

2단계 발효에 의한 포도식초와 재래식 포도식초의 품질 비교

정용진 · 이명희 · 서권일* · 김주남** · 이용수***

경북과학대학 전통발효식품과, *순천대학교 식품영양학과,

영남전문대학 식품영양과, *대선주조주식회사

The Quality Comparison of Grape Vinegar by Two Stages Fermentation with Traditional Grape Vinegar

Yong-Jin Jeong, Myung-Hee Lee, Kwon-Il Seo*,

Ju-Nam Kim** and Yong-Soo Lee***

Department of Traditional Fermented Food, Kyongbuk College of Science

**Department of Food and Nutrition, Sunchon National University*

***Department of Food and Nutrition, Yeungnam College of Science and Technology*

****Dae Sun Distilling Co. Lat.*

ABSTRACT

Grape vinegar(A) and grape onion vinegar(B) added (3% of onion juice) were produced through two stages of fermentation(alcohol fermentation and acetic acid fermentation) to increase the grape's use. Grape wine which contained 5.6% alcohol was produced on the 3rd day of first stage. Then through the second stages, grape vinegar, of which total acidity was 5.37% was produced. The quality of (A) and (B) which was produced through the two stages of fermentation was compared with the traditional grape vinegar(C,D) in the market. The content of sugar in (D) was a little higher such as 5.4 °Brix than others. That of (A) and (B) was 5.13, 4.98 °Brix respectively. The content of remaining alcohol in (C) was high such as 0.23% comparatively. But there was no remaining alcohol in (A) and (B). The content of acetic acid was 4.3~5.3% as a major organic acid of vinegars. The content of tartaric acid was 340.0 in (A), 316.7 in (B), 322.6 in (C) and 391.7mg% in (D). The content of lactic acid was distinctly high such as 277.4mg% in (D). There were differences such as 9.2~15.5mg% in the content of total free amino acids among grape vinegars. (D) contained 15.5mg% of total free amino acid and (B) also highly such as 12.0mg%. Potassium was high in grape vinegars. The content of potassium, sodium and copper was higher in (A) than (B).

Key words: grape vinegar, two stages fermentation, quality comparison.

I. 서 론

식초는 동·서양을 막론하고 오랜 역사를 지니고 전해 내려온 발효식품이며, 옛부터 우리민족은 다양한 종류의 식초를 가정에서 제조하여 이용해 왔다¹⁾. 식초는 소금과 함께 모든 음식의 조미에 이용될 뿐만 아니라 절임식품, 마요네즈, 케첩, 소스류 등의 제조원료로도 널리 사용되고 있다²⁾. 식초는 크게 합성식초와 양조식초로 분류되며 우리 나라의 경우 1960년대까지 저렴한 가격으로 강한 산미를 느낄 수 있는 합성식초가 주로 생산·소비되었다³⁾. 이후 경제수준의 향상으로 곡류, 과일, 및 알콜 등을 이용한 양조식초의 생산이 본격화되었으며, 최근에는 유해성이 보고되고 있는 합성식초를 대신해서 식생활에 중요 조미료로 소비되고 있다⁴⁾. 또한 식초의 체내 대사 조절기능이 보고되면서 식초의 용도도 다양화되어 조미료 이외에 식초음료 등이 개발되고 있다⁵⁾.
⁶⁾ 이밖에 품질면에서도 식생활 향상으로 소비자의 기호성과 풍미를 충족시키는 고급화 추세를 보이고 있다.

근래에 식생활의 서구화 경향으로 육류 소비가 증가됨에 따라 식초의 소비는 꾸준히 증가되고 있다. 다량의 육류를 섭취하고 있는 서구권에서는 식초 소비량이 우리 나라의 4배에 달하고 있으며⁷⁾, 포도식초는 포도의 대량생산지인 프랑스에서 포도주와 함께 오랜 역사를 가지고 육류를 중심으로 한 그곳 식문화에서 큰 부분을 차지하고 있다⁸⁾. 국내의 경우 포도식초는 사과식초, 감식초 등과 함께 과실식초 시장을 형성하고 있으며, 일반 과실식초와 비교해서 포도의 영양성분과, 포도과피의 anthocyanin 색소로 독특한 색상과 풍미를 가지고 있어서 생선요리 등에 널리 이용되고 있다^{9,10)}. 식생활의 변화유형을 감안할 때 고유한 풍미가 있는 포도식초의 소비는 앞으로 계속 증가할 것이며 용도도 다양화 될 것으로 예상된다. 현재 콜레스테롤 저하 효과 등의 성인병 예방효과가 알려지면서 100% 포도과실만을 원료로 제조된 재래식 포도식초가 많이 시판되고 있으나, 포도식초의 제조방법과 특성에 따른 연구는 거의 없는 실정이다.

이에 본 연구는 포도식초 제조방법을 알콜발효와 초산발효 2단계로 구분하여 단기간에 포도식초 및 헵타콜레스테롤 저하 효과가 있는 것으로 보고¹¹⁾된 양파즙을 첨가한 포도양파식초를 제조하여, 시판되고 있는 재래적인 방법의 포도식초와 품질을 비교·분석하여 고품질 포도식초 제조방법 확립을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 포도는 경북 경산에서 재배된 것을 농가에서 직접 구입하여 사용하였으며 재래식 포도식초 2종은 백화점에서 구입하여 각각 시료로 사용하였다.

2. 주모 및 종초

정¹⁰⁾의 방법에 준하여 주모 및 종초를 사용하였다. 즉, 포도의 씨를 제거한 다음 착즙한 여액을 살균한 후 경북과학대학 전통식품연구소에 보관중인 *Saccharomyces cerevisiae* YJK20을 접종하여 25℃, 150rpm으로 38시간 배양하여 5%(w/v)를 주모로 사용하였으며, 종초는 포도 착즙액을 알콜발효하여 *Acetobacter* sp. PA97을 접종하고 30℃, 200rpm으로 72시간 배양하여 10%(v/v)를 종초로 사용하였다.

3. 포도식초의 제조

부패된 부위를 제거하고 수세한 포도 10kg을 알콜 및 초산발효 2단계로 구분하여 식초를 제조하였다. 즉, 1단계 알콜발효는 포도의 씨를 제거 후 blender mixer로 파쇄한 상태에서 주모 500ml를 접종하여 25℃ 항온배양기에서 간헐적으로 교반하면서 5일간 알콜발효를 행하여 착즙 후 주박을 제거하고 알콜함량 5.9%의 여액을 얻었다. 2단계 초산발효는 포도 알콜발효액 5ℓ에 종초 500ml를 접종하고 25℃의 working volume 4ℓ의 발효조(Korea Fermentor Co., Ltd KF-5I)에서 25℃에서 초산균의 증식에 따라 통기량을 조절하면서 6일간 초산발효하여 원심분리 후 침전물을 제거한 상등액을 분석

시료로 사용하였다. 또한 2단계 발효를 통해 제조된 포도식초에 양과즙 3%(v/v)를 첨가하여 포도양과 식초 시료로 사용하였다.

4. 식초의 이화학적 특성 측정

알콜함량은 배양액을 원심분리한 후 상정액을 증류하여 alcohol hydrometer로 측정된 값을 Gay Lussac Table로 환산하여 산출하였으며, 미량알콜 분석은 산화법을 사용하여 측정하였다¹²⁾. pH는 pH meter(Metrohm 691, Swiss)를 사용하여 측정하였으며, 총산은 시료 10ml를 취하여 증류수를 가하여 100ml로 정용한 다음 20ml를 취해 phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1N NaOH용액으로 중화적정하여 초산함량(%)으로 환산하였다.

색상은 시료 20ml를 취해 3,000rpm에서 15분간 원심분리한 상정액을 색도계(Chromameter, Model CR-300, CT310, Minolta Co., Japan)에 의하여 L(백색도), a(적색도), b(황색도) 및 ΔE(색차)로 나타내었다. 탁도는 일정량의 시료를 취하여 660nm에서 흡광도로 나타내었다.

5. 유기산 분석

유기산 분석은 포도식초 원액을 hexane으로 유지성분을 제거한 후 0.45μm membrane filter와 Sep-pak C₁₈ 여과로 색소 및 단백질 성분을 제거한 다음 분석하였다. 사용된 기기 및 조건은 HPLC(Waters Co.), μ-Bondapak C₁₈ column, column oven 온도 40℃, mobile phase로 distilled water, flow rate 0.6 ml/min., injection volume 5μl, RI detector를 이용하였다. 또한 동일한 분석조건으로 oxalic, citric, tartaric, succinic, lactic, acetic acid 표준품의 검량곡선을 작성하여 각 유기산을 정량하였다¹³⁾.

6. 유리아미노산 분석

유리아미노산의 정량은 시료 10 ml에 ethanol 30 ml를 가한 다음 하룻밤 실온에 방치시켜 단백질을 침전·제거한 다음 상정액을 3,000 rpm에서 10분간 원심분리시킨 후 상정액만 취하여 증탕 가열하여 건조시켰다. 이것을 pH 2.2의 citrate buffer 10ml를

Table 1. Atomic absorption spectrometric conditions for mineral analysis

Element	λ_{max} (nm)	Atomized method	Fuel
Cu	324.8	absorption, flame	air-acetylene
Fe	248.3	absorption, flame	air-acetylene
K	766.5	absorption, flame	air-acetylene
Na	589.0	absorption, flame	air-acetylene

가하여 회석시킨 후 0.45μm membrane filter로 여과한 여액을 ninhydrin법으로 amino acid autoanalyzer (LKB 4150, alpha autoanalyzer, Ultracap 11 cation exchange resin)를 이용해서 분석하였다¹³⁾.

7. 미량성분 분석

식초용액 100 ml에 분해제(HClO₄ : H₂SO₄ : H₂O₂ = 9 : 2 : 5, v/v) 25 ml를 가하여 낮은 온도에서 서서히 가열하여 완전하게 분해한 후 여과시켜 100 ml로 정용하였다¹⁰⁾. 이를 시료로 atomic absorption spectrophotometer(Spectra A-800, Varian Co.)를 사용하여 Table 1의 조건으로 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 포도식초의 제조

Fig. 1은 선별한 포도를 세척하여 씨를 제거후 착즙해서 얻은 포도과즙(12° Brix)을 원료로 1단계 알콜발효를 행한 결과이다. 당도는 초기당도 11.9° Brix에서 발효 1일, 2일에 큰 폭으로 감소하여 발효 3일에 5° Brix를 나타내었다. 알콜함량은 발효 2일에 급격하게 증가하여 5.41%를 나타내었으며 발효 3일에 5.93%로 최고치를 나타낸 이후 점차 감소하는 경향을 보였다. Fig. 2는 포도과즙을 1차 알콜발효시킨 후 증초를 집중하여 2단계 초산발효를 행한 결과 초기 총산 0.78%에서 발효 3일째까지 큰 변화가 없었으나, 이후 큰 폭으로 증가하여 발효 4일에

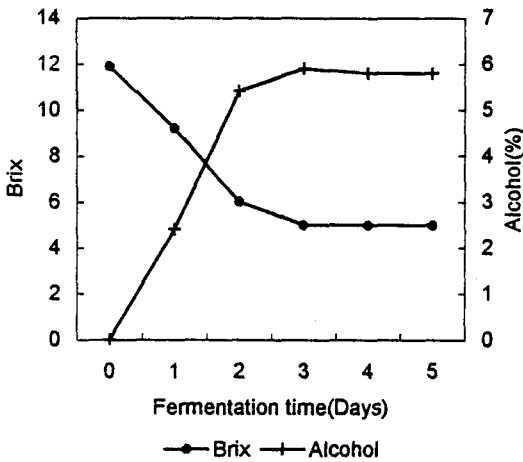


Fig. 1. Changes of sugar concentration and alcohol content during alcohol fermentation of grape fruits.

5.37%의 총산함량을 나타내었다. pH는 초기 pH 3.59에서 점차 감소하여 발효 6일째에 pH 3.21이 되었으며, 발효 6일 이후 총산 및 pH의 변화는 없었다. 2단계 발효에 따른 알콜함량 및 총산의 변화는 정¹⁰⁾, Minoru 등¹⁴⁾이 감식초 제조시 발효 3, 4일 이후 알콜함량의 감소와 동시에 총산함량이 급격하게

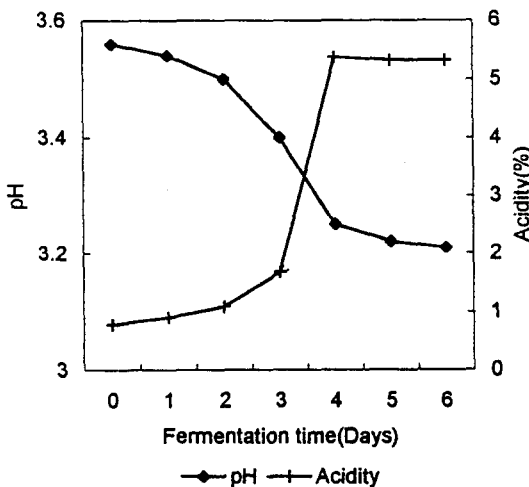


Fig. 2. Changes of acidity and pH during acetic acid fermentation of grapes.

증가했다는 보고와 유사한 경향이였다.

2. 포도식초의 이화학적 특성 비교

Table 2는 2단계 발효를 통해 제조된 포도식초(A)와 포도양파식초(B) 및 재래적인 장기간 발효에 의해 생산된 시판포도식초(C, D)의 품질을 상호 비교 분석한 결과이다. 당의 함량은 D가 5.41° Brix로 다른 제품에 비해 다소 높았으며, 2단계 발효로 제조된 A와 B는 각각 5.13, 4.98° Brix였다. 잔류알콜함량은 C에서 0.23%로 비교적 높게 나타났으며, A와 B에서는 잔류알콜이 검출되지 않았다. 이상의 결과로 본 연구에서 제조한 A와 B는 충분한 발효과정을 통해 제조된 것을 확인할 수 있었다. pH는 유사한 수준으로 나타났으나 시판포도식초인 D가 pH 2.93으로 가장 낮았다. 총산은 시료에 따라 많은 차이를 보여 2단계 발효법으로 제조한 A는 총산함량 5.37%, 양파즙을 첨가해서 제조한 B는 5.16%였으

Table 2. Sugar concentration, alcohol content, pH and acidity in various grape vinegars

Physiochemical properties	Samples			
	A	B	C	D
Sugar Conc. (°Brix)	5.13	4.98	4.32	5.41
Alcohol (%)	-	-	0.23	0.09
pH	3.20	3.24	3.06	2.93
Acidity (%)	5.37	5.16	4.65	6.36

A and B are grape vinegar and grape-onion vinegar with two stage fermentation.

C and D are commercial grape vinegar.

Table 3. Comparison of colors and turbidity in various grape vinegars

Physiochemical properties	Samples			
	A*	B	C	D
L	25.53	30.97	57.17	18.34
a	+27.81	+34.91	+28.67	+18.49
b	+39.94	+49.89	+64.61	+29.69
ΔE	88.94	91.99	82.63	88.84
Turbidity	0.599	0.368	0.095	0.826

* Abbreviations are the same as in Table 2.

며, D는 6.36%로 다른 제품에 비해서 높았다.

식초제조 중 초산균의 작용으로 생성되는 초산은 총산함량을 좌우하여 국내 식초의 규격은 총산함량 4~20%로 규정하고 있으며, 감식초는 예외적으로 2.6% 이상으로 규정하고 있다¹⁵⁾. 문 등¹⁶⁾은 식초의 종류별 총산함량에 대해서 사과식초 5.32~6.11%, 현미식초 3.65~6.12%, 감식초 1.46~3.91%로 보고하였으며, 김 등¹⁷⁾은 복숭아를 이용한 식초발효에서 2.9~4.4%의 총산을 얻었다고 하였다. 또한 정 등¹³⁾은 본 연구와 동일한 2단계 발효법을 이용한 숙성감식초의 제조시 5.81~5.92%의 총산함량을 얻을 수 있다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 제조된 제품(A, B)과 시판제품(C, D)사이에서 나타난 총산함량 차이는 원료과실의 품종, 제조방법이 다른 것에서 비롯된 것으로 생각되었다.

식초의 색상은 A와 B, C는 유사한 수준의 L, a, b값을 나타낸 반면, D는 L값과 b값이 타제품에 비해 상당히 높았다. 또한 탁도는 C에서 0.095로 현저하게 낮았으며, D에서 가장 높았다. 이는 일반 양조 포도식초가 포도과즙 30% 정도를 첨가하여¹⁵⁾ 최종 제품을 규조토 및 초미세여과를 거치는 반면, A, B의 경우 포도를 주원료로 원심분리에 의한 여과방법으로 생산된 것에 기인한 것으로 생각된다.

3. 유기산

포도식초의 유기산으로는 oxalic, tartaric, lactic, acetic, citric, succinic acid가 검출되었으며 분석결과는 Table 4와 같다. 각 식초에 함유된 유기산중 acetic acid 함량은 4.3~5.3%로 주된 유기산 성분으로 나타났으며, 이밖에 유기산 함량은 제품에 따라 차이가 있어서, citric acid의 경우 A와 C에서 비교적 높은 함량이었다. Acetic acid를 비롯한 유기산은 식초의 酸味와 旨味를 형성하여 식초 품질에 중요한 영향을 미친다¹⁸⁾. 또한 이 등¹⁹⁾은 포도의 성숙이 진행됨에 따라 유기산 함량은 감소하는 경향을 나타내며, 포도의 주요 유기산은 tartaric acid로 보고하였다. 따라서 tartaric acid 함량은 포도식초에 함유된 포도과즙 함량을 간접적으로 추정함으로써 포도식초의 품질지표로 고려할 수 있을 것으로 추측된다. 한편 본 연구에서 tartaric acid 함량은 A

Table 4. Contents of organic acid in grape vinegars (mg%)

Organic acids	Samples			
	A*	B	C	D
Oxalic acid	28.2	29.1	27.3	47.2
Tartaric acid	340.0	316.7	322.6	391.7
Lactic acid	186.3	186.4	218.4	277.4
Acetic acid	5305.6	4634.1	4347.8	4949.4
Citric acid	141.4	19.6	242.6	5.5
Succinic acid	21.9	55.1	59.1	46.8

* Abbreviations are the same as in Table 2.

에서 340.0, B에서 316.7, C에서 322.6, D에서 391.7mg%로 각 제품간에 큰 차이는 없었다.

Lactic acid는 식초의 이취원인으로 보고¹⁶⁾되고 있으며, 김 등²⁰⁾의 보고에 따르면 장기간의 자연발효에 의해 감식초를 제조할 경우 lactic acid 함량이 상당히 높게 나타나서 자연발효식초의 기호도 저하를 유발하는 것으로 보고되었다. 본 연구에서 D는 lactic acid 함량이 277.4mg%로 타제품에 비해 뚜렷하게 높아 전반적인 기호성에 영향을 미쳐 상품의 품질저하를 가져올 것으로 생각되었다.

4. 유리아미노산

Table 5에서 총 유리아미노산의 함량은 9.21~15.

Table 5. Contents of amino acid in various grape vinegars ($\mu\text{g/ml}$)

Amino acids	A*	B	C	D
Aspartic acid	5.0	5.5	3.7	—
Threonine	1.6	7.8	6.7	21.0
Serine	1.4	4.3	3.7	12.5
Asparagine	67.2	—	—	8.3
Glutamic acid	—	15.1	9.7	34.7
Glycine	1.3	5.7	4.9	21.3
Alanine	11.5	71.3	47.0	1.5
Valine	1.1	5.6	4.8	13.8
Cystine	1.8	—	—	—
Methionine	0.8	0.2	0.7	4.3
Leucine	0.4	1.3	9.0	19.0
Tyrosine	—	3.2	4.7	19.5
Total	92.1	120.0	94.9	155.9

* Abbreviations are the same as in Table 2.

59mg%로 제품에 따라 차이가 있었다. 시판포도식초인 D가 15.59mg%로 가장 높았고 포도양파식초(B)에서도 12.00mg%로 높은 편이었다. 화이트 식초의 경우 총 유리아미노산 함량이 5mg% 내외에 불과하며¹⁸⁾ 문 등¹⁶⁾에 따르면 양조식초의 총 유리아미노산 함량은 1.14~4.20mg%, 사과식초는 17.87~29.64mg%, 현미식초는 5.36~575.6mg%로 보고되었다.

각 식초에 함유된 아미노산의 조성도 차이가 있어서, A는 asparagine 함량이 6.72mg%로 높은 반면, 동일한 2단계 발효로 제조된 포도양파식초(B)는 alanine이 7.13mg%로 높았다. 총 유리아미노산 함량이 높았던 D는 glutamic acid, threonine, glycine의 함량이 높았다. 식초의 아미노산은 초산발효 중 자화되어 38~60%가 감소하며, glutamic acid, aspartic acid, proline의 감소가 크다¹⁸⁾. 국내산 사과식초¹⁸⁾에서는 arginine, histidine이 많다고 보고되었으며, 현미식초¹⁶⁾는 glutamic acid, alanine, valine 등이 감식초¹³⁾는 ornithine, γ -aminoisobutyric acid 등이 다량으로 존재한다고 보고되었다.

5. 미량성분

각 식초에서 Cu는 0.25ppm 이하, Fe의 함량은 5.66ppm 이하로 나타났다(Table 6). 이는 문 등¹⁶⁾의 시판식초중 Cu 1ppm 이하, Fe 4ppm 이하 라는 보고와 약간 차이가 있었다. K의 함량은 모든 식초에서 상당히 높게 나타났으며, 특히 A제품에서는 871.39ppm으로 다른 식초에 비해서 매우 높았다. 한편 조 등¹⁸⁾은 식초에 함유된 Fe는 초산과 작용하여 초산철을 형성함으로써 식초의 색상에 영향을 미칠 것으로 보고하였으나 본 연구에서는 식초의 색상과

Fe함량간의 유의적인 상관관계는 나타나지 않았다. 본 연구에서 2단계 발효로 제조된 포도식초(A)는 포도양파식초(B)보다 K, Na, Cu함량이 높게 나타났으며, Na함량은 시판포도식초인 C에서 특이적으로 높았다.

IV. 요약

포도의 이용성 증대를 위하여 2단계(알콜 및 초산) 발효에 의하여 포도식초(A)를 제조하였으며 포도식초에 양파즙 3%를 첨가하여 포도양파식초(B)를 제조하여, 이를 시판 포도식초(C, D)와 품질을 비교하였다. 1단계 알콜발효시 발효 3일째에 5.93% 알콜함량을 나타내었으며 2단계 초산발효에서는 발효 4일째에 5.37%의 총산함량을 나타내었다. 당의 함량은 D제품이 5.41 °Brix로 다른 제품에 비해 다소 높았으며, 2단계 발효로 제조된 A와 B는 각각 5.13, 4.98 °Brix였다. 잔류알콜함량은 C에서 0.23%로 비교적 높게 나타났으며, A와 B는 잔류알콜이 검출되지 않았다. 각 식초에 함유된 유기산중 acetic acid 함량은 4.3~5.3%로 주된 유기산 성분으로 나타났으며, tartaric acid 함량은 A에서 340.0, B에서 316.7, C에서 322.6, D에서 391.7mg%로 각 제품간에 큰 차이는 없었으나, D는 lactic acid 함량이 277.4mg%로 타제품에 비해 뚜렷하게 높았다. 각 식초에서 총 유리아미노산 함량은 9.21~15.59mg%로 제품에 따라 차이가 있었으며, D가 15.59mg%로 가장 높았고 포도양파식초 B도 12.00mg%로 높은 편이었다. 미량성분으로는 K이 다량으로 존재하였고, 2단계 발효로 제조된 포도식초는 포도양파식초보다 K, Na, Cu함량이 높게 나타났다.

VI. 참고문헌

1. 장지현: 식초의 역사. 식품과학, 17(1): 5~15, 1984.
2. 한국식품연감, 농수축산신문사, p.409, 1993
3. 조재선: 식초의 종류와 특성, 식품과학, 17(1): 38~50, 1984.
4. 오영준: 배틀 이용한 식초의 발효조건에 관한

Table 6. Content of mineral in various grape vinegars (ppm)

Minerals	Samples			
	A*	B	C	D
Cu	0.06	0.13	0.25	0.24
Fe	5.66	1.98	5.51	2.14
K	871.39	449.65	377.72	382.07
Na	11.62	2.45	94.63	6.82

* Abbreviations are the same as in Table 2.

- 연구, 한국영양식량학회지, 21(4): 377~380, 1992.
5. 심길순: 식초의 체내대사 및 건강, 식품과학, 17(1): 51~59, 1984.
 6. 최신양, 구영조, 이명기: 감식초음료 개발에 관한 연구. 한국식품개발원 보고서, 1995
 7. 문태익: 식초공업의 현황 및 전망, 식품과학, 17(1): 28~37, 1984.
 8. 강국희: 식초의 모든것. 월간식생활, 8월호: p. 46, 1988.
 9. 심기환, 강갑석, 최진상, 서권일, 문주석: 포도과피 anthocyanin색소의 분리 및 안정성, 한국영양식량학회지, 23(2): 279~286, 1994.
 10. 정용진: 반응표면분석에 의한 감식초 제조방법의 최적화, 영남대학교 박사학위논문, 1996.
 11. 박평심, 이병래, 이명렬: 양파즙이 에탄올에 의한 백서의 지질과산화물 생성에 미치는 영향, 한국영양식량학회지, 23(5): 750~756, 1994.
 12. 원충연: 감식초 제조와 품질에 관한 연구, 영남대학교 석사학위논문, 1994.
 13. 정용진, 서권일, 김광수: 시판 및 속성 감식초의 이화학적 특성, 동아시아식생활학회지, 6(3): 355~363, 1996.
 14. 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(12): 818~822, 1987.
 15. 식품공전, 한국식품공업협회, p.471, 1995.
 16. 문수연, 정희철, 윤희남: 식초의 종류별 미량성분과 관능적 특성 비교, 한국식품과학회지, 29(4): 663~670, 1997.
 17. 김순동, 이재석, 김미경: 복숭아 낙과를 이용한 초산음료의 발효, 동아시아식생활학회지, 4(3): 135~146, 1994.
 18. 조병희: 시판 식초의 품질특성에 관한 연구, 서울여자대학교 석사학위논문, 1987.
 19. 이용수, 최진상, 심기환, 조용학, 김진기: *Vitis vinifera* 적포도의 성숙중 화학성분의 변화, 한국영양식량학회지, 22(2): 190~195, 1993.
 20. 김미경, 김미정, 김소연, 정대성, 정용진, 김순동: 복발효 감식초의 품질, 동아시아식생활학회지, 4(2): 39~44, 1994.