

김치에서 젖산균의 분리 및 이 세균들의 배추즙액 발효

심선택* · 경규항 · 유양자**

세종대학교 식품공학과

*(주)농심 기술개발연구소, **세종대학교 가정학과

Lactic Acid Bacteria Isolated from Fermenting *Kimchi* and Their Fermentation of Chinese Cabbage Juice

Sun-Taek Shim*, Kyu-Hang Kyung and Yang-Ja Yoo**

Department of Food Science, King Sejong University, Seoul

*Research and Development Center, Nhong Shim Co., Ltd., Anyang

**Department of Home Economics, King Sejong University, Seoul

Abstract

Lactic acid bacteria(LAB) were isolated from fermenting *kimchi* and were cultivated in filter-sterilized Chinese cabbage juice individually or in combination. LAB isolated were *Lactobacillus leichimannii*, *Lac. fermentum*, in addition to the already known *Leuconostoc mesenteroides*, *Lac. plantarum*, *Lac. brevis* and *pediococcus pentosaceus*. *Lac. leichimannii*, *Lac. fermentum* and *Lac. sake*, the early lactobacilli, were high in number exceeding 10^4 cells/ml at 0 time and multiplied up to 10^9 cells/ml altogether at the 3rd day of *kimchi* fermentation. When the representative LAB were cultivated singly in Chinese cabbage juice with or without 3.0% NaCl, one strain of *Leu. mesenteroides* and *Lac. leichimannii* were not different in acid producing ability while the other strain of *Leu. mesenteroides* and *Lac. fermentum*, *Lac. plantarum* produced less acid when NaCl was present. When the bacteria in combination were cultivated in Chinese cabbage juice with 3.0% NaCl, the presence of *Leu. mesenteroides* was essential to eliminate the lag phase in acid production with higher amounts of acid produced than without. The total number of lactobacilli in the mixture of *kimchi* ingredients was about 2.9×10^4 cells/ml while the number of *Lac. plantarum* was 7.3 cells/ml. The number of *Lac. plantarum* in individual ingredients were normally in the range between 0.0~240 cells/g except garlic sold in ready-to-use form with 9.0×10^3 cells/g.

Key words : lactic acid bacteria(LAB), Chinese cabbage juice, *kimchi*

서 론

김치류의 발효에 관여하는 미생물을 분리동정한 연구는 비교적 많은 데 국내에서 발표된 논문으로는 젖산 발효와 관련이 없는 호기성 세균이지만 발효 초기에 *Achromobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas*속 및 *Bacillus megaterium* 등이 분리보고된^(1,2) 바가 있고 젖산발효를 하는 세균으로는 *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *Lac. brevis*, *Streptococcus faecalis*, *Pediococcus cerevisiae* 등이 보고되었다^(3,4). 최근에 *Leu. mesenteroides*가 김치의 주발효세균이고 *Lac. plantarum*

은 산패를 야기시키는 세균일 것이라는 획기적인 연구 결과가⁽⁵⁾ 보고된 바 있다.

외국의 연구로서 김치는 아니지만 sauerkraut 발효에 관한 것으로서 *Leu. mesenteroides*는 젖산이나 식초산 같은 대사물을 생산하여 채소류를 산성화시키고 그 세균 자신은 도태되면서 산에 저항성이 높은 *Lac. plantarum*과 *Lac. brevis*가 나타나서 발효를 완결시킨다고 알려져 있고⁽⁶⁾ Stamer 등⁽⁷⁾은 *Leu. mesenteroides*가 가장 짧은 유도기를 가짐은 물론 세대기간도 가장 짧기 때문에 가장 최초로 우세균으로 작용하지만 산에 대한 내성이 적기 때문에 도태속도 또한 빠르다고 하였으며, 이 세균에 이어 *Lac. plantarum*과 *Lac. brevis*가 나타나고 이들보다는 덜 흔히 나타나지만 *Ped. cerevisiae*와 *Str. faecalis*가 발견된다고 보고하였다.

본 연구는 침채류 발효분야에서 가장 기초적이면서

Corresponding author : Kyu-Hang Kyung, Department of Food Science, King Sejong University, Kunja-dong, Sungdong-gu, Seoul 133-150

근본적인 연구대상인 김치류의 원료 중에 존재하는 젖산균의 종류 및 분포 그리고 발효 중에 발견되는 대표적인 젖산균이 여과제균된 배추즙액에 순수 또는 복합 배양할 때 나타나는 발효양상을 연구하였다.

재료 및 방법

재료

김치발효 및 배추즙액의 조제에 필요한 배추와 부재료는 필요한 양만큼 시장에서 구입하여 사용하였으며 저장장이 가능한 고추가루는 일시에 구입하여 냉장저장 중인 것을 사용하였다

김치담금 및 발효

젖산균을 분리하기 위한 김치의 제조시 조성은 배추(300g), 생강(1.5g), 마늘(3.5g), 고추가루(2.5g), 파(4.0g) 및 식염(9.0g)이었고 총량을 칭량하여 500 ml 비이커에 넣고 잘 섞은 후 식품용 비닐 랩으로 봉하여 20°C에서 발효시키되 24시간이 지나 즙액이 충분히 용출되어 배추의 고체부피가 줄어 들었을 때 비닐 랩을 제거하고 약 20°C의 물로 채운 비닐 주머니를 상부에 얹어 주므로써 김치를 눌러주는 효과를 얻고 동시에 김치와 공기와의 접촉을 방지하였다.

김치로부터 젖산균의 분리 및 동정

발효 첫 날부터 매 24시간마다 시료즙액을 plate count agar, sodium azide-sucrose 고체배지 및 sodium azide-glucose 고체배지에 평판배양하여 48~72시간 배양한 후 나타난 colony 형태의 특징에 따라, 그리고 colony 형태에 특징이 없는 경우에는 무작위로 채취하여 현미경 관찰을 한 후 선발된 각각의 미생물을 MRS 고체배지⁽⁸⁾에 평면도말법으로 접종한 후 30°C에서 72시간 배양하는 과정을 순수분리될 때까지 반복하였다. 순수분리된 각각의 젖산균은 다시 MRS 사면배지에 접종배양한 후 4°C에 보관하면서 발효실험 및 동정에 사용하였다.

분리된 젖산균의 동정은 Bergey's manual of determinative bacteriology⁽⁹⁾를 따랐다.

배추즙액의 제조

신선한 배추를 사방 4 cm 정도로 적당히 자른 후 믹서로 마쇄하여 천으로 거른 액을 10,000×g에서 20분간 원심분리(Du Pont Instruments, Sorvall SS-3 centrifuge)하여 그 상등액을 다시 0.2 μm membrane filter (25 mm in diameter, Gelman Sciences, Inc.)로 여과제균하여 사용하되 필요한 경우에는 일반적인 김치에서처럼⁽⁵⁾ 3.0%의 식염을 첨가하였다.

분리 젖산균에 의한 배추즙액의 발효

단일균주에 의한 발효시험에는 식염을 첨가하지 않은 즙액과 3.0% 식염을 첨가한 즙액 200 ml씩을 미리 살균된 500 ml 삼각플라스크에 무균적으로 분주한 후 각 시험균을 10⁵~10⁶ cells/ml되게 접종하여 20°C에서 배양하였다. 복합균주에 의한 발효시험에는 식염이 첨가된 즙액만을 사용하였으며 김치로부터 분리한 대표적인 젖산균을 각각 다르게 조합하여 접종하고 20°C에서 배양하며 산도증가 현상을 조사하였다

적정산도 및 pH의 측정

김치는 믹서로 마쇄하여 천으로 거른 액을 다시 여과지(Whatman #44)로 4°C에서 걸러 맑게한 즙액 10 ml를 또 배추즙액 발효시험에는 발효 중인 배추즙액 2 ml씩을 취해 0.1% phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.02 N-NaOH로 중화적정한 후 소비된 알칼리의 양을 젖산의 양으로 환산하였다. 발효액의 pH는 pH meter(동우기기)로 측정하였다.

젖산균수의 측정

김치시료를 믹서로 분쇄하기 전의 즙액 1 ml씩을 무균적으로 취해 적절히 희석한 후 sodium azide-sucrose 고체배지 및 sodium azide-glucose 고체배지⁽¹⁰⁾에 평판 추가법에 의해 접종하여 30°C에서 48시간 배양한 후 sodium azide-sucrose 배지에 거대 colony로 나타나는 것을 *Leuconostoc*속 세균으로 간주하고 sodium azide-glucose 배지에 측정된 수에서 *Leuconostoc*속 세균의 수를 뺀 것을 기타의 젖산균수로 정하였다. 배추즙액 발효시험에는 시료즙액을 김치시료에서와 같이 처리하되 그 숫자는 plate count agar를 이용하여 측정하였다.

김치원료 중에 존재하는 lactobacilli수의 측정

Rogosa SL 액체배지에 에탄올 5%(v/v) 및 7%(v/v)로 조절된 Modified Rogosa SL 액체배지^(11,12)를 이용하여 김치류의 원료가 되는 배추, 무우, 생강, 마늘, 고추가루 및 파에 있는 초기 lactobacilli 숫자를 most probable number(MPN)법으로 측정하되 에탄올이 5% 첨가된 배지에서 번식 가능한 것은 전체 lactobacilli로 에탄올이 7% 첨가된 배지에서 번식 가능한 것은 *Lac. brevis*가 포함된 *Lac. plantarum*의 수로 하였다.

결과 및 고찰

젖산균의 분리 및 동정

발효 초기부터 발효가 끝날 때까지 매일 날짜별로 순수분리한 젖산균을 colony 형태나 현미경상의 형태 및

Table 1. Morphological and growth characteristics of lactic acid bacteria isolated from kimchi

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Code	C	C	C	C	C	C	R	R	R	R	R	C	C	R	R	R	R	R
Morphology ^{a)}	C	Ht	+	+	+	+	+	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	Ht	HO	Ht	HO
Production of gas	+	Ht	+	Ht	Ht	Ht	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	+	+	+	+
dextran						+												
Acid from ^{c)}	+	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	-	-	-	+
Homo/Hetero ^{b)}	Ht	-	+	Ht	Ht	Ht	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	HO	Ht	HO	Ht	HO
Arabinose	+	-	+	+	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cellobiose	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dextrin	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	+	+	+
Lactose	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+	-	+	+	+
Maltose																		
Mannitol																		
Mannose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Melibiose	+	+	+	-	+	+	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Raffinose																		
Rhamnose																		
Ribose	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Salicin																		
Sorbitol																		
Sucrose	+	-	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Trehalose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Xylose	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Growth ^{c)} in																		
3.0% NaCl	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4.0% NaCl	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.0% NaCl	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8.0% NaCl	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Growth in																		
5.0% ethanol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
6.0% ethanol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
7.0% ethanol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
8.0% ethanol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

^{a)}C ; Coccus, R ; Rod

^{b)}Tested on HHD agar medium. Ht ; heterofermentative, Ho ; homofermentative

^{c)}Basal medium was MRS broth.

Table 2. Identification of lactic acid bacteria isolated from *kimchi*

Code	Isolated time (days)	Strain
1	0	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
2	0	<i>Leuconostoc dextranicum</i>
3	1	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
4	2	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
5	6	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
6	4	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
7	1	<i>Lactobacillus leichimannii</i>
8	1	<i>Lactobacillus leichimannii</i>
9	4	<i>Lactobacillus fermentum</i>
10	2	<i>Lactobacillus sake</i>
11	0	<i>Lactobacillus sake</i>
12	6	<i>Streptococcus faecalis</i>
13	6	<i>Pediococcus pentosaceus</i>
14	5	<i>Lactobacillus plantarum</i>
15	5	<i>Lactobacillus brevis</i>
16	6	<i>Lactobacillus plantarum</i>
17	8	<i>Lactobacillus brevis</i>
18	8	<i>Lactobacillus plantarum</i>
19	9	<i>Lactobacillus plantarum</i>
20	16	<i>Lactobacillus plantarum</i>

정상젖산균의 이상젖산균 구별배지⁽¹³⁾에 선별하여 얻은 20가지의 대표적인 젖산균을 동정한바 형태학적 및 생리학적 성질은 Table 1과 같고 이들은 각각 Table 2에 있는 바와 같이 동정되었다.

발효초기(0~4일째)에 분리된 젖산균들로는 구균으로서 *Leu. mesenteroides*와 *Leu. dextranicum*, 간균으로서는 *Lac. leichimannii*, *Lac. sake* 및 *Lac. fermentum*이 있었으며 발효중기(5일째) 이후에 나타난 구균으로서는 *Str. faecalis*와 *Ped. pentosaceus*, 간균으로서는 *Lac. plantarum*과 *Lac. brevis*가 있었다.

발효시작 후 5일이 경과되기 전까지는 *Lac. plantarum*은 분리되지 않았고 *Leu. mesenteroides*는 6일까지도 분리되었으나 이때 썸에는 그 숫자가 지극히 적었다. 다른 보고⁽⁵⁾에서도 *Lac. plantarum*은 발효가 시작된지 4일까지는 발견되지 않았던 반면 5일째 이후에만 분리가 용이했던 점으로 미루어 보아 원료 중의 *Lac. plantarum*의 숫자가 대단히 적을 것이라는 가능성에 확신을 가질 수 있었다. 그리고 발효중기 이후에 분리되었던 *Str. faecalis*, *Ped. pentosaceus* 및 *Lac. brevis*도 *Lac. plantarum*과 마찬가지로 초기 숫자가 매우 적었음을 알 수 있었다.

발효시작 0~4일 사이에 혼하게 분리되었던 *Lac. leichimannii*, *Lac. fermentum* 및 *Lac. sake*와 같은 간균들은 Fig. 1에 있는 바와 같이 *Leuconostoc*속 세균보다도 더 많은 수가 있었음을 알 수 있었다. Fig. 1과 2에서 볼 때의 초기간균들은 증식속도 또한 *Leuconostoc*속 세균과 비

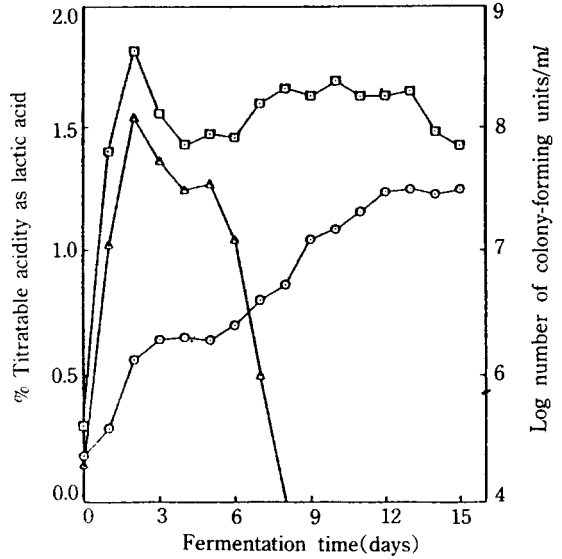


Fig. 1. Time course changes of titratable acidity and lactic acid bacterial counts during the *kimchi* fermentation

○— ; Titratable acidity, —△— ; heterofermentative lactic acid bacterial counts, —□— ; homofermentative lactic acid bacterial counts

슷하였고 초기에 대단히 많은 수로 번식할 수 있음을 알 수 있었다. 이들 초기 간균들은 현재까지 국내의 김치류 발효분야에서 보고된 예가 없으나 민과 권⁽⁵⁾이 보고한 low acid producing lactobacilli와 일치되는 젖산균으로 생각된다. 그러나 외국의 경우 okra 발효초기에 *Lac. leichimannii*와 *Lac. fermentum*(*Lac. cellobiosus*)이 분리되었다는 보고⁽¹⁴⁾와 쓰께모노에서 *Lac. leichimannii*와 *Lac. sake*가 분리되었다는 연구결과⁽¹⁵⁾도 있었다. 김치류의 발효에 어떤 영향을 주는지는 알 수 없으나 김치류 발효초기에 *Leuconostoc* 숫자와 비슷한 만큼의 간균이 존재한다는 사실이 발견되었다.

김치로부터 분리한 젖산균의 배추즙액 발효특성

발효초기부터 발효완결기까지 전기간에 걸쳐 분리동정된 젖산균 중 침채류 발효에서 주도적 역할을 한다고 보고된 *Leu. mesenteroides* 2종과 *Lac. plantarum* 1종 그리고 발효중기 이후부터 분리된 *Ped. pentosaceus*, 발효초기에 많은 수가 발견된 *Lac. leichimannii*와 *Lac. fermentum*을 합쳐 6종의 젖산균을 선택해 배추즙액을 발효시키며 산도와 균수를 측정하였다(Fig. 2, 3).

단일 균주에 의한 배추즙액 발효시 젖산균마다 서로 다른 젖산생성능을 나타냈을 뿐만 아니라 3%의 식염 첨가가 산생성에 미치는 영향 또한 달랐다(Fig. 2). 식염이 첨가되지 않은 배추즙액에서 *Pediococcus*(1.0%)와

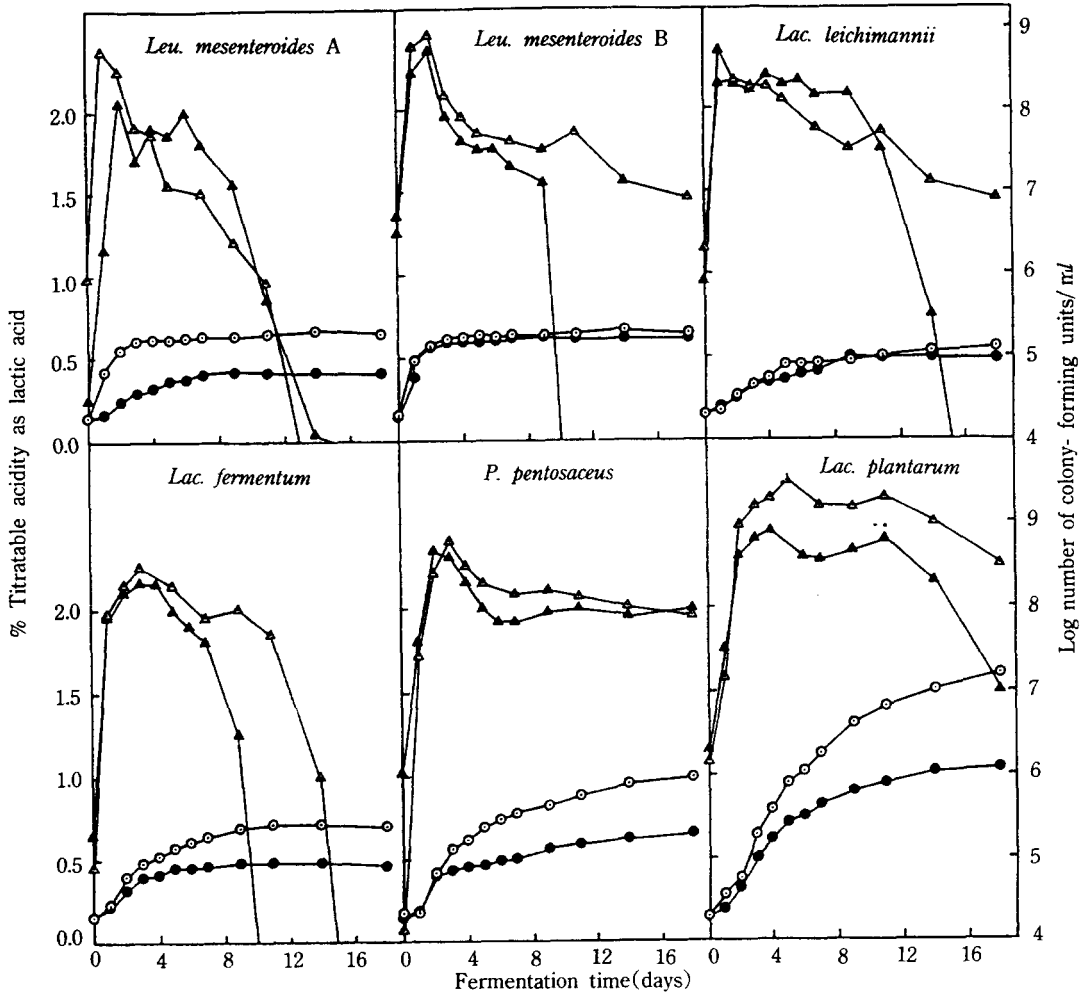


Fig. 2. Cell growth and acid production of lactic acid bacteria in filter-sterilized Chinese cabbage juice -○-, -●- ; Titratable acidity, -△-, -▲- ; viable cell counts. Closed and open symbols represents experimental values with and without 3% NaCl

Lac. plantarum (1.7%)를 제외하고 다른 4가지 시험균주 모두가 비슷한 산생성능력을 나타내서 대체로 0.5~0.6%의 산을 생성하였다.

배추즙액에 3.0%의 식염이 첨가되었을 때는 식염이 첨가되지 않았을 때와 마찬가지로 비슷한 산을 생성하는 균주(*Leu. mesenteroides* B와 *Lac. leichimannii*)가 있는가 하면 식염이 첨가되므로서 산생성능력이 저하되는 균주(*Leu. mesenteroides* A, *Lac. fermentum* 및 *Lac. plantarum*)가 있었다.

김치발효시 주도적 역할을 한다고 알려진 2종의 젖산균(*Leu. mesenteroides* 및 *Lac. plantarum*)과 대표적인 초기간균인 *Lac. leichimannii* 그리고 *Ped. pentosaceus*를 단독 또는 필요한 대로 조합하여 발효실험을 한 결과 (Fig. 3) *Leu. mesenteroides*가 첨가되지 않은 조합에서는

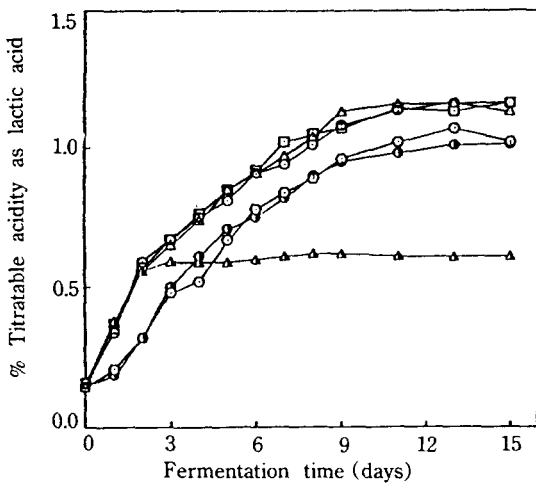
산생성의 유도기(lag phase)가 관찰되어 김치류 발효에 *Leu. mesenteroides*가 중요한 작용을 하는 것이 확인되었다. 따라서 발효초기 간균들이 발효시작 0~4일째에 *Leuconostoc*속의 숫자를 증가하는 많은 수가 발견되었으나 실제 발효에는 큰 영향을 주지 않음을 알 수 있다.

김치원료 중에 존재하는 젖산간균의 수

앞에서 김치류 발효초기에는 *Lac. plantarum*의 숫자가 적을 것이라고 추측하였고 따라서 이를 증명하기 위하여 김치의 원료가 되는 배추, 무우, 생강, 마늘 및 고추가루 등의 원료에 존재하는 *Lac. plantarum* (*Lac. brevis*와의 구별측정이 현재로서는 불가능하지만)의 숫자를 측정해 보았다(Table 3). 김치원료 혼합물의 전체 lactobacilli의 숫자는 *Leu. mesenteroides*의 초기숫자와 비슷한 10^4 ce-

Table 3. Number of lactobacilli in individual ingredients(cells/g) and kimchi mixture(cells/ml)

	Number of <i>Lac. plantarum</i>		Number of total lactobacilli	
	Mean	Range	Mean	Range
Kimchi	7.3	0.36~240	2.9×10^4	$1.1 \times 10^4 \sim 4.6 \times 10^4$
Chinese cabbage	0.0	0.0~0.36		
Radish	2.3	0.0~9.3		
Ginger	4.6	0.0~30.0		
Green onion	1.82	0.0~4.6		
Garlic(peeled)	9.0×10^3	$3.6 \times 10^2 \sim 4.4 \times 10^6$		
Garlic(unpeeled)	0.0	0.0~37.2		
Red pepper powder	0.0	0		
Red pepper(wet)	4.3	0.0~240		

**Fig. 3.** Time course changes of titratable acidity during the lactic acid fermentation of Chinese cabbage juice by different lactic acid bacteria

—○— ; *Leu. mesenteroides*+*Lac. leichimannii*+*P. pentosaceus*+*Lac. plantarum*, —△— ; *Leu. mesenteroides*+*P. pentosaceus*+*Lac. plantarum*, —□— ; *Leu. mesenteroides*+*Lac. plantarum*, —◇— ; *Lac. leichimannii*+*Lac. plantarum*, —●— ; *Lac. plantarum*, —▲— ; *Leu. mesenteroides*

lls/ml(MPN법 및 plate count법)이었고 실제로 산내성이 강하고 발효중기 이후에 우세균으로 작용하는 *Lac. plantarum*의 숫자는 매우 적은 것으로 나타나 7.3 cells/g이었다. 김치의 개별 원료 중에도 대단히 적은 숫자의 *Lac. plantarum*이 측정되었을 뿐이었고 특이한 점은 건조시키지 않은 붉은 고추에서는 이 세균이 발견되기도 하였으나 건조고추가루에서는 반복된 실험에서도 발견되지 않았다. 마늘의 경우도 껍질을 가서 판매하는 간마늘의 경우는 *Lac. plantarum*의 숫자가 $3.6 \times 10^2 \sim 4.4 \times 10^6$ cells/g이라는 범위가 넓으면서 대단히 많은 숫자가 발견된 반면 통마늘을 시험직전에 가서 그 숫자를 측정하였을 때는 0.0~37.2 cells/g에 지나지 않았으며 기타

배추나 무우와 같은 주재료는 물론 다른 부재료에는 다같이 그 숫자가 작았다.

같은 원료라도 균의 분포나 숫자가 다른 것은 동일한 지역에서 재배해 동일한 때에 수확한 사료작물의 경우에도 균수가 서로 다르고 같은 재료에서도 부위별로 따로 측정해도 균수가 다르다고 한 보고⁽¹⁶⁾와 식물에 존재하는 미생물은 표면에만 있으며 싱싱한 식물보다는 표면이 손상된 부위에 많이 존재하며 이 손상된 부위로부터 영양분을 공급받는다라는 보고⁽¹⁷⁾를 참고로할 때 껍질을 가서 판매하는 간마늘은 껍질을 까는 과정 중에 기계적으로 상처를 입게 되고 그로 말미암아 표면의 미생물이 많은 수로 증식되었기 때문에 간마늘에 특히 미생물의 수가 많은 것으로 판단된다. 현재까지 알려진 지식으로는 여러 종류의 젖산균이 혼합된 상태에서 *Lac. plantarum*만의 수를 측정할 수 없기 때문에 7% 에탄올을 보강한 Rogosa SL 액체배지⁽¹¹⁾에 MPN법을 이용하였다. 이 배지에서는 *Leuconostoc*속은 물론 *Streptococcus*속의 구균뿐만 아니라 *Lac. leichimannii*, *Lac. fermentum*, *Lac. sake* 등도 번식하지 못하나 *Lac. brevis*는 번식을 할 수 있으므로 *Lac. plantarum*의 실제수는 Table 3에서 보다 적을 것이 예상된다.

요 약

김치류 발효 중에 분리될 수 있는 젖산균은 *Leu. mesenteroides*, *Lac. plantarum*, *Lac. brevis* 및 *Ped. pentosaceus*와 같이 이미 잘 알려진 젖산균 외에도 젖산 생성능은 약하나 발효초기에 숫자나 번식속도면에서 *Leu. mesenteroides*와 비슷한 간균들이 여러종 발견되었다. 이 초기간균들은 *Lac. leichimannii*, *Lac. fermentum*, *Lac. sake* 등으로서 이들을 합쳐 초기 숫자가 10^4 cells/ml를 능가하였고 발효 중 최대숫자 10^8 cells/ml까지 번식하였다. 김치로부터 분리동정된 젖산균을 식염이 첨가되지 않은 배추즙액과 3.0%의 식염이 첨가된 배추즙액을 개

별적으로 순수배양했을 때 *Leu. mesenteroides* 한 종과 *Lac. leichmannii*는 산생성에 차이가 없었으나 *Leu. mesenteroides* 다른 한 종과 *Lac. fermentum* 및 *Lac. plantarum*은 식염이 존재할때 산생성능이 저하되었다. 분리된 젖산균을 조합하여 복합균주로 3.0% 식염이 첨가된 배추즙액을 발효시켰을 때 초기간균들은 발효에 유의할 만한 영향을 주지 못하였고 *Leu. mesenteroides*가 조합에 포함되어 있을 때에만 산생성의 유도기가 없이 빠른 속도로 산이 생성되었으며 최종 산생성량도 많았다. 김치원료 혼합물 중의 초기 젖산균수는 10^4 cells/ml 이상이었으며 *Lac. plantarum*수는 이보다 훨씬 적어서 0.36~240 cells/g으로 나타났고 각 원료당 *Lac. plantarum*의 수는 특이하게 높은 숫자($3.6 \times 10^2 \sim 4.4 \times 10^6$ cells/g)를 나타내는 간마늘을 제외하고는 0.0~240 cells/g의 범위에 있었다.

문 헌

1. 김호식, 정윤수 : 김치 및 김에서 분리한 호기성 세균의 동정에 관하여. 한국농화학회지, 3, 19(1962)
2. 황규찬, 정윤수, 김호식 : 김치의 미생물학적 연구(제 2보). 호기성 세균의 분리와 동정. 과연회보, 5, 51(1960)
3. 김호식, 전재근 : 김치발효 중의 세균의 동적 변화에 관한 연구. 원자력 논문집, 6, 112(1966)
4. 김호식, 황규찬 : 김치의 미생물학적 연구(제 1보). 혐기성 세균의 분리와 동정. 과연회보, 4, 56(1959)
5. 민태익, 권태환 : 김치발효에 미치는 온도 및 식염농도의 영향. 한국식품과학회지, 16, 443(1984)
6. Frazier, W.C. and Westhoff, D.C. : *Food microbiology*. McGraw-Hill Book Co., p.369(1978)
7. Stamer, F.R., Stoyla, B.O. and Dunckel, B. B. : Growth rates and fermentation patterns of lactic acid bacteria associated with the sauerkraut fermentation. *J. Milk Food Technol.*, 34, 521(1971)
8. Deman, J.C., Rogosa, M. and Shape, M.E. : A medium for the cultivation of lactobacilli. *J. Appl. Bacteriol.*, 23, 130(1960)
9. Buchanan, R.E. and Gibbons, N.E. : *Bergey's manual of determinative Bacteriology*. Williams and Wilkins Co., Baltimore, MD(1974)
10. Mayeux, J.V. and Colmer, J.R. : Selective medium for *Leuconostoc* detection. *J. Bacteriol.*, 81, 1009(1961)
11. Mundt, J.O. and Hamer, J.L. : Suppression of *Leuconostoc mesenteroides* during isolation of lactobacilli. *Appl. Microbiol.*, 14, 1044(1966)
12. Mundt, J.O. and Hamer, J.L. : Lactobacilli on plants. *Appl. Microbiol.*, 16, 1326(1968)
13. McDonald, L.C., McFeeters, R.F. and Fleming, H.P. : A differential medium for the enumeration of homofermentative and heterofermentative lactic acid bacteria. *Appl. Environ. Microbiol.*, 53, 1382(1987)
14. Kotzekidu, P. and Roukas, T. : Characterization and distribution of lactobacilli during lactic fermentation of okra (*Hibiscus esculentus*). *J. Food Sci.*, 51, 623(1986)
15. 김찬조, 장지현 : 신고 식품미생물학. 수학사, p.155(1988)
16. Kroulik, J.T., Burkey, K.A. and Wiseman, H.G. : The microbial populations of the green plant and the cut forage prior to ensiling. *J. Dairy Sci.*, 38, 256(1955)
17. Stirling, A.C. and Wittenbury, R. : Sources of the lactic acid bacteria occurring in silage. *J. Appl. Bacteriol.*, 26, 86(1963)

(1990년 3월 15일 접수)