

## 자연발효 감식초의 제조과정 중 지표성분변화 비교분석

이상현<sup>1</sup> · 김재철<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>인제대학교 식의약생명공학부

<sup>2</sup>인제대학교 식품생명과학부, 식품과학연구소

### A Comparative Analysis for Main Components Change during Natural Fermentation of Persimmon Vinegar

Sang Hyun Lee<sup>1</sup> and Jae Cheri Kim<sup>1,2\*</sup>

<sup>1</sup>Center of Smart Foods and Drugs, and

<sup>2</sup>School of Food and Life Science, Food Science Institute, Inje University, Gyeongnam 621-749, Korea

#### Abstract

Physicochemical changes in persimmon were examined during natural organic acid fermentation. Major organic acids in raw persimmon juices were lactic acid (980 mg%) and acetic acid (245 mg%). The content of acetic acid was continuously increased during the whole period of fermentation up to 3 years. Glucose was the dominant free sugar, but the content was decreased after 20 days of fermentation. Most of the glucose was converted to ethanol until 40 days after initiation of acid fermentation. L- and a values of Hunter's color in fermented persimmon juice, which was naturally exuded from persimmon fruit as fermentation continued, increased gradually, while b value decreased. Acetic acid (1584 mg%) was the most abundant organic acid followed by lactic acid (712 mg%) and citric acid (48 mg%) in a persimmon fruit juice after completion of 3 year fermentation. A minute amount of residual free sugars, mainly glucose, even after 3 years of fermentation may cause changes in quality characteristics while storage for edible use.

**Key words:** persimmon, vinegar, natural fermentation, manufacturing process, physicochemical property

#### 서 론

감식초는 일반 농가에서 제조하여 이용되어 온 전통발효 식품으로 숙취제거, 피로 회복 및 정장작용 등의 민간요법에 애용되어 왔다. 현재 시판되고 있는 재래식 감식초는 11월 중순에 수확한 감을 자연적인 병행복발효에 의해 3~5년간 숙성 후 이용한다. 최근 경제성장에 따라 건강에 대한 인식전환으로 천연소재의 전통발효식초에 대한 관심과 소비가 꾸준한 증가세를 보이고 있다(1-3). 일반적으로 감식초와 같은 과실 식초를 산업적으로 대량 생산할 경우 단행복발효법을 사용한다(2). 그러나 파쇄한 과즙의 당도를 조절하여 알코올 발효가 일어난 뒤 초산발효를 시키는 과정 중 통기, 희석 등의 과정을 거치는 동안 감의 향미가 소실되고 변색되는 등의 변화를 초래하는 경우가 많다(4-6). 한편 인위적인 온도조절이나 균의 접종 없이 자연환경에서 장기간 발효되는 감식초는 살균공정 없이 자체의 산성(pH 2.8이하)에 의한 저장성만으로 유통되므로 유통과정 중에 계속 발효가 진행되며, 침전물의 생성, 변색 및 맛과 향의 변화 등 제품의 품질을 저하시키는 문제점들이 발생되고 있다(7,8). 무엇보다도 과학적인

지표가 없이 전래되는 경험에 의존하여 발효가 이루어지므로 품질의 안정성을 유지하는 데 어려움이 많은 실정이다.

자연발효로 감식초를 얻는 과정은 경험적으로 전래되는 방법에 의해 외부의 자연환경조건에서 감을 세척한 뒤 원형을 유지한 상태로 30~40일간 알코올 발효를 거친 후 유기산 발효로 이행하여 일정한 산도에 도달할 때까지 지속하는 것으로 나눌 수 있다. 그 결과 장시간의 발효기간과 품질의 균일성을 유지하기 어려운 문제들이 상존하고 있다. 자연적인 알코올 발효 후 유기산 발효를 촉진하기 위해 유기산 발효가 끝난 모액을 소량 첨가한다. 발효가 점차 진행됨에 따라 과실내부의 즙액은 외부로 침출되어 나와 상층액을 형성하며, 점차로 원형을 유지하고 있는 과실과 불용성 물질은 용출된 감즙액(유기산용액)에 잠기게 된다. 동시에 과실내부의 유리당은 지속적으로 생성됨과 동시에 알코올 발효의 기질로 사용된다. 생성된 알코올은 유기산 발효에 의해 산을 생성한다. 자연발효 상태에서는 젖산발효도 많이 일어나는 것으로 알려져 있다. 감식초의 발효기간에 관련된 대부분의 연구는, 자연적인 환경에서 일어나는 문제점을 보완하기 위해, 발효 최적화와 연관되어 있다. Kim 등(2)은 온도를 일정

\*Corresponding author. E-mail: jckim@inje.ac.kr  
Phone: 82-55-320-3239, Fax: 82-55-321-0691

하게 유지하면서 감즙으로 자연발효를 시킨 결과 12일째부터 총산이 급격히 증가하기 시작하여 40일째에 5% 수준에 도달하였으며 젖산의 함량이 높았다. Jeong 등은 단감과 떨어진 감의 2단계(알코올 및 초산) 발효기간 중 성분변화를 보고하였다. 처음 알코올 발효가 일어나는 동안 유리당은 급격히 감소하였다. 이어지는 초산발효에서 총 산이 증가하였고, 유기산 중 초산의 함량이 가장 높았으며, 갈색도가 점차 증가하는 것으로 나타났다(9,10). 키토산(11) 및 pectinase 처리(12)를 통한 청징화와 막분리(8)를 통한 품질개선에 대한 연구도 이루어졌다. 그러나 3년 이상 걸리는 것으로 알려진 자연유기산발효(1) 전체기간 중 주요성분들의 변화에 대한 연구는 미미하여 전체제조과정을 관리하여 품질을 일정하게 유지할 수 있는 기초 자료가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 민간에서 자연적으로 발효되어 만들어지는 자연발효 감식초의 품질관리를 위해 자연발효 전체제조과정에서 원료감(raw persimmon), 발효과정 중 원형을 유지한 감(persimmon fruit), 유리되어 침출되는 액(persimmon fruit juice)의 pH 및 미생물 수, 유기산, 유리당 함량변화를 조사하여, 품질관리를 위한 기초자료를 얻고자 한다. 장기간의 발효, 숙성기간에 따른 어려움을 고려하여 모액 첨가 전 초기 40일간의 알코올 발효 단계와 이후 유기산 발효단계로 구분하여 성분지표를 분석하였다.

## 재료 및 방법

### 자연발효감식초 제조

초기 40일간의 알코올 발효기간 동안 성분지표 분석을 위해 꼭지를 제거한 단감의 표면에 붙어 있는 먼지나 균사체를 제거하는 세척과정을 거친 후, 그늘에서 하루정도 건조하여 표면의 수분을 제거한다. 건조된 단감을 항아리나 스테인리스 재질의 탱크에 넣고, 폴리에틸렌(PE) 재질의 포장재를 사용하여 밀봉한 후, 햇빛이 잘 드는 곳에서 40일간 알코올 발효를 수행하였다. 이후 지속적인 유기산 발효는 40일간 알코올발효가 일어난 감에 이미 발효가 끝난 감식초를 10% (w/v) 넣고 3년까지 지속한다.

완숙단감(*Diospyros kaki* L.)과 이후 지속적인 유기산 발효(6개월, 1, 2, 3년)에 의해 생성된 침출(상층)액과 침출액에 잠겨있는 원형을 유지한 감은 경남 김해시 스위트 감식초 농원에서, 서로 다른 시점에서 발효가 시작되어, 숙성중인 시료를 사용하였다. 모든 시료는 동일한 방법으로 발효되어 만들어진다.

### 시료 전처리

원료감 및 에탄올 발효기간 중 원형을 유지한 감은 세척 후 멸균된 칼날(Dorco, Seoul, Korea)을 사용하여 껍질과 씨를 제거한 후, 균질화(Laboratory blender, Waring, Torrington, USA) 하여 사용하였고, 유기산 발효기간 별 원형을 유지한 감은 증류수로 표면의 식초액을 제거 후, 균질화(Laboratory

blender, Waring) 하여 사용하였다. 또한 에탄올 발효기간 중 생성되는 액과 유기산 발효기간 중 발생하는 침출액은 감압여과(Whatman #40, GE Healthcare, London, UK)하여 시료로 사용하였다.

### pH 및 산도측정

수소이온 농도는 pH meter(730P, Istek, Seoul, Korea)를 사용하여 측정하였으며, 산도는 균질화 된 시료 10mL를 취하여 증류수를 가하여 10배로 희석하고 phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH용액으로 중화 적정하여 분석하였다(10).

### 미생물 측정

전 처리된 시료를 무균상태에서 멸균증류수를 첨가하여 10배(w/v)로 희석한 뒤 균질화(Laboratory blender, Waring) 하였다. 균질화 된 용액 1 mL를 멸균한 증류수로 단계적으로 희석하여 각 희석액 1 mL를 배지에 분주하였다. 일반세균은 32°C에서 48시간, 효모와 곰팡이는 24°C에서 4일간 배양하여 측정하였다. 필름형태로 만들어진 일반 세균용(38-9017-5933-2, Petrifilm, 3M Microbiology Products, St. Paul, USA)과 효모와 곰팡이용(38-9019-0959-8, Petrifilm, 3M Microbiology Products) 배지로 각각 세 번씩 반복하여 측정하였다.

### 색도측정

유기산발효 기간별(6개월, 1, 2, 3년) 발생하는 침출액 10 mL를 여과지(Whatman #40)로 여과한 뒤, 색도계(CT-310, Minolta, Tokyo, Japan)로 Hunter's color value의 L값(lightness), a값(redness), b값(yellowness)을 측정하였다. 전체적인 색차를 나타내는 ΔE값은 6개월 발효액을 기준으로 하여, 다음 식으로 나타내었다(13).

$$\Delta E = \sqrt{(L - L_r)^2 + (a - a_r)^2 + (b - b_r)^2}$$

$L_r, a_r, b_r$  = 유기산 발효 후 6개월 경과된 침출액의 각 색도값

### 유리당 및 유기산 분석

유리당 및 유기산 분석을 위해 원료감과 발효, 숙성 중 원형을 유지한 감 모두 전 처리된 각각의 시료를 5,000×g에서 10분간 원심분리(Spura 22k, Hanil science industrial, Incheon, Korea)하여 상층액을 취하여 사용하였고, 침출액은 여과하여 전 처리된 시료를 사용하였다. 준비된 액을 헥산(hexane)으로 지질성분을 제거하고, 여과(0.45 μm Nylon membrane filter, Milipore, Billerica, USA)하여 색소를 제거하고, 카트리지(Sep-pak C<sub>18</sub>, Milipore)를 통과시켜 단백질을 제거하였다. 당 분석용 칼럼(Aminex Carbohydrate HPX 42-A column, supelco Inc., Bellefonte, USA)과 유기산 분석용 칼럼(Gemini C<sub>18</sub> column, phenomenex Co., Torrance, USA)을 이용하여 유리당과 유기산을 분석하였다(HPLC, FUTECS Co., Daejeon, Korea). 유리당은 증류수를 이동상

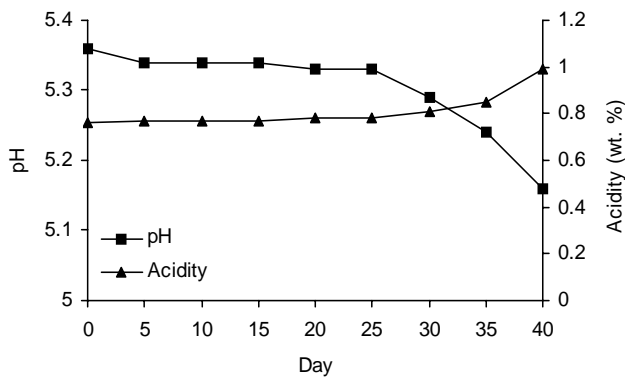


Fig. 1. Changes in pH and acidity during alcohol fermentation of persimmon fruit.

(flow rate 0.6 mL/min)으로 하여 정량하였고(RI detector, FUTECS Co.), 유기산은 0.1% 인산을 이동상(flow rate 0.5 mL/min)으로 214 nm에서 정량하였다(UV detector, FUTECS Co.). 표준품(Sigma, St. Louis, USA)은 유리당의 경우 과당(fructose), 포도당(glucose), 설탕(sucrose), 맥아당(maltose)을 사용하였으며, 유기산은 구연산(citric acid), 젖산(lactic acid), 초산(acetic acid)을 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 감식초 발효과정 중 pH 및 산도변화

인위적으로 당첨가나 발효균의 접종 없이 단감만으로 자연 발효되어 제조되는 감식초에 있어서, 알코올 발효기간 중 감의 pH 및 산도 변화는 Fig. 1과 같다. 원료감의 pH와 산도는 각각  $5.36 \pm 0.03$ ,  $0.76 \pm 0.15$ 이었으며, 발효 25일까지 pH와 산도의 변화는 유의적인 차이가 없었으며, 발효 30일부터 pH는 급격히 낮아져, 40일째에는  $5.16 \pm 0.03$ 로 나타났다. 산도는 발효 30일부터 급격히 증가하여, 40일째에는  $0.99 \pm 0.15$ 로 나타났다. 이는 유기산발효에 영향을 미치는 알코올 발효 후의 초기산도는 경제성을 고려하여 약 1%로 하는 것이 효율이 높다는 보고(3)와 같은 결과를 보여 주는 것으로서, 감의 알코올발효에 이은 유기산발효로의 이행과정에서 자연발효뿐만 아니라 최적화조건에 의한 발효환경에서도 중요한 지표로 판단된다. Jeong 등(10)도 단감의 2단계 발효기간 중 에탄올 발효 5일 후에 약 1%의 산도를 얻었다고 보고하였다. 발효기간의 차이는 최적화된 조건과 실외에서 외부환경에 의해 발효가 일어나는 자연발효의 조건차이에 의한 것임을 알 수 있다.

유기산 발효기간(6개월, 1, 2, 3년)에 따른 침출액의 pH 변화(Table 1)를 보면, 발효기간이 길어질수록 pH가 낮아져, 3년 발효에서  $3.25 \pm 0.06$ 이었다. 따라서 발효가 진행됨에 따라 산도는 증가하여, 3년 발효된 감식초 액은  $2.66 \pm 0.04$ 였다. 자연발효기간 중 온도변화 차이를 고려하더라도 발효 2~3년 사이에 pH 및 산도의 변화가 가장 큰 것으로 보아, 이 기간 중 유기산 발효가 가장 활발한 것으로 판단된다. Kim 등(2)은 자연 및 복발효로 제조한 감식초의 최종 산도

Table 1. Changes in pH and acidity during organic acid fermentation of persimmon juice

Period	6 month	1 year	2 year	3 year
pH	$3.79 \pm 0.03^{1)}$	$3.68 \pm 0.09$	$3.59 \pm 0.03$	$3.25 \pm 0.06$
Acidity (%)	$1.02 \pm 0.07$	$1.39 \pm 0.09$	$1.59 \pm 0.07$	$2.66 \pm 0.04$

<sup>1)</sup>Mean  $\pm$  standard deviation.

가 각각 5.2, 3%이었고, Hong 등(14)은 불량 단감에 4%의 알코올을 첨가하여 제조한 감식초의 총산도가 4.86%이었다고 보고하였다.

### 감식초 발효과정 중 미생물 변화

원료 감의 일반세균은  $2.5 \times 10^2$  CFU/g이었으며, 효모와 곰팡이는  $1.5 \times 10^2$  CFU/g만큼 측정되었다. 발효기간이 길수록 일반세균의 수는 점차 증가하여, 40일 후에는  $1.0 \times 10^5$  CFU/g이 측정되었다(Fig. 2). 효모와 곰팡이도 점진적으로 증가하여 발효 40일 후에는  $7.5 \times 10^3$  CFU/g으로 나타났다.

### 감식초 발효 중 색도변화

색도는 외관상 품질을 판정하는데 중요한 요인 중의 하나인데, 기간별 유기산 발효액의 색상 변화를 보면(Table 2), 백색도(L)는 매년 증가하여, 3년 숙성 액은  $98.88 \pm 0.07$ 로 나타났다. 특히 백색도는 2년 숙성 시 증가폭이 높았다.

적색도(a)는 6개월 발효액  $-4.36 \pm 0.04$ 에서 미량 증감을 거쳐 3년 발효액은  $-0.55 \pm 0.04$ 로 나타났다. 황색도(b)는 6개월 숙성액  $+14.12 \pm 0.16$ 에서 미량 증감을 거쳐 3년 발효액은  $+10.21 \pm 0.05$ 로 나타났다. 이는 발효기간 중 점진적으로

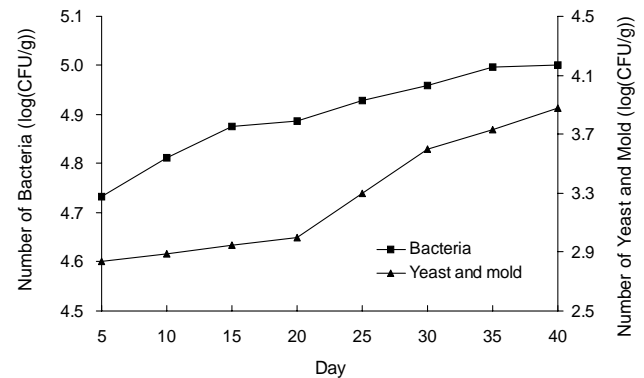


Fig. 2. Changes in number of microorganisms during alcohol fermentation of persimmon juice.

Table 2. Changes in Hunter's color value of persimmon fruit juice during persimmon fermentation

Color <sup>1)</sup>	6 month	1 year	2 year	3 year
L	$78.02 \pm 0.04^{2)}$	$82.91 \pm 0.09$	$95.84 \pm 0.04$	$98.88 \pm 0.07$
a	$-4.36 \pm 0.05$	$-3.46 \pm 0.02$	$-6.13 \pm 0.03$	$-0.55 \pm 0.04$
b	$+14.12 \pm 0.16$	$+12.72 \pm 0.32$	$+11.09 \pm 0.01$	$+10.21 \pm 0.05$
$\Delta E$	0	$5.17 \pm 0.06$	$18.12 \pm 0.03$	$21.22 \pm 0.05$

<sup>1)</sup>L: lightness (100=white, 0=black), a: redness (+=red, -=green), b: yellowness (+=yellow, -=blue),  $\Delta E$ : color difference value between 0.5 year fermented and 1, 2 and 3 year fermented persimmon fruit juice.

<sup>2)</sup>Mean  $\pm$  standard deviation.

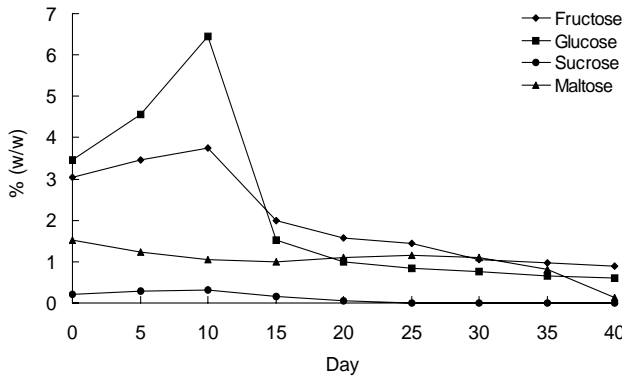


Fig. 3. Changes in free sugars of persimmon fruit during alcohol fermentation.

적갈색으로 변하고 있는 것으로 생각된다. 6개월 발효액을 기준으로 할 때, 발효기간이 길어짐에 전체적인 색차(ΔE)의 차이가 크게 나타나, 1년 후에는 뚜렷하게 구별할 수 있었다. Kim 등(2)은 자연발효 감식초에서 L값은 30.70, a값은 0.07, b값은 10.45이었다고 보고하였는데, 이와 같이 감식초의 색상결과가 다르게 나타난 것은 제조과정에서의 환경조건 및 전처리 조건 등의 차이에 의한 것으로 생각된다.

감식초 발효 중 유리당 및 유기산 변화

초기 40일간의 발효기간 중 원형을 유지한 감 내의 유리당 함량 변화는 Fig. 3과 같다. 원료 감의 과당, 포도당, 설탕 및 엿당 함량은 3.05, 3.45, 0.22, 및 1.52%(w/w)이었으며, 10일 발효까지 엿당을 제외한 유리당은 증가하는 경향을 나타냈으며, 이는 감 내에 존재하는 효소의 작용이나 미생물의 효소작용에 의해 다당류가 단당류인 포도당, 과당 등으로의 분해에 의해 증가되는 것으로 판단된다. 그 이후 감의 유리당 함량은 급격히 감소하여, 최종 알코올발효 완료 후에는 과당, 포도당, 엿당의 함량은 각각 0.88, 0.59, 0.12%(w/w)이었고, 설탕은 존재하지 않았다. Jeong 등(9)은 발효기간이 경과함에 따라 유리당의 함량은 점차 감소하는 경향을 나타내었으며, 특히 포도당의 함량이 급격히 감소한다고 보고하여, 본 결과와 유사한 경향을 보였다.

유기산 발효기간 중 원형을 유지한 감과 침출액의 유리당 함량 변화는 Table 3과 같다. 6개월 발효에서 감 내부의 과당, 포도당, 엿당 함량은 각각 0.58, 1.00, 0.12%(w/w)이었으며, 설탕은 존재하지 않았다. 발효 3년 후 포도당 함량은 0.12%(w/w)이었으며, 과당은 미량 존재하였고, 설탕과 엿당은 존재하지 않았다. 6개월 발효에서 감식초 액의 과당, 포도당, 설탕 및 엿당 함량은 각각 0.35, 2.17, 0.12 및 0.45%(w/w)이었으며, 2년 발효에서 과당, 포도당 함량은 각각 0.01과 1.5%로 감소하였으며 설탕과 엿당은 검출되지 않았다. 이후 3년 발효를 거치면서 최종 유리당(glucose) 함량은 0.5%이었다.

주로 알코올발효가 일어나는 초기 40일 동안 감속의 유기산 함량변화는 Fig. 4와 같다. 원료 감의 구연산, 젖산, 초산 함량은 각각 12.03, 56.65, 0.12 mg%였으며, 알코올 발효가

Table 3. Changes in free sugars of persimmon fruit and fruit juice during organic acid fermentation (wt. %)

Year		Fructose (%)	Glucose (%)	Sucrose (%)	Maltose (%)
0.5	Fruit	0.58	1.00	ND <sup>1)</sup>	0.12
	Juice	0.35	2.17	0.12	0.45
1	Fruit	0.03	1.00	ND	0.08
	Juice	0.02	2.00	0.02	0.01
2	Fruit	0.03	0.20	ND	ND
	Juice	0.01	1.50	ND	ND
3	Fruit	0.01	0.12	ND	ND
	Juice	ND	0.50	ND	ND

<sup>1)</sup>ND: no detected.

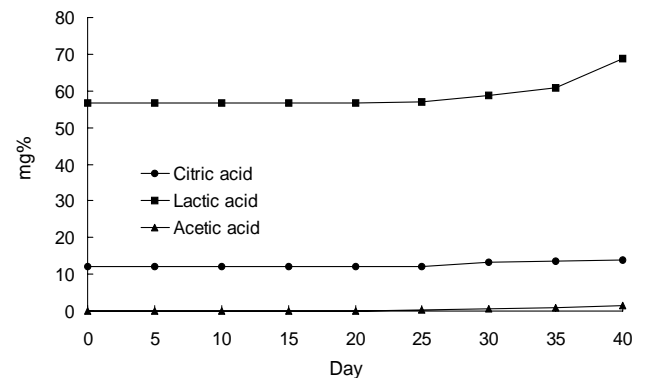


Fig. 4. Amount of organic acids in persimmon fruit during alcohol fermentation.

끝나는 40일경 각각 13.99, 68.65, 1.45 mg%로 나타나 지속적으로 증가하였다. 유기산의 함량이 젖산, 구연산, 초산 순으로 나타난 것은 원료감인 유기산 함량(2)의 영향을 받은 것으로 생각된다. 그 이후 유기산 발효기간 중 원형을 유지한 감과 침출액의 유기산 변화는 Table 4와 같다. 원형을 유지한 감의 구연산, 젖산, 초산 함량은 6개월 발효에서 각각 80, 1,270, 1,442 mg%로 나타났으며, 유기산 발효가 진행됨에 따라 꾸준히 감소하여 발효 3년에서 각각 26, 774, 943 mg%의 유기산을 함유하고 있다. 특히 감식초 접종 후 알코올 발효에 의해 생성된 에탄올을 기질로 하여 유기산 발효가 활발히 이루어지며, 유기산 발효가 진행됨에 따라 감 내의 유기산을 포함한 액은 외부로 침출되어 침출액을 형성하게 되는 것을 알 수 있었다.

침출액은 발효가 진행됨에 따라 젖산 및 구연산은 감소하고 초산은 증가하여, 발효 3년 후에는 각각 48, 712, 1,584 mg%의 유기산을 함유하고 있었다. 특히 2~3년 사이에 식초의 맛을 결정하는 주요 요인인 초산의 함량이 급속히 증가하는 것을 볼 수 있었고, 선행 연구인 Jeong 등(10)의 최종감식초의 유기산 함량 비율과 유사한 경향을 보였고, Kim 등(15)의 자연발효법으로 제조한 감식초 내의 유기산은 초산을 제외한 전체 유기산 중 젖산이 가장 높았다는 보고와 같은 경향을 나타내었다. 젖산과 구연산은 초기에 다당체의 분해와 대사에 의해 증가하였으나, 발효가 일어난 뒤 최대

Table 4. Changes in organic acids of persimmon fruit and juice during organic acid fermentation

Year		Citric acid (mg%)	Lactic acid (mg%)	Acetic acid (mg%)
0.5	Fruit	80	1,270	783
	Juice	198	980	245
1	Fruit	72	1,070	1,442
	Juice	188	880	480
2	Fruit	58	820	1,242
	Juice	102	778	987
3	Fruit	26	774	943
	Juice	48	712	1,584

6개월부터 점차적으로 분해대사과정을 거쳐 초산으로 전환되면서 감소하는 것으로 판단된다(16). 그러나 순전히 감속에 존재하는 당과 자연적으로 존재하는 효모와 미생물들에 의존하여, 연중 발생하는 온도변화에 그대로 노출된 상태에서 발효가 일어나므로 감에 존재하는 당이 대부분 소진되어 유기산발효가 종결되기까지는 3년 이상이 걸리는 것으로 보인다. 동시에 발효가 종결되는 시점에서 유기산 함량은 2.66%로서 산업적으로 생산되는 감식초의 최종 유기산 함량과 차이가 일부 존재한다.

## 요 약

민간에서 경험적으로 외부와 구분되는 용기 속에서 감식초발효에 관여하는 미생물의 접종이나 당의 첨가, 온도조절 없이 자연적으로 발효하여 만들어지는 감식초 제조기간 중 품질에 영향을 미치는 pH 및 미생물 수, 색상, 유기산, 유리당을 분석하여 발효기간 중 변화를 조사하였다. 알코올 발효기간 중 20일까지는 감 내의 pH와 산도가 미량 변화를 나타내었으나, 그 이후 유의적인 차이를 보여주었다. 발효기간별 유기산 발효액의 색상 변화 중 백색도(L)와 적색도(a)는 숙성기간이 증가함에 따라 높아졌으며, 갈변정도의 지표인 황색도(b)는 숙성기간이 길어지면서 감소하는 경향을 보였다. 유기산 발효 6개월을 기준으로 전체적인 색차( $\Delta E$ ) 변화를 보면, 숙성기간이 길어짐에 따라 전체적인 색차의 변화가 높았다. 따라서 유기산 발효가 진행됨에 따라 식초액은 점차적으로 맑은 적색으로 변하였다. 알코올발효가 주로 일어나는 초기 10일까지 감의 유리당은 증가하였으나, 이후 알코올발효가 활발히 진행되어 기질인 유리당의 함량은 급격한 감소를 나타내었다. 초기 40일 이후 유기산 발효기간 중 원형을 유지한 감과 침출액의 유리당 함량은 지속적으로 감소하여, 발효 3년 후에는 미량 존재하였다. 알코올 발효기간 중 유기산은 미량 존재하였다. 그러나 알코올발효가 끝나고 감식초를 첨가하는 40일 이후부터 초산과 젖산은 급격히 증가하였으며, 구연산은 미량 증가하였다. 이후 유기산 발효기간 중 원형을 유지한 감과 침출액의 구연산과 젖산 함량은 모두 최고치를 나타낸 뒤 점차 감소하면서 초산은 점차적으로 증

가하여 3년 이후는 큰 변화가 없었다.

## 감사의 글

이 논문집의 대부분은 중소기업청의 산학연 공동기술개발 컨소시엄사업(01282006007-00)의 연구결과물이며, 연구비 지원에 감사드립니다.

## 문 헌

1. 차원섭, 박준희, 김진구. 1981. 감식초 생산에 관한 연구. 상주농림전문대학논문집 20: 29-32.
2. Kim MK, Kim MJ, Kim SY, Jung DS, Jung YJ, Kim SD. 1994. Quality of persimmon vinegar fermented by complex fermentation method. *J East Asian Dietary Life* 4: 39-44.
3. Jeong ST, Kim JG, Chang HS, Kim YB, Choi JU. 1996. Optimum condition of acetic acid fermentation for persimmon vinegar preparation and quality evaluation of persimmon vinegar. *Korean J Post-harvest Sci Technol Agri-products* 3: 171-178.
4. Jeong YJ, Lee GD, Kim KS. 1998. Optimization for the fermentation condition of persimmon vinegar using response surface methodology. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1203-1208.
5. Jeong HJ. 1997. Studies on physicochemical and physiological functional properties of commercial persimmon vinegars. *MS Thesis*. Chungnam National University.
6. 조재선. 1984. 식초의 종류와 특성. *식품과학* 17: 38-50.
7. 김용호, 박윤중, 손천배. 1986. 식초양조에 있어 밀감과피즙의 이용에 관한 연구. *충남대학 농업기술 연구보고* 8: 109-116.
8. Kim SS, Kang HA, Chang KS. 2000. Effect of membrane separation on persimmon vinegar quality. *Food Engineering Progress* 4: 167-172.
9. Jeong YJ, Park NY, Shin SR, Kim KS, Seo JH. 1999. Changes in the components of persimmon vinegars by two stages fermentation (1). *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 228-232.
10. Jeong YJ, Seo JH, Park NY, Shin SR, Kim KS. 1999. Changes in the components of persimmon vinegars by two stages fermentation (2). *Korean J Postharvest Sci Technol* 6: 233-238.
11. Lee MH, No HK. 2001. Clarification of persimmon vinegar using chitosan. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 277-282.
12. Jeong YJ, Lee GD, Lee MH, Yae MJ, Lee GH, Choi SY. 1999. Monitoring on pectinase treatment conditions for clarification of persimmon vinegar. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28: 810-815.
13. Rhim JW, Numes RV, Jones VA, Swartzel KR. 1989. Kinetics of color changes of grape juice generated using linearly increasing temperature. *J Food Sci* 54: 776-777.
14. Hong JH, Lee GM, Hur SH. 1996. Production of vinegar using deteriorated destringent persimmons during low temperature storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 25: 123-128.
15. Shin DJ, Kim KH, Sung TS, Kim JH, Son GM, Hwang YI. 2000. Physicochemical properties of prepersimmon. *Korean J Food & Nutr* 13: 440-445.
16. Jin F, Zhou Z, Moriya T, Kishida H, Higashijima H, Enomoto H. 2005. Controlling hydrothermal reaction pathways to improve acetic acid production from carbohydrate biomass. *Environ Sci Technol* 39: 1893-1902.

(2008년 12월 18일 접수; 2009년 2월 4일 채택)