

## 드립 첨가가 돈육 소시지의 품질 및 저장성에 미치는 영향

문윤희 · 김종기\* · 정인철\*\*

경성대학교 식품공학과, \*(주)진주햄,

\*\*대구공업대학 식품공학과

## Effect of Added Drip on Quality and Shelf Life of Pork Sausage

Y. H. Moon, J. K. Kim\* and I. C. Jung\*\*

Dept. of Food Science and Technology, Kyungshung University

\*Jinju Ham Co., Ltd.

\*\* Dept. of Food Technology, Taegu Technical College

### Abstract

This study was carried out to investigate the effect of drip addition on quality and sensory characteristics of pork sausage. The pH of pork sausage was not affected by addition of nitrite or drip. Hunter's "a" value of pork sausage nitrite added was higher than pork sausage none added nitrite. The remained content of nitrite in nitrite added pork sausage was not over the permitted value(70ppm). The hardness, springiness, chewiness and brittleness of pork sausage added drip was higher than pork sausage none added drip. The free amino acid content was higher in pork sausage prepared by addition of nitrite and drip. The sensory value was not different between samples. The VBN, TBARS and total plate count during storage was low in pork sausage prepared by addition of nitrite. There, the drip was desirable to use in preparation of meat product.

Key words: pork sausage, drip, nitrite.

## 서론

식육의 장기저장 수단인 동결법은 해동시 드립이 발생한다. 해동육의 드립량은 육의 표면적, 해동방법, 동결기간, 동결저장 온도, 동결시의 pH, 빙결정의 크기 및 수에 영향을 받는다고 알려져 있다<sup>(1~4)</sup>. 드립의 발생기작은 세포액이 동결될 때 근세포내에서 세포간으로 이동하여 동결되고, 이것을 해동하면 그 일부가 근육에서 유출되어 드립이 된다. 드립의 성분은 대부분이 수분이지만 소량의 단백질, 무기질, 유기산, 핵산관련 물질, 유리아미노산 및 유리지방산도 포함되어 있다<sup>(5)</sup>. 가정 및 식육가공업체에서 동결육을 조리하거나 가공할 때에 유출된 드립을 폐기하고 있기 때문에 영양분 및

경제적 손실을 입게 되고, 산업폐기물이란 점에서 환경오염을 유발하는 원인도 되고 있다. 이때 발생된 드립을 폐기하지 않고 육제품 제조에 이용한다면 경제나 환경면에서 많은 도움이 되리라 판단된다.

무엇보다도 냉장육을 저장하거나 동결육을 해동할 때에 드립량을 줄이는 것이 가장 좋은 방법이겠으나 드립의 발생은 피할 수 없는 것이다. 현재까지 드립의 량에 대한 연구는 많이 이루어져 왔다. Savage 등<sup>(6)</sup>과 Hamm<sup>(1)</sup>은 드립량이 사후 pH의 저하와 함께 증가한다고 하였으며, Winger와 Fennema<sup>(7)</sup>는 동결에 의한 육단백질의 변성으로 보수력이 감소되고 해동 드립감량이 증가한다고 하였다. 그리고 정<sup>(8)</sup>은 -3°C에서 동결한 식육이 -20°C에서 동결한 것보다 드립량이 많아진다고 보고한 바가 있다. 그러나 드립을 회수하여 재이용하는 방법에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있다. 국내에서는 다만 문 및 정<sup>(9)</sup>, 정 및 문<sup>(10)</sup>이 식육을 가

Corresponding author : In-Chul Jung, Dept. of Food Technology, Taegu Technical College, Taegu 704-721, Korea.

열할 때에 유출되어 나오는 shrink를 이용하여 조미액기스 및 조미분말을 제조하고, 이것을 소시지 제조에 이용하는 방법을 연구한 것이 있을 뿐이다.

따라서 해동시 유출되는 드립을 폐기하지 않고 재이용하는 방법을 제시하는 것은 매우 의미있는 일이라 생각된다. 본 연구는 동결육의 드립을 회수하여 돈육소시지를 제조할 때 드립을 10% 첨가한 것과 드립을 첨가하지 않고 제조한 돈육소시지의 품질 및 저장성을 비교 검토하였다.

## 재료 및 방법

### 재 료

본 실험에 사용된 드립은 돈육의 햄부위를 동결하고 해동하여 발생한 드립을 회수하여 소시지 제조에 이용할 때까지 얼음에 채워 4°C의 냉장고에 보관하면서 시료로 이용하였다. 소시지 제조에 사용한 돈육은 규격돈을 도살하여 햄부위를 이용하였다.

### 소시지 제조

소시지의 제조는 돈육과 돈지방을 5mm로 마쇄한 것에 동결 젤라틴 5%, 드립 10%, ISP 2%, 전분 5%, 조미료, 향신료, 보존료 및 풍미보강제를 배합한 다음 4°C에서 24시간 염지하고 cellulose casing에 충전하였다. 그리고 혼련하여 15°C 예냉고에서 냉각하고 진공포장한 후 85°C에서 15분간 살균하고 10°C에서 15분간 냉각한 것을 실험재료로 하였다. 소시지는 아질산염과 드립 첨가 유무에 따라 3종류로 제조하였다. 즉 염지제에 아질산염을 첨가하여 제조한 소시지(A시료), 아질산염을 넣지 않고 드립을 10% 첨가하여 제조한 소시지(B시료) 그리고 아질산염과 드립을 모두 첨가한 소시지(C시료)로 구분하였다.

### pH, Hunter 값 및 아질산근 잔류량

pH의 측정은 pH meter(DP-135M, Korea)를 이용하였으며, Hunter L, a 및 b값은 색차계(CR-200b, Minolta Camera Co., Japan)를 이용하여 측정하였다. 그리고 아질산근 잔류량의 측정은 시험용액과 sulfanyl amide 용액을 섞은 후 naphthyl ethylene diamine 용액을 가하

고 발색시킨 다음 540nm에서 흡광도를 측정하여 구하였다<sup>(11)</sup>.

### 물리적 성질

소시지의 경도(hardness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 저작성(chewiness), 뭉침성(gumminess) 및 파쇄성(brittleness)은 rheometer(CR-200D, SUN Scientific Co., Japan)를 사용하였다. 이때 감압축은 plunger No. 2를 사용하였으며, 측정조건은 table speed 120mm/min, chart speed 80mm/sec로 측정하였다.

### 유리아미노산

유리아미노산의 분석은 시료를 75% ethanol과 함께 진탕한 후 2,000×g에서 원심분리하여 얻어진 상등액을 감압농축하여 ethanol을 제거하였다. 이 여액을 TCA를 이용하여 단백질을 제거하고 ethyl ether로 여액 중에 남아있는 TCA를 제거한 다음 감압농축하여 ethyl ether를 제거하였다. 이것은 칼럼에 아미노산을 흡착시킨 후 0.2N sodium citrate(pH 2.2)로 용해하고 milipore filter로 여과하여 아미노산 분석기(Pharmacia LKB, Alpha plus, Sweden)로 분석하였다<sup>(12)</sup>.

### 관능검사

관능검사는 훈련받은 7명의 관능원이 향, 맛, 조식감 및 전체적인 기호도에 대하여 검사하고, 각각 5점은 매우 좋다, 3점은 보통이다, 1점은 매우 나쁘다의 5점 기호척도법으로 평가하였다.

### 휘발성 염기질소(V.B.N), 지방의 산패도(TBARS) 및 총균수

소시지의 휘발성염기질소는 시료 2g에 증류수와 20% perchloric acid를 넣고 균질한 다음 3,000rpm에서 원심분리한 상등액을 50% K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>와 함께 conway unit 외실에 넣고, 내실에는 10% 붕산흡수제를 가한 후 37°C에서 80분 동안 방치시킨 다음 0.01N HCl로 적정하여 구하였다<sup>(11)</sup>. 지방의 산패도는 Tarladgis의 방법<sup>(13)</sup>을 약간 변형하였는데 시료 10g에 증류수 97.5ml를 넣고 3.99N HCl을 2.5ml 첨가하여 증류하고 0.02N TBA 용액으로 발색시킨 다음

538nm에서 흡광도를 측정하여 시료 1kg당 malonaldehyde의 mg으로 나타내었다. 그리고 총균수는 plate count agar를 이용한 표준평판법으로 37±1°C에서 48시간 동안 배양한 다음 균수를 계측하였다<sup>(11)</sup>.

**통계처리**

얻어진 모든 자료에 대한 통계분석은 SAS Program<sup>(14)</sup>을 이용하여 Duncan의 다중검정법으로 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

**결과 및 고찰**

돈육소시지의 pH, Hunter 값 및 아질산근 잔류량

소시지 제조시 사용하는 염지제에 아질산염과 드립 첨가 유무에 따라 제조한 돈육소시지의 pH, Hunter 값 및 아질산근 잔류량을 측정 한 결과는 Table 1과 같다.

돈육소시지의 pH는 6.15~6.20으로 아질산염과 드립의 첨가가 현저한 영향을 미치지 않았다. 그리고 Hunter L(명도)과 b값(황색도)도 아질산염과 드립 첨가에 의한 영향은 없었지만 Hunter a값(적색도)은 아질산염을 첨가하지 않고 제조한 소시지(B)가 현저하게 낮았다. 아질산근 잔류량의 경우 아질산염을 첨가하여 제조한 A 소시지는 43.2ppm, C 소시지는 47.8ppm으로 현저한 차이가 없었다.

아질산염은 육제품의 발색에 관여하며 소시지 제조시 염지과정에서 첨가한 아질산염은 원

료육의 myoglobin과 반응하여 색을 안정화시키는 역할을 하는데<sup>(15)</sup>, 위생적인 문제를 고려하여 제품의 잔류량을 70ppm 이하로 규제하고 있고<sup>(11)</sup>, 본실험에 이용된 소시지도 법적 기준치 이내에 있었다. 육색의 경우 A 및 C 소시지의 적색도가 B 소시지보다 현저하게 높은 것은 아질산염의 첨가 유무에 의한 결과라고 판단된다.

**돈육소시지의 물리적 성질**

아질산염과 드립 첨가유무에 따라 세종류의 돈육소시지를 제조하고 hardness, springiness, cohesiveness, chewiness, gumminess 및 brittleness를 측정하여 그 결과를 Table 2에 나타내었다.

Hardness 및 springiness는 B 소시지가 A 소시지보다 높게 나타났고, cohesiveness는 B 소시지가 A 및 C 소시지보다 현저하게 높았다. Chewiness는 B, C, A 소시지 순으로 높게 나타났으며, gumminess는 시료간 차이를 보이지 않았다. 그리고 brittleness는 B 및 C 소시지가 A 소시지보다 높았다.

드립의 발생은 동결될 때 근육내에 형성된 빙결정이 해동시 녹아 유출되는데<sup>(5)</sup>, 드립에는 여러 종류의 가용성 성분들이 함유되어 있다. 따라서 드립 및 아질산염이 첨가된 C 소시지가 A 소시지보다 저작성과 과쇄성이 양호한 것은 드립에 함유된 가용성 물질, 특히 단백질이 영향을 미친 것으로 생각된다.

**돈육소시지의 유리아미노산 및 관능적 성질**

**Table 1. pH, Hunter's L, a, b value and NO<sub>2</sub><sup>-</sup> of pork sausage**

Measurement	A	B	C
pH	6.20 <sup>a,1)</sup>	6.15 <sup>a</sup>	6.19 <sup>a</sup>
Hunter's L	73.6 <sup>a</sup>	72.0 <sup>a</sup>	72.1 <sup>a</sup>
a	8.6 <sup>a</sup>	6.5 <sup>b</sup>	10.2 <sup>a</sup>
b	12.1 <sup>a</sup>	12.3 <sup>a</sup>	11.5 <sup>a</sup>
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (ppm)	43.2 <sup>a</sup>	-	47.8 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup>Mean with different superscripts in a row are significantly(p<0.05) different.

<sup>1)</sup> n=3

- A : Sausage with nitrite
- B : Sausage with 10% drip
- C : Sausage with nitrite and 10% drip

**Table 2. Hardness, springiness, cohesiveness, chewiness, gumminess and brittleness of pork sausage**

Measurement	A	B	C
Hardness(dyne/cm <sup>2</sup> )	14.6 <sup>b,1)</sup>	18.3 <sup>a</sup>	15.5 <sup>ab</sup>
Springiness(%)	23.0 <sup>b</sup>	30.0 <sup>a</sup>	27.0 <sup>ab</sup>
Cohesiveness(%)	76.7 <sup>b</sup>	100.6 <sup>a</sup>	80.0 <sup>b</sup>
Chewiness(kg)	29.8 <sup>c</sup>	71.7 <sup>a</sup>	44.2 <sup>b</sup>
Gumminess(kg)	0.53 <sup>a</sup>	0.58 <sup>a</sup>	0.67 <sup>a</sup>
Brittleness(kg)	0.18 <sup>b</sup>	0.29 <sup>a</sup>	0.29 <sup>a</sup>

<sup>a-c</sup>Mean with different superscripts in a row are significantly(p<0.05) different.

<sup>1)</sup> n=3

- A, B and C: As in Table 1

돈육소시지의 유리아미노산 및 관능성을 실험하고 그 결과를 Table 3<sup>\*</sup> 및 4에 나타내었다. Table 3에서 보듯이 돈육소시지의 유리아미노산은 glutamic acid가 가장 많이 함유되어 있고, methionine이 비교적 적게 함유되어 있었다. 그리고 총 유리아미노산의 함량은 771.8~939.6mg/100g으로 C 소시지가 가장 많았다. 돈육소시지의 관능검사 결과는 Table 4와 같은데 아질산염과 드립의 첨가 유무에 관계없이 향, 맛, 조직감 및 전체적인 기호도는 현저한 차이를 보이지 않았다.

**Table 3. Free amino acid content(mg/100g) of pork sausage**

Amino acid	A	B	C
Asp	83.0( 9.9) <sup>1)</sup>	76.2( 9.9)	94.4(10.0)
Thr	37.0( 4.4)	34.9( 4.5)	42.7( 4.5)
Ser	29.9( 3.6)	28.9( 3.0)	33.6( 3.6)
Glu	138.9(16.6)	123.7(16.2)	152.0(16.0)
Pro	40.2( 4.8)	36.3( 4.7)	42.8( 4.6)
Gly	50.7( 6.0)	48.0( 6.2)	50.8( 5.4)
Ala	50.2( 6.0)	48.7( 6.3)	55.4( 5.9)
Val	45.5( 5.4)	40.1( 5.2)	53.2( 5.7)
Met	21.4( 2.5)	19.3( 2.5)	25.2( 2.7)
Ile	43.6( 5.2)	39.1( 5.0)	49.5( 5.3)
Leu	71.6( 8.5)	65.0( 8.4)	81.5( 8.7)
Tyr	26.5( 3.2)	23.5( 3.0)	29.8( 3.2)
Phe	35.7( 4.3)	32.6( 4.2)	41.0( 4.4)
His	34.9( 4.2)	32.2( 4.2)	41.0( 4.4)
Lys	73.0( 8.7)	66.9( 8.7)	82.3( 8.8)
Arg	57.7( 6.9)	56.4( 7.3)	64.1( 6.8)
Total	839.8(100)	771.8(100)	939.6(100)

<sup>1)</sup> Percentage distribution of each amino acid  
A, B and C: As in Table 1

**Table 4. Sensory evaluation of pork sausage**

	A	B	C
Aroma	4.7 <sup>a,1)</sup>	3.8 <sup>a</sup>	4.5 <sup>a</sup>
Taste	4.6 <sup>a</sup>	4.0 <sup>a</sup>	4.3 <sup>a</sup>
Texture	4.3 <sup>a</sup>	4.1 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>
Palatability	4.5 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	4.4 <sup>a</sup>

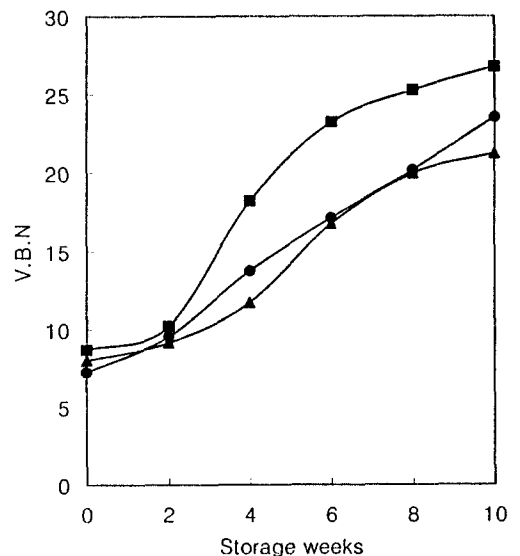
<sup>1)</sup> n=3

A, B and C: As in Table 1

아미노산은 장기간의 가열로 함량이 감소하지만 육제품의 가열조건으로는 크게 영향을 미치지 않으면서 육제품의 향미를 좋게 하고<sup>(16)</sup>, 마이알 반응으로 육제품 표면을 보기 좋은 갈색으로 변화시키는 역할을 하는 것으로 여겨진다. 그러나 육 및 육제품의 기호도에 영향을 미치는 요인으로서 유리아미노산 뿐만 아니라 ATP관련 화합물, 유기산, 당, 젖산 등도 관여하게 된다<sup>(17,18)</sup>. 따라서 본 연구에서 C 소시지의 유리아미노산 함량이 높음에도 불구하고 다른 소시지보다 기호도가 높지 않은 것은 여러 화합물들이 관여하고 있기 때문으로 생각되며, 육제품의 기호도를 정확히 예측하기 위해서는 풍미에 영향을 미치는 여러 가지 정미성분들을 정확히 관찰하여야 할 것으로 생각된다.

**돈육소시지 저장중 VBN, TBARS 및 총균수의 변화**

아질산염과 드립을 첨가하거나 첨가하지 않고 제조한 세종류의 돈육소시지를 제조하고 VBN, TBARS 및 총균수를 측정하고 그 결과를 Fig. 1, 2 및 Table 5에 나타내었다. 아질산염을 첨가한 A 및 C 소시지의 VBN 함량이나



**Fig. 1. Changes in VBN of pork sausage during storage.** A: Sausage with nitrite(●), B: Sausage with 10% drip(■), C: Sausage with nitrite and 10% drip(▲).

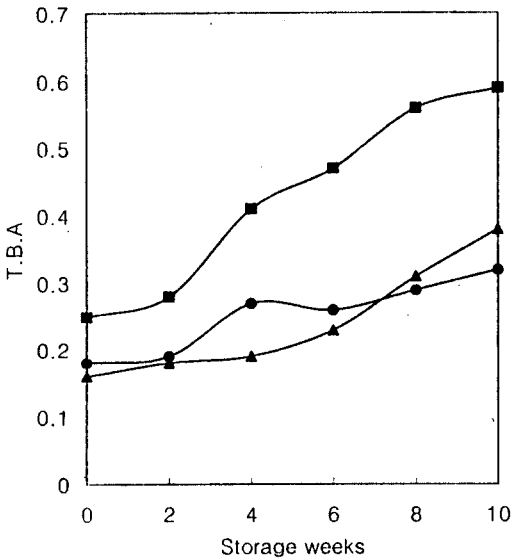


Fig. 2. Changes in TBARS of pork sausage during storage. A, B and C: As in Fig. 1

Table 5. Changes in total plate count(CFU /g) of pork sausage during storage

Weeks	A	B	C
0	$1.2 \times 10^1$	$1.1 \times 10^2$	$1.4 \times 10^1$
2	$8.5 \times 10^1$	$5.7 \times 10^2$	$1.3 \times 10^2$
4	$2.3 \times 10^2$	$3.7 \times 10^3$	$7.5 \times 10^2$
6	$4.5 \times 10^2$	$4.1 \times 10^3$	$4.8 \times 10^3$
8	$5.7 \times 10^2$	$8.7 \times 10^3$	$6.5 \times 10^3$
10	$7.8 \times 10^2$	$5.7 \times 10^4$	$9.6 \times 10^3$

A, B and C: As in Table 1

증가속도는 아질산염을 첨가하지 않고 제조한 B 소시지보다 적었다(Fig. 1). 그리고 TBARS 함량이나 증가속도도 아질산염을 첨가하고 제조한 돈육소시지가 아질산염을 첨가한 돈육소시지보다 적게 나타났으며(Fig. 2), 총균수의 증가속도도 아질산염을 첨가하지 않은 소시지가 아질산염을 첨가한 소시지보다 크게 나타났다(Table 5).

우리나라 식품위생법에는 원료육 및 포장육의 경우 VBN 함량을 20mg% 이하로 규정하고 있다<sup>(11)</sup>. 그리고 육제품의 VBN 함량은 5~10 mg%일 때 신선하고 30~40mg%일 때에 초기 부패 단계로 보고 있다<sup>(19)</sup>. 또 지방의 산패정도를 나타내는 TBA가는 0.5~1.0mg/kg일 때에

산패취가 난다는 보고<sup>(20)</sup>와 1.0mg/kg 부근에서 산패취가 난다는 보고가 있다<sup>(21)</sup>. 미생물수의 경우 Reagan 등<sup>(22)</sup>은 식육의 식용 가능한 총균수는  $10^6$  이하라고 보고한 바가 있다. 본 연구에서 아질산염을 첨가하지 않고 제조한 돈육소시지에서 VBN, TBARS 및 총균수가 아질산염을 첨가하여 제조한 돈육소시지보다 증가속도가 큰 것은 육제품의 신선도에 아질산염이 크게 영향을 미치는 것으로 보인다.

이상의 결과를 볼 때 염지제로 사용되는 아질산염은 양호한 육색 고정뿐만 아니라 선도유지를 위해서도 식품위생법에 규정된 범위내에서 사용하는 것이 바람직하다. 그리고 동결돈육 해동시 유출되는 드립은 돈육소시지에 나쁜 영향을 주지 않으면서 오히려 물리적 성질을 개선시키는 효과가 어느 정도 인정되기 때문에 폐기하여 경제적 손실이나, 환경오염을 일으키는 것보다는 육제품 제조에 이용하는 것이 좋을 것으로 판단된다.

### 요 약

본 연구는 아질산염과 드립의 첨가가 돈육소시지의 품질특성, 관능성 및 저장성에 미치는 영향을 관찰할 목적으로 실시하였다. 돈육소시지의 pH는 아질산염이나 드립의 첨가가 아무런 영향을 미치지 않았으며, 색도의 경우 Hunter' a값(적색도)이 아질산염을 첨가한 돈육소시지에서 높게 나타났다. 아질산염을 첨가하여 제조한 돈육소시지의 아질산근 잔유량은 70ppm이하로 함유되어 있었다. Hardness, springiness, chewiness 및 brittleness는 드립 첨가 소시지가 비교적 높았다. 유리아미노산 함량은 아질산염 및 드립을 첨가한 돈육소시지(C 소시지)가 높았으며, 관능성은 시료간에 차이가 없었다. 저장중 VBN, TBARS 및 총균수의 변화는 드립 첨가에 관계없이 아질산염을 첨가한 소시지의 증가속도가 낮았다. 따라서 동결육 해동시 발생하는 드립은 육제품 제조에 이용하는 것이 바람직한 것으로 나타났다.

### 참고문헌

1. Hamm, R.: Postmortem changes in muscle with regard to processing of

- hot-boned beef. *Food Technol.*, 47, 105 (1982).
2. Cohen, T.: Aging of frozen parts of beef. *J. Food Sci.*, 49, 1174 (1984).
  3. Marsh, B., Woodham, P. and Leet, N. G.: Studies in meat tenderness. The effects on tenderness of carcass cooling and freezing before the completion of rigor mortis. *J. Food Sci.*, 33, 12 (1968).
  4. 정인철, 문귀입, 하태조: 해동 후 숙성에 의한 진공포장 동결육의 품질변화. *산업식품제조학회지*, 3, 1 (1999).
  5. Tsukamasa, Y., Fukumoto, K., Ichinimiya, M., Sugiyama, M., Akahane, Y. and Yasumoto, K.: Characterization and utilization of a drip exuding from frozen-thawed pork meat. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi*, 39, 862 (1992).
  6. Savage, A. W. J., Warris, P. D. and Jolly, P. D.: The amount and composition of the proteins in drip from stored pig meat. *Meat Sci.*, 27, 289 (1990).
  7. Winger, R. J. and Fennema, O.: Tenderness and water holding properties of beef muscle as influenced by freezing and subsequent storage at  $-3^{\circ}\text{C}$  or  $15^{\circ}\text{C}$ . *J. Food Sci.*, 41, 1433 (1976).
  8. 정인철: 동결온도가 해동 후 숙성한 우육의 품질에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, 28, 871 (1999).
  9. 문윤희, 정인철: 훈제품 제조시 유출되는 Shrink를 이용하여 제조한 소시지의 품질변화. *한국식품영양과학회지*, 28, 865 (1999).
  10. 정인철, 문윤희: 훈제품 제조시 발생하는 Shrink를 이용한 조미엑기스, 조미분말 및 소시지 제조. *산업식품제조학회지*, 3, 7 (1999).
  11. 식품의약품안전청: 식품공전, p. 200 (1999).
  12. 허우덕, 하재호, 석호문, 남영중, 신동화: 김치 저장중 향미성분의 변화. *한국식품과학회지*, 20, 511 (1988).
  13. Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T. and Dugar, L. Jr.: A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods. *J. Am. Dil. Chem. Soc.*, 37, 44 (1960).
  14. *SAS/STAT User's guide*. Release 6.03 edition SAS Institute, Inc., Cray, NC, USA (1988).
  15. Fox, J. B. Jr and Nicholas, R. A.: Nitrite in meat. Effects of various compounds on loss of nitrite. *J. Agric. Food Chem.*, 22, 302 (1974).
  16. 天野慶之, 藤券正生, 安井 勉, 矢野辛男: 食肉加工ハンドブック. 光琳, p. 430 (1981).
  17. Nishimura, T., Rhue, M., Okitani, A. and Kato, H.: Components contributing to the improvement of meat taste during storage. *Agric. Biol. Chem.*, 52, 2323 (1988).
  18. Bodwell, C. E., Pearson, A. M. and Spooner, M. E.: Post-mortem changes in muscle. I. Chemical changes in beef. *J. Food Sci.*, 30, 766 (1965).
  19. 高坂知久: 肉製品の鮮度保持測定. *食品工業*, 18, 105 (1975).
  20. Chang, P. Y., Younathan, M. T. and Watts, B. M.: Lipid oxidation in pre-cooked beef preserved by refrigeration freezing and irradiation. *Food Technol.*, 15, 168 (1961).
  21. Lin, L. C.: Effect of different storage temperature(Include control point and partially freezing storage) on flavor and ATP-related compounds of pork chops. *AJAS*, 6, 417 (1993).
  22. Reagan, J. O., Jeremiah, L. E., Smith, G. C. and Carpenter, Z.L.: Vacuum packaging of lamb. 1. Microbial consideration. *J. Food Sci.*, 36, 764 (1971).

---

(2000년 5월 25일 접수)