

교반 및 정치배양에 따른 사과식초의 품질특성

장세영 · 신경아 · 정용진[†]

계명대학교 식품가공학과 및 (주)계명푸드텍스

Quality Characteristics of Apple Vinegar by Agitated and Static Cultures

Se-Young Jang, Kyung-A Sin, and Yong-Jin Jeong[†]

Dept. of Food Science and Technology, Keimyung University and
Keimyung Foodex Co., Ltd., Daegu 704-701, Korea

Abstract

Quality characteristics of apple vinegar by using agitated and static cultures without any additive were compared. pH was reduced with passage of acetic acid fermentation time. Total acidity of the agitated culture vinegar (A) was 6.08% at the 8 day according to the progress of fermentation and that of the static culture vinegar (B) recorded 5.20% at the 60 day of fermentation. There was no significant difference in sugar content of (A) and (B). L value was lower in (B) than (A) but a and b values were higher in (B) than (A). Organic acid content of (A) was high only in acetic acid but malic, citric and succinic acids appeared high in (B). As free sugar, fructose and glucose were observed in both of them. In sensory examination results, (B) showed the highest taste and overall preferences. From all of these results traditional static culture are expected to be used to make high-quality vinegar.

Key words: apple, vinegar, agitated culture, static culture, acetic acid

서 론

사과는 국내에서 생산되는 3대 과일 중 하나로, 연간 생산량이 408,000톤에 이르며 재배면적은 전체 과실 중 18.4%를 차지한다(1). 최근 웰빙과 함께 사과의 효능과 기능성이 새롭게 부각되어 친환경적 식품으로 유리당, 유기산 및 식이섬유소가 풍부하여 건강식품으로서 가치가 재조명 되고 있다(2).

식초는 식품의 맛을 돋워주는 산미료로서, 발효과정에서 생성된 독특한 방향과 신맛을 가지는 대표적인 발효식품이다(3). 대량생산 체계의 도입 이후 합성식초와 주정을 이용한 양조식초 등 저가의 식초시장이 형성되었으나(4) 식생활 수준의 향상으로 과실을 이용한 천연양조식초의 수요가 급증하여 참다래(5), 복숭아(6), 무화과(7), 매실(8) 등 다양한 과실 재료의 식초제조에 관한 연구가 활발히 이루어졌다. 최근에는 식초의 건강효능에 대한 관심 증대로 더욱 고급화 되는 경향을 보이고 있어 고품질 식초의 개발 및 상품화가 요구된다.

과실을 이용한 천연양조식초 제조방법은 대량생산에 적합한 2단계 발효법과 재래적인 병행발효법이 있다(4). 2단계 발효법은 과실을 착즙 또는 마쇄하여 알코올발효와 초산발효를 단계적으로 행하는 방법으로 수율 및 초산 생성 효율

이 높고 발효 속도가 빠른 장점이 있으나 초산발효 시 교반법을 이용하므로 향미가 소실되고 공기주입으로 인한 갈변 현상은 품질 저하의 원인이 되고 있다(9,10). 병행발효법은 정치발효 조건에서 자연발효 함으로써 영양성이 우수하고 원료의 특성이 많이 잔존하는 반면 알코올발효와 초산발효가 동시에 진행되어 수율이 낮고 잔류 알코올이 높다. 또한 자연발효 특성상 셀룰로오스 생성균주에 의한 오염으로 균막 생성, 혼탁 및 숙성 중 오염으로 인한 품질저하 등의 문제점이 있다(11,12). 현재까지 국내 식초에 관한 연구는 주로 발효균주 및 숙성제조방법 등에 국한되어 있으므로 전통적인 정치배양 식초의 품질향상 및 기능성 강화 제품 개발 연구는 미흡한 실정이다(13-18). 현재 조미용으로 상품화되어 있는 식초의 향기성분 대부분은 acetic acid에 기인한 것으로 전통 재래방식 식초의 발효과정 중 생성되는 다양하고 풍부한 향미를 지닌 고품질 식초를 산업화하는 방안이 요구된다(19-21).

따라서 본 연구에서는 사과식초의 품질 향상을 위하여 교반 초산 발효법과 전통적인 식초제조법인 정치배양 향아리 숙성법으로 사과식초를 제조하여 발효 및 품질 특성을 비교 조사하였다.

[†]Corresponding author. E-mail: yjjeong@kmu.ac.kr
Phone: 82-53-580-5557, Fax: 82-53-580-6477

재료 및 방법

재료

본 연구에 사용된 사과는 2008년 경북 의성에서 생산된 부사 품종을 농가에서 제공받아, 실온에 보관하면서 사용하였다.

주모 및 종초의 배양

Saccharomyces cerevisiae 9호 균주는 YPD배지(yeast extract 1%, peptone 2%, glucose 2%)에 접종하여 계대배양하였으며, 사과를 마쇄한 후 여과한 액을 121°C, 15분간 살균하여 한 백금이 접종한 다음 항온배양기(HB-1021, Hanbaek Co., Bucheon, Korea)에서 25°C에서 48시간 배양하여 주모로 사용하였다. 종초는 사과 알코올발효액(알코올 함량 5%)에 *Acetobacter pasteurianus* KFC 900을 한 백금이 접종하여 진탕배양기(HB-201SL, Hanbaek Co.)에서 30°C, 250 rpm으로 5일간 배양하여 사용하였다.

사과식초의 제조

선별·수세한 사과를 마쇄한 후 주모를 5%(v/v) 접종하여 항온배양기(HB-1021, Hanbaek Co.)에서 30°C, 96시간 동안 알코올발효 시키면서(22) 1일 간격으로 알코올 함량 및 당도 변화를 조사하였다. 사과 알코올발효액을 부직포 여과한 후 종초를 10%(v/v) 접종하고, 전통적인 정치배양법은 재래식 옹기항아리(지름 100 cm×높이 80 cm)에 넣고 30°C에서 60일간 정치하면서 간헐적으로 교반하여 초산발효를 시켰으며, 교반배양법은 진탕배양기(HB-201SL, Hanbaek Co.)에서 30°C, 250 rpm으로 7일간 초산발효 하여 원심분리 후 상등액을 분석 시료로 사용하였다.

알코올 함량 및 당도

사과 알코올발효액을 부직포로 여과한 후 증류하여 alcohol hydrometer로 측정된 값을 Gay Lussac Table로 환산하여 알코올 함량을 산출하였으며(18) 당도는 굴절당도계(PR-101, Atage Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

총산, pH 및 색도

pH는 pH meter(Metrohm 691, Metrohm, Herisau, Switzerland)를 사용하여 측정하였으며, 총산은 0.1 N NaOH로 중화 적정하여 초산 함량으로 환산하였다(18). 색도는 UV-visible spectrophotometer(UV Spectrophotometer 1601, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 측정하여 Hunter's color value로 나타내었다.

유기산 및 유리당 함량

사과 초산발효액을 Sep-pak C₁₈ cartridge로 처리한 후 0.45 µm membrane filter로 여과하여 high performance liquid chromatography(HPLC, Waters 2487, Waters Co.,

Milford, USA)로 유기산과 유리당 함량을 분석하였다(23). 유기산 분석조건은 AtlantisTM dC₁₈ column(3.9×150 mm, Waters Co.)을 사용하였으며, mobile phase 20 mM NaH₂PO₄(pH 2.7), flow rate 1.0 mL/min, injection volume 20 µL로 하여 UV detector로 210 nm에서 분석하였다. 유리당은 carbohydrate analysis column(3.9×300 mm, Waters Co.)를 사용하였으며, mobile phase 75% acetonitrile (J.T.baker Co., Phillipsburg, USA), flow rate 1.0 mL/min, injection volume 20 µL로 하여 RI detector(M410 RI, Waters Co.)로 분석하였다.

관능검사

교반 및 정치배양 사과식초의 관능적 품질을 평가하기 위하여 관능검사에 관심과 경험이 있는 식품가공학과 대학원생 10명을 검사 요원으로 선발하여 관능검사를 실시하였다. 평가내용은 특성강도와 기호도로 나누어 색, 향, 맛 및 전반적인 기호도를 7점 채점법(매우 바람직하지 않다 1점 ↔ 매우 바람직하다 7점)으로 평가하였으며 대조구로 시판 사과식초를 사용하였다.

통계처리

본 연구의 실험결과는 3회 반복하여 실험군당 평균과 표준편차로 나타내었다. 관능검사 결과는 SAS(Statistical analysis system) 통계 프로그램을 이용하여 분산분석과 p<0.05 수준에서 Duncan's multiple range test로 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

알코올발효 특성

사과 착즙액에 주모를 접종하여 알코올발효 시킨 결과는 Fig. 1과 같다. 초기 당도 13.8°Brix에서 발효 2일째 7.8°Brix로 크게 감소하였으며, 알코올발효가 진행됨에 따라 당도는 점차 감소하여 발효 4일째 5.9°Brix를 나타내었다. 알코올

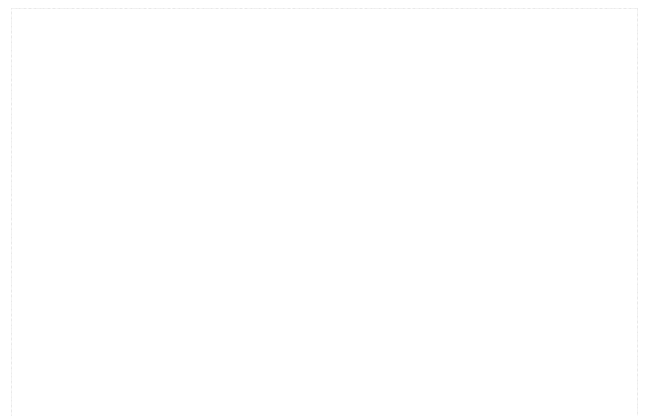


Fig. 1. Changes of sugar concentration and alcohol content during alcohol fermentation of apple.

함량은 발효 1일째 급격히 증가하여 3.2%, 발효 4일째에 5.8%를 나타내었다. Jeong 등(9)은 2단계 숙성발효에 의한 사과식초 제조 연구에서 사과의 초기 당도는 12.0°Brix이며, 발효 5일째 알코올 함량 5%를 나타낸다고 보고한 바 있다. 본 실험에서는 사과의 초기 당도가 13.8°Brix로 높아 알코올 함량이 5.8%로 높게 나타났다.

정치 및 교반배양법에 따른 초산발효 특성

사과 알코올발효 여액에 종초를 접종하여 교반배양법 및 정치배양법으로 초산발효 하는 과정에서의 pH 및 총산 변화는 Fig. 2와 같다. 종초 접종 직후 pH는 3.7, 총산은 1.0%였으며 교반배양법으로 제조한 사과식초(A)의 pH는 발효 2일째까지는 큰 변화가 없다가 발효 4일째 pH 3.3으로 감소하였으며 발효기간이 지남에 따라 조금씩 낮아져 발효 8일째 pH 3.2로 나타났다. 총산은 발효 2일째까지 큰 변화가 없다가 발효 3일째부터 급격하게 증가하여 발효 8일째 총산 6.1%를 나타냈다. 정치배양법으로 제조한 사과식초(B)의 총산은 발효기간 동안 조금씩 증가하는 경향이였으며, 발효 60일째 총산 5.2%를 나타내었다. pH는 총산의 증가와 반대 경향으로 발효기간 동안 지속적으로 감소하는 경향으로 발효 60일째 pH 3.2를 나타내었다. 이러한 결과는 Jeong 등(9)이 2단

계 교반 발효법으로 제조한 사과식초의 총산은 5.8%, pH 3.2이며 총산이 증가함에 따라 pH는 낮아진다고 보고한 것과 비슷한 결과를 나타내었다. 정치배양 사과식초(B)는 교반배양 사과식초(A)에 비해서 발효종료 후 pH는 비슷하였으나 총산은 낮게 나타났다. 이것은 정치배양 사과식초(B)의 경우 발효기간이 길어 발효 동안 알코올 및 초산의 휘발로 교반배양 사과식초(A)에 비해서 낮게 나타난 것으로 생각되며, 전통적 정치배양법으로도 총산 5.20%의 사과식초의 제조가 가능하였다.

발효방식에 따른 사과식초의 품질특성 비교

교반배양법과 정치배양법으로 각각 제조한 사과식초의 이화학적 특성을 비교하였다(Table 1). 당도는 각각 5.6, 5.2°Brix로 큰 차이가 없었다. 색도를 조사한 결과 교반배양 사과식초(A)의 L값은 86.5로 정치배양 사과식초(B) 76.1에 비해 더 높게 나타났으며, a값과 b값은 정치배양 사과식초(B)가 교반배양 사과식초(A)보다 조금 높게 나타났다. Seo 등(24)은 2단계 발효법으로 과실식초를 제조하여 품질특성을 조사한 결과, 사과식초의 색도는 L값 72.63, a값 -0.36, b값 30.15로 보고하여 본 연구에서 정치 및 교반배양법으로 제조한 사과식초의 색도 분석 결과와 차이가 있었으며 이는 사용한 원료의 품종, 생산년도 및 산지에 따른 차이로 판단된다.

교반배양법과 정치배양법으로 각각 제조한 사과식초의 유기산을 분석한 결과 Table 2와 같다. Malic, acetic, citric 및 succinic acid 4종은 교반배양(A) 및 정치배양 사과식초

Table 1. pH, total acidity, sugar concentration and colors of apple vinegars

Physiochemical properties	Apple vinegars		
	A ¹⁾	B ²⁾	
°Brix	5.6±0.0 ³⁾	5.2±0.0	
Hunter's Color value	L	86.5±1.0	76.1±1.2
	a	-6.8±0.6	-2.0±0.2
	b	12.8±1.0	15.2±0.2

¹⁾A: Apple vinegar produced by agitated culture.

²⁾B: Apple vinegar produced by static culture.

³⁾Values are means of triplicate determinations.

Table 2. Contents of organic acid in apple vinegars

(unit: mg%)

Kind of organic acid	Apple vinegars	
	A ¹⁾	B ²⁾
Oxalic acid	ND ⁴⁾	22.7±1.5 ³⁾
Tartaric acid	ND	ND
Malic acid	382.7±13.4	687.7±16.1
Lactic acid	ND	ND
Acetic acid	5786.4±226.6	4720.1±33.1
Citric acid	47.9±6.7	75.5±0.7
Fumaric acid	ND	ND
Succinic acid	189.6±4.2	819.2±30.3

¹⁻³⁾Abbreviations are the same as in Table 1.

⁴⁾Not detected.

Fig. 2. Changes of total acidity and pH during acetic acid fermentation of apple. (A): Apple vinegar produced by agitated culture, (B): Apple vinegar produced by static culture.

Table 3. Contents of free sugar in apple vinegars

King of free sugar	Apple vinegars (unit: mg%)	
	A ¹⁾	B ²⁾
Fructose	641.3±3.4 ³⁾	621.5±19.8
Glucose	871.0±30.8	988.7±43.6
Sucrose	ND ⁴⁾	ND
Maltose	ND	ND
Total content	1,512.3±34.2	1,610.2±63.4

¹⁻³⁾ Abbreviations are the same as in Table 1.

⁴⁾ Not detected.

(B) 모두에서 검출되었으나 oxalic acid는 정치배양 사과식초(B)에서만 검출되어 발효방식에 따라 유기산 조성에 차이가 있는 것으로 나타났다. Acetic acid는 교반배양 사과식초(A)에서 5,786.4 mg%, 정치배양 사과식초(B) 4,720.1 mg%로 사과식초의 주된 유기산으로 나타났으며, 교반배양 사과식초(A)가 정치배양 사과식초(B)에 비해 약 1,000 mg% 더 높게 나타났다. 사과에 풍부한 malic acid 함량은 정치배양 사과식초(B)에서 687.7 mg%로 교반배양 사과식초(A) 382.7 mg%에 비해 약 1.8배 높게 나타났다. Citric acid 함량도 정치배양 사과식초(B)에서 75.5 mg%로 교반배양 사과식초(A) 47.9 mg%에 비해 약 1.6배 높았으며, succinic acid 함량은 4.3배 높게 나타났다. Jeong 등(9)은 2단계 발효에 의한 사과식초와 시판 사과식초의 품질을 비교한 결과 시판 사과식초의 malic acid 함량은 13.2~83.2 mg%, citric acid는 5.9~9.5 mg%, succinic acid는 8.5~52.0 mg%로 유기산의 함량이 2단계 발효에 의한 사과식초보다 낮으며, 사과식초의 malic acid와 citric acid가 품질의 지표가 될 수 있다고 보고하였다. 따라서 정치배양법으로 사과식초를 제조할 경우 acetic acid 함량은 낮았으나 기타 유기산의 함량이 높게 나타나 고품질의 사과식초 제조가 가능하였다.

유리당 함량을 분석한 결과 Table 3과 같이 fructose와 glucose는 교반배양 사과식초(A)와 정치배양 사과식초(B) 두구간 모두 검출되었으나 sucrose, maltose는 검출되지 않았다. Fructose 함량은 사과식초 간에 큰 차이가 없었으며, glucose 함량은 정치배양 사과식초(B)가 988.7 mg%로 교반배양 사과식초(A) 871.0 mg%에 비해 조금 높게 나타났으나 큰 차이는 없었다. Seo 등(24)은 2단계 발효법으로 과실식초를 제조하여 품질특성을 조사한 결과, 사과식초의 유리당으로 fructose와 glucose가 검출되었다고 보고한 것과 비슷한 경향을 나타내었다.

관능적 특성

교반배양 사과식초(A)와 정치배양 사과식초(B)의 관능특성을 시판 사과식초와 함께 비교 평가한 결과는 Table 4와 같다. 색의 강도는 교반배양 사과식초(A)와 정치배양 사과식초(B)간 유의적인 차이가 없었으나 시판 사과식초에 비해 높은 것으로 나타났고, 색의 기호도에서 교반배양 사과식초(A)와 정치배양 사과식초(B)의 평점이 시판 사과식초에 비

Table 4. Sensory evaluation scores of apple vinegars

		Apple vinegars		
		Control ¹⁾	A ²⁾	B ³⁾
Intensity	Color	1.7±0.6 ^c	4.2±0.4 ^a	5.5±0.6 ^a
	Sour odor	5.3±0.7 ^a	4.5±0.5 ^a	4.5±0.8 ^a
	Apple odor	6.2±0.7 ^a	2.8±0.5 ^b	4.0±0.8 ^{ab}
	Off-odor	1.8±0.3 ^c	4.2±0.7 ^{ab}	5.0±0.7 ^a
	Sour taste	6.0±1.1 ^a	5.7±0.5 ^a	5.2±0.5 ^a
	Background taste	6.0±1.3 ^a	4.0±1.2 ^b	4.2±1.2 ^b
Preference	Color	2.8±1.4 ^b	5.3±0.7 ^a	4.8±0.9 ^a
	Odor	4.3±0.9 ^a	3.5±0.9 ^a	4.3±0.8 ^a
	Taste	3.5±0.9 ^b	4.3±1.3 ^{ab}	5.5±0.7 ^a
	Overall	3.5±0.8 ^b	4.2±0.7 ^{ab}	5.2±0.5 ^a

¹⁾ Control: Commercial apple vinegar.

²⁾ A: Apple vinegar produced by agitated culture.

³⁾ B: Apple vinegar produced by static culture.

^{a-c} Values with different superscripts indicate significant difference between the groups ($p < 0.05$).

해 높아 주정 발효 식초인 시판 사과식초에 비해 육안으로 더 강한 색을 나타내는 교반배양 사과식초(A)와 정치배양 사과식초(B)를 더 선호하는 것으로 나타났다. 신향의 강도는 시료 간 유의적인 차이가 없었으나 사과향의 강도는 시판 사과식초가 가장 강하게 느껴지는 것으로 나타났으며, 향의 기호도에서는 시료 간 유의적 차이가 없는 것으로 나타났다. 시판 사과식초에는 사과향이 별도로 첨가되므로 사과향의 강도가 가장 강한 것으로 판단되며, 서술 의견에서 시판 사과식초에 비하여 교반배양 사과식초(A)와 정치배양 사과식초(B)는 부드럽고 다양한 향이 느껴진다는 의견이 있어 기호도 평점에 영향을 미친 것으로 판단된다. 맛의 강도는 시판 사과식초가 가장 높은 것으로 나타났으나 맛의 기호도는 정치배양 사과식초(B)가 가장 높게 나타났다. 전반적 기호도에서도 정치배양 사과식초(B)가 가장 높은 평점을 받아 향과 맛이 적절히 어우러져 가장 우수한 향미를 지닌 것으로 평가되었다.

요 약

국내산 사과를 원료로 일체의 첨가물을 사용하지 않고 교반 및 정치배양법으로 각각의 사과식초를 제조하여 품질을 비교하였다. 사과식초의 pH는 초산발효기간이 지남에 따라 낮아졌으며, 총산은 증가하였다. 교반배양 사과식초(A)는 발효 8일째에 6.08%, 정치배양 사과식초(B)는 발효 60일째에 5.20%로 나타나 교반배양법(A)으로 제조한 사과식초가 총산은 높게 나타났으며, pH와 당도는 식초 간에 큰 차이는 없었다. L값은 정치배양 사과식초(B)가 교반배양 사과식초(A)에 비해 더 낮게 나타났으나 a값, b값은 높게 나타났다. 유기산 함량은 교반배양 사과식초(A)에서는 acetic acid만 높았으나 정치배양 사과식초(B)에서는 malic acid, citric acid 및 succinic acid도 높게 나타났다. 유리당은 교반배양 사과식초(A), 정치배양 사과식초(B) 모두에서 fructose,

glucose가 검출되었다. 사과식초의 관능검사 결과, 맛과 전 반적 기호도에서 정치배양 사과식초(B)가 가장 높은 평점을 얻었다. 이상의 결과 전통적인 정치배양법으로 고품질의 사과식초 제조가 가능할 것으로 기대된다.

문 헌

1. Agricultural and forestry statistical yearbook. 2008. Ministry of Agriculture and Forestry, Korea.
2. Choi YH, Lee SJ. 2005. A survey on uses, preference and recognition of apple. *Korean J Food Culture* 20: 204-213.
3. Jeong YJ, Lee MH. 2000. A view and prospect of vinegar industry. *Food Ind Nutr* 5: 7-12.
4. 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.
5. Woo SM, Kim OM, Choi IW, Kim YS, Choi HD, Jeong YJ. 2007. Condition of acetic acid fermentation and effect of oligosaccharide addition on kiwi vinegar. *Korean J Food Preserv* 14: 100-104.
6. Cho JW, Kim IS, Kim MK, Lee YK, Kim SD. 2000. Characteristics of peach vinegar by parallel complex fermentation. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7: 89-93.
7. Kim DH. 1999. Studies on the production of vinegar from fig. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 53-60.
8. 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.
9. 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.
10. Kim SD, Lee JS, Kim MK. 1994. Fermentation of acidic beverage with dropped peach. *J East Asian Soc Dietary Life* 4: 135-146.
11. Kim DS, Jang KS, Kim MK. 1994. Fermentation of apple vinegar in the farmhouse. *J East Asian Soc Dietary Life* 4: 75-86.
12. Jang OY, Joo KH, Lee JH, Baik CG. 2003. Growth characteristics and production of cellulose of microorganisms in static culture vinegar. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1150-1154.
13. Jeong YJ, Lee IS. 2000. A view of utilizing cellulose produced by *Acetobacter* bacteria. *Food Ind Nutr* 5: 22-29.
14. Lee OS, Jeong YJ. 2001. Industrial application and bio-synthesis of bacterial cellulose. *Food Ind Nutr* 6: 10-14.
15. Lee OS, Jang SY, Jeong YJ. 2002. Culture condition for the production of bacterial cellulose with *Gluconacetobacter persimmonus* KJ145. *Korean J Food Sci Nutr* 4: 572-577.
16. Chun YK, Choi HS, Cha BS, Oh HI, Kim WJ. 1997. Effect of enzymatic hydrolysis on the physicochemical properties of persimmon juice. *Korean J Food Sci Technol* 29: 198-203.
17. Jeong YJ, Lee GD, Lee MH, Lee GH, Choi SY. 1999. Monitoring on pectinase treatment conditions for clarification of persimmon vinegar. *Korean J Food Sci Nutr* 28: 810-815.
18. Jeong YJ, Seo KI, Kim KS. 1996. Physicochemical properties of marketing and intensive persimmon vinegars. *J East Asian Soc Dietary Life* 6: 355-363.
19. Jonas R, Farah LF. 1998. Production and application of microbial cellulose. *Polym Degrad Stab* 59: 101-106.
20. Jeong YJ, Seo JH, Lee JB, Jang SM, Shin SR, Kim KS. 2000. Changes in the components during alcohol fermentation of potatoes using pilot system. *Korean J Postharvest Sci Technol* 7: 233-239.
21. Jeong YJ, Seo KI, Lee GD, Youn KS, Kang MJ, Kim KS. 1998. Monitoring for the fermentation conditions of sweet persimmon vinegar using response surface methodology. *J East Asian Soc Dietary Life* 8: 57-65.
22. Jeong SJ, Jeong YJ, Jang SY, Shin KA. 2008. High quality vinegar and method of preparing there of using the apple juice. *Korean Patent* 2008-124016.
23. Shin JS, Jeong YJ. 2003. Changes in the components of acetic acid germination of brown rice using raw starch digesting enzyme. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 381-387.
24. 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.

(2009년 10월 19일 접수; 2009년 12월 9일 채택)