

## 김치 젖산균의 발효소시지 환경에 대한 적응력 및 대사특징 조사에 따른 스타터로서의 적합성 판정

이주연 · 김명철 · 홍진환 · 이동하 · 한상배 · Benno Kunz<sup>1</sup>

식품의약품 안전청, 식품평가부 식품규격과

<sup>1</sup>Institute of Food Technology, Bonn University, Germany

### 서 론

발효소시지의 생산이 대량화, 다양화 되어지고, 경제성이 강조될 뿐만 아니라 일률적인 품질과 안전성이 요구되면서 미생물의 이용에 대한 체계적인 연구가 이루어졌고 starter culture의 사용이 일반화되었다<sup>(1)</sup>. 소시지의 발효에 쓰이는 starter culture 중 가장 중요한 것은 젖산균으로 이들이 존재하는 당들을 이용하며 pH를 낮추고 organic acids를 생산하여 소시지의 조직, 색, 향 그리고 무엇보다 미생물학적 안전성에 필수적이기 때문이다<sup>(2)</sup>. 따라서 소시지의 발효에 starter culture로 쓰일만한 젖산균을 찾기 위한 노력은 계속되어지고 있다<sup>(3)</sup>. 이때, 젖산균이 starter culture로서 사용되기 위해서는 소시지 환경(소금농도, 온도)에 잘 적응하고, 좋은 성장과 함께 pH 저하 능력을 보여주어야 한다. 또한 homo-lactic 발효를 하는 젖산균이 이상적이며, 주어지는 아질산염에 대해 저항력을 가지며 때에 따라서는 nitrate 혹은 nitrite reductase를 가지는 것도 요구되고 있다. 우리 나라의 전통 식품인 김치 중에 존재하는 주요 젖산균들은 소시지의 발효에 중요한 젖산균과 같은 종들로서 비록 김치의 환경이 소시지의 그것과 다르기는 하나, 이들이 starter culture로 사용될 수 있는지를 알아보는 것이 필요하다고 사료된다. 따라서, 본 연구에서는 김치 중에 존재하는 젖산균들을 분리, 동정하여 얻은 *Lactobacillus brevis*, *L. curvatus*, *L. plantarum*, *L. sake*에 대해 주어진 환경에서 어떻게 적응하고, 성장하며, 대사적 특성을 가지는지 알아보고, 그 결과를 통해 starter culture로 사용할 수 있는지에 대해 알아보고자 한다.

### 재료 및 방법

김치의 젖산균 중 MRS agar plate를 이용하여 분리하였으며, 동정과정을 거쳐 확인된 *L. brevis*, *L. curvatus*, *L. plantarum*, 그리고 *L. sake*가 실험에 사용되었다. 소시지 환경에서 이들 젖산균들의 성장 및 대사작용의 특징을 알아보기 위해 model system을 만들어 실험을 실시하였다. Model system은 되도록이면 meat mixture의 환경과 비슷한 상태를 부여하도록 인위적으로 만든 것으로 meat extract(12.0g/L), glucose(10.0g/L), NaCl

(20.0g/L), dipotassium hydrophosphate (2g/L),  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ (0.15g/L)로 구성되었고, 초기 pH는 0.5N HCl을 이용하여 5.8로 맞추었다. Nitrate와 nitrite가 젖산균들의 성장에 미치는 영향과 및 젖산균들의 이들에 대한 reductase 효과의 확인을 위해 potassium nitrate 0.6g/L와 sodium nitrite 0.15g/L를 첨가하였다. 각 젖산균은 초기 균수가  $10^6$  cfu/ml medium이 되도록 주었으며, 20°C에서 120시간동안 배양하며 0, 4, 8, 12, 24h마다 검사 실시를 하고 그 후는 매 24h마다 실시하였다. 측정 내용은 각 젖산균의 성장 및 성장도, medium의 pH 변화, 젖산균의 glucose fermentation pattern, 젖산균에 의한 nitrate reduction, nitrite reduction, nitrate와 nitrite가 젖산균들의 성장 및 성장도에 미치는 영향이다.

## 결과 및 고찰

### 1. 김치로부터 분리한 *L. brevis*, *L. curvatus*, *L. plantarum*, *L. sake*의 주어진 model-medium에 대한 적응력 및 pH 저하 능력

김치로부터 분리한 젖산균들은 모두 초기 lag phase를 보여 새로운 환경에 대한 적응기를 필요로 하였다. 그 중에서 *L. curvatus*는 주어진 환경에서 매우 저조한 성장도를 보여 새로운 환경에 적응할 수 없음을 보였고 *L. plantarum*이 가장 좋은 성장도를 보여주었다. PH의 변화에 있어서는 *L. curvatus*, *L. plantarum*, 그리고 *L. sake*가 빠른 pH 저하능력을 보여 준 반면 *L. brevis*가 있던 균에서는 거의 pH 변화가 없었다.

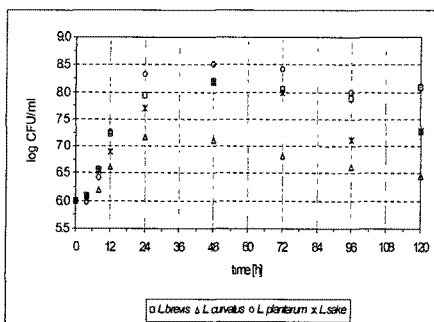


Fig.1. Growth as single culture.

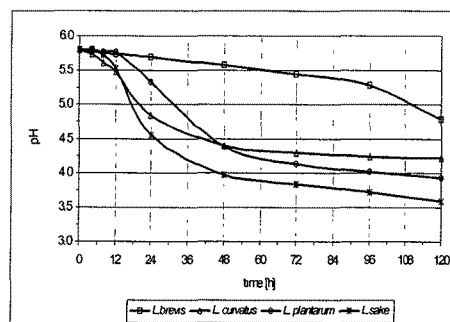


Fig. 2. Changes in pH.

### 2. 김치로부터 분리한 *L. brevis*, *L. curvatus*, *L. plantarum*, *L. sake*의 120h 동안의 glucose fermentation 후 생산물들에 대한 비교

실험 젖산균들 중에서 glucose의 소비는 *L. sake*가 있는 균에서 가장 높았으며, *L. brevis* 균에서 가장 낮아 pH의 변화와 관계가 있음을 확인할 수 있었다. 특히 *L. sake*는 glucose fermentation을 통해 lactic acid 이외에 acetic acid나 그 이외의 다른 부산물(glucose loss를 통해)을 많이 생산하여 facultatively hetero-fermentative 젖산균임을 보여주었고<sup>(4)</sup> 이와 같은 현상은 *L. curvatus*에서도 볼 수 있었다. 반면 *L. plantarum*은 glucose loss가 10%이하로 homo-fermentative 특성을 보여주었다.

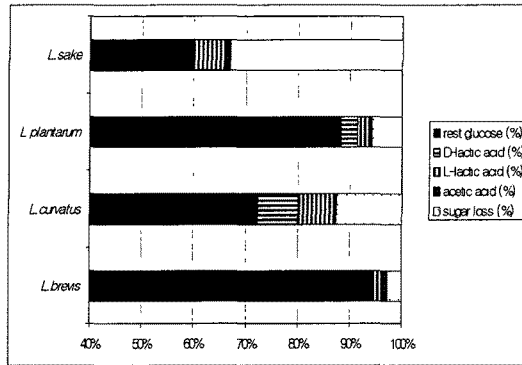


Fig. 3. Products of glucose fermentation by *L. brevis*, *L. curvatus*, *L. plantarum* and *L. sake* after 120 hours of fermentation.

### 3. 김치 젖산균들의 Nitrate와 nitrite의 reduction

Nitrate나 nitrite reduction은 젖산균의 주요 기능은 아니다. 하지만 몇몇 연구자들은 젖산균들에게서도 이와 같은 능력이 있음을 발견하였으며, 이와 같은 enzymatic activities가 starter culture로서의 젖산균에게 요구되는 조건 중의 하나로 여겨지고 있다<sup>(3)</sup>. 본 연구에서는 *L. brevis*를 제외한 모든 젖산균이 약간의 nitrate reduction을 보여 주어 120h의 발효후 10%이상의 nitrate가 감소함을 볼 수 있었다. 반면 nitrite는 모든 젖산균에 의해 분해되어 120h의 발효후 40%이하의 nitrite 만이 잔존함을 볼 수 있었고 *L. curvatus*의 경우 가장 강력한 nitrite reductase 효과를 보여 주었다.

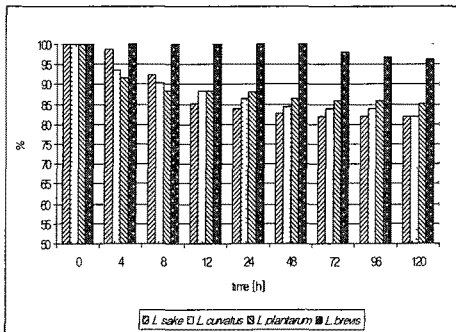


Fig. 4. Nitrate reduction.

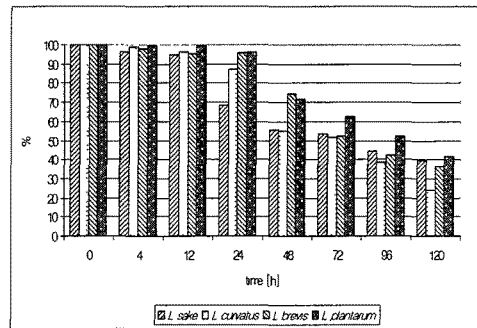


Fig. 5. Nitrite reduction.

### 4. Nitrate와 nitrite가 김치 젖산균의 성장도에 미치는 영향

소시지 생산에 첨가되는 nitrate와 nitrite는 소시지의 색, 맛, 보존성, 미생물학적 안전성을 위해 매우 중요한 첨가물이고, 특히 유해균의 성장을 저해하는 효과는 매우 중요한 요소로 여겨지고 있다. 그러나 nitrate나 nitrite의 이와 같은 효과는 유해균에게만 제한된 것이 아니고 젖산균과 같은 유익균에게도 영향을 미치므로, starter culture로 사용되기 위해서는 이들에 대한 저항력이 요구된다<sup>(3)</sup>. 김치로부터 분리된 젖산균들의 경우 대체

적으로 nitrate와 nitrite에 의해 성장도가 부정적인 영향을 받는다는 것을 generation time의 증가를 통해 볼 수 있었다. 다만 *L. brevis*는 nitrate에 대해서 *L. curvatus*의 경우는 nitrite에 대해 resistant하여 오히려 generation time이 감소하는 경향을 보여주었다.

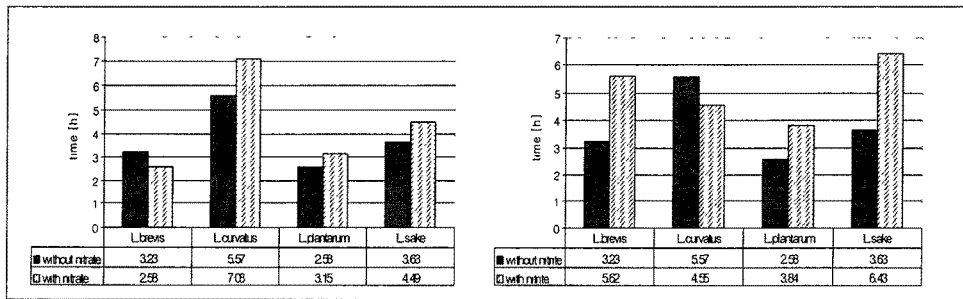


Fig. 5. Influence of added potassium nitrate and sodium nitrite on the generation time of *L. brevis*, *L. curvatus*, *L. plantarum* and *L. sake* in a model-medium.

## 요 약

본 연구에서는 김치로부터 분리한 *L. brevis*, *L. curvatus*, *L. plantarum*, *L. sake*가 발효소시지 환경에 잘 적응하는지 그리고 어떠한 발효 대사 특성을 가지는지에 대해 조사하였다. 조사한 젖산균들 중에서 *L. plantarum*은 가장 좋은 성장도와 함께 좋은 pH 저하 능력을 보여주었을 뿐 아니라 homo-fermentative 특성을 보여주어 starter culture로 사용될 가능성을 보여 주었다. 또한 *L. plantarum*은 첨가된 nitrate나 nitrite를 분해하는 능력까지 보여 조사한 젖산균들 중에서 starter culture로서 가장 적절할 것으로 여겨지나, 이들도 첨가된 nitrate나 nitrite에 의해 그 성장도가 저해되는 현상을 볼 수 있었다.

## 참 고 문 헌

1. Kunz, B.(1989) *Co MST-89*, 176-180.
2. Hammes, W.P., Knauf, H.J. (1994) *Meat Science* 26, 155-168.
3. Buckenhueskes, H.J. (1993) *FEMS Microbiology Reviews* 12. 253-273.
4. Liepe et al. (1989) *Fleischwirtschaft* 69(7). 1173-1176.