

# 감마線 照射에 의한 Pork Sausage 의 貯藏에 關한 研究

## 第 2 報 防腐劑의 防腐效果에 미치는 감마線 照射의 影響

金 年 軫·孔 雲 泳·權 重 哲

放射線農學研究所 食品工學研究室

(1973년 1월 15일 수리)

## Studies on the Preservation of Pork Sausage by Gamma Radiation

### Part 2. Influence of Gamma Radiation on the Preservative Effects of 2-(2-Furyl)-3-(5-Nitro-2-Furyl)-Acrylamide and Potassium Sorbate for Pork Sausage

by

Yun Jin Kim, Un Young Kong and Jung Cheul Kwon

Food Technology Division, Radiation Research Institute in Agriculture, Seoul

(Received January 15, 1973)

### Abstract

Studies were carried out to investigate the relationship of the remaining percentage of antiseptics and the preservative effect of combined antiseptics and gamma radiation on the keeping quality of pork sausage. Antiseptics quantities, total bacterial counts, and pH were examined during the storage at 5°C and 30°C. The results obtained were summarized as follows:

- 1) After irradiation, quantities of antiseptics decreased in proportion to the level of dosage and K-SOA showed more radiosensitivity than AF-2 ( $p < 0.01$ ).
- 2) The remaining percentage of antiseptics during storage were higher in samples of more irradiated and stored at the lower temperature. AF-2 decreased less than K-SOA.
- 3) The correlation between the increase of total bacteria counts and percentage of antiseptics survival in sausage was highly significant ( $p < 0.01$ ). High doses of irradiation, storage at lower temperature and use of AF-2, however, seemed to be effective in controlling the increase of total bacterial flora.
- 4) From the relationships among quantities of antiseptics, number of total bacteria and sensory evaluation, it was shown that the most suitable radiation dose was considered to be 0.5 Mrad, which was superior to 0.75 Mrad in keeping qualities and nonirradiation odor.
- 5) Effect of gamma ray on the heme pigments of sausage surface was not recognized.

### 緒 論

소세지의 貯藏性은 原料肉의 理化學의 特性<sup>(1,2)</sup>, 防腐

劑의 抗菌力<sup>(3,4)</sup>, 저장 중의 pH<sup>(5)</sup> 및 제품의 加熱殺菌條  
件<sup>(6,7)</sup>, 기타 포장재료의 물리적 특성<sup>(8)</sup> 등의 여러 인자들  
에 의하여 좌우된다. 특히 防腐劑는 이러한 諸因子들과

밀접한 관계하에서 그 防腐力이 발휘되기때문에 가장 중요한 인자라고 할 수 있다.

방부제가 첨가된 상태 그대로 100% 존재하면서 항균력을 발휘한다면 이상적이겠지만 제조과정중 加熱에 의한 破壞<sup>(9,10)</sup>와 다른 성분과의 吸着 및 移行등이 일어날 가능성이 있으며, 저장중에도 부패미생물의 증식에 따른 pH의 상승과 還元性物質등의 생성<sup>(11)</sup>으로 방부제의 失活이 일어날 수 있다. 또한 이러한 失活은 최근 새로운 食品貯藏手段으로 등장되고 있는 放射線照射에 의해서도 일어날 것으로 예상된다.

前報<sup>(11)</sup>에서 筆者등은 防腐劑와 감마線の 併用이 각각의 단독처리보다 pork sausage의 貯藏性이 현저히 증가되었으며 또한 이러한 방부제와 감마선과의 相乘效果가 低溫에서 더욱 뚜렷하게 나타났다고 보고한 바 있다. 이러한 相乘效果의 원인을 규명하려면 방부제의 방부력에 미치는 방사선조사의 영향을 알아볼 필요가 있다. 그러나 이부분에 대한 보고는 거의 알려져 있지 않고 있으며, 더욱이 조사에 의한 유해부산물의 생성이 가능함을 고려할 때<sup>(12)</sup> 반드시 이루어져야 할 과제라고 생각한다.

따라서 본 실험에서는 소세지의 방부제로 널리 사용하고 있는 2-(2-furyl)-3-(5-nitro-2-furyl)-acrylamide와 potassium sorbate에 미치는 감마선의 영향을 조사하고 저장중 防腐劑의 殘存量과 細菌數, pH 및 貯藏性과를 貯藏溫度別로 비교검토하였으며 아울러 適正線量의 확립과 소세지의 表面色에 미치는 감마線の 영향을 관찰하였기에 그 결과를 보고한다.

### 實驗材料 및 方法

#### 1. 試料의 調製

前報<sup>(12)</sup>와 동일한 방법으로 소세지를 제조하되, 방부제를 法定許容量의 全量과 그의 半量으로 첨가하였고食用色素는 방부제 분석의 편리와 소세지 자체의 色變化를 調査하기 위하여 첨가하지 않았다.

#### 2. 감마線 照射 및 貯藏

본 연구소에 설치된 20,000 Ci Co-60 BNL's shipboard irradiator를 사용하여 전보<sup>(12)</sup>와 동일한 방법으로 照射하고 방부제 첨가수준에 따라 全量添加區는 30°C 半量添加區는 5°C의 恒溫恒濕器에 각각 저장하였다.

#### 3. 分析方法

방부제의 殘存量은 菅野<sup>(14)</sup> 및 Schmidt<sup>(15,16)</sup>의 방법에 따라 2-(2-furyl)-3-(5-nitro-2-furyl)-acrylamide (이하 AF-2라 약칭함)와 potassium sorbate(이하 K-SOA라 약칭함)를 각각 比色定量하였다.

세균수 및 pH는 전보<sup>(12)</sup>와 동일한 방법으로 측정하였

고 관능검사는 별도로 마련한 20개의 시료에 대하여 general appearance, texture 및 flavor에 대하여 5點法(5=excellent, 4=good, 3=fair, 2=poor, and 1=spoiled)으로 평가하였으며 측정시마다 -10°C에서 저장한 신선한 시료를 표준체로 하여 비교하였다.

소세지의 表面色變化는 Hunterlab model D25 color and colordifferencemeter를 사용하여 측정하였다. 즉 시료의 外部位를 mortar 상에서 마쇄하여 5mm 두께의 sample port에 잘 충전한 후 표준체(standard no. 6305 : L=73.6, aL=10.3, bL=5.1)에 대해 L, aL 및 bL 값을 3회 측정하여 평균치로 표시하였다.

### 結果 및 考察

#### 1. 防腐劑의 殘存量에 미치는 감마線 照射의 영향

對照區의 AF-2와 K-SOA의 양을 100으로 보고 照射 직후의 잔존량을 백분율로 표시하면 Fig. 1에 나타난 바와 같이 線量의 증가에 따라 현저한 감소를 하여 0.25 Mrad 照射에서는 10~20%, 0.50 Mrad는 20~30% 그리고 0.75 Mrad에서는 25~35%정도 消失되었으며 특히 K-SOA는 AF-2에 비하여 예민한 感受性을 보여 약 10%의 減少率이 컸다(p<0.01). 이와같은 K-SOA의 감마線에 대한 예민한 감수성은 가열에 의한 영향이 오히려 AF-2보다 적다는 보고<sup>(9,17)</sup>와 대조적인 현상을 나타내고 있다.

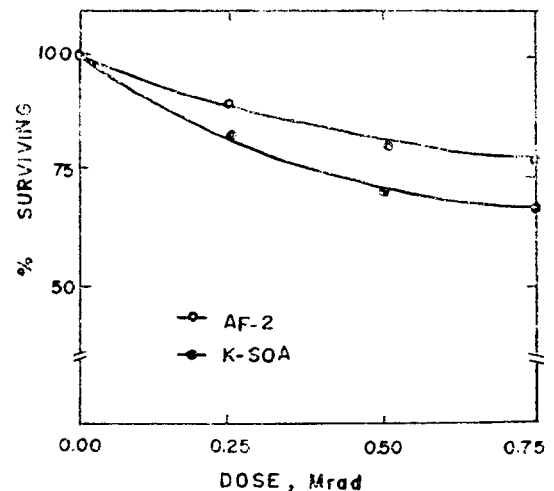


Fig. 1. Effects of gamma ray on AF-2 and K-SOA in pork sausage

Saunders 등<sup>(18)</sup>은 不飽和脂肪酸에 放射線을 照射하면 過酸化物質價가 현저히 증가하며 이는 照射에 의하여 생성된 free radical이 自動酸化를 촉진하였기 때문이라고 보고하였다. 그러므로 α, β 不飽和脂肪酸系統의 방부제

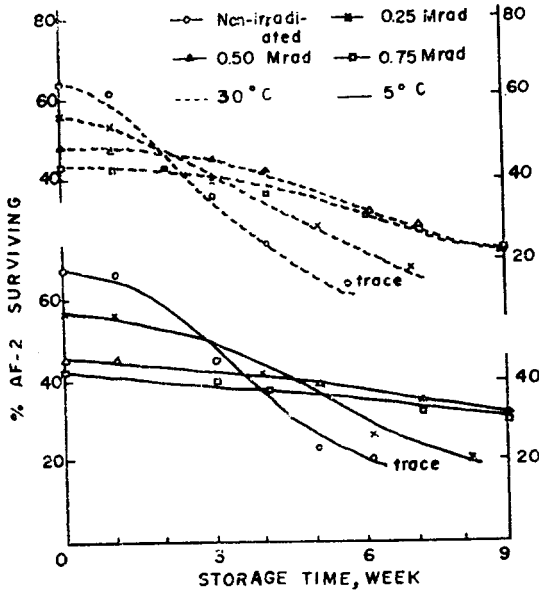


Fig 2. Percentage of AF-2 survival in pork sausage, gamma-irradiated at various doses, during the storage at 5°C and 30°C

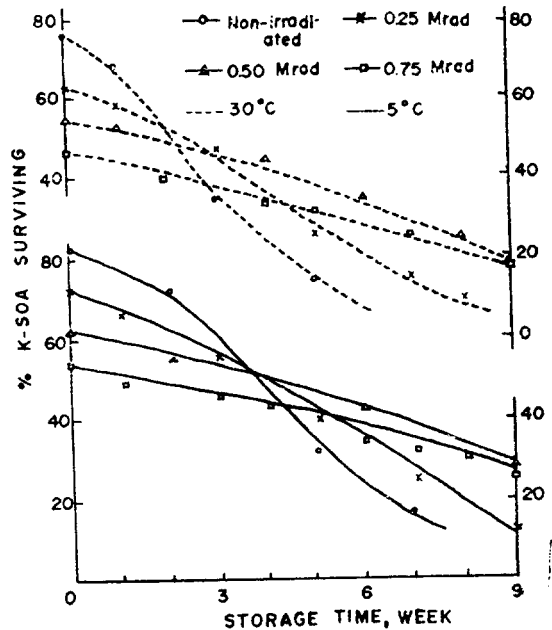


Fig 3. Percentage of K-SOA survival in pork sausage, gamma-irradiated at various doses, during the storage at 5°C and 30°C

인 K-SOA가 감마선에 의해 격심한 산화를 받아 현저한 감소를 하였을 것으로 推察된다.

저장중의 방부제 잔존량의 변화를 백분율로 표시하면 Fig. 2와 Fig. 3에 표시된 바와 같이 저장기일이 경과되면서 處理區間의 격차가 일어나, 對照區가 2~3주에서 급격한 감소를 하여 6~7주에서 trace 정도의 잔존량을 보이고 있는 반면 照射區는 線量的 증가에 따라 완만한 감소를 하고 있다( $p < 0.01$ ). 또한 AF-2에 비하여 K-SOA의 消失이 현저함을 알 수 있으며 貯藏溫度에 따라서도 약 1주일간의 減少隔차를 보이고 있다.

2. 防腐劑 殘存量과 細菌數와의 關係

照射後 細菌數는 線量的 증가에 따라 현저한 減少現象을 보여 0.50 Mrad와 0.75 Mrad 照射區에서는 40~50/g의 세균수가 잔존하였다. 또한 저장한 시료 모두 저장기일이 경과되면서 점진적인 증가를 하여 對照區에서는 2~3주부터, 0.25 Mrad 照射區는 4~5주 그리고 0.50 Mrad와 0.75 Mrad 照射區에서는 모두 완만한 증가를 하다가 6주정도에서 급격히 증가하는 경향을 나타내고 있다(Table 1). 이러한 細菌數의 經時的인 증가는 저장온도가 높아짐에 따라서 촉진되어, 일반적인 肉

Table 1. Total bacterial counts of pork sausage, gamma-irradiated at various doses, during the storage at 5°C and 30°C

Dose (Mrad)	5°C				30°C			
	0.00	0.25	0.50	0.75	0.00	0.25	0.50	0.75
Wk in storage								
0	42×10	101	47	43	37×10	92	40	35
1	43×10	123	58	49	39×10	108	47	42
2	145×10	138	69	57	102×10	113	58	49
3	68×10 <sup>2</sup>	44×10	73	53	46×10 <sup>3</sup>	32×10 <sup>2</sup>	87	83
4	98×10 <sup>3</sup>	101×10	87	76	35×10 <sup>4</sup>	21×10 <sup>3</sup>	201	198
5	131×10 <sup>4</sup>	91×10 <sup>2</sup>	213	215	87×10 <sup>5</sup>	38×10 <sup>4</sup>	213×10	88×10
6	252×10 <sup>4</sup>	41×10 <sup>4</sup>	221×10	88×10	201×10 <sup>5</sup>	101×10 <sup>4</sup>	57×10 <sup>3</sup>	91×10 <sup>2</sup>
7		131×10 <sup>4</sup>	56×10 <sup>3</sup>	97×10		69×10 <sup>5</sup>	101×10 <sup>3</sup>	99×10 <sup>3</sup>
8		205×10 <sup>4</sup>	86×10 <sup>4</sup>	75×10 <sup>3</sup>		87×10 <sup>5</sup>	48×10 <sup>5</sup>	77×10 <sup>4</sup>
9			25×10 <sup>5</sup>	19×10 <sup>5</sup>			97×10 <sup>5</sup>	32×10 <sup>5</sup>

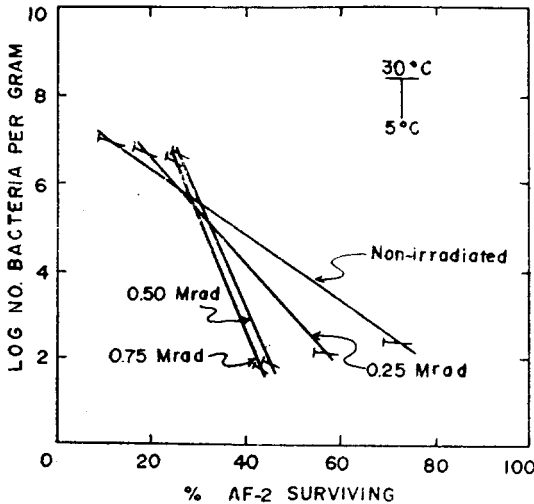


Fig 4. Relation between % AF-2 and number of total bacteria survival in pork sausage, gamma-irradiated at various doses, during the storage at 5°C and 30°C

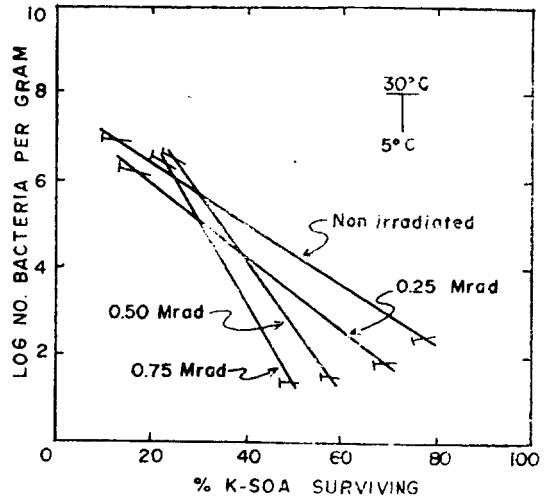


Fig 5. Relation between % K-SOA and number of total bacteria survival in pork sausage, gamma-irradiated at various doses, during the storage at 5°C and 30°C

및 肉製品의 腐敗時點으로 간주되는  $10^6$ /g의 세균수<sup>(20)</sup>에 도달하는 일수가 30°C 저장에서 약 1주일간 달라지고 있다.

細菌數와 防腐劑 殘存量을 비교하여 보면 Fig. 4과 Fig. 5에 나타난 바와 같이 一次의 函數關係를 이루며 防腐劑 殘存量과 細菌數 增加사이의 逆相關關係에 놓여 있다. 이 관계를 照射區間, 防腐劑의 종류 및 貯藏溫度別로 回歸係數를 사용하여 비교 검토하여 보았다.

Table 2에 표시된 回歸係數에서 방부제 잔존량이 많고 세균수의 증가가 적은 照射區와 低溫貯藏에서의 계수가 더 크다는 사실을 알 수 있다. 또한 K-SOA 보다 AF-2와의 관계에서 回歸係數가 크음을 알 수 있다. 그러므로 細菌增殖의 抑制에는 線量の 增加와 低溫貯藏 및 AF-2가 主要한 역할을 했다고 인정할 수 있다. 여기에서 재미있는 사실은 0.75 Mrad 照射區가 0.50 Mrad 照射區보다 回歸係數가 적게 나타난 점이다( $p < 0.05$ ). 이것은 0.75 Mrad 照射區가 照射後 방부제의 破壞率이 높은 반면 저장중 세균수의 변화에서는 0.50 Mrad 照射區와 별다른 차이를 나타내지 않는데 기인되었다고 생각된다.

이와같은 照射線量の 增加와 低溫貯藏의 有益성은 高坂 등<sup>(21)</sup>의 보고와 일치하는 경향을 보이며, 또한 방부제 종류에 따라 細菌增殖의 抑制效果가 달라 AF-2가 K-SOA 보다 우세한 점도 鈴木과 小沼<sup>(4)</sup>의 보고와 일치하고 있다. 이와같이 K-SOA가 저장중 消失이 빠른 것은 酸性防腐劑로서 저장중 pH 상승에 따른 防腐力의 상실에 기인되었을 것으로 추측된다.<sup>(22)</sup>

### 3. 防腐劑 殘存量과 pH와의 關係

照射後 소세지의 pH는 0.1~0.4정도 저하하는 경향을 보였으나 저장기간이 경과함에 따라 線量 및 貯藏溫도와 별다른 有意性이 없이 점진적인 증가를 하였다. 특히 低溫貯藏의 경우 線量이 높아짐에 따라 pH의 변화가 심한 것은 앞으로 밝혀져야 할 것으로 생각된다.

Table 2. Regression coefficients<sup>a)</sup> relating bacterial number and antiseptic quantity of pork sausage, gamma-irradiated at various doses, during the storage at 5°C and 30°C

Dose, Mrad	5°C		30°C	
	AF-2	K-SOA	AF-2	K-SOA
0.00	-0.0793 (-0.9930b)	-0.0664 (-0.9939)	-0.0640 (-0.9526)	-0.0580 (-0.9554)
0.25	-0.1154 (-0.9795)	-0.0858 (-0.9876)	-0.0959 (-0.8950)	-0.0784 (-0.9012)
0.50	-0.3044 (-0.9686)	-0.1395 (-0.9097)	-0.2077 (-0.8327)	-0.1270 (-0.7074)
0.75	-0.3017 (-0.8831)	-0.1299 (-0.8364)	-0.2363 (-0.9729)	-0.1255 (-0.9275)

a) Coefficients of simple regression equation;  $Y = a + bX$  where  $Y = \log$  no. of bacteria,  $X = \text{percentage}$  of antiseptics survival in pork sausage.

b) Correlation coefficient significant at 1% level ( $n = 30$ ).

### 4. 防腐劑 殘存量과 官能檢査와의 關係

미리 훈련된 5명의 panelist에 의하여 측정된 官能檢査結果는 Table 3와 같다.

**Table 3. Average sensory scores<sup>a)</sup> of pork sausage, gamma-irradiated at various doses, during the storage at 5°C and 30°C**

Wk in storage	Dose (Mrad)	5°C				30°C			
		0.00	0.25	0.50	0.75	0.00	0.25	0.50	0.75
0		4.5	4.5	4.3	4.2	4.5	4.5	4.3	4.2
1		4.5	4.5	4.3	4.2	4.2	4.5	4.2	4.2
2		3.7	4	4.2	4	3.5	4	4.2	4
3		3.5	3.7	4.2	3.7	2.7	3	3.7	3.5
4		3	3.5	3.2	3.2	2.2	3	3.2	3.5
5		2.8	3	3.2	3.2	2	2.5	3	2.5
6		2.2	2.5	3.2	2.7	1.8	2.5	3	2.5
7		2	2.5	3	2.8	1.5	2	2.5	2.2
8		1.2	1.7	2.2	2.0	1	1.2	2	1.7
9		1	1	2.3	2.3	1	1	1.5	1.5

a) Mean values of general appearance, texture and flavor by using a 5-point scale where 5=excellent, 4=good, 3=fair, 2=poor and 1=spoiled.

照射後 外觀은 對照區와 別다른 차이를 보이지 않았으나 texture는 線量의 증가와 더불어 표면이 硬化하는 경향을 보였다. 한편 放射線 照射의 side-reaction 중의 하나인 照射臭은 0.75 Mrad 照射에서도 感知할 수 없었으나 약간의 酸敗臭은 발견할 수 있었다.

官能檢査結果의 평균점수와 防腐劑 殘存量과의 관계를 回歸分析法를 사용하여 각각의 回歸係數로 표시하면 Table 4와 같다.

細菌數와의 관계와 비슷한 경향을 나타내어 線量의 증가에 따라, K-SOA 보다는 AF-2가 그리고 高溫보다는

**Table 4. Regression coefficients<sup>a)</sup> relating sensory score and antiseptic quantity of pork sausage, gamma-irradiated at various doses, during the storage at 5°C and 30°C**

Dose, Mrad	5°C		30°C	
	AF-2	K-SOA	AF-2	K-SOA
0.00	0.0509 (0.9918b)	0.0418 (0.9913)	0.0418 (0.9705)	0.0356 (0.9865)
0.25	0.0692 (0.9822)	0.0638 (0.8945)	0.0585 (0.9555)	0.0561 (0.9321)
0.50	0.1318 (0.9359)	0.0791 (0.9128)	0.0942 (0.9634)	0.0623 (0.8427)
0.75	0.1349 (0.9572)	0.1055 (0.9639)	0.1228 (0.9277)	0.0756 (0.9156)

a) Coefficients of simple regression equation; Y=a+bx where Y=average sensory score, X=percentage of antiseptics survival in pork sausage.

b) Correlation coefficient significant at 1% level(n=30).

低溫貯藏에서 回歸係數가 증가하고 있음을 알 수 있다. 그러나 處理區間의 격차가 세균수와의 관계보다 적은 것은 官能檢査結果의 各處理區間 격차가 照射後 뚜렷하게 나타나지 않았기 때문인 것으로 사료된다.

이상의 防腐劑 殘存量과 細菌數 그리고 官能檢査結果를 종합하여 볼 때 防腐劑 殘存量이 많을 수록 세균의 증식이 억제됨을 알 수 있으며 이러한 細菌增殖 抑制가 變敗發生을 지연하는데 도움이 되어 좋은 저장성을 가져왔다고 생각된다.

한편 0.50 Mrad 照射區는 저장중의 細菌數가 0.75 Mrad 照射區보다 대체적으로 많은 편이나 防腐劑의 殘存量이나 官能檢査에서 약간 좋은 결과를 보이고 있어 소세지의 適正線量을 0.5 Mrad 라고 한 보고를<sup>(12,21)</sup> 뒷받침해주고 있다.

**5. 소세지 表面色의 變化**

Gardner color value로 표시한 소세지의 表面色 測定結果는 Table 5과 같다.

貯藏中の 褪色度를 aL/bL 比, 總色差(total color difference,  $\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta aL^2 + \Delta bL^2}$ ) 및 aL 值의 變化로 평가하여 본 결과 +aL 值(redness)의 變化를 보는 것이 타당하다고 생각되었다.

Table 5에서 보는 바와 같이 照射에 의한 褪色은 거

**Table 5. Gardner color values of pork sausage, gamma-irradiated at various doses, during the storage at 5°C and 30°C**

Wk in storage	Dose (Mrad)	5°C				30°C			
		0.00	0.25	0.50	0.75	0.00	0.25	0.50	0.75
0		58.3	57.1	56.5	56.5	55.6	55.4	55.4	55.1
1		57.5	56.6	56.4	56.0	55.3	55.1	55.9	54.8
L 3		56.0	56.2	55.5	55.1	51.9	51.5	51.6	51.6
5		53.2	54.1	54.7	54.5	50.0	50.1	50.2	50.1
7		52.4	52.7	53.3	42.9	48.3	48.3	48.7	48.7
9		51.1	52.0	52.1	52.1	46.3	46.6	46.6	46.6
0		8.6	7.9	7.6	7.6	11.4	11.3	11.2	11.1
1		8.7	8.5	8.2	8.3	10.8	10.8	10.7	10.7
aL 3		8.6	9.6	8.9	9.1	10.5	10.9	10.9	10.8
5		7.9	9.0	9.8	8.2	9.6	10.5	10.5	10.5
7		7.5	8.3	8.1	8.0	8.8	8.9	9.3	9.1
9		6.9	7.2	7.4	7.2	8.1	8.3	8.9	8.8
0		10.2	9.8	9.3	9.2	9.8	9.4	9.2	9.3
1		9.8	9.4	9.1	9.2	9.5	9.4	9.1	9.2
bL 3		10.2	9.7	9.4	9.1	10.4	9.8	9.7	9.2
5		10.3	9.6	9.7	9.8	10.8	10.6	10.1	10.1
7		10.1	9.2	9.6	9.7	10.3	10.2	10.6	10.2
9		10.6	10.2	10.3	10.2	11.2	11.0	11.1	11.0

의 인정할 수 없었으며 저장기일이 경과하면서 일반적으로 +aL 値가 감소됨을 알 수 있다. 한편 照射區에서는 저장초기에 +aL 値가 증가하는 경향을 보여 5°C 저장에서는 3주 그리고 30°C 저장에서는 4주까지 증가하다가 그후 차차 감소하였다. 이와같은 redness의 증가는 polyvinylidene chloride와 같은 嫌通氣性 包裝紙에서 heme 系色素의 환원에 기인된 것이 아닌가 추측된다.<sup>23)</sup>

要 約

防腐劑와 감마線을 併用한 pork sausage의 貯藏效果를 防腐劑 殘存量의 面에서 비교 검토하기위하여 저장중 防腐劑殘存量과 細菌數 및 pH를 저장온도별로 調査하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 照射後 防腐劑 殘存量은 照射線量에 비례하여 감소를 하였으며, AF-2에 비하여 K-SOA가 예민한 感受性을 나타내었다(p<0.01).
- 2) 저장중 防腐劑 殘存量은 線量의 증가와 低溫貯藏에서 殘存率이 높았으며 K-SOA보다는 AF-2의 감소율이 적었다.
- 3) 細菌數의 증가는 防腐劑의 殘存率과 高度의 有恙性을 보여(p<0.01) 線量의 증가, 低溫貯藏 및 AF-2가 細菌增殖抑制에 主要한 역할을 했음이 인정되었다.
- 4) 防腐劑 殘存量과 細菌數 및 官能檢査結果와의 관계에서 0.50 Mrad 照射區가 防腐劑 殘存量이나 貯藏性에서 가장 우월하였고 照射臭 및 酸敗臭를 全然 생성하지 않았으므로 適正線量으로 하였다.
- 5) 소세지 表面의 heme 系色素에 대한 감마線 照射의 영향은 거의 인정할 수 없었다.

參 考 文 獻

- 1) Hashimoto, Y., Fukazawa, T., Niki, R. and Yasui, T.: *Food Res.*, **24**, 185 (1959).
- 2) Fukazawa, Y., Hashimoto, Y. and Yasui, T.: *J. Food Sci.*, **26**, 331 (1961).
- 3) 橫關源延, 中山光子, 天野慶之: 食品衛生學雜誌(日本), **7**, 145 (1966).

- 4) 鈴木 昭, 小沼博隆: 食品衛生學雜誌(日本), **12**, 9 (1971).
- 5) 岡田 稔, 橫關源延, 高畑京二: 日食品工業學會誌, **13**, 172 (1966).
- 6) Nakaide, M., Nakijima, S., Kasegai, T. and Ito, K.: 日本水產學會誌, **31**, 76 (1965).
- 7) 清水 亘, 日引重辛, 上野三郎, 志水 寬, 藤田眞夫, 遠藤金次, 清水 潮, 池內常郎, 高木一郎, 寺島慶田, 中越昭子: 食糧科學 研究所報告(日本), **2**, 1 (1962).
- 8) 上野三郎: 食品衛生學雜誌(日本), **3**, 220 (1962).
- 9) 小島渥, 松田敏生: 日本水產學會誌, **31**, 76 (1965).
- 10) 松田敏生, 小島渥: 日本水產學會誌, **31**, 365 (1965).
- 11) 坂部美雄, 石原利克: 食品衛生學雜誌(日本), **7**, 226 (1966).
- 12) 김년진, 박용근, 서돈영: 한국식품과학회지, **4**, 100 (1972).
- 13) 河端俊治: 原子力工業(日本), **16**, 29 (1970).
- 14) 菅野三郎, 詫摩眞澄, 渡邊重信, 村井絢子: 食品衛生學雜誌(日本), **7**, 140 (1966).
- 15) 堀三千雄: 食品衛生檢査法, 同文書院, p.265 (1968)
- 16) Schmidt, H.: *Z. Anal. Chem.*, **174**, 78 (1960).
- 17) 霜三雄: *New Food Industry* (日本), **2**, 30 (1960).
- 18) Saunders, D. H., Riccuiti, C. and Swern, D.: *J. Am. Oil Chemist's Soc.*, **32**, 79 (1955).
- 19) 安藤則秀, 永田致治: 食品衛生學雜誌(日本), **8**, 212 (1967).
- 20) 佐佐木, 林治郎: 食肉加工十三講, 地球出版社, p. 62 (1961).
- 21) 高坂和久, 塚田 武, 矢野幸男, 檀原 宏: 日本食品工業學會誌, **15**, 15 (1968).
- 22) 川城岩, 藏井清次: 食品添加物ハンドブック, 光生館, 東京, p.58 & 186 (1967).
- 23) Pierson, M. D., Collins-Thompson, D. L. and Ordal, Z. J.: *Food Technol.*, **24**, 1171 (1970).