

## 김치유래 Lactic acid bacteria에 의한 양배추 즙의 발효특성

임혜은<sup>1</sup> · 오유리<sup>1</sup> · 김나영<sup>2</sup> · 한명주<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>경희대학교 식품영양학과, <sup>2</sup>송호대학교 호텔외식조리학과

### Characteristics of Cabbage Juice Fermented by Lactic Acid Bacteria from Kimchi

Hye Eun Im<sup>1</sup>, Yu Ri Oh<sup>1</sup>, Na Young Kim<sup>2</sup>, Myung Joo Han<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Nutrition, Kyung Hee University

<sup>2</sup>Department of Hotel Culinary Art, Songho College

#### Abstract

The objective of this study was to determine the quality characteristics of cabbage juice fermented by lactic acid bacteria from Kimchi (*Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus sakei* SL1103, *Lactobacillus plantarum* LS5, and mixed starter). Cabbage juice was inoculated with lactic acid bacteria and fermented at 30 for 72 hrs. Changes in lactic acid bacteria number, pH, titratable acidity, Brix, and color during fermentation were analyzed. After fermentation for 24 hrs, cabbage juice fermented by mixed starter showed the highest number of lactic acid bacteria (9.45 log CFU/mL). The pH of all cabbage juice also decreased to 3.88–4.19 sharply, while cabbage juice fermented by *Lac. sakei* SL1103 showed the highest Brix (8.38°Bx). Cabbage juice fermented by mixed starter showed the highest L value (56.83). In the sensory evaluation, cabbage juice fermented by a mixed starter (*Leu. mesenteroides*, *Lac. sakei* SL1103, and *Lac. plantarum* LS5) showed the highest preferences in taste, flavor, and overall acceptability. Therefore, cabbage juice fermented by mixed starter (*Leu. mesenteroides*, *Lac. sakei* SL1103 and *Lac. plantarum* LS5) has the highest potential for the development of fermented cabbage juice as an excellent bioactive functional food.

Key Words: Cabbage juice, lactic acid bacteria, Kimchi, sensory evaluation

### 1. 서 론

Probiotics은 장내미생물의 균형을 조절하여 숙주에 건강상 이익을 주는 살아있는 미생물로 정의하고 있다(Fuller 1989). 대부분 probiotics 미생물들은 *Lac. plantarum*, *Lac. casei*, *Lac. acidophilus*, *Strep. lactics*와 같은 젖산균이다(Sindhu & Khetarpaul 2001). 식품에 probiotics를 첨가 시 중성콜레스테롤의 감소, 위장기능의 증진, 면역체계 향상과 대장암의 위험을 줄이는 것으로 보고되고 있다(Yoon 2006). 김치의 발효 초기에 hetero형 유산균인 *Leu. mesenteroides*가 pH 저하를 주도하고 CO<sub>2</sub>를 생성하여 호기성 세균의 증식을 억제하고 발효 후기에는 *Lac. plantarum*이 김치 발효에 관여한다(Mheen & Kwon 1984).

양배추(cabbage, *Brassicaoleracea* L.)는 십자화 과에 속하는 두 해살이 풀로서 원산지는 지중해 연안 일대와 아시아이다. 양배추는 재배역사가 가장 오래된 작물로서 세계에서 널리 이용되고 있다(Park 등 2006). 양배추의 영양성분은 필

수 아미노산인 라이신, 필수 지방산인 리놀렌산, 그리고 탄수화물 중에는 포도당이 많이 함유되어 있으며, 녹색부분에는 비타민 C 뿐 아니라 비타민 A 및 B군도 많이 함유되어 있다(Owen 1996; Kim 등 1999). 지금까지 보고된 양배추의 효능에는 암 예방, 위궤양 예방 및 치유, 노화방지, 항산화 효과, 면역기능 활성화, 혈액 정화, 기타 피부병 예방 등에 효과가 있음이 보고되고 있다(Owen 1996). 특히 양배추에는 위궤양에 효능을 나타내는 함황성분 S-methyl methionine이 함유되어 있는데, 이는 비타민 U로 알려져 있다(Owen 1996; 문 등 2004; Park 등 2006).

식물성 재료를 이용하여 발효음료를 제조하기 위한 연구는 당근을 원료로 하여 *Bifidobacterium*을 배양하여 발효음료를 제조하는 방법(Park 등 1997), 젖산 발효 균주를 사용하여 혼합과채음료 제조하는 방법(Kim & Choi 2002), 유산균의 혼합배양에 의한 밤 발효음료의 제조(Jin 등 2001), 김치에서 *Leu. mesenteroides* KACC 91495P 균주의 분리 및 이를 이용한 배 발효물의 제조방법(In 등 2010), 김치 젖산

\*Corresponding author: Myung Joo Han, Department of Food and Nutrition, Kyung Hee University, 1, Hoegidong, Dongdaemungu, Seoul 130-701, Korea  
Tel: 82-2-961-0553 Fax: 82-2-961-0261 E-mail: mjhan@khu.ac.kr

균과 효모의 혼합배양 방법에 의한 과채류 즙 발효 과정 중의 주요 성분변화(김 등 1999) 등이 있다.

본 연구에서는 김치에서 분리한 균주를 이용하여 양배추 즙의 발효특성을 측정하고 최적의 발효균주를 파악하여 발효 양배추 즙 제조에 기초자료로 이용하고자 한다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 사용 균주

발효 양배추 즙의 제조를 위해 사용된 균주는 본 연구실에서 김치로부터 분리한 *Leu. mesenteroides*, *Lac. sakei* SL1103, *Lac. plantarum* LS5를 사용하였다. 이들 균주는 Lactobacilli MRS broth(Difco) 5 mL에 이식한 후 37°C에서 20시간 배양한 후 발효 양배추 즙 제조 시 starter로 사용하였다<Table 1>.

### 2. 발효 양배추 즙의 재료

본 실험에 사용된 양배추는 진로 마트(서울)에서 국내산 양배추를 구입하여 4°C에 저장하면서 실험에 사용하였다.

### 3. 발효 양배추 즙의 제조방법

양배추(500 g)를 주서믹스(HR-1861, Philips)로 즙을 짜고 200 mesh 체에 걸러서 양배추 즙을 제조하였다. 양배추 즙 100 mL를 90°C의 water bath에서 15분 동안 증탕하고 40°C로 식힌 뒤 *Leu. mesenteroides*, *Lac. sakei* SL1103, *Lac. plantarum* LS5를 단독 또는 동등한 비율로 혼합하여, 각각 2 mL(약 10<sup>7</sup> CFU/mL)를 가한 후 30°C에서 72시간 발효시켜 발효 양배추 즙을 제조하였다.

### 4. 발효과정 중 양배추 즙의 품질특성

양배추 즙을 30°C에서 72시간 발효하는 동안 유산균수, pH, 적정산도, 당도, 색도의 변화를 24시간 간격으로 측정하였다.

#### 1) 유산균수 측정

발효 양배추 즙 시료액 0.1 mL를 0.9 mL의 멸균식염수에 단계적으로 희석하였다. 희석된 시료액 0.1 mL를 선택배지인 Lactobacilli MRS Agar(Difco)를 사용하여 37°C에서 48시간 배양한 후 colony를 계수하였다.

#### 2) pH 측정

발효 양배추 즙 5 g에 증류수 10 mL를 가하여 stirrer를 사용하여 균질화 시킨 후 pH meter(Thermo orion, USA)로 측정하였다.

#### 3) 산도 측정

발효 양배추 즙 10 g에 증류수 10 mL를 첨가하여 0.1 N

<Table 1> The type of starter

Starter	
LM	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
LS	<i>Lactobacillus sakei</i> SL1103
LP	<i>Lactobacillus plantarum</i> LS5
LM+LS+LP	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> + <i>Lactobacillus sakei</i> SL1103 + <i>Lactobacillus plantarum</i> LS5

NaOH 로 pH 8.1이 될 때까지 적정 된 NaOH 용액으로 소비 mL를 측정하여 산도를 계산하였다.

$$\text{적정산도(\%)} = (0.1 \text{ N NaOH (mL)} \times 0.1 \text{ N NaOH factor} \times 0.009 \times 100) / \text{시료중량(mL)}$$

#### 4) 당도 측정

당도는 Brix법으로 당도계(ATAGO NI, Japan)를 사용하여 측정하였다.

#### 5) 색도 측정

색도는 Hunter Colormeter(Color Techno System Co., Japan)를 이용해서 발효 양배추 즙의 L, a, b값을 각 시료당 3회 반복 측정하였다.

#### 6) 관능검사

30°C에서 24시간 발효시킨 발효 양배추 즙을 4°C의 냉장고에서 24시간 동안 저장한 후 대학생 50명을 대상으로 색, 맛, 풍미, 조직감, 전반적인 선호도를 7점 척도법(1=매우 싫다, 7=매우 좋다)으로 측정하였다.

### 5. 통계처리

모든 실험은 3회 반복실험을 하였으며 SAS 9.2를 사용하여 통계 처리하였다. 각 시료에 대한 값은 평균±표준편차로 나타내었으며 통계적 유의성은 ANOVA에 의하여 검증하였으며 평균치간의 유의성은 duncan's multiple-range test를 이용하여 p<0.05 수준에서 검증하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 발효 과정 중 양배추 즙의 유산균수

양배추 즙의 72시간 발효하는 동안의 유산균수는 <Table 2>에서 보는 바와 같이 *Lac. sakei* SL1103로 발효한 양배추 즙을 제외한 모든 양배추 즙이 발효 48시간 까지 증가하다가 발효 72시간에 감소하였다. *Lac. sakei* SL1103는 발효 72시간에 9.32 log CFU/mL로 높게 나타났다. 발효 24시간에는 모든 균주를 혼합 배양 시킨 양배추 즙이 9.45 log CFU/mL로 가장 높게 나타났고, *Lac. sakei* SL1103로 발효시킨 양배추 즙이 7.00 log CFU/mL로 가장 낮게 나타났다.

<Table 2> Number of lactic acid bacteria (log CFU/mL) of cabbage juice during 72 hrs fermentation at 30°C Mean±SD

Fermentation time (hr)	Starter				F-value
	LM <sup>1)</sup>	LS <sup>2)</sup>	LP <sup>3)</sup>	LM+LS+LP	
0	C <sub>6.04±0.06</sub> <sup>c</sup>	D <sub>6.16±0.02</sub> <sup>b</sup>	C <sub>6.46±0.02</sub> <sup>a</sup>	C <sub>6.37±0.02</sub> <sup>a</sup>	68.58 (p=0.0007)
24	B <sub>8.40±0.05</sub> <sup>c</sup>	C <sub>7.00±0.00</sub> <sup>d</sup>	B <sub>9.00±0.07</sub> <sup>b</sup>	A <sub>9.45±0.01</sub> <sup>a</sup>	1234.34 (p<0.0001)
48	A <sub>8.68±0.04</sub> <sup>b</sup>	B <sub>8.11±0.00</sub> <sup>c</sup>	A <sub>9.45±0.03</sub> <sup>a</sup>	A <sub>9.46±0.04</sub> <sup>a</sup>	710.29 (p<0.0001)
72	B <sub>8.37±0.04</sub> <sup>c</sup>	A <sub>9.32±0.03</sub> <sup>a</sup>	B <sub>9.08±0.10</sub> <sup>b</sup>	B <sub>9.36±0.01</sub> <sup>a</sup>	559.27 (p<0.0001)
F-value	1334.94 (p<0.0001)	10851.6 (p<0.0001)	2283.05 (p<0.0001)	7764.63 (p<0.0001)	

<sup>1)</sup>LM: *Leuconostocmesenteroides*

<sup>2)</sup>LS: *Lactobacillus sakei* SL1103

<sup>3)</sup>LP: *Lactobacillus plantarum* LS5

A,B,C,D)Means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

a,b,c,d)Means in a row followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

<Table 3> Changes in pH of cabbage juice during 72 hrs fermentation at 30°C

Mean±SD

Fermentation time (hr)	Starter				F-value
	LM <sup>1)</sup>	LS <sup>2)</sup>	LP <sup>3)</sup>	LM+LS+LP	
0	A <sub>6.40±0.01</sub> <sup>a</sup>	A <sub>6.33±0.01</sub> <sup>b</sup>	A <sub>6.14±0.02</sub> <sup>d</sup>	A <sub>6.28±0.01</sub> <sup>c</sup>	108.59 (p=0.0003)
24	B <sub>4.19±0.01</sub> <sup>a</sup>	B <sub>4.18±0.01</sub> <sup>a</sup>	B <sub>4.02±0.02</sub> <sup>b</sup>	B <sub>3.94±0.01</sub> <sup>c</sup>	132.89 (p=0.0002)
48	C <sub>3.97±0.02</sub> <sup>a</sup>	C <sub>3.94±0.01</sub> <sup>a</sup>	C <sub>3.59±0.01</sub> <sup>c</sup>	C <sub>3.67±0.01</sub> <sup>a</sup>	390.47 (p<0.0001)
72	D <sub>3.87±0.01</sub> <sup>a</sup>	D <sub>3.86±0.01</sub> <sup>a</sup>	D <sub>3.40±0.01</sub> <sup>c</sup>	D <sub>3.44±0.01</sub> <sup>b</sup>	1531.95 (p<0.0001)
F-value	19278.6 (p<0.0001)	17053.8 (p<0.0001)	11062.1 (p<0.0001)	27793.2 (p<0.0001)	

<sup>1)</sup>LM: *Leuconostoc mesenteroides*

<sup>2)</sup>LS: *Lactobacillus sakei* SL1103

<sup>3)</sup>LP: *Lactobacillus plantarum* LS5

A,B,C,D)Means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

a,b,c,d)Means in a row followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

발효 48시간에도 모든 균주를 혼합 배양 시킨 양배추즙이 9.46 log CFU/mL로 가장 높게 나타났고, *Lac. sakei* SL1103를 단독 배양시킨 양배추즙이 8.11 log CFU/mL로 가장 낮게 나타났다. 그리고 발효 72시간에는 모든 균주를 혼합 배양 시킨 양배추즙이 9.45 log CFU/mL로 가장 높게 나타났고, *Leu. mesenteroides*로 발효 시킨 양배추즙이 8.37 log CFU/mL로 가장 낮게 나타났다. 따라서 본 실험 결과 균주를 단독 배양시킨 양배추즙에 비해 모든 균주를 혼합 배양 시킨 양배추즙이 더 잘 생육하는 것으로 사료된다. 이는 특히 *Lac. plantarum* LS5이 다른 균주에 비해 유산 생성능이 좋고 혼합 배양 시 잘 생육하는 것으로 사료된다. Yoon(2006) 등은 *Lac. casei*, *Lac. delbrueckii*과 *Lac. plantarum*

으로 단독 배양시킨 양배추 주스를 30°C에서 72시간 발효 하여 24시간 간격으로 측정하였다. 양배추 주스의 발효 24시간에 *Lac. casei*, *Lac. delbrueckii*과 *Lac. plantarum*은 6.3×10<sup>8</sup> CFU/mL, 7.6×10<sup>8</sup> CFU/mL, 7.7×10<sup>8</sup> CFU/mL로 증가하였다. 그러나 본 연구에 사용한 김치에서 분리한 *Lac. plantarum* LS5는 24시간 발효 시 9.00 log CFU/mL이었고 모든 균주를 혼합하여 배양 시 9.45 log CFU/mL로 높아서 양배추즙의 발효에 사용할 수 있는 우수한 probiotic으로 사료된다.

2. 발효 과정 중 양배추즙의 pH

양배추즙의 72시간 발효기간 동안의 pH는 <Table 3>에

<Table 4> Changes in titratable acidity (%) of cabbage juice during 72 hrs fermentation at 30°C

Mean±SD

Fermentation time (hr)	Starter				F-value
	LM <sup>1)</sup>	LS <sup>2)</sup>	LP <sup>3)</sup>	LM+LS+LP	
0	<sup>D</sup> 0.11±0.00	<sup>C</sup> 0.13±0.01	<sup>D</sup> 0.16±0.00	<sup>D</sup> 0.12±0.01	5.71 (p=0.0628)
24	<sup>C</sup> 0.50±0.00 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 0.52±0.00 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 0.75±0.00 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 0.73±0.00 <sup>a</sup>	289.52 (p<0.0001)
48	<sup>B</sup> 0.62±0.03 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 0.68±0.01 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 0.91±0.04 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 0.83±0.03 <sup>a</sup>	45.39 (p=0.0015)
72	<sup>A</sup> 0.73±0.00 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 0.70±0.00 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 1.00±0.01 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 1.00±0.01 <sup>a</sup>	401.46 (p<0.0001)
F-value	18271.5 (p<0.0001)	14344.6 (p<0.0001)	130190 (p<0.0001)	17347.6 (p<0.0001)	

<sup>1)</sup>LM: *Leuconostocmesenteroides*

<sup>2)</sup>LS: *Lactobacillus sakei* SL1103

<sup>3)</sup>LP: *Lactobacillus plantarum* LS5

<sup>A,B,C,D</sup>Means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

<sup>a,b,c,d</sup>Means in a row followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

<Table 5> Changes in °Brix of cabbage juice during 72 hrs fermentation at 30°C

Mean±SD

Fermentation time (hr)	Starter				F-value
	LM <sup>1)</sup>	LS <sup>2)</sup>	LP <sup>3)</sup>	LM+LS+LP	
0	<sup>C</sup> 7.73±0.04 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 8.03±0.04 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 8.02±0.05 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 8.03±0.04 <sup>a</sup>	28.42 (p=0.0037)
24	<sup>A</sup> 8.07±0.05 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 8.37±0.02 <sup>a</sup>	<sup>A</sup> 8.33±0.04 <sup>ab</sup>	<sup>A</sup> 8.23±0.04 <sup>b</sup>	26.47 (p=0.0042)
48	<sup>AB</sup> 8.03±0.04	<sup>B</sup> 8.01±0.04	<sup>B</sup> 8.07±0.02	<sup>B</sup> 8.00±0.07	p0.88 (p=0.5234)
72	<sup>B</sup> 7.97±0.02 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 7.97±0.02 <sup>a</sup>	<sup>C</sup> 7.63±0.04 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 7.93±0.04 <sup>a</sup>	63.61 (p=0.0008)
F-value	45.76 (p=0.0015)	80.55 (p=0.0005)	123.69 (p=0.0002)	15.00 (p=0.0121)	

<sup>1)</sup>LM: *Leuconostoc mesenteroides*

<sup>2)</sup>LS: *Lactobacillus sakei* SL1103

<sup>3)</sup>LP: *Lactobacillus plantarum* LS5

<sup>A,B,C,D</sup>Means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

<sup>a,b,c,d</sup>Means in a row followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

서 보는 바와 같이 pH는 모든 발효 양배추 즙에서 24시간까지 급격하게 저하하다가 48시간에 완만하게 저하하였으며, 72시간에서 가장 낮은 pH를 나타내었다. 발효 24시간에는 3.94~4.19의 범위로 나타났다. Jang 등(2002)과 Lee 등(1972)은 한국인의 기호에 맞는 시중에 유통되고 있는 젓산음료의 pH가 3.9~4.2라는 보고하였다. 따라서 본 연구에서 발효 24시간에 3.94~4.19의 범위를 유지하고 있기에 양배추 즙의 적정 발효시간은 24시간이 적절할 것으로 사료된다.

### 3. 발효 과정 중 양배추 즙의 산도

양배추 즙의 72시간 발효기간 동안의 산도는 <Table 4>에서 보는바와 같이 발효 24시간에 급격하게 증가하다가 72시

간에 가장 높게 산을 생성하였다. 발효 0시간에 0.11~0.16%에서 발효 24시간에 0.50~0.75%, 발효 48시간에 0.62~0.91%, 발효 72시간에서 0.70~1.00%로 나타났다. 발효기간 동안 *Lac. plantarum* LS5로 발효시킨 양배추 즙과 모든 균주를 혼합하여 발효시킨 양배추 즙의 산도가 가장 높게 나타났다. 따라서 *Lac. plantarum* LS5 와 모든 균주를 혼합 배양시킨 균주가 산생성능이 높은 것으로 사료된다.

### 4. 발효 과정 중 양배추 즙의 당도

양배추 즙의 72시간 발효기간 동안 당도는 <Table 5>에서 보는 바와 같이 발효 0시간에서부터 발효 24시간에 증가하다가 발효 72시간에 감소하였다. 발효 0시간에는 7.73~8.03

<Table 6> Changes in Hunter color L values of cabbage juice during 72 hrs fermentation at 30°C

Mean±SD

Fermentation time (hr)	Starter				F-value
	LM <sup>1)</sup>	LS <sup>2)</sup>	LP <sup>3)</sup>	LM+LS+LP	
0	<sup>D</sup> 56.35±0.03 <sup>a</sup>	<sup>D</sup> 55.64±0.04 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 56.32±0.07 <sup>a</sup>	<sup>D</sup> 56.19±0.03 <sup>b</sup>	113.11 (p=0.0003)
24	<sup>C</sup> 56.46±0.02 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 56.21±0.02 <sup>d</sup>	<sup>B</sup> 56.73±0.01 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 56.83±0.01 <sup>a</sup>	489.74 (p<0.0001)
48	<sup>B</sup> 57.37±0.03 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 56.91±0.03 <sup>d</sup>	<sup>A</sup> 58.60±0.04 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 59.14±0.01 <sup>a</sup>	2967.56 (p<0.0001)
72	<sup>A</sup> 58.40±0.01 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 57.50±0.01 <sup>d</sup>	<sup>A</sup> 58.62±0.01 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 58.52±0.01 <sup>b</sup>	6080.14 (p<0.0001)
F-value	3455.52 (p<0.0001)	2068.88 (p<0.0001)	1772.90 (p<0.0001)	13954.5 (p<0.0001)	

<sup>1)</sup>LM: *Leuconostoc mesenteroides*

<sup>2)</sup>LS: *Lactobacillus sakei* SL1103

<sup>3)</sup>LP: *Lactobacillus plantarum* LS5

<sup>A,B,C,D</sup>Means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

<sup>a,b,c,d</sup>Means in a row followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

°Bx의 범위로 나타났으며, 발효 24시간에는 8.07~8.37°Bx의 범위로 나타났다. 발효 48시간에는 8.00~8.07°Bx의 범위로 나타났으며, 발효 72시간에는 7.63~7.97°Bx의 범위로 나타났다. 발효 48시간을 제외한 모든 시간대에서 모든 균주에서 유의적인 차이를 나타냈다. 발효 24시간에 양배추즙의 당도는 *Lac. sakei* SL1103가 8.38°Bx로 가장 높았고 *Leu. mesenteroides*는 8.07°Bx로 낮았다. Kim & Choi(2002)는 사과, 당근, 셀러리, 돌미나리, 대추, 구기자 등의 착즙액을 혼합하여 *Leu. mesenteroides* M5-17, *Lactococcus lactis* M30-11, *Lac. cellbiosus* Y30-1를 접종한 뒤 9일 동안 발효하였다. 9일 간 발효하는 동안 당을 첨가하지 않은 과채즙의 당도는 7.1~8.4°Bx으로 나타났다. 이는 본 실험 결과와 유사한 당도를 나타내었다. 당의 농도를 달리한 과채즙을 발효 3일 째에 관능검사를 실시한 결과 전체적인 선호도는 15, 20, 10, 25, 30, 0% 첨가구 순으로 나타났으며, 15, 20%의 당도는 18~20.5°Bx로 단맛을 선호하는 사람의 당도는 18~20.5°Bx로 사료된다. 그러나 본 연구에서는 양배추즙 발효에 최적의 균주를 파악하고자 당을 첨가하지 않아 당도가 낮게 나타났다.

5. 발효 과정 중 양배추즙의 색도

양배추즙의 색도는 백색계인 밝은 정도를 나타내는 것은 L값(lightness), 붉은색의 정도를 나타내는 것은 a값(redness), 녹색의 정도를 나타내는 -a값(greenness), 노란색의 정도를 나타내는 것은 b값(yellowness), 푸른색의 정도를 나타내는 -b값(blueness)으로 나타났다.

양배추즙의 발효기간 중의 밝은 정도를 나타내는 L값은 <Table 6>에서 보는 바와 같이 발효 0일에 55.64~56.35이었고 발효 24시간에 56.21~56.83, 발효 48시간에 56.91~59.14, 발효 72시간에 57.50~58.62로 증가하였다. 24시간 발

효시킨 양배추즙의 균주들 간의 차이를 보면 모든 균주를 혼합 배양시킨 양배추즙의 L값이 56.83으로 가장 높았고, *Lac. plantarum* LS5(56.73), *Lac. sakei* SL1103(56.21), *Leu. mesenteroides*(56.46) 순이었다. 발효 양배추즙의 L값을 유산균 수와 비교를 하면 L값은 균수가 증가할수록 값이 증가하는 경향을 나타냈다. Yang(2009)은 양배추 분말을 첨가한 설기떡의 품질특성을 알아보았는데, 양배추 분말의 L값은 65.9로 본 연구의 발효 양배추즙에 비해 높은 값을 나타냈다. 발효 기간 동안 초록색의 정도를 나타내는 -a값은 <Table 7>에서 보는 바와 같이 발효 0일에 혼합 균주는 -4.29, *Lac. sakei* SL1103는 -4.76이었다. 24시간 발효하는 동안의 -a값은 균주에 따른 유의성은 나타나지 않았다. 발효 양배추즙이 72시간 발효하는 동안의 -a값은 모든 균주를 혼합 배양시킨 양배추즙(-3.24), *Lac. sakei* SL1103(-3.35), *Lac. plantarum* LS5(-3.88), *Leu. mesenteroides*(-4.55) 순으로 유의성이 나타났다. 이는 양배추가 백색채소로서 주로 안토산틴과 소량의 클로로필 색소를 함유하고 있기 때문에 양배추를 가열했을 때 나타나는 특성으로서 안토산틴의 백색이 미색으로 짙어지는 경향과 클로로필의 열에 의한 변화로는 녹색이 녹갈색으로 변화함으로써 a값이 증가되는 것으로 보고하고 있다(이 등 2008; Yang 2009). 노란 색의 정도를 나타내는 b값은 <Table 8>에서 보는 바와 같이 모든 발효 양배추즙의 b값은 7.43~8.75에서 72시간 발효하는 동안 10.57~12.11로 증가하였다. 이는 b값의 경우도 a값에서 설명한 바와 같이 양배추의 안토산틴과 클로로필 색소가 가열에 의해 b값이 높아지는 것으로 보고하고 있다(Yang 2009). 발효 양배추즙에서도 가열에 의하여 b 값이 높아지는 것과 같은 기전을 통하여 b값이 증가하는 것으로 사료된다.

<Table 7> Changes in Hunter color a values of cabbage juice during 72 hrs fermentation at 30°C

Mean±SD

Fermentation time (hr)	Starter				F-value
	LM <sup>1)</sup>	LS <sup>2)</sup>	LP <sup>3)</sup>	LM+LS+LP	
0	<sup>D</sup> 4.63±0.01 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 4.76±0.01 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 4.32±0.02 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 4.29±0.01 <sup>a</sup>	474.74 (p<0.0001)
24	<sup>B</sup> 4.34±0.01 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 4.54±0.01 <sup>d</sup>	<sup>A</sup> 4.51±0.68 <sup>a</sup>	<sup>B</sup> 4.21±0.07 <sup>b</sup>	0.40 (p=0.7608)
48	<sup>A</sup> 4.18±0.03 <sup>c</sup>	<sup>B</sup> 3.86±0.04 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3.90±0.01 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3.31±0.01 <sup>a</sup>	500.24 (p<0.0001)
72	<sup>C</sup> 4.55±0.01 <sup>d</sup>	<sup>A</sup> 3.35±0.03 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 3.88±0.01 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 3.24±0.03 <sup>a</sup>	1435.87 (p<0.0001)
F-value	237.90 (p<0.0001)	1523.19 (P<0.0001)	1.70 (p=0.3032)	423.50 (p<0.0001)	

<sup>1)</sup>LM: *Leuconostoc mesenteroides*

<sup>2)</sup>LS: *Lactobacillus sakei* SL1103

<sup>3)</sup>LP: *Lactobacillus plantarum* LS5

<sup>A,B,C,D</sup>Means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

<sup>a,b,c,d</sup>Means in a row followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

<Table 8> Changes in Hunter color b values of cabbage juice during 72 hrs fermentation at 30°C

Mean±SD

Fermentation time (hr)	Starter				F-value
	LM <sup>1)</sup>	LS <sup>2)</sup>	LP <sup>3)</sup>	LM+LS+LP	
0	<sup>B</sup> 7.43±0.01 <sup>d</sup>	<sup>C</sup> 8.04±0.01 <sup>c</sup>	<sup>D</sup> 8.25±0.01 <sup>b</sup>	<sup>D</sup> 8.74±0.02 <sup>a</sup>	2228.49 (p<0.0001)
24	<sup>B</sup> 7.42±0.03 <sup>d</sup>	<sup>B</sup> 8.40±0.01 <sup>b</sup>	<sup>C</sup> 8.35±0.02 <sup>c</sup>	<sup>C</sup> 9.20±0.01 <sup>a</sup>	2810.76 (p<0.0001)
48	<sup>C</sup> 7.18±0.03 <sup>c</sup>	<sup>D</sup> 6.75±0.03 <sup>d</sup>	<sup>B</sup> 9.33±0.02 <sup>b</sup>	<sup>B</sup> 10.91±0.01 <sup>a</sup>	13377.0 (p<0.0001)
72	<sup>A</sup> 10.57±0.04 <sup>d</sup>	<sup>A</sup> 10.88±0.01 <sup>c</sup>	<sup>A</sup> 11.22±0.01 <sup>b</sup>	<sup>A</sup> 12.11±0.01 <sup>a</sup>	1922.84 (p<0.0001)
F-value	6841.02 (p<0.0001)	17042.4 (p<0.0001)	11693.6 (p<0.0001)	21638.0 (p<0.0001)	

<sup>1)</sup>LM: *Leuconostoc mesenteroides*

<sup>2)</sup>LS: *Lactobacillus sakei* SL1103

<sup>3)</sup>LP: *Lactobacillus plantarum* LS5

<sup>A,B,C,D</sup>Means in a column followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

<sup>a,b,c,d</sup>Means in a row followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

### 6. 발효 양배추 즙의 관능검사

30°C에서 24시간 발효 시킨 양배추 즙을 4에서 24시간 저장 한 후 대학생 50명을 대상으로 색도, 맛, 풍미, 조직감, 전반적인 선호도를 7점 척도법(1=매우 싫다, 7=매우 좋다)으로 측정하였다. <Table 9>에서 보는 바와 같이 발효 양배추 즙은 맛, 풍미, 전반적인 선호도에서 유의성이 나타났다. 색도는 모든 균주를 혼합하여 발효시킨 양배추 즙이 4.41, *Lac. plantarum* LS5 4.52, *Lac. sakei* SL1103 4.28, *Leu. mesenteroides* 3.93로 균주에 따른 유의성은 나타나지 않았다. 맛은 모든 균주를 혼합 발효시킨 양배추 즙이 4.15로 가장 높게 나타났으며, *Lac. plantarum* LS5은 2.48로 가장 낮게 나타났다. 풍미에서는 모든 균주를 혼합 발효시킨 양배추

즙이 3.72로 가장 높게 나타났으며, *Lac. sakei* SL1103는 2.87로 가장 낮게 나타났다. 조직감에서는 모든 균주를 혼합 발효시킨 양배추 즙이 4.39, *Lac. plantarum* LS5 3.74, *Lac. sakei* SL1103 4.15, *Leu. mesenteroides* 3.80으로 균주에 따른 유의성은 나타나지 않았다. 전반적인 선호도에서는 모든 균주를 혼합 발효시킨 양배추 즙이 4.15로 가장 높았고 *Lac. plantarum* LS5 2.57, *Lac. sakei* SL1103 3.11, *Leu. mesenteroides* 3.15로 낮았다. 본 실험 결과 발효 양배추 즙을 제조할 경우 균주를 단독 배양하는 것보다 모든 균주를 혼합하여 제조한 양배추 즙이 관능검사에서 전반적인 선호도가 가장 높았으며 맛과 풍미에서도 다른 균주들에 비해 선호도가 높았다.

<Table 9> Sensory scores\* of fermented cabbage juice prepared by different type of starter fermentation and storage at 4°C for 24 hrs  
Mean±SD

Sensory Characteristics	Starter				F-value
	LM <sup>1)</sup>	LS <sup>2)</sup>	LP <sup>3)</sup>	LM+LS+LP	
Color	3.93±1.34	4.28±1.22	4.52±1.22	4.41±1.34	1.81 (p=0.1462)
Taste	3.33±1.45 <sup>b</sup>	3.04±4.50 <sup>b</sup>	2.48±1.15 <sup>c</sup>	4.15±1.89 <sup>a</sup>	9.69 (p<0.0001)
Flavor	3.41±1.56 <sup>ab</sup>	2.87±1.17 <sup>b</sup>	3.07±1.20 <sup>b</sup>	3.72±1.67 <sup>a</sup>	3.24 (p=0.0235)
Texture	3.80±1.45	4.15±1.19	3.74±1.34	4.39±1.44	2.33 (p=0.0763)
Overall acceptability	3.15±1.46 <sup>b</sup>	3.11±1.10 <sup>b</sup>	2.57±1.15 <sup>b</sup>	4.15±1.75 <sup>a</sup>	10.42 (p<0.0001)

<sup>1)</sup>LM: *Leuconostoc mesenteroides*

<sup>2)</sup>LS: *Lactobacillus sakei* SL1103

<sup>3)</sup>LP: *Lactobacillus plantarum* LS5

<sup>a,b,c,d</sup>Means in a row followed by different superscripts are significantly different at the p<0.05 level.

\*1=dislike extremely, 7=like extremely

#### IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 김치에서 분리한 starter(*Leu. mesenteroides*, *Lac. sakei*, SL1103, *Lac. plantarum* LS5, *Leu. mesenteroides* + *Lac. sakei*, SL1103 + *Lac. plantarum* LS5)를 이용하여 양배추즙을 30°C에서 72시간 발효하는 동안 24시간 간격으로 유산균수, pH, 적정산도, 당도, 색도를 측정하였다. 발효 24시간에는 모든 균주를 혼합 배양 시킨 양배추즙의 유산균수는 9.45 log CFU/mL로 가장 높게 나타났고, *Lac. sakei* SL1103로 발효시킨 양배추즙이 7.00 log CFU/mL로 가장 낮았다. 모든 발효 양배추즙의 pH (3.94~4.19)는 발효 24시간에 급격하게 저하되었다. 발효 24시간에 양배추즙의 당도는 *Lac. sakei* SL1103가 8.38°Bx로 가장 높았고 *Leu. mesenteroides*는 8.07°Bx로 낮았다. 모든 균주를 혼합 배양하여 24시간 발효시킨 양배추즙의 L값이 56.83으로 가장 높았다. 24시간 발효하는 동안의 -a값은 균주에 따른 유의성은 나타나지 않았다. 모든 발효 양배추즙의 b값은 7.43~8.75에서 72시간 발효하는 동안 10.57~12.11로 증가하였다. 30에서 24시간 발효 시킨 양배추즙을 4에서 24시간 저장 한 후 대학생 50명을 대상으로 색도, 맛, 풍미, 조직감, 전반적인 선호도를 7점 척도법(1=매우 싫다, 7=매우 좋다)으로 관능검사를 실시한 결과 맛, 풍미, 전반적인 선호도에서 유의성이 나타났다. 맛은 모든 균주를 혼합 발효시킨 양배추즙이 4.15로 가장 높았으며, 풍미는 모든 균주를 혼합 발효시킨 양배추즙이 3.72로 가장 높게 나타났다. 전반적인 선호도는 모든 균주를 혼합 발효시킨 양배추즙이 4.15로 가장 높았고 *Lac. plantarum* LS5 2.57, *Lac. sakei* SL1103 3.11, *Leu. mesenteroides* 3.15로 낮았다. 본 연구 결과 발효 양배추즙을 제조할 경우 균주를 단독 배양하는 것보다 모든 균주를

혼합하여 30°C에서 24시간 발효시킨 양배추즙이 관능적인 선호도도 높을 뿐 만 아니라 probiotic 유산균수도 높아 발효 양배추즙 제조에 사용가능한 것으로 사료된다.

#### References

- 문원, 김종기, 이지원. 2004. 원예작물학. 한국방송통신대학교 출판부 pp 297-445
- 이주희, 김미리, 민혜선, 이영은, 송은승, 권순자, 김미정, 송효남. 2008. 과학으로 풀어쓴 식품과 조리원리. 교문사, 서울. pp 153-158
- Cheigh HS, Kim HY, Yeo KM, Kim BN. 1998. Fermentation aspects of fruit-vegetable juice by mixed cultures of lactic acid bacteria isolated from Kimchi and yeast. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 27(6):1059-1064
- Fuller R. 1989. Probiotics in man and animals. Journal of Applied Bacteriology. 66(5):365-378.
- Hood SK, Zottola ML. 1988. Effect of low pH on the ability of *Lactobacillus acidophilus* to survive and adhere to human intestinal cell. J. Food Sci. 53(5):1514-1516
- In MJ, Kim HM, Jin HJ, Kim DC, Oh NS, Chae HJ. 2010. Production of a fermented Korean pear puree using a new strain *Leuconostoc mesenteroides* KACC 91495P isolated from Kimchi. J. Appl. Biol. Chem. 53(1):51-55
- Jang KH, Choi JH, Lee JM, Lee JH, Jang SY, Jeong YJ. 2002. Fermentation characteristic of kefir beverage added fruit juice. Food Sci. & Industry. 7(3):35-38
- Jang SY. 2009. Study on isolation and metabolism of soyasaponin from soybean, and manufacture of soy yogurt. Doctors degree thesis. Kyung Hee University. pp 98-119
- Jin HS, Choi YS, Lee KJ. 2001. Development of a fermented

- food product using chestnut broth and mixed cultures of lactic acid bacteria. *Kor. J. Food. Nutr.*, 14(3):217-221
- Jo SJ, Oh SM, Jang EK, Hwang K, Lee SP. 2008. Physicochemical properties of carrot juice fermented by *Leuconostoc mesenteroides* SM. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 37(2):210-216
- Kim HY, Yeo KM, Kim BN, Cheigh HS. 1999. Chemical changes of fruit - vegetable juice during mixed culture fermentation of lactic acid bacteria isolated from Kimchi and yeast. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* 27(6):1065-1070
- Kim MR, Kim JH, Wi DS, Na JH, Sok DE. 1999. Volatile sulfur compounds, proximate component, minerals, vitamin C content and sensory characteristics of the juices of kale and broccoli leaves. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* 28(6):1201-1207
- Kim SY, Choi EH. 2002. Optimization for the lactic acid fermentation of mixed fruit and vegetable juices. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 34(2):303-310
- Lee JS, Han PJ, Suh KB. 1972. Studies on production of modified yogurt (soy cream) from soybean milk (I). *Kor. J. Food Sci. Technol* 4(3):194-199
- Mheen TI, Kwon TW. 1984. Effect of temperature and salt concentration on Kimchi fermentation. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 16(4):443-450
- Owen RF 1996. *Food chemistry-* 3rd edition. Marcel Dekker Inc. pp 337-339
- Park BH, Cho HS. 2006. Physicochemical characteristics of cabbage kimchi during fermentation. *Kor. J. food cookery sci.* 22(5):600-608
- Park SY, Ko YT, Lee JY, Mok CK, Park JH, Ji GE. 1997. Fermentation of carrot juice by *Bifidobacterium*. *Kor. J. Food Sci. Technol.* 29(3):571-575
- Sindhu SC, Khetarpaul N. 2001. Probiotic fermentation of indigenous food mixture: effect on antinutrients and digestibility of starch and protein. *J. Food Composition & Analysis.* 14(6):601-609
- Shah NP, Jelen P. 1990. Survival of lactic acid bacteria and their lactases under acidic conditions. *J. Food Sci.* 55(2):506-509
- Yang MO. 2009. Quality Characteristics of *Sulgidduk* added with cabbage powder. *J. East Asian Soc. Dietary Life.* 19(5):729-735
- Yoon KY, Woodams E, Hang YD. 2006. Production of probiotic cabbage juice by lactic acid bacteria. *Bioresource Technology.* 97(12):1427-1430