

## 매실식초의 최적 발효조건 설정 및 품질특성

고유진<sup>1</sup> · 정등욱<sup>2</sup> · 이정옥<sup>1</sup> · 박미화<sup>1</sup> · 김은정<sup>1</sup> · 김종원<sup>1</sup> · 김영숙<sup>1</sup> · 류충호<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>경상대학교 응용생명과학부 · 농업생명과학연구원

<sup>2</sup>동남식품

### The Establishment of Optimum Fermentation Conditions for *Prunus mume* Vinegar and Its Quality Evaluation

Yu-Jin Ko<sup>1</sup>, Dong-Yuk Jeong<sup>2</sup>, Jeong-Ok Lee<sup>1</sup>, Mi-Hwa Park<sup>1</sup>, Eun-Jung Kim<sup>1</sup>,  
Jong-Won Kim<sup>1</sup>, Young-Suk Kim<sup>1</sup> and Chung-Ho Ryu<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Applied Life Science, Institute of Agriculture and Life Science,  
Gyeongsang National University, Gyeongnam 660-701, Korea

<sup>2</sup>Dong-Nam Food Co., Gyeongnam 667-923, Korea

#### Abstract

This study was conducted to improve the *Prunus mume* vinegar production. The most suitable concentration of the *Prunus mume* juice was 6%. Static fermentation was a more suitable process for acetic acid fermentation of the *Prunus mume* vinegar than shaking fermentation. Major components of the organic acids were acetic, citric, tartaric and malic acid at 4.2, 1.2, 0.3, and 0.1%, respectively. Also, major components of the free sugars were glucose and fructose, and 80.96 mg% of asparagine was included in the *Prunus mume* vinegar as a main free amino acid. Alcohol components of the *Prunus mume* vinegar were *n*-propyl alcohol, iso-butyl alcohol, *n*-butyl alcohol, iso-amyl alcohol, and *n*-amyl alcohol.

**Key words:** *Prunus mume*, vinegar

#### 서 론

식초는 크게 곡류, 과일류, 주류 등을 주원료로 하여 제조한 양조식초와 빙초산 또는 초산을 음용수로 희석한 후 조미하여 제조하는 합성식초로 대별되는데, 미생물과 천연자원을 이용한 양조식초는 생산기간이 길고 균일한 품질을 가진 제품의 생산이 어려우며 원가가 비싸다는 단점 때문에 값싸고 산도가 높은 합성식초가 사용되어왔다. 그러나 최근 경제성장과 더불어 식생활 문화가 향상되면서 건강에 대한 인식이 높아지고, 더욱이 합성식초에 관한 유해론이 제기되면서 천연자원을 원료로 한 양조식초의 필요성이 커지게 되었다. 식생활의 다양화와 더불어 품질이 우수하고 안전성이 확보된 양조식초에 대한 소비자의 관심이 크게 높아지고 있어 사과, 감, 배, 매실 등의 새로운 과일이나 야채 등을 이용하여 독특한 풍미를 가진 양조식초를 개발하고자 하는 시도가 활발히 이루어지고 있다(1-4).

한편, 매실은 우리나라의 전국 각지에서 식용, 약용 및 관상수로 널리 애용되고 있는 다년생의 낙엽교목인 매화나무의 과일이다. 매실은 succinic acid, citric acid, malic acid 및 tartaric acid 등의 유기산 뿐만 아니라 sitosterol과 무기

질이 다량 함유된 알칼리 식품으로(5), 피로회복이나 노화에 방, 숙취해소 및 변비에 대한 효과가 있을 뿐만 아니라 장티푸스나 콜레라, 식중독 등의 유발균에 대한 항균효과가 있다고 알려져 있다.

매실은 주로 생식하지 않는 가공전용 과실로서 매실 주스나 매실 엑기스 등 가공용으로 사용되고 있다. 매실은 섬유소 뿐만 아니라 항산화제 역할을 하는 β-카로틴, vitamin E 등이 다량 함유된 식품으로 최근에 한의학적 효용이 재인식되고 있지만 자체 유기산 함량이 높아 설탕, 소주, 고추장 등에 혼합하는 단순가공 수준을 벗어나지 못하고 있다. 특히 매실을 이용한 식초에 관한 연구는 미비한 실정이다.

매실에 대한 국내의 연구로는 암세포 증식에 미치는 *Prunus mume* extract의 영향에 관한 연구 등 매실의 기능적 특성에 관한 연구(6)와 성숙과정 중의 매실의 이화학적 특성 변화에 관한 연구가 보고되어 있다(7,8).

본 연구에서는 음료용으로 대량 생산되고 있는 매실액의 고부가가치 창출을 위해 매실액을 이용하여 초산발효의 최적조건을 모색하고, 최적조건을 이용하여 제조된 매실식초의 품질특성을 조사하였다.

\*Corresponding author. E mail: ryu@gsnu.ac.kr  
Phone: 82 55 751 5482, Fax: 82 55 753 4630

## 재료 및 방법

### 사용균주 및 배양조건

본 실험에 사용한 균주는 초산균 분리용 GYP, ethanol 배지를 이용하여 정치발효 중인 식초에서 분리한 초산균을 27°C, 72시간 정치 배양하여 사용하였다. 초산균 분리용 배지의 조성은 Table 1과 같다.

### 초기 매실액 농도의 영향

초기 매실액의 농도가 초산균의 초산 생성능에 미치는 영향을 알아보기 위하여 매실액을 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7%가 되게 조절한 후 이전의 연구(9)에서 검색된 식초 사입액의 최적 조건인 초산 3%와 알콜 6%를 첨가하여 27°C에서 정치 발효 시키면서 생성되는 초산의 함량을 측정하였다.

### 발효 방법의 영향

발효 방법이 초산 생성도에 미치는 영향을 확인하기 위해 매실식초 사입액에 전배양한 종초를 접종하여 27°C에서 각각 정치 발효와 진탕 발효(130 rpm)를 하면서 초산의 함량 변화를 측정하였다.

### 발효용기의 영향

매실식초 사입액 100 mL에 전발효한 종초를 접종하여 27°C에서 발효용기의 표면적을 10, 25, 50 cm<sup>2</sup>로 각각 달리 하여 발효용기에 따른 초산의 함량 변화를 측정하였다.

### 매실식초의 유기산 및 유리당 함량

매실식초의 유기산 및 유리당 함량은 AOAC 방법(10)에 따라 시료를 원심분리(8,000×g, 10 min)하여 균체를 제거한 후 60% perchloric acid 50 µL를 첨가하여 단백질을 침전시킨 다음 0.22 µm membrane filter(Millipore)로 여과하였다. Sep-pak C<sub>18</sub>(Waters Co.)로 여액에서의 색소 및 단백질 성분을 제거한 후 HPLC로 분석하였다. 유기산의 분석조건은 detector: Water 301, UV/visible(214nm), column: LUNA 5µ C<sub>18</sub>(100×4.6 mm), flow rate: 1 mL/min, mobile phase: 0.02 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, injection vol.: 20 µL, 유리당의 분석조건은 detector: Water 301, UV/visible(214 nm), column: carbohydrate analysis(100×4.6 mm), flow rate: 1 mL/min, mobile phase: acetonitrile-water(80:20 v/v), injection vol.: 20 µL를 사용하였다.

**Table 1. Media composition for isolation of acetic acid bacteria**

GYP medium		Ethanol medium	
Glucose	15 g	Yeast extract	2 g
Yeast extract	2 g	Peptone	3 g
Peptone	3 g	CaCO <sub>3</sub>	20 g
Agar	15 g	Agar	15 g
Acetate	10 mL	EtOH	20 mL
EtOH	30 mL	Distilled water	1 L
Distilled water	1 L		

### 매실식초의 유리아미노산 함량

유리아미노산은 Ohara와 Ariyoshi의 방법(11)에 의거하여 분석하였다. 즉 10 mL의 매실식초에 sulfosalicylic acid 25 mg을 첨가하여 4°C에서 4시간 동안 방치시킨 다음 원심분리(8,000×g, 10 min)하여 여과(0.22 µm membrane filter)한 후 amino acid analyzer(LKB 4150 ALPHA)로 분석하였다. 분석조건은 column: Ultrapac 11 cation exchange resin, flow rate: 45 mL/hr, buffer step: 4 step, ninhydrin flow: 35 mL/hr, column temp.: 50~80°C, reaction bath temp.: 130°C, buffer pH range: 3.2~10.0, injection vol.: 20 µL를 사용하였다.

### 매실식초의 알콜 함량

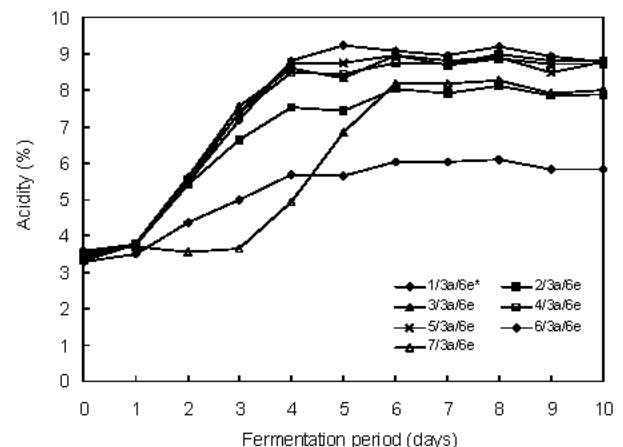
알콜 함량 분석은 매실식초를 원심분리(8,000×g, 10 min)한 후 상정액 100 mL에 내부 표준물질인 *n*-amylalcohol을 1 mL 가한 다음, 탈이온수 100 mL를 가하고 가열증류하여 증류액 20 mL를 gas chromatograph(Hewlett Packard 5890)로 분석하였다(12). 분석조건은 detector: Hewlett Packard 5890, FI detector(220°C), column: Carbowax 20M, flow rate: 1.5 mL/min, carrier gas: He, injection vol.: 20 mL, injector temp.: 200°C를 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 초기 매실액 농도에 따른 생육

3% 초산과 6% 알콜로 제조한 사입액에 매실액의 농도를 1~7%로 조절하여 10일간 정치 발효하면서 초산생성도를 관찰한 결과를 Fig. 1에 나타내었다.

사입액 초기 산도는 초산의 함량이 일정함에도 불구하고 ±0.3 내외의 차이를 보였다. 이는 매실액 중에 존재하는 유기산의 영향으로 사료된다. 또한, 매실액의 pH는 2.83이었으며 매실액의 농도를 달리하여 사입액을 제조하였을 때 매실



**Fig. 1. Effects of initial *Prunus mume* concentration on the acetic acid production activities during static fermentation at 27°C.**

1/3a/6e\*: 1% *Prunus mume*, 3% acetic acid and 6% ethanol.

액의 첨가량이 증가함에 따라 pH가 낮아졌으나 그 변화가 경미하여(data not shown) 초산균의 생육에 큰 영향을 미치지 않을 것으로 사료된다.

매실액의 초기 농도 7%에서는 유도기가 길어져 초산생성능이 저하되는 경향을 보였다. 초기 매실액 농도가 6%인 사입액은 5일경에 9.2%로 최고 산도에 도달하였고 다른 실험구보다 높은 산도를 보였다. 초산 생성의 기질이 되는 알콜의 함량이 일정하므로 최단기간에 최대 초산을 생성하는 6% 매실액 첨가구가 매실 식초 생산을 위한 최적 농도로 사료되어 이하의 연구에 적용하였다.

사입액의 초기 매실액의 농도에 따라 초산균의 초산 생성능이 많은 영향을 받았으며 매실액의 초기 함량이 6%일 때 초산 생성능이 가장 우수하였으므로, 효율적인 초산발효를 위해 위의 사입액 조성으로 제조하여 발효 최적 조건을 검색하였다.

**발효 방법의 영향**

초산, 알콜 및 매실액이 최적의 농도로 혼합된 사입액을 27°C에서 정치 또는 진탕 발효하면서 생성되는 초산 함량을 측정된 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 정치 발효시 발효 1일부터 산도가 급격히 증가하여 발효 6일째 최대 산도인 8.26%에 도달한 반면 진탕 발효시 유도기가 길어져 발효 10일째 최대 산도의 7.41%에 도달하였다.

Son 등(13)은 부패된 사과로부터 분리 및 동정된 *Acetobacter* sp. A9을 30°C에서 48시간 정치 배양하였을 때 균의 최대 활성에 도달한다고 보고한 바 있다. 반면, Park 등(14)은 양조식초 발효탱크에서 9% 이상의 고산도 초산 생성균을 분리하여 30°C에서 200 rpm으로 교반하면서 초산생성능이 가장 우수한 균을 선별하였다고 보고하였으며, Kim과 Choi(15)는 매실즙 배지에서 초산 생성 균주로 선정된 균주들을 100 rpm으로 진탕하면서 8일간 배양한 후 초산 생성량이 가장 좋은 균주를 최종 선정하였다고 보고하여, 식초의 발효 방법은 발효 균주의 생육특성에 따라 차이가 있는 것으로

사료된다.

**발효용기의 영향**

식초 발효용기의 표면적이 초산균의 생육에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 3% 초산, 6% 알콜 및 6% 매실액을 함유한 매실식초 사입액 100 mL를 표면적이 10, 25, 50 cm<sup>2</sup>인 발효용기에 넣은 후 종초를 접종하여 생성되는 초산 함량을 측정된 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 표면적이 10 cm<sup>2</sup>인 발효용기의 경우 발효 5일 이후부터 서서히 증가하여 발효 10일째 6.38%로 나타나 균의 생육이 매우 지연됨을 확인하였다. 표면적이 25 cm<sup>2</sup>인 배양용기에서는 배양초기부터 서서히 증가하여 발효 8일째에 7.89%의 초산농도를 보이다가 시간이 경과함에 따라 약간 감소하는 경향이 나타났다. 표면적이 25 cm<sup>2</sup>인 구에서는 초산균이 정상적으로 생육하여 높은 농도의 초산을 생산하므로 100 mL의 매실식초 사입액 발효시 표면적이 25 cm<sup>2</sup>인 발효용기의 사용이 가장 적합할 것으로 사료되어진다. 표면적이 50 cm<sup>2</sup>인 발효용기의 경우 발효 4일째에 초산농도가 5.34%에 도달하여 표면적이 25 cm<sup>2</sup>인 발효용기의 경우보다 초산균의 유도기가 짧아졌지만 이후 더 이상 발효가 진행되지 않아 최종 초산농도가 낮았다. 이는 발효용기의 표면적이 너무 넓어 알콜과 초산의 휘발에 의한 손실 때문으로 사료되어진다.

**매실식초의 유기산 함량**

최적 조건으로 발효된 매실식초 중의 유기산 함량을 Table 2에 나타내었다. 제조된 매실식초의 주요 유기산은 acetic acid, succinic acid, citric acid이었고 그 함량은 각각 6167.01, 347.04, 76.67 mg%이었다. 산미에 영향을 주는 acetic acid와 citric acid의 함량이 시판 양조식초나 매실식초보다 비교적 높게 검출되었다.

Shim 등(16)에 의하면 매실의 유기산은 citric acid와 malic acid가 주요 성분이라고 보고한 바 있다. 또한 Song 등(7)은 매실 중에서 확인된 주요 유기산이 tartatic acid,

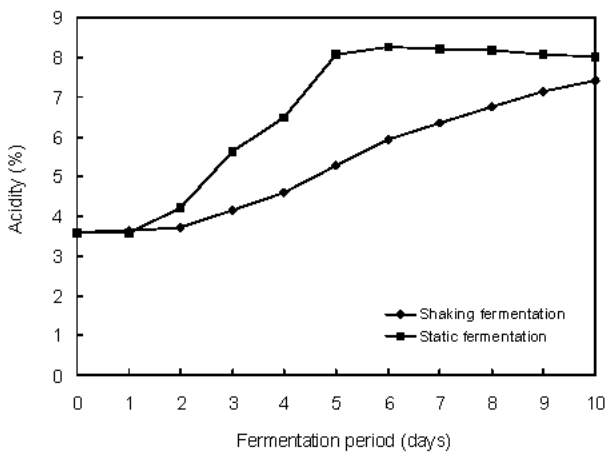


Fig. 2. Influences of fermentation systems on the acetic acid production.

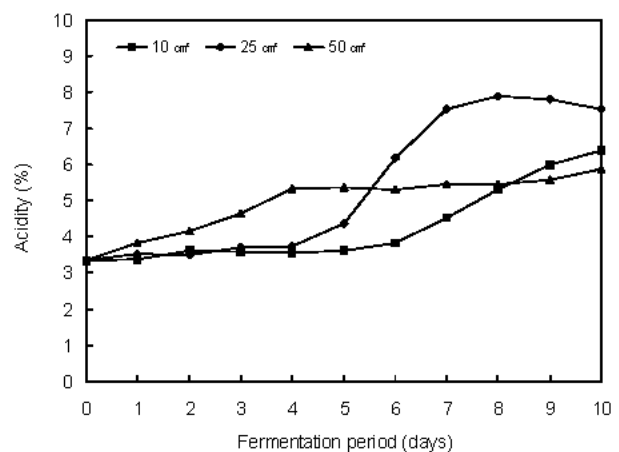


Fig. 3. Influences of culture container on the acetic acid production.

**Table 2. Organic acids contents of the fermented *Prunus mume* vinegar** (mg%)

	A	B	C	D
Oxalic acid	26.15	7.93	25.60	30.42
Tartaric acid	0.88		26.56	25.52
Malic acid	57.97	16.66	221.37	282.17
Lactic acid		21.08	2.16	2.77
Acetic acid	6167.01	6722.89	4549.52	3638.80
Citric acid	76.76		0.09	16.66
Succinic acid	347.04		0.49	1849.36

A: *Prunus mume* vinegar, B: Industrial vinegar, C: *Prunus mume* vinegar manufactured by X company, D: *Prunus mume* vinegar manufactured by Y company.

succinic acid, malic acid와 citric acid이었으며, malic acid와 citric acid를 합한 양이 전체 유기산의 대부분을 차지한다고 하여, 본 실험에서 제조된 매실식초의 유기산을 분석한 결과와 유사하였다. Shim 등(17)은 매실의 성숙 중에 많은 비중을 차지한 malic acid와 citric acid가 매실주의 제조 중에 많이 용출된다고 보고하여, 본 실험에서 제조된 매실 식초 중의 malic acid와 citric acid도 매실의 숙성 중에 생성되어 그 함량이 높게 나타난 것이라 사료된다.

#### 매실식초의 유리당 함량

발효가 완료된 매실식초 중의 유리당 함량을 Table 3에 나타내었다. 매실식초의 주요 유리당은 glucose와 fructose이었고 그 함량은 각각 4030.88, 3765.65 mg%이었다. 양조식초의 glucose와 fructose 함량은 각각 385.62, 64.78 mg%로 매실식초에 비해 그 함량이 현저히 적었으며, 2가지 종류의 시판 매실식초의 glucose 함량은 각각 2268.13, 5887.82 mg%로 다양하게 나타났다.

Inaba와 Nakamura(18)에 따르면 매실은 생육·성숙 중 당의 함량에 비해 유기산의 함량이 높은 과실로서 당함량 및 당조성에 대한 지금까지 연구보고가 거의 일치하지 않고 불명확한 점이 많다고 하여, 본 실험에서 제조된 매실식초와 시판 매실식초의 유리당 함량의 차이가 현저하게 나타난 것은 매실 품종차이에 의한 것으로 사료된다.

#### 매실식초의 유리아미노산 함량

발효가 완료된 매실식초 중의 유리아미노산 함량을

**Table 3. Free sugar contents of the fermented *Prunus mume* vinegar** (mg%)

	A	B	C	D
Rhamnose	564.52	210.94		496.05
Fructose	3765.65	64.76	602.54	5371.23
Glucose	4030.88	385.62	2268.13	5887.82
Sucrose	59.49	173.94	14.53	236.68
Inositol	224.72	66.99	1114.56	226.93
Raffinose	25.52	99.67	1645.41	52.66

A: *Prunus mume* vinegar, B: Industrial vinegar, C: *Prunus mume* vinegar manufactured by X company, D: *Prunus mume* vinegar manufactured by Y company.

Table 4에 나타내었다. 매실식초의 주요 유리아미노산은 asparagine이었고 그 함량은 80.96 mg%이었다. 대조구로 사용한 시판 매실식초의 유리아미노산 함량과 비교한 결과 제조된 매실식초는 양조식초와 시판 매실식초에 비해 유리아미노산의 함량이 적게 나타났다. 이는 시판 식초들의 경우 품질 관리를 위해서 첨가물을 넣기 때문에 유리아미노산 함량이 높게 나타난 것이라 사료된다.

Cha 등(19)은 매실의 총 유리아미노산은 성숙과 더불어 감소한다고 하여, 본 매실식초의 유리아미노산 함량이 원료에 포함된 유리아미노산의 함량과 유사함을 알 수 있었다.

#### 매실식초의 알콜 함량

발효가 완료된 매실식초 중의 알콜 함량을 Table 5에 나타내었다. 제조된 매실식초는 시판 매실식초들에 비해 *n*-propyl alc., iso-butyl alc., *n*-butyl alc., iso-amyl alc., *n*-amyl alc. 등의 고급 알콜류가 적어 그 품질이 우수하였고, 알콜성 간장애의 원인인 acetaldehyde도 35.80 ppm으로 비교적 적은 함량이 검출되어 타 제품보다 우수하다고 사료된다.

**Table 4. Free amino acid contents of the fermented *Prunus mume* vinegar** (mg%)

	A	B	C	D
Asp	11.67	32.90	37.78	168.02
Thr		23.31	51.34	67.08
Ser		19.91	10.36	80.66
Asn	80.96	23.31	51.34	697.96
Glu		41.69	14.06	114.19
Gly		24.83	8.35	62.63
Ala		0.03	22.47	162.48
Val		38.90	13.28	90.38
Ile		25.56	12.50	57.77
Leu		34.41	12.77	121.60
Thr		26.22	9.67	65.36
Phe		28.52	9.69	73.10
Gaba	8.20	21.05	15.09	71.62
Amm	25.97	276.71	68.67	213.36
Total	126.80	687.35	337.35	2046.21

A: *Prunus mume* vinegar, B: Industrial vinegar, C: *Prunus mume* vinegar manufactured by X company, D: *Prunus mume* vinegar manufactured by Y company.

**Table 5. Alcohol contents of the fermented *Prunus mume* vinegar**

	A	B	C	D
Acetaldehyde (ppm)	35.80	48.81	12.43	86.62
Methylacetate (ppm)	31.29	4.68	10.23	31.99
Ethyl alc. (%)	1.14	0.29	0.32	0.91
Diacetyl (ppm)		34.13		33.85
<i>n</i> propyl alc. (ppm)				2.06
Iso butyl alc. (ppm)	21.55	175.32	149.45	3.01
<i>n</i> butyl alc. (ppm)	28.55		1837.49	10.72
Iso amyl alc. (ppm)	0.63	3.15	24.94	2.55
<i>n</i> amyl alc. (ppm)			29.84	3.04

A: *Prunus mume* vinegar, B: Industrial vinegar, C: *Prunus mume* vinegar manufactured by X company, D: *Prunus mume* vinegar manufactured by Y company.

Jeong 등(12)은 감식초 제조 후 각각의 알콜 성분 변화에서 ethanol 함량은 초산 발효 후에 크게 감소되었으며 acetaldehyde, benzenethanol 및 methanol 등의 함량도 감소하는 경향을 보였다고 보고하였다. 또한 Shin 등(20)은 양파식초 발효 후 acetaldehyde, methanol, ethanol, *n*-propyl alc., iso-butyl alc., iso-amyl alc. 등의 알콜 성분이 감소되었다고 보고하여, 본 실험에서 제조된 매실식초의 알콜 성분은 초산 발효가 진행됨으로 인해 그 함량이 감소하였다고 사료된다.

요 약

매실식초 사입액에서 초기 매실액의 농도가 1~6%일 때는 농도가 높을수록 유도기가 짧아져 높은 초산생성능을 보이다가 매실액의 농도가 6%를 넘어서면 유도기가 길어져 초산생성능이 저하되는 경향을 보였다. 6%의 매실액을 함유한 사입액은 발효 5일째 9.2%의 최종 산도에 도달하였고, 다른 농도의 첨가구보다 높은 산도를 보였다. 3% 초산, 6% 알콜, 6% 매실액을 함유한 매실식초 사입액 100 mL를 발효시킬 경우 표면적이 25 cm<sup>2</sup>인 발효용기를 사용하는 것이 10 cm<sup>2</sup>와 50 cm<sup>2</sup>의 발효용기에 배양한 것보다 초산 생성능이 우수함을 확인하였다. 또한 매실액 사입액을 진탕 발효시켰을 때는 정치 발효에 비해 유도기가 길었고, 배양 9일째에 최종 산도가 9.44%로 나타나서 정치 발효에 비해 약 2.02% 낮게 나타나 매실액을 이용한 초산발효에서는 진탕 배양보다 정치 배양이 더 효과적이었다. 매실식초의 유기산 성분을 분석한 결과 주요 유기산은 acetic acid, succinic acid, citric acid이었고 그 함량은 각각 6167.01, 347.04, 76.67 mg%이었다. 또한 주요 유리당은 glucose와 fructose로 그 함량은 각각 4030.88, 3765.65 mg%이었으며, 주요 유리 아미노산은 asparagine이었고 그 함량은 80.96 mg%이었다. 본 연구에서 검색된 최적 발효 조건에서 매실식초를 제조하여 발효 효율을 향상시킬 수 있을 것으로 기대하며, 유기산, 유리당 등의 함량이 높은 우수한 매실식초의 생산이 가능할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청에서 지원한 현장적용기술개발사업 농업인개발과제(과제명: 장기숙성된 매실액을 이용한 고향미 식초개발) 연구비 지원으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.

문 헌

1. Yoon HN. 1998. Simultaneous gas chromatographic analysis of ethanol and acetic acid in vinegar. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1247-1251.

2. Siever M, Teuber M. 1995. The microbiology and toxonomy of *Acetobacter europaeus* in commercial vinegar production. *J Appl Bacteriol Symp Suppl* 79: 84-95.

3. Kittelmann M, Stamm WW, Follmann H, Truper HG. 1989. Isolation and classification of acetic acid bacteria from high percentage vinegar fermentation. *Appl Microbiol Biotechnol* 30: 47-52.

4. Stephan J, Sokollek CH, Walter PH. 1998. Culture and preservation of vinegar bacteria. *J Biotechnol* 60: 195-206.

5. Sheo HJ, Lee MY, Chung DL. 1990. Effect of *Prunus mume* extract on gastric secretion in rats and carbon tetrachloride induced liver damage of rabbits. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 19: 21-28.

6. Choi KW. 1992. The effect of Ume's extract on lactate recovery rate after aerobic exercise. *Korean J Phys Edu* 31: 2327-2333.

7. Song BH, Choi KS, Kim YD. 1997. Changes of physicochemical and flavor components of Ume according to varieties and picking date. *Korean J Post Harvest Sci Technol Agric Products* 4: 77-85.

8. Hong SI, Cha HS, Park JD, Jo JS. 1998. Respiratory characteristics of Japanese apricot (*Prunus mume* Sieb. et Zucc) fruits as influenced by storage temperature and harvesting period. *Food Eng Prog* 2: 178-182.

9. Park MH, Lee JO, Lee JY, Yu SJ, Ko YJ, Kim YH, Ryu CH. 2005. Isolation and characteristics of acetic acid bacteria for persimmon vinegar fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 1251-1257.

10. AOAC. 1984. *Official Methods Analysis*. 14th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC. p 10.

11. Ohara I, Ariyoshi S. 1979. Comparison of protein precipitants for the determination of free amino acid in plasma. *Agric Biol Chem* 43: 1473-1478.

12. Jeong YJ, Seo JH, Park NY, Shin SR, Kim KS. 1999. Change in the components of persimmon vinegars by two stages fermentation (II). *Korean J Post Harvest Sci Technol* 6: 233-238.

13. Son HJ, Lee OM, Park YK, Lee SJ. 2000. Characteristics of cellulose production by *Acetobacter* sp. A9 in static culture. *Korean J Biotechnol Bioeng* 15: 573-577.

14. Park MH, Lyu DK, Ryu CH. 2002. Characteristics of high acidity producing acetic acid bacteria isolated from industrial vinegar fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 394-398.

15. Kim MH, Choi UK. 2006. Acetic acid fermentation by *Acetobacter* sp. SK 7 using *Maesil* juice. *Korean J Food Culture* 21: 420-425.

16. Shim KH, Sung NK, Choi JS, Kang KS. 1989. Changes in major components of Japanese apricot during ripening. *J Korean Soc Food Nutr* 13: 101-108.

17. Shim KH, Sung NK, Choi JS. 1988. Changes in major components during preparation of apricot wine. *J Inst Agr Res Util Gyeongsang Natl Univ* 22: 139-147.

18. Ibana A, Nakamura R. 1981. Ripening characteristics of Japanese apricot (*Mume*, *Prunus mume* Sieb. et Zucc.) fruits on and off the tree. *J Japan Soc Hort Sci* 49: 601-607.

19. Cha HS, Hwang JB, Park JS, Park YK, Jo JS. 1999. Changes in chemical composition of *Mume* (*Prunus mume* Sieb. et Zucc) fruits during maturation. *Korean J Post Harvest Sci Technol* 6: 481-487.

20. Shin JS, Lee OS, Jeong YJ. 2002. Changes in the components of onion vinegars by two stages fermentation. *Korean J Post Harvest Sci Technol* 34: 1079-1084.

(2006년 12월 18일 접수; 2007년 1월 20일 채택)