

## 박테리오신 생성 젖산균과 효모를 이용한 과채발효액의 특성

정동선 · 이영경 · 임경화  
서울여자대학교 식품 · 미생물공학과

### Characteristics of Fermented Fruit and Vegetable Mixed Broth Using by Bacteriocin-producing Lactic Acid Bacteria and Yeast

Jung, Dong-Sun, Young-Kyung Lee and Kyung Wha Lim  
Department of Food and Microbial Technology, Seoul Women's University

#### Abstract

A mixed culture of bacteriocin-producing lactic acid bacteria and yeast was used to prepare unique fermented fruit and vegetable beverage which contains bacteriocin. Fruit and vegetable broth fermented by *Lactococcus lactis* 11454 showed inhibitory activity against foodborne pathogens such as *Listeria monocytogens* and *Staphylococcus aureus*, and *Streptococcus mutans* which is a major causative agent for dental caries. Bacteriocin was detected at the end of fermentation of fruit and vegetables and its antimicrobial activity was stable for 5 weeks during storage at 4°C. These results suggest that the presence of bacteriocin in beverages during fermentation and storage will provide a safeguard against foodborne pathogens and spoilage bacteria. To improve flavor of the fermented broth, post-fermentation of the fermented broth was carried out at 4°C by using yeast isolated from raw material mixture. Total acidity of the post-fermented broth was slightly decreased, but significant increase in the concentration of succinic acid was observed in the post-fermented broth. It was also observed that bitter and disagreeable taste compounds such as phthalates were decreased, and mild acidic and fruity flavor esters and alcohols were increased by the post-fermentation of the fermented broth with yeast.

Key words : fruit and vegetable, fermented beverages, *Lactococcus lactis*, bacteriocin, yeast

#### 서 론

우리 나라는 전통적으로 야채발효식품을 많이 애용하여 왔으며, 특히 무와 배추 등의 채소를 원료로 한 발효식품으로 독특한 향과 맛을 지닌 동치미와 나박김치 등의 젖산발효액은 예로부터 숙취 후 갈증해소용으로 응용되기도 하였다. 따라서 이를 응용한 과채발효액은 각종 유기산과 비타민, 무기질 등을 함유하여 건강 지향적인 새로운 형태의 음료가 될 수 있을 것으로 판단된다. 특히 채소는 당도가 낮으므로 과일을 첨가하여 당도를 높이고, 박테리오신을 생산하는 젖산균을 이용하여 발효를 수행한다면, 유기산 생성과 더

불어 발효 중 생성된 박테리오신에 의한 항균효과로 저장성을 지닌 음료가 될 수 있을 것이다.

또한 과채류의 젖산발효액이 관능면에서 기호도가 낮은 단점이 있으나, 방향성 효모를 적절히 활용한다면 과채발효액의 풍미를 개선시킬 수 있을 것으로 본다.

과채류의 발효에서 효모의 역할은 일반적으로 산막의 형성 및 연부현상에 관여하여 침채류의 외관을 손상시키고, 알콜과 젖산을 산화 분해하여 정미성을 악화시킬 뿐만 아니라 유기산에 의해 억제되었던 변패균의 증식을 유발하게 되어 저장성을 해치는 것으로 알려져 있다<sup>(1)</sup>. 그러나 최근에는 특정 효모와 젖산균의 혼합발효에 의해 발효산물의 풍미가 개선되고, 이취가 감소되어 관능적 특성을 향상시킬 수 있는 것으로 보고되고 있으며<sup>(2,3,4)</sup>, 효모 균체의 영양적 가치와 복합효소제로서의 효과도 부여하는 것으로 알려져 있다.

박테리오신은 미생물이 생산하는 polypeptide로서, 생성균주와 관련이 있는 균주를 비롯하여 그람양성의 식

Corresponding author : Dong-Sun Jung, Department of Food & Microbial Technology, Seoul Women's University, 126 Kongnung 2-dong, Nowon-gu, Seoul 139-774, Korea  
Tel : 82-2-970-5637  
Fax : 82-2-970-5639  
E-mail : dsjung@swu.ac.kr

중독균과 유해세균에 대한 항균효과가 뛰어난 천연항균제로 식품업계에 막대한 시장 잠재력을 지닌 신소재로 부각되고 있다<sup>(5,6)</sup>. 유럽에서는 박테리오신 중에서 nisin을 식품첨가제로 허용하여 오래전부터 식품에 사용되고 있으며<sup>(7,8)</sup>, 미국 FDA에서도 1988년 nisin을 GRAS 품목으로 인정한<sup>(9)</sup> 이후 새로운 박테리오신을 탐색하는 연구와 더불어 박테리오신의 응용 기술의 축적과 활용에 관한 연구가 많이 이루어져 산업화 단계에 있다<sup>(10,11,12)</sup>. 그러나 국내에서는 우리의 전통 발효식품으로부터 새로운 박테리오신과 박테리오신 생성균주를 분리하고, 특성을 조사하는 등의 기초연구는 활발히 이루어지고 있으나<sup>(13,14,15)</sup>, 박테리오신의 응용에 관한 연구는 부진한 편이다.

따라서 본 연구에서는 박테리오신을 생산하는 젖산균을 이용하여 국내 생산량이 풍부하고 값이 저렴한 과일과 채소를 발효시킴으로써, 박테리오신을 함유한 과채발효액의 발효 특성과 항균효과를 측정하여 박테리오신 활용을 위한 기초자료를 제공하고자 하였다. 또한 과채류의 젖산발효액이 일반적으로 관능면에서 기호도가 낮게 나타나는 단점을 보완하기 위하여 방향 생성능이 있는 효모를 원료에서 분리하고, 접종하여 후발효시킨 발효액의 휘발성 방향성분을 측정, 비교하여 음료로서의 가능성을 검토하였다.

### 재료 및 방법

#### 사용 균주

과채류의 발효용 젖산균은 이상젖산발효균인 *Leuconostoc mesenteroides* KCCM35046과 박테리오신(Nisin) 생성균주인 *Lactococcus lactis* ATCC 11454를 사용하였으며, 젖산균의 보존 및 계대배양은 MRS 배지(Difco, USA)를 사용하여 30°C에서 배양하였다. 효모는 무, 감자, 생강, 사과, 대추 등의 원료 과채류의 자연발효액에서 분리하여 사용하였다. 시료를 균질화하여 tetracyclin 100 µg/mL을 함유한 PDA(Difco, USA) 평판배지에 접종한 뒤, 30°C에서 48-72시간 배양한 다음 생성된 colony 중에서 냉장온도에서 생육하며, 산막을 형성하지 않고, 방향 생성능이 있는 효모를 선발하였다. 선발된 효모의 형태 및 배양학적 특성과 당발효능을 조사한 결과, 분리한 효모는 *Saccaromyces* 속으로 판명되었으며, 종의 확인을 위한 연구는 진행 중에 있다.

#### 과채발효액의 제조

본 실험에 사용된 재료는 생산량이 풍부하고, 값이

저렴하면서 가공성이 높지 않은 농산물인 무, 감자, 생강, 사과, 대추를 사용하였으며, 사과, 무, 감자는 3 cm × 3 cm × 0.5 cm 정도의 크기로 자르고, 생강은 얇게 저미고, 대추는 끓인 후 식혀서 대추액을 사용하였다. 과채 발효액 제조를 위한 재료의 조성은 무, 사과, 감자, 생강을 50:30:19:1(w/w)의 비율로 혼합하고, 혼합고형물과 동량(w/w)의 대추액(Brix 2.0)을 혼합하여 염농도를 2%(w/v)로 조정하여 사용하였다. 과채발효액의 제조는 과채혼합액에 MRS 배지를 사용하여 2회 계대 배양한 대수기 상태의 *Leu. mesenteroides*를 1%(v/v) 접종하여 20°C에서 2일간 발효시키고, 발효액을 분리하여 sodium citrate로 pH를 5.0으로 조정하고 membrane filter로 멸균한 뒤 대수기 상태의 박테리오신 생성 젖산균(*Lc. lactis*)을 1% 접종하여 20°C에서 1일간 추가발효시켜 젖산발효액(LL)으로 하였다. 효모를 이용한 후발효는 젖산발효액(LL)에 potato dextrose broth에서 배양한 대수기 상태의 효모를 0.1% 접종하여 냉장온도(4°C)에서 후발효시켜 효모발효액(LLY)으로 하였으며, 일정기간별로 발효액의 특성을 조사하였다.

#### pH 및 총산, 당도

pH는 pH meter(Suntex, model sp-5A, USA)로 측정하였으며, 총산 함량은 발효액 10 mL를 1% phenolphthalein용액을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH 용액으로 적정하고, NaOH 소비량을 젖산함량으로 환산하여 총산 함량(% w/v)으로 표시하였다. 당도는 굴절당도계(Hand Refractometer, Nippon Co., Japan)를 사용하여 측정하였다.

#### 유기산

발효액의 유기산 분석은 HPLC(Shimadzu LC10-AD, Japan)를 이용하여 측정하였다. 컬럼은 Aminex HDX-87H(Bio-Rad, Richmond, USA)를 사용하였으며, 이동상으로는 0.008N-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>로 유속을 0.6 mL/min으로 하였다. 시료의 전처리에는 발효액을 원심분리하여 균체를 제거한 후 상등액을 취하여 0.45 µm membrane filter(Nalgene, New York, USA)로 여과한 후 HPLC 분석용 시료로 사용하였다.

#### 박테리오신의 항균역가 측정

박테리오신의 항균활성은 *Pediococcus pentosaceus* FBB-61-2를 indicator organism으로 사용한 Agar well diffusion method<sup>(6)</sup>로 측정하였다. 박테리오신 생성 젖산균을 이용하여 발효시킨 과채발효액의 항균 효과를 조사하기 위하여, membrane filter로 여과한 과채발효

**Table 1. Organic acid contents in fermented fruit and vegetable mixed broth during post-fermentation** (unit: mg/L)

Organic acids	Starter culture	Post-fermentation time(days)			
		0	7	17	27
Citric	LL <sup>1)</sup>	3264	3094	2730	2386
	LLY <sup>2)</sup>	3264	2348	2212	2194
Malic	LL	1064	1065	1050	941
	LLY	1064	1038	1017	874
Succinic	LL	143	184	199	205
	LLY	143	269	314	340
Lactic	LL	10426	11931	13948	13700
	LLY	10426	11102	11512	11493

LL<sup>1)</sup>: *Leu. mesenteroides*+*Lc. lactis*LLY<sup>2)</sup>: *Leu. mesenteroides*+*Lc. lactis*+Yeast.

액(pH 4.07)에 BHI broth로 37°C에서 배양한 *Listeria monocytogenes* Scott A와 *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*를 각각 10<sup>5</sup> cfu/mL 접종한 후 37°C에서 배양하면서 기간별로 생균수를 측정하여 과채발효액의 항균효과를 조사하였다. 대조구는 박테리 오신 생성 젖산균 대신 *Leu. mesenteroides*를 이용하여 발효시킨 발효액(pH 4.3)에 각각의 시험균주를 접종하여 동일한 조건으로 시험균의 생육정도를 측정하여 비교하였다.

#### 휘발성 방향성분의 분리와 동정

발효액의 방향성분은 액체 연속추출장치를 이용하여 추출하였으며<sup>(16)</sup>, Kuderna Danish Concentrator(Kontes, U.S.A)로 농축하여 분석시료로 하였다. 휘발성 화합물의 분리동정은 GC-MS HP6890/5973 MSD(Hewlett Packard Co., USA)를 사용하였으며, 컬럼은 DB-FFAP (30 m×0.25 mm×0.25 μm, Hewlett Packard Co., USA)를 사용하였다. 주입구 및 검출(FID)온도는 250°C, 이온화전압은 70eV, 컬럼온도는 40°C에서 2분간 유지한 다음 230°C까지 8°C/min으로 승온하였다. 운반기체(He)는 1.0 mL/min., split ratio는 1/10으로 하였다. 분리된 각 peak의 동정은 표준물질의 retention time과 GC-MS에 의한 mass spectra를 비교하여 동정하였다.

#### 결과 및 고찰

##### 과채발효액의 산도와 유기산

효모를 접종하지 않은 젖산발효액의 pH는 발효 직후에 pH 4.30, 산도 0.28%이었으며, 4°C에서 저장 20일 후에는 pH 4.07, 산도 0.36%로서 저장기간 중에도 산생성이 지속되는 것으로 확인되었다. 젖산발효 후 효모에 의한 후발효를 행한 효모발효액의 pH는 발효직

**Fig. 1. Stability of bacteriocin activity in the fermented fruit and vegetable mixed broth during storage at 4°C.**

The numbers correspond to the storage time(weeks) of the broth.

후 pH 4.30에서 발효20일 후 pH 4.12, 산도 0.30%로서 산도가 약간 감소하였으며, 효모에 의한 일부 유기산의 소모가 있었던 것으로 보인다.

박테리오신 생성 젖산균과 효모를 이용하여 제조한 과채발효액에 존재하는 비휘발성 유기산의 종류는 lactic acid, succinic acid, citric acid, malic acid 등으로 효모 발효액의 유기산 농도가 낮아져 효모에 의한 유기산의 소모가 있었던 것으로 나타났다. 발효과정 중 유기산의 함량 변화는 Table 1에서와 같이 숙성기간이 길어짐에 따라 malic acid와 citric acid의 함량은 약간 감소하였으나, lactic acid와 succinic acid는 숙성 중에 지속적으로 증가하는 것으로 나타났다. 특히 특정 발효제품내에서 특유의 상큼한 신맛과 감칠맛을 부여하는 것으로 알려진 succinic acid의 함량은 젖산발효액보다 효모발효액이 1.5배 정도 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 젖산균과 효모를 이용한 김치의 발

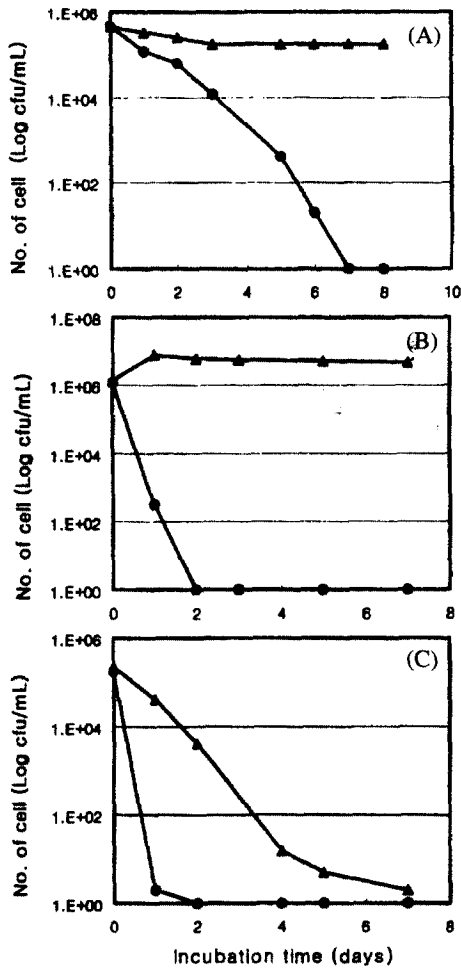


Fig. 2. Antimicrobial effect of the fermented broth contained bacteriocin against *L. monocytogenes*(A) *S. aureus*(B) and *Str. mutans*(C) incubated at 30°C. (-▲ -: control, -● -: fermented broth)

효 연구에서도 비슷한 경향을 보였으며<sup>(3)</sup>, succinic acid의 함량이 높은 김치에서 관능적인 평가가 높게 나타난 것으로 알려졌다<sup>(17)</sup>. 청량음료의 acidulant로 많이 첨가하기도 하는 citric acid의 함량이 특히 높은 것은 발효액의 pH를 조절하기 위하여 sodium citrate를 첨가하였기 때문이다.

**박테리오신의 생성과 안정성(Stability)**

박테리오신 생성균주에 의한 박테리오신의 생산능은 균주의 접종시기와 발효조건에 따라 영향을 받는 것으로서, 과채발효액 제조를 위한 최적조건을 조사하였다. 박테리오신 생성균주의 접종시기는 heterotype의 발효균주인 *Leuconostoc mesenteroides*에 의한 젖산발효

가 충분히 이루어진 후 박테리오신을 생산하도록 하기 위해 순차적인 접종을 하였으며, 접종량은 1%로 하여 20°C에서 1일 발효하였다.

과채발효액에 생성된 박테리오신의 안정성을 측정하기 위하여 과채발효액을 여과하여 냉장온도에서 저장하며 일정기간 별로 항균력을 측정하였다. 과채발효액의 항균활성은 나타내는 투명환의 크기가 냉장 저장 약 1개월까지 거의 변화가 없는 점으로 보아(Fig. 2), 발효액의 항균활성은 매우 안정한 것으로 나타났다. 따라서 박테리오신 생성균주를 이용하여 발효시킨 과채음료는 일반 젖산균으로 발효시킨 음료에 비해 합성보존료를 사용하지 않고 저장성을 향상시킬 수 있을 것이며, 특히 박테리오신중에서 Nisin은 식중독균이나 기타 다른 유해균에 대한 저해효과가 높은 것으로 알려져 있으므로, Nisin 생산균인 *Lc. lactis*로 발효시켜 박테리오신을 함유한 음료는 위생적인 음료로서의 가치를 지니게 될 것이다.

**과채발효액의 항균특성**

박테리오신 생성 젖산균을 이용하여 발효시킨 과채발효액의 항균 효과를 조사하기 위하여, membrane filter로 여과한 과채발효액에 식중독균인 *Listeria monocytogenes* Scott A와 *Staphylococcus aureus*, 충치 원인균이며 구강내 상주균<sup>(18)</sup>으로 알려진 *Streptococcus mutans*를 각각 10<sup>5</sup> cfu/mL 정도의 농도로 접종한 후 30°C에서의 생육 정도를 측정하여 과채발효액의 항균 효과를 조사하였다. 대조구는 박테리오신 생성 젖산균 대신 *Leu. mesenteroides*를 이용하여 발효시킨 발효액에 각각의 시험균주를 접종하여 동일한 조건으로 시험균의 생육정도를 측정하였다.

Fig. 3에서 보는 바와 같이 박테리오신 생성 젖산균을 이용한 발효액에서는 이들 유해균의 생육이 완전히 저해되었음을 확인하였다. 특히 *Listeria monocytogenes* Scott A의 경우, 시간이 경과할수록 생육이 감소하여 7일째에는 생육이 완전히 저해되었으나, 동일한 pH를 지닌 대조구에서는 생육이 저해되지 않고 지속적으로 증식하는 것으로 보아, 유기산에 의한 저해효과가 아닌 것을 알 수 있었다. *mono-cytogenes*는 자연계에 널리 분포하고 있을 뿐만 아니라, 냉장온도에서 증식이 가능하며<sup>(19)</sup>, 최근 선진 각국에서의 빈번한 *Listeriosis* 식중독사고와 *Listeria* 오염 식품의 리콜로 인한 경제적 손실을 초래하여 식품산업의 중점관리대상 미생물이 되고 있다<sup>(20,21)</sup>. 따라서 젖산발효식품의 제조시 박테리오신 생성균주를 이용한다면, *Listeria*의 오염을 예방하는 효과를 거둘 수 있을 것으로 본다.

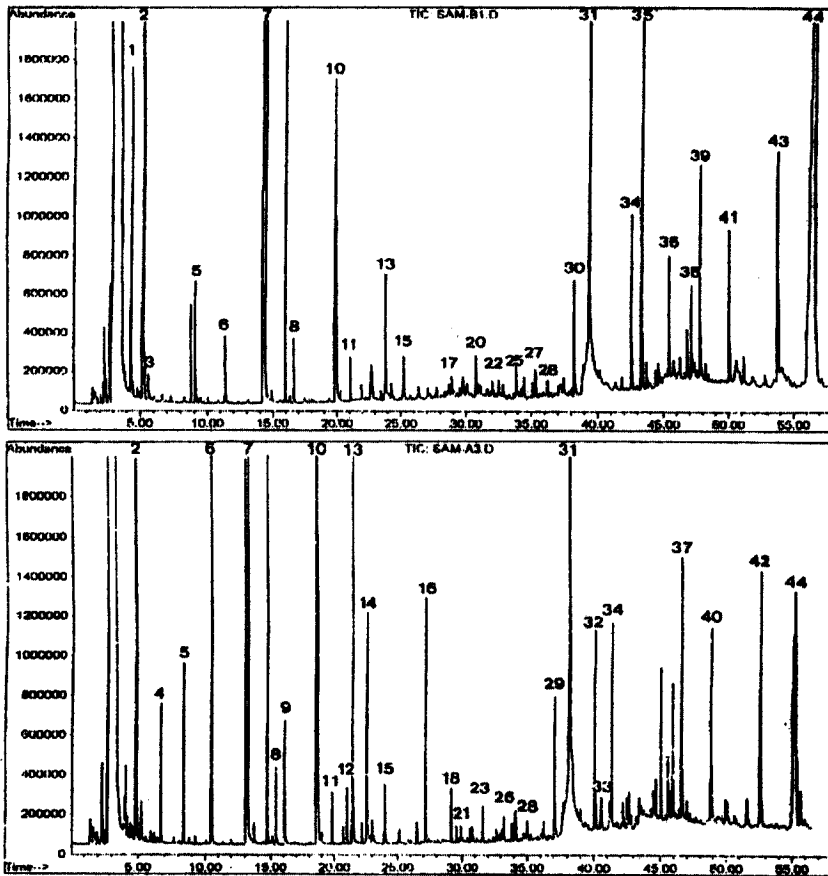


Fig. 3. GC-MS total ion chromatograms of volatile compounds of the fruit and vegetable mixed broth fermented by lactic acid bacteria (Top) or by the mixed culture of lactic acid bacteria and yeast (Bottom) for 20 days at 4°C.

박테리오신을 함유한 발효액에 *S. aureus*를  $10^5$  cfu/mL의 농도로 접종하고 37°C에서의 생균수를 측정할 결과, 박테리오신 함유 발효액에서는 생균수가 급격히 저하되어 2일만에 완전 사멸되었으나, 박테리오신을 함유하지 않은 젖산발효액(pH 4.07)에서는 생육이 저해되지 않고 오히려 약간 증가한 것으로 보아, *S. aureus*는 산에 대한 내성은 강하나, 박테리오신에 대해서는 매우 민감한 것으로 나타났다.

박테리오신 생성균주를 이용한 발효액에 충치 유발균인 *Streptococcus mutans*를  $10^5$  cfu/mL의 농도로 접종하였을 때, *S. mutans*는 하루만에  $10^1$  cfu/mL로 감소하였으며, 2일 후에는 완전 사멸한 것으로 나타나 발효액의 항균효과는 매우 높은 것으로 나타났다. 그러나 박테리오신을 함유하지 않은 대조구에서도 생육이 급격히 저해된 것으로 보아, *S. mutans*는 산에 대한 내성이 상대적으로 낮아 pH 4.07의 발효액(대조구)에서도 생육이 저해된 것으로 판단되며, 박테리오신을 함

유한 발효액에서는 생육 저해효과가 훨씬 빠르게 나타났다으므로 박테리오신 생성균주를 이용한 발효액의 응용은 충치 예방효과가 있을 것으로 기대된다.

#### 과채발효액의 휘발성 방향성분

박테리오신을 함유한 젖산발효액에 효모를 접종하여 4°C에서 20일간 후발효시킨 시료(LLY)와 효모를 접종하지 않고 동일한 조건에서 저장했던 젖산발효액(LL)의 휘발성 방향성분을 측정 비교하였다. 과채젖산발효액(LL)에서 검출된 방향성 화합물은 Fig. 1에서와 같이 ester 6종과 alcohol 9종, acid 3종, carbonyl compound 6종으로 나타났으며, 효모발효액(LLY)에서는 ester 6종과 alcohol 13종, acid 3종, carbonyl compound 7종 등이 검출되었다. 따라서 효모 접종 후 생성된 화합물의 숫자는 크게 달라지지 않았으나, alcohol의 종류가 증가하였으며, 에스테르의 종류 및 함량이 달라진 것으로 나타났다.

Table 2. Alcohol and ester compounds of the fruit and vegetable mixed broth post-fermented for 20 days at 4°C

Peak No.	Volatile compounds	Peak area(%)	
		LLY <sup>1)</sup>	LL <sup>2)</sup>
<b>Alcohols</b>			
4	2-Methyl-1-propanol	0.306	-
5	1-Butanol	0.420	0.336
6	2-Methyl-1-butanol	1.756	0.209
8	1-Hexanol	0.153	0.149
9	3-Ethoxyl-1-propanol	0.262	-
11	2-Ethyl-1-hexanol	0.105	0.094
12	2-(Methylthio) ethanol	0.134	-
13	1,3-Butanediol	1.187	0.410
14	2,3-Butanediol	0.623	-
17	Methionol	-	0.050
22	Benzene methanol	-	0.063
23	Benzene ethanol	0.112	-
26	1,5-Hexanediol	0.048	0.038
31	2-Propanol	3.706	3.143
33	1,2,3-Propanetriol	0.133	-
<b>Esters</b>			
3	Ethyl butanoate	-	0.062
16	Ethyl acetate	0.559	-
18	2-Phenylethyl acetate	0.111	-
20	Vinyl 2,2-dimethyl-3-phenylpropanoate	-	0.158
35	Diethylphthalate	-	1.616
37	Methyl 3-methyl-2-pentenoate	0.752	-
40	Dibutyl phthalate	0.730	-
41	Butyl-2ethylhexyl ththalate	-	0.552
42	Diocetyl adipate	1.089	-
43	Di(2-ethylhexyl)adipate	-	1.036
44	Bis(2-ethylhexyl) phthalate	2.520	10.655

LLY<sup>1)</sup>: *Leu. mesenteroides*+*Lc. lactis*+YeastLL<sup>2)</sup>: *Leu. mesenteroides*+*Lc. lactis*.

젖산발효액에서 검출된 esters는 ethyl butanoate가 검출되기는 하였으나 대부분은 diethyl phthalate, buthyl-2-ethylhexyl phthalate, di(2-ethylhexyl)adipate, bis(2-ethylhexyl)phthalate 등의 불쾌하고 쓴맛을 나타내는 성분이 많이 검출되었다. 효모발효액에서는 이들이 검출되지 않았거나 농도가 줄어든 것으로 나타났으며, ethyl acetate, 2-phenylethyl acetate 등과 기타 methyl 3-methyl-2-pentenoate, dibutyl phthalate, dioctyl adipate 등의 ester성분과 2-methyl-1-propanol, butandiol과 benzene ethanol, 2-(methylthio) ethanol 등의 alcohol 성분이 효모 접종에 의해 생성된 것으로 나타났다(Table 2).

이와 같이 방향물질의 종류와 함량이 젖산발효액과 효모발효액에서 다르게 나타난 것은 후발효에 관여한 효모에 의한 영향으로서, 효모 발효액의 head space에서 감지되었던 상큼한 과일향은 이들 방향물질의 차이에 기인한 것으로 판단된다.

## 요 약

생산량이 풍부하고 가공성이 높지 않은 농산물인 무, 감자, 생강, 사과, 대추를 이용한 과채발효액을 제조하기 위하여, 박테리오신 생성 젖산균과 효모를 이용하여 발효를 수행하고, 발효액의 유기산 농도와 향기성분, 박테리오신의 생성 및 항균활성 등을 측정하여 저장성을 지닌 음료로서의 가능성을 검토하였다. 박테리오신 생성 젖산균인 *Lc. lactis*를 이용한 과채 젖산발효액의 pH는 4.07, 산도는 0.36%이며, lactic acid, citric acid, malic acid, succinic acid 등의 유기산을 함유하고 있으며, 박테리오신의 생성이 확인되었다. 발효 중에 생성된 박테리오신의 항균역기는 냉장저장 중에도 매우 안정하였으며, *Listeria monocytogenes*와 *Staphylococcus aureus*, 그리고 충치 원인균인 *Streptococcus mutans*에 대한 저해효과가 있었다. 젖산발효액에 원료 혼합액에서 분리한 효모를 접종하여 후발효

시킨 효모발효액에서는 일부 유기산의 소모로 인해 산도가 약간 감소하였으나, succinic acid의 함량은 1.5배 정도 높아진 것으로 나타났다. 젓산발효액에서 검출된 ester의 종류는 불쾌하고 쓴맛을 내는 phthalate 종류가 많은 반면, 효모 접종구에서는 과일향을 내는 ester 종류가 많이 검출되었고, alcohol종류도 증가한 것으로 나타나 젓산발효액의 풍미개선에 기여한 것으로 판단된다.

### 감사의 글

본 연구는 서울여자대학교 1999년도 교내학술연구비 및 농림기술개발연구과제 연구비의 지원으로 수행된 연구결과의 일부로서, 지원에 감사드립니다.

### 문 헌

- Choi, Kook-Chi. Studies on the yeasts isolated from kimchi. Korean J. Microbiol. 16: 1-10 (1978)
- Kim, H.-J., Yang, C.-B. and Kang, S.-M. Kimchi's flavor and taste affected by Kimchi yeast-producing volatile compounds. Kor. J. Appl. Microbiol. Biotechnol. 24(4): 512-518 (1996)
- Kim, Y.-C., Jung, E.-Y., Kim, H.-J., Jung, D.-H., Hong, S.-G., Kwon, T.-J. and Kang, S.-M. Improvement of kimchi fermentation by using acid-tolerant mutant of *Leuconostoc mesenteroides* and aromatic yeast *Saccharomyces fermentati* as starters. J. Microbiol. Biotechnol. 9(1): 22-31 (1999)
- Daeschel, M.A., Fleming, H.P. and Mcfeeters, R.F. Mixed culture fermentation of cucumber juice with *Lactobacillus plantarum* and yeasts. J. Food Sci. 53(3): 862 (1988)
- Ray, Bibek and Mark A. Daeschel. Food biopreservatives of microbial origin, pp. 323-342 In: Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria. Ray, Bibek and Mark A. Daeschel(eds.), CRC Press Inc, London (1992)
- Jung, Dong-Sun. Application, interaction and enhancement of the efficacy of Nisin in foods and beverages. Ph.D. Dissertation, Oregon State University, Corvallis, OR, USA (1992)
- World Health Organization(WHO). Specification for the identify and purity of food additives and their toxicological evaluation: 12th Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, WHO Technical report, Series 430, World Health Organization, Geneva, Switzerland (1969)
- DeVuyst, L. and Vandamme, E.J. Animicrobial potential of lactic acid bacteria, In: Bacteriocins of lactic acid bacteria; microbiology, genetics and applications. DeVuyst, L. and E.J. Vandamme(eds). Blackie Academic & Professional, London, UK (1994)
- FDA. Nisin preparation: Affirmation of GRAS status as a direct human food ingredient. Food & Drug Admin., Fed. Reg. 53: 11247 (1988)
- Ming, X., Weber, G.H., Ayres, J.W. and Sandine, W.E. Bacteriocins applied to food packaging materials to inhibit *Listeria monocytogenes* on meats. J. Food Sci. 62(2): 413-415 (1997)
- Budu, A.E., Ablett, R.F., Harris, J. and Delves, B.J. Combined effect of nisin and moderate heat on destruction of *Listeria monocytogenes* in cold-pack lobster meat. J. Food Protec. 62: 46-50 (1999)
- Daeschel, M.A. and McGuire, J. Bacteriocidal surfaces and articles with attached bacteriocins. U.S. Patent No. 5,451,369 (1995)
- Kim, S.K., Lee, E.J., Park, K.Y. and Jun, H.K. Bacteriocin produced by *Lactobacillus curvatus* SE1 isolated from kimchi. J. Microbiol. Biotechnol. 8(6): 588-594 (1998)
- Ko, Seuk-Hyun and Ahn, Cheol. Bacteriocin production by *Lactococcus lactis* KCA2386 isolated from white kimchi. Food Sci. Biotechnol. 9(4): 263-269 (2000)
- Koo, K.-M., Lee, N.-K., Hwang, Y.-I. and Paik, H.-D. Identification and characterization of Lacticin SA72, a bacteriocin produced by *Lactococcus lactis* SA72 isolated from Jeot-gal. J. Microbiol. Biotechnol. 10(4): 488-495 (2000)
- 坂本宏可, 下田満哉, 渡島農. 清酒香氣成分のホラハツクカラムによる濃縮. Nippon Noeikagaku kaisi. 67: 685 (1993)
- Rhee, H.S. Studies on the nonvolatile organic acids in kimchi with different contents of salts. Kor. J. Food Sci. Technol. 9: 69-81 (1977)
- Gibbons, R.J. and Van Houte, J.: On the formation of dental plaques. J. Periodontal. 44: 347-360 (1973)
- Walker, S.J., Archer, P., and Banks, J.G. Growth of *Listeria monocytogenes* at refrigeration temperatures. J. Appl. Bacteriol. 68: 157-162 (1990)
- Klima, R.A. and Montville, T.J. The regulatory and industrial response to listeriosis in the USA: a paradigm for dealing with foodborne pathogens. Trends Food Sci. Technol. 6: 87-93 (1995)
- USDA. FSIS News Releases, June 14, 2000. URL <http://www.fsis.usda.gov/OA/news/newsrsls.htm>

(2000년 7월 7일 접수)