

김치발효 중의 젖산균의 경시적 변화 및 분리 젖산균의 동정

이철우 · 고창영 · 하덕모*
동국대학교 공과대학 식품공학과

Microfloral Changes of the Lactic Acid Bacteria during Kimchi Fermentation and Identification of the Isolates

Lee, Chul-Woo, Chang-Young Ko and Duk-Mo Ha*

Department of Food Technology, Dongguk University, Seoul 100-715, Korea

Abstract— The microfloral changes of lactic acid bacteria during Kimchi fermentation at 5, 20 and 30°C were compared by using various selective media, and the lactic acid bacterial strains were isolated and identified. The patterns of microfloral changes in each lactic acid bacterial group, leuconostoc, lactobacilli, streptococci and pediococci, were similar at different fermentation temperature, and the changes were accelerated by increased temperature. Among them, leuconostoc and lactobacilli showed high population, and at low temperature the number of leuconostoc were higher than at high temperature. Leuconostoc and streptococci were increased in number from the beginning, but they rapidly decreased after the optimum ripening period. Pediococci increased their number after streptococci, but they were rapidly decreased later. Lactobacilli were highly distributed throughout the whole fermentation period. However, they were slightly declined as the acidity increased. Those strains of leuconostoc, streptococci, pediococci and lactobacilli were identified as *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Streptococcus faecalis*, *S. faecium*, *Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus plantarum*, *L. sake* and *L. brevis*. Among lactobacilli, *L. sake* and *L. brevis*, and *L. plantarum* were isolated mainly at the beginning and around the overripening period of fermentation, respectively.

김치는 우리나라 고유의 발효식품으로서 배추나 무우를 주원료로 하고 마늘, 생강, 파, 고추가루, 젓갈 등 다양한 향신료를 첨가하여 발효시킨 채소발효식품이며 이들 원료와 미생물의 적당한 발효에 유래되는 성분이 잘 조화되어 고유의 맛을 나타내게 된다.

김치의 발효에 관여하는 미생물에 대해서는 1939년 뽀(1)이 김치로부터 처음으로 3종의 Gram 양성 호기성세균을 분리 보고하였고 권(2)은 10종의 간균과 2종의 구균을 분리하여 이들 세균의 특성을 조사하였으며 또 金 등(3,4)은 *Bacillus megaterium* 이외에 *Lactobacillus plantarum*, *L. brevis*, *Streptococcus*

faecalis, *S. faecalis* var. *liquefaciens*, *Leuconostoc mesenteroides* 및 *Pediococcus cerevisiae*의 젖산균을 처음으로 김치로부터 분리 동정하고 김치발효 중의 젖산균의 경시적인 변화를 관찰 보고한 바 있다. 근년에는 민 등(5)이 젖산균의 형태, homo 또는 hetero 젖산발효형식, dextran 생성 및 산생성능을 기준으로 하여 동정하는 방법(6)으로 김치발효에 있어서 온도 및 식염농도를 달리하여 젖산균의 경시적인 변화를 비교하고 김치숙성에 관여하는 주된 미생물은 *Leuconostoc mesenteroides*이며 *Lactobacillus plantarum*은 숙성보다 산패와 밀접한 관련이 있는 것으로 추론하였으며 임 등(7)은 온도를 달리하였을 때 분리되는 젖산균을 동정하고 평판분리배양 상의 colony의 형상에 따라 각각 계수하여 25°C에서는 *Lactobacillus* sp., 5°C에서는 *Leuconostoc* sp.의 출현빈도가 각각 높다는 것을 보고하고 있다. 이와 같이 근년에는 김

Key words: Kimchi fermentation, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus plantarum*, *L. brevis*, *L. sake*, *Streptococcus faecalis*, *S. faecium*, *Pediococcus pentosaceus*

*Corresponding author

치에 관여하는 젖산균에 대한 구체적인 연구가 수행되고 있으나 연구에 따라서는 세균의 일부 특징이나 일부분의 세균만을 대상으로 하여 계수 또는 동정하고 있거나 경시적인 변화에 대한 상세한 검토가 이루어지지 않고 있으며 김치에서 분리되는 젖산균의 미생물학적 특징에 대해서도 충분한 기재가 없으므로 이들에 대한 보다 종합적이고 체계적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 저자들은 김치의 발효 및 저장에 관한 인련의 연구 중 선택배지를 사용하여 각 젖산균군별로 균수를 분리 계수하는 방법으로 발효온도를 달리하여 김치발효 중의 젖산균의 경시적인 변화를 비교하고 이들 젖산균을 형태적, 생리적 특징에 따라서 동정하였기에 그 결과를 보고하는 바이다.

실험방법

시료 김치의 제조

시료 김치의 재료는 서울 중부시장에서 구입하였고 김치 담금에 위한 재료의 배합비는 배추 100g, 마늘 2.0g, 파 2.0g, 고추 2.0g, 생강 0.5g, 젓갈 10g로 하였다.

배추는 길이 4~5 cm로 잘라서 15% 식염수에 실온에서 약 3시간 절인 후 2% 식염수로 2회 씻고 물빼기를 한 다음 부재료를 잘 버무려서 담았다. 이때의 시료 김치의 식염농도는 약 3.0%였다. 시료 김치는 약 250g씩 비닐봉지에 담고 밀봉하여 5, 20 및 30°C의 각 온도에서 10일간, 20일간 및 90일간 각각 발효시키면서 다음 실험의 시료로 사용하였다.

pH 및 산도 측정

시료 김치를 마쇄한 후 여과하여 pH 및 산도를 측정하였다. pH는 여과액을 pH meter(M-8S, Horiba Co.)로 측정하였으며 산도는 AOAC의 방법(8)에 따라 여과액을 0.1% phenolphthalein을 지시약으로 하여 0.1 N NaOH로 적정하고 적정치를 젖산으로 환산하여 산도(%)로 나타내었다.

젖산균 및 총균수의 분리계수

시료 김치 봉지 한개의 내용물 전체를 마쇄한 다음 멸균 거즈로 여과하고 단계농도로 희석하여 젖산균 및 총균수의 계수를 위한 시료로 하였다.

시료 중의 젖산균을 각 속별로 분리계수하기 위하여 宮尾 등의 방법(9)에 따라 *Leuconostoc*, *Streptococcus*,

Pediococcus 및 *Lactobacillus*에 대한 각 선택배지를 사용하여 평판배양한 후 나타난 colony의 수로부터 시료 1 ml 중의 각 젖산균의 균수를 산출하였다. *Leuconostoc*의 선택배지로서는 Gram 음성균의 생육을 억제하고 큰 colony를 얻기 위하여 phenyl ethyl alcohol과 sucrose를 첨가한 phenyl ethyl alcohol sucrose agar medium(PES 배지)(9)를 사용하여 20°C에서 5일간 평판배양하였다. 배양에 있어서 *Bacillus subtilis* 등 호기성세균의 출현을 억제하기 위하여 혐기성 jar(Difco Lab.)를 이용하여 혐기배양하였다. *Streptococcus* 및 *Pediococcus*의 선택배지로서는 m-Enterococcus 배지(10)를 사용하여 37°C에서 4일간 평판배양하였다. 계수에 있어서 2,3,5-triphenyl tetrazolium chloride(TTC)를 환원하여 붉은 색을 나타내는 colony를 *Streptococcus*로, 환원하지 않아서 흰색을 나타내는 colony를 *Pediococcus*로 각각 계수하였다. *Lactobacillus*의 선택배지로서는 Lactobacillus selection medium(LBS 배지)에 *Pediococcus*의 생육을 억제하기 위하여 acetic acid와 sodium acetate를 첨가한 modified LBS agar medium(m-LBS 배지)(9)를 사용하여 30°C에서 3일간 평판배양하였다.

총균수를 계수하기 위해서는 plate count agar(Difco Lab.)를 사용하여 30°C에서 3일간 평판배양하여 나타난 colony를 계수하였다.

젖산균의 동정

각 선택배지에서 분리된 젖산균은 Bergey's manual of systematic bacteriology(11, 12) 및 기타의 동정서(13-17)에 따라서 형태적, 배양적 및 생리적 특징을 조사하여 동정하였다.

결과 및 고찰

산도, pH 및 젖산균의 경시적 변화

시료 김치를 5, 20 및 30°C로 온도를 각각 달리하였을 때의 발효 중의 pH, 각 젖산균수 및 총균수의 경시적인 변화는 Fig. 1, 2 및 3과 같다.

담금 직후에 있어서 시료 김치는 pH 5.67, 산도 0.23%였다. 발효의 진행에 따라 pH는 점차로 낮아지며 pH가 낮아지는 속도는 온도가 높을수록 빨라지고 김치의 맛이 가장 좋은 적숙기(pH 4.2, 산도 0.6~0.8%)(5)에 도달하는 기간은 30°C에서 1~2일, 20°C에서

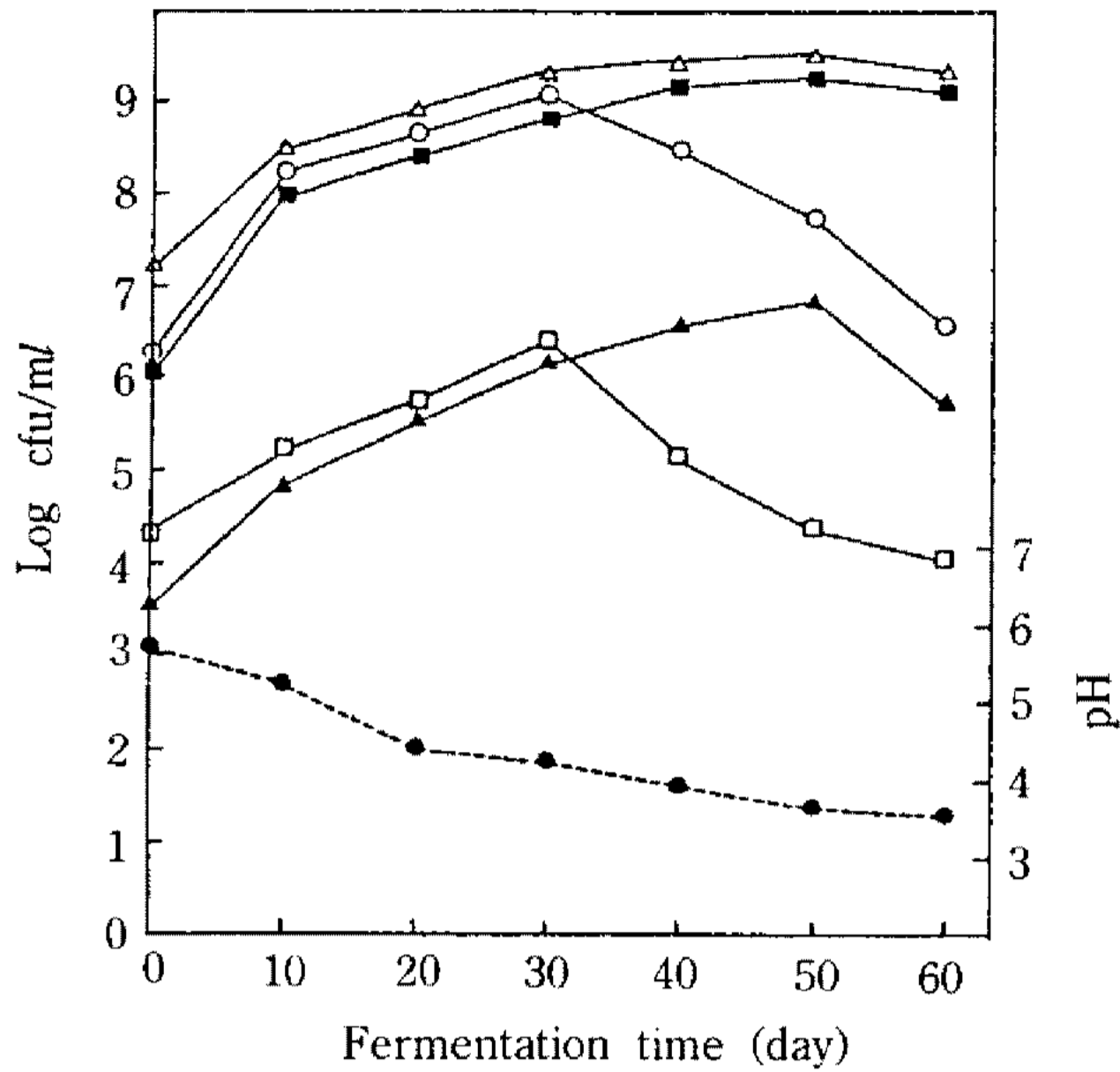


Fig. 1. Microfloral change of lactic acid bacteria during Kimchi fermentation at 5°C.

○-○, leuconostoc; □-□, streptococci; ▲-▲, pediococci; ■-■, lactobacilli; △-△, total viable count, ●-●, pH.

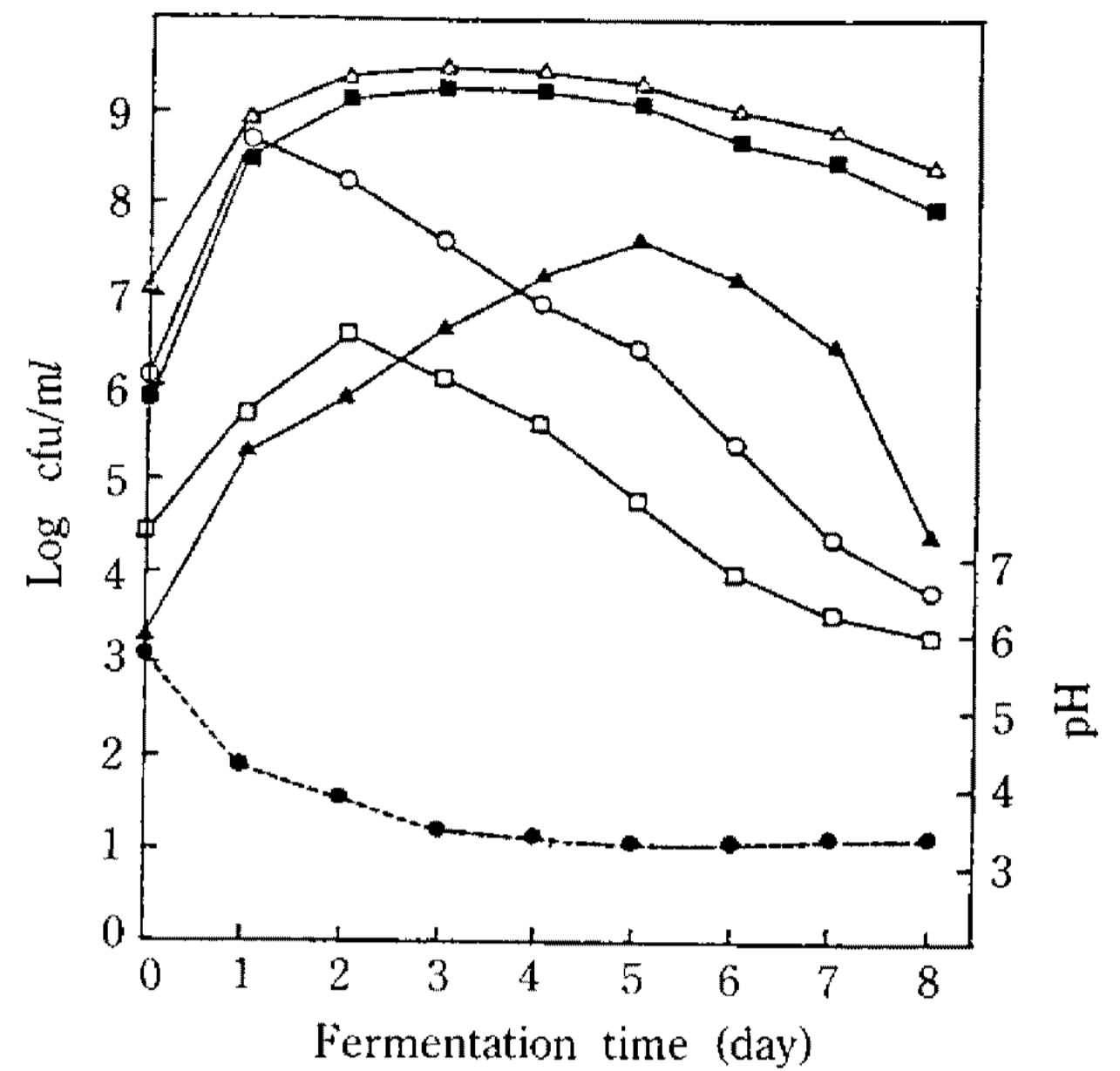


Fig. 3. Microfloral change of lactic acid bacteria during Kimchi fermentation at 30°C.

○-○, leuconostoc; □-□, streptococci; ▲-▲, pediococci; ■-■, lactobacilli; △-△, total viable count, ●-●, pH.

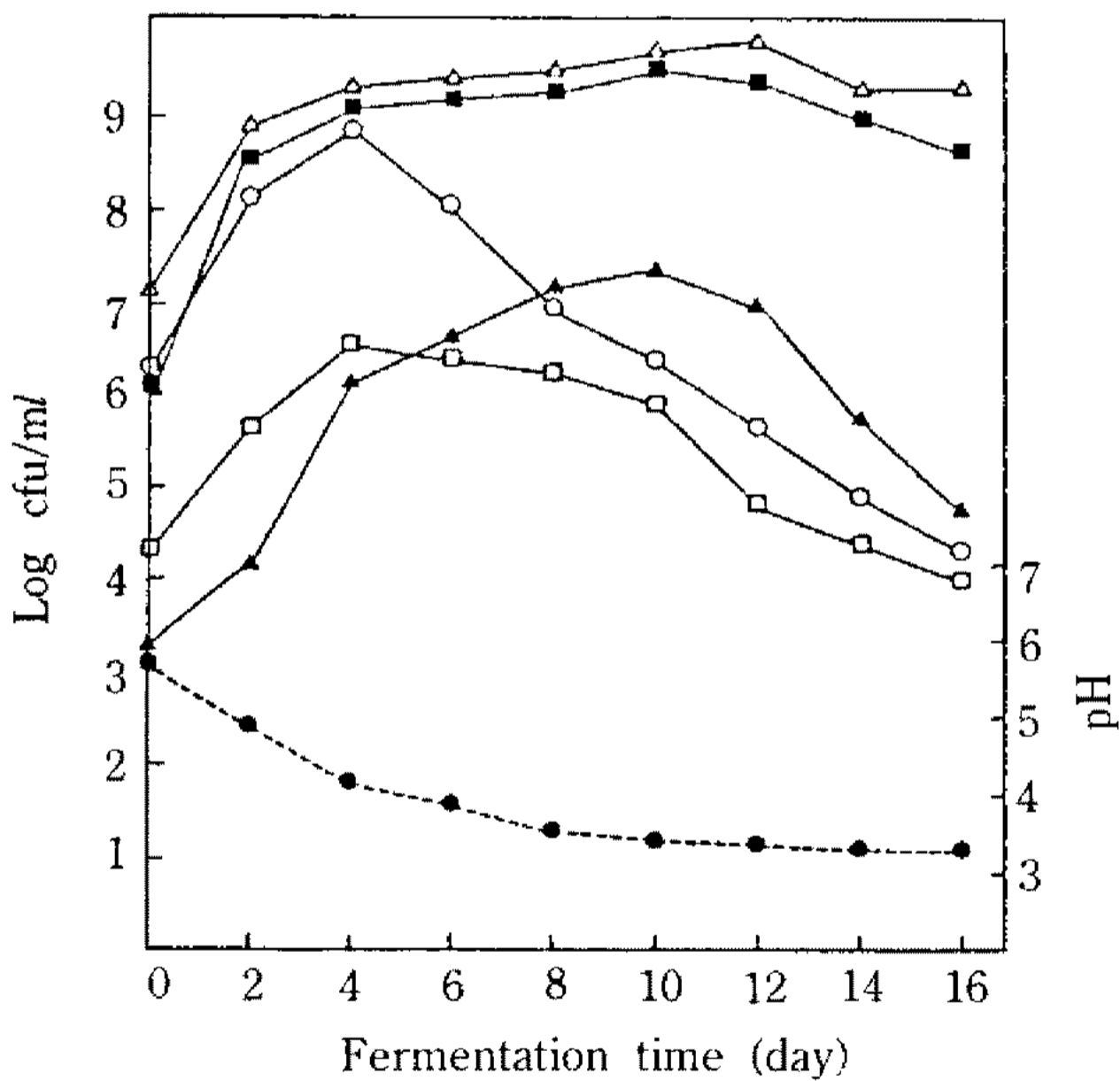


Fig. 2. Microfloral change of lactic acid bacteria during Kimchi fermentation at 20°C.

○-○, leuconostoc; □-□, streptococci; ▲-▲, pediococci; ■-■, lactobacilli; △-△, total viable count, ●-●, pH.

3~4일, 5°C에서 20~30일이 소요되었다. 산도도 발효의 진행에 따라 증가되고 30°C의 경우 6일째에, 20°C의 경우 10일째에, 5°C의 경우 50일째에 각각 1.74%, 1.70% 및 1.24%의 최고산도에 도달한 후 완만하게 감소하는 경향이였다. 이와같은 pH 및 산도의 경시

적인 변화는 이들에 관한 보고(5, 18)와 거의 같은 경향을 나타내었고 경과시간에 있어서 약간의 차이가 있는 것은 원료의 종류, 처리방법, 고형분의 비 등에 기인되는 것으로 생각된다.

각 온도에 있어서 *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* 및 *Pediococcus*속 젖산균의 경시적인 변화의 양상은 온도에 따라 차이는 있으나 대체적으로 비슷한 경향이었고 온도가 높을수록 변화의 속도가 빠르며 이들 중 *Leuconostoc* 및 *Lactobacillus*가 높은 분포를 나타내었다. *Leuconostoc*는 초기부터 급속히 증가하여 pH 4.0~4.5의 적숙기 부근에 도달한 후 급속히 감소하게 되며 온도가 낮을수록 높은 분포를 나타내고 감소하기 시작하는 시기나 속도도 늦어지는 경향이였다. 5°C의 경우에 적숙기에 있어서 최고균수(2.0×10^9 cell/ml)에 도달하고 그 이후에도 비교적 높은 균수를 유지하였다. *Lactobacillus*는 전 기간을 통해서 높은 분포를 나타내며 발효가 진행되어 pH가 약 3.8 이하로 떨어진 이후에 약간 감소하고 높은 온도에 비하여 낮은 온도에서는 발효초기의 균수가 감소하는 경향으로 30°C에서 최고균수(3.5×10^9 cell/ml)를 나타내었다. *Streptococcus* 및 *Pediococcus*는 *Leuconostoc* 및 *Lactobacillus*보다 낮은 분포를 나타내고 온도가 낮을수록 균수는 감소하며 이들 균수의 경시적인 변

화는 *Streptococcus*의 경우 *Leuconostoc*와 같이 초기에 증가하고 적숙기 이후에 급속히 감소하며 *Pediococcus*는 발효초기에 있어서 *Streptococcus*에 뒤이어 계속 증가하다가 뒤에 급속히 감소하는 경향을 나타내었다. 온도에 따라서 *Leuconostoc*와 기타 젖산균의 분포에 있어서 차이를 나타내는 것은 뒤에서 기술하는 바와 같이 동정의 결과 *Leuconostoc*속의 균주는 *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*로 동정되었으며 이 균종의 생육온도범위가 다른 젖산균에 비하여 비교적 낮기 때문인 것으로 생각된다. 또 *Leuconostoc* 및 *Streptococcus*는 적숙기 이후에, *Pediococcus*는 그 이후에 각각 급속히 감소하고 *Lactobacillus*는 발효가 많이 진행된 뒤에 조금 감소하는 경향을 나타내는 것은 이들 속에 속하는 각 젖산균의 산생성능의 차이와 관련되는 것으로 추측된다(Table 1).

분리된 *Lactobacillus*속 균주는 뒤에서 기술하는 바와 같이 동정의 결과 *L. sake*, *L. brevis* 및 *L. plantarum*의 3균종으로 나누어지며 이들 중 *L. sake*로 동정되는 균주는 발효초기에 가장 많이 분리되는데 대해서 pH가 4.0 이하로 저하된 과숙기에는 거의 분리되지 않으며, *L. brevis*로 동정되는 균주는 발효초기에 비교적 많이 분리되고 과숙기에는 적은 균수가 분리되며, *L. plantarum*으로 동정되는 균주는 발효의 전기간을 통해서 분리되나 특히 발효가 상당히 진행된 과숙기에 많이 분리되었다. *Lactobacillus*속 분리균주 중 *L. sake* 및 *L. brevis*의 균주는 발효초기에 약 88% 이상을, *L. plantarum*의 균주는 과숙기에 약 80% 이상을 각각 차지하였다. 이와 같이 발효의 진행에 따라 *L. sake*, *L. brevis*의 순으로 감소되고 주로 *L. plantarum*이 계속 젖산발효에 관계하게 되는 것은 *L. plantarum*의 높은 산생성능 때문인 것으로 생각된다.

이상의 결과로 미루어 김치의 숙성을 주도하는 젖산균은 *Leuconostoc mesenteroides*와 *Lactobacillus sake* 및 *L. brevis* 등의 *Lactobacillus*속 젖산균이며 산패를 주도하는 젖산균은 민 등(15)이 추정된 바와 같이 *Lactobacillus plantarum*이고 *L. brevis*도 일부 관여하며 이외에 뒤에 기술하는 바와 같이 *Streptococcus faecalis* 및 *S. faecium*로 동정되는 *Streptococcus*속 젖산균은 주로 숙성에, *Pediococcus pentosaceus*로 동정되는 *Pediococcus*속 젖산균은 숙성과 산패에 걸쳐서 각각 관여하는 것으로 추정된다.

총균수는 초기에 급증하여 높은 균수를 나타내고 발효의 진행으로 pH가 4.0 이하로 저하됨에 따라 점차 감소하는 경향이었고 이러한 변화는 온도가 높을수록 빨리 진행되었다.

젖산균의 동정

각 선택배지에 형성된 colony의 형상으로 보아 다른 균종으로 판단되어 분리한 균주는 모두 Gram 양성, catalase 음성의 구균 또는 간균이었으며 각 균종별 대표균주의 형태적, 배양적 및 생리적 특징은 Table 1 및 2와 같다.

*Leuconostoc*에 대한 선택배지에서 분리된 1001균주는 hetero 젖산발효균으로 구균이며 litmus milk를 환원하지 않고 arginine으로부터 암모니아를 생성하지 않는 등 *Leuconostoc*의 특징을 나타내었으며 sucrose, trehalose, arabinose 및 melibiose로부터 산을 생성하며 sucrose로부터 dextran을 생성하고 또 pH 4.2~4.8의 배지에서 생육하지 않으며 6.5% NaCl 농도에서 생육하므로 *L. mesenteroides* subsp. *mesenteroides*로 동정되었다.

Streptococcus 및 *Pediococcus*에 대한 선택배지에서 분리된 균주 중 2101 및 2103균주는 homo 젖산발효를 하는 구균으로 10 및 45°C, 6.5% NaCl농도 및 pH 9.6에서 각각 생육하고 litmus milk를 응고전에 환원하며 질산염을 환원하지 않는 등 *Streptococcus*속 enterococci의 특징을 나타내었다. 2101균주는 arabinose, melibiose 및 sorbose로부터 산을 생성하고 melezitose로부터 산을 생성하지 않으며 tetrazolium을 약하게 환원하므로 *S. faecium*으로 동정되었고 2103균주는 melezitose로부터 산을 생성하고 arabinose, melibiose 및 sorbose로부터 산을 생성하지 않으며 tetrazolium을 급속히 환원하므로 *S. faecalis*로 동정되었다. 또 이들 균주와 함께 분리된 2201균주는 homo 젖산발효를 하는 4연구균으로 우유에서의 산생성과 curd 형성, 질산염의 환원, gelatin의 액화, indole의 생성 및 sodium hippurate의 가수분해를 볼 수 없는 등 *Pediococcus*의 특징을 나타내었으며 온도 40°C, pH 8.5, 식염농도 6.5%까지 각각 생육하고 arabinose 및 maltose로부터 산을 생성하는 등 그 특징이 *P. pentosaceus*에 대한 기재와 잘 일치하였고 sucrose로부터 산을 생성하는 점이 Bergey의 기재(11)와 다르나 이 균종에는 산을 생성하는 균주도 보고(19)되고 있으

Table 1. The general characteristics of representative strains in lactic acid bacteria isolated from Kimchi

Characteristics	Species and strain No.						
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i> 1001	<i>Streptococcus faecium</i> 2101	<i>Streptococcus faecalis</i> 2103	<i>Pediococcus pentosaceus</i> 2201	<i>Lactobacillus plantarum</i> 3001	<i>Lactobacillus sake</i> 3011	<i>Lactobacillus brevis</i> 3021
Cell form	Cocci	Cocci	Cocci	Cocci	Rod	Rod	Rod
Cell size (μm)	0.5-1.5	0.5-1.0	0.5-1.0	0.5-1.0	0.9-1.1 ×3-6	0.6-0.7 ×2-3	0.7-0.9 ×2-3
Cell arrangement	pairs, chains	pairs, chains	pairs, chains	pairs, tetrads	singly, short chains	singly, short chains	singly, short chains
Gram reaction	+	+	+	+	+	+	+
Motility	-	-	-	-	-	-	-
Spore formation	-	-	-	-	-	-	-
Gas from glucose	+	-	-	-	-	-	+
Catalase	-	-	-	-	-	-	-
Reaction in litmus milk:							
Reduction	-	+	+	-	+	+	+
Peptonization	-	-	-	-	-	-	-
Acid curd	-	+	+	-	+	+	+
Ammonia from arginine	-	+	+	NT	-	-	+
Hydrolysis of gelatin	NT	-	-	-	-	-	-
Hydrolysis of esculin	-	NT	+	-	NT	NT	NT
Hydrolysis of arginine	-	+	+	+	NT	NT	NT
Hydrolysis of hippurate	NT	-	-	-	NT	NT	NT
Nitrate reduction	-	-	-	-	-	-	-
Reduction of tellurite	NT	-	+	NT	NT	NT	NT
Reduction of tetrazolium	NT	+	+	-	NT	NT	NT
Formation of indole	-	NT	NT	-	-	-	-
Dextran formation	+	-	-	-	-	-	-
Growth at 10°C	+	+	+	NT	NT	NT	NT
Growth at 15°C	+	+	+	+	+	+	+
Growth at 40°C	-	+	+	+	+	+	+
Growth at 45°C	-	+	+	+	-	-	-
Growth at 50°C	-	-	-	-	-	-	-
Growth at pH 3.6	-	-	-	-	+	-	+
Growth at pH 3.9	-	-	-	-	+	+	+
Growth at pH 4.2	-	-	-	+	+	+	+
Growth at pH 4.8	-	-	-	+	+	+	+
Growth at pH 8.6	+	+	+	+	+	+	+
Growth at pH 9.2	+	+	+	-	+	+	+
Final lactic acid conc. in TGY broth (%)	0.6-0.7	<0.4	<0.4	0.9-1.0	1.0-1.5	0.6-0.7	0.9-1.0

NT, not tested.

Table 2. Acid formation from carbohydrates of representative strains in lactic acid bacteria isolated from Kimchi

Characteristics	Species and strain No.						
	<i>Leuconostoc mesenteroides</i> subsp. <i>mesenteroides</i> 1001	<i>Streptococcus faecium</i> 2101	<i>Streptococcus faecalis</i> 2103	<i>Pediococcus pentosaceus</i> 2201	<i>Lactobacillus plantarum</i> 3001	<i>Lactobacillus sake</i> 3011	<i>Lactobacillus brevis</i> 3021
Amygdalin	+	+	+	+	+	+	-
Arabinose	+	+	-	+	+	+	+
Arbutin	+	+	+	+	NT	NT	NT
Cellobiose	+	+	+	+	+	+	-
Cellulose	-	-	-	NT	NT	NT	NT
Dextrin	NT	NT	NT	-	NT	NT	NT
Esculin	NT	NT	NT	+	+	+	-
Fructose	+	+	+	+	+	+	+
Galactose	+	+	+	+	+	+	+
Glucose	+	+	+	+	+	+	+
Gluconate	NT	NT	NT	NT	+	+	+
Glycerol	NT	+	+	-	NT	NT	NT
Inulin	NT	-	+	-	NT	NT	NT
Lactose	+	+	+	+	+	+	+
Maltose	+	+	+	+	+	+	+
Maltotriose	NT	NT	NT	-	NT	NT	NT
Mannitol	+	+	+	-	+	-	-
Mannose	+	+	+	+	+	+	-
Melezitose	NT	-	+	-	-	-	-
Melibiose	+	+	-	-	+	+	+
Raffinose	+	NT	NT	+	+	-	-
Rhamnose	NT	NT	NT	+	-	-	-
Ribose	+	+	+	+	+	+	+
Salicin	+	+	+	+	+	+	-
Sorbitol	NT	+	+	-	+	-	-
Sorbose	NT	+	-	-	NT	NT	NT
Starch	NT	NT	NT	-	NT	NT	NT
Sucrose	+	+	+	-	+	+	+
Trehalose	+	NT	NT	+	+	+	-
Xylose	+	NT	NT	-	-	-	+

NT, not tested.

므로 *P. pentosaceus*로 동정되었다.

*Lactobacillus*에 대한 선택배지에서 분리된 3001, 3011 및 3021균주는 포자를 형성하지 않는 간균으로 내산성이며 gelatin의 액화, casein의 분해, indole 및

H₂S의 생성을 볼 수 없는 등 *Lactobacillus*의 특징을 나타내었으며 이들 중 3001 및 3011균주는 homo 젖산발효균이며 3021균주는 hetero 젖산발효균으로 glucose로부터의 가스생성 및 arginine으로부터의 암

모니아생성에 있어서 차이를 나타내었다. 3001균주는 45°C에서 생육하지 않으며 rhamnose, melezitose 및 xylose 이외의 모든 시험당류로부터 산을 생성하므로 *L. plantarum*으로 동정되었고 3011균주는 45°C에서 생육하지 않으며 mannitol, melezitose, raffinose 및 sorbitol로부터 산을 생성하지 않으므로 *L. sake*로 동정되었다. *L. sake*로 동정된 균주 중 3011균주는 melibiose로부터 산을 생성하나 산을 생성하지 않는 균주도 있었다. 또 3021균주는 45°C에서 생육하지 않으며 melibiose, arabinose 및 gluconate로부터 산을 생성하고 cellobiose 및 salicin으로부터 산을 생성하지 않으므로 *L. brevis*로 동정되었다.

이상과 같이 시료 김치로부터 여러 선택배지를 이용하여 분리된 4속의 균주들은 *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Streptococcus faecalis*, *S. faecium*, *Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus plantarum*, *L. sake* 및 *L. brevis*의 7균종으로 동정되었으며 이들 중 *S. faecium*는 김치로부터 분리 보고된 바 없다. 임 등(7) 및 십 등(20)은 *Lactobacillus*속의 여러 균종이 분리 동정되었다고 보고하고 있으나 본 연구에서는 *L. plantarum*, *L. sake* 및 *L. brevis* 이외의 균종은 확인되지 않았다.

요 약

김치의 발효온도를 5, 20 및 30°C로 달리하여 발효기간 중의 젖산균의 경시적인 변화를 선택배지를 이용하여 젖산균군별로 계수하는 방법으로 비교하고 이들 젖산균을 분리하여 형태적, 배양적 및 생리적 특징에 따라 동정하였다. *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Streptococcus* 및 *Pediococcus*속의 각 젖산균의 경시적인 변화는 각 온도에 있어서 그 양상이 비슷하고 온도가 높을수록 빨리 진행되었다. 이들 중 *Leuconostoc* 및 *Lactobacillus*가 높은 분포를 나타내었으며 낮은 온도에서 *Leuconostoc*는 증가하고 기타의 젖산균은 감소하는 경향이었다. *Leuconostoc* 및 *Streptococcus*는 초기에 증가하여 적숙기 이후에 급속히 감소하며 *Pediococcus*는 *Streptococcus*에 뒤이어 계속 증가하다가 뒤에 급속히 감소하고 *Lactobacillus*는 전 발효기간을 통하여 높은 분포를 나타내며 발효의 진행에 따라 조금 감소하는 경향이었다. 이들 각 속의 균주는 *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides*, *Strepto-*

coccus faecium, *S. faecalis*, *pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus plantarum*, *L. sake* 및 *L. brevis*로 동정되었으며 *Lactobacillus*속 분리균주 중 *L. sake* 및 *L. brevis*는 발효초기에, *L. plantarum*은 과숙기에 주로 분리되었다.

참고문헌

1. 晋宙鉉. 1939. 朝鮮漬物の 細菌學的 研究. 鮮滿醫界 92-99.
2. 權肅杓. 1952. 김치의 細菌學的 研究. (第1報) 分離한 菌에 對하여. 中央化學研究所報告 4: 42-46.
3. 金浩植, 黃丰贊. 1960. 김치의 微生物學的 研究. (第1報) 嫌氣性細菌의 分離와 同定. 科연회보 4(1): 56-63.
4. 金浩植, 全在根. 1966. 김치醱酵中の 細菌의 動的 變化에 關한 研究. 原子力院研究論文集 6: 112-118.
5. 민태익, 권태완. 1984. Effect of temperature and salt concentration on Kimchi fermentation. 한국 식품과학회지 16: 443-450.
6. Pederson, C.S. and M.N. Albury. 1950. Effect of temperature upon bacteriological and chemical changes in fermenting cucumbers. New York State Agr. Exp. Station Bulletin No. 744, Pp. 33-38. Cornell Univ., Geneva.
7. 임종락, 박현근, 한홍의. 1989. 김치에 서식하는 Gram 양성세균의 분리 및 동정의 재평가. 산업미생물학회지 27: 404-414.
8. AOAC. 1990. Official Methods of Analysis, 942.15, P. 918. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Vol. 2. Virginia.
9. 宮尾茂雄, 小川敏男. 1988. 醱酵漬物中の各種乳酸菌의 選擇計數. 日本食品工業學會誌 35: 610-617.
10. Difco Laboratories. 1984. Difco Manual, p. 346. 10th ed., Difco Lab., Detroit.
11. Schleifer, Karl Heinz. 1986. Gram-positive Cocci, Pp. 999-1103. In Krieg N.R. and J.G. Holt (ed.), Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Vol. 2. Williams and Wilkins Co., Baltimore, MD.
12. Kandler, Otto and Norbert Weiss. 1984. Regular, Nonsporulating Gram-positive Rods, Pp. 1208-1260. In Krieg N.R. and J.G. Holt (ed.), Bergey's Manual of Systematic Bacteriology, Vol. 2. Williams and Wilkins Co., Baltimore, MD.
13. Sharpe, M. Elisabeth and T.F. Fryer. 1966. Identification of the lactic acid bacteria, Pp. 65-79. In Gibbs, B.E. and F.A. Skinner (ed.), Identification Methods for Microbiologists, Part A, The Society for Applied Bacteriology, Technical Series No. 1. Academic Press, London.
14. Teuber, Michael and Arnold Geis. 1981. The fa-

- mily Streptococcaceae, Pp. 1615-1630. *In* Mortimer P. Starr, Heinz Stolp, Hans G. Truper, Albert Balows and Hans G. Schlegel (ed.), *The Prokaryotes*, Vol. II. Springer-Verlag, New York.
15. Sharpe, M. Elisabeth, 1981. The genus *Lactobacillus*, Pp. 1651-1679. *In* Mortimer P. Starr, Heinz Stolp, Hans G. Truper, Albert Balows and Hans G. Schlegel (ed.), *The Prokaryotes*, Vol. II. Springer-Verlag, New York.
16. Harrigan, W.F. and Margaret E. McCance, 1976. *Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology*, Pp. 258-276. Academic Press, London.
17. Smibert, Robert M. and Nobel R. Krieg, 1981. General characterization, Pp. 409-443. *In* Phillip Gerhardt, R.G.E. Murray, Ralph N. Costilow, Eugene W. Nester, Willis A. Wood, Noel R. Krieg and G. Briggs Phillips (ed.), *Manual of Methods for General Bacteriology*, American Society for Microbiology, Washington, DC.
18. 구경형, 강근옥, 김우정, 1988. 김치의 발효 과정 중 품질변화. *한국식품과학회지* **20**: 476-482.
19. Raccach, M. 1987. *Pediococci and biotechnology*, *CRC Critical Reviews in Microbiology*, **14**: 291-309.
20. 심선택, 정규향, 유양자, 1990. 김치에서 젖산균의 분리 및 이 세균들의 배추즙액 발효. *한국식품과학회지* **22**: 373-379.

(Received November 18, 1991)