KOREAN J. FOOD SCI. ANI. RESOUR.
Vol. 20. No. 3, pp. 222~229(2000)

동결 및 재동결 처리가 계육의 품질에 미치는 영향

남주현 · 박충균 · 송형익 · 김동술* · 문윤희** · 정인철
대구공업대학 식품공업과, *대구지방식품의약품안전청
**경성대학교 식품공학과

Effects of Freezing and Refreezing Treatments on Chicken Meat Quality

J. H. Nam, C. K. Park, H. I. Song, D. S. Kim*,
Y. H. Moon** and I. C. Jung

Dept. of Food Technology, Taegu Technical College, Taegu 704-721, Korea
**Taegu Regional Food & Drug Administration, Taegu 706-040, Korea*
***Dept. of Food Science and Technology, Kyungsung University, Pusan 608-736, Korea*

Abstract

This study was carried out to investigate the quality characteristics of chicken parts(leg, breast and wing) by freezing and refreezing treatments. In case of drip loss, frozen meat was lower than refrozen, and breast part was higher than leg or wing. Cooking loss was higher in order of refrozen, frozen and fresh meats. Remarkable differences in L-, a- and b-value were not observed by treatments, but L-value of breast part showed high level compared to leg or wing part. In water soluble protein extractability, fresh and frozen meats were higher than refrozen, and leg and wing parts were higher than breast. Values of salt soluble protein extractability(SSP) were higher in order of fresh, frozen and refrozen meat, and SSP of breast part was higher compared to leg or wing. Water holding capacity was higher in order of fresh, frozen and refrozen meat, and leg, wing and breast part. In pH level, fresh and frozen meat were lower than refrozen, and leg and wing parts were higher than breast. TBA and VBN values were higher in order of refrozen, frozen and fresh meat. In case of breast part, TBA value was lower, but VBN was higher compared to leg or wing part. In overall acceptability scores, fresh meat was superior compared to refrozen, and leg and wing parts were excellent compared to breast.

Key words: chicken meat, frozen and refrozen, quality characteristics.

서 론

한국인의 1인당 육류 소비량은 1980년에 11kg이던 것이 1995년에는 27.5kg으로서 15년 사이에 250%나 크게 증가하였다. 그 중에서 계육의 소비는 1990년에 1인당 4.0kg에서 1993년도에는 5.5kg, 1995년에는 6.0kg으로 5년 동안 50%나 증가하였다[1,2]. 계육의 소비가 이렇게 큰 폭으로 증가하는 것은 과거에 비하여 현재의 소비형태가 다른데서 오는 결과라고 생각된다. 즉 외식산업과 즉석식품의 발달로 인하여 계육을 재료로 한 식품의 종류가 다양해지면서 과거보다 젊은 층의 소비가 증가하였고, 또한 계육은 지방함량이 낮아 맛이 담백하고 사육기술의 발달로 가격이 저렴하다는 것도 소비 증가의 한 원인이라 할 수 있으며, 따라서 이러한 추세는 앞으로도 계속될 전망이다.

계육은 같은 축육인 돈육이나 우육보다 육질이 연약하여 저장성이 낮고, 도계 후의 냉각과정에서 비위생적으로 처리되는 경우가 많아 초기오염이 커서 신선육 상태로 장기간 저장하는 데에는 어려움이 많다. 따라서 계육은 도계 후 선도 저하를 억제하기 위해서 대부분 얼음에 채워서 단시간 저장하든가 동결되어 유통 · 저장

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

되고 있다. 현재까지 냉장 및 동결 계육에 대한 연구는 비교적 활발하게 진행되어 왔다.

Xiong과 Brekke[3]는 냉장중 계육의 단백질 용해도, gel 강도, 보수력 등이 증가한다고 하였으며, Khan과 Van Den Berg[4]는 저장중 phospholipase의 작용으로 유리지방산이 증가한다고 보고하였다. 또 박 등[5]은 −20℃에서 계육을 저장할 경우 저장기간에 따라 수용성 및 염용성 단백질의 추출성이 감소하며, 전단력가도 저장중 감소하고, pH는 증가한다고 보고하였다. 이외에 동결 저장중 계육의 미생물 변화[6], 동결이 지방산화에 미치는 영향[7], 저장시간이 myoglobin의 변성에 미치는 영향[8] 등 냉장 및 동결에 대한 연구는 많이 이루어졌다.

그러나 계육은 소비하기 전에 반드시 냉장 또는 동결만으로 처리되는 것이 아니라 동결 계육을 해동후 다시 동결하는 경우도 많이 있을 것으로 생각된다. 따라서 재동결이 계육의 품질에 미치는 영향을 비교·검토하는 것은 양질의 계육을 이용하게 하고 더 나아가 계육 소비를 촉진시킬 수 있는 매우 의미있는 일이라 할 수 있으나 아직까지 이에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

본 연구에서는 소비자들이 보다 우수한 품질의 계육을 이용할 수 있게 하고, 계육을 재료로 하는 외식산업체나 즉석식품업체에서 계육의 저장 및 우수한 품질의 계육 재료를 선택하는데 필요한 자료를 제공하여 식품산업의 발전에 기여하고자, 도살 후 4시간 이내의 신선 계육(신선육), −18℃에서의 동결 계육(동결육) 및 동결 계육을 해동 후 재동결한 계육(재동결육)의 품질을 상호 비교·검토하였기에 그 결과를 보고하는 바이다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 이용한 계육은 대구시내 재래시장에서 30수(도계중량 1138±94 g)를 구입하여 사용하였다. 도계 즉시 다리, 가슴 및 날개부분을 해체하고 polyethylene film으로 포장하여 신선육은 즉시 실험하였으며, 동결육은 −18℃의 냉동고에서 10일간 동결한 후 4℃의 냉장실에서 24시간 해동하여 이용하였고, 재동결육은 해동된 동결 계육을 다시 −18℃의 냉동고에서 동결하고 4℃에서 24시간 해동한 후 이용하였다. 시료의 가열은 100℃의 물과 180℃의 식용유에서 내부온도가 80℃에 달할 때까지 가열하였다.

드립감량 및 가열감량

드립감량 및 가열감량은 다음식에 의하여 구하였다.

$$\text{Drip loss}(\%) = \frac{\left(\text{Weight before frozen(g)} - \text{Weight after thawing(g)}\right)}{\text{Weight before frozen(g)}} \times 100$$

$$\text{Cooking loss}(\%) = \frac{\left(\text{Weight before cooking(g)} - \text{Weight after cooking(g)}\right)}{\text{Weight before cooking(g)}} \times 100$$

색도측정

계육의 색깔은 색차계(Chroma meter, Model No. CR-200b, Minolta Camera Co., Japan)를 이용하여 측정하고 L(명도), a(적색도) 및 b(황색도) 값으로 표시하였으며, 이때 사용된 표준 백색판의 Y,x,y 값은 Y=93.9, x=0.315, y=0.333이었다.

단백질 추출성 및 보수력 측정

수용성 단백질의 추출성은 Acton과 Saffle의 방법[9]을 수정하여 측정하였고, 염용성 단백질의 추출성은 성의 방법[10]을 이용하여 측정하였으며, 추출된 단백질의 농도는 mg/g으로 나타내었다. 보수력은 잘게 썬 시료 10g을 70℃에서 35분간 가열하고 상온에서 10분간 방치한 후 원심분리하여 분리된 수분과 시료의 총 수분량을 측정하여 다음 공식에 의하여 구하였다.

$$\text{Water holding capacity}(\%) = (1 - \text{Free water}/\text{Total water}) \times 100$$

pH, VBN 및 TBA 측정

계육의 pH는 pH meter(ATI Orion Model

370, USA)로 측정하였으며, TBA가는 Tarladgis 등[11]의 방법으로 측정하였다. 그리고 VBN(volatile basic nitrogen)은 Conway unit를 사용하는 미량확산법[12]으로 측정하였다.

관능검사

관능검사는 계육의 각 부위를 100℃의 끓는 물에서 중심부의 온도가 80℃가 되도록 가열하고 상온에서 10분간 방치한 다음 10명의 훈련된 관능원에 의하여 가장 좋다(like extremely)를 9점, 가장 나쁘다(dislike extremely)를 1점으로 하는 9점 기호척도법으로 행하였다[13].

통계처리

실험결과 얻어진 자료에 대한 통계분석은 SAS program[14]을 이용하여 Duncan의 multiple test로 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

동결 및 재동결에 의한 부위별 드립감량 및 가열감량의 변화

계육의 해동드립 및 가열감량을 측정한 결과는 Table 1과 같다. 드립감량은 동결육이 재동결육보다 낮았으며, 가슴육이 다리 및 날개육보다 높게 나타났다. 그리고 물 및 기름을 이용한 가열감량의 경우 동결전의 신선육이 동결육이나 재동결육보다 낮았으며, 같은 동결전, 동결 및 재동결의 처리조건에서는 가슴육의 가열감량이 높았다.

드립의 발생은 사후 pH의 저하[15]와 근육의 수축[16]으로 증가하게 되고, 가열감량은 단백질의 변성으로 나타나는데, 근육의 가열온도와 시간이 중요한 요인이 되며, 가열감량은 보수력에도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다[17, 18]. 따라서 동결육보다 재동결육의 드립감량 및 가열감량이 높은 것은 재동결육의 단백질 변성이 더 많이 진행되어 나타난 결과이고, 가슴육이 다리 및 날개육보다 높은 것은 적색근과 백색근의 사후 대사속도에 따른 pH의 차이에서 오는 결과로 생각된다.

동결 및 재동결에 의한 부위별 색도의 변화

계육의 동결 및 재동결, 그리고 부위별 색도의 차이를 측정하고 그 결과를 Table 2에 나타내었다. L값(명도)은 동결 및 재동결에 의한 차이가 없으나 부위별 차이는 가슴육이 가장 높았고, 다음으로 날개육 및 다리육의 순이었다. 그리고 a(적색도) 및 b값(황색도)도 동결 및 재동결에 의한 차이보다는 부위에 의한 차이가 뚜렷하여, 가슴육이 다리 및 날개육보다 a값은 낮고, b값은 높게 나타났다.

근육의 색깔은 myoglobin의 양 및 화학적 상태, 그리고 근육내에 존재하는 myoglobin의 변성정도에 따라 다르게 나타난다[19, 20]. 본 실험에서 다리 및 날개육이 가슴육보다 L값은 낮고 a값은 높은데, 이는 적색근인 다리 및 날개육의 myoglobin 함량이 백색근인 가슴육보다 높은

Table 1. Drip and cooking loss(%) of frozen and refrozen chicken meat

Parts	Treatment	Drip loss	Water boiling loss	Frying loss
Leg	Fresh	-[1)]	19.6±2.1[d]	23.7±1.8[f]
	Frozen	2.3±0.3[e2)3)]	30.7±1.3[b]	33.7±2.0[d]
	Refrozen	3.5±0.4[d]	27.2±4.3[c]	39.2±2.4[bc]
Breast	Fresh	-	24.6±1.7[c]	28.2±1.3[e]
	Frozen	5.8±0.5[b]	37.5±0.5[a]	40.7±2.3[b]
	Refrozen	7.2±1.2[a]	33.6±2.1[b]	46.6±3.3[a]
Wing	Fresh	-	18.8±1.7[d]	24.9±1.7[ef]
	Frozen	2.5±0.4[e]	26.3±0.7[c]	35.5±1.8[cd]
	Refrozen	4.8±0.4[c]	25.2±1.1[c]	41.0±3.0[b]

[1)]Not determined

[2)]Mean±SD(n=3)

[3)]Means in the same column with different superscripts are significantly different($p<0.05$)

Table 2. Color difference of frozen and refrozen chicken meat

Parts	Treatment	L-value	a-value	b-value
Leg	Fresh	53.9±1.2$^{c1)2)}$	10.1±0.2^{ab}	10.7±0.2^{d}
	Frozen	53.4±0.8^{c}	10.3±0.3^{ab}	10.7±0.2^{d}
	Refrozen	53.4±0.9^{c}	10.4±0.2^{a}	10.8±0.3^{c}
Breast	Fresh	57.9±1.1^{a}	8.9±0.3^{c}	11.2±0.4^{ab}
	Frozen	58.4±0.8^{a}	8.8±0.2^{c}	11.2±0.3^{abc}
	Refrozen	58.9±0.6^{a}	8.8±0.2^{c}	11.5±0.1^{a}
Wing	Fresh	55.9±0.4^{b}	10.0±0.2^{b}	10.9±0.2^{bcd}
	Frozen	54.9±1.5^{bc}	10.1±0.2^{ab}	10.9±0.2^{bcd}
	Refrozen	55.8±1.7^{b}	10.1±0.4^{ab}	11.0±0.3^{bcd}

[1)]Mean±SD(n=3)

[2)]Means in the same column with different superscripts are significantly different($p<0.05$)

데서 오는 결과로 생각된다. 그리고 Tressler 등[21]은 칠면조육을 -18℃ 또는 -29℃에서 6주간 저장하여도 명도는 변하지 않았다고 하는데, 본 실험에서 신선육 및 동결육의 다리 및 날개육이 재동결육보다 높은 것은 동결에 의한 차이보다는 해동과정을 거친 재동결육의 품온의 변화가 컸던 데서 오는 결과로 추측된다.

동결 및 재동결에 의한 부위별 단백질 추출성 및 보수력의 변화

Table 3은 신선육, 동결 및 재동결육의 염용성 및 수용성 단백질 추출성, 그리고 보수력의 변화를 부위별로 나타낸 것이다. 수용성 단백질 추출성의 경우 신선육과 동결육 사이에는 차이가 없었으나, 재동결육보다는 높았다. 그리고 다리 및 날개육이 가슴육보다 높게 나타났다. 그러나 염용성 단백질의 추출성은 모든 부위가 신선육, 동결 및 재동결육의 순으로 나타났으며, 가슴육이 다리 및 날개육보다 높았다. 보수력은 신선육, 동결 및 재동결육의 순으로 높았고, 부위별로는 다리, 날개 및 가슴의 순으로 높게 나타났다.

Table 3. Protein extractability and water holding capacity of frozen and refrozen chicken meat

Parts	Treatment	WSP[1)]	SSP[2)]	WHC[3)]
Leg	Fresh	105.1±9.2$^{a4)5)}$	107.4±3.3^{c}	83.5±2.3^{a}
	Frozen	103.3±5.9^{a}	97.7±2.1^{d}	80.2±1.1^{b}
	Refrozen	93.8±3.9^{b}	87.8±2.2^{ef}	75.2±2.0^{c}
Breast	Fresh	78.6±2.5^{c}	129.9±2.8^{a}	74.9±2.0^{c}
	Frozen	76.5±3.3^{c}	121.9±3.5^{b}	71.4±1.6^{de}
	Refrozen	71.3±2.4^{c}	101.2±3.6^{d}	68.7±1.0^{e}
Wing	Fresh	104.0±6.3^{a}	102.4±4.1^{cd}	82.3±2.2^{ab}
	Frozen	104.9±4.1^{a}	91.2±4.5^{e}	76.7±1.3^{c}
	Refrozen	94.9±2.0^{b}	82.9±3.6^{f}	71.8±1.7^{d}

[1)]Water soluble protein extractability(mg/g)

[2)]Salt soluble protein extractability(mg/g)

[3)]Water holding capacity(%)

[4)]Mean±SD(n=3)

[5)]Means in the same column with different superscripts are significantly different($p<0.05$)

단백질의 추출성은 단백질의 변성과 관련이 있으며[10], 육의 pH 감소로 수용성 단백질의 일부가 근원섬유와 결합하게 되어 수용성 단백질의 추출성이 감소한다고 한다[22]. 그러나 Arganosa 및 Marriott[23]는 산처리에 의한 pH 저하가 근장 단백질의 용해도에 어떤 영향도 미치지 않았다고 보고하였다. 또 Honikel 등[24]은 사후 pH 저하가 보수력에 영향을 미치지 않는다고 하였으며, Penny[25]는 동결에 의한 근육내에 형성된 얼음결정이 근육을 손상시키고 그에 따른 drip의 증가로 보수성이 감소된다고 보고하였다. 본 연구에서도 알 수 있듯이 단백질 추출성의 차이는 pH의 변화(Table 4)에 의한 차이보다는 동결이나 재동결에 의한 차이로 생각된다. 그리고 보수력도 pH가 직접적인 영향을 미치는 것이 아니라 동결 및 재동결에 의한 빙결정의 형성 및 크기로 인한 드립손실의 양에 영향을 받고 있다. 또 단백질 추출성 및 보수력이 동결보다는 부위에 따른 영향이 더 커서 조리육 또는 가공육으로 이용할 때에는 동결의 유무 및 부위의 특성을 모두 고려해야 할 것이다.

동결 및 재동결에 의한 부위별 pH, TBA 및 VBN의 변화

계육의 동결 및 부위에 따른 pH, TBA (thiobarbituric acid) 및 VBN(volatile basic nitrogen)의 변화를 분석하고 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 다리육의 pH는 동결전 신선육과 동결육의 차이는 없지만 재동결육과는 현저한 차이가 있었다. 그리고 가슴 및 날개육의 pH는 신선육, 동결 및 재동결육의 순으로 높게 나타났으며, 가슴육이 다리 및 날개육보다 낮았다. pH는 품종, 부위 및 도계전의 glycogen의 함량의 차이에 의해 달라지는데, 가슴육의 pH가 낮게 나타난 본 연구의 결과는 권 등[26]의 결과와 일치하는 경향이었다. 또 재동결육의 pH가 높은 것은 동결전의 신선육이나 동결육보다 저장기간이 길어진데서 오는 선도의 저하에 기인하는 것으로 추측된다.

다리 및 가슴육의 TBA는 재동결육이 동결육보다 높고, 동결육이 신선육보다 높았으며, 가슴육은 신선육보다 동결 및 재동결육의 TBA가 높게 나타났다. 그리고 부위별로는 다리 및 날개육이 가슴육보다 현저하게 높은 경향이었다. TBA가는 지방의 산화과정에서 생성되는 malonaldehyde의 양을 나타내는 것인데, 수치가 높으면 그만큼 지방산화가 많이 진행된 것으로 추정하며, 지방산화는 불포화지방산 및 산소의 양, 효소 및 미생물 대사에 의한 지방의 분해에 의하여 속도가 커지고 TBA가가 증가하게 된다[27, 28]. 본 연구에 나타난 결과로 볼 때 TBA의 증가는 동결에 의한 것보다는 저장기간에 의한 것으로 보이고, 또 부위별 차

Table 4. pH, TBA and VBN of frozen and refrozen chicken meat

Parts	Treatment	pH	TBA[1)]	VBN[2)]
Leg	Fresh	6.39±0.02[b3)4)]	0.17±0.02[c]	7.67±0.13[f]
	Frozen	6.41±0.02[b]	0.25±0.02[b]	7.98±0.11[de]
	Refrozen	6.46±0.01[a]	0.29±0.02[a]	8.95±0.19[c]
Breast	Fresh	5.74±0.01[f]	0.12±0.01[d]	8.84±0.34[c]
	Frozen	5.79±0.02[e]	0.17±0.02[c]	9.57±0.17[b]
	Refrozen	5.87±0.02[d]	0.24±0.03[b]	9.95±0.18[a]
Wing	Fresh	6.36±0.02[c]	0.18±0.01[c]	7.54±0.11[f]
	Frozen	6.39±0.02[b]	0.29±0.01[a]	7.83±0.13[ef]
	Refrozen	6.48±0.01[a]	0.31±0.02[a]	8.23±0.12[d]

[1)]Thiobarbituric acid value(malonaldehyde mg/kg)

[2)]Volatile basic nitrogen(mg%)

[3)]Mean±SD(n=3)

[4)]Means in the same column with different superscripts are significantly different($p<0.05$)

Table 5. Sensory scores of frozen and refrozen chicken meat

Parts	Treatment	Texture	Taste	Overall acceptability
Leg	Fresh	8.4±0.8$^{ab1)2)}$	8.7±0.5^{a}	8.8±0.4^{a}
	Frozen	8.0±0.8^{abc}	8.5±0.5^{ab}	8.6±0.5^{abc}
	Refrozen	7.9±0.7^{bc}	8.3±0.5^{ab}	8.2±0.6^{bcd}
Breast	Fresh	8.1±0.7^{abc}	7.7±0.8^{cd}	8.1±0.7^{cd}
	Frozen	7.5±0.5^{cd}	7.4±0.5^{de}	7.8±0.8^{de}
	Refrozen	7.0±0.8^{d}	7.0±0.7^{e}	7.5±0.9^{e}
Wing	Fresh	8.6±0.7^{a}	8.6±0.5^{ab}	8.7±0.5^{ab}
	Frozen	8.3±0.8^{ab}	8.3±0.5^{ab}	8.6±0.5^{abc}
	Refrozen	8.0±0.9^{abc}	8.1±0.6^{bc}	8.2±0.4^{bcd}

[1)] Mean±SD(n=10)

[2)] Means in the same column with different superscripts are significantly different($p<0.05$)

이는 다리 및 날개육의 지방함량이 가슴육보다 높은데서 기인하는 것으로 생각된다.

다리 및 가슴육의 VBN은 신선육보다는 동결육이, 동결육보다는 재동결육이 현저하게 높았으며, 날개육은 재동결육이 신선육 및 동결육보다 현저하게 높았다. 부위별로는 가슴육이 다리 및 날개육보다 높게 나타났다. Dierick 등[29]은 가슴육이 다리육에 비하여 단백질 및 유리아미노산의 함량이 많아서 VBN이 높다고 하였는데, 이는 본 실험결과와 일치하는 경향이었다.

동결 및 재동결에 의한 부위별 기호성의 변화

조직감의 경우, 다리 및 날개육은 신선육, 동결 및 재동결에 의한 차이는 없었으나, 가슴육은 신선육이 동결 및 재동결육보다 현저하게 우수하였다. 동결 및 재동결에 의한 조직감은 다리 및 날개육이 가슴육보다 더 우수하였다. 맛의 경우도 조직감과 비슷한 양상을 보였으나 전체적인 기호성은 신선육이 재동결육보다 현저히 높았으며, 다리 및 날개육이 가슴육보다 현저하게 높은 경향이었다.

관능검사에 참여한 관능원들은 동결 및 재동결에 의한 차이보다는 부위에 따라 극단적인 차이를 보였다. 이는 계육의 육질이 다른 축육보다는 연약하기 때문으로 생각되며 부위별로 극단적인 차이를 보이는 것은 운동을 많이 하면서 지방함량이 높은 다리 및 날개육이 가슴육보다 더 부드러운 맛을 느끼게 하기 때문인 것으로 추측된다.

이상의 결과에서 육질이 연약한 계육은 이화학적인 검사에서는 동결전의 신선육이 우수한 것으로 나타났지만 관능검사 결과를 종합해 보면 다리 및 날개육은 동결에 의한 차이를 보이지 않고, 가슴육은 신선육과 동결육 사이에는 차이를 보이지 않아서 계육을 단기간 동결하는 것은 품질유지에 문제가 없는 것으로 결론지을 수 있었다. 그러나 재동결은 드립, 지방산화, 단백질 분해, 기호성 측면에서 피하는 것이 품질유지를 위해 좋을 것으로 추측된다.

요 약

본 연구는 동결 및 재동결 처리가 계육의 부위별 품질특성에 미치는 영향을 검토하기 위해서 실시하였다. 드립감량은 동결육이 재동결육보다 낮았으며, 가슴육이 다리 및 날개육보다 높았다. 가열감량은 재동결육, 동결육 및 신선육의 순으로 높게 나타났다. L, a 및 b값은 동결에 의한 차이는 없었으나, L값은 가슴육이 다리 및 날개육보다 높았다. 수용성 단백질 추출성은 신선육 및 동결육이 재동결육보다 높았으며, 다리 및 날개육이 가슴육보다 높았다. 염용성 단백질 추출성의 경우 신선육, 동결육 및 재동결육의 순으로 높았고, 가슴육이 다리 및 날개육보다 높았다. 보수력은 신선육, 동결육 및 재동결육의 순으로 우수하였고, 부위별로는 다리, 날개 및 가슴육의 순이었다. 신선육 및 동결육의 pH는 재동결육보다 낮았으며, 다리 및 날개육이 가슴육보다 높았다. TBA 및 VBN은

재동결육, 동결육 및 신선육의 순으로 높았고, 다리 및 날개육의 TBA는 가슴육보다 높았으나, VBN은 낮은 편이었다. 기호성은 신선육이 재동결육보다 우수하였고, 부위별로는 다리 및 날개육이 가슴육보다 우수하였다.

참고문헌

1. 월간식육계 편집부: 작년 국민 1인당 육류 소비량 24.7kg. 월간식육계, 4월호, p.43 (1993).
2. 축협조사계보: 축산물 가격 및 수급자료. 축협중앙회 (1996).
3. Xiong, Y. L. and Brekke, C. J. : Changes in protein solubility and gelation properties of chicken myofbrils during storage. *J. Food Sci.*, 54, 1141 (1989).
4. Khan, A. W. and Van Den Berg, L. : Some protein changes during postmortem tenderization in poultry meat. *J. Food Sci.*, 29, 537 (1964).
5. 박구부, 하정기, 박범영, 이상진, 박용윤, 박태선, 신택순, 이정일 : 포장방법이 동결계육의 이화학적 특성에 미치는 영향. 한국가금학회지, 23, 193 (1996).
6. Anand, S. K., Pandey, N. K., Mahapatra, C. M. and Verma, S. S. : Effect of storage on microbial quality of dressed chicken held at −18℃. *J. Fd. Sci. Technol.*, 26, 296 (1989).
7. Pikul, J., Leszczynski, D. E., Buchtel, P. J. and Kunmerow, F. A. : Effects of frozen storage and cooking on lipid oxidation in chicken meat. *J. Food Sci.*, 49, 838 (1984).
8. Davis, D. L. : Effect of end-point temperature and storage time on color and denaturation of myoglobin in broiler thigh meat. *Poultry Sci.*, 74, 1699 (1995).
9. Acton, J. C. and Saffle, R. E. : Preblended and prerigor meat in sausage emulsion. *Food Technol.*, 23, 367 (1969).
10. Sung, S. K. : Study of the changes in alkaline rigor muscle during storage at −20℃. *Korean J. Anim. Sci.*, 24, 20 (1982).
11. Tarladgis, B. G., Watts, B. M., Younathan, M. T. and Dugar. L. Jr. : A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid food. *J. Am. Dil. Chem. Soc.* 37, 44 (1960).
12. Pharmaceutical Society of Japan. Standard Methods of Analysis for Hygienic Chemists. Tokyo, p. 163. (1980).
13. Stone, H. and Didel, J. L. : Sensory evaluation practices. Academic Press INC. New York. p.45. (1985).
14. *SAS/STAT User's Guide.* Release 6.03 edition SAS Institute, INC., Cary. NC, USA (1988).
15. Savage, A. W. J., Warriss, P. D. and Jolly, P. D. : The amount and composition of the proteins in drip from stored pig meat. *Meat Sci.*, 27, 289 (1990).
16. Hamm, R. : Post-mortem changes in muscle with regard to processing of hot-boned beef. *Food Technol.*, 37, 105 (1982).
17. Winger, R. J. and Fennema, O. : Tenderness and water holding properties of beef muscle as influenced by freezing and subsequent storage at −3℃ or 15℃. *J. Food Sci.*, 41, 1433 (1976).
18. Cohen, T. : Aging of frozen parts of beef. *J. Food Sci.*, 49, 1174 (1984).
19. Han, D., MaMillin, K. W. and Godber, J. S. : Hemoglobin, myoglobin, and total pigments in beef and chicken muscle: Chromatographic determination. *J. Food Sci.*, 59, 1279 (1994).
20. Yang, C. C. and Chen, T. C. : Effects of refrigerated storage, pH adjustment, and marinade on color of raw and microwave cooked chicken meat. *Poultry Sci.*, 72, 355 (1993).
21. Tressler, D. K., Arsdel, W. B. and Copley, M. J. : Factors affecting quality in frozen foods. In "*The freezing preservation of foods.*" AVI Pub. Co. Westport, p.145 (1986).

22. George, R. A., Bendall, J. R. and Jones, R. C. D. : The tenderizing effect of electrical stimulation of beef carcasses. *Meat Sci.*, 4, 51 (1980).
23. Arganosa, G. C. and Marriott, N. G. : Organic acids as tenderizers of collagen in restructured beef. *J. Food Sci.*, 54, 1173 (1989).
24. Honikel, K. O., Hamid, A., Fischer, C. H. and Hamm, R. : The influence of post-mortem changes in bovine muscle on the water-holding capacity of beef. II. Post-mortem storage of muscle at various temperatures between 0 and 30°C. *J. Food Sci.*, 46, 23 (1981).
25. Penny, I. F. : The effect of freezing on the amount of drip from meat. In "*Meat freezing why and how*" Meat Research, Langford, Bristol, p.8 (1974).
26. 권연주, 여정수, 성삼경 : 한국산 토종 닭고기의 품질 특성. 한국가금학회지, 22, 223 (1995).
27. Torel, J., Cillard, J. and Cillard, P. : Antioxidant activity of flavonoids and reactivity with peroxy radical. *Phytochemistry*, 25, 383 (1986).
28. Brewer, M. S., Ikins, W. G. and Harbers, C. A. Z. : TBA values, sensory characteristics and volatiles in ground pork during long-term frozen storage: Effects of packaging. *J. Food Sci.*, 57, 558 (1992).
29. Dierick, A., Vandekerckhove, P. and Demeyer, D. : Changes in nonprotein nitrogen components during dry sausage ripening. *J. Food Sci.*, 39, 301 (1974).

(2000년 8월 1일 접수)