KOREAN J. FOOD SCI. TECHNOL.
Vol. 27, No. 4, pp. 495~505(1995)

김치에서 분리한 저온성 젖산균의 동정

소명환 · 김영배
고려대학교 식품공학과

Identification of Psychrotrophic Lactic Acid Bacteria Isolated from *Kimchi*

Myung-Hwan So and Young-Bae Kim
Department of Food Technology, Korea University

Abstract

The purpose of this study was to identify the psychrotrophic lactic acid bacteria isolated from *kimchi*, a Korean traditional fermented vegetable food. Thirty isolates of psychrotrophic lactic acid bacteria were isolated randomly from *kimchi*-A and *kimchi*-B which were fermented at 5~7℃ for 20 days and 50 days, respectively. Among 30 isolates of lactic acid bacteria isolated from *kimchi*-A, 14 isolates were identified as *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, 12 as *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum* and 4 as *Lactobacillus bavaricus*. Among 30 isolates isolated from *kimchi*-B, 20 isolates were identified as *Lactobacillus bavaricus*, 3 as *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, 3 as *Leuconostoc lactis*, 2 as *Leuconostoc paramesenteroides* and 2 as *Lactobacillus homohiochii*. Though these strains were identified as above, there were many strains whose sugar fermenting patterns and NH_3 producing ability from arginine were inconsistent with those described in *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, and some strains identified as *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* and *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum* even disclosed such contradictions as the comparisons of sugar fermenting pattenrs between the strains of different subspecies were much more coincident than those between the same subspecies. As there were difficulties in classifying these psychrotrophic lactic acid bacteria according to the current taxonomic system, further studies were needed to solve these problems.

Key words: *kimchi*, lactic acid bacteria, identification, psychrotrophs.

서 론

김치는 재료로 사용되는 배추, 무, 마늘, 파, 생강, 고춧가루, 젓갈 등의 성분과 발효의 결과로 생성된 성분들이 어우러져 독특한 맛과 향을 내는 우리의 독특한 채소 발효식품이다.

사용되는 재료의 종류와 소금농도도 중요하지만 발효온도도 매우 중요하다. 특히, 저온에서 천천히 숙성시킨 김장김치가 여름철의 속성발효된 김치보다 맛이 좋다는 경험적인 사실과, 김장김치의 맛이 초봄의 기온 상승과 더불어 급격히 나빠지게 되는 현상이 이 사실을 단적으로 뒷받침해 주고 있다. 뿐만 아니라 저온에서 발효시킨 김치가 증온 또는 고온에서 발효시킨 것보다 관능검사에서 좋은 평가를 받고 풍미성분들의 생성량도 많다는 연구보고[1-7]도 많다.

이와 같은 저온발효 김치의 좋은 품질은 저온발효시에 관여한 미생물들의 생리적인 특성이 제품에 반영된 결과로 해석해야 옳을 것이다. 이러한 관점에서 볼 때 김치발효에 관여하는 여러 미생물들 중에서 특히 저온성 젖산균에 대하여 더 깊은 관심을 가질 필요가 있을 것이다.

저온성균(psychrotrophs)은 생육 최적온도와는 무관하며, 10℃ 이하의 냉장온도에서 비교적 왕성하게 증식하는 세균무리를 지칭하는데[8], 저온에서 숙성 또는 보존한 육제품과 유제품에서 분리된 젖산균들도 저온성균인 것으로 알려지고 있다[9-12]. 김치도 전통적으로 저온에서 발효시켜 왔으므로 저온성 젖산균들이 관여하고 있을 것으로 생각되지만 이에 대한 확실한 연구자료가 부족한 실정이다.

지금까지 김치로부터 분리동정된 젖산균들은 *Leuconostoc mesenteroides*[4,14-22], *Leu. dextranicum*[18,22], *Leu. paramesenteroides*[18,20], *Leu. cremoris*[20], *Leu. lactis*[22], *Lactobacillus plantarum*[4,14-21], *Lac. brevis*[4,14-17,19,21], *Lac. sake*[18-21], *Lac. homohiochii*[18,20,22], *Lac. minor*[18,20], *Lac. fructosus*[18,20], *Lac. curvatus*[23], *Lac. coryniformis*[23], *Lac. delbrueckii*[17], *Lac. maltaromicus*[18], *Lac. leichimannii*[19], *Lac. fermentum*[19], *Lac. farciminis*[20], *Lac. yamanashien-*

Corresponding author: Myung-Hwan So, Department of Food Technology, Korea University, Seoul 136-701, Korea

sis[20], *Lac. viridescens*[22], *Lac. confusus*[22], *Lac. amylophilus*[22], *Streptococcus faecalis*[4,14,16,21], *St. raffinolactis*[18,20], *St. lactis*[20,22], *St. faecium*[21], *St. iniae*[22], *Pediococcus pentosaseus*[4,16,19-21,24], *Ped. dextrinicus*[17], *Ped. inopinatus*[20] 등 매우 다양하며, 최근에는 연구자들마다 다르게 보고하고 있어 아직 그 실체를 정확히 파악하고 있다고는 볼 수 없다.

본 연구는 김치의 저온발효시에 관여하는 주된 저온성 젖산균들을 분리하고 이들의 분류학적 위치를 밝히기 위하여 시도되었다.

재료 및 방법

김치 시료

젖산균을 분리하는 데 사용된 김치시료는 A, B 둘이며, 두 김치는 Table 1에 나타낸 바와 같이 모두 배추, 무, 마늘, 파, 고춧가루, 생강, 젓국 및 소금을 사용하여 왕[25]의 조리백과의 방법에 따라 항아리에 담근 후 5~7℃의 저온에서 숙성시킨 통배추 김치이었다. 김치 A는 5월에 담가 20일간 발효시킨 것이며 pH 4.2, 산도 0.65%로 적숙기에 해당되고, 김치 B는 12월에 담가 50일간 발효시킨 것이며 pH 3.9, 산도 0.89%로 약간 과숙기에 해당되는 것이었다. 이렇게 숙성정도가 다른 두 김치를 시료로 한 이유는 다양한 젖산균을 분리하기 위해서이다.

Table 1. *Kimchi* samples used for isolation of lactic acid bacteria

	Kimchi-A	*Kimchi*-B
Raw materials(weight ratio)		
Chinese cabbage	80%	80%
Radish	10%	10%
Red pepper powder	2%	2%
Green onion	2%	2%
Garlic	2%	2%
Pickled shrimp	2%	2%
Fermented anchovy soup	1.5%	1.5%
Ginger	0.5%	0.5%
Prepared on	May 10, 1991	Dec. 10, 1991
Fermented at	5~7℃	5~7℃
Fermented for	20 days	50 days
Characteristics of *kimchi*		
pH	4.2	3.9
Acidity[1)]	0.65%	0.89%
Salt content	2.6%	2.5%
Organoleptic quality	Good	Good
Lactic acid bacteria	1.8×10^8 CFU/ml	2.6×10^8 CFU/ml
Yeast	2.5×10^5 CFU/ml	1.0×10^4 CFU/ml

[1)]Lactic acid %.

배지

본 실험에 사용한 배지의 종류는 다음과 같았다. 즉, 젖산균의 분리시에는 $CaCO_3$를 가한 tomato *kimchi* agar (tomato juice 100 ml, *kimchi* juice 100 ml, peptone 10g, peptonized milk 10g, glucose 1g, $CaCO_3$ 2g, agar 15g, distilled water 800 ml, pH 6.8)를 사용하였고, 균의 형태, Gram 염색성, 포도당에서 CO_2의 생성 및 15℃에서의 증식성 검사시에는 tomato glucose broth(tomato juice 100 ml, glucose 20g, peptone 15g, NaCl 5g, Tween 800 ml, yeast extract 6g, L-cysteine 0.1g, agar 15g, distilled water 900 ml, pH 6.8)를 사용하였다. 또한 시험의 종류에 따라 운동성 및 산소 요구성 검사시에는 tomato glucose soft agar를, catalase 및 oxidase 검사시에는 tomato glucose agar를, 젖산의 configuration 검사시에는 glucose broth(tomato glucose broth에서 tomato juice를 뺀 것)를, 설탕으로부터 dextran 생성능 검사시에는 sucrose broth[26]를, arginine에서 NH3의 생성능 검사시에는 arginine broth[27]를, esculin의 가수분해능 검사시에는 esculin iron broth[27]를, thiamine 요구성 검사시에는 vitamin assay medium[26]을, 당류발효성 검사시에는 BCP(bromcresol purple) broth[26]를 각각 사용하였다.

젖산균의 분리 및 보존

$CaCO_3$를 첨가한 tomato *kimchi* agar plate에 김치시료 희석액 0.1 ml를 도말하고 5~6℃에서 7일간 배양할 때에 나타나는 집락 중에서 $CaCO_3$의 용해로 인한 투명환을 보이는 집락을 A, B 두 김치에서 각각 30개씩, 합계 60개를 무작위로 분리하였다[31]. 분리된 젖산균은 tomato *kimchi* agar상에서 재차 순수분리한 후에 20%의 glycerol 용액에 넣고 −20℃에서 보존하면서 실험에 사용하였다.

젖산균의 동정

젖산균의 동정은 *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*[28,29]와 *The Prokaryotes*[30]에 따라 실시하였다.

젖산균의 형태 및 생화학적 특성 실험은 *A Laboratory Manual of Microbiology*[31]와 *The Prokaryotes*[27]의 방법을 참고하여 실시하였다. 모든 실험에서 배양온도는 25℃를 표준으로 하였고, 배양기간은 포도당에서 CO_2의 생성, 젖산의 configuration, arginine에서 NH_3의 생성, esculin의 가수분해, 당류의 발효성, thiamine 요구성 및 15℃에서의 증식성 검사시에는 14일간 배양하였고, 이 외의 실험에서는 모두 48시간 배양하였다. 당류발효성 검사시에는 실험당을 모두 membrane filter(0.45 μm)로 여과한 후 1%가 되게 첨가하였다.

젖산의 configuration 검사시에는 D형 및 L형 젖산의 함량을 효소적 분석법[32]으로 분별정량하여 총 젖산중 D형 또는 L형의 젖산이 90% 이상일 때에는 D형 또는 L형으로, 80~89%일 때에는 D(L)형 또는 L(D)형으로, 20~80%일 때는 DL형으로 각각 판정하였다.

또 설탕으로부터 dextran 생성능의 검사시에는 생성된

점질물을 Jeanes[33] 및 Guthof[34]의 방법을 참고하여 1.5배 methanol 침전부 및 3배 methanol 침전부로 구분하여 회수 및 정제한 후 H_2SO_4로 가수분해하여 구성단당을 효소적 분석법[32]으로 분별정량하였으며, 점질물질이 포도당만으로 구성되어 있을 때에 dextran으로 판정하였다.

포도당에서 CO_2의 생성, arginine에서 NH_3의 생성, esculin의 가수분해, 당류의 발효성, thiamine 요구성 및 15℃에서의 증식성 검사시에는 5일 이내에 반응을 나타내는 것은 양성으로, 6일~14일간에 반응을 나타내는 것은 느린 양성(slow positive)으로, 반응이 미약한 것은 미약한 양성(weak positive)으로, 14일 이내에 반응이 나타나지 않는 것은 음성으로 각각 판정하였다.

결과 및 고찰

젖산균의 속(genus) 동정

A, B 두 김치시료에서 분리한 60개의 분리주(isolates)에 대하여 속 동정을 하여 본 결과는 Table 2 및 Table 3과 같았다.

모든 분리주들은 Gram 염색 양성이고, 운동성이 없으며, 포자를 형성하지 않는 통성혐기성의 구균 혹은 간균이었다. 또 catalase와 oxidase는 음성이었고, glucose broth에서 젖산을 잘 생성하는 등 모든 특성들이 젖산균의 일반적인 특성들과 잘 일치하였다.

균주번호 A01, A02, A03, A04, A05, A06, A07, A08,

Table 2. Some morphological and biochemical characteristics of psychrotrophic lactic acid bacteria isolated from *kimchi*-A

Strain No.	Cell morphology: Rod	Spherical	Pairs and chains	Tetrads	Gram stain	Motility	Endospore	Facultative anaerobic	Catalase	Oxidase	Gas from glucose	NH_3 from arginine	Dextran from sucrose	Lactic acid configuration	Identified genera
A01	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A02	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A03	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A04	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A05	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A06	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A07	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A08	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A09	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A10	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A11	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A12	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A13	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A14	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A15	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A16	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A17	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A18	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A19	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A20	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A21	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A22	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A23	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A24	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A25	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A26	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
A27	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
A28	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
A29	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
A30	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*

+: positive, −: negative.

Table 3. Some morphological and biochemical characteristics of psychrotrophic lactic acid bacteria isolated from *kimchi*-B

Strain No.	Cell morphology														Identified genera
	Rod	Spherical	Pairs and chains	Tetrads	Gram stain	Motility	Endospore	Facultative anaerobic	Catalase	Oxidase	Gas from glucose	NH_3 from arginine	Dextran from sucrose	Lactic acid configuration	
B01	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B02	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B03	+	−	+	−	−	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B04	+	−	+	−	−	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B05	+	−	+	−	−	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B06	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B07	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B08	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B09	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B10	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B11	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B12	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B13	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B14	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B15	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B16	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B17	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B18	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B19	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B20	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	+	−	L	*Lactobacillus*
B21	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	−	−	DL	*Lactobacillus*
B22	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	−	−	−	DL	*Lactobacillus*
B23	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	+	−	D	*Leuconostoc*
B24	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	+	−	D	*Leuconostoc*
B25	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	+	−	D	*Leuconostoc*
B26	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
B27	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
B28	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	+	D	*Leuconostoc*
B29	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	−	D	*Leuconostoc*
B30	−	+	+	−	+	−	−	+	−	−	+	−	−	D	*Leuconostoc*

+: positive, −: negative.

A09, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, B26, B27, B28, B29 및 B30 등 31균주는 쌍 또는 연쇄상의 구균이고, 포도당에서 가스를 생성하고, arginine에서 NH_3를 생성하지 못하고, D형의 젖산을 생성하는 점 등이 *Leuconostoc*의 전형적인 특성과 잘 일치하여 *Leuconostoc*속으로 동정하였다. B23, B24 및 B25도 쌍 및 연쇄상의 구균이고, 포도당에서 가스를 생성하고, D형의 젖산을 생성하는 점 등이 *Leuconostoc*의 전형적인 특성과 잘 일치하여 *Leuconostoc*속으로 동정하였으나 arginine에서 NH_3를 생성하는 점은 일치하지 않았다.

한편, 균주번호 A27, A28, A29, A30, B01, B02, B03, B04, B05, B06, B07, B08, B09, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19, B20, B21 및 B22 등 26균주는 단간균이고, 포도당에서 가스를 생성하지 않고, 설탕에서 dextran을 생성하지 않으며, L형 또는 DL형 젖산을 생성하므로 *Lactobacillus*속으로 동정하였다.

분리된 60균주의 속 분포는 *Leuconostoc*속이 34주(A김치 26주, B김치 8주), *Lactobacillus*속이 26주(A김치 4주, B김치 22주)이었다.

Table 4. Identification of Leuconostocs isolated from *kimchi*-A and *kimchi*-B

Strain No.	CO_2 from glucose	Lactic acid configuration	Dextran from sucrose	NH_3 from arginine	Esculin hydrolysis	Acid from: Amygdalin	Arabinose	Arbutin	Cellobiose	Esculin	Fructose	Galactose	Glucose	Gluconate	Inulin	Lactose
A01	+	D	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	(+)
A02	+	D	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	(+)
A03	+	D	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	(+)
A04	+	D	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	(+)
A05	+	D	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	(+)
B26	+	D	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	(+)	+
B27	+	D	+	−	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	(+)	+
B28	+	D	+	−	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	+
A06	+	D	+	−	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	−	(+)
A07	+	D	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−
A08	+	D	+	−	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	−	−
A09	+	D	+	−	+	(+)	+	+	+	+	+	+	+	+	−	−
A10	+	D	+	−	+	+	+	+	(+)	+	+	−	+	+	−	−
A11	+	D	+	−	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	−	−
A12	+	D	+	−	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	−	−
A13	+	D	+	−	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	−	−
A14	+	D	+	−	+	+	+	+	+	+	+	−	+	+	−	−
REF[1)]	+	D	+	−	+	d	+	d	d		+	+	+			(d)
A15	+	D	+	−	(+)	−	−	+	−	(+)	+	+	+	+	−	(+)
A16	+	D	+	−	(+)	−	−	+	−	(+)	+	+	+	+	−	(+)
A17	+	D	+	−	+	(+)	−	+	(+)	+	+	+	+	+	−	−
A18	+	D	+	−	+	(+)	−	+	+	+	+	+	+	+	−	−
A19	+	D	+	−	+	(+)	−	+	+	+	+	+	+	+	−	−
A20	+	D	+	−	+	(+)	−	+	+	+	+	+	+	+	−	−
A21	+	D	+	−	+	(+)	−	+	(+)	+	+	+	+	+	−	−
A22	+	D	+	−	+	(+)	−	+	+	+	+	−	+	+	−	−
A23	+	D	+	−	+	(+)	−	+	+	+	+	−	+	+	−	−
A24	+	D	+	−	+	(+)	−	+	+	+	+	−	+	+	−	−
A25	+	D	+	−	+	(+)	−	+	−	+	+	+	+	+	−	−
A26	+	D	+	−	+	(+)	−	+	−	+	+	+	+	+	−	−
REF	+	D	+	−	d	d	−	−	d		+	d	+			+
B29	+	D	−	−	−	−	−	−	−	−	+	−	+	+	(+)	−
B30	+	D	−	−	−	−	−	(+)	−	−	+	−	+	+	−	−
REF	+	D	−	−	d	(d)	d	−	(d)		+	+	+			(d)
B23	+	D	−	+	−	−	+	−	−	−	+	(+)	+	+	(+)	(+)
B24	+	D	−	+	−	−	+	−	−	−	+	(+)	+	+	(+)	(+)
B25	+	D	−	+	−	−	+	+	−	−	+	(+)	+	+	−	(+)
REF	+	D	−	−	−	−	−	−	−		+	+	+			+

+: positive, (+): slow positive, −: negative, d: diverse in strains.
[1)]The source of reference is *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*[28].

*Leuconostoc*속 균주의 종(species) 동정

*Leuconostoc*속으로 동정된 34균주에 대하여 종 동정을 하여 본 결과는 Table 4와 같았다.

모든 균주가 fructose, glucose, gluconate, maltose 및 mannose는 발효하였으나 melezitose와 rhamnose는 발효하지 못했다. Amygdalin, arabinose, arbutin, cellobiose, esculin, galactose, inulin, lactose, mannitol, mannose, melibiose, raffinose, ribose, salicin, sorbitol, suc-

Table 4. (continued)

Strain No.	Acid from(continued)													Identified as
	Maltose	Mannitol	Mannose	Melezitose	Melibiose	Raffinose	Rhamnose	Ribose	Salicin	Sorbitol	Sucrose	Trehalose	Xylose	
A01	+	(+)	+	−	+	+	−	+	+	+w 1)	+	+	+	*Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*
A02	+	(+)	+	−	+	+	−	(+)	+	+w	+	+	+	
A03	+	(+)	+	−	+	+	−	(+)	+	+w	+	+	+	
A04	+	(+)	+	−	+	+	−	+	+	+w	+	+	+	
A05	+	(+)	+	−	+	+	−	+	+	+w	+	+	+	
B26	+	(+)	+	−	+	+	−	(+)	+	+w	+	+	+	
B27	+	(+)	+	−	+	+	−	(+)	+	+w	+	+	+	
B28	+	(+)	+	−	+	+	−	(+)	+	+w	+	+	+	
A06	+	(+)	+	−	+	+	−	+	+	+w	+	+	+	
A07	+	(+)	+	−	+	+	−	−	+	−	+	(+)	+	
A08	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	+w	+	+	+	
A09	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	−	+	(+)	−	
A10	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	+w	+	+	−	
A11	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	+w	+	+	−	
A12	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	+w	+	+	−	
A13	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	+w	+	+	−	
A14	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	+w	+	+	−	
REF*	+	(d)	+		d	d			d		+	+	d	
A15	+	(+)	+	−	+	+	−	(+)	+	+w	+	+	+	*Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*
A16	+	(+)	+		+	+	−	(+)	(+)	+w	+	+	+	
A17	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	+w	+	+	+	
A18	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	−	+	(+)	−	
A19	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	−	+	(+)	−	
A20	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	−	+	(+)	−	
A21	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	−	+	(+)	−	
A22	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	−	+	(+)	−	
A23	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	−	+	(+)	−	
A24	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	−	+	(+)	−	
A25	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	−	+	(+)	−	
A26	+	(+)	+	−	−	−	−	−	+	−	+	(+)	−	
REF*	+	d	d		d	d			d		+	+	+	
B29	+	(+)	+	−	−	−	−	−	−	−	+	(+)	−	*Leuc. paramesenteroides*
B30	+	(+)	+	−	−	−	−	−	−	−	+	(+)	−	
REF*	+	(d)	+		+	d			−		+	+	d	
B23	+	(+)	+	−	−	−	−	+w	−	−	+	−	−	*Leuc. lactis*
B24	+	−	+	−	−	−	−	(+)	−	−	−	−	−	
B25	+	−	+	−	−	−	−	(+)	−	−	−	−	−	
REF*	+	−	d		d	d			d		+	−	−	

1) +w: weak positive.

rose, trehalose 및 xylose의 발효능은 균주에 따라 달랐다.

균주번호 A01, A02, A03, A04, A05, A06, A07, A08, A09, A10, A11, A12, A13, A14, B26, B27 및 B28은 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*로, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, 및 A26은 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로, B29 및 B30은 *Leu. paramesenteroides*로 각각 동정되었다. B23, B24 및 B25는 *Leu. lactis*와 *Leu. paramesenteroides*의 중간적인 성질을 보이나 당류 발효 pattern이 *Leu. lactis*에 더 가까워서 *Leu. lactis*로 동정하였다.

위와 같이 동정할 때에 *Leu. mesenteroides* subsp. *me-*

rose, trehalose 및 xylose의 발효능은 균주에 따라 달랐다.

균주번호 A01, A02, A03, A04, A05, A06, A07, A08, A09, A10, A11, A12, A13, A14, B26, B27 및 B28은 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*로, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, 및 A26은 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로, B29 및 B30은 *Leu. paramesenteroides*로 각각 동정되었다. B23, B24 및 B25는 *Leu. lactis*와 *Leu. paramesenteroides*의 중간적인 성질을 보이나 당류 발효 pattern이 *Leu. lactis*에 더 가까워서 *Leu. lactis*로 동정하였다.

위와 같이 동정할 때에 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*로 동정된 17균주 중에서 A01, A02, A03, A04, A05, A06, A07, A08, A09, B26, B27 및 B28은 당류발효 pattern이 *Bergey's Manual*[28]의 내용과 잘 일치하나, A10, A11, A12, A13 및 A14는 galactose의 발효능에서 일치하지 않는다.

Leu. mesenteroides subsp. *dextranicum*으로 동정된 12균주 중에서 당류발효 pattern이 *Bergey's Manual*[28]의 내용과 완전히 일치하는 것은 한 균주도 없다. 즉, A15 및 A16은 arbutin의 발효능에서, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25 및 A26은 arbutin과 lactose의 발효능에서 일치하지 않는다. 또 *Leu. paramesenteroides*로 동정된 B29 및 B30도 galactose와 melibiose의 발효능에서 일치하지 않는다.

*Leu. lactis*로 동정된 B23, B24 및 B25는 모두 arginine에서 NH_3의 생성능과 arabinose의 발효능에서 일치하지 않을 뿐만 아니라 일부의 균주는 arbutin(B25), mannitol(B23) 및 sucrose(B24,B25)의 발효능도 일치하지 않는다. 만약 B23, B24 및 B25를 구균으로 보지 않고 구균에 가까운 단간균으로 본다면 절대 이상발효(obligate hetero fermentation)를 하는 간균에 해당되며, *Bergey's Manual*[29]의 절대 이상발효를 하는 젖산간균 18개의 종 중에서 *Lac. brevis*의 당류발효 pattern에 가장 유사하다. 그러나 *Lac. brevis*는 DL형 젖산을 생성하고, mannose를 발효하지 못하고, melibiose를 발효하는 점 등이 본 균들과 다르다. 뿐만 아니라 본 균들은 glucose broth에서 배양시에 최종 pH 및 최종 산도가 각각 4.4 및 0.52%이고, 초기 pH 4.4에서 증식하지 못하고, 최적 증식온도가 29℃이며, *Lactobacillus*의 선택배지인 modified LBS agar에서 증식하지 못하는 특성들을 지니고 있는데(data 제시 생략), 이러한 특성들은 *Lac. brevis*의 특성과는 거리가 멀고 *Leuconostoc*속의 특성과 잘 일치하는 것으로 볼 수 있다. 따라서 B23, B24 및 B25는 현행의 분류체계[28]에서 *Leu. lactis*에 가장 가깝지만 오히려 새로운 group으로 분류될 수 있음을 강력히 시사한다.

또 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*와 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 동정된 균주들의 당류발효 pattern을 Table 4를 통하여 비교하여 보면, 같은 subspecies 내의 균주들 사이보다 다른 subspecies의 균주들 사이에 당류발효 pattern이 더욱 유사함을 발견할 수 있다. 예로서 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*로 동정된 A09는 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 동정된 A18과는 당류발효 pattern이 arabinose만 다르고 일치하나, 같은 subspecies로 동정된 A06과는 arabinose, lactose, melibiose, raffinose, ribose, sorbitol 및 xylose의 발효능에서 서로 다르다.

또 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*로 동정된 A10·A11·A12·A13·A14는 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 동정된 A22·A23·A24와 당류발효 pattern이 arabinose와 sorbitol에서만 다르고 일치하나, 같은 subspecies로 동정된 B27과는 arbutin, galactose, inulin, lactose, melibiose, raffinose, ribose 및 xylose의 발효능에서 서로 다르다. 이와 같은 모순은 A22·A23·A24, A15·A16 및 A06의 사이에서도 나타나고, 또 A15·A16, A25·A26 및 A09의 사이에서도 나타난다.

이러한 현상은 본 젖산균들을 *Bergey's Manual*[28]의 당류발효 pattern에 따라 동정한 결과에서 온 것이며, 인위적인 분류방법이 갖게되는 일반적인 어려움으로 볼 수 있다. 따라서 김치의 저온성 젖산균들의 분류를 위해서는 보다 개선된 분류체제가 요구된다고 하겠다.

*Lactobacillus*속 균주의 종(species) 동정

*Lactobacillus*속으로 동정된 26균주에 대하여 발효형태의 구분과 관련된 특성들을 조사해 본 결과 26주 모두 포도당에서 CO_2를 생성하지 못하였고, 증식에 thiamine을 요구하지 않았으며, gluconate에서 CO_2의 생성은 균주에 따라 달랐으나, 모두 5탄당(ribose)을 발효하였다(data제시 생략). 따라서 26균주는 모두 통성 이상발효(facultative heterofermentation)를 하는 *Lactobacillus*속으로 판정되었다.

Table 5는 본 *Lactobacillus*속 균주들에 대하여 종 동정을 하여 본 결과이다. 모든 균주들이 15℃에서 증식하였고, fructose, galactose, glucose, maltose, mannose 및 ribose를 발효하였고, mannitol, melezitose, raffinose, rhamnose 및 sorbitol은 발효하지 못했다. 젖산의 configuration, arginine에서 NH_3의 생성 및 기타당류의 발효능은 균주에 따라 달랐다.

균주번호 A27, A28, A29, A30, B01, B02, B03, B04, B05, B06, B07, B08, B09, B10, B11, B12, B13, B14, B15, B16, B17, B18, B19 및 B20 등 24균주는 *Lac. bavaricus*로, B21 및 B22는 *Lac. homohiochii*로 각각 동정되었다.

그러나 위와 같이 동정된 균주들 중 그 특성이 *Bergey's Manual*[29]의 내용과 완전히 일치하는 것은 한 균주도 없다. 즉, *Lac. bavaricus*로 동정된 모든 균주들은 arginine에서 NH_3의 생성능과 arabinose의 발효능에서 일치하지 않는다. 이에 더하여 균주에 따라 B01, B02, B03, B04, A27 및 A28은 amygdalin, trehalose 및 xylose의

Table 5. Identification of Lactobacilli isolated from *kimchi*-A and *kimchi*-B

Strain No.	Fermenting type	Lactic acid configuration	Growth at 15℃	NH_3 from arginine	Acid from										
					Amygdalin	Arabinose	Arbutin	Cellobiose	Esculin	Fructose	Galactose	Glucose	Gluconate	Inulin	Lactose
B01	FHe	L	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+
A27	FHe	L	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	−	+
B02	FHe	L	+	+	(+)	+	−	+	+	+	+	+	+	+	(+)
B03	FHe	L	+	+	(+)	+	−	+	+	+	+	+	+	+	(+)
A28	FHe	L	+	+	+	+	−	+	+	+	+	+	+	−	(+)
B04	FHe	L	+	+	(+)	+	−	+	+	+	+	+	+	−	(+)
B05	FHe	L	+	+	(+)	+	−	−	+	+	+	+	+	−	(+)
B06	FHe	L	+	+	−	+	(+)	(+)	+	+	+	+	+	−	(+)
B07	FHe	L	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	−	(+)
B08	FHe	L	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	−	(+)
B09	FHe	L	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	−	(+)
B10	FHe	L	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	−	(+)
B11	FHe	L	+	+	−	+	+	+	+	+	+	+	+	−	(+)
B12	FHe	L	+	+	−	+	+	−	+	+	+	+	+	−	(+)
B13	FHe	L	+	+	−	+	−	+	+	+	+	+	+	+	(+)
B14	FHe	L	+	+	−	+	−	+	+	+	+	+	+	+	(+)
B15	FHe	L	+	+	−	+	−	+	+	+	+	+	+	−	(+)
B16	FHe	L	+	+	−	+	−	+	+	+	+	+	+	−	(+)
B17	FHe	L	+	+	−	+	−	+	+	+	+	+	+	−	(+)
B18	FHe	L	+	+	−	+	−	(+)	+	+	+	+	+	−	(+)
A29	FHe	L	+	+	−	+	−	+	−	+	+	+	−	+	+
B19	FHe	L	+	+	−	+	−	+	+	+	+	+	−	+	(+)
B20	FHe	L	+	+	−	+	−	+	+	+	+	+	+	−	(+)
A30	FHe	L	+	+	−	+	−	(+)	+	+	+	+	+	−	(+)
REF[1)]	FHe	L	+	−	−	−		+	+	+	+	+	+		+
B21	FHe	DL	+	−	−	−	−	−	−	+	+	+	−	−	−
B22	FHe	DL	+	−	−	−	−	−	−	+	+	+	−	−	−
REF	FHe	DL	+	−	−	−		d		+	−	+	−		−
REF	FHe	DL	+	−	+	d		+	+	+	+	+	+		+
REF	FHe	DL	+	−	+	+		+	+	+	+	+	−		+

FHe: facultative hetero fermentation, +: positive, (+): slow positive, −: negative, d: diverse in strains.
[1)]The source of reference is *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*[29].

발효능에서, B05는 amygdalin, cellobiose 및 trehalose의 발효능에서, B06, B07, B08, B09, B10, B11, B13, B14, B15, B16, B17 및 B18은 trehalose의 발효능에서, B12는 cellobiose와 trehalose의 발효능에서, B19는 gluconate와 trehalose의 발효능에서, B20은 salicin과 trehalose의 발효능에서, A29는 gluconate, trehalose 및 xylose의 발효능에서 각각 일치하지 않는다. 만약 *Lac. bavaricus*로 동정된 모든 균주들을 *Lac. sake*로 동정하면 arabinose와 trehalose의 발효능은 더욱 일치되어지지만, 젖산의 configuration과 amygdalin의 발효능에서 멀어지게 되며, arginine에서 NH_3의 생성능에서도 역시 일치하지 않는다. 한편 *Lac. homohiochii*로 동정된 B21 및 B22는 galactose의 발효능이 일치하지 않는다.

이상의 결과들로 볼 때 본 김치에서 분리된 *Lactobacillus*속의 균주들도 기존의 분류체제에 따라 동정하기 어려우며, 더욱 개선된 분류체제의 확립을 위한 후속 연구들이 필요한 것으로 생각된다.

저온발효 김치의 젖산균 종 분포

저온 발효된 A, B 두 김치시료에서 무작위로 분리한 저온성 젖산균 60주에 대한 종동정 결과를 토대로 하여 두 김치의 주요 젖산균의 종 분포를 살펴본 결과는 Table 6과 같았다.

김치 A에서 분리한 30주는 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 14주, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum* 12주 및 *Lac. bavaricus* 4주이었고, 김치 B에서 분

Table 5. (continued)

Strain No	Acid from(continued)													Identified as
	Maltose	Mannitol	Mannose	Melezitose	Melibiose	Raffinose	Rhamnose	Ribose	Salicin	Sorbitol	Sucrose	Trehalose	Xylose	
B01	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	+	+	*Lactobacillus bavaricus*
A27	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	+	+	
B02	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	+	+	
B03	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	+	+	
A28	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	(+)	+	
B04	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	+	+	
B05	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	+	−	
B06	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	+	−	
B07	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	+	−	
B08	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	+	−	
B09	+	−	+	−	+	−	−	+[w 1)]	+	−	+	+	−	
B10	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	+	−	
B11	+	−	+	−	+	−	−	+	+[w]	−	+	+	−	
B12	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	+	−	
B13	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	+	−	
B14	+	−	+	−	+	−	−	+	+[w]	−	+	+	−	
B15	+	−	+	−	+	−	−	+	(+)	−	+	+	−	
B16	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	+	−	
B17	+	−	+	−	+	−	−	+	+[w]	−	+	+	−	
B18	+	−	+	−	+	−	−	+	+[w]	−	+	+	−	
A29	+	−	+	−	+	−	−	+	(+)	−	+	+	+	
B19	+	−	+	−	+	−	−	+	+[w]	−	+	(+)	−	
B20	+	−	+	−	+	−	−	+	−	−	+	+	−	
A30	+	−	+	−	+	−	−	+[w]	−	−	+	−	−	
REF*	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	−	−	
B21	+	−	+	−	−	−	−	+	−	−	−	−	−	*Lactobacillus homohiochii*
B22	+	−	+	−	−	−	−	+	−	−	−	−	−	
REF*	+	−	+	−	−	−	−	+	d	−	−	d	−	
REF*	+	+	+	d	+	+	−	+	+	+	+	+	d	*L. plantarum*
REF*	+	−	+	−	+	−	−	+	+	−	+	+	−	*L. sake*

[1)] +[w]: weak positive

Table 6. Species distribution of lactic acid bacteria isolated randomly from *kimchi*-A and *kimchi*-B

(Unit: No. of isolate)

Species	*Kimchi*-A[1)]	*Kimchi*-B	Total
Leu. mesenteroides subsp. *mesenteroides*	14(46.7%)	3(10.0%)	17
Leu. mesenteroides subsp. *dextranicum*	12(40.0%)	0	12
Leu. paramesenteroides	0	2(6.7%)	2
Leu. lactis	0	3(10.0%)	3
Lac. bavaricus	4(13.3%)	20(66.6%)	24
Lac. homohiochii	0	2(6.7%)	2
Total	30(100%)	30(100%)	60

[1)] *Kimchi*-A and *kimch*-B were the same that described in Table 1.

리한 30주는 *Lac. bavaricus* 20주, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 3주, *Leu. lactis* 3주, *Leu. paramesenteroides* 2주 및 *Lac. homohiochii* 2주이었다. 김치 A는 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* 및 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*이 최우점종이었고, 김치 B는 *Lac. bavaricus*가 최우점종이었다. 본 실험에서 두 김치 시료간에 우점젖산균의 균종이 서로 상이하게 나타난 주된 이유는 숙성정도의 차이, 즉 김치 A는 20일간 발효시켜 적숙상태이었고 김치 B는 50일간 발효시켜 과숙상태이었기 때문인 것으로 생각된다.

민 등[4]은 30℃에서 김치를 발효시킬 때 발효초기에 *Leu. mesenteroides*가, 발효후기에는 *Lac. plantarum*이 우점종이라고 하였고, 박 등[20]은 25℃에서 발효시킬 때 발효초기에는 *Leu. mesenteroides*, *Leu. cremoris* 및 *St.*

*raffinolactis*가, 발효후기에는 *Lac. plantarum*이 우점종이라고 하였으며, 심 등[19]은 20℃에서 발효시킬 때 발효초기에는 *Leu. mesenteroides* 및 *Lac. leichimanni*가, 발효후기에는 *Lac. plantarum*이 우점종이라고 하여 본 연구의 결과와는 상당히 다르다. 이러한 차이는 김치발효에 관여하는 젖산균 우점종이 발효온도에 따라 크게 다를 수 있음을 시사하는 것이 된다.

또한 *Lac. plantarum*과 *Lac. brevis*로 동정되는 젖산균이 저온발효 김치에서 분리되지 않은 점은 민 등[4], 임 등[18] 및 박 등[20]의 연구결과와도 일치하며, 이러한 점은 저온발효 김치의 중요한 특징으로 생각된다.

요 약

5~7℃의 저온에서 20일 및 50일간 각각 발효된 A 및 B의 두 김치시료에서 저온성 젖산균 각각 30주씩을 무작위로 분리하고 동정을 하였다. 김치 A에서 분리한 30주 중 14주는 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*로, 12주는 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로, 4주는 *Lac. bavaricus*로 각각 동정되었고, 김치 B에서 분리한 30주 중 20주는 *Lac. bavaricus*로, 3주는 *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*로, 3주는 *Leu. lactis*로, 2주는 *Leu. paramesenteroides*로, 2주는 *Lac. homohiochii*로 각각 동정되었다. 비록 본 균주들이 위와 같이 동정되었지만 당류발효 pattern과 arginine에서 NH_3의 생성능이 *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*에 기재된 내용과 일치하지 않는 균주가 많았고, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*와 *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*으로 동정된 균주들 중의 일부는 당류발효 pattern이 동일 subspecies의 균주들 사이보다 다른 subspecies와 더욱 일치하는 모순까지 드러내었다. 이들 저온성 젖산균들을 기존의 체제에 따라 분류함에는 어려움이 따랐으며 이의 해결을 위한 후속연구가 요구되었다.

문 헌

1. 김현옥, 이혜수 : 숙성온도에 따른 김치의 휘발성 유기산에 관한 연구. 한국식품과학회지, 7, 74 (1975)
2. 천종희, 이혜수 : 김치의 휘발성 유기산과 이산화탄소에 관한 연구. 한국식품과학회지, 8, 90 (1976)
3. 이승교, 전승규 : 김치의 숙성에 미치는 온도의 영향. 한국영양식량학회지, 11(3), 63 (1982)
4. Mheen, T.I. and Kwon, T.W.: Effect of temperature and salt concenteration on *kimchi* fermentation. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 16, 443 (1984)
5. 조 영, 이혜수 : 젖산균과 온도가 김치발효에 미치는 영향(I). 한국조리과학회지, 7, 15 (1991)
6. 조 영, 이혜수 : 젖산균과 발효온도가 김치발효에 미치는 영향(II). 한국조리과학회지, 7, 89 (1991)
7. 이진희, 이혜수 : 양파가 김치발효에 미치는 영향(I). 한국조리과학회지, 8, 27 (1992)
8. Thomas, S.B.: Methods of assessing the psychrotrophic bacterial content of milk. *J. Appl. Bacteriol.*, 32, 269 (1969)
9. Reuter, G.: Classification problems, ecology and some biochemical activities of Lactobacilli of meat product. In *Lactic Acid Bacteria in Beverages and Food*, Academic Press, London, p.221 (1975)
10. Sadovski, A.Y., Gordin, S. and Foreman, F.: Psychrotrophic growth microorganisms in a cultured milk product. *J. Food Prot.*, 43, 765 (1980)
11. Witter, L.D.: Psychrophilic bacteria, a review. *J. Dairy Sci.*, 44, 983 (1961)
12. Kitchell, A.G. and Shaw, B.G.: Lactic acid bacteria in fresh and cured meat, In *Lactic Acid Bacteria in Beverages and Food*, Academic Press, London, p.209 (1975)
13. Reuter, G.: Psychrotrophic Lactobacilli in meat product. In *Psychrotrophic Microorganisms in Spoilage and Pathogencity*, Academic Press, London, p.253 (1981)
14. 김호식, 황규환 : 김치의 미생물학적 연구(제1보), 협기성 세균의 분리와 동정. 과연휘보, 4, 56 (1959)
15. 김호식, 전재근 : 김치저장중 세균의 동적변화에 관한 연구. 원자력 논문집, 6, 112 (1966)
16. 안숙자 : 김치에서 분리한 유산균의 생육에 미치는 식염과 식품보존료의 영향. 한국조리과학회지, 4(2), 39 (1988)
17. 현인환 : 김치에서 분리된 젖산균에 관한 연구. 경북전문대학 논문집, 8, 211 (1989)
18. 임종락, 박현근, 한홍의 : 김치에 서식하는 Gram 양성 세균의 분리 및 동정의 재평가. 한국미생물학회지, 27, 404 (1989)
19. 심선택, 경규항, 유양자 : 김치에서 젖산균의 분리 및 이 세균들의 배추즙액 발효. 한국식품과학회지, 22, 373 (1990)
20. 박현근, 임종락, 한홍의 : 각 온도에서 김치발효중 미생물의 천이과정. 인하대학교 기초과학연구소 논문집, 11, 161 (1990)
21. 이철우, 고창영, 하덕모 : 김치발효중의 젖산균의 경시적 변화 및 분리 젖산균의 동정. 산업미생물학회지, 20, 102 (1992)
22. 이현중, 백지호, 양문, 한홍의, 고용덕, 김홍재 : 온도강하에 의한 김치발효의 유산균 군집의 특징. 한국미생물학회지, 31, 346 (1993)
23. 김종근 : 한국의 김치에 있는 유산균의 분리와 동정. 삼육대학논문집, 22, 157 (1989)
24. 황규환 : 김치젖산균 *Pediococcus pentosaceus*의 분리와 동정. 사일전문대학 논문집, 5, 347 (1985)
25. 왕순련 : 한국요리백과 III. 범한출판사, p.24 (1985)
26. Atlas, R.M. and Park, L.S.: *Handbook of Microbiological Media*. CRC Press, New York, p.854 (1993)
27. Rouff, K.L.: The genus *Streptococcus*. In *The Prokaryotes*, Second ed., Balows, A., Truper, H.G., Dworkin, M., Harder, W. and Schleifer, K.H.(ed.), Springer-Verlag, New York, Vol.II, p.1450 (1992)
28. Garvie, E.I.: The genus *Leuconostoc*. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Sneath, P.H.A., Mair, N.S., Sharpe, M.E. and Holt, J.G.(ed.), Williams and Wilkins, Baltimore, Vol.2, p.1071 (1986)
29. Kandler, O. and Weiss, N.: Regular, nonsporing Gram-positive rods. In *Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*, Sneath, P.H.A., Mair, N.S., Sharpe, M.E. and Holt, J.G.(ed.), Williams and Wilkins, Baltimore, Vol.2, p.1208 (1986)
30. Holzapfel, W.H. and Schillinger, U.: The genus *Leuco-*

nostoc. In *The Prokaryotes,* Second ed., Bslows, A., Truper, H.G., Dworkin, M., Harder, W. and Schleifer, K.H.(ed.), Springer-Verlag, New York, Vol.II, p.1508 (1992)
31. Cappuccino, J.G. and Sherman, N.: Biochemical activities of microorganesms. In *A Laboratory Manual of Microbiology,* Second ed., The Benjamin Cummings Publishing Company, Menlo Park, California. p.125 (1987)
32. Boehringer Mannheim: *Method of Biochemical Analysis and Food Analysis.* Boehringer Mannheim GmbH, Mannheim, p.46 (1989)
33. Jeanes, A.: Production of dextran from *Leuconostoc mesenteroides* NRRL B-523. In *Methods in Carbohydrate Chemistry,* Academic Press, New York, Vol.5, p.124 (1965)
34. Guthof, O.: Detection of dextrans and levans. In *The Prokaryotes,* Gehring, F.J.(ed.), Springer-Verleg, New York, Vol.II, p.1604 (1981)

(1995년 3월 3일 접수)