

2단계 발효에 의한 감식초의 성분 변화 (Ⅱ)

정용진·서지형·박난영*·신승렬**·김광수***
경북과학대학 전통발효식품과, *경북대학교 식품공학과,
경산대학교 생명자원공학부, *영남대학교 식품영양학과

Changes in the Components of Persimmon Vinegars by Two Stages Fermentation (Ⅱ)

Yong-Jin Jeong, Ji-Hyung Seo, Nan-Yong Park*, Seung-Ryeul Shin** and Kwang-Soo Kim***

Department of Traditional Fermented Food, Kyongbuk College of Science
**Department of Food Science and Technology, Kyungpook National University*
***Faculty of Life Resources Technology, Kyungsan University*
****Department of Food and Nutrition, Yeungnam University*

Abstract

This study was determined changes of components of sweet and astringent persimmon vinegars by two stages fermentation. Free sugars of persimmon juices before alcohol fermentation were mainly composed of glucose, fructose and sucrose. The content of glucose, fructose and sucrose of sweet persimmon juice was 6.60, 6.12 and 1.74%, respectively, and those of astringent persimmon was 5.63, 5.21, 0.62%, respectively. The contents of free sugar decreased continuously during fermentation. Major organic acids of persimmon juices were acetic, galacturonic, malic, citric and ascorbic acid. Alcohols of persimmon juices was detected methanol, ethanol, iso-propylalcohol, n-propylalcohol and iso-butylalcohol at the initial fermentation. The contents of alcohols increased continuously up to 4days of fermentation, but their contents except ethanol decreased slightly at 5th day of fermentation. Contents of free amino acid were higher in sweet persimmon than those in astringent persimmon. Volatile components increased during acetic acid fermentation.

Key words : persimmon, vinegar, fermentation

서 론

감과실은 포도당과 과당이 풍부하고 비타민 A, C가 다량 함유되어 있으며 다른 과실과 달리 신맛이 없고 탄닌의 수렴작용에 의해 설사를 멎게하거나 지혈 등의 약리작용을 나타내어 예로부터 많이 식용되어 왔다(1,2). 최근에는 감을 이용한 식초, 식초음료 등이 개발

되어 다양한 소비계층을 대상으로 시판되고 있다(3).

식초제조중 초산균의 작용으로 생성되는 acetic acid는 총산 함량을 좌우하여 품질관정의 지표로 이용되며 이외에 다양한 유기산이 함께 함유되어 식초의 酸味와 旨味를 형성한다. 일반 양조식초에서 비휘발성 유기산은 총산함량의 5~10%에 달하며 쌀식초, 주박식초 및 포도식초에 다량으로 함유되어 있다(4). 정 등(5)에 따르면 시판 감식초에서 acetic acid 함량은 2267.7 ~ 3842.6mg%로 galacturonic acid와 함께 주요 유기산을 구성한다고 보고되었다. 식초의 맛과 풍미는 초산 이외에 미량의 각종 유기산, 아미노산

Corresponding author : Yong-Jin Jeong, Department of Traditional Fermented Food, Kyongbuk College of Science, Chilkok, Kyungpook, 718-850, Korea

류, 당류, 염류 등이 상호복합적으로 작용하여 형성된다. 식초의 아미노산은 주로 원료로부터 유래되지만 초산 발효중에 전체 아미노산의 38~60%가 감소하고, 특히 glutamic acid, aspartic acid, proline, arginine 등의 감소가 크다(6,7). 현재 약 17 여종의 아미노산이 식초에서 검출되었으며 아미노산의 종류와 함량에 따라 각기 영향을 준다. 또한 식초의 휘발성 성분은 휘발성 유기산인 초산이 주성분이지만 이밖에 각종 유기산이나 방향성물질이 알콜 발효와 초산 발효 과정에서 생성되며, 식초의 원료인 쌀, 보리, 주박 및 과즙 등에서도 일부 이행되어 각 식초의 고유한 향을 나타낸다(8).

식초의 이화학적 성분에 관한 연구에서 쌀식초는 총당과 아미노태 질소 함량이 높고, 유기산인 lactic acid, succinic acid 및 아미노산으로 glutamic acid와 glycine의 함량이 높으며, propyl acetate, diacetyl, amyl acetate, ethyl caproate, isoamyl acetate, ethyl lactate, 2,3-butane diol 등이 주된 향기성분으로 보고되었다(9). 사과식초는 아미노산 함량은 낮으나 amyl acetate, isoamyl acetate, isoamyl alcohol, ethyl acetate, 2,3-butanol, phenyl acetaldehyde, 2-phenylethyl acetate, 2-phenylethyl alcohol 등과 같은 특유의 휘발성 성분이 함유되어 있으며 이들 대부분은 사과주 자체의 방향이 이행된 것으로 사과의 상쾌한 향을 나타낸다(10). 또한 주박식초는 저장된 주박을 물에 녹여서 재발효시키거나 직접 초산발효시킨 것으로 색상이 진하고 독특한 향미를 나타내며(11), 알콜을 산화하여 제조한 고산도 양조식초는 향기성분이 적지만 과즙이나 주박액기스를 원료로 한 것은 다른 제품과 차이가 없다고 보고되었다(8,10). 현재까지 식초성분에 관한 연구는 대부분 일반 양조식초를 대상으로 행해진 것으로, 천연과즙을 원료로 한 제품에 대해서는 체계적인 연구가 부족한 실정이다. 이에 본 연구는 감식초의 대량생산 및 품질향상을 위해 전보(12)와 동일한 과정으로 단감과 뽕은감을 알콜발효 및 초산 발효, 2단계로 구분하여 감식초를 제조하고 품질에 영향을 미치는 성분 및 향기성분의 변화를 분석하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험의 재료는 1998년 11월 경남 진영군 일대에서 생산된 완숙 단감 (*Diospyros kaki*, L.)과 경북 청도군 일대에서 생산된 뽕은감(*Diospyros kaki*, T.)을 탄산가스 농도 80%이상, 30°C에서 탈산한 것을 사용하였다.

주모 및 증초

주모와 증초는 전보(12)와 동일하게 정 등(13,14)의 방법에 준하여 주모 및 증초를 사용하였다.

2단계 발효에 의한 감식초 제조

감식초 제조는 전보(12)와 동일하게 정 등(13,14)의 방법으로 단감과 뽕은감을 각각 5kg씩 원료로 알콜 발효 및 초산발효로 구분하여 2단계발효를 행하였다.

유리당 및 유기산 분석

유리당 및 유기산 분석은 감식초 원액을 hexane으로 지질성분을 제거하고 0.45 μ m membrane filter와 Sep-pak C₁₈로 색소와 단백질 성분을 제거하여 분석하였다. 이때 유리당은 Aminex Carbohydrate HPX 42-A column (Supelco co.)을, 유기산은 μ -Bondapak C₁₈ column (Waters co.)을 이용하여 RI detector와 distilled water를 이동상(flow rate 0.6ml/min.)으로 HPLC로 분석하였다(5).

알콜분석

알콜분석은 시료 상정액 100ml에 내부 표준물질로 n-amylalcohol을 1ml 가한 다음, 탈이온수 100ml를 가하고 가열증류하여 증류액 20ml를 gas chromatograph (Hewlett Packard 5890)로 분석하였다. 이때 분석조건은 Carbowax 20M column(40°C, holding 7min), FID detector(220°C), injector 온도 200°C에서 carrier gas로 He(1.5ml/min.)을 사용하였다.

유리아미노산 분석

유리아미노산 분석용 시료제조는 시료 10ml에 ethanol 30ml를 가한 다음 하룻밤 실온에 방치시켜 단백질을 침전 제거한 다음, 상정액을 3,000rpm에서 10분간 원심분리시킨 후 상정액을 취하여 중탕가열하여 건조시켰다. 여기에 pH 2.2의 citrate buffer 10ml를 가하여 희석시킨 후 0.45 μ m membrane filter로 여과한 여액을 아미노산 자동분석기(LKB 4150, Alpha autoanalyzer)로 분석하였다(5). Column은 ultrapac 11 cation exchange column, 용매는 0.2M sodium citrate buffer(0.65ml/min.)로 분리하여 ninhydrin(0.40ml/min.)과 반응후 UV detector를 이용하여 570nm에서 검출하였다.

휘발성 성분 분석

휘발성 향기성분은 Likens와 Nikerson(15)이 고안한 연속증류추출(SDE)법으로 추출하여 GC 및 GC-MS로 동정하였다. 즉, 100°C로 유지된 시료 플라스크에 시

료 50, 증류수 250ml 및 내부표준물질로 4-decanol (10ppm)을 혼합, 교반하여 넣고, 40℃로 유지된 용매 플라스크에는 에테르를 넣은 후 1시간 동안 휘발성분을 포집한 뒤 에테르층을 농축하여 gas chromatograph (Hewlett-Packard 5890)에 주입하였다. 이 때 분석조건은 FFAP capillary(30m x 0.25mm i.d.) column과 FID detector를 사용하였고, column 온도는 70℃(5min)에서 230℃(20min)까지 2℃/min으로 하였다. 또한 향기성분 석의 동정은 Shimadzu QP 1000 GC-MS를 사용하여 injector 및 detector 온도 250℃, ioning voltage는 70eV, carrier gas로 He를 사용하였고, 위와 동일한 GC의 조건으로 실험하였다. 또한 향기성분 성분은 GC chromatograms 상의 retention time과 GC-MS의 chromatograms의 각 성분의 질량분석하여 동정하였고, 동정되지 않는 성분은 문헌상의 mass spectrum 대조로서 동정하였다.

결과 및 고찰

유리당 및 유기산의 변화

1단계 알콜발효중 유리당의 변화는 Table 1과 같았다. 단감의 경우에 알콜발효 전 glucose, fructose 및 sucrose 함량은 각각 6.60, 6.12 및 1.74%이었으며, 발효 1일 후에는 4.31, 5.47 및 0.04%로 glucose의 함량이 급격하게 감소하였다. 이후 발효기간이 경과함에 따라 유리당 함량이 점차 감소하였고, 발효 완료후 glucose, fructose 및 sucrose의 함량은 각각 0.01, 0.15 및 0.01%이었다. 뽕은감의 경우에는 발효초기 glucose, fructose 및 sucrose 함량은 각각 5.63, 5.21 및 0.62%이었고, 발효 1일 후에는 glucose 및 fructose의 함량이 2.64와 4.30%로 glucose의 함량이 급격하게 감소하였으며, sucrose는 극미량으로 확인되었다. 최종 발효 완료후에는 fructose함량은 0.10%이었고, glucose와 sucrose는 극미량이었다.

Table 1. Changes in the contents of free sugars during alcohol fermentation of persimmon juices (%)

Sample*	Free sugars	Fermentation periods(days)					
		0	1	2	3	4	5
SP	Glucose	6.60	4.31	1.54	0.38	0.02	0.01
	Fructose	6.12	5.47	4.65	3.00	0.20	0.15
	Sucrose	1.74	0.04	0.04	0.028	0.02	0.01
AP	Glucose	5.63	2.64	1.25	0.25	Trace	Trace
	Fructose	5.21	4.30	4.30	0.90	0.15	0.10
	Sucrose	0.62	Trace	Trace	Trace	Trace	Trace

* SP; Sweet persimmon. AP; Astringent persimmon.

Nakagawa 등(16)은 감과즙에서 glucose 및 fructose 함량이 각각 5.5 및 5.0%이었고, sucrose는 미량이었으나 발효가 진행됨에 따라 glucose는 다른 유리당보다 우선적으로 분해되었으며 또한 sucrose는 발효 4일 이후 극미량이었다고 보고하였는데 본 결과와 유사한 경향이었다.

2단계 초산발효 후 감식초의 주요 유기산은 Table 2와 같이 acetic acid 다음으로 galacturonic acid 함량이 높았으며, malic, citric, ascorbic acid도 미량씩 검출되었다. 단감식초와 뽕은감식초에서 유기산의 총합량은 큰 차이가 없었으나 각 유기산의 함량에서는 차이가 있었다. Acetic acid는 단감식초에서 높았으나 galacturonic acid와 ascorbic acid함량은 뽕은감식초에서 약간 높았다.

Table 2. Organic acids of the fermented persimmon vinegars (mg%)

Organic acids	SP	AP
Galacturonic acid	386.4	446.3
Acetic acid	4937.2	4725.4
Citric acid	32.8	29.8
Malic acid	34.6	38.2
Ascorbic acid	21.1	47.9

* Abbreviations are the same as in Table 1.

Acetic acid함량은 식초의 맛을 결정하는 주요 요인이며, 이외에 다른 유기산류가 미량이지만 존재하여 조리시 풍미에 영향을 미친다(4). 홍 등(17)에 따르면 불량 단감에 종초를 첨가하여 제조한 감식초의 유기산중 acetic, citric, galacturonic acid의 함량은 각각 4233.0, 20.5 및 290.0mg%이었고, Sugiura와 Tomana(18)는 3종류의 다른 균주를 접종하여 각각 감식초를 제조한 후 유기산 함량은 acetic acid가 4590, 4270 및 4680mg%, galacturonic acid는 175.6, 164.4 및 165.8 mg%, citric acid는 5.7, 5.1 및 4.2mg%이었고, malic acid는 131.7, 123.3 및 119.2mg%이라고 보고하였다. 이상의 보고와 본 연구결과는 유사한 경향이었으며, 각 유기산 함량의 차이는 감과실의 품종 및 제조방법의 차이에 의한 것으로 생각되었다.

알콜류의 변화

단감 및 뽕은감의 알콜발효 중 알콜류 성분의 변화는 Table 3과 같았다. 단감과 뽕은감, 모두 acetaldehyde와 6종의 알콜 즉, methanol, ethanol, iso-propylalcohol, n-propylalcohol, iso-butylalcohol 및 iso-amylalcohol이 검출되었으며, 이들은 알콜 발효기간이 경과함에 따

라 4일째까지는 모두 증가하는 경향이었으나, 발효기간 5일째에는 ethanol을 제외하고는 약간씩 감소하는 경향이였다. 단감의 경우 ethanol 함량은 발효초기 214ppm이었으며, 알콜 발효기간이 지남에 따라 점차 증가하여 발효 5일째에는 73,530ppm이었고, 뽕은감의 경우에는 발효 초기 346ppm에서 발효 5일째에 75,673ppm까지 증가하였으며, 단감보다 뽕은감에서 ethanol 증가가 약간 높았다.

Table 3. Changes in the contents of alcohols in persimmon juices during alcohol fermentation (ppm)

Sample*	Components	Fermentation periods(days)					
		0	1	2	3	4	5
	Acetaldehyde	1.1	65.0	62.5	76.9	96.0	82.7
	Methanol	38.1	429.5	601.1	65.6	127.9	99.9
	Ethanol	214.0	20135.0	35131.0	48170.0	66150.0	73530.0
SP	iso-Propylalcohol	3.9	17.0	27.3	31.8	89.4	66.2
	n-Propylalcohol	ND**	70.4	12.3	170.3	430.7	337.6
	iso-Butylalcohol	0.2	0.6	2.3	14.6	13.4	12.5
	iso-Amylalcohol	ND	193.6	505.2	754.8	778.7	631.9
	Acetaldehyde	4.6	73.8	83.6	89.2	98.3	92.1
	Methanol	48.6	621.7	486.3	236.5	139.7	136.3
	Ethanol	346.0	28433.0	41076.0	53687.0	71420.0	75673.0
AP	iso-Propylalcohol	4.8	23.6	29.3	78.6	75.4	68.3
	n-Propylalcohol	ND	88.7	132.6	420.3	437.8	416.4
	iso-Butylalcohol	0.1	0.8	5.6	16.2	14.3	13.2
	iso-Amylalcohol	ND	259.3	687.3	792.6	743.3	683.2

* Abbreviations are the same as in Table 1.

** ND : not detected.

한편 Table 4의 감식초 제조후 각각의 알콜성분 변화에서는 2종의 감식초 모두 methanol 함량이 비교적 적게 검출되었고, 잔류 ethanol 함량이 다소 높았으며, iso-propylalcohol의 함량은 낮게 나타나, 이는 초산발효에 따라 acetic acid로 전환된 것으로 추정되었다.

Table 4. Alcohols of the fermented persimmon vinegars (ppm)

Alcohols	SP*	AP
Acetaldehyde	75.8	47.3
Methanol	68.1	67.3
Ethanol	3070.0	5740.0
iso-Propylalcohol	0.8	1.2
n-Propylalcohol	0.9	1.4
iso-Butylalcohol	0.6	0.8
iso-Amylalcohol	1.5	1.6

* Abbreviations are the same as in Table 1.

유리아미노산

Table 5는 2단계 발효과정으로 제조한 2종의 감식초에 대한 유리아미노산을 분석한 결과이다. 유리아미노산 함량은 단감식초가 뽕은감식초보다 좀더 높았으며, 2종의 감식초 모두 glycine, γ -aminoisobutyric acid, proline, phosphoserine의 함량이 비교적 높았다. 단감의 경우에는 α -aminoadipic acid와 ornithine의 함량이 4.55, 7.03 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로 상당히 높았고, 뽕은감에서는 glycine과 γ -aminoisobutyric acid의 함량이 6.29, 8.63 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 로 다른 성분보다 높았다.

Table 5. Contents of free amino acids in fermented persimmon vinegars ($\mu\text{g}/\text{ml}$)

No.	Amino acids	SP*	AP
1	phosphoserine	4.13	3.98
2	phosphoethanolamine	ND	ND
3	urea	1.09	1.00
4	aspartic acid	0.04	0.04
5	threonine	2.17	2.66
6	serine	1.72	2.08
7	glutamic acid	2.18	1.79
8	carosine	0.12	0.10
9	α -aminoadipic acid	4.55	0.52
10	proline	3.94	4.19
11	glycine	5.15	6.29
12	valine	0.22	0.12
13	cystine	1.62	1.04
14	methionine	0.96	1.14
15	cystathionine	0.86	0.64
16	isoleucine	2.15	1.35
17	leucine	1.04	0.73
18	tyrosine	0.16	0.13
19	β -alanine	1.10	0.79
20	phenylalanine	1.26	0.72
21	γ -aminoisobutyric acid	7.09	8.63
22	ornithine	7.03	3.80
23	lysine	2.97	1.76
24	histidine	0.67	0.25
25	arginine	0.21	0.16

* Abbreviations are the same as in Table 1.

식초의 아미노산은 발효초기에 비해 38~60%가 감소하고 특히 glutamic acid, aspartic acid, proline, arginine 등의 감소가 현저하다(6,7). 문 등(19)에 따르면, 시판 감식초의 유리아미노산 함량은 0.84 ~ 221.1mg%로 제조법에 따라 함량차가 크며, alanine, leucine, lysine 등의 함량이 비교적 높은 것으로 보고하였다.

휘발성 성분의 변화

Table 6은 감의 알콜발효 및 초산발효 후 휘발성 성분을 분석한 결과이다. 단감의 경우 알콜발효 후 7종, 초산발효 후에는 9종의 성분이 분리 및 동정되었고, 뽕은감의 경우는 알콜발효 후에는 6종, 초산발효 후에는 9종의 휘발성 성분이 분석되었다. 각 시료에서 ethanol은 초산발효 후에 크게 감소하였으며, acetic acid는 알콜발효 후 시료 모두에서 검출되지 않았지만 초산발효 후에는 단감 및 뽕은감 식초에서 각각 48526.30 및 46982.72ppm으로 크게 증가하였다. 또한 ethyl acetate는 단감 및 뽕은감의 알콜발효 후에는 각각 206.97 및 184.43ppm에서 초산발효 완료 후에는 61.90 및 65.90ppm으로 크게 감소하였다. 2-Hydroxy-2-butanone 및 3-methyl-butanolic acid를 제외한 기타 나머지 성분은 초산발효후 감소하는 경향이였다.

Table 6. Contents of volatile composition in persimmon wines and vinegars

Peak No.	Components	SP*		AP*	
		Wine**	Vinegar	Wine	Vinegar
1	Acetone	10.80	34.06	12.80	35.66
2	Ethyl alcohol	9783.84	467.30	25305.64	480.38
3	Acetaldehyde	43.03	16.78	44.45	18.16
4	Ethyl acetate	206.97	61.90	184.43	65.90
5	2-Hydroxy-2-butanone	0.52	5.41	ND***	5.76
6	Acetic acid	ND	48526.30	ND	46982.72
7	4-Decanol	10.00	10.00	10.00	10.00
8	3-Methyl-butanolic acid	ND	11.34	ND	17.56
9	2-Phenylethyl-ester acetic acid	4.07	2.47	6.12	1.98
10	Benzeneethanol	34.69	13.82	26.99	13.14

* Abbreviations are the same as in Table 1.
 ** Wine ; Alcoholic liquor during alcohol fermentation.
 *** ND ; Not-detected.

식초의 휘발성 성분은 acetic acid를 비롯한 각종 유기산이나 방향성 물질은 알콜발효와 초산 발효과정에서 생성되기도 하지만 원료인 쌀, 보리, 주박, 각종 과즙 등에서 이행되는 것이 각각의 고유한 향을 나타낸다(8). 본 연구에서 알콜발효 후 뽕은감과 달리 단감에서만 검출된 2-hydroxy-2-butane은 감과실의 품종에서 비롯된 것으로 생각되며, 이에 대한 연구가 요망된다.

요 약

단감과 뽕은감의 2단계 발효과정에 의해 제조된 감식초의 품질 평가를 위해 제조중 성분 변화를 검토하였다. 유리당은 단감의 경우 glucose 6.60, fructose 6.12 및 sucrose 1.74%이었으며, 뽕은감의 경우에는 각각 5.63, 5.21, 0.62%로, glucose 함량이 가장 높았다. 발효기간이 경과함에 따라 유리당의 함량은 점차 감소하는 경향을 나타내었으며, 특히 glucose의 감소가 급격히 감소하였다. 감식초의 유기산은 단감과 뽕은감 모두 acetic acid 함량이 가장 높았고, galacturonic, malic, citric, ascorbic acid도 미량 검출되었다. 감식초의 알콜발효시 알콜성분은 acetaldehyde, methanol, ethanol, iso-propylalcohol, n-propylalcohol, iso-butylalcohol 및 iso-amylalcohol 등 7종이 분석되었고, 알콜발효 4일까지는 모두 증가하는 경향이었으나 5일째에는 ethanol을 제외한 성분들은 다소 감소하는 경향이였다. 유리아미노산의 함량은 단감식초에서 뽕은감식초에서보다 약간 높았고, 휘발성 성분은 단감의 경우에 알콜발효 후 7종, 초산발효 후 9종, 뽕은감에서는 알콜발효 후 6종, 초산발효 후에는 9종의 성분이 분석되었다.

감사의 글

본 연구는 한국과학재단 1997년 산학협력연구과제(97-2-15-01-01-3) '감식초 속성 제조법과 산업화'에 의하여 수행된 결과의 일부이며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 식품성분분석표(1991) 농진청 농촌영양개선연수원
2. 강춘기 (1990) 우리나라 과실류의 역사적 고찰. 한국식문화학회지, 5(3), 301-305
3. 문태익 (1984) 식초공업의 현황 및 전망. 식품과학, 17(1), 28-37
4. 菅野幸一食醋調理特性(1992) 調理科學, 25(4), 341
5. 정용진, 서권일, 김광수 (1996) 시판 및 속성 감식초의 이화학적 특성. 동아시아식생활학회지, 6(3), 355-363
6. いわゆる健康酢中の遊離アミノ酸,糖および有機酸の定量. (1987) 日本營養食糧學會誌, 41(1), 70-75
7. Yukimichi, K., Yasuhiro, U. and Fujiharu, Y. (1987) The general composition, inorganic cations free amino acids and organic acid of special vinegars.

- Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **34(9)**, 592-598
8. Matthieu, T. and Flavio, G. Barros (1991) Conductometric and colorimetric determination of volatile acidity of vinegars by flow-injection analysis. *J. Assoc. Off. Chem.*, **74**, 2-7
 9. 김찬조, 박윤중, 이석건, 오만진 (1981) Acetobacter sp.와 그 변이주를 이용한 식초산 발효에 관한 연구. *Korean J. Appl. Microbial. Bioeng.*, **9(3)**, 130
 10. 조재선 (1984) 식초의 종류와 특성. *식품과학*, **17(1)**, 38-50
 11. Kahn, J.H., Nickol, G.B. and Conner, H.A. (1972) Identification of volatile components in vinegars by gas chromatography-mass spectrometry. *J. Agr. Food Chem.*, **20(2)**, 214-218
 12. 정용진, 서지형, 박난영, 신승렬, 김광수 (1999) 2단계 발효에 의한 감식초의 성분 변화 (I). 한국농산물저장유통학회지, 투고중, **6(2)**, 228-232
 13. 정용진, 이기동, 김광수 (1998) 반응표면분석에 의한 감식초 제조조건의 최적화. 한국식품과학회지, **30(5)**, 1203-1208
 14. 정용진, 서권일, 이기동, 윤광섭, 강미정, 김광수 (1998) 반응표면분석에 의한 단감식초 제조조건의 모니터링. 동아시아식생활학회지. **8(1)**, 57-65
 15. Likens, S.T. and Nikerson, G.B. (1964) Detection of certain hop oil constituents in brewing products. *Proc. Am. Soc. Brew. Chem.*, **5**, 13-17
 16. Nakagawa, H., Nakashima, M., Yamashita, I. and Aoki, S. (1986) Changes in the composition of Japanese persimmon "Sanja" juice during alcohol fermentation. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **33(11)**, 786-790
 17. 홍정화, 이기민, 허성호 (1996) 저온저장중 품질이 저하된 단감을 이용한 식초의 제조. *J. Korean soc. Food Nutr*, **25(1)**, 123-128
 18. Sugiura, A. and Tomana, T.(1983) Relationships of ethanol production by seeds of different types of Japanese persimmons and their tannin content. *Hort Science*, **18(3)**, 319-322
 19. 문수연, 정희철, 윤희남 (1997) 식초의 종류별 미량성분과 관능적 특성 비교. 한국식품과학회지, **29(4)**, 663-670

(1999년 4월 15일 접수)