

## 발효 소세지의 숙성 중 Starter Culture, Glucono delta Lactone 및 소금첨가량이 Staphylococcal Enterotoxin의 생성에 미치는 영향

신현길 · 진용구 · 이영진\* · 박우문\*\* · 김종배

건국대학교 축산공학과, \*건국대학교 동물자원연구센터, \*\*한국식품개발연구원

### The Effect of Glucono delta Lactone, Starter Culture and NaCl on the Production of Staphylococcal Enterotoxin A in the Processing of Fermented Sausage

Heuyn-Kil Shin, Young-Ku Jin, Young-Jin Lee\*, Woo-Moon Park\*\* and Jong-Bae Kim

Department of Animal Products Science, Kun-Kuk University

\*Animal Resources Research Center, Kun-Kuk University, \*\*Korea Food Research Institute

#### Abstract

This research was conducted to investigate the effect of starter culture (*Lactobacillus plantarum*), glucono-delta-lactone (GdL), and NaCl on the production of staphylococcal enterotoxin A in the processing of fermented sausages. With the increasing amount of GdL (0, 0.23, 0.50 and 0.75%) added the production of enterotoxin was significantly decreased ( $p > 0.01$ ). *Lactobacillus plantarum* as starter culture were inoculated at the level of  $10^6$  cells/g. When GdL was not added, the amount of production of enterotoxin in the group with and without the starter culture were 40 and 80 ng/10g, respectively. With the addition of 0.5% GdL, the maximum amount of enterotoxin produced in the group with and without starter culture were 30 and 50 ng/10g. These results showed the inhibiting effect of starter culture in the production of enterotoxin. When the amount of enterotoxin production was compared with the addition of 2.7 and 1.7% NaCl, the production of enterotoxin was higher at 2.7% NaCl level.

Key words : enterotoxin A, starter culture, chemiluminescence immunoassay, water activity, *Staphylococcus aureus*

#### 서 론

발효 소세지는 서구의 전통적인 가장 오래된 장기저장 식품의 하나로 Aw, pH, starter culture 및 nitrite 등과 같은 여러 요인들의 상호작용에 의하여 병원성 미생물의 생육이 억제되므로 안정성이 큰 식품이라고 평가되고 있다<sup>(1)</sup>. 하지만 Aw에 대하여 가장 내성이 강한 박테리아 중의 하나인 *Staphylococcus aureus*는 발효 소세지에 증식하여 이들 중에 자주 발견되고 있다<sup>(2)</sup>. 근래에는 발효 소세지 제조에 starter culture의 이용이 필수적인데 왜냐하면, starter culture의 첨가에 의하여 균일한 품질의 육제품을 생산할 수 있음은 물론 starter culture는 발색, 향미 및 저장 안정성에도 직접적인 영향을 미치기 때문이다<sup>(3)</sup>. Starter culture로 이용되는 균종이나 첨가 수준에 따라 차이가 있으나 starter culture가 *Salmonella*와 *St. aureus*의 증식을 억제한다는 많은 보고가 있다<sup>(4-6)</sup>.

또한, 발효 소세지 제조에 첨가제로 이용되는 Glucono delta Lactone (GdL)은 쉽게 물에 용해되어 가수에 의하여 gluconic acid로 되어 원료 혼합육의 pH를 순식간에 낮추므로 발효 소세지의 제조에 pH 조절제로 이용되는데 특히, 숙성 초기에 증식하기 쉬운 부패성 미생물의 생육억제를 위해서 사용되어 왔다. 그러나 과도한 첨가는 peroxide를 생성하는 박테리아의 성장을 촉진시키는 결과를 가져와 생성된 peroxide에 의하여 발효 소세지의 색택이 파괴된다<sup>(7)</sup>.

NaCl의 주된 첨가 목적은 맛을 증진시키고 myofibril 단백질의 염용성으로 인하여 결착력을 좋게하기 위하여 이용되지만<sup>(8)</sup>, 이들의 첨가는 Aw를 숙성 초기에 저하시키므로 부패성 Gram negative 박테리아의 증식을 억제하므로 육제품의 저장 안정에 크게 기여한다<sup>(9-11)</sup>. 따라서 이러한 안정성을 위해서는 발효 소세지의 제조에 NaCl의 첨가량을 2.6~2.7% 이상을 권장하고 있다<sup>(8)</sup>. 그러나 Aw에 내성이 강한 *St. aureus*의 경우에 동일한 조건에서 소금의 함량이 증가할 수록 더욱 잘 자란다고 보고되고 있는데 이는 lactic acid bacteria가 소금함량이 낮을 수록 빨리 증식하기 때문이다<sup>(12,13)</sup>.

Corresponding author : Heuyn-Kil Shin, Department of Animal Products Science, Kon-Kuk University, Mo Jin-Dong, Seongdong-gu, Seoul 133-710, Korea

이제까지 starter culture, GdL 및 NaCl의 첨가에 따른 *St. aureus*의 증식에 미치는 영향에 관한 연구는 많이 되어 왔으나 이들이 직접적으로 enterotoxin의 생성에 어떤 영향을 미치는지에 관한 연구는 거의 없다. 따라서 본 연구에서는 이러한 인자 등이 chemiluminescence 면역분석 방법을 통해서 enterotoxin의 생성에 어떻게 영향을 미치는지를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 재료 및 처리

발효 소세지는 유럽에서 생산되는 상업적인 방법에 따라 제조하였다. 원료육은 사후 48시간 가량 경과한 깨끗하게 처리된 우육과 돈육을 구입하여, 2~4 cm 입방의 크기로 자르고 얇은 팬에 깔아 -25°C 냉동실에서 2주간 동결시킨 후 가공직전 -5°C 정도로 원료육의 온도를 조절하여 원료육과 지방을 세절하고 첨가제를 혼합하였다. 원료육은 우육과 돈육을 각각 30%와 44.5%의 비율을 혼합하였고 지방은 25% 수준으로 첨가하였다. 또한, 발색제 및 향신료는 ascorbic acid 0.1, pepper 0.45, 그리고 coriander 0.04%를 첨가하였으며  $\text{NaNO}_2$ 는 150 ppm 수준으로 혼합하였다.

첨가된 지방은 원료육과 마찬가지로 잘라 미리 3일간 동결실에서 표면을 건조시킨 돼지 등지방을 이용하였다.

Starter culture는 Rudolf Müller(W. Germany)의 *Lactobacillus plantarum* L-74(DSM-NO, 1954)를 사용하였고 첨가제의 혼합시 원료육 g당  $10^6$  cells의 수준으로 접종하였으며, 모든 처리구는 공히 150 ppm의  $\text{NaNO}_2$ 를 첨가하였다. 실험처리구는 GdL의 첨가수준을 0, 0.25, 0.50 및 0.75%로 달리하여 발효 소세지를 조제하여 그 효과를 조사하였고, starter culture의 첨가영향을 보기 위하여 GdL 첨가구에 starter culture 접종구와 무접종구, 그리고 GdL 무첨가구에 starter culture 접종구와 무접종구로 제조하였다. NaCl의 첨가시험은 NaCl을 1.7%와 2.7% 처리구로 나누어서 발효 소세지를 제조하여 상호 enterotoxin A의 생성에 미치는 영향을 비교하였다.

### 발효 소세지의 제조 및 *St. aureus* 접종

원료의 세절 및 혼합이 끝난 원료육은 각 처리구 공히  $10^4$  cells/g 수준의 *St. aureus*를 접종하였다. 접종이 끝난 처리구는 fibrous casing( $\Phi$  55 mm, NALO)에 350g 내외로 충전한 다음 숙성, 훈연 및 건조를 실시하였다.

숙성 및 건조는 3주간 실시하였으며 제조 둘째날까지는 R.H. 95%, 22°C 조건으로 셋째날부터는 15°C에서 R.H. 90, 85 및 80%에서 단계적으로 실시하였으며, 제조 2일 후에는 20°C에서는 6시간 동안 훈연을 행하였다.

접종에 이용된 *St. aureus*는 enterotoxin A를 생성하는 균주로 독일 연방정부 육연연구소(Federal Meat Research

Institute, Germany)의 St. No. 13, 14 그리고 15를 이용하였으며, SI broth(Merck)에서 48시간 배양시켜 생리적 식염수로 3차례 희석한 후 원심분리시켜 broth내에 존재할지도 모르는 Toxin을 제거한 후 접종시험에 이용하였다. 이 균주는 counting chamber에 의해서 같은 수로 혼합하여 pool로 만들었으며 *St. aureus*는 원료 g당  $10^4$  cells이 되게 실시하였다.

### pH 측정

pH meter(Knick/Germany)로 각 시료의 다섯부위를 임의로 측정하여 평균치로 환산하였다.

### Aw의 측정

Aw의 측정은 Novasina hygrometer(EEJA-3/Switzerland)로 실시하였으며 시료는 3회 반복 측정하여 평균값을 측정치로 하였다. Sensor의 표준화를 위해서 포화 염용액  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , NaCl 및  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 를 2차 증류수에 포화용해하여 이용하였다.

### 미생물의 조사

시료 10g를 취하여 멸균증류수에 90 ml를 혼합하고 Stomacher(BA-6020/England)로 90초간 균질한 후 10 배씩 희석하여 배지에 접종하였다. 이용된 배지는 Lactic acid bacteria의 count를 위해 MRS-Agar(Difco), *St. aureus*의 배지는 Staphylococcus selective agar(Difco)에 유효된 난황을 첨가하여 제조하였다.

### ClA방법에 의한 enterotoxin의 정량

Enterotoxin의 정량은 chemiluminescence immunoassay의 방법에 의하여 숙성 중 발효 소세지에 생성된 toxin을 분석하였다.

Kato<sup>(14)</sup>, Casman 등<sup>(15)</sup>의 방법에 따라 항체를 생산하였다. 생산된 항체를 plastic tube에 coating시키기 위하여 protein A-sepharose affinity column으로 분리 정제하였다. Enterotoxin A의 conjugates 생산은 Tompson 등<sup>(16)</sup>의 방법에 따라 ABEI-H(Amino Buthyl Ethyl Isoluminol-Hemisuccinate)를 접하였다.

Solid phase chemiluminescence immunoassay 방법에 있어서 항체를 coating buffer로서 희석하여 polystyrene tube(Luck Ltd/영국)에 coating하였다. 여기에 top standard로서 enterotoxin을 ml당 100, 50, 10, 5, 1, 0  $\mu\text{g}$ 의 정도로 첨가하고 tracer로 toxin-ABEI-H를 일정량 첨가하여 실시하였다. 이렇게 하여 얻은 항체의 coating량을 정량에 이용하였고 standard curve 작성을 위한 방법은 Fig. 1과 같다.

Counting시에는 sodium peroxidase 0.1 ml와 반응촉진물( $\text{H}_2\text{O}_2$ : DW=1:100) 0.2 ml를 첨가하여 10초간 발생하는 빛의 양을 Luminometer(DATEL 1250, LKB, 영국)로 측정하였다. 발효 소세지에서의 enterotoxin 추

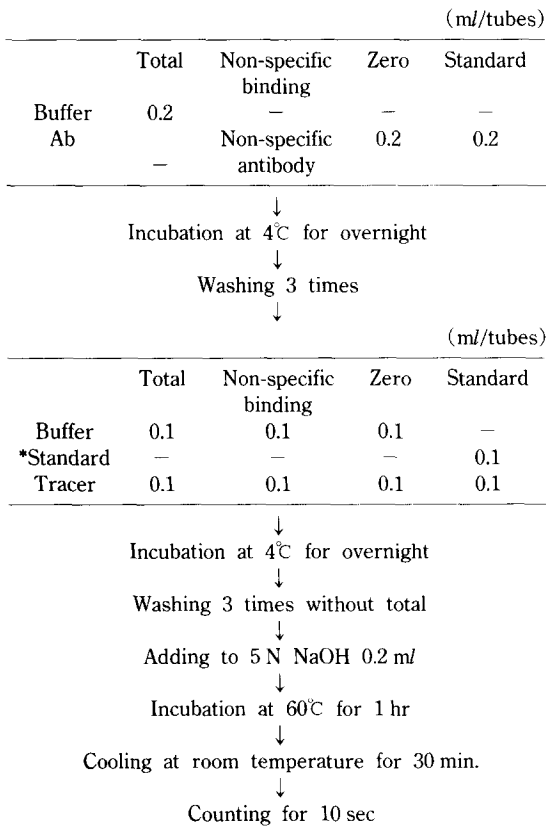


Fig. 1. Procedure of standard curve in solid phase CIA

\*Double dilution from enterotoxin A 5 µg/ml

출은 Bergdoll<sup>(17)</sup>의 방법에 의해 실시하였다.

### 결과 및 고찰

#### GdL의 영향

GdL은 물에 쉽게 용해되며 가수작용에 의하여 Gluconic acid로 되어 pH를 순식간에 낮추므로 발효 소세지의 제조시 pH의 조절제로서 산업체에서 거의 필수적으로 사용되어진다<sup>(8)</sup>. 특히 GdL은 발효 초기에 증식하기 쉬운 Gram negative 부패성 박테리아의 생육억제를 위해 첨가되어진다<sup>(9-11)</sup>.

본 실험에서는 GdL의 첨가 수준에 따른 *St. aureus*의 증식과 enterotoxin 생성 및 pH와 Aw의 숙성 중 변화를 Fig. 2에서 나타내었다. 비교구로서 GdL의 무첨가구와 0.25, 0.50, 0.75% 첨가구로 실험을 실시하였으며, 모든 처리구에 NaCl 2.57%와 10<sup>6</sup> cells/g의 starter culture로 첨가하였다. GdL의 첨가량에 따라 Aw는 처리구별 유의차를 보이지 않았지만 pH는 높은 유의차를 보였다 (p>0.01). pH가 육단백질의 isoelectric point로 떨어지

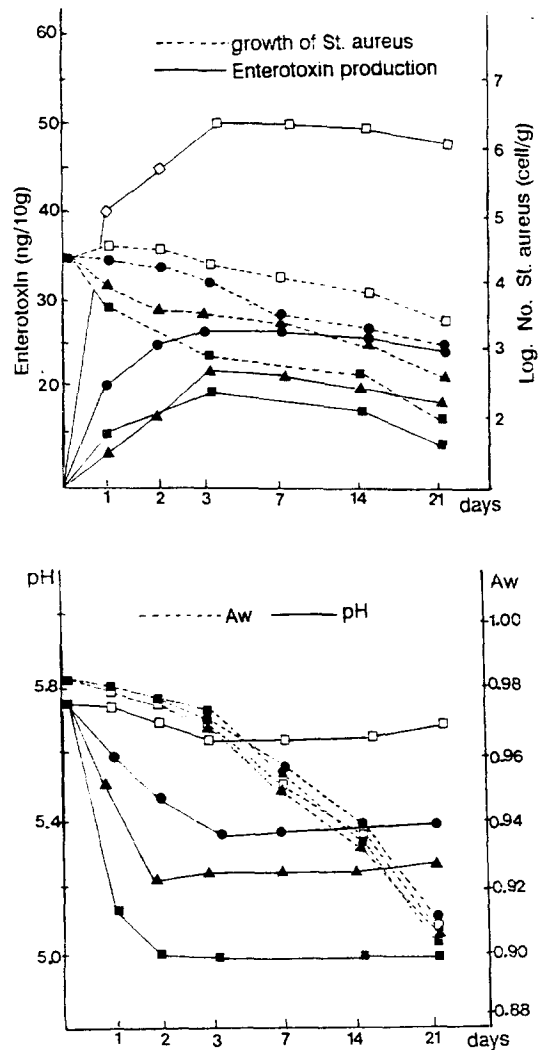


Fig. 2. Enterotoxin production in fermented sausage during fermentation with different level of GdL (with starter culture)

□-□ : 0% GdL, ●-● : 0.25% GdL, ▲-▲ : 0.5% GdL, ■-■ : 0.75% GdL

면 육단백질의 보수력이 낮아져 숙성 중 탈수가 용이하여 pH가 낮은 처리구일 수록 Aw가 빨리 떨어지나 본 실험결과에서는 pH에 따른 Aw의 차이는 나타나지 않았다. 모든 처리구에서 원료혼합 직후 Aw가 0.98 내외였으나 숙성 21일 후에는 0.90~0.91로 나타났다. 10<sup>6</sup> cells/g으로 첨가된 *Lactobacilli*의 증식은 2일째에는 10<sup>7</sup> cells 수준으로, 3일째에는 10<sup>8</sup> cells 가까운 수준으로 증식하였으며 각 처리구별 차이는 없었다.

*St. aureus*는 g당 10<sup>4</sup> cells 수준으로 접종되어 졌는데 숙성 21일 후의 0.75 및 0.50% GdL 첨가구에서는 10<sup>2</sup> cells/g 내외, 0.25% 처리구에서는 10<sup>3</sup> cells/g 이었으며 GdL

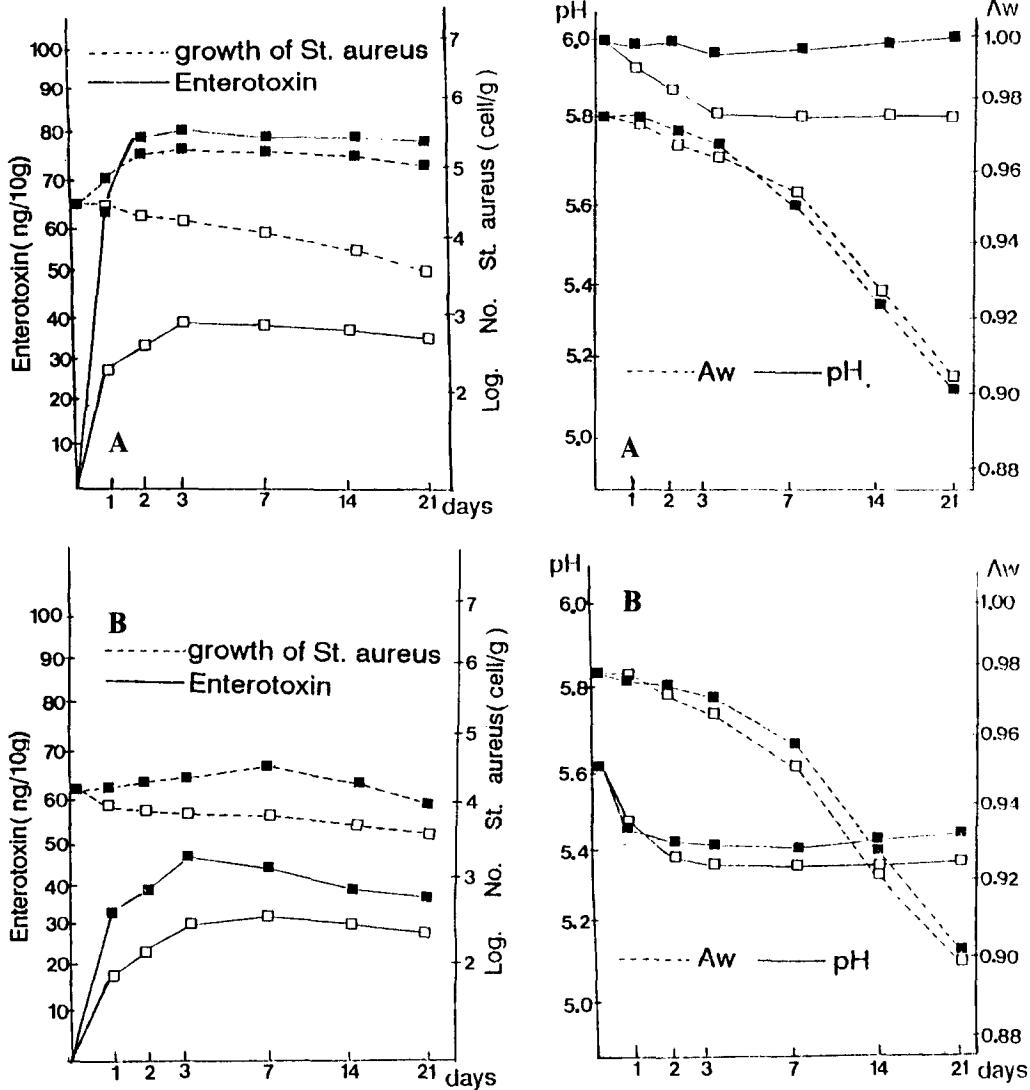


Fig. 3. Staphylococcal enterotoxin production during fermentation of dry sausage with and without starter culture ( $10^6$  cell/g) ■—■ : starter culture non-addition, □—□ : starter culture addition, A : without addition of GdL, B : addition of 0.5% GdL

무첨가구에서는 초기에는 약간 증식하다가 숙성이 진행됨에 따라 완만하게 사멸하였다. 이들에 의한 enterotoxin의 생산량은 숙성 3일까지 빠른 증가를 보였으며 *St. aureus*의 증식에 상관없이 모든 처리구에서 증식하였고 무첨가구에서는 최대 50 ng/10g, 0.75%와 0.50% 첨가구에서는 20 ng/10g 내외를 생산하였다. 또한, 0.25% 처리구에서는 27 ng/10g을 생산하였는데 GdL 처리구와 무첨가구에서 enterotoxin의 생성에 많은 차이를 나타내었다. Fig. 2에서 볼 수 있는대로 *St. aureus*가 GdL 첨가구에서 증식하지 않았지만 모든 처리구에서 enterotoxin은 증식하였다. Enterotoxin은 *St. aureus*의 대수증

식에 생성한다고 보고되고 있는데<sup>(18)</sup>, 본 결과에서는 *St. aureus*가 증식하지 않았지만 숙성 3일까지 꾸준히 생성되었고, 대부분의 toxin은 숙성 첫날 생성되었다. 충전 후 둘째날까지는 23°C에서 숙성과 발효가 행하여졌으며 그 후에는 15°C에서 실시되었다.

Fig. 2의 0.25% GdL 처리구와 Fig. 3의 B, 0.5% GdL의 처리구의 pH를 비교해 보면 GdL의 상이한 처리에도 pH는 비슷하게 5.4로 나타났는데 toxin량도 두 처리구 모두 25~30 ng/10g의 생성수준을 보이고 있다.

본 실험결과에서는 pH에 따라 Toxin의 생성량은 뚜렷한 유의차이를 보였는데 ( $p > 0.01$ ) 발효 소세지의 제조

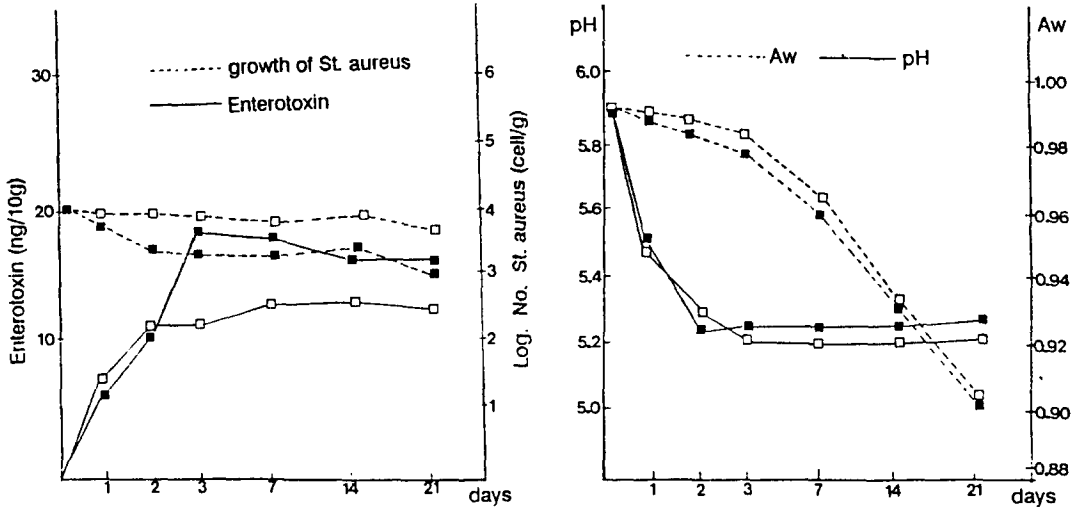


Fig. 4. Staphylococcal enterotoxin production during during fermentation of dry sausage with different level of salt addition (with starter culture)  
 ■—■ : 2.7% salt addition, □—□ : 1.7% salt addition

중 Smith와 Palumbo<sup>(19)</sup> 및 Niskanen과 Nurmi<sup>(4)</sup>은 초기의 pH가 *St. aureus*의 증식을 억제할 수 있는 가장 중요한 요소라고 하였다.

**Starter culture 영향**

Fig. 3은 starter culture의 첨가에 의한 *St. aureus*의 증식 및 enterotoxin 생성억제 효과를 나타내고 있다. Starter culture가 첨가하지 않은 처리구에서는 초기에 10<sup>3</sup>~10<sup>4</sup> cells/g 수준의 lactobacilli가 존재하였으며 숙성초기에 빨리 증식하여 starter culture가 10<sup>6</sup> cells/g 수준으로 첨가한 처리구와 3일 후에는 비슷한 수준(10<sup>7</sup>~10<sup>8</sup> cell/g)을 나타내었지만 그 이후로는 처리구별 차이는 나타나지 않았다.

A는 GdL의 무첨가구이며, B는 0.5% GdL 첨가구이다. Starter culture 접종구의 pH가 무접종구에 비하여 낮았으며, GdL를 첨가하지 않은 처리구에서 (A) starter culture 접종구와 무접종구 사이의 pH 차이는 크게 나타났다. 이는 소량 육에 존재하고 있는 당이 분해하기 때문인데 이러한 pH의 차이는 접종되거나 오염된 미생물의 산생성능력에 기인하지 않나 사료된다. Lücke<sup>(3)</sup>는 육에 존재하는 glycogen이 glycolysis 과정 중에 일부가 glucose로 되어 post mortem 육에 함유되어 미생물의 탄소원이 된다고 보고하였다. Aw는 처리구별 큰 차이를 나타내지 않았으며 숙성 21일 후 GdL 처리구는 0.90 내외, GdL 무처리구에서는 0.91 수준을 나타내었다. GdL 무첨가구에서 starter culture 첨가는 *St. aureus*의 증식에 직접적인 영향을 미쳤으며, starter culture 첨가구에서는 *St. aureus*가 완전히 감소한 반면 무첨가구에서는 완전한 증식을 나타내었다. B의 GdL 0.5% 첨가구에서는 starter

culture 첨가구에서 *St. aureus*가 완전히 사멸하였으나 무첨가구에서는 증식이나 사멸이 없이 정지하였다.

A와 B에서 toxin 생성량을 비교해 볼 때 A의 starter culture를 첨가한 처리구와 B의 starter culture는 첨가하지 않고 GdL만 첨가한 두 처리구에서 비슷한 toxin의 생성수준(40 ng/10g)을 보여주고 있으나 실제 pH는 각 5.8과 5.4로 상당한 차이가 있다. 따라서, starter culture의 enterotoxin 생성억제 효과는 Fig. 3의 A에서 나타난 바와 같이 starter culture의 pH 하강효과 외에도 starter culture 자체의 toxin 생성억제 효과가 있는 것으로 사료된다. 또한, B에서 starter culture 첨가구와 무첨가구에서 숙성 2일까지 pH의 차이가 거의 없었으나 toxin의 생성은 starter culture 처리구에서 20 ng/10g의 수준이지만 무처리구에서는 40 ng/10g의 생성 수준을 보여주고 있다. A의 GdL 무첨가구에서 starter culture 첨가구와 무첨가구에서 toxin의 생성량은 40 ng/10g와 80 ng/10g로 배정도의 차이를 보였는데 Talon 등<sup>(20)</sup>은 lactic acid bacteria에 의한 *St. aureus*의 증식억제는 부분적으로 peroxide와 그 관련 물질에 기인되며 특히 *St. aureus*는 peroxide에 대해 민감하다고 보고하고 있다. Sirvio 등<sup>(5)</sup>과 Raccach와 Baker<sup>(6)</sup> 등 많은 연구자들은 starter culture가 *St. aureus*의 증식을 억제한다고 보고 했는데 본 연구에서는 마찬가지로 enterotoxin의 생성이 starter culture에 의해서 억제되었다.

**소금에 의한 영향**

소금의 첨가수준이(2.7, 1.7%) *St. aureus*의 증식과 enterotoxin의 생성에 미치는 영향을 나타낸 것이 Fig. 4이다. Fig. 4에서 나타난 바와 같이 2.7% NaCl 첨가구의

Aw가 1.7% 첨가구에 비하여 0.03 정도 낮게 나타났으며 이러한 차이는 숙성이 끝날 때까지 비슷하였다. pH는 두 처리구별 큰 차이는 보이지 않았지만 1.7% 처리구가 2.7% 처리구보다 조금 낮았다.

Marcy 등<sup>(12)</sup>은 발효 소세지의 숙성 중 소금의 함량이 높을 수록 pH가 완만하게 떨어진다고 보고했는데 이는 낮은 Aw에 의해서 lactic acid bacteria의 증식이 상대적으로 억제됨에 기인한다고 보고하고 있다. 두 처리구에 있어 마찬가지로 접종된 *St. aureus*는 낮은 pH에 의해서 숙성 중에 서서히 사멸되었는데 사멸속도는 1.7% NaCl 처리구에서 오히려 빨랐다. 이러한 결과는 1.7% NaCl 처리구에서 빨리 증식한 lactic acid bacteria와 또한 이에 의한 상대적으로 낮은 pH에 기인하지 않나 사료된다. *St. aureus*는 Aw에 대하여 내성이 강하므로 이러한 근소한 NaCl 첨가량의 차이는 *St. aureus*의 증식에 아무런 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다. 본 실험에서 이용된 *St. aureus*는 10%의 소금을 함유한 standard I broth에서 상당량의 enterotoxin을 생성하였다<sup>(21)</sup>.

Enterotoxin은 2.7% 처리구에서 3일까지, 1.7% 처리구에서는 2일까지 생성되었으며 2.7% 처리구에서 최대 20 ng/10g, 1.7% 처리구에서 10 ng/10g 생성되었다.

발효 소세지의 숙성 초창기에 자라기 쉬운 Aw에 민감한 *Salmonella* 등의 gram negative 병원성 미생물의 생육을 억제하기 위해서는 2.5~2.7% 이상의 소금을 첨가해야 한다고 보고되고 있으나<sup>(8,9,11)</sup> 본 실험의 결과에 따르면 *St. aureus*에 대한 안정성을 위해서는 오히려 낮은 NaCl의 함량이 *St. aureus*의 증식억제에 간접적인 영향을 미치고 있음을 Fig. 4은 보여주고 있다.

## 요 약

발효 소세지의 제조 중 staphylococcal enterotoxin A의 생성에 미치는 첨가제(Glucono delta Lactone, starter culture 및 NaCl)의 효과를 조사하기 위하여 본 실험을 실시하였다. GdL의 첨가량은 높아짐에 따라(0, 0.25, 0.50 및 0.75%) 현저히 enterotoxin 생성량은 줄어들었다( $p < 0.01$ ). Starter culture(*L. plantarum*)는  $10^6$  cells/g 수준으로 접종되어 졌는데 0.5% GdL이 첨가되지 않았을 때 starter culture 처리구와 무처리구에서 40 ng/10g과 80 ng/10g을, 그리고 0.5% GdL 첨가되었을 때 starter culture 처리구와 무처리구에서는 최대 50 ng/10g과 30 ng/10g를 생성하여 starter culture의 enterotoxin 생성억제 효과를 보였다. 또한, NaCl은 0.7%와 1.7% 처리구에서 2.7% NaCl 처리가 오히려 더 많은 enterotoxin을 생성하였다.

## 감사의 말

본 연구는 1989년도 미원재단 학술연구비 지원에 의해

수행된 것으로 이에 사의를 표한다.

## 문 헌

- Leistner, L. : Hurdle Technology applied to meat products of the shelf stable Product and Intermediate Moisture Food types. In *Properties of Water in Foods*, Simatos, D. and Multon, J.L.(eds.), Martinus Nijhoff Publisher, Dordrecht., p.309(1985)
- Kuschfeldt, D. : Vorkommen und Bedeutung von Staphylokokken in streichfähigen Rohwürsten. *Fleischwirtschaft*, 60, 2045(1980)
- Lücke, F.K. : Fermented sausage. In *Microbiology of Fermented Foods*, Brian, J.B.W.(ed), Elsevier Applied Science Publishers, London and New York, Vol.2, p.41 (1985)
- Niskamen, A. and Nurmi, E. : Effect of Starter culture on staphylococcal enterotoxin and thermonuclease production in dry sausage. *Appl. Environ. Microbiol.*, 31, 11(1976)
- Sirviö, P., Nurmi, E., Puolanne, E. and Niinivaara, F.P. : Der Einfluss von Starterkulturen und verschiedenen Zusatzstoffen auf das Wachstum von *Salmonella senftenberg* in Rohwurst. *Fleischwirtschaft*, 57, 1007 (1977)
- Raccach, M. and Baker, R.C. : Lactic acid bacteria as an antispilage and safety factor in cooked, mechanically deboned poultry meat. *J. Food Prot.*, 41, 703 (1978)
- Frey, W. : Starter cultures for raw sausage production. *Fleischerei*, February, 67(1983)
- Fischer, A. : Rohwurst. In *Handbuch der Lebensmittel-Technologie*, Prändl, O., Schmidhofer, T. and Sinell, H.J.(eds), Verlag Eugen Ulmer, p.518(1988)
- Weber, H., Jöckel, J., Gerigk, K. and Grossklaus, D. : Mikrobiologische Stufenkontrolle bei 'Frischer Mettwurst', 1. Der Einfluss verschiedener Zusatzstoffe. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, 27, 93(1976)
- Sebranek, J.G. : Using non-meat ingredients for sausage and processed meats. In *Proc, 4th Annual Sausage and Processed Meats Short Course*, Cooperative Extension Service. Iowa State University, Ames, Iowa, p.17(1982)
- Schmidt, U. : Vorkommen und Verhalten von Salmonellen in frischer Mettwurst. *Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Fleischforschung*, 80, 5539(1983)
- Marcy, J.A., Kraft, A.A., Olson, D.G., Walker, H.W. and Hotchkiss, D.K. : Fate of *Staphylococcus aureus* in reduced sodium fermented sausage. *J. Food Sci.*, 50, 316(1985)
- Raccach, M., Schilz, M.E. and Kovac, S.L. : Combined effect on monotertiary butylhydroquinone and sodium chloride on lactic acid bacteria. *J. Food Prot.*, 47, 591 (1984)
- Kato, E., Khan, M., Kujovich, L. and Bergdoll, M.S. : Production of enterotoxin A. *Appl. Microbiol.*, 14, 966(1966)
- Casman, E.P., Bennett, R.W., Dorsey, A.E. and Issa, J.A. : Identification of a fourth staphylococcal entero-

- toxin, enterotoxin D. *J. Bacteriol.*, **94**, 1875(1967)
16. Tompson, N.E., Razdan, M. and Bergdoll, M.S. : Detection of staphylococcal enterotoxins by enzyme-linked immunosorbent assay and radioimmunoassay : comparison of monoclonal and polyclonal antibody systems. *Appl. Environ. Microbiol.*, **51**, 885(1986)
  17. Bergdoll, M.S. and Reiser R. : Application of radioimmunoassay for detection of SE in foods. *J. Food Prot.*, **43**, 68(1980)
  18. Niskanen, A. : Staphylococcal enterotoxins and food poisoning. production, properties and detection of enterotoxins. Technical Research Center of Finland, Publication., p.19(1977)
  19. Smith, J.L. and Palumbo, S.A. : Injury to *Staphylococcus aureus* during sausage fermentation. *Appl. Environ. Microbiol.*, **36**, 857(1978)
  20. Talon, R., Labadie, J. and Larpent, J.P. : Characterization of the inhibitory power of *Lactobacillus* of meat origin. *Zentralblatt fur Bakteriologie und Hygiene, I. Abteilung Originale B.*, **170**, 133(1980)
  21. 이정희 : Staphylococcal enterotoxin의 생성조건 및 분리와 그 정량을 위한 면역학적 연구. 건국대학교 석사논문 (1986)
- 
- (1990년 10월 13일 접수)