

## 김치에서 분리한 저온성 젖산균의 배양특성

소명환 · 김영배\*

부천전문대학 식품영양과, \*고려대학교 식품공학과

### Cultural Characteristics of Psychrotrophic Lactic Acid Bacteria Isolated from *Kimchi*

Myung-Hwan So and Young-Bae Kim\*

Department of Food and Nutrition, Bucheon Junior College

\*Department of Food Technology, Korea University

#### Abstract

The cultural characteristics of 60 strains of psychrotrophic lactic acid bacteria which were isolated from *kimchi*, a Korean traditional fermented vegetable food, and identified as *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, *Leu. paramesenteroides*, *Leu. lactis*, *Lactobacillus bavaricus* and *Lac. homohiochii* were tested. All strains grew at 5°C, 10°C and 37°C in tomato glucose broth, but not at 45°C. The optimum growth temperature of *Leu. mesenteroides* and *Lactobacillus* sp. were 33~34°C and 34~36°C, respectively. All strains of *Leu. mesenteroides* and *Lactobacillus* sp. grew at 4.8 and 4.2 of initial pH, but not at 4.0. The final pH of *Leu. mesenteroides* and *Lactobacillus* sp. in glucose broth were 3.84~4.10 and 3.82~3.99, respectively. None of the 60 strains clotted milk nor reduced litmus in litmus milk. All strains of *Leu. mesenteroides* and *Lactobacillus* sp. grew in tomato glucose broth containing 7% ethanol or 6.5% NaCl, but not in the broth containing 15% ethanol or 10% NaCl. All strains grew in tomato glucose broth containing 40% bile juice and survived in the artificial gastric juice of pH 3.5. Furthermore, all strains of *Leu. mesenteroides* survived in the artificial gastric juice of pH 3.0. Since many strains of lactic acid bacteria tested in this study showed differences in several physiological characteristics from those described in *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, it was considered that further tests would be necessary to clarify their positions in taxonomic system.

Key words: *kimchi*, lactic acid bacteria, psychrotrophs, physiological characteristics

#### 서 론

김치는 발효식품이므로 이의 품질향상을 위해서는 발효에 관여하는 미생물들의 특성을 잘 이해하는 것이 무엇보다 중요하다. 김치의 발효에 관여하는 젖산균도 sauerkraut<sup>(1)</sup>이나 pickle<sup>(1, 6)</sup>에서와 같이 발효초기에는 *Leuconostoc*속이 우세하게 증식하여 초기의 산생성을 주도하고, 발효후기에는 *Lactobacillus*속이 왕성하게 증식하는 것으로 알려져 있다<sup>(7, 8)</sup>. Sauerkraut나 pickle에서 주 발효균인 *Lactobacillus plantarum*이 김치 발효에서는 산패균으로 인정되고 있고, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*가 중요한 젖산균인 것으로 평가되고 있다<sup>(9)</sup>.

최근의 보고들<sup>(9, 12)</sup>에서는 저온 발효시에 검출되는 젖산균들 중에는 *Lac. plantarum*이 포함되어 있지 않으며, 반면 *Lac. maltaromicus*<sup>(10, 11)</sup>, *Lac. sake*<sup>(10, 11)</sup>, *Lac.*

*bavaricus*<sup>(12)</sup>, *Lac. homohiochii*<sup>(12)</sup> 등이 포함되어져 있는 것으로 알려지고 있다.

그러나 김치에서 분리되어 위와 같이 동정된 젖산균들이 외국에서 분리 동정된 같은 종의 젖산균들과 그 특성들이 잘 일치하고 있는지는 알려지지 않고 있다.

외국에서 분리된 여러 젖산균들의 예<sup>(13, 18)</sup>에서 젖산균들이 생육환경에 적응하여 독특한 특성을 지닌 경우를 많이 찾아 볼 수 있다. 즉, 제당공장의 사탕수수즙에서 검출되는 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*<sup>(13)</sup>는 다른 세균들이 증식하기 어려운 15%의 설탕 존재하에서 잘 증식하고 dextran을 생성하는데, 이는 과일 설탕을 dextran으로 전환하여 삼투압을 줄이는 능력을 습득한 결과로 볼 수 있다. 포도주에서 검출되는 *Leu. oenos*<sup>(14)</sup>는 일반적인 세균들이 증식하지 못하는 pH 3.5에서 가장 잘 증식하며 L-malic acid와 citric acid를 요구하는데, 이는 이러한 유기산의 함량이 높고 pH가 낮은 포도주에 적응하여 지니게 된 특성들로 볼 수 있다.

이 외에도 여러 젖산균들이 환경에 적응하여 갖게된 독특한 특성의 예들을 들어보면, 청주의 변태균인 *Lac. homohiochii*<sup>(15)</sup>가 15% 에탄올 함유배지에서 잘 증식하고

Corresponding author: Myung-Hwan So, Department of Food and Nutrition, Bucheon Junior College, Simgok-dong, Wonmi-gu, Bucheon-si, Kyungki-do 421-735, Korea

koji 곰팡이가 생산하는 D-mevalonic acid를 growth factor로 요구하는 점, sour dough의 발효에 관여하는 *Lac. sanfrancisco*<sup>(16)</sup>가 공존하는 효모가 생산하는 peptide를 growth factor로 요구하는 점, 간장 발효에 관여하는 *Pediococcus halophilus*<sup>(17)</sup>가 18%의 소금 함유배지에서 잘 증식하는 점, 우유에서 분리된 *Lac. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*<sup>(15)</sup>와 *Lac. helveticus*<sup>(15)</sup>가 우유의 2당류인 lactose는 잘 이용하지만 식물성 2당류인 maltose와 sucrose는 이용하지 못하는 점, 반면에 식물에서 분리된 *Lac. plantarum*<sup>(15)</sup>과 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*<sup>(15)</sup>가 maltose와 sucrose는 잘 이용하지만 lactose는 이용하지 못하는 점, 동물의 장내에 서식하는 *Enterococcus faecalis*<sup>(18)</sup>와 *En. faecium*<sup>(18)</sup>이 40%의 담즙을 함유하는 배지에서 잘 증식하는 점 등이다.

이러한 예들에서 유추한다면 오랜 역사를 지닌 김치도 미생물의 입장에서 보면 생육환경이 나름대로 특이하기 때문에 관여하는 젖산균들이 이러한 환경에 적응하여 외국에서 분리.동정한 젖산균들과는 다른 특성을 지닐 수 있다는 가정이 가능하다.

저자들<sup>(12)</sup>은 김치의 저온발효에 관여하는 저온성 젖산균 주요균주로 60주를 분리하여 동정하고, 당류발효성, arginine 분해능, 젖산의 configuration 등에서 외국에서 분리동정된 젖산균들과의 차이점을 보고한 바 있다.

본 연구는 이들 저온성 젖산균들의 특성을 좀 더 규명하기 위하여 시도되었다. 이를 위하여 본 젖산균 60주에 대하여 증식온도, 증식 가능한 초기 pH, 배양액의 최종 pH 및 최종 산도, litmus milk 및 skim milk에서의 배양반응, 그리고 에탄올, 소금, 인공위액 및 담즙 등에 대한 내성을 각각 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 젖산균

본 실험에 사용된 젖산균 균주들은 Table 1에서 보듯이 저온발효된 두 종류의 김치에서 분리된 60주이며, 이들의 분리원과 동정에 관해서는 진보<sup>(12)</sup>에서 보고하였다. 균종별로 보면 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 17주, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum* 12주, *Leu. lactis* 3주, *Leu. paramesenteroides* 2주, *Lac. bavariensis* 24주 및 *Lac. homohiochii* 2주이었다.

### 배지

본 실험에 사용된 배지중 glucose broth(pH 6.8)<sup>(19)</sup>의 조성은 glucose 20g, peptone 15g, NaCl 5g, Tween 80 1ml, yeast extract 6g, L-cysteine 0.1g, distilled water 1000 ml이며, tomato glucose broth(pH 6.8)는 glucose broth에 tomato juice를 10% 첨가하여 제조하였다. 예비실험 결과 본 실험에 사용된 젖산균들중 일부 균주는 대표적인 젖산균 배지인 MRS broth<sup>(20)</sup>에서 거의 증식하지 못하였으나 위의 두 배지에서는 모든 균주가 비교적

Table 1. The list of lactic acid bacteria tested in this study

Strain No.	Species identified <sup>1)</sup>	Strain No.	Species identified <sup>1)</sup>
A01	<i>Leu. mes mes</i>	B01	<i>Lac. bavariensis</i>
A02	<i>Leu. mes mes</i>	B02	<i>Lac. bavariensis</i>
A03	<i>Leu. mes mes</i>	B03	<i>Lac. bavariensis</i>
A04	<i>Leu. mes mes</i>	B04	<i>Lac. bavariensis</i>
A05	<i>Leu. mes mes</i>	B05	<i>Lac. bavariensis</i>
A06	<i>Leu. mes mes</i>	B06	<i>Lac. bavariensis</i>
A07	<i>Leu. mes mes</i>	B07	<i>Lac. bavariensis</i>
A08	<i>Leu. mes mes</i>	B08	<i>Lac. bavariensis</i>
A09	<i>Leu. mes mes</i>	B09	<i>Lac. bavariensis</i>
A10	<i>Leu. mes mes</i>	B10	<i>Lac. bavariensis</i>
A11	<i>Leu. mes mes</i>	B11	<i>Lac. bavariensis</i>
A12	<i>Leu. mes mes</i>	B12	<i>Lac. bavariensis</i>
A13	<i>Leu. mes mes</i>	B13	<i>Lac. bavariensis</i>
A14	<i>Leu. mes mes</i>	B14	<i>Lac. bavariensis</i>
A15	<i>Leu. mes dex</i>	B15	<i>Lac. bavariensis</i>
A16	<i>Leu. mes dex</i>	B16	<i>Lac. bavariensis</i>
A17	<i>Leu. mes dex</i>	B17	<i>Lac. bavariensis</i>
A18	<i>Leu. mes dex</i>	B18	<i>Lac. bavariensis</i>
A19	<i>Leu. mes dex</i>	B19	<i>Lac. bavariensis</i>
A20	<i>Leu. mes dex</i>	B20	<i>Lac. bavariensis</i>
A21	<i>Leu. mes dex</i>	B21	<i>Lac. homohiochii</i>
A22	<i>Leu. mes dex</i>	B22	<i>Lac. homohiochii</i>
A23	<i>Leu. mes dex</i>	B23	<i>Leu. lactis</i>
A24	<i>Leu. mes dex</i>	B24	<i>Leu. lactis</i>
A25	<i>Leu. mes dex</i>	B25	<i>Leu. lactis</i>
A26	<i>Leu. mes dex</i>	B26	<i>Leu. mes mes</i>
A27	<i>Lac. bavariensis</i>	B27	<i>Leu. mes mes</i>
A28	<i>Lac. bavariensis</i>	B28	<i>Leu. mes mes</i>
A29	<i>Lac. bavariensis</i>	B29	<i>Leu. paramesenteroides</i>
A30	<i>Lac. bavariensis</i>	B30	<i>Leu. paramesenteroides</i>

<sup>1)</sup>Identified in the authors' previous study<sup>(12)</sup>.

A01~A30 were isolated from kimchi-A<sup>(12)</sup>, and B01~B30 from kimchi-B<sup>(12)</sup> which were fermented at 5~7°C for 20 days and 50 days, respectively. *Leu. mes mes*: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. mes dex*: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum*, *Lac.*: *Lactobacillus*.

잘 증식하였으므로 이 배지들을 사용하였다.

### 증식온도 범위 및 최적 증식온도

증식온도 범위는 tomato glucose broth 5 ml에 시험균 배양액 1백급이를 접종하고 5°C, 37°C 및 45°C로 유지된 항온수조에서 2주일간 배양하면서 균의 증식 여부를 육안적으로 관찰하였다. 5일 이내에 증식하면 양성, 5일 이후에 증식하면 약한 양성(weak positive), 증식하지 못하면 음성으로 각각 판정하였다. 최적 증식온도는 멸균된 tomato glucose broth 40 ml에 시험균 배양액 0.1 ml를 접종하고 잘 혼합한 후 무균적으로 3 ml씩 10개의 시험관에 분주하고 뚜껑을 씌운 후 20°C~38°C의 범위에서 2°C 간격으로 조정된 항온수조에서 8시간 및 12시간 배양한 후 배양액의 optical density를 600 nm에서 측정하여 비교하였다.

### 여러 초기 pH에서 증식 여부

젖산으로 tomato glucose broth의 pH를 4.8, 4.6, 4.4, 4.2 및 4.0으로 조정하여 5ml에 시험균 배양액 1백균 이를 접종하고 25°C에서 2주간 배양하면서 증식 여부를 육안적으로 관찰하였다. 5일 이내에 증식하면 양성, 5일 이후에 증식하면 느린양성(slow positive), 증식하지 못하면 음성으로 각각 판정하였다.

### 배양액의 최종 pH 및 최종 산도

Glucose broth, tomato glucose broth 또는 skim milk 5 ml에 시험균 배양액 1백균이를 접종하고 25°C에서 2주일간 배양한 후에 배양액의 pH와 산도를 측정하였다. 산도는 0.1 N-NaOH로 적정하여 젖산의 함량(%)으로 나타내었다.

### 에탄올 및 소금에 대한 내성

에탄올에 대한 내성검사시에는 tomato glucose broth에 에탄올이 7%, 10%, 12% 및 15% 함유되게 한 후 시험균을 접종하였고, 소금에 대한 내성검사시에는 tomato glucose broth에 NaCl이 6.5%, 8% 및 10% 함유되게 한 후 시험균을 접종하였다. 두 실험 모두 시험균을 접종한 시험관은 밀폐한 후 25°C에서 2주일간 배양하면서 균의 증식 여부를 육안적으로 관찰하였다. 5일 이내에 증식하면 양성, 5일 이후에 증식하면 약한 양성, 증식하지 못하면 음성으로 각각 판정하였다.

### Litmus milk에서의 배양반응

Litmus milk 10ml가 분주된 시험관에 시험균을 접종하고 잘 혼합한 후 25°C에서 2주일간 배양하면서 산 생성에 의한 지시약의 변색, 환원에 의한 지시약의 탈색, curd의 생성 및 가스의 발생여부를 관찰하였다. 5일 이내에 반응이 나타나면 양성, 5일 이후에 나타나면 느린 양성, 반응이 없으면 음성으로 각각 판정하였다.

### 인공위액에 대한 내성

인공위액은 Kobayashi 등<sup>(21)</sup>의 방법에 따라 제조하였으며 pH는 HCl로서 3.0, 3.5 및 4.0으로 조정하였다. 내성검사시에는 37°C로 유지된 인공위액 10 ml에 시험균액 0.1 ml를 가하고 37°C에서 3시간 유지시킨 후 NaOH 용액으로 즉시 중화하고 tomato glucose agar를 사용하여 평판배양법으로 생존수를 측정하였다. 인공위액에 반응시키기 전의 균수와 비교하여 생존율이 50% 이상일 때는 양성, 10~50%의 범위일 때는 약한 양성, 10% 미만일 때는 음성으로 각각 판정하였다.

### 담즙에 대한 내성

Tomato glucose broth에 oxgall powder(Difco사 제품)를 1% 및 4% 첨가하고 시험균을 접종한 후 25°C에서 2주일간 배양하며 균의 증식여부를 육안적으로 관찰하였다<sup>(22)</sup>. 5일 이내에 증식하면 양성, 5일 이후에 증식하면

느린 양성, 증식하지 못하면 음성으로 각각 판정하였다. Oxgall powder는 증류수에 녹여 membrane filter(0.45 µm)로 여과하여 첨가하였으며, 이의 1% 용액은 10% 담즙액에 해당된다<sup>(23)</sup>.

## 결과 및 고찰

### 증식온도 범위 및 최적 증식온도

김치에서 분리한 저온성 젖산균 60주에 대하여 5°C, 10°C, 37°C 및 45°C에서의 증식 여부와 최적 증식온도를 조사해 본 결과는 Table 2와 같았다.

60균주 모두 5°C, 10°C 및 37°C에서 증식하였으나 45°C에서는 증식하지 못하였다. 최적 증식온도는 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 동정된 균주들은 33~34°C이었고, *Leu. paramesenteroides*로 동정된 것은 25°C이었으며, *Leu. lactis*로 동정된 것은 29°C이었다. 한편 *Lac. bavariensis* 및 *Lac. homohiochii*로 동정된 것의 최적 증식온도는 34~36°C이었다. 또 시험된 모든 균주가 5°C에서 증식하였으므로 본 젖산균들은 모두 저온성균(psychrotrophs)<sup>(24)</sup>에 해당됨을 알 수 있었다.

위와 같이 동정된 모든 균주들이 37°C에서 증식하고, 45°C에서 증식하지 못하는 점은 *Bergey's Manual*<sup>(25)</sup>의 내용과 일치한다. 그러나 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 동정된 모든 균주들의 최적 증식온도가 33~34°C인 것은 *Bergey's Manual*<sup>(25)</sup>의 20~30°C와 다소 다르다.

한편 본 연구에서 젖산균의 증식 가능한 초기 pH, 배양액의 최종 pH와 최종산도, litmus milk에서의 배양반응, 에탄올과 NaCl에 대한 내성 및 담즙에 대한 내성의 실험시에 배양온도를 25°C로 하였는데, 이 온도는 *Leu. paramesenteroides*로 동정된 균주들에게는 최적 증식온도이지만 나머지 균주들에 대해서는 최적 증식온도보다 다소 낮은 온도가 된다. 이와 같이 본 연구에서 여러 실험을 최적 증식온도보다 다소 낮은 온도에서 하게 된 것은, *Bergey's Manual*<sup>(25)</sup>에 *Leuconostoc*속의 최적 증식온도가 20~30°C이라고 한 점을 참고하여 25°C에서 실험을 하고 그 후에 최적 증식온도를 추정하여 보았기 때문이다. 그러나 본 균주들은 모두 25°C에서 배양했을 경우에도 최적 증식온도에서 배양했을 때와 거의 유사할 정도로 매우 왕성하게 증식하였으므로 그 결과들은 최적 증식온도에서 얻은 결과와 크게 다르지 않을 것으로 생각한다.

### 증식 가능한 초기 pH, 배양액의 최종 pH 및 최종 산도

본 젖산균들의 증식 가능한 초기 pH를 조사해 본 결과는 Table 3과 같았고, 배양액의 최종 pH 및 최종산도를 조사한 결과는 Table 4와 같았다.

*Leuconostoc*속으로 동정된 모든 균주들은 tomato glucose broth에서 배양시에 초기 pH 4.8 및 4.6에서 증식

**Table 2. Growth of lactic acid bacteria isolated from kimchi at different temperatures and optimum growth temperature in tomato glucose broth for 2 weeks**

Strain No.	Species	Growth at				Optimum temp.(°C)	Strain No.	Species	Growth at				Optimum temp.(°C)
		5°C	10°C	37°C	45°C				5°C	10°C	37°C	45°C	
A01	Lm	+	+	+	-	34	B23	Ll	+	+	+	-	29
A02	Lm	+	+	+	-	34	B24	Ll	+	+	+	-	29
A03	Lm	+	+	+	-	34	B25	Ll	+	+	+	-	29
A04	Lm	+	+	+	-	33	-----						
A05	Lm	+	+	+	-	33	B01	Lb	+	+	+	-	34
B26	Lm	+	+	+	-	34	A27	Lb	+	+	+	-	35
B27	Lm	+	+	+	-	34	B02	Lb	+	+	+	-	35
B28	Lm	+	+	+	-	34	B03	Lb	+	+	+	-	34
A06	Lm	+	+	+	-	34	A28	Lb	+	+	+	-	34
A07	Lm	+	+	+	-	34	B04	Lb	+	+	+	-	35
A08	Lm	+	+	+	-	34	B05	Lb	+	+	+	-	34
A09	Lm	+	+	+	-	34	B06	Lb	+	+	+	-	35
A10	Lm	+	+	+	-	34	B07	Lb	+	+	+	-	35
A11	Lm	+	+	+	-	34	B08	Lb	+	+	+	-	34
A12	Lm	+	+	+	-	34	B09	Lb	+	+	+	-	35
A13	Lm	+	+	+	-	34	B10	Lb	+	+	+	-	35
A14	Lm	+	+	+	-	33	B11	Lb	+	+	+	-	35
-----						B12	Lb	+	+	+	-	35	
A15	Ld	+	+	+	-	34	B13	Lb	+	+	+	-	34
A16	Ld	+	+	+	-	34	B14	Lb	+	+	+	-	36
A17	Ld	+	+	+	-	33	B15	Lb	+	+	+	-	35
A18	Ld	+	+	+	-	34	B16	Lb	+	+	+	-	34
A19	Ld	+	+	+	-	34	B17	Lb	+	+	+	-	35
A20	Ld	+	+	+	-	34	B18	Lb	+	+	+	-	35
A21	Ld	+	+	+	-	33	A29	Lb	+	+	+	-	34
A22	Ld	+	+	+	-	33	B19	Lb	+	+	+	-	34
A23	Ld	+	+	+	-	33	B20	Lb	+	+	+	-	35
A24	Ld	+	+	+	-	33	A30	Lb	+	+	+	-	33
A25	Ld	+	+	+	-	34	-----						
A26	Ld	+	+	+	-	34	B21	Lh	+	+	+	-	35
-----						B22	Lh	+	+	+	-	36	
B29	Lp	+	+	+	-	25							
B30	Lp	+	+	+	-	25							

Lm: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, Ld: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum*, Lp: *Leuconostoc paramesenteroides*, Ll: *Leuconostoc lactis*, Lb: *Lactobacillus bavaricus*, Lh: *Lactobacillus homohiochii*. +: positive, -: negative.

하였으며, 특히 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 동정된 모든 균주들은 초기 pH 4.4 및 4.2에서도 증식하였다. *Lac. bavaricus* 및 *Lac. homohiochii*로 동정된 모든 균주들도 초기 pH 4.2 까지는 증식하였으나 4.0에서는 증식하지 못하였다.

*Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 동정된 모든 균주의 glucose broth에서의 최종 pH 및 최종 산도는 각각 3.85~4.10 및 0.61~0.73%이었고, tomato glucose broth에서의 최종 pH 및 최종 산도는 각각 3.93~4.14 및 0.75~0.90%이었다. *Leu. paramesenteroides*로 동정된 균주들도 대체로 위와 비슷하였다. 그러나 *Leu. lactis*로 동정된 것은 다소 달라 더 높은 최종 pH와 더 낮은 최종

산도를 나타내었다. 한편 *Lac. bavaricus* 및 *Lac. homohiochii*로 동정된 균주들의 glucose broth에서의 최종 pH 및 최종 산도는 각각 3.82~3.99 및 0.63~0.76%이었고, tomato glucose broth에서의 최종 pH 및 최종 산도는 각각 3.82~4.03 및 0.79~0.93%이었다.

*Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, *Lac. bavaricus* 및 *Lac. homohiochii*로 동정된 균주들의 증식 가능한 초기 pH, 배양액의 최종 pH 및 최종 산도가 균종간에 뚜렷한 차이가 없는 점과, 최종산도가 높지 못한 *Leu. lactis*의 분리원이 숙성이 더 진행된 김치시료 B인 점<sup>(12)</sup>은 예상 밖의 결과이다. 또 본 젖산균들은 *Lactobacillus*속과 *Leuconostoc*속을 가리지 않고 glucose broth 및 tomato glucose broth에서의 최종 산도가 각각 0.7% 및 0.8% 내외이었

**Table 3. Initial pH for growth of lactic acid bacteria isolated from kimchi in tomato glucose broth at 25°C for 2 weeks**

Strain No.	Species	Growth at initial pH <sup>1)</sup>					Strain No.	Species	Growth at initial pH <sup>1)</sup>				
		4.8	4.6	4.4	4.2	4.0			4.8	4.6	4.4	4.2	4.0
A01	Lm	+	+	+	+	-	B23	Ll	+	+	(+)	-	-
A02	Lm	+	+	+	+	-	B24	Ll	+	+	-	-	-
A03	Lm	+	+	+	+	-	B25	Ll	+	+	-	-	-
A04	Lm	+	+	+	+	-	-----						
A05	Lm	+	+	+	+	-	B01	Lb	+	+	+	+	-
B26	Lm	+	+	+	+	(+)	A27	Lb	+	+	+	+	-
B27	Lm	+	+	+	+	-	B02	Lb	+	+	+	+	-
B28	Lm	+	+	+	+	-	B03	Lb	+	+	+	+	-
A06	Lm	+	+	+	+	-	A28	Lb	+	+	+	+	-
A07	Lm	+	+	+	+	-	B04	Lb	+	+	+	+	-
A08	Lm	+	+	+	+	(+)	B05	Lb	+	+	+	+	-
A09	Lm	+	+	+	+	(+)	B06	Lb	+	+	+	+	-
A10	Lm	+	+	+	+	-	B07	Lb	+	+	+	+	-
A11	Lm	+	+	+	+	-	B08	Lb	+	+	+	+	-
A12	Lm	+	+	+	+	-	B09	Lb	+	+	+	+	-
A13	Lm	+	+	+	+	-	B10	Lb	+	+	+	+	-
A14	Lm	+	+	+	+	-	B11	Lb	+	+	+	+	-
-----						B12	Lb	+	+	+	+	-	
A15	Ld	+	+	+	+	-	B13	Lb	+	+	+	+	-
A16	Ld	+	+	+	+	-	B14	Lb	+	+	+	+	-
A17	Ld	+	+	+	+	-	B15	Lb	+	+	+	+	-
A18	Ld	+	+	+	+	-	B16	Lb	+	+	+	+	-
A19	Ld	+	+	+	+	-	B17	Lb	+	+	+	+	-
A20	Ld	+	+	+	+	-	B18	Lb	+	+	+	+	-
A21	Ld	+	+	+	+	(+)	A29	Lb	+	+	+	+	-
A22	Ld	+	+	+	+	(+)	B19	Lb	+	+	+	+	-
A23	Ld	+	+	+	+	-	B20	Lb	+	+	+	+	-
A24	Ld	+	+	+	+	-	A30	Lb	+	+	+	+	-
A25	Ld	+	+	+	+	-	-----						
A26	Ld	+	+	+	+	-	B21	Lh	+	+	+	+	-
-----						B22	Lh	+	+	+	+	-	
B29	Lp	+	+	+	-	-							
B30	Lp	+	+	+	-	-							

Lm: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, Ld: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum*, Lp: *Leuconostoc paramesenteroides*, Ll: *Leuconostoc lactis*, Lb: *Lactobacillus bavaricus*, Lh: *Lactobacillus homohiochii*.

+: positive, (+): slow positive, -: negative.

<sup>1)</sup>The pH was adjusted with lactic acid.

으므로 김치발효에서 강력한 산패작용을 나타내지는 않을 것으로 추측된다.

이상의 결과들 중에서 *Bergey's Manual*<sup>(25)</sup>의 내용과 일치하지 않는 주목할 만한 점은 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 동정된 모든 균주들이 초기 pH 4.8에서 뿐만 아니라 4.2에서도 증식하는 점과, 또 이들의 glucose broth에서의 최종 pH가 3.85~4.10으로 *Bergey's Manual*<sup>(25)</sup>의 4.4~4.5보다 훨씬 낮은 점이다. 또 *Leu. paramesenteroides*로 동정된 균주들이 초기 pH 4.8에서 뿐만 아니라 4.4에서도 증식하고, glucose broth에서 최종 pH가 4.03인 점도 일치하지 않는다. *Lac. bavaricus* 및 *Lac. homohiochii*에 대해서는 *Bergey's Manual*<sup>(15)</sup>에 증식 가능한

초기 pH와 배양액의 최종 pH 및 최종 산도에 관한 data가 제시되어져 있지 않아서 비교할 수 없었다.

Litmus milk 및 skim milk에서의 배양

Litmus milk와 skim milk에서의 배양결과는 Table 5와 같았다.

*Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 동정된 일부의 균주들만 litmus milk에서 완만한 산생성 반응을 나타내었고, 다른 균주들은 모두 산생성 반응을 나타내지 않았다. Curd 생성반응, 환원반응 및 가스 생성반응은 시험된 60균주 모두 음성을 나타내었다.

또 skim milk에서의 최종 pH 및 최종 산도도 litmus

**Table 4. Final pH and final acidity of the cultures of lactic acid bacteria isolated from kimchi in glucose broth or in tomato glucose broth at 25°C for 2 weeks**

Strain No.	Species	Final pH in		Final acidity <sup>2)</sup>		Strain No.	Species	Final pH in		Final acidity	
		Glucose broth	TG <sup>1)</sup> broth	Glucose broth	TG broth			Glucose broth	TG broth	Glucose broth	TG broth
A01	Lm	3.93	3.97	0.68	0.86	B23	Ll	4.40	4.54	0.52	0.63
A02	Lm	3.91	3.97	0.68	0.87	B24	Ll	4.47	4.51	0.51	0.63
A03	Lm	3.91	3.96	0.68	0.88	B25	Ll	4.51	4.45	0.50	0.63
A04	Lm	3.91	3.98	0.70	0.84	-----					
A05	Lm	3.91	3.94	0.68	0.89	B01	Lb	3.89	3.90	0.72	0.89
B26	Lm	3.90	3.97	0.71	0.87	A27	Lb	3.84	3.85	0.75	0.93
B27	Lm	3.92	3.96	0.70	0.87	B02	Lb	3.95	4.00	0.67	0.80
B28	Lm	3.92	3.96	0.69	0.87	B03	Lb	3.98	4.03	0.65	0.79
A06	Lm	3.85	3.93	0.73	0.90	A28	Lb	3.99	3.96	0.63	0.83
A07	Lm	4.09	4.00	0.61	0.86	B04	Lb	3.92	3.95	0.68	0.83
A08	Lm	3.95	4.02	0.67	0.82	B05	Lb	3.89	3.96	0.70	0.83
A09	Lm	4.04	4.14	0.65	0.75	B06	Lb	3.90	3.97	0.70	0.82
A10	Lm	3.92	4.08	0.69	0.78	B07	Lb	3.99	3.96	0.65	0.84
A11	Lm	3.89	4.08	0.69	0.78	B08	Lb	3.98	3.98	0.65	0.83
A12	Lm	3.88	4.08	0.70	0.78	B09	Lb	3.93	3.95	0.68	0.86
A13	Lm	3.98	4.00	0.67	0.84	B10	Lb	3.94	4.03	0.67	0.82
A14	Lm	3.98	4.00	0.68	0.84	B11	Lb	3.84	3.85	0.75	0.92
-----						B12	Lb	3.91	3.97	0.69	0.85
A15	Ld	3.96	4.03	0.67	0.81	B13	Lb	3.98	3.98	0.64	0.84
A16	Ld	3.98	4.04	0.67	0.81	B14	Lb	3.84	3.84	0.75	0.94
A17	Ld	4.01	4.09	0.65	0.78	B15	Lb	3.93	3.95	0.67	0.86
A18	Ld	4.07	4.12	0.63	0.76	B16	Lb	3.99	3.96	0.64	0.86
A19	Ld	4.07	4.12	0.64	0.76	B17	Lb	3.82	3.82	0.76	0.87
A20	Ld	4.05	4.07	0.64	0.80	B18	Lb	3.87	3.95	0.74	0.83
A21	Ld	4.09	4.12	0.62	0.77	A29	Lb	3.93	3.92	0.67	0.89
A22	Ld	4.09	4.08	0.64	0.78	B19	Lb	3.99	4.03	0.64	0.81
A23	Ld	4.04	4.07	0.65	0.78	B20	Lb	3.88	3.94	0.72	0.86
A24	Ld	4.04	4.07	0.63	0.78	A30	Lb	3.96	4.01	0.67	0.79
A25	Ld	4.10	4.08	0.61	0.78	-----					
A26	Ld	4.08	4.12	0.62	0.79	B21	Lh	3.95	3.94	0.63	0.86
-----						B22	Lh	3.95	3.99	0.64	0.83
B29	Lp	4.03	4.06	0.64	0.81						
B30	Lp	4.03	4.18	0.63	0.74						

Lm: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, Ld: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum*, Lp: *Leuconostoc paramesenteroides*, Ll: *Leuconostoc lactis*, Lb: *Lactobacillus bavaricus*, Lh: *Lactobacillus homohiochii*.

<sup>1)</sup>Tomato glucose broth.

<sup>2)</sup>Lactic acid %.

milk에서의 반응과 마찬가지로 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 동정된 일부의 균주들이 미약하게 산을 생성하였고, 다른 균주들은 모두 산을 생성하지 못하였다.

Litmus milk와 skim milk에서 증식반응을 거의 보이지 못한 점으로 보아 본 젖산균들은 우유에서 분리되는 젖산균들과는 달리 아직 우유에 잘 적응하지 못했음을 알 수 있다. *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum* 및 *Leu. paramesenteroides*로 동정된 균주들이 litmus milk와 skim milk에서 증식반응을 잘 나타내지 못하는 점은 *Bergey's Manual*<sup>(25)</sup>의 내용과 잘 일치하지만 *Leu. lactis*로 동정된 균주들이 증식반응을 나타내지 못한 점은 일치하지 않는다. *Lac.*

*bavaricus* 및 *Lac. homohiochii*에 대해서는 *Bergey's Manual*<sup>(15)</sup>에 litmus milk에서의 증식반응에 관한 data가 없어서 비교할 수 없었다.

#### 에탄올 및 소금에 대한 내성

에탄올 함유배지와 소금 함유배지에서 증식 여부를 조사해 본 결과는 Table 6과 같았다.

시험된 모든 균주들이 에탄올 7% 함유배지에서 증식하였고, 그중에서 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 동정된 일부의 균주와 *Lac. bavaricus* 및 *Lac. homohiochii*로 동정된 균주들은 에탄올 10% 함유배지에서 뿐만 아니라 12% 함유배지에서도 증식하였다. 그러나 시험된 60균주

**Table 5. Cultivation of lactic acid bacteria isolated from kimchi in litmus milk and in skim milk at 25°C for 2 weeks**

Strain Species		In litmus milk				In skim milk		Strain Species		In litmus milk				In skim milk	
No.		Acid	Curd	Reduction	Gas	Final pH	% Final acidity	No.		Acid	Curd	Reduction	Gas	Final pH	% Final acidity
A01	Lm	(+)	-	-	-	5.36	0.43	B23	Ll	-	-	-	-	6.44	0.20
A02	Lm	(+)	-	-	-	5.57	0.38	B24	Ll	-	-	-	-	6.41	0.21
A03	Lm	(+)	-	-	-	5.58	0.37	B25	Ll	-	-	-	-	6.39	0.21
A04	Lm	(+)	-	-	-	5.47	0.41	-----							
A05	Lm	(+)	-	-	-	5.49	0.41	B01	Lb	-	-	-	-	6.23	0.22
B26	Lm	(+)	-	-	-	5.46	0.41	A27	Lb	-	-	-	-	6.49	0.19
B27	Lm	(+)	-	-	-	5.49	0.41	B02	Lb	-	-	-	-	6.10	0.26
B28	Lm	(+)	-	-	-	5.48	0.41	B03	Lb	-	-	-	-	6.13	0.24
A06	Lm	(+)	-	-	-	5.47	0.41	A28	Lb	-	-	-	-	6.10	0.26
A07	Lm	-	-	-	-	6.31	0.22	B04	Lb	-	-	-	-	6.47	0.20
A08	Lm	-	-	-	-	6.24	0.23	B05	Lb	-	-	-	-	6.25	0.23
A09	Lm	-	-	-	-	6.22	0.23	B06	Lb	-	-	-	-	6.35	0.21
A10	Lm	-	-	-	-	6.45	0.20	B07	Lb	-	-	-	-	6.20	0.23
A11	Lm	-	-	-	-	6.35	0.21	B08	Lb	-	-	-	-	6.20	0.22
A12	Lm	-	-	-	-	6.25	0.22	B09	Lb	-	-	-	-	6.20	0.23
A13	Lm	-	-	-	-	6.16	0.24	B10	Lb	-	-	-	-	6.14	0.25
A14	Lm	-	-	-	-	6.16	0.24	B11	Lb	-	-	-	-	6.14	0.24
-----								B12	Lb	-	-	-	-	6.23	0.22
A15	Ld	(+)	-	-	-	5.54	0.38	B13	Lb	-	-	-	-	6.20	0.23
A16	Ld	(+)	-	-	-	5.42	0.42	B14	Lb	-	-	-	-	6.24	0.22
A17	Ld	-	-	-	-	6.22	0.23	B15	Lb	-	-	-	-	6.35	0.21
A18	Ld	-	-	-	-	6.29	0.22	B16	Lb	-	-	-	-	6.18	0.23
A19	Ld	-	-	-	-	6.27	0.22	B17	Lb	-	-	-	-	6.28	0.22
A20	Ld	-	-	-	-	6.24	0.23	B18	Lb	-	-	-	-	6.16	0.23
A21	Ld	-	-	-	-	6.31	0.22	A29	Lb	-	-	-	-	6.20	0.23
A22	Ld	-	-	-	-	6.19	0.23	B19	Lb	-	-	-	-	6.18	0.23
A23	Ld	-	-	-	-	6.24	0.23	B20	Lb	-	-	-	-	6.12	0.26
A24	Ld	-	-	-	-	6.26	0.23	A30	Lb	-	-	-	-	6.26	0.23
A25	Ld	-	-	-	-	6.29	0.22	-----							
A26	Ld	-	-	-	-	6.31	0.22	B21	Lh	-	-	-	-	6.24	0.21
-----								B22	Lh	-	-	-	-	6.17	0.23
B29	Lp	-	-	-	-	6.47	0.20								
B30	Lp	-	-	-	-	6.41	0.20								

Lm: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, Ld: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum*, Lp: *Leuconostoc paramesenteroides*, Ll: *Leuconostoc lactis*, Lb: *Lactobacillus bavaricus*, Lh: *Lactobacillus homohiochii*. +: positive, (+): slow positive, -: negative.

중에서 에탄올 15% 함유배지에서 증식하는 것은 없었다.

한편 소금 함유배지에서의 증식성은 *Leu. paramesenteroides* 및 *Leu. lactis*로 동정된 균주들은 소금 6.5% 함유배지에서 증식하지 못하였으나 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum* 및 *Lac. homohiochii*로 동정된 모든 균주들과 *Lac. bavaricus*로 동정된 일부의 균주들은 소금 6.5% 함유배지에서 뿐만 아니라 8% 함유배지에서도 증식하였다. 시험된 60균주 중에서 소금 10% 함유배지에서 증식하는 것은 없었다.

이상의 결과들 중에서 *Bergey's Manual*<sup>(15,25)</sup>의 내용과 일치하지 않는 중요한 점은 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum* 및

*Leu. paramesenteroides*로 동정된 모든 균주들이 에탄올 7% 함유배지에서 증식하고, 그 중의 일부는 에탄올 10% 및 12% 함유배지에서도 증식하는 점이다. 이러한 점은 본 젖산균들이 오래 전부터 전통적인 탁·약주의 양조에 관여하여 왔음을 암시하며, 이들의 에탄올에 대한 내성은 이 과정에서 얻은 특성으로 생각된다. 한편 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 동정된 모든 균주들이 소금 6.5% 함유배지에서 뿐만 아니라 8% 함유배지에서 증식한 점과, *Lac. homohiochii*로 동정된 균주들이 에탄올 15% 함유배지에서 증식하지 못한 점도 *Bergey's Manual*<sup>(15,25)</sup>의 내용과 일치하지 않는 점이다. *Lac. bavaricus*는 *Bergey's Manual*<sup>(15)</sup>에 에탄올 및 소금에 대한 내성의 data가

**Table 6. Growth of lactic acid bacteria isolated from kimchi in tomato glucose broth containing ethanol or NaCl at 25°C for 2 weeks**

Strain No.	Species	Growth in ethanol				Growth in salt			Strain No.	Species	Growth in ethanol				Growth in salt		
		7%	10%	12%	15%	6.5%	8%	10%			7%	10%	12%	15%	6.5%	8%	10%
A01	Lm	+	+	(+)	-	+	+	-	B23	Ll	(+)	-	-	-	-	-	-
A02	Lm	+	+	(+)	-	+	+	-	B24	Ll	(+)	-	-	-	-	-	-
A03	Lm	+	+	(+)	-	+	+	-	B25	Ll	(+)	-	-	-	-	-	-
A04	Lm	+	+	(+)	-	+	+	-	-----								
A05	Lm	+	+	(+)	-	+	+	-	B01	Lb	+	+	+	-	+	(+)	-
B26	Lm	+	+	(+)	-	+	+	-	A27	Lb	+	+	-	-	+	(+)	-
B27	Lm	+	+	-	-	+	+	-	B02	Lb	+	+	-	-	+	+	-
B28	Lm	+	+	-	-	+	+	-	B03	Lb	+	+	-	-	+	+	-
A06	Lm	+	+	(+)	-	+	+	-	A28	Lb	+	+	-	-	+	-	-
A07	Lm	+	+	(+)	-	+	+	-	B04	Lb	+	+	+	-	+	(+)	-
A08	Lm	+	-	-	-	+	+	-	B05	Lb	+	+	+	-	+	-	-
A09	Lm	+	-	-	-	+	+	-	B06	Lb	+	+	+	-	+	-	-
A10	Lm	+	-	-	-	+	+	-	B07	Lb	+	+	+	-	+	-	-
A11	Lm	+	-	-	-	+	+	-	B08	Lb	+	+	+	-	+	-	-
A12	Lm	+	-	-	-	+	+	-	B09	Lb	+	+	+	-	+	-	-
A13	Lm	+	-	-	-	+	(+)	-	B10	Lb	+	+	+	-	+	(+)	-
A14	Lm	+	-	-	-	+	(+)	-	B11	Lb	+	+	+	-	+	-	-
-----									B12	Lb	+	+	+	-	+	-	-
A15	Ld	+	+	(+)	-	+	+	-	B13	Lb	+	+	+	-	+	+	-
A16	Ld	+	+	(+)	-	+	+	-	B14	Lb	+	+	+	-	+	-	-
A17	Ld	+	-	-	-	+	+	-	B15	Lb	+	+	-	-	+	+	-
A18	Ld	+	-	-	-	+	(+)	-	B16	Lb	+	+	+	-	+	(+)	-
A19	Ld	+	-	-	-	+	(+)	-	B17	Lb	+	+	+	-	+	-	-
A20	Ld	+	-	-	-	+	(+)	-	B18	Lb	+	+	+	-	+	(+)	-
A21	Ld	+	-	-	-	+	(+)	-	A29	Lb	+	+	-	-	+	+	-
A22	Ld	+	-	-	-	+	(+)	-	B19	Lb	+	+	+	-	+	(+)	-
A23	Ld	+	-	-	-	+	+	-	B20	Lb	+	+	-	-	+	-	-
A24	Ld	+	-	-	-	+	+	-	A30	Lb	+	+	+	-	+	+	-
A25	Ld	+	-	-	-	+	+	-	-----								
A26	Ld	+	-	-	-	+	+	-	B21	Lh	+	+	+	-	+	+	-
-----									B22	Lh	+	+	+	-	+	+	-
B29	Lp	+	-	-	-	-	-	-									
B30	Lp	+	-	-	-	-	-	-									

Lm: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, Ld: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum*, Lp: *Leuconostoc paramesenteroides*, Ll: *Leuconostoc lactis*, Lb: *Lactobacillus bavaricus*, Lh: *Lactobacillus homohiochii*. +: positive, (+): weak positive, -: negative.

제시되어져 있지 않아서 비교할 수 없었다.

**인공위액과 담즙에 대한 내성**

인공위액 및 소 담즙액에 대한 내성을 조사해 본 결과는 Table 7과 같았다.

시험된 모든 균주들이 pH 4.0 및 3.5인 인공위액에서 내성을 보였고, 그중에서 특히 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 동정된 모든 균주들은 pH 3.0인 인공위액에서도 강한 내성을 보였다.

한편 소 담즙액 함유배지에서의 증식성은 시험된 60 균주 모두 담즙액 10% 및 40% 함유배지에서 증식성을 보였다.

김치에서 분리된 젖산균들이 인공위액과 담즙액에 대

하여 높은 내성을 보인 것은 대단히 주목할 만한 점이다. 특히 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 동정된 젖산균들이 pH 3.0인 인공위액과 40%의 담즙에 대해서 내성을 보였다는 보고는 찾아 볼 수 없었다. 본 균들의 담즙에 대한 내성 정도는 동물의 장내에 서식하는 *En. faecalis*<sup>(18)</sup>, *En. faecium*<sup>(18)</sup> 및 *En. avium*<sup>(18)</sup> 등과 같은 수준이며, 인공위액에 대한 내성 정도는 사람의 장내에서 생존하는 것으로 인정되고 있는 *Lac. acidophilus*<sup>(21,22,26)</sup> 및 *Lac. casei*<sup>(21,26)</sup>의 그것과 비슷한 것으로 생각된다.

우리는 오래 전부터 김치를 부식으로 하여 밥과 함께 매일 섭취하여 왔다. 소화관을 거처서 배출되는 인분으로 채소를 가꾸었고, 그 채소를 사용하여 살균과정 없이 김치를 담그었다. 채소중의 젖산균들은 김치 발효과정



**Table 7. Survival of lactic acid bacteria isolated from kimchi in artificial gastric juice at 37°C for 3 hours and growth in tomato glucose broth containing bile juice at 25°C for 2 weeks**

Strain No.	Species	Survival in gastric juice				Growth in bile juice		Strain No.	Species	Survival in gastric juice				Growth in bile juice	
		pH	3.0pH	3.5 pH	4.0	10%	40%			pH	3.0 pH	3.5 pH	4.0	10%	40%
A01	Lm	+	+	+	+	+	+	B23	Ll	-	+	+	+	+	(+)
A02	Lm	+	+	+	+	+	+	B24	Ll	-	+	+	+	+	(+)
A03	Lm	+	+	+	+	+	+	B25	Ll	-	+	+	+	+	(+)
A04	Lm	+	+	+	+	+	+	-----							
A05	Lm	+	+	+	+	+	+	B01	Lb	-	+	+	+	+	+
B26	Lm	+	+	+	+	+	+	A27	Lb	-	+	+	+	+	+
B27	Lm	+	+	+	+	+	+	B02	Lb	-	+	+	+	+	+
B28	Lm	+	+	+	+	+	+	B03	Lb	-	+	+	+	+	+
A06	Lm	+	+	+	+	+	+	A28	Lb	-	+	+	+	+	+
A07	Lm	+	+	+	+	+	+	B04	Lb	-	+	+	+	+	+
A08	Lm	+	+	+	+	+	+	B05	Lb	-	+	+	+	+	+
A09	Lm	+	+	+	+	+	+	B06	Lb	-	+	+	+	+	+
A10	Lm	+	+	+	+	+	+	B07	Lb	-	+	+	+	+	+
A11	Lm	+	+	+	+	+	+	B08	Lb	-	+	+	+	+	+
A12	Lm	+	+	+	+	+	+	B09	Lb	-	+	+	+	+	+
A13	Lm	+	+	+	+	+	+	B10	Lb	-	+	+	+	+	+
A14	Lm	+	+	+	+	+	+	B11	Lb	-	+	+	+	+	+
-----								B12	Lb	-	+	+	+	+	+
A15	Ld	+	+	+	+	+	+	B13	Lb	-	+	+	+	+	+
A16	Ld	+	+	+	+	+	+	B14	Lb	-	+	+	+	+	+
A17	Ld	+	+	+	+	+	+	B15	Lb	-	+	+	+	+	+
A18	Ld	+	+	+	+	+	+	B16	Lb	-	+	+	+	+	+
A19	Ld	+	+	+	+	+	+	B17	Lb	-	+	+	+	+	+
A20	Ld	+	+	+	+	+	+	B18	Lb	-	+	+	+	+	+
A21	Ld	+	+	+	+	+	+	A29	Lb	-	+	+	+	+	+
A22	Ld	+	+	+	+	+	+	B19	Lb	-	+	+	+	+	+
A23	Ld	+	+	+	+	+	+	B20	Lb	-	+	+	+	+	+
A24	Ld	+	+	+	+	+	+	A30	Lb	-	+	+	+	+	+
A25	Ld	+	+	+	+	+	+	-----							
A26	Ld	+	+	+	+	+	+	B21	Lh	-	+	+	+	+	+
-----								B22	Lh	-	+	+	+	+	+
B29	Lp	-	±	+	+	+	(+)								
B30	Lp	-	+	+	+	+	(+)								

Lm: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, Ld: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum*, Lp: *Leuconostoc paramesenteroides*, Ll: *Leuconostoc lactis*, Lb: *Lactobacillus bavaricus*, Lh: *Lactobacillus homohiochii*.

+: positive, ±: weak positive, (+): slow positive, -: negative.

중에 대량으로 증식하여 김치의 섭취와 더불어 소화관 속으로 들어가게 되고, 이러한 순환을 수 없이 반복하는 과정에서 김치중의 젖산균은 인체의 위액과 담즙에 대하여 강력한 내성을 갖게 된 것으로 해석된다. 뿐만 아니라 앞의 에탄올에 대한 내성에서 언급한 바와 같이 본 젖산균들은 전통적인 탁주의 양조에도 관여하여 왔을 것으로 보며, 술덧의 초기에 왕성하게 증식한 젖산균들은 탁주의 섭취시에도 생존상태로 사람의 소화관 속으로 들어갈 것으로 생각된다. 이러한 점들로 미루어 볼 때 김치의 젖산균들은 우리의 장내에서 장내세균의 일부로 까지 적응했을 가능성을 배제할 수 없다. 따라서 본 젖산균들의 장내에서의 동태와 인체에 미치는 영향에 대해서도 연구해 볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

본 연구와 전보<sup>(12)</sup>의 연구를 통하여 지금까지 살펴본 바와 같이 본 젖산균들은 외국에서 분리 동정한 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, *Leu. paramesenteroides*, *Leu. lactis*, *Lac. bavaricus* 또는 *Lac. homohiochii*의 생리적인 특성들과는 다른 점들을 비교적 많이 보이고 있다. 이러한 차이점들이 있음에도 불구하고 이들을 외국에서 이미 분리 동정한 젖산균들과 같은 종(species) 또는 아종(subspecies)으로 보는 것은 상당히 무리한 일이다. 따라서 앞으로 본 젖산균들에 대하여 세포벽의 peptidoglycan 조성, lactic dehydrogenase의 전기영동 pattern, 가용성 총단백질의 전기영동 pattern, 지방산의 profile, DNA의 guanine과 cytosine 함량비율 및 type strain과의 DNA

상동성 검사 등을 실시하여 이들의 분류학상의 위치를 더욱 정확히 밝혀 볼 필요가 있을 것으로 생각한다.

## 요 약

저온발효된 김치에서 분리되어 *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, *Leu. paramesenteroides*, *Leu. lactis*, *Lactobacillus bavaricus* 및 *Lac. homohiochii*로 각각 동정된 저온성 젖산균 60주에 대하여 여러 조건에서의 배양특성들을 조사하였다. 모든 균주들이 5°C, 10°C 및 37°C에서 증식하였고, 45°C에서는 증식하지 못하였다. 최적 증식 온도는 *Leu. mesenteroides*의 균주들은 33~34°C이었고, *Lactobacillus*속의 균주들은 34~36°C이었다. *Leu. mesenteroides*와 *Lactobacillus*속의 균주들은 모두 초기 pH 4.8 및 4.2에서 증식하였으나 4.0에서는 증식하지 못하였다. Glucose broth에서의 최종 pH는 *Leu. mesenteroides*의 균주들은 3.85~4.10이었고, *Lactobacillus*속 균주들은 3.82~3.99이었다. 60균주 모두 litmus milk에서 우유를 응고시키지 못하였고, litmus를 환원시키지도 못하였다. *Leu. mesenteroides*와 *Lactobacillus*속의 균주들은 모두 에탄올 7% 함유배지와 NaCl 6.5% 함유배지에서 증식하였고, 에탄올 15% 함유배지와 NaCl 10% 함유배지에서는 증식하지 못하였다. 모든 균주들이 pH 3.5인 인공위액과 40%의 담즙액에서 내성을 나타내었다. 특히 *Leu. mesenteroides*의 균주들은 모두 pH 3.0인 인공위액에서도 내성을 나타내었다. 본 젖산균들의 생리적인 특성은 여러 점에서 *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*에 기재된 내용들과 일치하지 않으므로 더욱 정밀한 조사를 실시하여 분류학상의 위치를 정확히 밝혀 볼 필요가 있을 것으로 생각되었다.

## 문 헌

1. Pederson, C.S.: Sauerkraut. In *Advances in Food Research*, Academic Press, New York, Vol.10, p.233 (1960)
2. Stamer, J.R., Stoyla, B.O. and Dunckel, B.A.: Growth rates and fermentation patterns of lactic acid bacteria associated with the sauerkraut fermentation. *J. Milk Food Technol.*, **34**, 521 (1971)
3. Stamer, J.R.: Recent development in the fermentation of sauerkraut. In *Lactic Acid Bacteria in Beverages and Food*, Academic Press, New York, p.267 (1973)
4. Pederson, C.S. and Albury, M.N.: The effect of pure culture inoculation on fermentation of cucumbers. *Food Technol.*, **15**, 351 (1961)
5. Etchells, J.L., Costilow, R.N. and Bell, T.A.: Pure culture fermentation of brined cucumbers. *Appl. Microbiol.*, **12**, 523 (1964)
6. Etchells, J.L., Fleming, H.P. and Bell, T.A.: Factors influencing the development of lactic acid bacteria during the fermentation of brined cucumbers and olives.

In *Lactic Acid Bacteria in Beverages and Food*, Academic Press, London, p.281 (1973)

7. 김호식, 전재근: 김치 발효중 세균의 동적변화에 관한 연구. 원자력원 연구논문집, **6**, 112 (1966)
8. 조재선: 김치 숙성중 미생물의 동태와 성분변화. 한국식문화학회지, **6**, 479 (1991)
9. Mhean, T.I. and Kwon, T.W.: Effect of temperature and salt concentration on kimch fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, **16**, 443 (1984)
10. 임종락, 박현근, 한홍의: 김치에 서식하는 Gram 양성 세균의 분리 및 동정의 재평가. 한국미생물학회지, **27**, 404 (1989)
11. 박현근, 임종락, 한홍의: 각 온도에서 김치발효중 미생물의 천이과정. 인하대학교 기초과학연구소 논문집, **11**, 16 (1990)
12. 소명환, 김영배: 김치에서 분리한 저온성 젖산균의 동정. 한국식품과학회지, **27**, 495 (1995)
13. Tilbury, R.H.: Occurrence and effect of lactic acid bacteria in the sugar fermenting industry. In *Lactic Acid Bacteria in Beverages and Food*, Academic Press, London, p.177 (1975)
14. Amerine, M.A., Kunkee, R.E. and Singleton, V.L.: *The Technology of Wine Making*. Forth ed., AVI Publishing Company, Westport, p.557 (1980)
15. Kandler, O. and Weiss, N.: Regular, nonsporng Gram positive rods. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Williams and Wilkins, Baltimore, Vol.2, p.1208 (1986)
16. Berg, R.W., Sandine, W.E. and Anderson, A.W.: Identification of growth stimulant for *Lactobacillus sanfrancisco*. *Appl. Environ. Microbiol.*, **42**, 786 (1981)
17. Yokotsuka, T.: Traditional fermented soybean foods. In *Comprehensive Biotechnology*, Pergamon Press, Oxford, Vol.3, p.395 (1985)
18. Hardie, J.M.: The genus Streptococcus. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Williams and Wilkins, Baltimore, Vol.2, p.1043 (1986)
19. Atlas, R.M. and Park, L.C.: *Handbook of Microbiological Media*. CRC Press, Boca Raton, p.395 (1993)
20. Difco Laboratories: *Difco Manual*. 10th ed., Difco Laboratories Inc., Detroit, p.492 (1984)
21. Kobayashi, Y., Tohyama, K. and Terashima, T.: Tolerance of the multiple antibiotic resistant strain, *L. casei* PSR 3002, to artificial digestive fluids. *Nippon Yakkul Institute Bulletin*, **4**, 84 (1973)
22. Gilliland, S.E. and Speck, M.L.: Enumeration and identity of *Lactobacillus* in dietary products. *J. Food Prot.*, **40**, 760 (1977)
23. Difco Laboratories: *Difco Manual*. 10th ed., Difco Laboratories Inc., Detroit, p.633 (1984)
24. Thomas, S.B.: Methods of assessing the psychrotrophic bacterial content of milk. *J. Appl. Bacteriol.*, **32**, 269 (1969)
25. Garvie, E.I.: The genus *Leuconostoc*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Williams and Wilkins, Baltimore, Vol.2, p.1071 (1986)
26. Mitsuoka, T.: Medical effect of lactic acid bacteria and a new field of utilization. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, **31**, 285 (1984)