

김치에서 분리한 유산균에 의한 아질산염 소모(I)

오창경 · 오명철 · 현재석* · 최우정** · 이신호** · 김수현[†]

제주대학교 식품공학과

*제주전문대학 식품영양과

**대구효성가톨릭대학교 식품공학과

Depletion of Nitrite by Lactic Acid Bacteria Isolated from Kimchi(I)

Chang-Kyung Oh, Myung-Cheol Oh, Jae-Seok Hyon*, Woo-Jung Choi**,
Sin-Ho Lee** and Soo-Hyun Kim[†]

Dept. of Food Science and Engineering, Cheju National University, Cheju 690-756, Korea

*Dept. of Food Nutrition and Science, Cheju Junior College, Cheju 690-140, Korea

**Dept. of Food Science and Technology, Catholic University of Taegu-Hyosung, Hayang 712-702, Korea

Abstract

Twenty species of lactic acid bacteria were isolated from Kimchi. Six species were identified as *Lactobacillus sake*, ten species as *Leuconostoc mesenteroides* and four species as *Lactobacillus plantarum*. The ability of these isolates to deplete nitrite during growth at 15, 20, 25 and 30°C in MRS broth containing 250µg/ml of nitrite was examined. Depletion of nitrite was high as the order of *L. plantarum*, *L. sake* and *L. mesenteroides* at all temperature tested, and the depletion activity was increased as the increase of growth temperatures. Especially, almost all of nitrites were utilized by *L. plantarum* during growth at all temperature ranges tested. *L. plantarum* and *L. sake* required induction periods for adapting to nitrite, but *L. plantarum* was remarkably depleted nitrite after two days of growth at 15°C and one day at 20°C, *L. sake* after one day of growth at both temperatures. Whereas, *L. mesenteroides* did not require those periods at all temperature ranges tested.

Key words: Kimchi, lactic acid bacteria, depletion of nitrite, growth temperature, depletion activity

서 론

김치는 여러 미생물들의 연속적인 작용에 의하여 발효가 진행되며, 발효가 진행되는 동안 발효 관련 미생물 구성이 변화된다(1). 김치의 발효균은 *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Pediococcus cerevisiae*, *Streptococcus faecalis* 등의 유산균이 주를 이루고, 그 외의 세균으로는 *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Flavobacterium*, *Achromobacter* 속 균들이 확인되고 있으며, 효모는 *Saccharomyces cerevisiae* 등이 발견되고 있다(2). 유산균은 일반적으로 단독 또는 균을 혼합하여 발효식품 제조시 starter로 널리 사용되고 있다(3).

아질산염은 메트헤모글로빈혈증(methemoglobinemia)과 빈혈성저산소증(anemic hypoxia)(4)은 물론 제 2급 및 제 3급 아민과 반응하여 nitrosamine을 생성하는 중요한 전구물질로서(5) 우리가 일상적으로 섭취하는 다양한 식품에 함유되어 있으며, 더구나 육제품의 색소고정, 식감증진, *Clostridium botulinum*의 생육억제 등을 위하여 식품첨가물로 많이 사용되고 있기 때문에 식품위생상 문제를 야기시킬 수 있다(6,7). 혈관 확장을 위하여 아질산나트륨의 구강요법 투약(0.03~0.12g)이 사용되고 있고, 치사량은 1g으로 밝혀져 있다(8). 또한 아질산염은 적당한 조건 하에서 nitro화 반응을 일으켜 그 중의 일부가 특이하고 강력한 발암물질인 nitroso 화합물을 생성(5,9)할 수 있고, Ames 분석에서 그 자체로도 염기치환성 돌연변이를 유도하는 직접 작용물질(direct mutagen)로 알려지고 있다(9,10).

[†]To whom all correspondence should be addressed

최근 들어 미생물에 의한 아질산염의 소거에 관한 관심이 증가하고 있는데, 가공육 저장 중에 아질산염이 감소된다는 것은 잘 알려져 있다(11,12). 그러나 육류에서 화학 반응에 의하여 아질산염이 감소됨을 보이는 연구들은 많으나, 첨가된 아질산염이 소실되는 기구를 충분히 설명하지는 못하였다. Fournaud 등(13)과 Fournaud와 Mocquot(14)는 일부 유산균이 nitrite reductase 효소계를 소유하고 있어서 혐기조건에서 아질산염을 환원시킨다고 제시하였고, Dodds와 Collins-Thompson(15)은 일부나마 *L. lactis*에서 nitrite reductase의 활성에 대하여 설명하였으며, Fernandes 등(16)은 아질산염의 세포 내 이용은 그들이 nitrosamine으로 전환율을 감소시켜 결국 결장암 등의 발생율을 감소시킬 수 있다 하였다.

따라서 본 연구는 여러 식품, 특히 야채류에 널리 분포하고 있고, nitrosamines 형성의 주요 전구물질인 아질산염을 효과적으로 소모시킬 수 있는 방안을 모색하기 위하여 우리 식탁에서 널리 애용되고 있는 전통 발효식품인 김치에서 유산균을 분리·동정하고, 이들 분리 균주에 의하여 온도별로 아질산염의 소모 활성을 검토하였다.

재료 및 방법

사용균주

제주대학교 식품공학과에서 pH 4.8±0.2인 김치에서 분리한 *Leuconostoc mesenteroides* 10균주, *Lactobacillus sake* 6균주와 대구효성가톨릭대학교 식품공학과에서 분리한 *Lactobacillus plantarum* 4균주를 사용하였다.

유산균의 분리

김치 시료로부터 유산균의 분리는 Hosono 등(17)의 방법에 따라 실시하였다. 유산균은 김치 시료로부터 일차적으로 Lactobacillus MRS agar(Difco Lab., USA) 배지에서 분리하고, 계수가 가능한 평판배지에서 무작위로 colonies를 선택하여 Brom Cresol Purple (BCP; Difco Lab., USA) 한천배지에서 배양한 후 배지의 색을 노란색으로 변화시키는 colonies만을 선발하였다. 이들 분리된 균주는 MRS 사면배지에 접종하여 30°C에서 24시간 배양한 후 5°C 냉장고에 보관하면서 사용하였다.

균주의 동정

김치에서 분리된 균주의 분류학적 성상은 일차적으

로 gas 생성 여부를 확인함으로써 정상발효균(homofermentative)과 이상발효균(heterofermentative)으로 분류한 후 형태학적인 특성과 기타의 분류학적 특성을 시험하여 Bergey's Manual of Systematic Bacteriology (18)와 Laboratory Method in Food and Dairy Microbiology(19)에 따라 동정하였다.

분리균주에 의한 아질산염의 소모

Dodds와 Collins-Thompson(15)의 방법에 따라 MRS 액체배지에서 성장세포에 의한 아질산염의 화학적 소모 정도를 측정하였다. 아질산염은 최종 농도가 250µg/ml가 되도록 조정하여 첨가하였고, 각 균주에 대한 음성 대조구 tube에는 멸균 증류수를 가하였고, 양성 대조구 tube에는 아질산염의 최종 농도가 시험용액의 최종 농도와 같아지도록 첨가하였다. 18시간 배양한 배양액을 tube에 100µl 접종하여 5~36°C에서 0~10일 동안 배양하면서 매 1일 마다 아질산염 소모율을 측정하였다. 아질산염 함량은 Ito 등(20)의 방법에 따라 538nm에서 비색 정량하여 배양 전후의 흡광도를 얻은 후 미리 작성한 검량선으로부터 산출하였다.

결과 및 고찰

유산균의 분리 동정

제주대학교 식품공학과에서 pH 4.8±0.2인 김치 시료로부터 16균주의 유산균을 분리하여 동정한 결과는 Table 1과 2에서 보는 바와 같이 6균주는 *Leuconostoc mesenteroides*, 10균주는 *Lactobacillus sake*로 동정되었다. 이들 분리 균주는 편의상 FEBC(Food Engineering, Biochemistry Lab., Cheju National University) 계열로 나타내었다. 이들 *Lactobacillus sake* FEBC 0101~0106, *Leuconostoc mesenteroides* FEBC 0201~0210과 대구효성가톨릭대학교 식품공학과에서 분리한 4종 *Lactobacillus plantarum*은 CTFM 0101~0104로 표기하여 아질산염의 화학적 소모 정도를 측정하였다.

김치 분리 유산균에 의한 아질산염 소모

15°C에서 아질산염의 소모

김치에서 분리한 유산균(FEBC계열과 CTFM계열 균주)을 15°C에서 배양하면서 250µg/ml의 아질산염이 소모되는 정도를 측정된 결과는 Fig. 1에 나타내었다. 15°C에서 배양하는 경우 배양 1일 경과시에 *Lactobacillus*는 *L. mesenteroides*에 비하여 아질산염 소모율이 낮았으며, 특히 *L. plantarum*은 배양 2일 까지 소모율이 낮았다.

Table 1. Characteristics of lactic acid bacteria isolated from Kimchi

Item	Strain	2	3	4	5	7	9	13	14	15	16
Fermentative type		He	He	He	He	He	He	He	He	He	He
Cell shape		cocci	cocci	cocci	cocci	cocci	cocci	cocci	cocci	cocci	cocci
Dextran formation		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Growth in 3.0% NaCl		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Growth at pH 4.8		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Growth at pH 6.5		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Growth in 10% ethanol		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Growth at 15°C		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Growth at 37°C		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fermentation of											
Arabinose		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Fructose		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Galactose		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Glucose		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Maltose		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mannitol		-	+	+	+	+	-	+	+	+	+
Mannose		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Raffinose		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ribose		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Salicin		-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sucrose		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Trehalose		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Identification		<i>Leuconostoc mesenteroides</i>									

+, positive; -, negative

Table 2. Characteristics of lactic acid bacteria isolated from Kimchi

Item	Strain	1	6	8	10	11	12
Fermenting type		Homo	Homo	Homo	Homo	Homo	Homo
Cell shape		rod	rod	rod	rod	rod	rod
NH ₃ from arginine		-	-	-	-	-	-
Lactic acid isomer(s) ^d		DL	DL	DL	DL	DL	DL
Growth at 15°C		+	+	+	+	+	+
Growth at 37°C		+	+	+	+	+	+
Fermentation of							
Amygdalin		+	+	+	+	+	+
Arabinose		+	+	+	+	+	+
Cellobiose		+ _w	+	+	+	+	+
Esculin		+	+	+	+	+	+
Fructose		+	+	+	+	+	+
Galactose		+	+	+	+	+	+
Glucose		+	+	+	+	+	+
Gluconate		+	+	+	+	+	+
Lactose		+	+	+	+	+	+
Maltose		+ _w	+	+	+	+	+
Mannitol		-	-	-	-	-	-
Mannose		+	+	+	+	+	+
Melibiose		+	+	+	+	+	+
Raffinose		-	-	-	-	-	-
Rhamnose		-	-	-	-	-	-
Ribose		+	+	+	+	+	+
Salicin		+	+	+	+	+	+
Sorbitol		-	-	-	-	-	-
Sucrose		+	+	+	-	+	+
Trehalose		+	+	+	-	+	+
Xylose		-	-	-	-	-	-
Identification		<i>Lactobacillus sake</i>					

+, positive; -, negative; +_w, weak positive

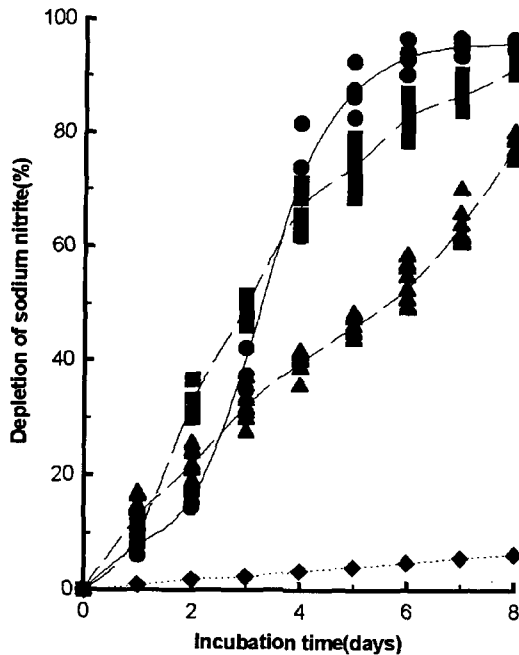


Fig. 1. Depletion of nitrite by lactic acid bacteria isolated from Kimchi during growth at 15°C. Concentration of nitrite: 250µg/ml of broth
 ●, CTFM *Lactobacillus plantarum* groups; ■, *Lactobacillus sake* groups; ▲, *Leuconostoc mesenteroides* groups; ◆, without lactic acid bacteria

이러한 현상은 김치 숙성 관련 *Lactobacillus*가 아질산염을 소모하기 위해서는 일정 기간 동안 아질산염에 적응하는 시간, 즉 유도기간이 필요하기 때문인 것으로 생각되며, 같은 균속이라도 *L. plantarum*이 *L. sake*에 비하여 더 장시간의 유도기간이 필요하였다. 이러한 유도기간의 필요성에 따라 배양 3일 경과시에는 *L. sake*(46.1~51.5%), *L. plantarum*(34.8~47.6%), *L. mesenteroides*(27.4~35.4%) 순서로 소모율이 높았으나, 4일 경과시에는 81.6%의 소모율을 나타낸 *L. plantarum* CTFM 0103을 제외한 나머지 *L. plantarum*이 61.8~73.9%, *L. sake*가 62.1~71.1%로 비슷한 수준을 유지하였으며, 5일부터는 *L. plantarum*이 *L. sake*에 비하여 높아지기 시작하여 배양 말기까지 그 경향이 계속 이어졌다. 즉 *L. plantarum*은 5일 경과시 82.7~92.3%, 6일 경과시 90.2~96.3%이었으나, *L. sake*는 배양 5일에 70.8~76.5%, 배양 말기인 8일에 90% 수준을 유지하였다. *L. mesenteroides*는 앞의 두 균주계열에 비하여 비교적 낮은 소모율을 나타내었으나, 배양 4일에 40% 전후, 6일에 50% 전후, 배양 말기에 약 80%로서 배양기간이 경과함에 따라 아질산염 소모율이 증가하였다. 이들 결과로부터 15°C에서 *L. plantarum*은 4일이 경과한 이후부터 매우 높은 소

모능을 보였으나, 아질산염에 적응하는 능력이 떨어져서 *L. mesenteroides*나 *L. sake*에 비하여 장기간의 적응기간이 필요하였다. *L. sake*는 비교적 짧은 유도기간을 필요로 하였고, 배양 1일 이후 4일 까지 거의 직선적으로 소모율이 증가하였다. *L. mesenteroides*는 *Lactobacillus*속 균주들에 비하여 상대적으로 아질산염 소모활성이 떨어지는 것으로 보아 아질산염 소모 체계가 취약하였으나, 유도기간을 필요로 하지는 않았다. 김치 숙성과정의 주 발효단계에서 *L. mesenteroides*는 주로 발효 초기단계에서 발견되는 유산균이고, *L. sake*는 발효 초·중기에, 그리고 *L. plantarum*은 말기에 관여하는 유산균(2,21)이기 때문에 *L. mesenteroides*의 아질산염 소모율이 다소 떨어진다 하더라도 김치를 15°C에서 숙성시킬 경우 이 균주에 뒤이어 나타나는 *Lactobacillus*속 균종들은 물론 기타 다양한 유산균들의 상호작용에 의하여 거의 대부분의 아질산염이 소모되리라 생각된다. 한편 Harada와 Yamada(22)는 여러 미생물을 사용하여 nitrosamine들을 소모하는 능력을 시험하여 미생물종에 따라 nitrosamine의 소모 정도가 다양하였으며, 이는 세포에 대한 투과성이 각기 다르기 때문이라 지적하였는데, *L. plantarum*, *L. sake*, *L. mesenteroides*간에 아질산염 소모율에 차이를 보이는 것은 이와 같이 균에 대한 아질산염의 투과율이 다르기 때문으로 생각된다.

20°C에서 아질산염의 소모

FEBC와 CTFM 계열 균주들을 20°C에서 배양하는 중에 아질산염이 소모되는 정도를 측정한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 20°C에서는 *L. sake*와 *L. plantarum*에 의한 아질산염 소모율이 거의 비슷한 수준으로 증가하였다. 그러나 *L. plantarum*(74.3~85.2%)이 *L. sake*(64.9~82.9%)에 비하여 소모율이 약간 높았고, 이러한 경향이 배양 말기(4일)까지 계속 이어졌다. 또한 온도가 5°C 더 상승됨에 따라 *L. plantarum*의 유도기간이 짧아져서 시험된 모든 *Lactobacillus*는 하루 정도의 유도기간을 필요로 하였다. 이러한 결과로부터 *Lactobacillus*는 어느 정도의 유도기간을 필요로 하였으며, 또한 호기상태에서도 아질산염을 소모하는 체계를 소유하고 있는 것으로 판단되었다. 한편 *L. mesenteroides*는 배양 2일 경과시에 약 20%, 4일 경과시에 약 65%로서, 15°C(Table 1)에서와 마찬가지로 *Lactobacillus*에 비하여 아질산염 소모 체계가 취약하였다. 그러나 실험에 사용한 아질산염의 농도가 비교적 높은 250ppm으로서 미국 농림성(U.S. Department of Agriculture, USDA)에서 현재 최대 156ppm을 첨가하도록 하고 있고, 실제로 120ppm 이하의 낮은 양이 사용(23)되고 있으며, 또한

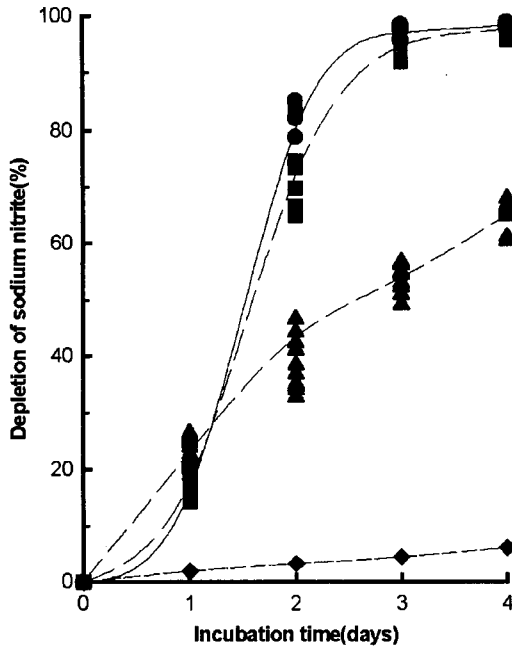


Fig. 2. Depletion of nitrite by lactic acid bacteria isolated from Kimchi during growth at 20°C. Concentration of nitrite: 250µg/ml of broth ●, CTFM *Lactobacillus plantarum* groups; ■, *Lactobacillus sake* groups; ▲, *Leuconostoc mesenteroides* groups; ◆, without lactic acid bacteria

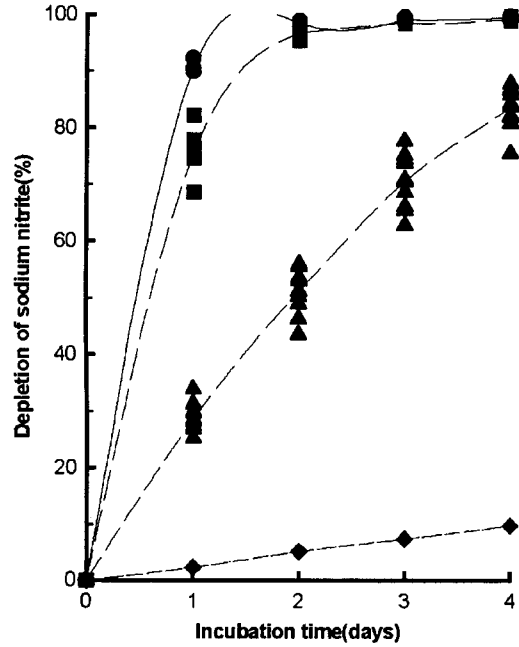


Fig. 3. Depletion of nitrite by lactic acid bacteria isolated from Kimchi during growth at 25°C. Concentration of nitrite: 250µg/ml of broth ●, CTFM *Lactobacillus plantarum* groups; ■, *Lactobacillus sake* groups; ▲, *Leuconostoc mesenteroides* groups; ◆, without lactic acid bacteria

추정되는 일일 총 아질산염 섭취량이 아질산 이온으로서 12.15mg/kg(24)으로 알려져 있기 때문에, 250µg/ml의 아질산염을 65% 소모시키는 것은 적은 양이 아니며, 매우 유용하다 할 수 있다.

25°C에서 아질산염의 소모

FEBC와 CTFM계열 균주들을 25°C에서 배양하는 중에 아질산염이 소모되는 정도를 측정된 결과는 Fig. 3에 나타내었다. 25°C에서는 15°C 및 20°C와는 달리 *Lactobacillus*는 아질산염에 적응하는 유도기간을 필요로 하지 않고 배양 초기 부터 매우 활성적으로 아질산염을 소모하여 *L. plantarum*은 배양 1일 이후 아질산염 소모율이 90% 이상, *L. sake*는 1일 경과 후 68.5~82.2%, 2일 이후 95% 이상이였다. 반면 *L. mesenteroides*는 배양 기간에 따라 소모율이 증가하였으나, 배양 3일에 62.6~77.6%, 배양 4일에 75.4~87.8%의 소모율로서, 25°C에서도 *Lactobacillus*에 비하여 아질산염 소모 체제가 취약하였으나, 배양 4일에 75% 이상의 소모율로서 활성이 높았다.

30°C에서 아질산염의 소모

FEBC과 CTFM계열 균주들을 30°C에서 배양하는

중에 아질산염이 소모되는 정도를 측정된 결과는 Fig. 4에 나타내었다. 30°C에서 *L. plantarum*은 배양 1일 경과 시 94.2~96.8%로 아질산염을 대부분 소모시켰고, *L. sake*도 80.2~89.1%로 소모율이 높았다. 반면 *L. mesenteroides*는 48.9~57.9%로 낮았으나, 배양 2일 경과 시 90% 전후로서 매우 높았다. 이들 결과로 부터 본 연구에 사용된 모든 유산균들은 정도의 차이는 있었으나 30°C에서 아질산염 소모 활성이 매우 높아 *L. plantarum*은 하루만에 94% 이상, *L. sake*는 배양 2일만에 96% 이상, *L. mesenteroides*는 배양 3일만에 94% 이상으로써 채소류에 다량으로 함유되어 있는 질산염(23,25)으로 부터 생성되는 아질산염을 효과적으로 파괴하여 발암성 nitrosamine의 생성을 억제하기 때문에, 채소류를 이용한 발효식품에서 아질산염과 nitrosamine에 대한 위험이 그만큼 적어질 수 있으며, 식품위생학적인 면에서 안전성이 보장될 것으로 생각된다. 그러나 30°C 이상의 고온에서 침채류를 발효, 숙성시킬 경우에는 부패균이 번식하여 쉽게 변패될 우려가 있어서, 이에 대한 다각적인 검토가 선행되어야 할 것으로 생각된다.

이상의 결과로 부터 김치에서 *L. plantarum* 4균주, *L. sake* 6균주, *L. mesenteroides* 10균주를 분리하여 이

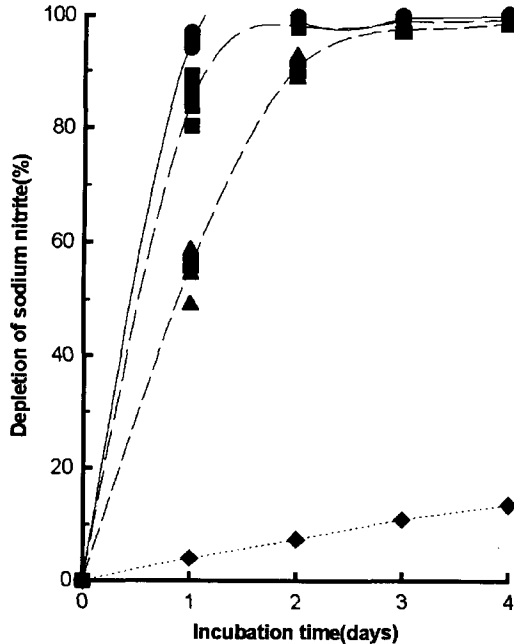


Fig. 4. Depletion of nitrite by lactic acid bacteria isolated from Kimchi during growth at 30°C. Concentration of nitrite: 250µg/ml of broth
 ●, CTFM *Lactobacillus plantarum* groups; ■, *Lactobacillus sake* groups; ▲, *Leuconostoc mesenteroides* groups; ◆, without lactic acid bacteria

들에 의한 아질산염 소모능을 시험한 결과, 아질산염 소모능은 균종에 따라 서로 달라서 정상발효종이 이상발효종에 비하여, 정상발효종에서도 *L. plantarum*이 *L. sake*에 비하여 높았으나, *Lactobacillus*는 아질산염에 적응하는 능력이 떨어져서 이에 상응하는 유도기간을 필요로 하였다. 저온 보다는 고온에서 활발하게 아질산염을 소모하였으며, 30°C에서는 시험된 모든 균들이 대부분의 아질산염을 소모하였다.

요 약

김치로부터 20종의 유산균을 분리하여 이들 중 6종은 *Lactobacillus sake*, 10종은 *Leuconostoc mesenteroides*, 4종은 *Lactobacillus plantarum*으로 동정되었다. 이들 균주에 의하여 MRS 액체배지에 최종 농도가 250µg/ml가 되도록 첨가한 아질산염을 소모시키는 능력을 시험한 결과 아질산염 소모율은 시험된 모든 온도 조건에서 *L. plantarum*, *L. sake*, *L. mesenteroides* 순서로, 성장 온도가 상승함에 따라 높았다. 특히 공시 *L. plantarum*은 시험된 모든 온도 조건에서 성장하는 중에 대부분의 아질산염을 소모시켰다. 그러나 온도에 대

한 적응성에 기인하여 *L. plantarum*은 15와 20°C에서 2일과 1일의 유도기간을 요하였으며, *L. sake*는 15°C와 20°C에서 모두 1일의 유도기간을 요하였다. 반면 *L. mesenteroides*는 시험된 모든 온도 영역에서 유도기간을 요구하지 않았다.

감사의 글

본 연구는 보건복지부 보건의료사업에 의하여 수행한 연구 결과의 일부로 이에 깊이 감사드립니다.

문 헌

1. 박현근, 임종락, 한홍의 : 각 온도에서 김치발효 중 미생물의 천이과정. 인하대학교 기초 과학연구소 논문집, 11, 161(1990)
2. 조재선 : 김치숙성 중 미생물의 동태와 성분변화. 한국 식문화학회지, 6, 479(1991)
3. Nout, M. J. R. and Rombouts, F. M. : Fermentative preservation of plant foods. *J. Appl. Bacteriol. Symp. Suppl.*, 73, 136S(1992)
4. Lippsmeyer, B. C., Tracy, M. L. and Möller, G. : Ion-exchange liquid chromatographic determination of nitrate and nitrite in biological fluids. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 73, 457(1990)
5. Mirvish, S. S. : Kinetics of dimethylamine nitrosation in reaction to nitrosamine carcinogenesis. *J. Natl. Cancer Inst.*, 44, 633(1970)
6. Bosch, N., Mata, M. G., Penuela, M. J. and Galan, T. R. : Determination of nitrite levels in refrigerated and frozen spinach by ion chromatography. *J. Chromatog. A.*, 706, 221(1995)
7. White, J. W. : Relative significance of dietary sources of nitrate and nitrite. *J. Agric. Food Chem.*, 23, 886(1975)
8. National Academy Science : *Toxicants occurring naturally in foods*. Natl. Acad. Sci., National Academy Press, Washington, D.C.(1973)
9. O'Neill, I. K., Chen, J. and Bartsch, H. : Relevance to human cancer of N-nitroso compounds, tobacco smoke and mycotoxins. *IARC Scientific Publications, IARC, Lyon*, 105, 614(1991)
10. Balimandawa, M., de Meester, C. and Leonard, A. : The mutagenicity of nitrite in the *Salmonella*/microsome test system. *Mutation Res.*, 321, 7(1994)
11. Kolari, O. E. and Aunan, W. J. : The residual levels of nitrite in cured meat products. *Proc. 18th Symp. European Meat Research Workers*, Guelph, Ontario(1972)
12. Nordin, H. R. : The depletion of added sodium nitrite in ham. *Can. Inst. Food Sci. Technol. J.*, 2, 79(1969)
13. Fournaud, J., Raibaud, P. and Moequot, G. : Etude de la reduction des nitrites pas une souche de *Lactobacillus lactis* mise en evidence de ce metabolisme chez d'autres bacteries du genre *Lactobacillus*. *Ann. Inst. Pasteur de Lille*, 15, 213(1964)

14. Fournaud, J. and Mocquot, G. : Etude de la reduction de l'ion nitrite par certain lactobacilli. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **262**, 230(1966)
15. Dodds, K. L. and Collins-Thompson, D. L. : Incidence of nitrite-depleting lactic acid bacteria in cured meats and in meat starter cultures. *J. Food Protect.*, **47**, 7 (1984)
16. Fernandes, C. F., Shahani, K. M. and Amer, M. A. : Therapeutic role of dietary lactobacilli and lactobacilli fermented dairy products. *FEMS Microbiol. Rev.*, **46**, 343(1987)
17. Hosono, A., Wardoyo, R. and Otani, H. : Microbial flora in 'Dadiah', a traditional fermented milk in Indonesia. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, **22**, 20 (1989)
18. Sneath, P. H. A., Mair, N. S. and Sharpe, M. E. : *Bergey's manual of systematic microbiology*. Willams and Wilkins, Baltimore, Vol. 2(1986)
19. Harrigan, W. F. and McCance, M. E. : *Laboratory methods in food and dairy microbiology*. Academic Press, New York(1976)
20. Ito, Y., Yodoshi, M., Tanaka, J. I. and Iwaida, M. : Comparison of two methods and improvements for colorimetric determination of nitrite in cod roe. *J. Food Protect.*, **42**, 715(1979)
21. 김호식, 전재근 : 김치발효 중의 세균의 동적 변화에 관한 연구. 원자력논문집, **6**, 112(1966)
22. Harada, K. and Yamada, K. : Microbial degradation of nitrosamines. I. Inducible breakdown of nitrosamines. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **45**, 925(1979)
23. Cassens, R. G. : Use of sodium nitrite in cured meats today. *Food Technol.*, **59**, 72(1995)
24. Walters, C. L. : The exposure of humans to nitrite. *Oncology*, **37**, 289(1980)
25. National Academy Science : *The health effects of nitrate, nitrite and N-nitroso compounds*. Natl. Acad. Sci., National Academy Press, Washington, D.C.(1981)

(1997년 5월 27일 접수)