

연구노트

## GC-MS 및 HPLC를 이용한 대추발효주의 유리 아미노산 및 향기성분 분석

전명숙<sup>1</sup> · 김순진 · 노봉수\*

서울여자대학교 식품공학과, <sup>1</sup>한북대학교 식품영양학과

### Analysis of Free Amino Acids and Flavors in Fermented Jujube Wine by HPLC and GC/MS

Myoung Sook Chun<sup>1</sup>, Soon Jin Kim, and Bong Soo Noh\*

Department of Food Science and Technology, Seoul Women's University

<sup>1</sup>Department of Food and Nutritional Sciences, Hanbuk University

**Abstract** Characteristic chemical compositions of jujube wine using different preparation methods including fermentation were investigated. Fermentation for jujube wine started using whole fruit (JW1), seed-removed fruit (JW2) and whole fruit heated at 100°C for 2 h and then extracted (JW3). The free amino acids and flavors were analyzed quantitatively by HPLC and GC-MS. A total of 18 amino acids were identified in all samples. The amount of total free amino acids was detected from 141-210 ppm (JW1), 147-342 ppm (JW2), and 336-362 ppm (JW3). Large amounts of proline, aspartate, glutamate, arginine and alanine were detected in jujube wine. Thirteen kinds of volatile compounds including six alcoholic compounds (ethyl alcohol, *iso*-butyl alcohol, *n*-butyl alcohol, *iso*-amyl alcohol, *n*-amyl alcohol, and phenethyl alcohol), four ester (ethyl acetate, hexyl acetate, ethyl caprylate, and phenethyl acetate) and three aldehydes (diethylacetal, furfural, and benzaldehyde) were detected. Ethyl alcohol (30.50-33.95% peak area), benzaldehyde (2.55-15.97% ratio), furfural (0.07-15.28% ratio), *iso*-amyl alcohol (1.04-14.73% ratio), and phenethyl acetal (0.78-9.28% ratio) were abundant in jujube wine.

**Keywords:** free amino acids, flavors, jujube wine, HPLC, GC-MS

## 서 론

갈매나무과속(*Rhamanceae Ziziphus*)인 대추(*Zizuphus jujiba* Miller)는 북아프리카, 유럽 동남부와 아시아 동남부가 원산지로서 약 40종의 품종과 수백 종의 변종(1)이 있으며, 이 중 인도계와 중국계가 주로 재배 된다. 국내에서는 거의 중국계 품종(2)으로 보은, 복조 등의 재래종과 월성, 금성 등의 개량종이 많이 재배(3,4)된다. 대추는 단단한 적색의 구형 또는 타원형(길이 1.5-2.5 cm, 무게 10-13 g) 열매(5)로. 자양, 강장, 진정 등의 목적으로 한 약재로 쓰이며, 식품에서 차, 잼 등의 원료와 떡, 음료 등의 부재료(6)로도 이용되고 술, 미음, 인절미, 전병 등 제조에도 활용되고 있다. 대추주는 포도주(7,8), 사과주(9,10), 매실주(11,12), 머루주(13,14) 등과 함께 과실주에 속하나 인삼주 등과 같이 약용주로도 이용되며 한국 전통 민속주(15)에서는 약용주로 분류한다. 대추에 관한 연구로는 Choi 등(16)의 대추 이용에 관한 연구, Paek과 Min(17)의 대추성분에 대한 연구, Lee(18)의 대추저장 중 화학성분에 관한 연구, Shin 등(19)의 대추의 건조방법에 따른 물

성 변화에 대한 연구, Kwon 등(20)의 씨를 뺀 대추의 건조 및 추출 중 특성변화에 대하여 보고 한바 있으며 이들 연구에서 유리 당은 glucose, fructose, sucrose가 주된 당으로 fructose가 32.1%, 씨를 뺀 건조대추에서는 sucrose가 48.1%로 가장 많이 함유됨을 보고하였고, 한편 약용 성분으로는 각종 alkaloid, sterol, organic acid, amino acid, saponin, vitamin, polyphenol 등(21,22)이 있다고 보고 하였다.

대추주에 관한 연구로는 대추주를 60일간 저장하면서 미생물 변화 및 외관상 변화를 조사한 고압과 냉온처리에 의한 살균효과에 대한 연구(23), 대추 추출액과 쌀을 함께 발효시켜 총산, 총당, 환원당 등의 발효특성을 보고(24)한 바 있다. 쌀과 대추액으로 발효시킨 대추주에서 향기성분을 비롯하여 검출된 화합물로는 2-methyl-1-propanol을 비롯한 alcohol류 12종, ethyl hexanoate 등의 ester류 13종, tetradecane 등의 hydrocarbon류 4종, phenyl-methanol 등의 alkanal과 alkanone 3종, ethanoic acid 등의 organic acid류 3종이 확인(25)되었다고 보고 하였다.

향기성분은 많은 경우 아미노산들이 퓨젤유와의 반응으로부터 생성되거나 혹은 Maillard 반응의 중간생성물이 잉여의 아미노산들과 반응하는 Strecker 반응으로부터 생성되는 aldehydes 등에 의해 영향을 받기도 하지만 당이나 지방 성분과의 상호반응이나 이들 성분으로부터 유래된 중간 유도체 등에 의해 다양한 향기성분들이 생성된다.

한편 Ferreira 등 (26)은 품종이 다른 포도주에서 품질의 차이가 발생하는 원인 중에 하나는 다른 아미노산 대사의 중간생성물에 의해 일어나는 것이라고 한바 있으며 ester와 함께 고

\*Corresponding author: Bong Soo Noh, Department of Food Science and Technology, Seoul Women's University, Seoul 139-774, Korea

Tel: 82-2-970-5636

Fax: 82-2-970-9937

E-mail: bsnoh@swu.ac.kr

Received July 23, 2012; revised September 20, 2012;

accepted September 23, 2012

급알코올을 생성하는데 있어 세포내 질소의 양이 매우 중요한 역할을 하며(27) 아미노산 대사가 포도주의 향기성분을 만들어 내는데 관계가 있다고 보고된 바 있으며 (28) 이는 술발효에 관여하는 미생물 대사중 꼭 필요한 성분 중에 하나인 질소성분을 아미노산으로부터 공급받게 되는데 아미노산의 조성 및 농도가 알코올 발효 대사과정에 큰 영향을 미쳤다고 보고한 바 있다(29). 포도 품종의 아미노산 성분에 의해 포도주의 다양한 향기성분과 맛을 제공하게 되었다(28,30-32).

그 동안 대추발효주의 관능적 특성과 기능성에 영향을 주는 아미노산과 향기성분에 관한 연구는 별로 찾아 볼 수가 없어 대추주의 품질 향상 개발은 물론 최근 기능성 식품을 이용한 고품질 전통주 개발에 기여 하고자 본 연구에서는 즉, 대추와 씨를 뺀 대추에 설탕과 배양액을 넣고 증류수로 일정 농도를 맞추고 또한 대추를 100°C에서 2시간 가열처리한 액에 배양액과 설탕을 넣어 과즙을 만든 다음 숙성시켜 발효주를 만들어서 HPLC 및 고체상 극미량 추출(SPME)과 GC-MS(33-35)를 활용하여 구수한 맛과 향기를 부여하는 유리 아미노산과 휘발성 향기성분을 분석하였기에 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

### 원료 및 처리

원료 대추는 2011년도의 충청북도 보은 산을 구입하여 수세 후 수분을 제거하였고, CJ제일제당의 백설탕(원당 100%)은 시판품을 구입하여 담금 원료로 사용하였다.

### 효모배양

효모는 서울여자대학교 식품공학과 연구실에 보관중인 *Saccharomyces cerevisiae*(KCCM 12638)를 사용하였다. 담금용 효모의 배양은 1백금이를 Yeast potato dextrose(YPD, Difco, Detroit, MI, USA) 액체배지 20 mL에 접종하여 27°C에서 2일간 전 배양시킨 다음 250 mL로 scale up하여 2일간 배양하였다.

### 대추주의 담금

대추주 제조 시 통대추(1JW1)는 대추 3 kg에 2일간 본 배양한 *Saccharomyces cerevisiae* 배양액 0.8 L 설탕 2.88 kg 및 증류수 11.2 L를 혼합하였고, 씨를 뺀 과육(1JW2)는 대추 3 kg에서 씨를 뺀 것에 설탕 2.88 kg 및 증류수 11.2 L를 혼합하였으며, 과즙(1JW3)는 대추 3 kg을 증류수 7 L에 넣어 100°C에서 2시간 가열처리한 다음 얻어진 액을 면포로 여과한 대추즙 3 L, 배양액 0.8 L, 설탕 2.88 kg 및 증류수 11.2 L를 혼합하였다. 이것을 시판품인 20 L의 유리병(높이 40 cm, 직경 26 cm)을 구입 하여 각각 담금 한 후 25°C에서 100일간 숙성시켰다.

### 유리 아미노산 분석

표준 아미노산 용액은 Waters Co.(Milford, MA, USA)에서 구입한 것을 사용하여 18종의 표준 아미노산을 농도가 각각 0.125 mol/L 되게 혼합하여 addition method를 적용하여 산출하였다. 시료 및 표준 아미노산 시약을 농도별로 50 µL 취하여 pico-tag method로 진공 건조한 후 methanol : H<sub>2</sub>O : trimethylamine : phenylisothiocyanate=7 : 1 : 1 : 1(v/v)의 비로 혼합한 용액 20 L를 가해 잘 혼합하여 실온에서 20분간 방치시켰다. 다시 pico-tag method로 진공 건조하여 그대로 시료 희석액 250 µL를 가한 다음 이 중에서 90 L씩을 칼럼에 주입하였다. 각 시료 2 mL에 75% 에틸알코올 30 mL를 가하고 수욕 상에서 30분간 추출한 후 여과하였다.

그 잔사를 취하여 75% 에틸알코올로 2회 반복 추출하였다. 추출액을 전부 합하여 수욕 상에서 에틸알코올을 증발시켜 분리 제거하고, 수욕 상에서 약 1 mL가 되도록 추출액을 농축하여 구연산 완충액(pH 2.2)을 가해 25 mL로 한 다음 시약조제 방법으로 처리한 후 여액을 membrane filter(Whatman, GE Healthcare Co., Buckinghamshire, UK)로 여과하고 10 µL를 칼럼에 주입하여 분석하였다. 유리 아미노산 분석에 사용한 HPLC는 Water HPLC System(Waters 510 HPLC Pump), Waters 717 automatic sampler, Waters 996 photodiode array detector, Waters gradient controller, Millennium 2010 chromatography manager(Waters Co.)이며 칼럼은 free amino acid analysis column (3.9 mm×300 mm, 4 mm Waters pico-Tag, Pico Rivera, California, USA)을 사용하였다. 칼럼 온도는 40°C이고 유속 1 mL/min, 이동상으로 완충용액 A는 140 µM sodium acetate(6% acetonitrile), 완충용액 B는 60% acetonitrile을 사용하였다.

### 휘발성 향기성분

#### 표준용액의 조제

20% ethyl alcohol에 acetic acid, propyl alcohol, ethyl acetate, iso-butyl alcohol, iso-amyl alcohol, n-amyl alcohol, furfural, benzaldehyde, phenethyl alcohol을 각각 1 ppm, 내부표준물질로 사용할 n-butyl alcohol을 0.2 ppm이 되도록 조제하여 사용하였다.

### Solid phase micro extraction법에 의한 분석

Solid phase micro extraction(SPME, Supelco, Bellefonte, PA, USA)은 2 cm-50/30 µm divinyl benzene(DVB)/polydimethylsiloxane(PDMS)을 사용하였으며, 시료에 적용하기 전에 230°C에서 60 분 동안 가열한 다음 불순물을 제거하고 오염된 피크가 나타나지 확인하였다. 향기성분을 얻기 위해 100일간 숙성된 시료 4 mL를 6×2.2 cm 용기에 넣고 25% NaCl용액 3 mL를 넣어 잘 섞어 준 후 입구를 막아 향기성분의 손실이 없도록 유지하였다. 40 °C 사욕(sand bath)상에서 30분간 시료의 향기성분이 용기의 상층부(headspace)에 포화되도록 하였다(Fig. 1). 포화가 완료된 용기의 상층에 SPME fiber를 삽입하여 30분간 시료의 향기성분을 흡착시켰다. 흡착이 완료되면 SPME fiber를 꺼내어 즉시 GC-MS 주입구에 삽입하여 240°C에서 1분간 열 탈착시켜 시료 중에 향기성분을 분석하였다. 또한 비교시료로 대추농축액에 대해서도 동일한 방법으로 향기성분을 분석하였다.

### GC-MS 분석방법

GC-MS는 Trace GC 2000에 GC-Q Plus ion trap MSn(Thermoquest-Finnigan, Austin, TX, USA)SPB-624이 조합된 제품을 사용하였으며, 칼럼은 6% cyanopropylphenyl-94% dimethylsiloxane (Agilent Technologies, Santa Clara, CA, USA)로 30 m, 0.25 mm, 1.4 µm 필름 두께, 분리조건은 30°C(2 min)-(10-110°C(2 min)-5°C/min-210°C(1 min)-10°C/min-230°C(1 min)의 오븐 온도와 시간을 조정하였으며 시료 주입구는 240°C, 질량분석기의 연결부는 230°C로 하였고, 운반기체는 99.9995%의 고순도 He를 1.0 mL/min의 유속으로 하였으며, scan rate는 5555 amu/sec, scan range는 30-650 (60 s)로 하였다. 시료의 주입은 1 : 30의 분할비로 주입하여 분리능을 향상시켰다. 질량분석기의 조건으로는 시료의 이온화 에너지를 70 eV로 하였으며, 이온화부의 온도는 200°C로 하여 성분의 질량스펙트럼을 구하였다. 각 시료의 향기성분 확인은 향기표준물질의 질량스펙트럼 및 NIST(National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, MD, USA)와 Wiley(Wiley, New

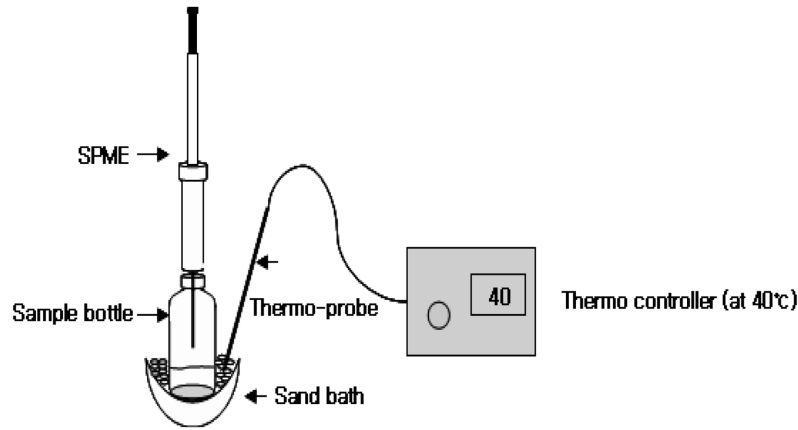


Fig. 1. Schematic diagram for the extraction of volatile compounds in fermented jujube wine.

York, NY, USA)의 표준 질량스펙트럼과 비교하여 동정하였으며, *n*-butyl alcohol을 내부표준물질로 하여 시료의 향기성분을 정량하였다.

### 결과 및 고찰

#### 대추주 제조 중의 유리 아미노산

원료 대추 중에는 대략 4.6-5.3% 단백질이 함유되어 있는 것으로 알려져 있다(36). Kim (37)은 담금 후 대추에 함유된 단백질이 발효 중 protease작용으로 분해되어 아미노산과 질소가 대추주에 이행된다고 보고한 바 있다. 본 실험에서 대추발효주를 초

기와 100일 숙성시킨 시료 중 유리 아미노산을 HPLC로 분석한 결과는 Fig. 2와 Table 1과 같다. Table 1에서 보는바와 같이 cysteine 등 18종의 유리 아미노산이 검출되었고 시험구별총량은 통대추구(JW1)가 141-210 ppm, 과육구(JW2)가 147-342 ppm, 과즙구(JW3)가 336-362 ppm이었다. 담금 일에는 과육구에서 342 ppm으로 타 시험구보다 많았으나 제조 100일에는 과즙구에서 362 ppm으로 가장 많았다. 유리 아미노산 중 시험구나 제조기간에 따라 다소 차이는 있었으나 proline, aspartate, arginine, glutamate, alanine의 함량이 높은 편이다.

Ehrlich(38)에 따르면 Ehrlich pathway를 통하여 leucine, valine, isoleucine 등의 아미노산으로부터 탄소수가 많은 알코올 또는 알

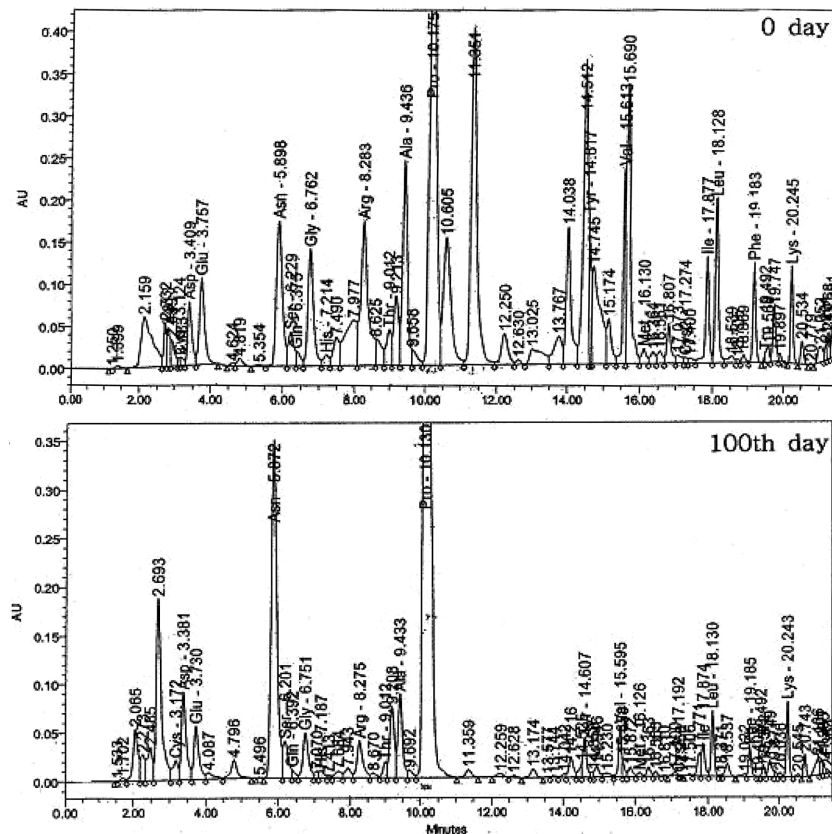


Fig. 2. HPLC-PAD chromatogram of free amino acids in treatment JW1. Whole fruit was used for fermentation of jujube wine.

**Table 1. Free amino acid contents in fermented jujube wine** (ppm)

Free amino acids	Time (day)	Samples		
		JW1	JW2	JW3
Cysteine	0	1	4	4
	100	3	2	21
Aspartate	0	8	20	52
	100	10	7	39
Glutamate	0	13	15	24
	100	7	9	35
Serine	0	5	7	16
	100	4	4	8
Glycine	0	10	10	16
	100	3	4	17
Histamine	0	2	ND <sup>1)</sup>	6
	100	1	2	7
Arginine	0	40	20	43
	100	7	6	16
Threonine	0	5	3	7
	100	1	2	11
Alanine	0	19	17	26
	100	7	6	17
Proline	0	47	35	68
	100	78	75	87
Tyrosine	0	9	14	17
	100	4	5	25
Valine	0	11	9	12
	100	3	5	25
Methionine	0	2	2	4
	100	ND	1	3
<i>iso</i> -Leucine	0	9	6	9
	100	2	3	11
Leucine	0	13	10	13
	100	4	7	15
Phenylalanine	0	10	7	10
	100	3	4	15
Tryptophan	0	ND	11	2
	100	ND	ND	1
Lysine	0	5	4	6
	100	4	5	9
Total		210	342	336
		141	147	362

<sup>1)</sup>ND: Not detectedJW1: Whole fruit was fermented for the preparation of jujube wine.  
JW2: Seed-removed fruit was fermented for the preparation of jujube wine.

JW3: Whole fruit was heated at 100°C for 2 hours and then was extracted. This extract was used for fermentation of jujube wine.

데히드 성분이 생성되어 향기 성분에 영향을 주는 아미노산으로 보고하였는데 대추발효주에서는 이와 같은 아미노산이 풍부하지 않은 것으로 나타났다. 그러나 이들 외에 영향을 미치는 aspartate의 함량이 높은 것으로 나왔는데 aspartate는 oxalacetate를 거쳐 malate를 생성하며, 한편 EMP 경로에서 pyruvic acid가 acetaldehyde와 탄산가스를 발생되며 이 acetaldehyde가 carboxylase의 산화작용으로 diacetyl이 생기고 이어 2,3-butanediol 등을 생성할 수

**Table 2. Flavor compounds of the jujube wine identified by SPME and ion trap GC-MS**

Compounds	% peak area of flavor components in jujube wine		
	JW1	JW2	JW3
Ethyl alcohol	30.78	33.95	30.50
Propyl alcohol	0.16	0.19	0.08
Ethyl acetate	3.28	1.37	2.66
<i>iso</i> -Butyl alcohol	1.68	2.55	0.90
Diethylacetal	1.22	1.21	0.45
<i>iso</i> -Amyl alcohol	10.86	1.04	14.73
<i>n</i> -Amyl alcohol	0.26	0.69	0.34
Furfural	0.11	0.07	15.28
Benzaldehyde	15.97	7.41	2.55
Hexyl acetate	6.42	1.20	ND <sup>1)</sup>
Ethyl caprylate	ND	ND	5.00
Phenethyl alcohol	1.14	3.19	6.42
Phenethyl acetate	0.82	0.78	9.28
Non-identified components	27.30	46.35	10.81

<sup>1)</sup>ND: not detected

JW1: Whole fruit was used for fermentation of jujube wine.

JW2: Seed-removed fruit was used for fermentation of jujube wine.

JW3: Whole fruit was heated at 100°C for 2 hours and then was extracted. This extract was used for fermentation of jujube wine.

있는 것으로 알려져 대추발효주에서 향기성분에 영향을 미칠 것으로 예상된다. 이외에 검출구간에 큰 차이는 없었으며, 과즙구는 담금 일보다 제조 100일에 총 유리 아미노산 함량이 약간 증가 하였으나 통대추구와 과육구는 100일에 현저히 감소하였다.

Shin 등(19)은 대추의 유리 아미노산 중 threonine, glutamate, glycine, alanine 함량이 높은 것으로 보고하였는데 본 실험결과에서도 glutamate, alanine 함량이 비교적 높게 나타난 결과는 이들 보고와 대체로 부합되었다. 원료 건조대추의 단백질 함량이 5% 정도이지만 이로 부터 분해 생성되는 유리 아미노산 함량은 141-362 ppm으로 비교적 낮은 편이었다. 본 실험의 결과로 보면 증류수로 침출시킨 과즙구가 다른 시험구보다 유리 아미노산 함량이 많았으며, 특히 구수한 맛을 나타내는 glutamate와 aspartate 함량은 과즙구(JW3)가 각각 24-35 ppm과 39-52 ppm으로 과육구(JW2)의 9-15 ppm, 7-20 ppm과 통대추구(JW1)의 7-13 ppm, 8-10 ppm 보다 높게 나타내어 이들의 아미노산에 의한 구수한 맛의 강도가 타 시험구보다 다소 강한 대추주로 추정되었다.

### 휘발성 향기성분

GC 및 GC-MS로 표준 휘발성 향기성분을 분석한 결과는 alcohol류 6종, ester류 4종, aldehyde류 3종 등 총 13종이 검출되었으며 동정된 성분은 ethyl alcohol, propyl alcohol, ethyl acetate, *iso*-butyl alcohol, diethyl acetal, *iso*-amyl alcohol, *n*-amyl alcohol, furfural, benzaldehyde, hexyl acetate, ethyl caprylate, phenethyl alcohol, phenethyl acetate였다. 발효에 의해 생성된 휘발성 성분으로 ethyl alcohol이 많이 존재하므로 시료는 headspace에 포화된 함량 비에 의한 peak area 비율로 ethyl alcohol 함량이 30.50-33.95%이었다(Table 2). Ethyl alcohol 다음으로 benzaldehyde, *iso*-amyl alcohol, furfural, phenethyl acetate, ethyl acetate의 함량이 높은 편이었으며 *n*-amyl alcohol과 propyl alcohol은 낮았다. 통대추구(JW1)가 과육구(JW2)보다 이들 향기성분의 함량

이 높은 것은 시료중 대추의 함량 비율이 높기 때문인 것으로 판단된다. 검출된 ester류는 강한 과실향의 ethyl acetate, hexyl acetate가 검출되었고 과일주에서 일반적으로 검출되는 벌꿀향의 phenethyl acetate, 사과향의 ethyl caprylate도 검출되었다. 퓨젤유는 일반 발효주에서 보여주는 바와 같이 *iso*-amyl alcohol 함량이 높았다. *iso*-Amyl alcohol은 ethyl alcohol 다음으로 함량이 높았으나 propyl alcohol은 미량 검출되었다. 이 중 *iso*-amyl alcohol은 바나나향의 감미 성 방향성분이며, 일반적으로 *iso*-amyl alcohol과 *n*-amyl alcohol의 함량이 높으면 맥주의 향미성분이 향상되는 것으로 알려져 있다(39,40). Aldehyde류 중 diethylacetal은 자스민향, benzaldehyde는 살구 향의 aldehyde이다(41). Min 등(24)은 추출방법을 달리한 대추에서 2-propanol, propanoic acid, propyl acetate, furfural 등 13종의 향기성분을 동정하였고, Kim 등(25)은 대추액과 쌀을 원료로 발효시킨 대추술의 향기성분으로 3-methyl 1-butanol, ethyl hexanoate, furfural, acetic acid 등 38종의 많은 향기성분이 동정되었다고 하였으나 이들 성분 대부분은 가열과 용매에 의한 조직성분과 향기성분의 변질분해에 의해 생성된 것으로 추정되며 본 시료 자체로부터 생성된 향으로 보기는 어렵다고 생각된다. 향기성분의 전 처리법으로 보고한 수증기 증류법, 연속수증기 추출법보다 headspace법에 의한 것이 효과적이지만 향기성분의 추출은 시료자체의 변질을 초래하지 않는 방법으로 추출하는 것이 중요하다. 본 실험의 대추주는 기존의 향기성분에 관한 연구보고와 원료 처리방법, 사용원료 등이 달라 많은 차이를 보였다.

또한 phenylalanine, alanine, aspartate와 threonine 등의 아미노산을 첨가하여 포도주를 발효한 과정에서 발효속도가 상당히 영향을 받았으며 이 과정에서 phenyl alcohol과 benzyl alcohol은 보다 많이 생성되는데 반하여 *iso*-amyl alcohol은 감소되는 경향을 보여 주어 향기패턴의 영향을 미친다는 점을 관찰한 바 있는데(31) 본 연구에서는 아미노산을 선택적으로 추가하여 첨가한 실험을 수행하지 않고 아미노산의 전체의 패턴과 향기성분의 영향을 관찰하였으므로 이처럼 각각의 아미노산별로 영향을 미치는지를 명확하게 설명하는 데에는 한계가 있었다고 본다. 대추주의 향기 패턴의 변화에서 아미노산의 첨가가 각기 다른 향 성분의 생성에 어떤 영향을 미치는지는 향후 더 연구되어야 할 부분이라고 여긴다.

## 요 약

통대추(JW1), 대추과육(JW2), 대추과즙(JW3)에 효모를 사용하여 만든 대추발효주의 제조과정 중 유리 아미노산과 향기성분을 HPLC와 GC-MS로 분석한 결과는 다음과 같다. Cysteine 등 18종의 유리 아미노산이 검출되었고 시험구별 총량은 각각 통대추구(JW1)가 141-210 ppm, 과육구(JW2)가 147-342 ppm, 과즙구(JW3)가 336-362 ppm이었다. 이 중 다량 검출된 유리 아미노산은 proline, aspartate, glutamate, arginine이었다. 한편 향기성분은 ethyl alcohol, *iso*-butyl alcohol, *n*-butyl alcohol, *iso*-amyl alcohol, *n*-amyl alcohol, phenethyl alcohol의 alcohol류 6종, ethyl acetate, hexyl acetate, ethyl caprylate, phenethyl acetate의 ester류 4종, diethylacetal, furfural, benzaldehyde의 aldehyde류 3종이 검출되었으며 이 중 ethyl alcohol(30.50-33.95% peak area), benzaldehyde(2.55-15.97% peak area), *iso*-amyl alcohol(1.04-14.73% peak area), furfural(0.07-15.28% peak area), phenethyl acetate(0.78-9.28% peak area)가 많이 검출되었다.

## 문 헌

1. Yoon PS. Pictorial Book of the Korean Garden Corp. Jishick-sanup, Seoul, Korea. p.865 (1989)
2. Cheongsong Agriculture Guide Laboratory. Jujube Cultivation Technical Guide. Cheongsong Agr. Guide Lab., Cheongsong, Korea pp. 15-17 (1991)
3. Chung TH. Pictorial Book of the Korea Flora (part I). Kyoyuck, Seoul, Korea. p.134 (1974)
4. Ryu TC. Food Handbook. Moonwundang, Seoul, Korea. pp. 88-90 (1988)
5. Kang BC, Ko UC, Kim SH, Noh SH, Soe YB, Song HJ, Shin MK, Ahan DK, Lee SI, Lee YC, Lee KH, Joo YS. Herbal Medicine. Younggrimsa, Seoul, Korea. pp. 542-543 (1995)
6. Shin YI, Yoon MS, Hong KH, Seon DS, Park SH. Development of fruit storage and processing technique. Report for horticulture lab, Seoul, Korea. pp. 385-390 (1990)
7. Yoo JY, Seo HM, Shin DH, Min BY. Emulogical characteristics of Korean grapes and quality evaluation of their wine. Korean J. Appl. Microbiol. Bioeng. 12: 185-190 (1984)
8. Kim DJ, Kim SG, Kim MH, Lee HB, Lee JS. Analysis of trans-resveratrol contents of grape and grape products consumed in Korea. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 764-768 (2003)
9. Chung KT, Seo SK, Song HI. Changes of polyphenols and polyphenol oxidase active bands during apple wine fermentation. Korean J. Food Sci. Technol. 16: 413-417 (1984)
10. Chung KT. Effect of bentonite and gelatin treatments on apple wine clarification. Res. Rev. Kyungpook Nat'l Univ. 27: 247-252 (1979)
11. Kang MY, Jeong YH, Eun JB. Physical and chemical characteristics of flesh and pomace of Japanese apricots. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 1434-1439 (1999)
12. Shin KW, Choi JS, Kang KS. Changes in major components of Japanese apricot during ripening. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 18: 101-108 (1989)
13. Lee YS. Study on the liquors of Yi-dynasty. Korean J. Soc. Food Sci. 2: 17-37 (1986)
14. Lee SU, Lee HJ. Index of alcoholic beverage in Korean old literature. Korean J. Dietary Culture 1: 87-91 (1986)
15. Park RD. Traditional folk liquor of Korea. Hyoilmunwhasa, Seoul, Korea. p. 67 (1987)
16. Choi KS, Kwon KI, Lee JG, Lee PK. Studies on the chemical composition and antitumor activities of jujube tea products. J. Resour. Develop. 22: 23-29 (2003)
17. Paek SE, Min TS. Selection of candidates for the resistance jujube varieties to the virus disease, trial on the multiplication of their generation and on the manufacturing of their fruits. Report for the Minister of Education, Seoul, Korea. pp. 39-47 (1969)
18. Lee HB. Changes of chemical components of dried jujube (*Zizyphus jujuba* MILLER) during storage. PhD thesis. Chungnam Natational University, Daejeon, Korea (1987)
19. Shin SR, Han JP, Lee SH, Kong MT, Kim KS. Changes in the components of dried jujube, fruit by dring methods. J. Postharv. Sci. Technol. 16: 61-65 (1999)
20. Kwon YI, Jung IC, Kim SY, Lee JS, Lee JS. Changes in properties of pitted jujube during drying and extraction. Agr. Chem. Biotechnol. 40: 43-47 (1997)
21. Okamura N, Nohara T, Yagi A, Nishiok I. Studies of dannaraue type, saponin of *Zizyphus frutus*. Chem. Pharm. Bull. Japan 29:675-683(1981)
22. Zyaeu R, Zrgasheve T, Israilov IA, Abdullaue ND, Yunusou MS, Yunusov S. Alkaloids of *Zizyphus jujuba*, structure of yuziphine and yuzirine. Khim. Prir. Soedint. 2: 239-243 (1977)
23. Park HJ, Min YK, Kim KY. Sterilization effects of hydrostatic pressure and low temperature treatments on the jujube wine. Food Eng. Prog. 22: 23-29 (2003)
24. Min YK, Lee MR, Chung HS. Fermentation characteristics of jujube alcoholic beverage from different additional level of jujube fruit. J. Korean Soc. Appl. Biol. Chem. 40: 433-437 (1997)

25. Kim JY, Min YK, Yoon HS. Flavor changes of *Daechusul* during storage. Food Eng. Prog. 99: 45-50 (2000)
26. Ferreira V, Lopez R, Cacho J. Quantitative determination of the odorants of young red wines from different grape varieties. J. Sci. Food Agr. 80: 1659 - 1667 (2000)
27. Large PJ. Degradation of organic nitrogen compounds by yeasts. Yeast 2: 1 - 34 (1986)
28. Vilanova M, Ugliano M, Varela C, Siebert T, Pretorius IS, Henschke P. Assimilable nitrogen utilisation and production of volatile and non-volatile compounds in chemically defined medium by *Saccharomyces cerevisiae* wine yeasts. Appl. Microbiol. Biotechnol. 77: 145-157 (2007)
29. Hernandez-Orte P, Ibriz M, Cacho J, Ferreira V. Effect of addition of ammonium and amino acids to musts of 'Airen' variety on aromatic composition and sensory properties of the obtained wine. Food Chem. 89: 163-174 (2005)
30. Garde-Cerdan T, Ancin-Azpilicueta C. Effect of the addition of different quantities of amino acids to nitrogen-deficient must on the formation of esters, alcohols, and acids during wine alcoholic fermentation Lebens.-Wisse. Technol. 41: 501-510 (2008)
31. Hernandez-Orte P, Ibriz M, Cacho J, Ferreira V. Addition of amino acids to grape juice of the 'Merlot' variety: Effect on amino acid uptake and aroma generation during alcoholic fermentation. Food Chem. 98: 300-310 (2006)
32. Jimenez\_marti E, Aranda A, Mendes-Ferreira A, Mendes-Faia A, Li del Olmo M. The nature of the nitrogen source added to nitrogen depleted vinifications conducted by a *Saccharomyces cerevisiae* strain in synthetic must affects gene expression and the levels of several volatile compounds. Antonie van Leeuwenhoek 92: 61-75 (2007)
33. Kim SY, Kozukue N, Han JS, Lee KR. Analytical method in Korean commercial tea by HPLC. Korean J. Food Sci. Technol. 38: 5-9 (2006)
34. Park MJ, Park MS, Lee TS, Shin IS. A new analytical method for erythromycin in fish by liquid chromatography/tandem mass spectrometry. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 508-513 (2008)
35. Cho HJ, Yoo DC, Cho HN, Fan A, Kim HJ, Khang KW, Jeong HJ, Yang SA, Lee IS, Jhee KH. Analysis of phytochemicals in popular medicine herbs by HPLC and GC-MS. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 277-282 (2008)
36. Shin RD, Han JP, Lee SH, Kong MJ, Kim KS. Changes in the components of dried jujube fruit by drying method. J. Postharv. Sci. Technol. 16: 61-65 (1999)
37. Kim SJ. The quality characteristics of fermented and soaked *omijaju*. MS thesis. Seoul Women's University, Seoul, Korea (2000)
38. Ehrlich F. Uber das naturliche isomere des leucins. Ber. Dtsch. Chem. Ges. 37: 1809-1840 (1904)
39. Nunokawa Y. Composition of sake. J. Soc. Brew. Jpn. 62: 854-860 (1967)
40. Yuda J. Volatile compounds from beer fermentation. J. Soc. Brew. Jpn. 71: 818-830 (1976)
41. Nishiya T. Composition of *soju*. J. Soc. Brew. Jpn. 72: 415-432 (1977)