

김치에서 분리한 유산균에 의한 아질산염 소모(II)

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

제주대학교 식품공학과

*제주전문대학 식품영양과

**대구효성가톨릭대학교 식품공학과

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

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

Depletion of nitrite by lactic acid bacteria isolated from Kimchi and the effects of pH and temperature on depletion of nitrite in *Lactobacilli* MRS broth were investigated. Depletion of nitrite by *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus sake* was low in initial stage of growth but increased during growth at 15 and 20°C. *L. plantarum* and *L. sake* depleted than 90 and 75% of nitrite(250µg/ml) in 1 day of growth at 25 and 30°C, respectively, but depleted almost all of nitrite in 2 days. While the effect of *Leuconostoc mesenteroides* (150µg/ml) was lower compared to *Lactobacillus*(250µg/ml). In addition, even high concentrations(600 and 900 µg/ml) of nitrite was depleted at 2 days of growth by *L. plantarum*. pH of growing broth decreased as the increase of growth time and temperature, and depletion of nitrite increased as the decrease of pH of growing culture. However, pH of broth related with the decrease of depletion of nitrite at 25 and 30°C, but not at 15 and 20°C. Therefore, depletion of nitrite was greatly affected by growth temperature rather than by pH.

Key words: Kimchi, lactic acid bacteria, depletion of nitrite, high concentrations of nitrite

서 론

아질산염은 식품, 특히 채소로부터 섭취된 질산염으로부터 생체 내에서 내인적으로 생성되기 때문에 현재의 주요 관심사가 되고 있고(1,2), 그 외에 비료, 음료수, 녹색 채소류, 근채류에 함유되어 있어서 관심이 집중되고 있다(3). 또한 환경에서의 질소 화합물에 대한 노출도 관심거리가 되고 있다(4). Walters(5)는 인간의 일일 총 아질산염 섭취량은 아질산 이온으로 12.15mg이라 하였는데, 이는 식품에 존재하는 0.02, 식품에 첨가되는 1.20, 채소에 존재하는 질산염으로부터 오는 10.0, 물에 존재하는 아질산염으로부터 오는 0.06, 위에서 내인적으로 생성되는 0.33mg을 압도하는 양이라 하였

다. FAO/WHO는 일일섭취허용량(acceptable daily intake)을 60kg의 성인에 대하여 8mg NO₂/60kg으로 설정하고 있다(6).

유산균은 일반적으로 발효식품 제조시 단일 또는 혼합균주로 사용되고 있다(7). 유산발효제품에서 아질산염이 감소된다는 사실도 알려지고 있고(8), 어떤 유제품의 유산균들은 혐기조건에서 아질산염을 이산화질소, 아질산 또는 질소 가스로 환원시킬 수 있으며(9,10), 유산균 성장 중에 생성되는 산에 의하여 아질산염이 소모될 수 있다(11,12). 또한 pH가 0.86 단위만큼 감소됨에 따라 아질산염 소모가 두 배로 증가될 수 있기 때문에 유산생성에 따른 pH 감소가 아질산염 소모에 어느 정도 관여하는 것으로 알려지고 있다(13). 그러나 유산균에

[†]To whom all correspondence should be addressed

의한 발암물질의 저해에 관한 연구의 대부분은 낙농 기원의 유산균에 한정되어 수행되어 왔으며(14-16), 김치를 비롯한 발효식품 등의 비낙농 기원의 유산균의 이러한 성질에 관한 정보들은 아직 부족한 실정이다. 그러나 최근 남부 인도의 천연적으로 발효시킨 전통 발효박 제품인 "Idly"로 부터 유산균이 분리하여 발효 중에 이들 유산균에 의한 항변이원성에 대한 연구가 수행되어 비낙농 발효제품에서 유산균에 의한 질병 치료와 기타 이러한 특성에 대한 연구가 이루어지고 있다(17-19). *Lactobacilli*가 인간의 영양과 건강에 중요하다는 것이 입증되고 있으며(20), 또한 장관에서 돌연변이원과 발암물질의 형성에 관한 모든 이용 가능한 정보에 기초하여 여러 연구자들은 *L. bulgaricus*와 *S. thermophilus*로 만들어진 yogurt가 항종양 활성을 지닌다고 지적하였다(21-23).

따라서 본 연구에서는 김치 유산균을 이용하여 유산균 균주에 따른 아질산염 소모 정도와 아질산염 농도에 따른 소모율은 물론 아질산염 소모에 있어서 배지의 pH와 온도변화에 따른 상관관계를 규명하여 유산균에 의한 아질산염의 소모에 대한 기초자료를 얻고자 하였다.

재료 및 방법

사용균주 및 아질산염 농도

전보(24)에서 김치로부터 분리한 4종의 *Lactobacillus plantarum* CTFM, 6종의 *Lactobacillus sake* FEBC 및 10종의 *Leuconostoc mesenteroides* FEBC를 사용하여 아질산염의 소모능을 검토하였으며, 또한 *L. plantarum*에 대하여 150~900 μ g/ml 농도에서의 아질산염 소모능을 시험하였다.

성장배지에서 아질산염의 소모

Dodds와 Collins-Thompson(25)의 방법에 따라 MRS 액체배지에서 성장세포에 의한 아질산염의 화학적 소모 정도를 호기적인 상태에서 측정하였다. 아질산염은 최종 농도가 250 μ g/ml(또는 150 μ g/ml)이 되도록 조정하여 첨가하였으며, 각 균주에 대한 음성대조구 tube에는 멸균 증류수를 가하였고, 양성대조구 tube에는 아질산염의 최종 농도가 시험용액의 최종 농도와 같아지도록 조정하였다. 각 균주는 18시간 배양한 배양액을 tube에 100 μ l 접종하였으며, 접종된 tube는 15~30°C에서 0~10일 동안 배양하면서 매 1일 마다 아질산염 소모율을 측정하였다. 각 균주에 대하여 같은 실험을 3회 실시하였다. MRS 배지는 고압멸균을 하기 이전에 500ml 당

위로 1N HCl을 사용하여 pH 6.5 \pm 1로 조정하였다.

아질산염 농도에 따른 소모율

L. plantarum CTFM을 사용하여 15ml 시험관에 *Lactobacilli* MRS 액체배지 9ml에 대하여 아질산나트륨 용액 1ml를 첨가하여 각각의 최종 농도가 150, 250, 400, 600 및 900 μ g/ml로 되도록 조정된 후 같은 방법으로 배양하면서 아질산염 소모율을 측정하였다.

아질산염의 정량

아질산염은 Ito 등(26)의 방법에 따라 각 균주에 대하여 538nm에서 비색 정량한 후 미리 작성한 검량선으로부터 아질산염 농도를 산출하였다. 아질산염 소모율은 배양 전의 아질산염 농도에 대한 배양 후의 농도의 백분율로 산출한 후, 각 균주의 아질산염 소모율의 평균값으로 산출하였다.

pH의 측정

성장배지에 대한 pH는 배지 조제시에 pH 6.5 \pm 1°C로 조정된 MRS 액체배지에 아질산염의 최종 농도가 250 μ g/ml가 되도록 첨가한 후 각각의 균주에 따른 배양배지에 대하여 균주 첨가 전, 배양 24시간 후, 그리고 배양 최종일 3단계로 나누어 측정하였다. 실험에 사용된 pH 전극(Mettler DE LTA, UK)은 고압증기 멸균한 후 사용하였다.

결과 및 고찰

균주에 따른 아질산염 소모

김치에서 분리된 *L. plantarum* CTFM이 아질산염(250 μ g/ml) 소모능에 미치는 성장 온도와 배양기간에 따른 영향을 측정한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. *L. plantarum*에 의한 아질산염 소모율은 성장에 따라, 배양 온도가 증가함에 따라 증가하였다. 15°C에서는 아질산염 소모능이 낮았고, 20°C에서는 성장 초기에 낮았으나 중기 이후 급격히 증가하였으며, 25°C와 30°C에서는 성장 1일에 90% 이상으로 대부분의 아질산염을 소모하였다. 이로 부터 *L. plantarum*에 의한 아질산염의 소모능은 온도와 성장기간에 따른 영향을 크게 받는 것으로 생각되며, 20°C 이상에서는 성장기간과 온도에 대한 영향이 현저하였으나, 15°C에서는 영향이 덜하였다.

김치에서 분리된 *L. sake* FEBC가 아질산염(250 μ g/ml) 소모능에 미치는 성장온도와 배양기간에 따른 영

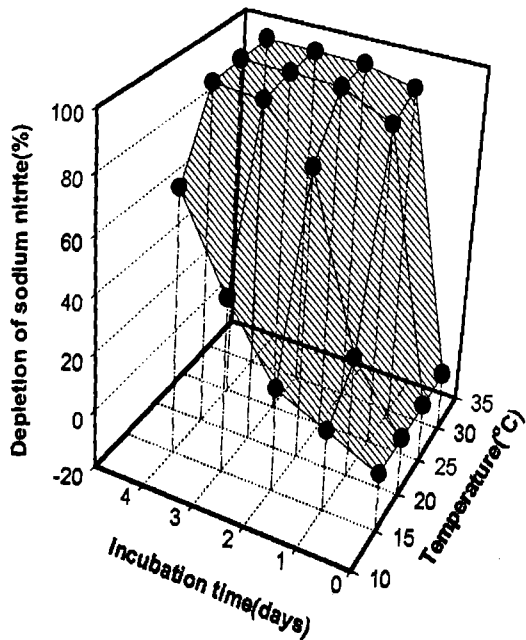


Fig. 1. Depletion of nitrite by *Lactobacillus plantarum* CTFM isolated from Kimchi during incubation at various temperatures.
 Degradation rate: Average value for all species tested
 Nitrite concentration: 250µg/ml of broth

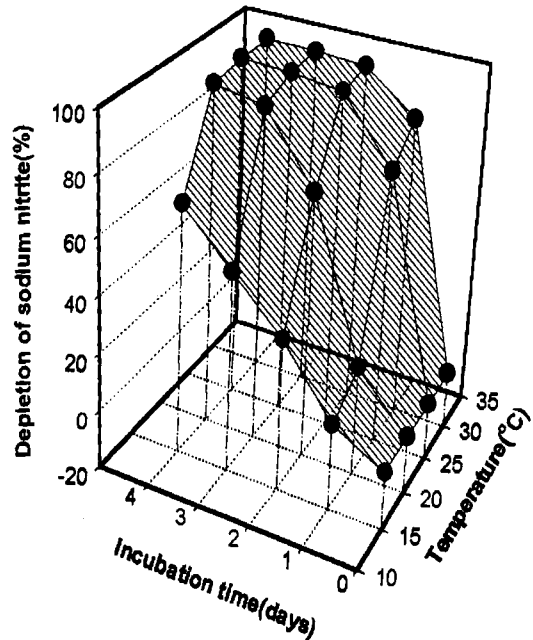


Fig. 2. Depletion of nitrite by *Lactobacillus sake* CTFM isolated from Kimchi during incubation at various temperatures.
 Degradation rate: Average value for all species tested
 Nitrite concentration: 250µg/ml of broth

향을 측정 한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. *L. sake*에 의한 아질산염 소모율은 균의 성장과, 배양온도에 따라 증가하였다. 15와 20°C에서는 소모율이 성장기간에 따라 완만하게 증가하였으나, 25와 30°C에서는 활성적으로 아질산염을 소모하여 성장 1일에 각각 75.5와 84.7% 이었고, 성장 2일만에 96% 이상으로 대부분의 아질산염을 소모하였다. 이로 부터 *L. sake*에 의한 아질산염 소모율도 성장온도와 성장기간에 의하여 영향을 받았으나, *L. plantarum*과는 달리 25°C 이상에서 이들에 의한 영향이 현저하였다.

김치에서 분리된 *L. mesenteroides* FEBC가 아질산염(150과 250µg/ml) 소모능에 미치는 성장 온도와 배양 기간에 따른 영향을 측정 한 결과는 각각 Fig. 3과 4에 나타내었다. *L. mesenteroides*에 의한 아질산염 소모율은 배양기간과 성장온도에 따라 완만하게 증가하였고, *Lactobacillus*와는 달리 고온에서의 급격한 변화도 관찰되지 않았다. 배양 4일 경과시에 15~30°C에서 250 µg/ml에 대하여 39.5~98.3%, 150µg/ml에 대하여 소모 능이 47.3~98.5%로서 아질산염 농도에 따른 차이도 적었으나, 성장 온도에 다른 차이는 현저하였다. 이로 부터 *L. mesenteroides*에 의한 아질산염 소모율도 성장기간과 배양온도에 따른 영향이 있었으나, 이러한 영향

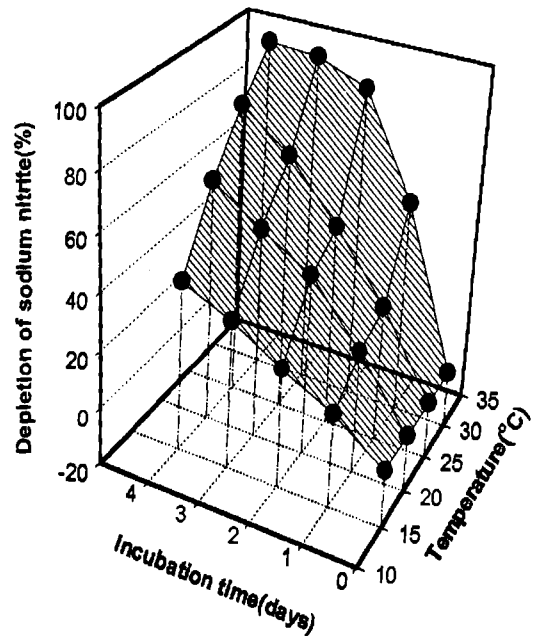


Fig. 3. Depletion of nitrite by *Leuconostoc mesenteroides* CTFM isolated from Kimchi during incubation at various temperatures.
 Depletion(%): Average value for all species tested
 Nitrite concentration: 250µg/ml of broth

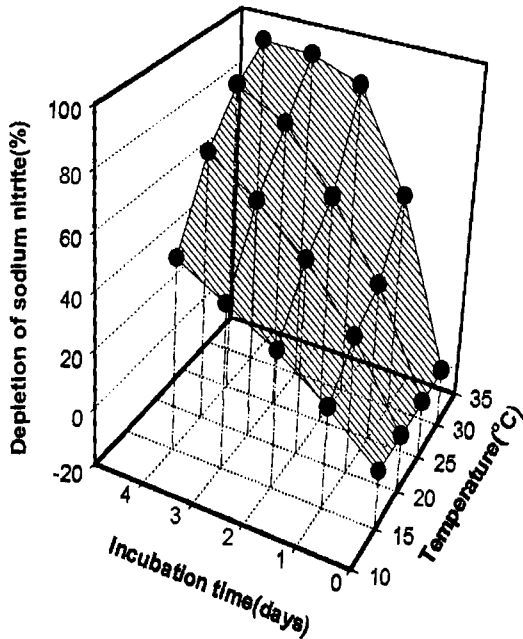


Fig. 4. Depletion of nitrite by *Leuconostoc mesenteroides* CTFM isolated from Kimchi during incubation at various temperatures.
Depletion(%): Average value for all species tested
Nitrite concentration: 150µg/ml of broth

은 *Lactobacillus*에 비하여 적었으며, 15와 20°C에서는 활성이 낮았다. 첨가된 아질산염의 농도에 따른 영향도 적었다.

이상의 결과로부터 김치 분리 유산균들은 호기조건에서도 아질산염을 효과적으로 소모시킬 수 있는 체계를 소유하고 있으나, 이러한 능력은 균종에 따라 다르고, 성장 온도에 의한 영향이 큼을 알 수 있었다. 특히 *Lactobacillus*는 25°C 이상에서 배양 하루만에 대부분을 소모시켰으나, *L. mesenteroides*는 아질산염을 소모하기 위하여 고온에서 장기간의 배양을 요함을 알 수 있었다.

Fournaud 등(9)과 Fournaud와 Mocquot(10)는 *L. leichmannii*와 *L. buchneri*에 의한 아질산염의 감소는 20°C에서 가장 높았으며, 혐기조건에서 관찰된다 하였는데, 본 연구에서도 *L. plantarum*에 의한 아질산염 소모가 온도 의존성이었으나, 20°C 이상에서 높은 소모율을 나타내었고, 호기조건에서도 아질산염을 소모하여 이들의 결과와는 일치하지 않았다. 이는 이들 유산균은 호기조건의 경우 혐기조건에서와는 다른 아질산염 소모체계를 소유하고 있어서 아질산염을 제거 또는 흡수할 수 있음을 보이는 것으로 앞으로 이에 대한 체계적인 연구가 필요하리라 생각되었다. 한편, Collins-Thompson과 Rodriguez-Lopez(8)는 bologna 소시지

에서 분리된 유산균은 100µg/ml의 농도로 아질산염을 15°C의 혐기조건에서 6일 동안 배양하여 *L. mesenteroides*, *L. plantarum*, *L. viridescens*는 아질산염을 환원시키는 nitrite reductase 효소계를 소유하고 있고, 아질산염을 분해시키는 능력은 *L. mesenteroides*, *L. plantarum*, *L. viridescens*, *L. brevis* 순서라고 하였는데, 본 연구에서는 이들의 결과와는 대조적으로 *L. plantarum*, *L. sake*, *L. mesenteroides* 순서로 아질산염 소모 활성이 높았다. 이는 본 연구가 호기조건에서 이루어졌고, 이들이 사용한 배지, 실험환경, 균주의 출처 등이 다르기 때문인 것으로 생각된다.

아질산염 농도에 따른 소모

L. plantarum CTFM을 30°C에서 배양하는 중에 150~900µg/ml의 아질산염을 소모하는 능력을 검토한 결과는 Fig. 5에 나타내었다. *L. plantarum*은 배양 1일에 150, 250, 400, 600, 900µg/ml 농도에 대하여 각각 98.5, 97.5, 95.1, 88.4, 84.2%의 소모율을 나타내어 아질산염 농도에 관계없이 활성적으로 아질산염을 소모하였으며, 600과 900µg/ml의 고농도에서도 배양 2일 경과시 98% 이상을 소모하였다. 이로써 공시한 *L. plantarum* CTFM은 아질산염 농도에 크게 영향을 받지 않는 것으로

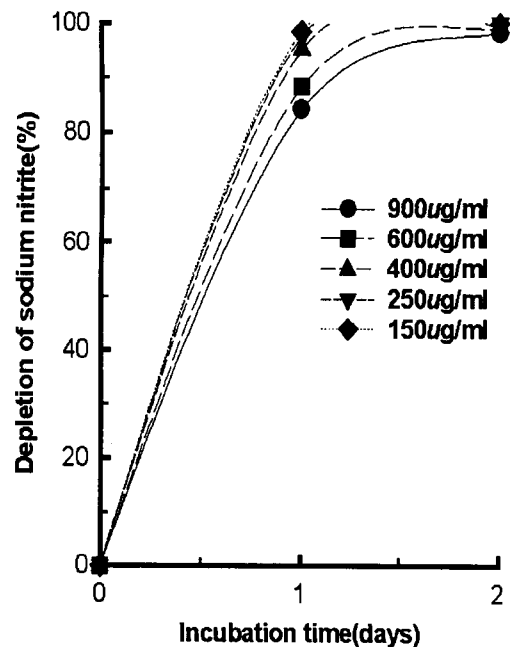


Fig. 5. Effect of concentration on depletion of sodium nitrite by *Lactobacillus plantarum* CTFM during incubation at 30°C.

로 생각되며, 이들 균종을 고농도의 아질산염이 존재하는 식품에 응용하는 경우 식품위생학적인 면에서 이에 대한 위험성을 감소시킬 수 있어서 매우 유용하리라 생각된다. 한편 Speck(27)는 베이컨에 관한 연구를 인용하면서 starter culture로 사용된 유산균들이 아질산염을 상당히 감소시켰고, 1,000ppm의 아질산염을 함유한 액체배지에도 성장할 수 있음을 보여, 육제품에서 아질산염과 nitrosamine을 최소 수준으로 유지하기 위하여 lactobacilli를 사용할 것을 제안하였다.

pH와 성장 온도 및 아질산염 소모율 관계

김치 분리 유산균에 의한 아질산염 소모에 미치는 온도와 pH의 영향을 살펴보기 위하여 MRS broth에서 유산균 무침가 대조구, *L. plantarum*, *L. sake*, *L. mesenteroides*에 의하여 성장 온도와 기간별로 아질산염 소모율과 배지의 pH와의 관계를 시험한 결과는 각각 Figs. 6~9에 나타내었다. 모든 김치 분리 유산균은 배양 중 성장 온도와 배양 기간에 따라 배지의 pH가 낮아졌으며, 배지의 pH의 감소에 따라 아질산염 소모율이 증가하였다. 20°C 이하에서는 시험된 모든 균주들이 아질산염 감소와 그때의 배지의 pH간에 직선적인 관계를 나타내지 않은 반면, 25°C 이상에서는 거의 직선적인 관계를 나타내었다. 이로 부터 고온에서는 배지의 pH와 아

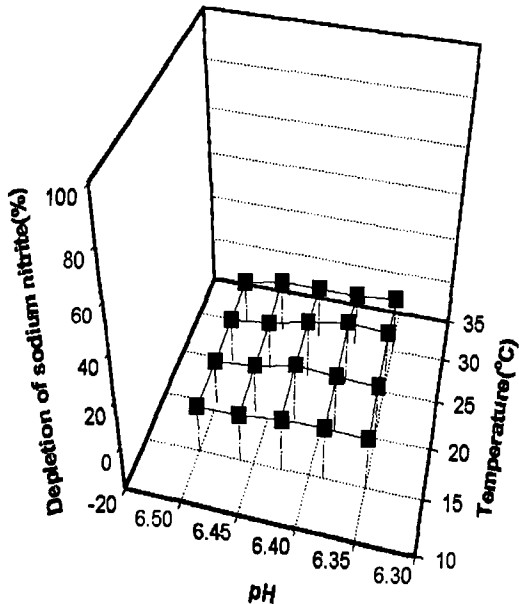


Fig. 6. Changes of depletion of sodium nitrite and pH into Lactobacilli MRS broth at without lactic acid bacteria various temperatures. Nitrite concentration: 250µg/ml of broth

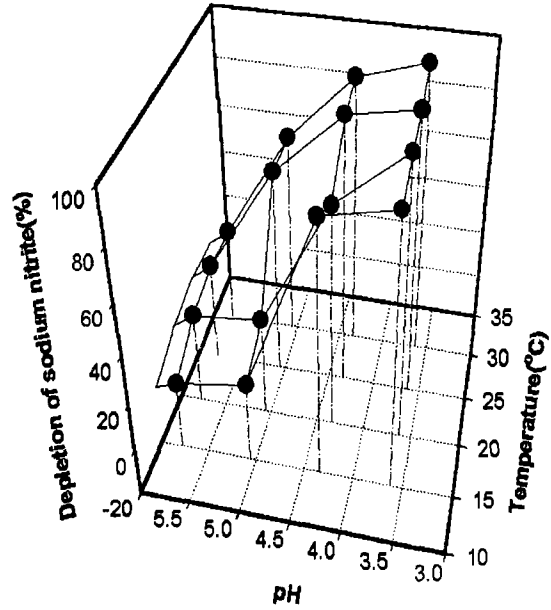


Fig. 7. Changes of depletion of sodium nitrite and pH by *Lactobacillus plantarum* CTFM during growth into Lactobacilli MRS broth at various temperatures. Nitrite concentration: 250µg/ml of broth

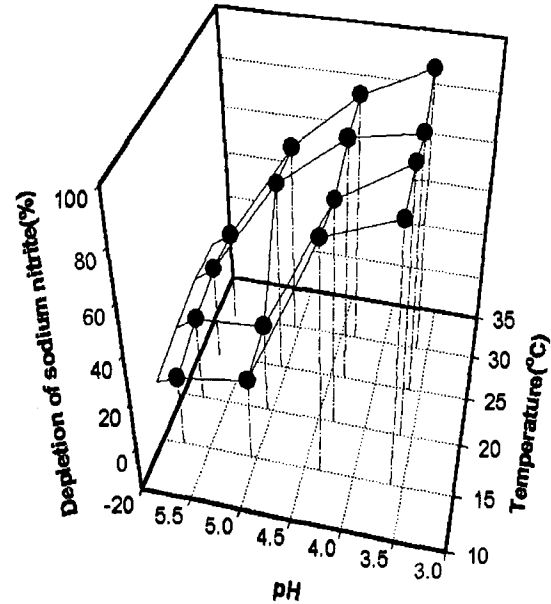


Fig. 8. Changes of depletion of sodium nitrite and pH by *Lactobacillus sake* FEBC during growth into Lactobacilli MRS broth at various temperatures. Nitrite concentration: 250µg/ml of broth

질산염의 감소 간에는 서로 관련이 있어서 유산균의 성장과 더불어 유산이 생성되고, 이에 따른 배지의 pH의

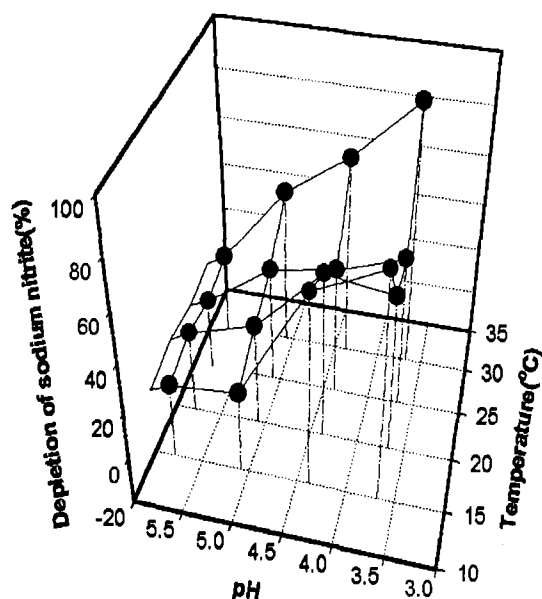


Fig. 9. Changes of depletion of sodium nitrite and pH by *Leuconostoc mesenteroides* FEBC during growth into Lactobacilli MRS broth at various temperatures.

Nitrite concentration: 250 μ g/ml of broth

감소가 어느 정도 아질산염 소거에 관여하는 것으로 생각되었지만, 20°C 이하에서는 아질산염의 감소와 배지의 pH 감소가 직선적인 관계를 나타내지 않는 것으로 보아 pH 보다는 온도의 영향이 더 큰 것으로 판단된다.

Fournaud 등(9)과 Fournaud와 Mocquot(10)은 유산균에 의한 아질산염의 감소는 pH 의존성으로 이때의 최적 pH는 6.5라 하였는데, 본 연구에서도 아질산염 소모율은 pH에 의존하였으나, pH의 감소에 따라 소모율이 증가하여 이들의 결과와는 일치하지 않았다. 한편 육류에서 아질산염의 고갈은 pH 의존성(11,12)이며, pH가 각각 0.86 단위만큼 감소됨에 따라 아질산염 소모가 두배로 될 수 있기 때문에(13), 유산생성에 따른 pH 감소가 아질산염 소모에 어느 정도 일조를 하는 것으로 판단되었다. 한편 Dodds와 Collins-Thompson(28)은 육류나 starter culture 유래 유산균들은 최종 pH에 관계없이 아질산염을 소거시킬 수 있으며, 유산균에 의해 생성된 유산이 아질산염 소거에 영향을 주는 유일한 인자가 아님을 지적하였다. 본 연구의 경우 *L. plantarum*, *L. sake*, *L. mesenteroides*를 25°C에서 24시간 동안 배양했을 때 pH와 아질산염 소모율이 각각 pH 3.8과 90.8%, pH 3.9와 75.5%, pH 4.1과 28.6%, 30°C에서 pH 3.7과 95.5%, pH 3.7과 84.7%, pH 3.8과 55.8%으로써 pH가 아질산염 감소와 어느 정도 관련되어 있었다. 그러나 이러한 관계는 균종에 따른 차이가 심했을 뿐만 아

니라, 아질산염 감소는 pH 보다는 온도의 영향을 더 많이 받는 것으로 판단되었다.

요 약

여러 온도 조건에서 김치에서 분리된 유산균에 의하여 아질산염을 소모하는 정도와 이들 분리균에 의하여 성장온도와 배지의 pH에 따른 아질산염 소모의 영향을 검토하였다. 15와 20°C에서 *L. plantarum*과 *L. sake*는 성장 초기에 아질산염 소모 활성이 낮았으나 성장기간과 온도에 따라 활성이 높았고, 25°C와 30°C에서는 *L. plantarum*은 성장 1일 부터 90% 이상, *L. sake*는 아질산염을 75% 이상 소모하였으며, 성장 2일 이후에는 거의 대부분을 소모하였다. *L. mesenteroides*는 15와 20°C에서는 성장 4일이 경과한 후에 150과 250 μ g/ml의 아질산염에 대한 소모율이 각각 75와 65% 이하로서 *Lactobacillus*에 비하여 소모 활성이 낮았으나, 성장 4일이 경과한 후 25°C에서는 83% 이상, 30°C에서는 98% 이상을 소모하였다. 한편, *L. plantarum*은 600과 900 μ g/ml의 고농도의 아질산염에 대해서도 성장 2일만에 거의 대부분을 소모하였다. 모든 김치 분리 유산균은 성장온도와 배양 기간에 따라 배지의 pH가 낮아졌으며, 또한 배지의 pH가 낮아짐에 따라 아질산염 소모율이 증가하였다. 15와 20°C에서는 배지의 pH가 아질산염의 감소와 관련이 없었으나, 25°C 이상에서는 직접적인 관련이 있어서, pH의 감소가 어느 정도 아질산염 소모에 관여하는 하였지만, pH 보다는 온도의 영향이 더 컸다.

감사의 글

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

문 헌

- Collins-Thompson, D. L., Sen, N. P., Aris, B. and Schwinghamer, L. : Non-enzymatic *in vitro* formation of nitrosamines by bacteria isolated from meat products. *Can. J. Microbiol.*, **18**, 1968(1972)
- Muller, R. L., Hagel, H. J., Greim, G., Ruppel, H. and Domschke, W. : Nitrate and nitrite-forming-bacteria in the healthy stomach. *Micro. Therapy.*, **14**, 299(1984)
- Cassens, R. G. : Use of sodium nitrite in cured meats today. *Food Technol.*, **59**, 72(1995)
- Hill, M. : *Nitrates and nitrites in food and water*. Ellis Horwood, London, England & New York(1991)
- Walters, C. L. : The exposure of humans to nitrite. *Oncology*, **37**, 289(1980)

6. Schuddeboom, L. J. : *Nitrates and nitrites in food-stuffs*. Council of Europe Press, Belgium(1993)
7. Nout, M. J. R. and Rombouts, F. M. : Fermentative preservation of plant foods. *J. Appl. Bactriol. Symp. Suppl.*, **73**, 136S(1992)
8. Collins-Thompson, D. L. and Rodriguez-Lopez, G. : Depletion of sodium nitrite by lactic acid bacteria isolated from vacuum-packed bologna. *J. Food Protect.*, **44**, 593(1981)
9. Fournaud, J., Raibaud, P. and Moequot, G. : Etude de la reduction des nitrites par 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)
10. Fournaud, J. and Mocquot, G. : Etude de la reduction de l'ion nitrite par certain lactobacilli. *C. R. Acad. Sc. Paris*, **262**, 230(1966)
11. Olsman, W. J. and Krol, B. : Depletion of nitrite in heated meat products during storage. *Proc. 18th Symp., European Meat Research Workers*, Guelph, Ontario (1972)
12. Smith, J. L. and Palumbo, A. : Microorganisms as food additives. *J. Food Protect.*, **44**, 936(1981)
13. Nordin, H. R. : The depletion of added sodium nitrite in ham. *Can Inst. Food Sci. Technol. J.*, **2**, 79(1969)
14. 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)
15. Gilliland, S. E. : Health and nutritional benefits from lactic acid bacteria. *FEMS Microbiol. Rev.*, **87**, 175 (1990)
16. National Dairy Council : Yogurt—its nutritional and health benefits. *Dairy Counc. Digest*, **61**, 7(1990)
17. Thyagaraja, T. and Hosono, A. : Antimutagenicity of lactic acid bacteria from "Idly" against food-related mutagens. *J. Food Protect.*, **56**, 1061(1993)
18. Thyagaraja, N. H., Otani, H. and Hosono, A. : Microflora in "Idly", a traditional fermented cereal pulse product from India. *Lebensm. Wiss. Technol.*, **24**, 504(1991)
19. Thyagaraja, N. H., Otani, H. and Hosono, A. : Studies on microbiological changes during the fermentation of "Idly". *Lebensm. Wiss. Technol.*, **25**, 77(1992)
20. Shahani, K. M. and Chandan, R. C. : Nutritional and healthful aspects of cultured and culture-containing dairy foods. *J. Dairy Sci.*, **62**, 1685(1979)
21. Ayebo, A. D., Shahani, K. M. and Dam, R. : Antitumor component(s) of yogurt : Fractionation. *J. Dairy Sci.*, **64**, 2318(1981)
22. Bogdanov, I. G., Dalev, P. G., Gurevich, A. I., Kolosov, M. N., Malkova, V. P., Plemyannikova, L. A. and Sorokina, I. B. : Antitumor glycopeptides from *Lactobacillus bulgaricus* cell wall. *FEBS Lett.*, **57**, 259(1975)
23. Esser, P., Lund, C. and Clemmensen, J. : Antileukemic effect in mice from fermentation products of *Lactobacillus bulgaricus*. *Milchwissenschaft*, **38**, 257(1983)
24. 오창경, 오명철, 현재석, 최우정, 이신호, 김수현 : 김치 분리 유산균에 의한 아질산염 소거(I). *한국식품영양과학회지*, **26**, 549(1997)
25. 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)
26. 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)
27. Speck, M. L. : Reduction of nitrate and nitrite in food by lactic acid bacteria. *1st Biennial Marshall International Cheese Conference*, Madison, Wisconsin(1979)
28. 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)

(1997년 5월 27일 접수)