

## Acetobacter sp. SK-7에 의한 매실식초 발효

김미향<sup>1</sup> · 최응규<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>상주대학교 식품영양학과, <sup>2</sup>아시아대학교 한방식품영양학과

### Acetic Acid Fermentation by *Acetobacter* sp. SK-7 using Maesil Juice

Mi-Hyang Kim<sup>1</sup>, Ung-Kyu Choi<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science & Nutrition, Sangju National University, Sangju, Korea

<sup>2</sup>Department of Oriental Medicinal Food and Nutrition, Asia University, Kyongsan, Korea

#### Abstract

This study was conducted to produce vinegar using maesil. Acetic acid bacteria was 20 strains isolated from several conventional vinegars. Among the isolates, a strain showed highest acetic acid productivity was selected and identified as *Acetobacter* sp. SK-7. The optimum medium of acetic acid production by *Acetobacter* sp. SK-7 was 30% of maesil juice, 4% of ethanol, and 2% of starting acidity and 0.2% of glucose. Optimum condition for the high yield of acetic acid was in the shaking culture at 30°C. The acidity of culture medium was reached to 7.1% after 12 days fermentation. Organic acid was identify 6 kinds containing acetic acid. The total content was 7,068.7 mg% after 12 days and malic acid slowly decreased and acetaic and citric acid gradationally increased according to fermentation

Key Words : maesil, *Acetobacter* sp. SK-7, vinegar

#### 1. 서 론

우리의 식생활과 밀접한 관계를 갖고 오랜 옛날부터 이용되어 온 양조식초는 합성식초와는 달리 초산균의 초산발효에 의하여 생성되는 초산을 주성분으로 하여 소량의 유기산류, 유리당류, 유리아미노산류 및 에스테르류 등을 함유하여 특유한 방향과 맛을 가지는 발효식품이다. 양조식초는 이용 가능한 원료의 다양화로 많은 종류가 만들어져 왔는데, 최근에는 식생활의 다양화와 더불어 품질이 우수하고 안정성이 확보된 고급의 양조식초에 대한 소비자의 관심이 크게 높아지고 있어 새로운 과일(Lee 등 2003; Hong 등 1996)이나 야채 등(Kim & Choi 2005; Kim 등 2003; Ko 등 1998)을 이용하여 독특한 풍미를 가진 양조식초를 개발하고자 하는 시도가 활발히 행하여지고 있다. 식초에 관한 연구로 Park 등(1994a; 1994b)은 고농도 에탄올 내성 초산균을 분리·동정한 바 있으며, Yeo 등(2004)은 한국의 전통 감식초로부터 *Gluconacetobacter persimmonis*를 분리 동정한 바 있다. Son 등(2002)은 부패된 과일과 전통 발효식초로부터 Bacterial cellulose를 생산하는 *Acetobacter zylinum* KJ-1을 분리하고 배양특성을 조사한 바 있다. Oh(1981)는 배 식초 제조를 위한 기본 발효조건을 보고하였고, Kim과 Jo(1981)의 고량주 발효에 관한 연구, Kim 등(1981)의 *Acetobacter aceti*의 모균주와 변이주를 이용한 사과초 제조과정에서 생성된 유기산

의 조성 등이 보고된 바 있다.

매실은 succinic acid, citric acid, malic acid 및 tartaric acid 등의 유기산뿐만 아니라 sitosterol과 무기질 함량이 많은 알칼리 식품으로 알려져 있으며, 예부터 엑기스를 추출하여 차로 음용하고 미숙과실을 건위, 주독, 해독 및 구충제 등 한약제로 일부 이용되어 왔으며(Seo 등 1990; Lee 등 2002) 매실식품으로는 술, 엑기스, 잼, 차, 장아찌 및 김치 등으로 개발되어 있다(Lee 등 2001). 매실을 이용한 식품개발에 관한 연구로 Bae 등(2000)은 매실을 새로운 기능성 음료로 개발하여 각종 암 세포주에 미치는 영향과 실제 운동선수에게 섭취시 혈액내 전해질의 농도와 삼투압의 변화를 조사한 바 있고, Lee 등(2002)은 매실 착즙액 3%를 첨가하여 발효시킨 호상요구르트에 당에 절인 매실과육을 첨가하여 품질특성을 보고한 바 있다. Jung 등(2000)은 매실즙이 두부의 저장성을 연장시키는 결과가 있음을 보고하였고 Lee와 Shin(2001)과 Park 과 Hong 등(2003)은 매실 추출물 또는 매실과육을 빵에 첨가한 결과 반죽의 안정도는 낮았으나 기호성은 높아 기능성 소재로 이용가능하다고 보고한 바 있다. Lee 등(2003)은 매실 착즙액을 생국수에 첨가할 경우 품질, 기호도의 향상 효과와 저장성의 연장효과가 있음을 보고한 바 있으며, Bae와 Lee(2003)는 매실로부터 식중독 균에 대한 항균물질을 동정한 바 있다 하지만, 매실에서 분리된 단독 균주를 이용하여 매실 식초를 제조하고자 한 연구는 미비한 실정이다.

\* Corresponding author : Ung-Kyu Choi, Department of Oriental Medicinal Food and Nutrition, Asia University, Kyongsan, 712-220, Korea  
Tel: 82-53-819-8201, Fax: 82-53-819-8155

따라서 본 연구에서는 매실을 이용하여 우수한 식초를 제조하기 위하여 재래식초에서 *Acetobacter* sp. SK-7을 분리, 동정 한 후 이 균을 이용하여 제조한 매실식초의 품질을 조사하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험에 사용한 매실은 경북 칠곡군 왜관읍에 소재한 (주)송광매원에서 생산된 2005년산 매실을 원료로 사용하였으며, 채취한 매실을 수도물에 충분히 수세하여 씨를 제거한 과육을 waring blender(Hanil HMF-1000A, Korea)로 마쇄한 것을 매실즙으로 하였다.

### 2. 배지

초산 생성균 분리용 평판배지는 표준 배지(Yeast extract 1 %, glucose 5 %, CaCO<sub>3</sub> 3 %, agar 2.5 %) 에 에탄올이 4% 함유된 배지를 사용하였으며(Nam & Yu 1980), 매실 식초 제조를 위한 초산 생산용 매실즙 배지는 yeast extract 0.2 %, glucose 0.5 %, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> 0.06 %, ethanol 4%가 함유된 배지에 매실즙액을 30 %로 첨가하여 사용하였다(Kim 등 1996). 이때 사용된 매실즙액은 매실 1 kg에서 얻은 추출액을 1 L로 정용한 것을 사용하였다.

### 3. 초산 생성균의 분리

경상북도 지역의 가정에서 제조한 재래초 20여점의 초산균 분리시료로 하였으며, 30℃에서 24시간 동안 활성화시킨 후 생리 식염수로 적절하게 희석하여 각각의 분리시료에서 0.2 mL 씩 분리용 평판배지에 도말배양하고 30℃에서 3일간 배양하여 colony 주위에 clear zone이 형성된 균을 순수 분리하였다.

### 4. 매실즙 배지에서의 우수 초산균 선정

분리용 평판배지에서 초산 생성 균주로 선정된 균주들을 초산 생성용 매실즙 배지에 접종하고 shaking incubator(HB-201SF, HAN BAEK, Korea)를 사용하여 30℃에서 100 rpm으로 진탕하면서 8일간 배양한 후 초산 생성량이 가장 좋은 균주를 최종 선정하였다.

### 5. 분리균의 동정

분리균주는 Bergey's manual of systematic bacteriology (Krig & Holt 1984)와 Manual of method for bacteriology (Gerhardt 등 1994)에 준하여 동정하였다.

### 6. 산도측정

산도측정(AOAC 1995)은 초산 발효액을 원심분리한 상등액 10 mL를 취하여 0.1% phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH로 적정한 후 초산으로 환산하여 나타내었다.

<Table 1> GC operating condition for the analysis of organic acid methyl esters

Items	Conditions
GC column	Suepelcowax 10 fused silica capillary (0.25 mm id × 30m, 0.25 μm, Supel co)
Carrier gas	N <sub>2</sub> 1 cc/min (Split ratio = 30:1)
Oven Temperature	230 °C isothermal
Detectos	Flame ionization detector(FID)
Injection size	10 μg
GC model	Hewlett-Packared 5890 Series II

### 7. 유기산 분석

유기산 분석은 시료 1 mL를 먼저 활성화된 amberlite IRA-118H (Sigma, USA)과 amberlite IRA-45 (Sigma, USA)를 사용하여 유기산을 흡착, 분리시킨 다음 55℃에서 감압건조한 후 n-butanol 2 mL, benzene 2 mL, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 1 mL 및 무수 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 g을 가하여 환류 냉각장치에서 2시간 동안 비등시킨 다음, 증류수로 수회 세척하고 ether로 추출한 후 10 mL로 정용하여 GC로 분석하였다. GC 분석 조건은 <Table 1>과 같다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 초산 생성균의 분리 및 동정

경북지역의 가정에서 재래식 방법으로 제조한 20여점의 식초로부터 초산균 분리용 배지에 접종하여 colony의 주위에 clear zone을 형성하는 40개 균주를 순수분리 하였다. 이들 균주 중 매실즙을 첨가한 배지에서 초산생성이 우수한 균을 선정하기 위해 매실즙액이 30 %가 함유되어 있는 초산생산용 매실즙 배지에 분리 균주들을 각각 접종하여 초산 생성량이 가장 높은 균을 공시균주로 최종 선정하였다(Table 2).

분리균의 형태 및 생리학적 특성을 조사한 결과는 <Table 3>에서와 같다. 즉, 그람음성 간균으로 에탄올을 산화하여 초산을 생성하며, catalase 생성능, 운동성, acetate와 lactate 산화성은 양성반응을 나타내었다. 또한 질산환원능은 없었으며, 탄소원으로 mannitol, inulin, sucrose 및 methanol을 이용하지 못하였다. Indole 생성능과 gelatin 액화능은 없는 것으로 확

<Table 2> Cell growth and acidity of isolates

Isolates	Cell growth (log CFU/mL)	Acidity (%)	Isolates	Cell growth (log CFU/mL)	Acidity (%)
SK-1	6.3	3.6	SK-11	7.3	3.5
SK-2	6.5	3.9	SK-12	7.5	3.8
SK-3	7.1	3.9	SK-13	6.8	3.8
SK-4	6.1	3.5	SK-14	6.4	3.5
SK-5	7.2	3.8	SK-15	5.9	3.3
SK-6	6.9	3.9	SK-16	4.1	3.1
SK-7	7.7	4.1	SK-17	5.8	3.5
SK-8	6.5	3.6	SK-18	7.1	3.8
SK-9	6.8	3.7	SK-19	3.9	3.1
SK-10	6.6	3.7	SK-20	6.4	3.3

1) Each isolates was cultivated at 30°C.

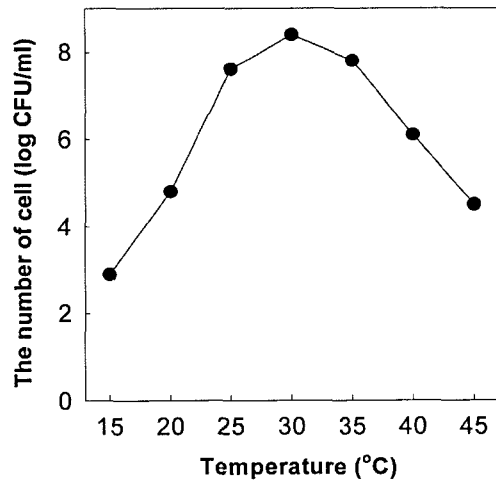
<Table 3> Morphology and physiological properties of the isolate strain

Test	SK-7
Shape	rod
Gram stain	-
Catalase	+
Motility	+
Grown on carbon source	
Ethanol	+
Methanol	-
Na-Acetate	+
n-Propanol	+
Amyl alcohol	-
n-Butanol	-
Nitrate reduction	-
Growth on SM medium	
+0.5% NaCl	+
+1.0% NaCl	+
+2.0% NaCl	-
+1.0% Ethanol	+
+2.0% Ethanol	+
+5.0% Ethanol	+
+10.0% Ethanol	-
Oxidation of carbohydrate	
D-Glucose	+
D-Fructose	+
D-Mannitol	+
Inulin	+
Sucrose	+

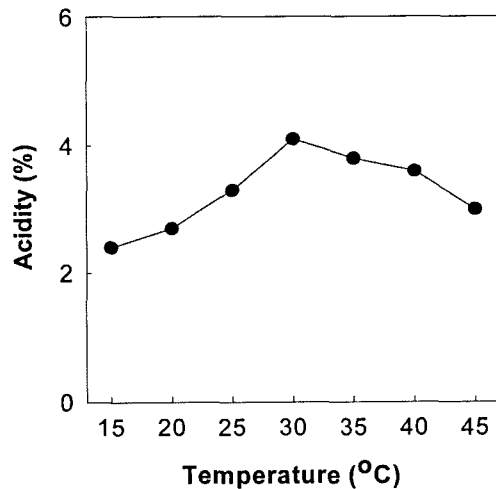
인되었으며, 1.0 % 이상의 NaCl 용액에서 증식하지 않아 내염성이 약한 것으로 조사되었다. 이와 같은 결과를 종합하여 Bergey's manual 분류표에 의해 분리 균주를 *Acetobacter* sp.으로 동정되었으나 정확한 species는 알 수 없었다. 따라서 이 균주를 *Acetobacter* sp. SK-7로 명명하였다.

2. 증식 최적온도

매실즙 배지에서 *Acetobacter* sp. SK-7의 증식 최적온도를 확인하기 위하여 배양온도를 15-45 °C의 온도범위에서 48시간 동안 진탕배양 한 후 균의 증식과 산도를 확인한 결과는 각각 <Figure 1>과 <Figure 2>에 나타내었다. 균의 증식 최적온도는 30 °C인 것으로 확인되었으며, 산도도 증식 최적온도에서 가장 높게 나타났다. 또한 25 °C와 35 °C에서 균의 증식은 비슷하게 나타나고 있으나 그 범위의 바깥쪽에서는 균수가 급격히 감소되는 경향을 나타내었다. 특히, 15 °C에서는 접종량과 거의 차이가 없는 것으로 나타나 이 온도에서는 균의 증식이 거의 없음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 순천지역에서 분리한 초산발효균의 증식최적온도가 30 °C였다는 Kim등(1996)의 보고와 유사한 결과이며, Lee 등(1999)이 분리균 *Acetobacter* sp. DS-118을 이용한 알로에 식초의 최적 발효온도가 25 °C라고 한 보고와는 다소 차이를 보였다.



<Figure 1> Effect of temperature on the growth of *Acetobacter* sp. SK-7



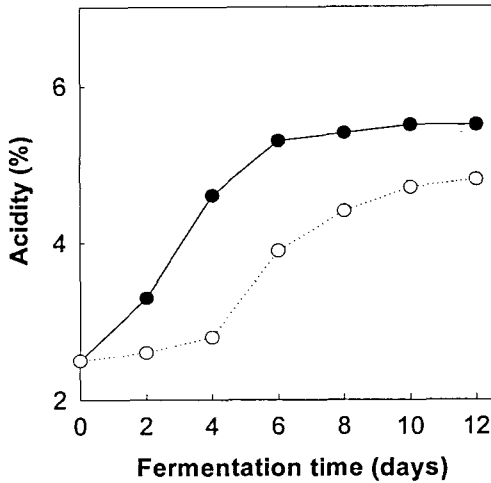
<Figure 2> Effect of temperature on the acidity by *Acetobacter* sp. SK-7

3. 총산도에 미치는 진탕배양의 효과

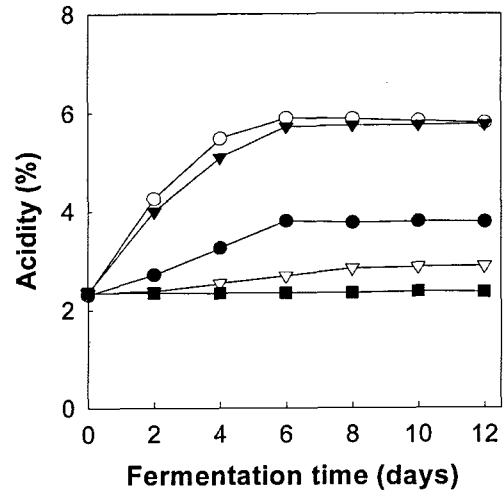
정치배양과 진탕배양이 산생성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 매실즙 배지에 분리균주 *Acetobacter* sp. SK-7를 접종하고 12일 동안 배양하면서 총 산도를 경시적으로 측정된 결과는 <Figure 3>과 같다. 진탕배양의 경우 정치배양에 비해 분리균의 유도기가 짧아 배양 2일째 산도가 3 %를 넘었으며, 배양 6일째에는 산도가 5 %를 넘는 것으로 확인되었다. 배양 12일째의 최종산도는 5.5 %로 조사되었다. 정치배양의 경우는 발효 4일째까지는 산도의 증가가 거의 없는 것으로 확인되었으며 발효 6일째 산도가 3.9 %로 나타났다. 배양 12일째의 산도는 4.8 %로 조사되었다.

4. 초기산도의 영향

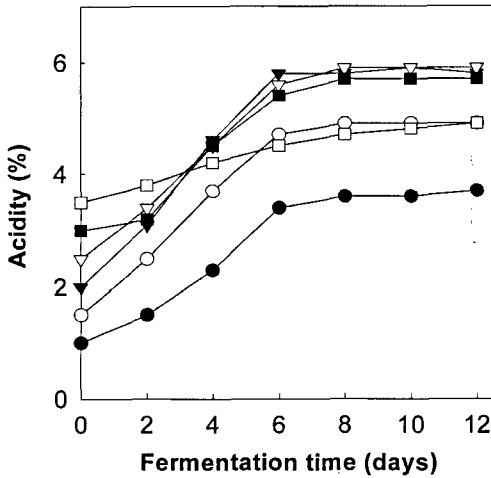
초기 산도가 초산생성량에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 매실즙 배지의 초기산도를 1-4 %의 범위에서 0.5 % 간격으로 각각 조절하여 30 °C에서 진탕배양하면서 12일 동안 경시적으로 생성된 초산량을 측정된 결과는 <Figure 4>와 같이 모든 처리구



<Figure 3> Effects of shaking culture(●) and static culture(○) on the total acidity of *Acetobacter* sp. SK-7



<Figure 5> Acetic acid production from *Acetobacter* sp. SK-7 by the initial ethanol concentration during the incubation period at 30°C. Symbols; ●-●: 2%, ○-○: 4%, ▼-▼: 6%, ▽-▽: 8%, ■-■: 10%



<Figure 4> Acetic acid production from *Acetobacter* sp. SK-7 by the initial acidity concentration during the incubation period at 30°C. Symbols; ●-●: 1%, ○-○: 3%, ▼-▼: 5%, ▽-▽: 7%, ■-■: 9%

<Table 4> Effect of sugars on the production of acetic acid by *Acetobacter* sp. SK-7

Compounds	The concentration of sugar (%)					
	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
Glucose	4.2	4.9	6.3	5.6	5.1	5.0
Sucrose	4.2	4.9	6.0	5.3	5.0	5.0
Maltose	4.2	4.8	5.8	5.0	4.8	4.7

으며, 10 % 첨가 시에는 발효가 전혀 일어나지 않음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 *Acetobacter* sp. VC-2의 초산발효를 위한 최적 알콜농도가 4%라는 Kim 등(1996)의 보고와 일치하는 결과이며, 매실을 이용한 초산발효의 최적조건을 조사한 결과 알콜 농도가 8.76 %였을 경우 최적이었다는 Son 등 (2003)의 보고와는 차이를 보였는데, 이는 사용된 균주가 상이한데 기인하는 것으로 사료된다.

에서 배양 6일째에 발효가 완료되었다. 초기 산도가 가장 낮은 1 % 첨가구에서는 초산생성량이 가장 낮게 나타났으며, 3 % 첨가구까지는 초기 산도에 비례하여 배양 6일째의 산도가 높아짐을 확인할 수 있었다. 하지만 3.5 %와 4 % 첨가구에서는 초산생성이 약간 증가하였으나 발효가 진행되지 않는 것으로 확인되었다

5. 초기알콜 농도의 영향

에탄올 농도가 초산 발효 시 초산생성량에 미치는 영향을 확인하기 위하여 매실즙 배지에 에탄올 초기 농도를 2, 4, 6, 8 및 10 %로 각각 첨가하여 30 °C에서 진탕배양 하면서 경시적으로 산도를 측정 한 결과는 <Figure 5>와 같다. 에탄올을 2%와 4% 첨가한 구에서는 배양 초기부터 산도가 점차 증가하여 배양 6일째에는 산도가 각각 5.8과 5.9에 도달하였으나 그 이후에는 증가하지 않는 것으로 확인되었다. 에탄올을 6% 이상 첨가한 구에서는 4% 첨가구에 비해 초산발효가 억제되는 것을 확인할 수 있었

6. 당 농도의 영향

매실즙액 30 %와 에탄올 4%를 첨가한 액체 배지에 당의 농도를 0 %에서 0.5 %까지 0.1 % 간격으로 각각 달리 첨가하여 30 °C에서 12일 동안 진탕 배양하여 산도를 측정 한 결과는 <Table 4>에서와 같다. 대조구에서의 산도는 4.2 %였다. 당의 종류에 따른 산도는 포도당을 첨가 하였을때가 설탕과 맥아당을 첨가할 경우보다 높게 나타났으며, 포도당의 농도는 0.2 %를 첨가하는 것이 가장 높게 나타났다. 또한 0.3 % 이상 포도당을 첨가할 경우는 오히려 산도가 감소하는 결과를 초래하였다. 이상의 결과는 배지 중의 sucrose 함량이 과량일 경우 초산발효가 저해된다는 Nam 과 Yu (1980)의 보고와 분리균 *Acetobacter* sp. VC-2에 의한 초산발효의 경우 과량의 glucose 첨가는 오히려 초산발효를 억제한다는 Kim (1996)의 보고와 일치하는 결과이며, 그 원인 규명에 대한 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다. 한편, Hong 등(1996)은 단감을 이용한 식초 제조시 알코올 발효의 기

<Table 5> The content of organic acids in maesil vinegar fermented by *Acetobacter* sp. SK-7.

mg%

Compounds	Fermentation time (days)						
	0	2	4	6	8	10	12
Acetic acid	-	2,774.8	3,541.6	4,081.7	4,351.6	4,389.2	4,392.1
Malic acid	739.1	711.6	599.2	481.3	438.5	410.6	403.0
Tartaric acid	-	-	101.2	195.6	361.9	481.2	512.2
Succinic acid	35.5	14.6	10.9	-	-	-	-
Formic acid	71.9	52.2	17.2	9.5	-	-	-
Citric acid	814.5	1,124.2	1,430.9	1,511.1	1,693.1	1,754.2	1,781.4
Total	1,661.0	4,677.4	5,701.0	6,279.2	6,845.1	7,035.2	7,068.7

질인 포도당을 첨가할 경우 첨가된 당의 일부만 알코올로 전환되고 나머지는 유해균의 증식과 이취발생 및 착색에 관여하여 상품성을 저하시키므로 포도당 첨가효과는 부적합하다고 보고하여 본연구 결과와는 약간의 차이를 나타내었다.

7. 유기산 함량

분리 초산균 *Acetobacter* sp. SK-7 균주를 이용하여 위의 배양조건에서 얻어진 최적 발효조건에서 12일간 진탕배양한 후 유기산을 분석한 결과는 <Table 5>에서와 같다. 매실식초의 유기산은 acetic acid를 포함하여 6종류가 확인되었으며 총 유기산의 함량은 발효 0일차에 1,661.0 mg%였으나 발효가 진행됨에 따라 점차 증가하여 발효 12일째에는 7,068.7 mg%로 나타났다. Acetic acid의 경우 배양 2일째에 2,774.8 mg%가 검출되었으며, 발효가 지속됨에 따라 점차 증가하여 발효 12일째에는 4,392.1 mg%를 나타내었다. 신선한 매실에 가장 많이 함유되어 있는 유기산인 malic acid와 citric acid는 발효 0일째에는 각각 739.1와 814.5 mg%가 함유되어 있었으나 malic acid는 발효가 진행됨에 따라 점차 감소하여 발효 12일째에는 403.0 mg%가 검출된 반면 citric acid는 발효와 함께 증가하여 발효 12일째에는 1,781.4 mg%가 검출되었다. tartaric acid는 발효초기에는 검출되지 않았으나 발효가 진행됨에 따라 검출되기 시작하여 12일째에는 malic acid보다 많은 512.2 mg%가 검출되었다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 매실을 이용한 식초개발의 기초연구로써 초산생성능이 우수한 초산균을 재래초로부터 분리·동정하고 매실 식초 제조를 위한 최적 발효조건을 검토하였다. 재래초로부터 분리한 20균주 중 매실즙이 30 % 첨가된 배지에서 초산생성능이 가장 우수한 균주인 SK-7균을 선정하고 형태 및 생리학적 특성을 확인한 결과 *Acetobacter* sp. SK-7으로 동정하였다. 이 균주에 의한 초산생성 최적조건을 확인한 결과, 최적온도는 30℃였으며, 진탕배양이 정치배양에 비해 초산생성에 효과적인 것으로 나타났다. 초산생성에 가장 적합한 배지 조성은 매실즙 30 %, 초기 산도 2 %, 에탄올 농도 4 %, 포도당 0.2 %가 함유된 배지였다. 이와같은 배양조건에서 매실식초는 8일이 지나면 발효가 완만해졌으며, 12일에는 발효가 거의 완료되는 것으로 확인되었다. 12

일째의 총 산도는 7.1%인 것으로 나타났다.

■ 참고문헌

AOAC. 1995. Official Method of Analysis. 16th ed. Association of Official Analytical Communities, Washington, DC, USA. p. 431

Bae JH, Kim KJ, Kim SM, Lee WJ, Lee SJ. 2000. Development of the functional beverage containing the *Prunus mume* extracts. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 713-719

Bae JH, Lee SM. 2003. Identification of antimicrobial substances from *Prunus mume* on the growth of food-borne pathogens. Food Sci. Biotechnol. 12: 128-132

Gerhardt PRG, Murray E, Wood WA, Krieg NR. 1994. Methods for general and molecular bacteriology. American Society for Microbiology, Washington D.C., USA

Hong JH, Lee GM, Hur SH. 1996. Production of vinegar using deteriorated deastringent persimmons during low temperature storage. J. Korean Soc Food Nutr. 25(1): 123-128

Jung GT, Ju IO, Choi JS, Hong JS. 2000. Preparation and shelf-life of soybean curd coagulated by fruit juice of schizandra *chinensis* Ruprecht(omija) and *Prunus mume* (maesil). Korean J. Food Sci. Technol. 32: 1087-1092

Kim DH. 1999. Studies on the production of vinegar from fig. J. Korean Soc. Food Nutr. 28(1): 53-60

Kim ML, Choi KH. 2005. Sensory characteristics of vinegar fermentation by *gluconacetobacter hansenii* CV1. Korean J. Food Cookery Sci. 21(2): 263-269.

Ko EJ, Hur SS, Choi YH. 1998. The establishment of optimum cultural conditions for manufacturing garlic vinegar. J. Korean Soc Food Nutr. 27(1): 102-108

Kim HJ, Jo JS. 1981. Studies on the production of vinegar from koryangu distillers' grain. Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng. 9, 191-196

Kim YD, Kang SH, Kang SK. 1996. Studies on the acetic acid fermentation using maesil juice. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 25: 695-700

- Kim CJ, Park YJ, Lee SK, Oh MJ. 1981. Studies on the induction of available mutant of Acetic acid bacteria by UV light irradiation and NTG treatment-on the organic acids composition of apple wine vinegar. Kor. J. Appl. Microbiol. Bioeng., 9: 139-144
- Krig, NR, Holt JG. 1984. Bergey's manual of systematic bacteriology. The Williams and Wilkins Co., Baltimore, USA.
- Lee SH, Choi JS, Park KN, Im YS, Choi WJ. 2002. Effects of *Prunus mume* Siet. extract on growth of lactic acid bacteria isolated from kimchi and preservation of kimci. Korean J. Food Preservation. 9: 292-297
- Lee GD, Kim SG, Lee JM. 2003 Optimization of the Acetic Acid Fermentation Condition for Preparation of Strawberry Vinegar. J. Korea Soc. Food Svi. Nutr., 32(6): 812-817
- Lee KI, Moon RJ, Lee SJ, Park KY. 2001. The quality assessment of doenjang added with Japanese apricot, garlic and ginger, and samjang. Korea J. Soc. Food Cookery Sci., 17: 472-477
- Lee EH, Nam ES, Park SI. 2002. Characteristics of curd yogurt from milk added with maesil (*Prunus mume*). Korean J. Food Sci. Technol., 34: 419-424
- Lee YH, Shin DH. 2001. Bread properties utilizing extracts of mume. Korean J. Food & Nutr., 14: 305-310
- Lee DS, Ryu IH, Lee KS, Shin YS, Chun SH. 1999. Optimization in the preparation of aloe vinegar by *Acetobacter* sp. and inhibitory effect againse lipase activity. J. Korean Soc. Agric. Chem Biotechnol., 42: 105-110
- Lee HA, Nam ES, Park SI. 2003. Effect of maesil (*Prunus mume*) juice on antimicrobial activity and shelf-life of wet noodle. Korean J. Food Culture, 18: 428-436
- Lee HA, Nam ES, Park SI. 2003. Effect of maesil (*Prunus mume*) juice on antimicrobial activity and shelf-life of wet noodle. Korean J. Food Culture, 18: 527-535
- Nam SH, Yu TJ. 1980. Studies on the effect of Korean ginseng components on acetic acid fermentation ( I ). Korean J. Ginseng Sei., 4: 121-132
- Oh YJ. 1981. A study on cultural conditions for acetic acid production employing pear juice. J. Korean Soc. Food Nutr., 21: 377-380
- Oh YJ. 1992. A study on cultural conditions for acetic acid production employing pear juice. J. Korean Soc Food Nutr., 21: 377-380
- Park KS, Chang DS, Cho HR, Park UY. 1994. Investigation of the cultural characteristics of high concentration ethanol resistant *Acetobacter* sp. J. Korean Soc. Food Nutr., 23: 666-670.
- Park SI, Hong KH. 2003. Effect of Japanese Apricot(*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) flesh on baking properties of white breads. Korean J. Food Culture, 18: 506-514
- Park YK, Jung ST, Kang SG, Park IB, Cheun KS, Kang SK. 1999. Production of a vinegar from onion. Kor J. Appl. Microbiol. Biotechnol., 27: 75-79
- Park KS, Lee MS, Mok JS, Jang DS. 1994. Investigation of the condition of acetic acid fermentation with high concentration ethanol resistant *Acetobacter* sp. FM 10. J. Korean Soc. Food Nutr., 23: 845-848
- Son CJ, Chung SY, Lee JE, Kim SJ. 2002. Isolation and cultivation characteristics of *Acetobacter xylinum* KJ-1 producing bacterial cellulose in shaking cultures. J. Microbiol. Biotechnol., 12: 722-728
- Seo 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 Nutr., 19: 21-26
- Son SS, Ji WD, Jeong HC. Optimum conditions for acetic acid fermentation using mume (*Prunus mume* Sieb. et Zucc) fruits. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr., 32: 544-548 (2003)
- Shin JS, Lee OS, Jeong YJ. 2002. Changes in the components of oion vinegars by two stages fermentation. Korea J. Food Sci. Technol., 34(6): 1079-1084
- Yeo SH, Lee OS, Lee IS, Kim HS, Yu TS, Jeong YJ. 2004. *Gluconacetobacter persimmonis* sp. nov., isolated from Korean traditional persimmon vinegar. J. Microbiol. Biotechnol., 14: 276-283

---

(2006년 5월 19일 접수, 2006년 7월 6일 채택)