

## 손바닥 선인장 과즙의 젖산 발효특성

이 동 현 · 오 덕 철\*

제주대학교 자연과학대학 생명과학과

### 요 약

이 연구는 손바닥 선인장 열매를 이용하여 발효제품을 개발할 목적으로 유산균을 이용한 선인장 열매 착즙액의 젖산 발효특성을 살펴보고자 수행되었다. 당도의 변화는 원액과즙의 경우, 최초 8°Brix에서 발효 종결시 7.0~7.5°Brix로 낮아졌고 희석액인 경우 4.0°Brix에서 3.4~3.8°Brix로 낮아졌다. pH는 *Lactobacillus plantarum* IMSNU 11060의 발효액에서 처음 pH 6.6에서 4.0으로 가장 많이 낮아졌고, 총산도는 *L. plantarum* 발효액에서 원액은 1.89%, 희석액은 0.77%로 빠르게 산도가 증가되었고, 다른 젖산균 발효액은 큰 변화가 없었다. 유산균수의 변화는 발효 10일째 원액, 희석액 모두 *L. plantarum*이 가장 많아서 11060균주가 다른 유산균보다 발효능이 우수한 것으로 판단되었다. 유리당 함량의 변화를 보면 *L. plantarum*, *L. brevis* 그리고 *Pediococcus dextrinicus*는 주로 포도당을 많이 이용한 반면 *Leuconostoc mesenteroides*와 EM은 sucrose를 많이 이용하였다. 유기산의 변화에서 젖산은 *L. plantarum*이 가장 많이 생성하였고 다른 유산균은 비교적 완만히 생성하였다. 발효물의 항균효과나 항산화 활성에서도 *L. plantarum* 발효물이 상대적으로 높은 수치를 나타내었다.

### 1. 서 론

손바닥 선인장(*Opuntia ficus-indica* var. *saboten*)은 제주도에서 경작 또는 자생되는 선인장 중에 *Opuntia*속에 속하는 열대성 다년생식물로서 열매를 먹을 수 있으며, 열매와 줄기를 공복에 갈아 마시면 변비치료, 이뇨효과, 장운동의 활성화 및 식욕증진에 효능이 있다는 것이 알려져 있다(20). 또한 한

방에서는 신경성 통증을 치료하고 건위, 자양강장제, 해열진정제, 소염해독, 급성 유선염, 이질을 치료하는데 이용하며, 피를 맑게 하고 하혈을 치료하는 목적으로 이용되는 것으로 알려져 있다(4,17). 이(19) 등은 다양한 약리효과를 갖는 선인장 열매의 성분을 알로에와 비교하였으며, 이(24)는 쥐에 대한 항궐양 효과를 검증하였다. 그 외에도 선인장 열매의 적색색소의 열안정성에 미치는 항산화

★ 교신저자 : 오덕철

제의 효과에 대한 연구(16), 손바닥 선인장 열매의 적색색소의 안정성에 대한 연구(9), 손바닥 선인장의 항산화 및 항균특성(10), 손바닥 선인장 열매를 이용한 전통주 개발(2) 등이 보고 되어있을 뿐 선인장 열매를 이용한 발효 연구는 거의 없는 실정이다.

젖산균에 의한 식물체의 발효는 당을 주요 기질로 하여 일어나는 젖산발효가 대부분이며, 일반적으로 여러 가지 식물 원료에 당을 첨가하거나 유산균 등의 미생물을 첨가하여 발효시킨다. 식물체에는 여러 가지의 효소가 함유되어 있으며 식물추출액을 발효시키면 많은 효소들이 활성화되어 여러 가지 생화학 반응을 일으킴으로써 식물체의 영양성분이 소화, 흡수되기 쉬운 형태로 변환될 수 있으며, 효소작용으로 생성된 성분들에 의해 새로운 생리조절기능을 발현할 수 있다. 또한 효소자체를 섭취함으로써 체내에서 신진대사 기능을 촉진하게 된다. 곡물과 채소류의 발효는 원료 중에 함유되어 있는 미생물의 종류, 당의 종류와 농도, 발효조건 등이 최종제품의 품질에 크게 영향을 준다고 알려져 있다(13). 과채의 발효 및 숙성기간 중에 젖산균과 같은 통성혐기성세균은 발효가 진행됨에 따라 그 수가 계속 증가하나 호기성 세균은 발효가 진행됨에 따라 그 수가 감소하다가 숙성말기에 다시 증가한다고 보고 되어 있다(13). Stamer 등(21)은 온도에 따른 sauerkraut의 발효양상을 연구, 보고하였고, 여(22)는 당근, 토마토, 오이, 당근잎의 혼합 야채를 온도를 달리하여 발효시 25℃에서 초기 당 농도에 관계없이 목적인 산도를 얻을 수 있었다고 하였다. 김치 및 과채를 저온에서 발효시키면 증온 또는 고온에서 발효시킬 때보다 숙성에 소요되는 시간은 훨씬

오래 걸리지만 휘발산, 탄산, 알코올 등의 성분들의 양이 많아져 발효식품의 풍미가 좋아진다고 보고 되어 있다(7,8,11).

본 연구는 손바닥 선인장 열매를 이용하여 발효제품을 개발할 목적으로 유산균을 이용한 선인장 열매 착즙액의 젖산발효 특성을 살펴보고자 수행 하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 1) 발효용 선인장 열매즙 제조

가시를 제거하여 수세한 선인장 열매 20 kg에 증류수 2L를 넣어 90℃에서 쪄 후 가압여과착즙기로 착즙하여 발효용 열매즙을 제조하였다.

### 2) 공시균주와 배양조건

선인장 열매즙의 발효에 사용된 균주는 *Lactobacillus plantarum* IMSNU 11060, *Lactobacillus brevis* IMSNU10110, *Leuconostoc mesenteroides* IMSNU10146, *Pediococcus dextrinicus* KCTC3506등 젖산균 4균주는 한국생명공학연구원 유전자원센터 유전자은행과 서울대학교 미생물연구소 미생물균주센터에서 분양 받았고, 복합유용 미생물 EM(Effective Microorganisms)은 시장에서 시판되고 있는 것을 사용하였다. 젖산균은 멸균한 MRS broth 100 mL에 종균 1 mL씩 접종하여 25℃에서 20시간 배양하였다. 젖산균 배양액과 EM을 선인장 열매즙에 0.2%씩 접종하여 2L 배양병에 분주하고 밀봉하여 25℃에서 10일간 배양하면서 발효기

간별로 pH, 당도, 총산도, 총 유산균 수 등을 비교 분석하였다.

### 3) 당도

손바닥 선인장 열매 발효액의 당도는 굴절 당도계(Hand refractometer, No. 507-1, NOW, Japan)를 사용하여 측정 하였다.

### 4) pH 및 총 산도 측정

발효액의 pH는 시료 일정량을 취하여 pH meter로 측정하였다. 그리고 총 산도는 발효액 50 mL에 멸균수 50 mL를 가한 후 0.1N NaOH 용액으로 pH 8.3까지 적정하였다. 이때 이용된 0.1N NaOH 용액의 소모량(mL)을 lactic acid 함량으로 환산하여 총산도를 다음과 같은 식으로 계산하였다.

Total acidity(%) =

$$\frac{0.1N \text{ NaOH 소비량(mL)} \times F \times 0.009}{\text{시료부피(mL)}} \times 100$$

### 5) 젖산균수 측정

발효액 0.5 mL를 0.9% NaCl 용액 4.5 mL에 현탁하고 이를 10배 단위로 희석한 후 0.5% CaCO<sub>3</sub>가 함유된 Lactobacilli MRS agar를 사용하여 pour plating 방법으로 30 °C에서 3일간 배양하여 colony가 선명하고 상대적으로 clear zone이 형성된 것을 계수하였고 동일한 실험을 3번 반복하여 평균치를 산출하였다.

### 6) 유리당과 유기산 분석

발효액을 원심분리한 후 침전물을 제거한

다음 상정액을 0.2 μm millipore membrane filter로 여과하여 HPLC를 이용하여 glucose, fructose, sucrose의 당류를 분석하고 정량하였다. 이때 HPLC의 조건은 Waters carbohydrate column을 사용하였으며 detector는 ELSD2000, eluent는 acetonitrile : H<sub>2</sub>O (75:25), flow rate는 1.0 mL/min, injection volume은 10 μL로 하였다.

유기산 분석은 SupelcogelTMC-610H column을 사용하였으며 detector UV(210 nm), eluent 0.1% phosphoric acid, flow rate는 0.5 mL/min, injection volume은 5 μL로 하였다.

### 7) 항균효과 조사

선인장 열매 착즙액과 발효액을 농축기로 감압 농축한 다음 각각의 시료를 100% 에탄올에 10% 농도가 되도록 넣고, 30 °C 진탕수조에서 24시간 진탕시킨 후 12,000×g, 4 °C에서 10분간 원심분리하여 고형물을 제거한 후 상정액을 0.2 μm membrane filter로 여과하였다. 이 여과액을 묻힌 여지 disc를 사용하여 agar diffusion법에 따라 *Streptococcus* sp., *Edwardsiella tarda* 및 *Vibrio anguillarum*에 대한 항균 효과를 조사하였다 (12).

### 8) 항산화 활성 조사

선인장 열매 착즙액과 발효액을 농축기로 감압농축한 다음 각각의 시료를 100% 에탄올에 10% 농도가 되도록 넣고, 30 °C 진탕수조에서 24시간 진탕시킨 후 12,000×g, 4 °C에서 10분간 원심분리하여 고형물을 제거한 후 상정액을 0.2 μm membrane filter로

여과하였다. 에탄올 추출물의 황산화 활성도는 Blois의 방법(5)을 변형하여 전자공여능(Electron donating ability, EDA)으로 측정하였다. 즉 0.1 mM DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl)에 탄올용액 1.5 mL에 에탄올 추출액 50  $\mu$ l를 넣고 5초간 교반하여 10분간 반응시킨 후 517 nm에서 흡광도를 측정하여 대조구에 대한 흡광도의 감소 비율로서 전자공여능을 나타내었다.

### 3. 결과 및 고찰

#### 1) 당도(sugar content)의 변화

발효 기간 중의 당도변화는 *Lactobacillus plantarum* 11060, *Leuconostoc mesenteroides* 10146, *Lactobacillus brevis* 10110, *Pediococcus dextrinicus* 3506 균주의 처리구에서는 원액인 경우 당도 8°Brix에서 발효 종결시 당도가 7.0~7.5°Brix로, 희석액인 경우 4.0°Brix에서 발효 종결시 당도가 3.4~3.8°Brix로 다소 낮아지는 경향을 보이고 있

으며, 그리고 각 균주에 따라 큰 차이를 보이지 않았으나 EM균주를 이용한 발효에서는 원액인 경우 8.0°Brix에서 배양 10일째 6.2°Brix로 감소되었고, 2배 희석액인 경우 4.0°Brix에서 3.1°Brix로 감소되었다(Fig. 1).

#### 2) pH 및 총 산도의 변화

선인장 열매 착즙액의 발효 전 pH, 총 산도의 변화는 Fig. 2와 Fig. 3에서 보는바와 같이 원액과 희석액에서 발효가 진행될수록 pH는 감소하고 산도는 증가하였다. 원액인 경우 *Lactobacillus plantarum* 11060과 EM인 경우 배양 1일째부터 낮아졌으며, 발효 종결시 pH 3.64와 3.9로 감소하였으며, 희석액인 경우 각 균주에서 발효기간이 경과함에 따라 낮아져서 산성의 pH를 나타냈으며, *Lactobacillus plantarum*에서 pH의 감소가 가장 커서 발효전의 pH 6.6에서 발효 일 경과 10일 경과시에는 4.0로 낮아졌다.

총 산도는 희석액과 원액에서 *Lactobacillus plantarum* 11060인 경우 산을 빠른 속도로 생성하였고 발효 말기에 산도는 0.77%와

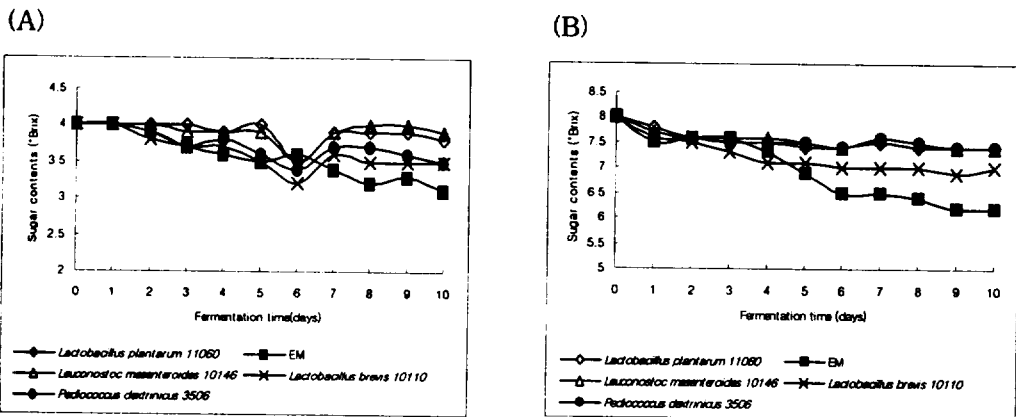


Fig. 1. Changes of sugar content during fermentation of diluted (one half) cactus fruit juice(A) and non-diluted juice(B).

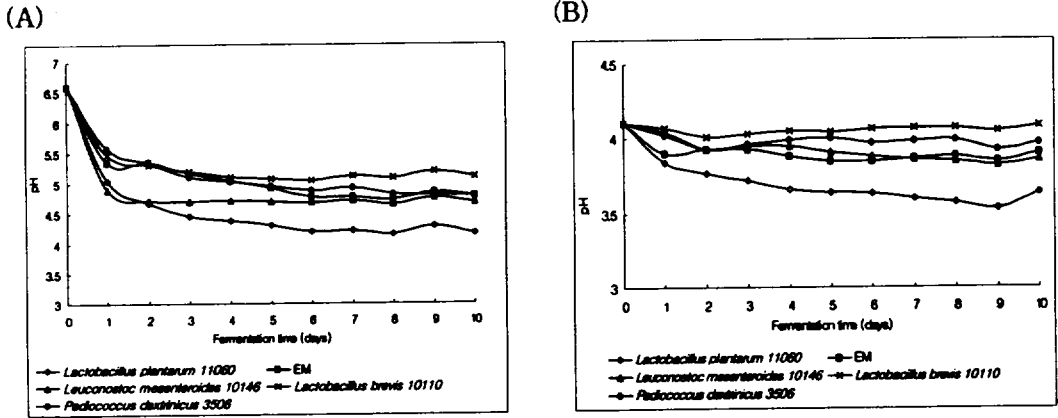


Fig. 2. Changes of pH during fermentation of diluted (one half) cactus fruit juice(A) and non-diluted juice(B).

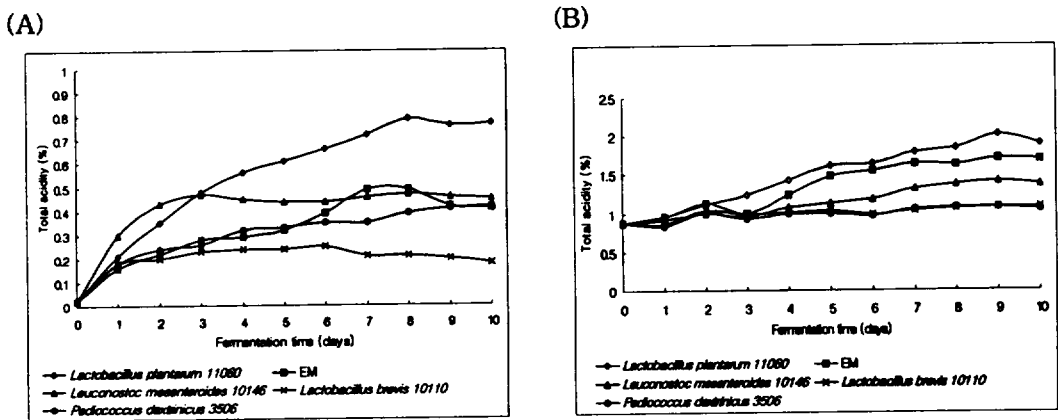


Fig. 3. Changes of total acidity during fermentation of diluted (one half) cactus fruit juice(A) and non-diluted juice(B).

1.89%로 나타났으며, EM과 *Leuconostoc mesenteroides* 10146인 경우 산 생성은 발효가 진행될수록 증가함을 알 수 있었으나, *Lactobacillus brevis* 10110, *Pediococcus dextrinicus* 3506에서는 산도가 거의 변화가 없는 것으로 나타났다. *Lactobacillus plantarum* IMSNU 11060, EM, *Leuconostoc mesenteroides* IMSNU10146 균주는 선인장 열매 착즙액 내에 있는 당만으로도 젖산균이 생육하기에 충분한 것으로 판단된다.

### 3) 총 젖산균 수의 변화

각각의 균주를 선인장열매 착즙액에 접종하여 25℃에서 발효시키면서 젖산균수의 변화를 log값으로 측정한 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 각 균주의 접종량  $10^{6.1-6.9}$  CFU/mL로 발효기간에 따른 균주의 생육특성을 살펴보면 희석액인 경우 각각의 균주가 배양 1일만 큰 폭으로 증가하여  $10^{8.8-9.1}$  CFU/mL에 도달하였으며, 균주별 생육특성을 보면 희석액인 경우 *Lactobacillus plantarum* 11060와

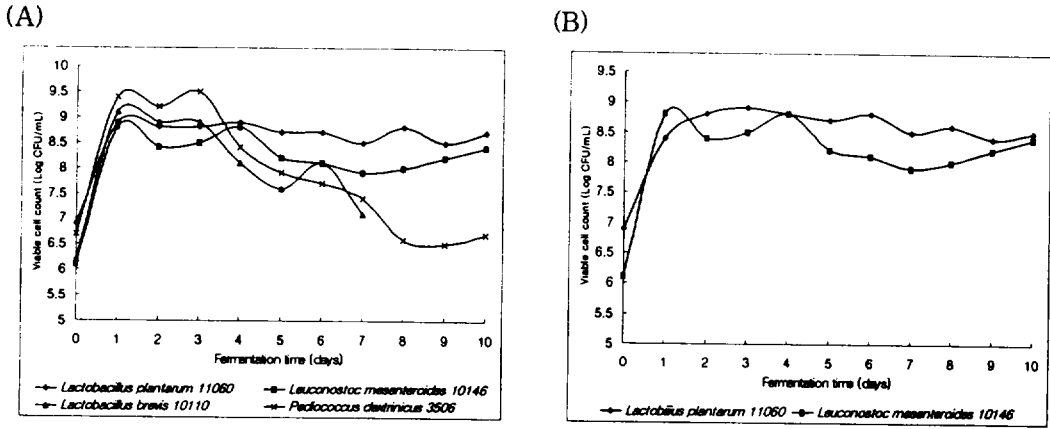


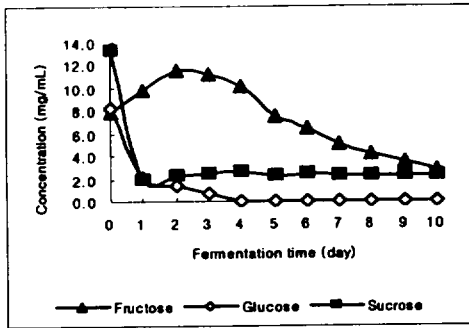
Fig. 4. Changes of viable cell counts during fermentation of diluted (one half) cactus fruit juice(A) and non-diluted juice(B).

*Leuconostoc mesenteroides* 10146균주는 2 일째부터 발효말기까지 비슷한 수준을 유지하였고. *Lactobacillus brevis* 10110와 *Pediococcus dextrinicus* 3506균주는 4일부터 급격히 감소하였다(Fig. 4A). 원액인 경우 *Lactobacillus plantarum* 11060과 *Leuconostoc mesenteroides* 10146에서는 배양 1일만에 큰 폭으로 증가하였으며 2일째부터 발효말기까지 큰 변화가 없었다(Fig. 4B). 이러한 결과는 1~2일 후에 급격한 증가를 보이다가 그 이후로는 완만하게 변화하는 경향은 유산균이 발효초기에 급격히 증가하였다가 거의 변화를 보이지 않다는 보고와 일치하였다. 또한 급격한 증가를 보이는 시기는 접종 균주에 관계없이 pH와 산도가 유지되는 발효기간과 일치하는 경향을 보여주었고. 발효가 1~2일에서 종료되는 채소류의 경우와 비슷하게 나타났다(1, 3, 14, 15). 선인장즙의 젖산 발효물에는 많은 수의 젖산균이 있음으로써 낚치 등의 물고기의 먹이첨가제를 이용할 시 좋은 probiotics 효과를 볼 수 있을 것으로 보인다(6).

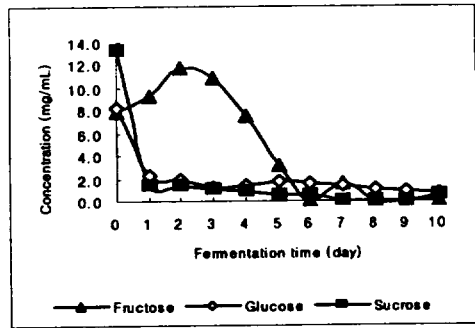
pH, 산도, 성장 등을 살펴본 결과 *Lactobacillus plantarum* 11060균주가 발효 능이 우수한 것으로 판단된다.

#### 4) 유리당 함량의 변화

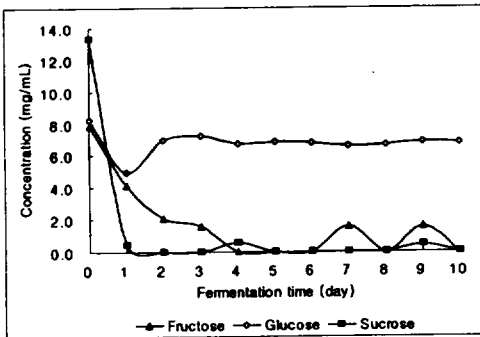
발효기간에 따른 유리당의 함량을 분석한 결과는 Fig. 5와 같다. 회석액과 원액에서 각각 균주에서 발효 1일만 glucose와 sucrose 함량이 급격히 감소되었다. fructose는 회석액인 경우 발효 2일째까지 증가하다가 발효가 진행되면서 서서히 감소하는 경향을 보였다. 초기 당 함량은 2배 회석액인 경우 fructose는 7.8 mg/mL, glucose는 8.2 g/mL, sucrose는 13.3 mg/mL으로, 원액인 경우 fructose는 10.5 mg/mL, glucose는 11.6 mg/mL, sucrose는 7.29 mg/mL로 나타났으며 발효말기에는 fructose는 0~1.8 g/mL, glucose는 0~1.7 g/mL, sucrose는 0~0.5 g/mL로 거의 모든 균주가 주로 sucrose를 사용하고 있음을 알 수 있었다.



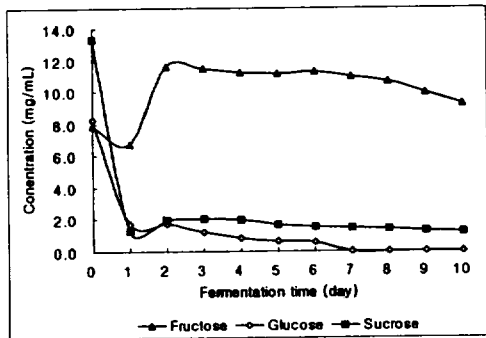
*Lactobacillus plantarum*



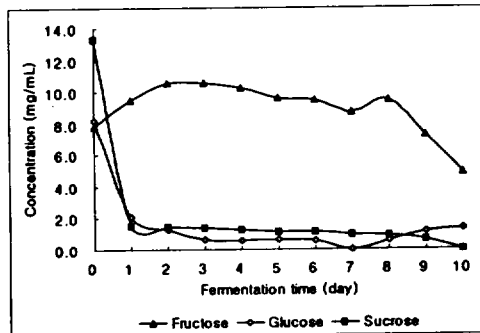
EM



*Leuconostoc mesenteroides*



*Lactobacillus brevis*



*Pediococcus dextrinicus*

Fig. 5. Changes of free sugar content during fermentation of diluted (one half) cactus fruit juice.

### 5) 유기산 함량의 변화

발효전과 발효 후의 유기산 조성변화를 Fig. 6에서 보는 바와 같이 발효 전에는 원액과 희석액에서 유기산으로 citric acid가

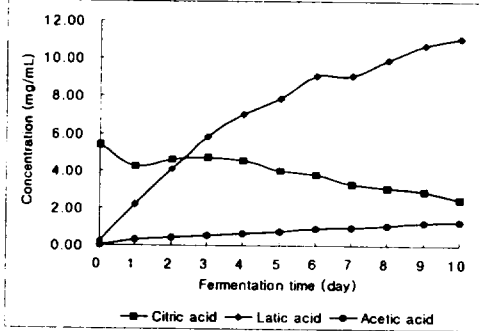
주로 함유되어 있었으며 발효 후에는 주로 lactic acid, acetic acid, citric acid, oxalic acid 등의 유기산이 함유되어 있었다. citric acid의 경우 발효 전에는 원액과 희석액에서

12.0 mg/mL과 5.4 mg/mL이었다가 발효가 진행됨에 따라 원액인 경우 EM과 *L. brevis*에서는 급격히 감소하였고, *L. plantarum*과 *P. dextrinicus*에서는 3일째까지 감소하다가 발효 4일째부터 증가하는 경향을 보였다.

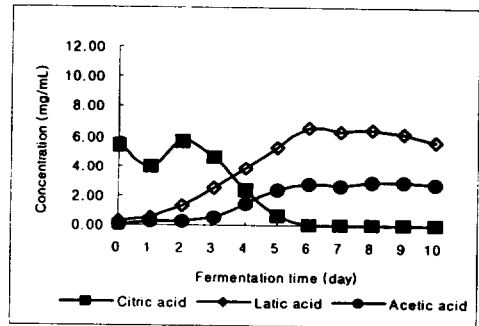
lactic acid의 경우 발효 전에는 원액과 회

석액에서 0.3 mg/mL, 0.21 mg/mL 아주 소량으로 검출되었다가 발효가 진행됨에 따라 증가하는 경향을 보였으며, *L. plantarum*과 EM, *L. brevis*균주인 경우 원액과 회석액에서 lactic acid 함량이 다른 균주에 비해 함량이 2~3배 증가하였다. acetic acid의 경우 발효

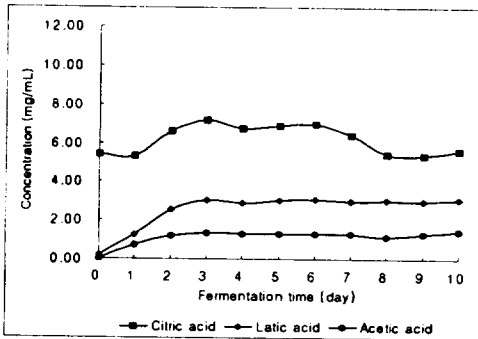
(A)



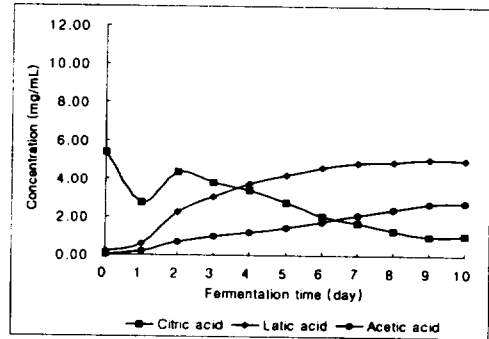
*Lactobacillus plantarum*



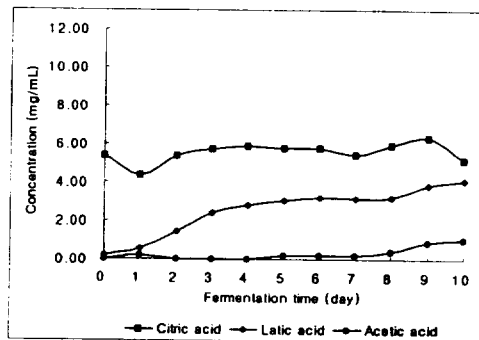
EM



*Leuconostoc mesenteroides*



*Lactobacillus brevis*



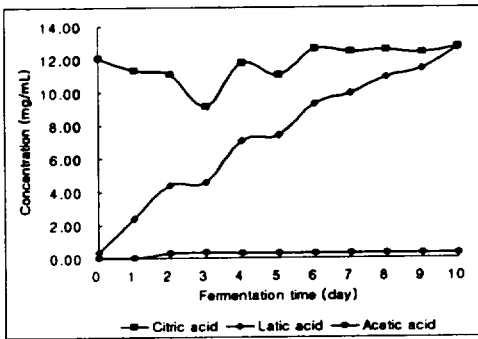
*Pediococcus dextrinicus*



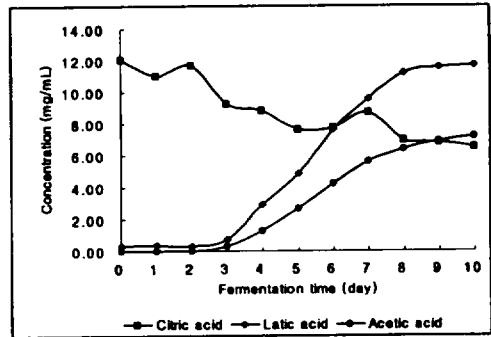
전에는 검출이 되지 않았다가 발효가 진행됨에 따라 서서히 증가되었다. EM과 *L. brevis* 균주에서 많은 양의 acetic acid가 생성되었

다. 이는 pH와 산도의 변화, 유산균의 생육 속도와 일치하는 것으로 나타났다.

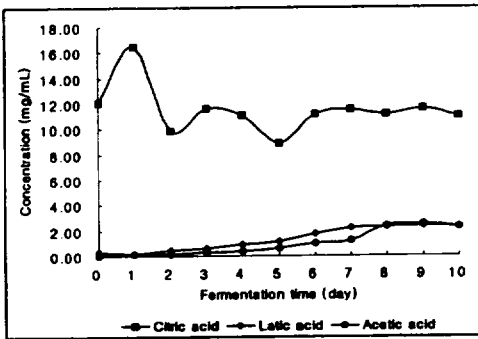
(B)



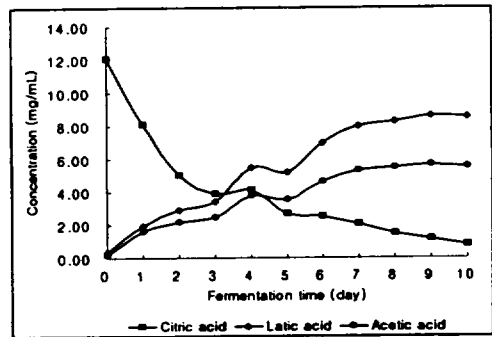
*Lactobacillus plantarum*



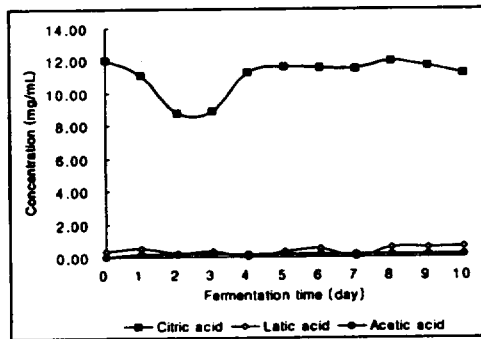
EM



*Leuconostoc mesenteroides*



*Lactobacillus brevis*



*Pediococcus dextrinicus*

Fig. 6. Changes of organic acid content during fermentation of diluted (one half) cactus fruit juice(A) and non-diluted juice(B).

6) 선인장 열매 발효물의 항균 효과

선인장 열매 착즙액과 발효액을 agar diffusion법에 따라 *Streptococcus* sp., *Edwardsiella tarda* 및 *Vibrio anguillarum*에 대한 항균 효과를 조사한 결과, *L. plantarum* 균주로 발효한 발효물이 3 균주에 대해 항균 활성이 나타났으며, 특히 *Vibrio anguillarum*에 대한 항균활성이 비교적 우수한 것으로 나타났다(Fig. 7).

7) 선인장 열매 발효물의 항산화 활성 조사

손바닥 선인장 열매 발효물의 항산화능을 조사하기 위해 에탄올로 추출하여 항산화 활성능을 조사한 결과 Fig. 8과 같이 희석액을 *Lactobacillus plantarum* 균주로 발효한 발효물에서 대조구보다 3배 항산화 활성이 높은 것으로 나타났다. 그 다음으로 *Lactobacillus brevis*, EM순으로 항산화 활성이 대조구에

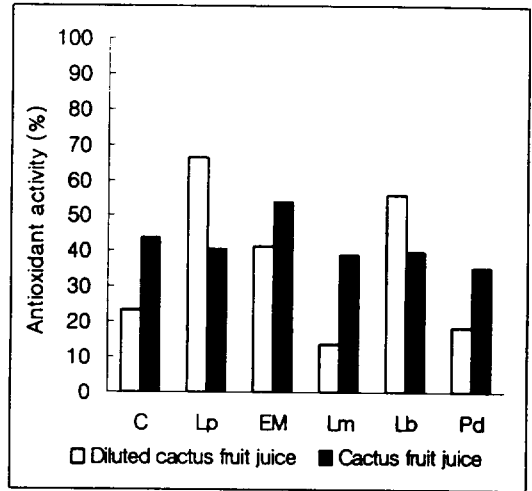


Fig. 8. Antioxidant activity of fermented cactus fruit juice.

C ; Non-fermented cactus fruit juice, Lp ; *Lactobacillus plantarum* 11060, EM ; Effective Microorganisms, Lm; *Leuconostoc mesenteroides* 10146, Lb ; *Lactobacillus brevis* 10110, Pd ; *Pediococcus dextrinicus* 3506

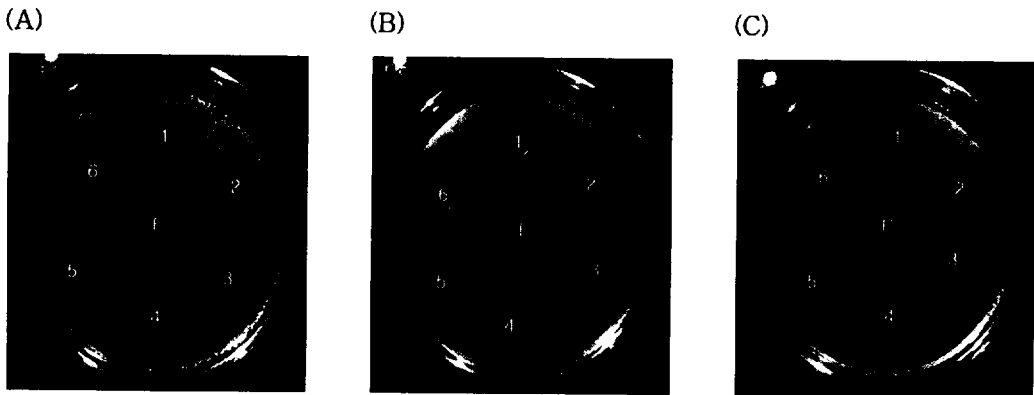


Fig 7. Antimicrobial activities of fermented cactus fruit juice ethanol extract.

(A) *Vibrio anguillarum* (B) *Edwardsiella tarda* (C) *Streptococcus* sp.

1. Diluted (one half) cactus fruit juice, 2. non-diluted cactus fruit juice. 3. Fermented product of diluted cactus fruit juice with *L. plantarum*, 4. Fermented product of cactus fruit juice with *L. plantarum*, 5. Fermented product of diluted cactus fruit juice with EM, 6. Fermented product of cactus fruit juice with EM.

비해 높게 나타났으며, 원액 발효물에서는 EM을 제외하고는 대조구보다 항산화 활성이 낮은 것으로 나타났다. 이는 선인장 열매의 원재료에 없었던 새로운 생리활성 물질이 발효에 의해 생성될 수 있고, 이들 중에 항산화물질도 포함되어 있을 것으로 판단된다.

#### ▣ 알림

이 연구는 2002년도 해양수산부의 지원으로 이루어진 “선인장 발효물을 이용한 양식업 사료 첨가제 기술 개발에 관한 연구”의 일부임을 밝힙니다.

#### 참 고 문 헌

1. 김정희, 김종일. 1999. 무 주스 제조를 위한 stater로서 동치미에서 분리한 유산균의 동정 및 발효 특성. 한국미생물학회지. 35: 307-314.
2. 배인영, 윤은주, 우정민, 김주신, 이현규, 양차범. 2002. 손바닥 선인장 열매를 이용한 전통주 개발-I. 전통주 제조기법을 이용한 발효주 및 증류주의 특성. J. Kor. Soc. Agric. Chem. Biotechnol. 45: 11-17.
3. 안순철, 김태강, 이현주, 오윤정, 이정숙, 강대욱, 오원근, 민태익, 안종석. 2001. 배추김치와 배추김치 발효양상. 한국미생물학회. 37: 234-238.
4. Ahn, D. K. 1998. Illustrated book of Korean Medicinal herb. Kyohaksa, p.497.
5. Blois, M. S. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature. 181: 1199-1200.
6. Byun, J. W., S. C. Park., Y. Beno, and T. K. Oh. 1997. Probiotics effects of Lactobacillus sp. DS-12 in flounder (*Paralichthys olivaceus*). J. Gen. Appl. Microbiol. 43: 305-308.
7. Cho, Y. and Rhee, H. S. 1991. Effect of lactic acid bacteria and temperature on Kimchi fermentation (I). Kor. J. Soc. Food Sci. 7: 15-25.
8. Cho, Y. and Rhee, H. S. 1991. Effect of lactic acid bacteria and temperature on Kimchi fermentation (II). Kor. J. Soc. Food Sci. 7: 89-95.
9. Chung, M. S. and Kim, K. H. 1996. Stability of betanine extracted from *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. Kor. J. Soc. Food Sci. 12: 506-510.
10. Chung, M. S. 2000. Antioxidantive and antimicrobial activities of *Opuntia ficus-indica* var. *saboten*. Kor. J. Soc. Food Sci. 12: 506-510.
11. Chyun, J. H. and Rhee, H. S. 1976. Studies on the volatile fatty acids and carbon dioxide produced in different Kimchi. Kor. J. Food Sci. Technol. 7:74-81.
12. Davisdon, P. M. and M. E. Parish. 1989. Methods for testing the efficacy of food antimicrobial. Food Technol. 1: 148.
13. Fleming, H. P. 1982. Vegetable Fermentations. In: Economic Microbiology, Vol. 7, Academic Press, London, England.
14. Gardner, N. J., T. Savard, P. Obermeier,

- G. Caldwell, and C. P. Champagne. 2001. Selection and characterization of mixed starter cultures for lactic acid fermentation of carrot, cabbage, beet and onion vegetable mixtures. *Int. J. Food Microbiol.* 64: 261-275.
15. Jin, L. Z., Y. W. Ho, N. Abdullah, and S. Jalaudin. 1998. Growth performance, intestinal microbial populations and serum cholesterol of broilers fed diets containing *Lactobacillus* cultures. *Poult. Sci.* 77 : 1259-1265.
16. Kim, I. H., Kim, M. H., Kim, H. M., and Kim, Y. E. 1995. Effect of antioxidants on the thermostability of red pigment in prickly pear. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 27: 1013-1016.
17. Kim, T. J. 1996. Korean source of plants II. Seoul National University Publishing Dept., p. 266.
18. Lee, H. J. 1997. A study on antiulcer effects of *Opuntia Dillenii* Haw. on stomach ulcer induced by water-immersion stress in rats. M.S. Thesis, Seoul National University, Seoul, Korea.
19. Lee, Y. C., Hwang, K. H., Han, D. H. and Kim, S. D. 1997. Composition of *Opuntia ficus-indica*. *Kor. J. Food. Sci. Technol.* 29: 847-853.
20. Pyungbumsa. 1989. Useful plants of the world. Tokyo, p. 53.
21. Stamer, J. R., Stoyla, B. O. and Dunckel, B. A. 1971. Growth rates and bacteria associated with the sauerkraut fermentation. *J. Milk Food Technol.* 34: 521.
22. Yeo, I. H. 1992. Studies on the microbial changes of vegetable fermentation broth. M. S. thesis, Yonsei Univ., Seoul.

# Fermentation Characteristics of *Opuntia ficus-indica* var. saboten Fruit Juice by Lactic acid Bacteria

Dong-Heon Lee and Duck-Chul Oh<sup>★</sup>

Dept. of Life Science, Cheju National University, Jeju 690-756, Korea

## Abstract

This study was performed to develop the lactic fermentation product of cactus fruit juice, regarding fermentation characteristics of cactus fruit juice with different lactic acid bacteria. The sugar contents were changed by fermentation from 8°Brix to 7.0~7.5°Brix and 4.0°Brix to 3.4~3.8°Brix in non-diluted juice and one-half diluted juice, respectively. pH was lowered from 6.6 to 4.0 in *L. plantarum* fermentation, and total acidity was reached to 1.89% and 0.77% in non-diluted juice and one-half diluted juice fermentation by *L. plantarum*, respectively. The bacterial cell number was to about  $10^{8.7}$  CFC/mL after 10 days fermentation with *L. plantarum* in both juices. Considering the characteristics of lactic fermentation with regard to changes of pH, total acidity, growth, and other properties, it looks like that the lactic fermentation ability of *L. plantarum* 11060 on cactus fruit juice is better than totally other lactic bacteria.

**Key words** : Fermentation, *Opuntia ficus-indica* Fruit Juice, Lactic acid Bacteria.

---

★ Corresponding author : Duck-Chul Oh