사과식초 4종은 백화점에서 구입하여 각각 시료로 사용하였다.

### 주모 및 종초

Jeong(8)의 방법에 준하여 주모 및 종초를 사용하였다. 즉, 사과를 착즙한 여액을 살균한 후 경북과학대학 전통식품연구소에 보관중인 *Saccharomyces cerevisiae* R12를 접종하여 25°C, 150rpm으로 38시간 진탕배양하여 5%(w/v)를 주모로 사용하였으며, 종초는 사과 착즙액을 알콜발효하여 *Acetobacter* sp. PA97을 접종하고 30°C, 200rpm으로 72시간 진탕배양하여 10%(v/v)를 종초로 사용하였다.

### 사과식초의 제조

부패된 부위를 제거하고 수세한 사과 5kg을 원료로 사용하여 알콜 및 초산발효, 2단계로 구분하여 식초를 제조하였다. 즉, 1단계 알콜발효는 사과를 blender로 파쇄하여 주모 250ml를 접종하여 25°C 항온배양기에서 간헐적으로 교반하면서 5일간 알콜발효를 행하여 착즙 후 주박을 제거하고 알콜함량 5%의 여액을 얻었으며, 2단계 초산발효는 사과 알콜발효액 3L에 종초 300ml를 접종하고 25°C의 working volume 4L의 발효기(KF-5L, Korea Fermentor Co., Korea)에서 초산균의 증식에 따라 통기량을 조절하면서 6일간 초산발효하여 원심분리 후 침전물을 제거한 상정액을 분석시료로 사용하였다.

### 식초의 이화학적 특성 측정

알콜함량은 배양액을 원심분리한 후 상정액을 증류하여 alcohol hydrometer로 측정된 값을 Gay Lussac

Table로 환산하여 산출하였으며, 미량알콜분석은 산화법을 사용하여 측정하였다(13). pH는 pH meter(Metrohm 691, Swiss)를 사용하여 측정하였으며, 총산은 0.1N NaOH용액으로 중화적정하여 초산함량(%)으로 환산하였다. 색상은 색도계(Chromameter, Model CR-300, CT310, Minolta Co., Japan)에 의하여 L(백색도), a(적색도), b(황색도)로 나타내었으며, 탁도는 일정량의 시료를 취하여 660nm에서 흡광도로 나타내었다.

### 유기산 분석

식초 원액을 hexane으로 유지성분을 제거한 후 0.45 µm membrane filter와 Sep-pak C<sub>18</sub> 여과로 색소 및 단백질성분을 제거한 다음 분석하였다. 각 시료는 HPLC(Water-600, Waters Co., USA), µ-Bondapak C<sub>18</sub> column과 mobile phase로 distilled water를 이용하여 flow rate 0.6ml/min., injection volume 5µl, RI detector에서 분석하였다. 또한 동일한 분석조건으로 oxalic, malic, citric, tartaric, succinic, lactic, acetic acid 표준품의 검량곡선을 작성하여 각각의 유기산을 정량하였다(14).

### 유리아미노산

시료 10ml에 ethanol 30ml를 가한 다음 하룻밤 실온에 방치시켜 단백질을 침전·제거한 다음 상정액을 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시킨 후 다시 상정액만 취하여 증탕 가열하여 건조시켰다. 이것을 pH 2.2의 citrate buffer 10ml를 가하여 희석시킨 후 0.45µm membrane filter로 여과한 여액을 ninhydrin법으로 amino acid autoanalyzer(LKB 4150, alpha autoanalyzer, Ultracac 11 cation exchange resin, LKB Co., Swiss)를 이용해서 분석하였다(14).

### 미량성분 분석

식초용액 100ml에 분해제(HClO<sub>4</sub> : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>=9 : 2 : 5, v/v) 25ml를 가하여 낮은 온도에서 서서히 가열하여 완전하게 분해한 후 여과시켜 100ml로 정용하였다. 이를 시료로 atomic absorption spectrophotometer(Spectra A-800, Varian Co., Japan)를 사용하여 분석하였다(8).

## 결과 및 고찰

### 사과식초의 제조

부패된 부위를 제거하고 수세후 파쇄한 사과는 당도 12°Brix, pH 4.12, 총산 0.43%였으며, 이를 원료로 사용

하여 알콜발효 및 초산발효 2단계 과정으로 사과식초를 제조하였으며, 1단계 알콜발효과정의 당도 및 알콜함량의 변화는 Fig. 1과 같다. 주모 접종 후 초기 당도 11.8°Brix에서 발효 1일째에 8.0°Brix로 급격히 감소하였으며 시간이 경과함에 따라 서서히 감소하여 발효 5일에 4.8°Brix를 나타내었다. 알콜함량의 변화는 발효 1일째부터 서서히 증가하여 발효 5일째에 5.0%를 나타내었다. 이상의 결과는 Hwang 등(12)이 12~15°C의 실온에서 사과를 알콜발효시킬 때 28일째에 알콜함량 3.91%로 발효가 잘 이루어지지 않았다는 내용과 상반되는 결과로서, 알콜함량이 높게 나타났다. 또한 Hwang 등의 보고(12)에서 설탕으로 24°Brix로 보당 후 얻은 알콜함량 10.8%보다는 낮았으나, 본 연구결과는 보당을 하지 않고도 초산발효의 기질로 적합한 5% 정도의 알콜생성이 가능한 것으로 나타났다. 사과를 이용한 1단계 알콜발효과정의 당도 및 알콜함량의 변화는 Jeong(8)과 Minoru 등(15)의 감과실의 1단계 알콜발효 과정중의 변화와 유사한 경향이였다.

1단계 알콜발효 후 주박을 분리한 알콜발효 여액을 기질로 2단계 초산발효 중 pH 및 총산의 변화는 Fig. 2와 같다. 종초를 접종한 후 초기 총산은 0.98%였으며, pH 3.69로 나타났다. 발효시간이 경과함에 따라 총산함량은 조금씩 증가하여 3일째부터 3.3%로 빠르게 증가되어 발효 5일에 5.8%를 나타내었으며, pH는 발효가 진행됨에 따라 조금씩 감소하여 6일째에는 pH 3.2를 나타내었으며 총산 및 pH의 변화과정으로 볼 때 6일째에 발효가 정지되었음을 알 수 있었다. 이상의 결과는 Hwang 등(12)의 사과식초 제조과정에서 30°C에서 20일 이상의 발효기간보다 짧았으며, Jeong(8)의 감식초 발효와

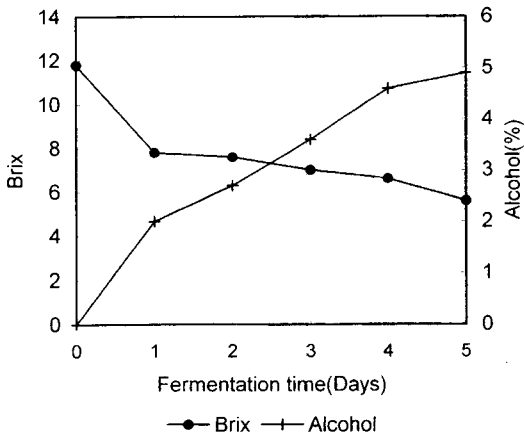


Fig. 1. Changes of sugar concentration and alcohol content during alcohol fermentation of apple fruits.

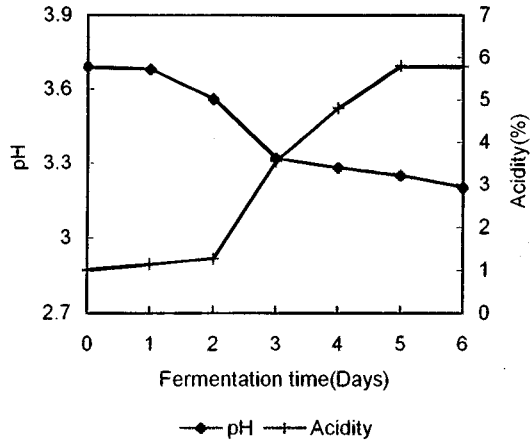


Fig. 2. Changes of acidity and pH during acetic acid fermentation of apple fruits.

는 유사한 경향을 나타내었다. 이는 발효조건에 따른 차이로 생각되며 사과식초의 발효조건에 따른 구체적인 연구가 행해져야 할 것으로 생각된다.

사과식초의 이화학적 특성 비교

설탕, 알콜 등 일체의 부원료를 사용하지 않고 알콜 발효 및 초산발효 2단계 과정으로 발효시킨 사과식초 (A)와 일반적으로 5%로 희석된 주정에 사과과즙 30% 정도를 첨가하여 초산발효에 의해 생산된 시판 사과식초 4종(B, C, D, E)의 이화학적 특성을 상호 비교 분석하였다 (Table 1). 본 연구에서 제조한 A제품은 잔류당의 함량이 5.0°Brix로 시판제품에 비해서 낮았으며 잔류알콜은 검출되지 않았다. 이상의 결과로 잔류알콜이 검출되지 않은 A제품이 초산발효가 가장 완전하게 진행되었으며 C제품과 E제품은 잔류당과 잔류알콜함량이 높아서 초산발효가 완전하게 되지 않은 것으로 추측된다. pH는 2단계 발효로 제조된 A제품에서 가장 높게 나타났으나, 총산은 시료에 따라 많은 차이가 있어서 A제품이 가장 낮고 2배식초인 D제품은 총산 함량이

Table 1. Sugar concentration, alcohol content, pH and acidity in apple vinegars

Physicochemical properties	Samples				
	A <sup>1)</sup>	B	C	D	E
Sugar conc.(°Brix)	5.0	5.0	6.9	10.6	6.4
Alcohol(%)	-	0.30	0.70	0.23	0.50
pH	3.14	2.42	2.71	2.46	2.68
Acidity(%)	5.88	7.11	6.78	14.13	6.42

<sup>1)</sup>A was apple vinegar by two stages fermentation. B, C, D, E are commercial apple vinegars.

14.13%로 다른 제품과 뚜렷한 차이를 보였다. 이와 같이 제품의 종류가 동일한 식초인 경우에도 총산 함량이 다른 것은 제조방법에 따른 차이이며, 국내 식초규격(7)인 총산 함량 4~20%에는 모두가 적합하였다. Jo(16)는 시판 사과식초의 총산은 최저 3.24%, 최고 9.96%로 평균 5.21%로 보고하였으며, Moon 등(17)에 따르면 시판 사과식초의 총산 함량은 5.32~6.11%로 본 연구결과와 유사하였다. Table 2에서 식초의 색상은 A제품이 타제품에 비해서 L값이 매우 낮고 b값과 탁도가 높게 나타났다. 이는 일반 양조사과식초가 사과과즙 30% 정도를 첨가하여(7) 최종제품을 구조토 및 초미세 여과를 하여 생산되는 점과, A제품의 경우 사과가 주원료로 사과함량이 높고 원심분리에 의한 여과방법에 따른 차이로 생각된다.

### 유기산

Table 3은 유기산을 분석한 결과로써 oxalic, tartaric, malic, citric, lactic, acetic, succinic acid가 검출되었다. 각각의 사과식초에서 acetic acid 함량은 1.3%~10.7%로 유기산의 주된 성분으로 나타났다. 사과에 풍부한 malic acid의 함량은 일체의 첨가물을 사용하지 않은 A제품이 427.1mg%로 가장 높았고 B, C, D, E제품은 각각 83.2, 37.2, 36.8, 12.3mg%로 A제품과 뚜렷한

Table 2. Comparison of colors and turbidity in apple vinegars

Physicochemical properties	Samples				
	A <sup>1)</sup>	B	C	D	E
L	72.63	98.68	96.00	96.23	90.21
a	-0.36	-0.86	-3.44	-3.03	-1.94
b	+30.15	+6.31	+22.68	+22.51	+45.90
ΔE	40.69	6.49	23.26	23.03	46.93
Turbidity	0.198	0.018	0.025	0.011	0.009

<sup>1)</sup>Abbreviations are the same as in Table 1.

Table 3. Contents of organic acid in apple vinegars (mg%)

Organic acids	Samples				
	A <sup>1)</sup>	B	C	D	E
Oxalic acid	64.8	33.5	28.1	23.6	23.4
Tartaric acid	38.3	-	21.7	-	13.1
Malic acid	427.1	83.2	37.2	36.8	12.3
Lactic acid	42.1	229.7	126.0	224.9	197.3
Acetic acid	4601.7	5758.4	1674.4	10739.4	1395.3
Citric acid	89.9	8.6	5.9	6.4	9.5
Succinic acid	67.8	42.0	8.5	52.0	17.4

<sup>1)</sup>Abbreviations are the same as in Table 1.

차이를 보였다. 따라서 malic acid의 함량으로부터 사과식초에 함유된 사과과즙 함량을 간접적으로 추정할 수 있을 것으로 생각된다. 즉, malic acid의 함량이 높을수록 사과의 첨가량이 많은 것으로 생각된다. Lactic acid의 함량은 42.1~229.7mg%로 2단계 발효에 의한 A제품에서 가장 낮았다. 시판 사과식초에서 lactic acid의 함량이 높게 나타난 것은 식초의 총산 및 비중을 고려한 첨가물의 사용때문인 것으로 생각된다. Lee와 Choi(2)에 따르면 사과의 주된 유기산 성분으로 malic, citric acid가 보고되었으며, Jo(16)는 malic acid 함량은 국내 시판식초 중 사과식초에서 가장 높으며 그 함량은 2.322~2.466%로 보고하였다. 따라서 이를 사과식초의 품질지표로 고려할 때 A제품은 타제품에 비해 malic acid와 citric acid 함량이 현저하게 높았다.

### 유리아미노산

Table 4에서 유리아미노산 함량은 1.64~21.97mg%로, 2단계 발효에 의해 제조된 A제품이 가장 높았으며, B, C, E제품의 경우 유리아미노산 함량이 4.5mg% 이하로 현격하게 낮았다. Moon 등(17)은 시판 사과식초의 유리아미노산 함량이 17.87~29.64mg%에 달한다고 보고하였으나, 본 연구에서 A제품과 D제품을 제외하고는 큰 차이가 있었다. 또한 아미노산 조성에 있어서도 식초의 종류에 따라 차이가 있어서, A제품에서는 tyrosine이, B, C, D제품에서는 aspartic acid가, E제품에서는 cystine의 함량이 높았다.

식초에 함유된 유리아미노산 함량은 식초의 종류에 따라 큰 차이가 있어서, 화이트 식초의 경우 총 유리아

Table 4. Contents of free amino acid in various apple vinegar (μg/ml)

Amino acids	Samples				
	A <sup>1)</sup>	B	C	D	E
Aspartic acid	5.1	8.2	5.2	67.5	ND
Threonine	9.7	3.1	1.1	10.1	3.5
Serine	12.3	2.9	1.5	11.6	4.2
Glutamic acid	22.8	6.5	-	-	-
Glycine	8.5	1.8	1.0	6.2	1.5
Alanine	32.3	3.9	1.8	19.1	3.5
Valine	17.9	3.9	1.0	15.8	1.4
Cystine	-	-	-	4.5	5.3
Methionine	6.0	1.2	-	3.1	-
Isoleucine	15.2	2.4	0.6	13.0	0.5
Leucine	26.2	4.6	0.6	16.0	0.9
Tyrosine	59.8	2.3	3.6	15.4	-
Phenylalanine	3.9	2.7	-	4.0	-
Total	219.7	43.5	16.4	186.3	20.8

<sup>1)</sup>Abbreviations are the same as in Table 1.

Table 5. Contents of mineral in various apple vinegars (ppm)

Minerals	Samples				
	A <sup>1)</sup>	B	C	D	E
Cu	0.40	1.15	0.40	0.10	0.22
Fe	2.01	3.68	3.15	1.21	0.84
K	436.89	94.51	106.59	119.62	129.20
Na	-	10.92	32.76	1.01	2.45

<sup>1)</sup>Abbreviations are the same as in Table 1.

미노산 함량이 5mg% 내외에 불과하다(16). 식초의 아미노산은 초산발효 중 자화되어 38~60%가 감소하며, glutamic acid, aspartic acid, proline의 감소가 크다고 보고되었다(18). Jo(16)는 국내산 사과식초에서는 arginine, histidine이 많다고 보고하였으나, aspartic acid, alanine, glutamic acid, serine의 함량이 높다는 보고(18)도 있다.

#### 미량성분

각 식초에서 Cu는 1.15 ppm 이하, Fe의 함량은 3.68 ppm 이하로 나타났으며, 이는 Moon 등(17)의 보고와도 일치하였다(Table 5). K의 함량은 모든식초에서 상당히 높게 나타났으며, 특히 A제품에서는 436.89 ppm으로 다른 식초에 비해서 매우 높았다. Kim 등(19)에 따르면 한국산 사과의 무기질 함량 평균치는 회분 0.36%, Cu 0.39 ppm, Fe 2.83 ppm, Zn 0.36 ppm, Mg 53.12 ppm, Ca 37.00 ppm, K 1302.04 ppm, Na 19.92 ppm, P 54.02 ppm Pb 21.90 ppb, Cd 8.56 ppb 그리고 Cr 42.46 ppb로서 K, Na, Mg, Ca, P 등의 함량이 높은 편이며, K의 함량은 평균 1302. 14±181.25 ppm으로 다량 함유되어 있다. Ryan (20)의 연구에서 사과주스의 경우 K함량은 100~130 mg/100ml로 사과의 품종 및 재배지역에 주된 영향을 받는다고 보고되었다. 감식초, 포도식초 등에서도 주된 미량성분으로 K이 보고(8,21)되었으며, 감식초는 1468.20 ppm으로 과실식초중 K함량이 가장 높은 것으로 보고(8)되었다. A제품에서는 Na이 검출되지 않았으나 이밖에 타제품에서는 10ppm 이하로 함유된 것으로 나타났으며, 이는 식초제조시 부재료의 사용 및 원료의 차이에 의한 것으로 생각된다.

#### 요 약

사과를 원료로 알콜발효 및 초산발효의 2단계 발효에 의하여 사과식초를 제조한 결과 1단계 알콜발효에서는 5일째에 5.0%의 사과주를 얻을 수 있었으며, 2단계의 초산발효에서는 총산 5.88%의 사과식초를 제조

할 수 있었다. 이를 시판 식초와 이화학적 품질을 비교하였을 때 총산은 가장 낮았으나, oxalic, tartaric, malic, citric, succinic acid의 함량은 시판 식초보다 높았으며, 특히 사과에 풍부한 malic acid의 함량은 5배 이상 높았다. 유리아미노산 함량도 2단계 발효로 제조된 식초에서 21.97mg%로 뚜렷하게 높았으며, 미량성분 중 K의 함량도 시판 식초에 비해서 4배 이상 높았다. 이상의 결과로 사과를 주원료로 2단계 발효에 의해 제조된 사과식초는 시판 사과식초보다 비교적 품질이 우수하였으며, 사과의 주요 유기산인 malic acid 함량을 기준으로 품질평가를 할 경우 시판 사과식초의 사과과즙 함량 추정이 가능할 것으로 생각된다.

#### 감사의 글

본 연구는 1997년도 경북과학대학 교내 학술연구비 지원으로 수행된 연구이며 이에 감사드립니다.

#### 문 헌

1. 주요농산물 유통실태. 농수산물유통공사, Vol. 184, p.251 (1997)
2. Lee, J. B. and Choi, J. U.: Effect of CA storage conditions on the internal breakdown of fuji apple fruits under CA storage. *Korean J. Post-Harvest Sci. Technol. Agri. Products*, **4**, 227-235(1997)
3. 조재선: 식초의 종류와 특성. *식품과학*, **17**, 38-50(1984)
4. 심길순: 식초의 체내대사 및 건강. *식품과학*, **17**, 51-59 (1984)
5. 식초 및 소금. 한국식품연감, 농수축산신문사, pp.409-413 (1993)
6. Kim, S. D., Jang, K. S. and Kim, M. K.: Fermentation of apple vinegar in the farmhouse. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life*, **4**, 75-86(1994)
7. 식품공전, 한국식품공업협회, pp.471-472(1995)
8. Jeong, Y. J.: Optimization for the fermentation of persimmon vinegar using response surface methodology. *Ph.D. Thesis, Yeungnam Univ.*(1996)
9. Kim, Y. T., Seo, K. I., Jung, Y. J., Lee, Y. S. and Shim, K. H.: The production of vinegar using citron (*Citrus junos* seib.) juice. *J. of the East Asian of Dietary Life*, **7**, 301-307(1997)
10. 정기태, 이공준, 류정, 나중성, 박건호, 최봉주: 매실을 이용한 식초제조방법연구. *농사 논문집*, **34**, 65-71(1992)
11. Oh, Y. J.: A study on cultural conditions for acetic acid production employing pear juice. *J. Korean Soc. Food Nutr.*, **21**, 377-380(1992)
12. Hwang, O. S., Park, H. J., Chun, H. K. and Chang, C. M.: A study on the manufacturing of vinegar from fallen apples. *농사시험연구논문집*, **32**, 40-47(1990)
13. Won, C. Y.: Studies on the fermentation process and quality of persimmon vinegar. *M.S. Thesis, Yeungnam Univ.*(1994)

14. Jeong, Y. J., Seo, K. I. and Kim, K. S. : Physicochemical properties of marketing and intensive persimmon vinegars. *J. of the East Asian of Dietary Life*, **6**, 355-363(1996)
15. Minoru, N., Hideyuki, N., Kaoru, M., Ichiji, Y. and Shohei, A. : Changes in the composition of persimmon vinegar induced by *Acetobacter* sp. isolated from 'Sanja' persimmon fruits during the fermentation. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **34**, 818-824(1987)
16. Jo, B. H. : Studies on quality characteristics of commercial vinegars. *M.S. Thesis, Seoul Woman's Univ.* (1987)
17. Moon, S. Y., Chung, H. C. and Yoon, H. N. : Comparative analysis of commercial vinegars in physicochemical properties, minor components and organoleptic tastes. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **29**, 663-670 (1997)
18. Yukimichi, K., Yasuhiro, U. and Fujiharu, Y. : The general composition inorganic cations free amino acids and organic acid of special vinegars. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **34**, 592(1987)
19. Kim, T. R., Whang, H. J. and Yoon, K. R. : Mineral contents of Korean apples and apple juices. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **28**, 90-98(1996)
20. Ryan, J. J. : Chemical composition canadian apple juice. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **55**, 1104(1972)
21. Jeong, Y. J., Lee, M. H., Seo, K. I., Kim, J. N. and Lee, Y. S. : The quality comparison of grape vinegar by two stages fermentation with traditional grape vinegar. *J. of the East Asian of Dietary Life*, **8**, 462-468(1998)

(1998년 11월 24일 접수)