

## 우육과 돈육의 냉동저장 중 품질변화에 대한 냉동변성 방지제의 첨가효과

양승용·김영호·이무하\*

한국식품개발연구원, \*서울대학교 축산학과

### The Effect of Cryoprotectants on the Quality Changes of Pork and Beef during Frozen Storage

S.Y. Yang, Y.H. Kim and M.H. Lee\*

Korea Food Research Institute

\*Dept. of Animal Sci., Seoul National University

#### Abstract

Experiments were carried out to investigate on the effect of cryoprotectants to the quality changes of pork and beef muscles during frozen storage. Beef and pork muscles were mixed with various cryoprotectants and stored at  $-20^{\circ}\text{C}$  in a chest freezer for 12 weeks. Samples were analyzed for pH changes, TBA value, free fatty acid contents, water and salt soluble protein extractability. The results obtained are summarized as follows. The pH value in all of cryoprotectants added samples were increased up to 0.25-0.5 as in non-treated samples. The TBA value, free fatty acid contents were increased with storage time as compared with the non-treated sample. Cryoprotectant effect on water soluble protein extractability was greater in pork than in beef muscle during frozen storage, especially in pork muscle treated CP-B, mixture of sorbitol, sucrose and sodium tripolyphosphate, as compared with non-treated sample. Cryoprotectant effect on salt soluble protein extractability during frozen storage was more pronounced in the beef muscle treated with CP-A which was mixture of sorbitol, mono sodium glutamate and sodium tripolyphosphate, and in the pork muscle treated with CP-B, mixture of sorbitol, sucrose and sodium tripolyphosphate than in the non-treated sample.

Key words: cryoprotectant, frozen storage, beef muscle, pork muscle.

#### 서 론

식육을 냉동저장할 경우 최적동결 조건하에서 동결시킨 뒤 저장하여도 저장기간이 길어짐에 따라 지방의 산패 및 단백질의 변성을 초래하게 되어 식육으로서의 가치 저하를 가져오게 되며 해동시 육즙손실 등이 많아져 육량감소를 초래하게 된다. Pearson 등<sup>(1)</sup>은 본 실험에서 식육을 냉동저장하면서 해동시킨 후 가공제품을 제조할 때에 식육의 품질저하 및 육량감소로 인한 손실을 최소화 하는데 있어서 여러가지 냉동변성 방지제의 처리효과를 살펴보고자 실시하였다. Tamoto 등<sup>(2)</sup>은 냉동 전처리시 어육에 polyphosphate를 첨가하여 냉동

저장시 단백질 변성을 지연시킬 수 있었으며 Mahon 등<sup>(3)</sup>은 냉동어육으로부터의 조리손실과 해동드림을 줄이는 방법으로 전처리시 polyphosphate의 첨가를 시도하였다. Arai 등<sup>(4)</sup>은 명태의 동결저장시 전처리 물질로서 sucrose, glucose 및 sorbitol을 처리할 때 단백질의 냉동변성 방지에 효과가 있었다고 하였다. 일본 전통식품인 kamaboko의 원료로 쓰이는 surimi 제조시 Iwata 등<sup>(5)</sup>은 sugar와 sugar alcohol의 혼합물을 사용하여  $-20^{\circ}\text{C}$  저장온도에서 1년 이상 gel 형성능력을 유지시켰으며 Lanier 등<sup>(6)</sup>은 원료육의 풍미 및 열량에 영향을 주지 않고 근육단백질의 변성을 지연시키는 물질로 poly dextrose를, Okada<sup>(7)</sup>는 citrate의 영향을 강조하였다. 또한 Ohnishi 등<sup>(8)</sup>은 sodium glutamate가 잉어의 actomyosin 변성방지에 좋은 영향을 준다고 하였다.

Corresponding author: Seung-Yong Yang, Department of Food Tech. Lab., Korea Food Research Institute, 39-1, Haweolgokdong, Seongbukgu, Seoul 130-605, Korea

또한 Matsumoto<sup>(9)</sup>는 surimi 에 냉동변성 방지제로 사용된 sugar 에 polyphosphate 를 혼합하여 사용할 경우 냉동변성 방지효과에 강화작용을 한다고 보고하였으며 Arakawa 와 Timasheff<sup>(10)</sup>는 surimi 에 sugar 첨가에 따른 단백질 변성의 방지는 표면장력의 증가에 원인이 있다고 보았다. 이와 같이 냉동변성을 방지하기 위한 연구는 어육의 경우가 많고 축육의 경우는 많지 않았다. 본 실험에서는 어육과 축육에서 연구되어 오던 냉동변성 방지제 중에서 효과를 인정받은 화학물질을 선별하고 냉동전처리시 저장기간별로 육질변화를 조사하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료

본 실험에 사용된 시료는 서울 마장동 육시장에서 사후 40시간 경과된 소정육 대퇴부위와 돼지정육 햄부위를 구입하여 과다한 지방을 제거한 후 4°C 냉장고에서 5시간 예냉한 후 시료로 사용하였다.

### 냉동변성 방지제 첨가 및 냉동방법

4°C로 예냉된 시료를  $\phi 9.5$  mm plate 의 chopper 로 세절한 후 ribbon mixer 에서 1분간 혼합하고 냉동변성 방지제를 첨가하여 완전히 혼합되도록 3분간 재혼합하였다. 그 다음 높이 10 cm, 내경 10 cm 의 원통형틀에 시료를 넣어 1000 psi 의 압력으로 성형한 후 송풍속도 2 m/sec, 동결온도 -20°C 의 송풍동결기로 냉동시켰으며 control 구는 냉동변성 방지제를 첨가하지 않은 상태에서 같은 방법으로 조제한 후 성형하였고 동결시 수분증발을 막기 위해 알루미늄호일로 육피를 도포한 후 폴리에틸렌 필름으로 진공포장을 하여 -20°C 의 냉매접촉식 chest freezer 에 12주간 저장하면서 각 기간별로 실험을 실시하였다.

Table 1은 본 실험에 사용된 냉동변성 방지제와 그 첨가수준을 나타낸 것으로 CP-B는 냉동선상 어육의 첨가수준이며 CP-A, CP-C는 첨가된 화학물질의 농도를 같은 수준으로 조정한 것이다.

### 분석방법

분석은 저장기간별로 시료를 취하여 행하여 쪄고 해동은 4°C 냉장고에서 육중심부 온도가 2-3°C 가 될 때까지 실시한 후 실험에 임하였다. 시료의 수분, 조단백질과 회분의 분석은 AOAC<sup>(11)</sup> 방법에 준했으며 조지방은

Table 1. A kind of cryoprotectants and additive level. (wt. basis in raw meat)

| A kind of cryoprotectants | additive level   |
|---------------------------|--|
| CP-A                      | Sorbitol 5.37% Mono sodium glutamate 0.65%, Sodium tripoly phosphate 0.55%   |
| CP-B                      | Sorbitol 4%, Sucrose 4%, Sodium tripoly phosphate 0.3%                       |
| CP-C                      | Sorbitol 4%, Sucrose 2.67%, Sodium citrate 1%, Sodium tripoly phosphate 0.3% |

Folch<sup>(12)</sup> 방법을 일부 수정하여 실시하였다.

저장 중에 pH의 변화는 시료 10g에 증류수 100 ml 을 첨가하여 균질화 한 다음 유리전극 pH meter 로 측정했으며 TBA 가는 Witte 등<sup>(13)</sup>의 방법으로 530 nm 에서의 흡광도로 나타냈으며 유리지방산 함량은 AOAC<sup>(11)</sup> 방법을 약간 변형한 이 등<sup>(14)</sup>의 방법으로 측정하여 총 지방무게에 대한 유리지방산의 함량을 %로 나타냈다. 염용성 및 수용성 단백질은 Acton 과 Saffler<sup>(15)</sup>의 방법을 이용하여 측정하였고 조제된 추출성 단백질의 농도는 Umemoto<sup>(16)</sup>의 방법에 따라 545 nm 에서의 흡광도로 측정하였으며 microkjeldahl 법으로 측정하였다.

## 결과 및 고찰

표 2는 냉동변성 방지제를 첨가한 시료육과 첨가하지 않은 시료육과의 일반성분을 분석한 것으로 수분과 조단백질의 경우 돈육과 우육 공히 냉동변성 방지제를 처리한 구에서 무첨가 시료육보다 0.1-1.7% 정도 감소를 보였으며 회분은 0.3-0.5%의 증가를 보였다. 이는

Table 2. Chemical compositions of raw material and cryoprotectant treated samples. unit (%)

| analysis item | moisture | crude protein | crude fat | ash  |
|---------------|----------|---------------|-----------|------|
| Sample        |          |               |           |      |
| Pork, Raw     | 74.95    | 20.50         | 3.24      | 1.15 |
| CP A          | 74.02    | 19.22         | 3.17      | 1.64 |
| CP B          | 74.73    | 18.88         | 3.20      | 1.43 |
| CP C          | 74.92    | 18.94         | 3.03      | 1.60 |
| Beef, Raw     | 76.01    | 19.21         | 2.89      | 1.11 |
| CP A          | 74.98    | 18.95         | 2.63      | 1.59 |
| CP B          | 75.09    | 18.31         | 2.51      | 1.50 |
| CP C          | 75.11    | 18.71         | 2.64      | 1.58 |

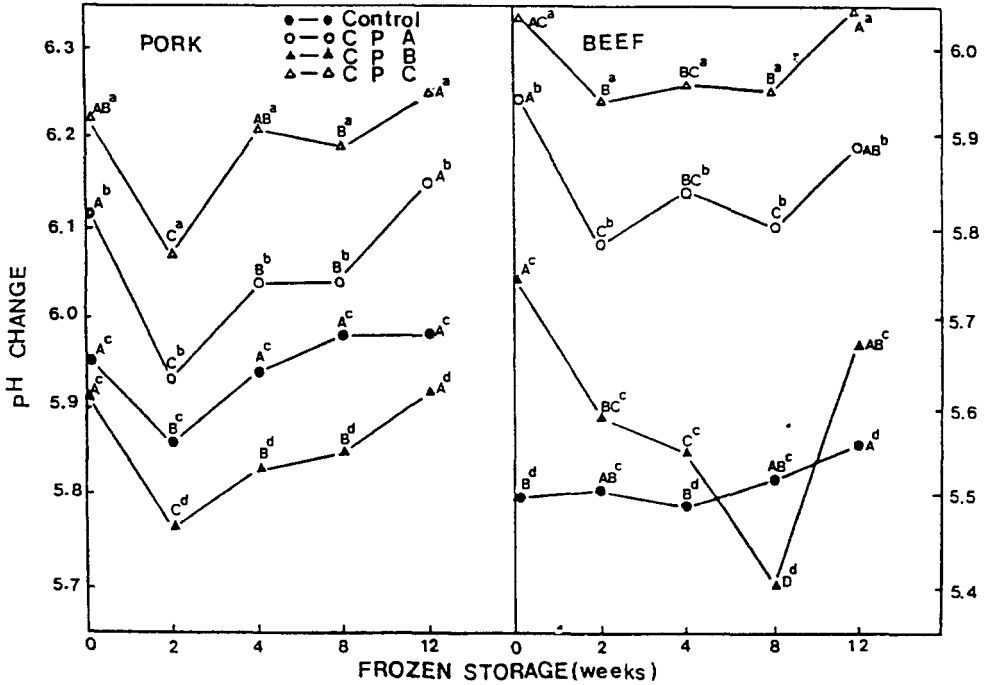


Fig. 1. Effect of cryoprotectants on the pH of pork and beef during frozen storage.

1. Values with the different capital letter superscripts in the same storage time are significantly different at 5% level.
2. Values with the different small letter superscripts in the same treatments are significantly different at 5% level.

첨가된 냉동변성 방지제로 인하여 수분과 조단백질은 전체 양에 대한 상대적인 감소치를 보여주었고 첨가된 염 등에 의해 회분함량은 조금 증가한 결과만을 보여주었다.

그림 1은 저장기간에 따른 pH의 변화를 살펴본 것으로 냉동변성 방지제를 첨가하면 돈육의 경우 CPA, CPC 처리구에서는 원료육의 pH에 비해 0.1-0.3 unit pH 상승을 보이고 있으며 CPB 처리구에서는 오히려 낮은 pH 값을 보이고 있다. 이러한 경향은 우육에서도 유사하게 나타났으나 CPB 처리구에서는 돈육의 경우와 다소 다르게 나타났다. 한편 돈육의 경우 저장 2주째에 모든 처리구의 pH가 감소하다가 그 이후에 증가하는 경향을 보이고 있으며 우육의 경우는 돈육의 경우보다 냉동변성 방지제 처리구간에 초기에 넓은 pH 값을 보였고 역시 저장초기에 pH 값의 감소를 보이다가 8주 이후에 증가했다. 전반적으로 CPC 처리구에서 유의적으로 높은 pH 값을 나타내었고 무첨가 시료육과 비교할 때 돈육은 0.3, 우육은 0.5 unit 정도의 pH 상승효과를 나타내었다.

표 3은 냉동변성 방지제 첨가가 TBA 가에 미치는

영향을 알아본 것으로 돈육은 무첨가 시료육보다 CPA, CPC, CPB 처리구 순으로 증가하였고 우육은 냉동변성 방지제 첨가에 의한 영향은 CPB 처리구의 경우에만 국한되었을 뿐 전반적으로 냉동변성 방지제 첨가의 영향을 보여주지 않았다. 이러한 결과는 냉동변성 방지제로 첨가된 sodium tripolyphosphate는 단백질의 변성을 억제하지만 TBA 가를 증가시킨다는 Schwartz 등<sup>(17)</sup>의 보고와 유사한 결과를 보여주었으나 Judge<sup>(18)</sup>는 TBA 가와 육의 pH와의 상호관계에서 시료육의 pH가 6.1 이상에서는 지방산화의 방지효과가 크다고 보고한 바 있어 냉동저장 중에도 육단백질의 품질과 지방산화에 영향을 주는 원료육의 pH 변화에 주의할 해야 할 것이다. 한편 본 실험에 있어서 냉동변성 방지제 첨가에 의한 CP-A, CP-B, CP-C 각 처리구의 TBA 가는 가공육 원료의 품질기준에는 미치지 않는 수준이었다.

표 4는 냉동변성 방지제 첨가에 따른 유리지방산 함량의 변화를 나타낸 것으로 돈육이 우육에 비해 유리지방산의 함량이 높았으며 돈육이 CP-A, CP-C, CP-B 처리구 순으로 높았다. 이 결과는 표 3의 TBA 가의

Table 3. Effect of cryoprotectants on the TBA value of pork and beef during frozen storage.

| Frozen Storage | Meat CP  | pork                           |                                |                                 |                                 | beef                            |                                 |                                 |                                 |
|----------------|----------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
|                |          | Control                        | CPA                            | CPB                             | CPC                             | Control                         | CPA                             | CPB                             | CPC                             |
|                | Initial  | 0.015 <sup>Bb</sup><br>(0.004) | 0.018 <sup>Ac</sup><br>(0.002) | 0.015 <sup>Bd</sup><br>(0.003)  | 0.015 <sup>Bd</sup><br>(0.002)  | 0.040 <sup>Ac</sup><br>(0.008)  | 0.031 <sup>ABb</sup><br>(0.003) | 0.036 <sup>Ac</sup><br>(0.002)  | 0.025 <sup>Bc</sup><br>(0.004)  |
|                | 2 weeks  | 0.018 <sup>Cd</sup><br>(0.004) | 0.042 <sup>Bb</sup><br>(0.002) | 0.053 <sup>Abc</sup><br>(0.005) | 0.054 <sup>Ab</sup><br>(0.007)  | 0.050 <sup>BCc</sup><br>(0.005) | 0.044 <sup>Cb</sup><br>(0.002)  | 0.062 <sup>Ab</sup><br>(0.005)  | 0.058 <sup>ABb</sup><br>(0.007) |
|                | 4 weeks  | 0.015 <sup>Cb</sup><br>(0.007) | 0.032 <sup>Bb</sup><br>(0.001) | 0.043 <sup>Ac</sup><br>(0.002)  | 0.040 <sup>ABc</sup><br>(0.002) | 0.071 <sup>Abc</sup><br>(0.010) | 0.040 <sup>Bb</sup><br>(0.006)  | 0.044 <sup>Bbc</sup><br>(0.001) | 0.053 <sup>Bb</sup><br>(0.003)  |
|                | 8 weeks  | 0.029 <sup>Db</sup><br>(0.004) | 0.040 <sup>Cb</sup><br>(0.001) | 0.076 <sup>Ab</sup><br>(0.005)  | 0.048 <sup>Bbc</sup><br>(0.003) | 0.093 <sup>Bb</sup><br>(0.0015) | 0.087 <sup>BCa</sup><br>(0.010) | 0.136 <sup>Ac</sup><br>(0.010)  | 0.067 <sup>Cb</sup><br>(0.001)  |
|                | 12 weeks | 0.062 <sup>Ba</sup><br>(0.007) | 0.091 <sup>Ac</sup><br>(0.008) | 0.098 <sup>Ac</sup><br>(0.018)  | 0.081 <sup>ABa</sup><br>(0.003) | 0.208 <sup>Ac</sup><br>(0.020)  | 0.104 <sup>Cc</sup><br>(0.010)  | 0.152 <sup>Ba</sup><br>(0.010)  | 0.102 <sup>Cc</sup><br>(0.017)  |

1. Values with the different capital letter superscripts in the same storage time are significantly different at 5% level.
2. Values with the different small letter superscripts in the same treatments are significantly different at 5% level.
3. Values in the parenthesis are standard deviations.

Table 4. Effect of cryoprotectants on the free fatty acid of pork and beef during frozen storage.

| Frozen Storage | Meat CP  | pork                          |                              |                                |                               | beef                           |                                |                               |                              |
|----------------|----------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
|                |          | Control                       | CPA                          | CPB                            | CPC                           | Control                        | CPA                            | CPB                           | CPC                          |
|                | Initial  | 2.27 <sup>Cc</sup><br>(0.05)  | 2.97 <sup>Ac</sup><br>(0.08) | 2.92 <sup>Ab</sup><br>(0.08)   | 2.44 <sup>Bb</sup><br>(0.07)  | 1.91 <sup>Ac</sup><br>(0.20)   | 1.60 <sup>Da</sup><br>(0.03)   | 1.79 <sup>Ac</sup><br>(0.04)  | 0.69 <sup>Cd</sup><br>(0.04) |
|                | 2 weeks  | 2.48 <sup>Bbc</sup><br>(0.14) | 3.78 <sup>Ac</sup><br>(0.32) | 3.49 <sup>Ab</sup><br>(0.22)   | 3.48 <sup>Ab</sup><br>(0.27)  | 2.00 <sup>Abc</sup><br>(0.15)  | 1.56 <sup>Bd</sup><br>(0.07)   | 1.72 <sup>Bd</sup><br>(0.06)  | 1.57 <sup>Bd</sup><br>(0.04) |
|                | 4 weeks  | 2.68 <sup>Cb</sup><br>(0.13)  | 7.75 <sup>Bb</sup><br>(0.53) | 10.95 <sup>Ac</sup><br>(0.55)  | 9.85 <sup>Ac</sup><br>(0.63)  | 2.33 <sup>Ccc</sup><br>(0.35)  | 2.78 <sup>ABc</sup><br>(0.079) | 2.57 <sup>ACC</sup><br>(0.11) | 2.78 <sup>Ab</sup><br>(0.08) |
|                | 8 weeks  | 2.71 <sup>Cb</sup><br>(0.16)  | 9.55 <sup>Ba</sup><br>(0.61) | 10.55 <sup>ABa</sup><br>(0.72) | 11.15 <sup>Ac</sup><br>(0.71) | 2.60 <sup>BCcb</sup><br>(0.33) | 3.77 <sup>Ac</sup><br>(0.12)   | 2.90 <sup>Bb</sup><br>(0.09)  | 2.28 <sup>Cc</sup><br>(0.08) |
|                | 12 weeks | 3.22 <sup>Cc</sup><br>(0.11)  | 6.93 <sup>Bb</sup><br>(0.51) | 9.95 <sup>Ac</sup><br>(0.61)   | 10.85 <sup>Ac</sup><br>(0.68) | 2.71 <sup>Ba</sup><br>(0.26)   | 3.11 <sup>Bb</sup><br>(0.11)   | 4.17 <sup>Ac</sup><br>(0.15)  | 4.53 <sup>Ac</sup><br>(0.18) |

1. Values with the different capital letter superscripts in the same storage time are significantly different at 5% level.
2. Values with the different small letter superscripts in the same treatments are significantly different at 5% level.
3. Values in the parenthesis are standard deviations.

변화와 같은 양상을 보여주었고 우육의 경우에는 냉동변성 방지제 처리에 따른 유리지방산 함량에는 별 영향을 미치지 않는 것으로 나타났으나 돈육의 경우 저장기간이 길어짐에 따라 무첨가 시료육보다 부분적으로 높게 나타나 장기저장시 산패 및 풍미에 문제점을 줄 수 있을 것이다.

표 5는 냉동변성 방지제 첨가에 따른 수용성 단백질의 추출성을 살펴본 것으로 우육과 돈육이 냉동변성 방지제 처리로 인해 추출성이 저장 8주까지는 증가하였다가 그 이후에 다소 감소하는 경향을 나타냈으며 우육보다 돈육에서 무첨가 시료육에 대한 유의성이 더욱 크게

나타났고 특히 돈육의 CP-B 처리구의 저장 8주째에서 약 20%의 추출성 증가를 보였다. 결국 수용성 단백질의 추출성에 대한 냉동변성 방지제의 효과는 CP-B의 냉동변성 방지제인 sorbitol, sucrose 및 sodium tripolyphosphate의 근육내 상호작용에 따른 냉동변성 방지효과인 것으로 사료되어 진다.

표 6은 냉동변성 방지제 첨가에 따른 염용성 단백질의 추출성을 살펴본 것으로 각 냉동변성 방지제 첨가제 별로 저장 4주에서 8주 사이에 높은 추출성을 보였으며 돈육의 CP-B 처리구와 우육의 CP-A 처리구에서 저장 4주째에 25% 이상의 추출율 증가를 보여주었다. 이러

Table 5. Effect of cryoprotectants on the water soluble protein extractability of pork and beef during frozen storage\*.

| Meat           |         | pork                                   |  |   |  | beef                                    |   |  |   |
|----------------|---------|--|--|---|--|---|---|--|---|
| Frozen Storage | CP      | Control                                | CPA                                    | CPB                                     | CPC                                    | Control                                 | CPA                                     | CPB                                      | CPC   |
|                | Initial | 0.0 <sup>bc</sup>                      | 0.0 <sup>b</sup>                       | 0.0 <sup>c</sup>                        | 0.0 <sup>c</sup>                       | 0.0 <sup>c</sup>                        | 0.0 <sup>b</sup>                        | 0.0 <sup>a</sup>                         | 0.0 <sup>b</sup>                                  |
| 2              | weeks   | -2.5 <sup>BC</sup><br>(1.3)            | -8.7 <sup>C</sup><br>(0.0)             | 1.30 <sup>C<sup>o</sup></sup><br>(0.70) | -1.8 <sup>BC</sup><br>(1.5)            | -6.7 <sup>B<sup>o</sup>d</sup><br>(0.2) | -4.5 <sup>A<sup>c</sup></sup><br>(0.6)  | -9.5 <sup>C<sup>b</sup></sup><br>(0.3)   | -14.3 <sup>D<sup>d</sup></sup><br>(0.2)           |
| 4              | weeks   | 2.7 <sup>B<sup>ab</sup></sup><br>(1.4) | 0.6 <sup>cb</sup><br>(0.3)             | 7.4 <sup>B<sup>o</sup></sup><br>(0.2)   | 7.4 <sup>B<sup>o</sup></sup><br>(0.3)  | 1.2 <sup>A<sup>bc</sup></sup><br>(0.2)  | -1.1 <sup>B<sup>bc</sup></sup><br>(1.1) | -13.3 <sup>D<sup>c</sup></sup><br>(1.0)  | -5.8 <sup>C<sup>c</sup></sup><br>(0.7)            |
| 8              | weeks   | 4.8 <sup>D<sup>o</sup></sup><br>(1.1)  | 13.7 <sup>C<sup>o</sup></sup><br>(0.9) | 23.6 <sup>A<sup>o</sup></sup><br>(1.3)  | 17.5 <sup>B<sup>o</sup></sup><br>(0.5) | 4.3 <sup>BC</sup><br>(1.9)              | 12.8 <sup>A<sup>o</sup></sup><br>(2.4)  | -1.7 <sup>C<sup>o</sup></sup><br>(2.3)   | 2.2 <sup>B<sup>C<sup>o</sup></sup></sup><br>(0.1) |
| 12             | weeks   | 1.9 <sup>A<sup>b</sup></sup><br>(0.6)  | -7.3 <sup>C<sup>c</sup></sup><br>(1.3) | 0.3 <sup>A<sup>BC</sup></sup><br>(0.3)  | -1.6 <sup>BC</sup><br>(0.3)            | 3.8 <sup>A<sup>ab</sup></sup><br>(0.5)  | -1.3 <sup>B<sup>bc</sup></sup><br>(2.0) | -10.7 <sup>C<sup>bc</sup></sup><br>(0.5) | -13.4 <sup>C<sup>d</sup></sup><br>(1.1)           |

\* Increase and decrease percentage of initial storage time.

1. Values with the different capital letter superscripts in the same storage time are significantly different at 5% level.
2. Values with the different small letter superscripts in the same treatments are significantly different at 5% level.
3. Values in the parenthesis are standard deviations.

Table 6. Effect of cryoprotectants on the salt soluble protein extractability of pork and beef during frozen storage\*.

| Meat           |         | pork                                    |  |   |                                       | beef                                    |  |  |  |
|----------------|---------|---|--|---|---------------------------------------|---|--|--|--|
| Frozen Storage | CP      | Control                                 | CPA                                    | CPB                                     | CPC                                   | Control                                 | CPA                                    | CPB                                    | CPC                                    |
|                | Initial | 0.0 <sup>a</sup>                        | 0.0 <sup>c</sup>                       | 0.0 <sup>c</sup>                        | 0.0 <sup>b</sup>                      | 0.0 <sup>a</sup>                        | 0.0 <sup>c</sup>                       | 0.0 <sup>b</sup>                       | 0.0 <sup>c</sup>                       |
| 2              | weeks   | -1.1 <sup>C<sup>o</sup></sup><br>(0.2)  | 5.6 <sup>B<sup>b</sup></sup><br>(1.7)  | 11.2 <sup>A<sup>b</sup></sup><br>(0.1)  | 3.9 <sup>B<sup>o</sup></sup><br>(0.3) | -1.2 <sup>C<sup>o</sup></sup><br>(1.2)  | 22.0 <sup>A<sup>o</sup></sup><br>(0.2) | 16.2 <sup>B<sup>o</sup></sup><br>(3.5) | 20.9 <sup>A<sup>o</sup></sup><br>(2.7) |
| 4              | weeks   | -2.2 <sup>D<sup>ab</sup></sup><br>(1.4) | 14.5 <sup>B<sup>o</sup></sup><br>(2.7) | 25.8 <sup>A<sup>o</sup></sup><br>(3.4)  | 3.9 <sup>C<sup>o</sup></sup><br>(1.8) | -4.7 <sup>C<sup>b</sup></sup><br>(1.5)  | 25.2 <sup>A<sup>o</sup></sup><br>(3.2) | 8.9 <sup>B<sup>o</sup></sup><br>(3.0)  | 20.9 <sup>A<sup>o</sup></sup><br>(1.2) |
| 8              | weeks   | -4.6 <sup>D<sup>bc</sup></sup><br>(1.4) | 11.2 <sup>B<sup>o</sup></sup><br>(0.7) | 19.4 <sup>A<sup>ob</sup></sup><br>(3.7) | 4.9 <sup>C<sup>o</sup></sup><br>(1.3) | -8.8 <sup>B<sup>c</sup></sup><br>(0.2)  | 12.9 <sup>A<sup>b</sup></sup><br>(1.0) | 13.7 <sup>A<sup>o</sup></sup><br>(1.0) | 10.2 <sup>A<sup>b</sup></sup><br>(3.4) |
| 12             | weeks   | -5.9 <sup>C<sup>c</sup></sup><br>(1.2)  | 13.2 <sup>A<sup>o</sup></sup><br>(2.0) | 15.3 <sup>A<sup>b</sup></sup><br>(4.1)  | 5.4 <sup>B<sup>o</sup></sup><br>(1.3) | -11.2 <sup>C<sup>c</sup></sup><br>(0.3) | 8.7 <sup>A<sup>b</sup></sup><br>(2.4)  | 13.2 <sup>A<sup>o</sup></sup><br>(4.4) | 2.3 <sup>B<sup>c</sup></sup><br>(2.3)  |

\* Increase and decrease percentage of initial storage time.

1. Values with the different capital letter superscripts in the same storage time are significantly different at 5% level.
2. Values with the different small letter superscripts in the same treatments are significantly different at 5% level.
3. Values in the parenthesis are standard deviations.

한 결과는 표 5의 수용성 단백질의 추출성에서와 같이 단편적인 첨가효과가 아닌 전반적인 냉동변성 방지효과를 나타내고 있다. 이것은 Park 등<sup>(19)</sup>이 surimi의 냉동변성 방지제 첨가물질인 sucrose, sorbitol, sodium tripolyphosphate 처리구의 염용성 단백질 추출성이 무첨가 시료구에 비해 저장 한달째에 9mg/m<sup>l</sup>의 증가를 보이다가 세달 이후에는 추출성이 다소 감소하는 경향을 보고한 바 있으며 Arai 등<sup>(4)</sup>이 -20°C에서 한달간 저장된 잉어의 actomyosin이 sorbitol, sucrose 처리구에서는 15%, 무첨가 시료육에서는 40% 정도의 추출성 감소를 나타낸다는 결과와 비교해 볼 때 냉동변성 방지제의 첨가로 인하여 추출성이 약 25%의 증가를

거져온다고 볼 수 있다.

요 약

본 실험은 냉동저장 중에 냉동변성 방지제의 첨가가 우육과 돈육의 품질에 미치는 영향을 알아본 것으로 냉동변성 방지제 종류는 sorbitol, mono sodium glutamate와 sodium tripolyphosphate를 혼합하여 사용한 CP-A, sorbitol, sucrose와 sodium tripolyphosphate를 섞은 CP-B 그리고 sorbitol, sucrose, sodium citrate와 sodium tripolyphosphate를 사용한 CP-C 세 종류이었고 시료는 -20°C에서 12주간 저

장되었으며 분석항목으로는 pH 변화, TBA 가, 유리 지방산 함량의 변화, 수용성 및 염용성 단백질의 추출성이었다. 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 냉동변성 방지제 첨가구의 pH 는 무첨가구의 pH 보다 0.2-0.5 unit 정도의 상승효과를 보였으며 TBA 가 및 유리지방산 함량은 저장기간이 길어짐에 따라 무첨가구에 비해 증가하는 경향을 보였다.
2. 수용성 단백질의 추출성은 냉동변성 방지제를 처리할 때 돈육이 우육에 비해 높은 추출율을 보였는데 특히 돈육의 CP-B 처리구에서 무첨가구에 비해 우수하였다.
3. 염용성 단백질의 추출성에 대한 냉동변성 방지제의 효과는 우육의 CP-A 처리구와 돈육의 CP-B 처리구에서 무첨가구에 비해 약 10-25%의 높은 추출성 향상을 나타내었다.

### 감사의 글

본 연구는 과학기술처에서 시행한 특정연구과제의 지원으로 이루어 졌으므로 지면을 통해 사의를 포함니다.

### 문 헌

1. Pearson, A.M. and Miller, J.I. : The influence of rate of freezing and length of freezer-storage upon the quality of beef of known origin. *J. Animal Sci.* 9, 13(1950)
2. Tamoto, K., Hidesato, T. and Kida, K., Mon. Rep. Hokkaido municipal fish. Exp. stn., 21, 101(1971)
3. Mahon, J.H. and Schneider, C.G. : Minimizing freezing damage and thawing drip in fish fillet. *Food technol.*, 18, 1941(1964)
4. Arai, K. and Takashi, R. : Studies on muscular proteins of fish-XI Effect of freezing on denaturation of actomyosin ATP ase from carp muscle. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 39, 533(1973)
5. Iwata, K. and okada, M. : Protein denaturation in stored frozen alaska pollack muscle. 1. protein extractability and kamaboko forming ability of frozen surimi. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 37, 1191(1971)
6. Lanier, T.C. and New hill, N.C., : Method of retarding denaturation of meat. *U.S. patent*, No. 4572838(1986)
7. Okada, M., Reito, : *Refrigeration* 42, 71(1968)
8. Ohnishi, M., Tsuchiya, T. and Matsumoto, J.J., : *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 44, 755(1978)
9. Matsumoto, J.J. : Minced fish technology and its potential for developing countries. In *proceedings on fish utilization technology and marketing*, Indo-pacific fishery commission. Bangkok(Vol.18, Sec. III, p.267)(1978)
10. Arakawa, T. and Timasheff, S.N. : Stabilization of protein structure by sugars. *Biochem* 21, 6536(1982)
11. Association of official analytical chemists. Arlington, virginia.(1984)
12. Folch, J., Lees, M. and Stanley, G.H.S., : *J. Biol Chem.*, 226, 497(1957)
13. Witte, V.G., G.F. Krause, and M.E. Bailey. : A new extraction method for determining 2-thiobarbituric acid value of pork and beef during storage. *J. Food Sci.*, 35, 585-592(1970)
14. 이유헌, 성삼경 : 식육과 육제품의 분석실험, 선진문화사, p.136(1984)
15. Acton, J.C., and R.h. saffle. : Preblended and prerigor meat in sausage emulsions. *Food Tech.*, 23, 367-371(1969)
16. Umemoto, S. : A modified method for estimation of fish muscle protein by biuret method. *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* 32(5), 427(1966)
17. Schwartz, W.C. and mandigo, R.W. : Effect of salt, sodium tripolyphosphate and storage on restructured pork. *J. Food Sci.*, 41, 1266(1976)
18. Judge, M.D.: Using Postmortem technology to complement livestock production practices. *J. Anim. Sci.*, 62, 1449-1457(1986)
19. Park, J.W., Tyre C. Lanier, and David P. Green. : Cryoprotective effect of sugar, polyols and or phosphates on alaska pollack surimi. *J. Food Sci.*, 53, 3(1988)

(1989년 1월 28일 접수)