

초음파 처리가 튀김 닭고기의 품질에 미치는 영향

정인철[†] · 박성하* · 문윤희**

대구공업대학 식품조리과

*소닉스텍(주)

**경성대학교 식품공학과

Effect of Ultrasonic Treatment on the Quality of Frying Chicken Meat

In-Chul Jung[†], Sung-Ha Park* and Yoon-Hee Moon**

Dept. of Food, Beverage and Culinary Arts, Taegu Technucal College, Taegu 704-721, Korea

*Sonicstech, Inc., Taegu 704-200, Korea

**Dept. of Food Science and Technology, Kyungshung University, Pusan 608-736, Korea

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of ultrasonic treatment on the quality of frying chicken meat. Moisture content of ultrasonic treated leg meat was lowest to 59.7%, moisture content of breast meat was higher than leg meat and protein content of control was higher than ultrasonic treatment. Fat content of ultrasonic treatment was higher than control and leg meat was higher than breast meat. Hunter's L (lightness) and a (redness)-value was not different between frying methods, but L-value of breast meat and a-value of leg meat was higher than leg and breast meat, respectively. Hunter's b (yellowness)-value was not different among frying chicken meats. Frying loss of ultrasonic treatment was significantly lower than control, water holding capacity was higher than control. VBN content of ultrasonic treatment was comparatively higher than control, TBA number of ultrasonic treatment was highest to 0.78 mg malonaldehyde/kg. Hardness, springiness and cohesiveness of frying chicken meat was not different between frying methods, but difference of chicken muscle parts were significantly showed. Chewiness was not different among frying chicken meats and shear force value of control breast meat was lowest to 1.9 kg. In case of sensory score, aroma and taste of frying chicken meat were not different between frying methods, but texture, juiciness and palatability of ultrasonic treatment were higher than control and that of breast meat were higher than leg meat.

Key words: ultrasonic treatment, frying chicken meat, quality, sensory score

서 론

식육의 열처리는 유해 미생물을 사멸하는 위생적인 목적 이외에도 조작성을 좋게 하는 기호성 향상 측면도 있다. 식육의 열처리 방법에는 열탕가열(boiling), 증자(steaming), 튀김(frying), microwave 가열, 굽기(roasting), 훈연(smoking) 등 많은 방법이 이용되고 있다. 이때까지 식육의 열처리 방법에 의한 품질 특성에 관한 연구들은 많이 이루어져 왔는데, Davis와 Franks(1) 및 Cambero 등(2)은 가열온도의 차이에 대해서, Berry(3)는 가열과 굽기에 대해서, Cannel 등(4)은 튀김에 대해서, Berry와 Leddy(5)는 microwave 조리에 대해서, Lachowicz 등(6)은 가열과 훈연 식육의 품질 특성을 연구한 바가 있고, 이외에도 식육의 열처리 온도나 방법에 따른 많은 연구들이 진행되어 왔다.

식육 중에서 닭고기는 1인당 연간 소비량이 1990년 4.8 kg,

1994년 5.5 kg, 1997년 6.1 kg으로 급격하게 증가하고 있는데, 이러한 증가 원인은 닭고기는 풍부한 양질의 단백질을 많이 함유하고 있으며, 지방함량이 낮고, 불포화지방산을 많이 함유하고 있기 때문인 것으로 알려져 있다(7-9). 특히 외식산업의 발달로 육제품의 소비형태가 다양해지면서 닭고기 소비량이 크게 증가하는 것으로 추측된다. 닭고기 가공품 중에서 가장 많이 소비되고 있는 제품은 튀김류로 닭고기 소비의 58.3%(10)를 차지하고 있다. 그러나 닭고기 제품 중 튀김류가 가장 많이 소비되고 있음에도 불구하고 튀김 닭고기에 대한 연구는 드물다.

한편 초음파 기술이 식품산업에 적용된 경우는 매우 적다. 현재까지 초음파 기술은 전축, 금속, 해양수산, 의료산업 등 많은 분야에 이용되고 있는데, 건축 및 금속산업에서는 비파괴 검사의 용도로(11), 해양수산업에서는 선박의 대수속력, 조류, 수중 물체의 유동 정보를 파악하는데 이용되고 있다

[†]Corresponding author. E-mail inchul3854@hanmail.net
Phone: 82-53-650-3854, Fax: 82-53-650-3852

(12). 또 의료산업에서는 초음파를 이용한 진단기술이나 의료장비로 개발되어(13) 인간에게 많은 도움을 주고 있다. 다만 식품산업에서는 열처리를 하지 않고 미생물을 사멸하거나(14), 식품용기나 기구의 세척(15)에 이용하였다. 그리고 Reynolds 등(16)은 햄 제조시 결합력을 향상시키기 위하여 열지 공정에서 사용하였고, Lyng 등(17)은 초음파가 쇠고기의 연도에 미치는 영향에 관해서 연구하였으며, Kim과 Zayas(18)는 초음파를 이용한 chymosin 추출을 시도하였을 뿐 식육의 열처리에 초음파를 이용한 경우는 찾아볼 수 없었다.

식품의 열처리에 초음파가 사용되지 못한 것은 이때까지 진동을 일으키는 탐촉자(probe)가 고온에서는 녹아버리기 때문이었다. 그러나 대구의 한 맨처기업에서 약 400°C까지의 고온에서도 이용할 수 있는 탐촉자를 개발하였다. 이 탐촉자를 튀김기에 부착하여 초음파 튀김기가 개발되었기에 초음파 튀김이 식육의 품질에 미치는 영향을 검토하는 것은 식품산업에 기여하는 바가 크다고 생각되었다. 본 연구의 목적은 튀김 식육으로 가장 많이 이용되고 있는 닭고기를 초음파 튀김기로 튀겼을 때의 이화학적·관능적 특성을 규명하고, 또한 일반 튀김기로 튀긴 닭고기와 품질 특성을 비교 검토하고자 하였다.

재료 및 방법

재료

본 실험에 이용한 시료는 대구 시내의 대형 할인점에서 구입한 동결 닭고기로서 중량은 1,000.4±70.4 g이었으며, 실험에 이용하기 전에 4±1°C의 냉장실에서 24시간 해동하고 다리와 가슴근육을 해체하였다. 닭고기는 180°C에서 자동 시간 조절로 10분간 튀겼으며, 대조구는 전기 튀김기(Shinyoung Ind., Korea)를 이용하고, 초음파 처리구는 초음파 튀김기(PSH 0817, Sonicstech. Co., Korea)를 이용하였다. 초음파는 20 kHz 이상을 말하는데 낮은 주파수가 액상 중에서 음파의 진행이 잘되기 때문에 초음파 튀김에 20 kHz의 초음파를 이용하였으며, 대조구 및 초음파 튀김에 사용된 콩기름은 (주) 롯데삼강에서 생산된 것을 이용하였다.

일반성분 및 색도 측정

일반성분은 AOAC법(19)으로 측정하였고, 튀김 닭고기의 색깔은 색차계(Chromameter CR-200b, Minolta Camera Co., Japan)를 이용하여 측정하였다. 이때 색보정을 위해 사용된 표준백색판의 L=97.8, a=-6.1, b=6.5이었다.

튀김손실 및 보수력 측정

튀김손실은 다음 식에 의하여 구하였으며, 보수력(20)은 잘게 썬 닭고기 10 g을 취하여 70°C에서 35분간 가열하고 상온에서 10분간 방치한 다음 1,000 rpm에서 원심분리하여 분리된 수분과 시료의 총수분량을 측정하여 다음 공식에 의하여 구하였다.

Frying loss (%) =

$$\frac{\text{raw weight (g)} - \text{frying weight (g)}}{\text{raw weight (g)}} \times 100$$

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

pH, VBN 함량 및 TBA가 측정

닭고기의 pH는 pH meter(ATI Orion 370, USA)의 유리 전극을 닭고기에 꽂아 측정하였으며, VBN함량 및 TBA가의 측정은 식품공전(21)에 준하여 측정하였다.

조직감 및 전단력 측정

닭고기의 조직감 및 전단력의 측정은 rheometer(CR-200 D, SUN Scientific Co, Japan)를 이용하여 측정하고, 조직감은 경도(hardness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness) 및 저작성(chewiness)으로 나타내었다.

관능검사

관능검사는 훈련된 10명의 관능 평가원에 의하여 향기, 맛, 조직감, 다즙성 및 전체적인 기호성에 대하여 가장 좋다(like extremely)를 9점, 가장 나쁘다(dislike extremely)를 1점으로 하는 9점 기호척도법(22)으로 실시하였다.

통계처리

얻어진 자료에 대한 통계분석은 SAS program(23)을 이용하여 Duncan의 다중검정법으로 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

튀김 닭고기의 일반성분

튀김 닭고기의 일반성분을 분석하고 그 결과를 Table 1에 나타내었다. 수분함량은 대조구 및 초음파 처리구의 가슴근육이 각각 63.2 및 63.0%로 비슷한 수준이었으나, 다리근육은 대조구가 61.8%로 초음파 처리구의 59.7%보다 현저하게 높았다. 그리고 가슴근육의 수분함량이 다리근육보다 현저하게 높은 경향이였다. 단백질함량은 가슴과 다리근육의 대조구가 초음파 처리구보다 높게 나타났다. 지방함량은 다리가 가슴근육보다 높았으며, 다리근육의 초음파 처리구가 19.7%로 현저하게 높았다. 그리고 회분함량은 튀김방법이나 부위에 따른 차이가 없었다.

Ang(24)은 가열 닭고기의 수분함량은 가슴 및 다리근육이 각각 70.50 및 67.21%, 단백질함량은 각각 26.08 및 23.55%, 지방함량은 각각 1.54 및 7.85%라고 보고하여서 가슴근육의 수분 및 단백질 함량이 다리근육보다 높고, 지방함량은 다리근육이 높다는 결과와 본 실험결과는 유사하였다. 그러나 수분, 단백질 및 지방량은 그들의 결과와 차이가 있었는데, 그것은 그들의 실험과 조리조건이 다르고 또한 본 실험은 기름을 이용하였기 때문에 지방함량이 상대적으로 높아진 것으

Table 1. Chemical composition of frying chicken meat

Measurement items	Breast		Leg	
	Control	Ultrasonic	Control	Ultrasonic
Moisture (n=6)	63.2±0.3 ¹⁾²⁾	63.0±0.2 ^a	61.8±0.9 ^b	59.7±0.8 ^c
Crude protein (n=3)	26.1±0.3 ^c	22.1±0.9 ^b	21.8±0.3 ^b	15.8±0.8 ^c
Crude fat (n=3)	4.2±0.1 ^d	7.7±0.2 ^c	14.9±0.2 ^b	19.7±0.5 ^a
Crude ash (n=3)	1.3±0.1 ^a	1.3±0.1 ^a	1.3±0.1 ^a	1.2±0.1 ^d

¹⁾Mean ± Standard deviation

²⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different (p<0.05)

로 판단된다. 특히 초음파 처리구와 대조구의 일반성분 함량이 차이가 있는 것은 초음파에 의한 진동으로 튀김기름의 내부 침투가 컸기 때문에 초음파 처리구의 지방함량이 높고, 수분 및 단백질함량의 상대적인 비율이 낮아진 것으로 생각된다.

튀김 닭고기의 색도

Table 2는 튀김 닭고기의 색도를 나타낸 것이다 튀김 닭고기의 L값(명도)은 가슴근육이 다리근육보다 높았으며, a값(적색도)은 다리근육이 더 높게 나타났다. 그리고 b값(황색도)은 시료들 사이에 차이가 없었다. 그러나 초음파 처리가 튀김 닭고기의 색도에는 영향을 미치지 않았고 다만 근육 부위에 의한 차이만 있었을 뿐이다.

식육 및 식육제품의 색깔은 myoglobin과 hemoglobin의 농도 및 화학적 상태에 따라 결정되지만 myoglobin이 영향을 더 많이 미치며(25), 가열에 의해 myoglobin이 변성되면 육색은 연하여져 명도가 높아지고 적색도가 낮아지는데, myoglobin의 변성에는 여러 가지 원인이 있는 것으로 알려져 있다(1,20). 본 연구의 결과는 가슴근육이 다리근육보다 L값은 높

고, a값은 낮았다는 Nam 등(26)의 결과와 일치하는 경향이었으며, 이는 혈합육인 다리근육의 myoglobin 함량이 백색근인 가슴근육보다 높은데서 오는 결과로 생각된다.

튀김 닭고기의 튀김손실, 보수력, pH, VBN 및 TBA

닭고기를 일반 튀김기와 초음파 튀김기로 튀긴후의 튀김손실, 보수력, pH, VBN(volatile basic nitrogen) 및 TBA(2-thiobarbituric acid)를 Table 3에 나타내었다. 튀김손실은 각각의 대조구가 초음파 처리구보다 높은 경향이였으며, 가슴근육이 다리근육보다 더 높았다. 보수력은 가슴근육의 경우 대조구와 초음파 처리구가 각각 53.6 및 91.7%이었고, 다리근육은 각각 52.5 및 82.7%로 초음파 처리구가 현저하게 높은 경향이였다. 튀김 닭고기의 pH는 초음파 처리에 의한 영향보다는 부위에 따른 차이가 있었다. 그리고 단백질의 변성 정도를 나타내는 VBN 함량은 가슴근육의 초음파 처리구가 14.82 mg%로 대조구의 10.87 mg%보다 현저하게 높았으며, 다리근육은 대조구와 초음파 처리구 사이에 현저한 차이가 없었다 가슴근육의 TBA는 대조구와 초음파 처리구 사이에 차이가 없었으나, 다리근육은 대조구가 0.67 mg malonaldehyde/kg으로 초음파 처리구의 0.78 mg malonaldehyde/kg보다 낮았다

Hamm(27)은 식육을 가열할 때에 유출되는 액즙을 shrink라 정의하였고, Moon과 Jung(28)은 shrink의 유출은 경제적, 영양적, 기호적 측면에서 나쁜 영향을 미친다고 하였다. 또 Jung(29)은 육단백질의 변성에 의해 보수력이 감소하고 가열감량이 증가한다고 하였다 본 연구에서 튀김손실이 많다는 것은 튀김 중 액즙유출이 많았고, 이는 보수력에도 영향을

Table 2. Hunter's L, a and b value of frying chicken meat

Measurement items	Breast		Leg	
	Control	Ultrasonic	Control	Ultrasonic
L	82.2±1.5 ¹⁾²⁾	82.1±0.5 ^a	70.7±3.4 ^b	71.9±2.6 ^b
a	-1.5±1.4 ^b	-1.6±0.4 ^b	2.7±1.2 ^a	2.0±0.9 ^a
b	15.8±2.9 ^a	16.9±1.5 ^a	16.1±2.9 ^a	16.6±3.2 ^a

¹⁾Mean ± Standard deviation (n=3).

²⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different (p<0.05)

Table 3. Frying loss (%), WHC (%), pH, VBN (mg%) content and TBA (mg/kg) number of frying chicken meat

Measurement items	Breast		Leg	
	Control	Ultrasonic	Control	Ultrasonic
Raw weight (g, n=10)	112.4±8.8 ¹⁾²⁾	107.9±10.8 ^a	154.5±14.3 ^c	155.5±9.8 ^a
Frying Weight (g, n=10)	61.1±7.9 ^d	62.9±8.1 ^d	90.3±12.4 ^a	98.7±7.3 ^d
Frying loss (n=10)	45.8±3.4 ^a	41.8±2.4 ^b	41.5±3.3 ^b	36.5±1.5 ^c
WHC (n=6) ³⁾	53.6±4.7 ^c	91.7±2.4 ^a	52.5±3.8 ^c	82.7±1.4 ^b
pH (n=3)	5.77±0.14 ^c	6.21±0.02 ^a	6.08±0.05 ^{ab}	5.99±0.19 ^b
VBN (n=3) ⁴⁾	10.87±0.92 ^c	14.82±0.72 ^a	13.39±0.71 ^b	13.50±0.77 ^{ab}
TBA (n=3) ⁵⁾	0.60±0.05 ^b	0.65±0.06 ^b	0.67±0.06 ^b	0.78±0.06 ^c

¹⁾Mean ± Standard deviation.

²⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different (p<0.05).

³⁾Water holding capacity.

⁴⁾Volatile basic nitrogen.

⁵⁾2-Thiobarbituric acid

Table 4. Hardness (dyne/cm²), springiness (%), cohesiveness (%), chewiness (g) and shear force value (kg) of frying chicken meat

Measurement items	Breast		Leg	
	Control	Ultrasonic	Control	Ultrasonic
Hardness (n=3)	2,190±156 ^{1)ab2)}	2,215±163 ^{b)}	2,915±124 ^{a)}	2,967±82 ^{a)}
Springiness (n=3)	72.8±3.4 ^{a)}	75.8±3.1 ^{d)}	68.1±2.5 ^{b)}	68.8±2.5 ^{b)}
Cohesiveness (n=3)	51.3±3.0 ^{a)}	52.8±3.9 ^{bc)}	57.1±1.8 ^{ab)}	58.4±2.1 ^{a)}
Chewiness (n=3)	157.9±9.4 ^{a)}	153.3±4.1 ^{a)}	153.5±3.2 ^{a)}	150.8±2.6 ^{a)}
Shear force value (n=5)	1.9±0.1 ^{a)}	2.0±0.1 ^{ab)}	2.0±0.1 ^{b)}	2.1±0.1 ^{b)}

¹⁾Mean±Standard deviation.

²⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different (p<0.05).

Table 5. Sensory score of frying chicken meat

Sensory traits	Breast		Leg	
	Control	Ultrasonic	Control	Ultrasonic
Aroma	7.2±0.8 ^{1)ab2)}	7.3±0.8 ^{a)}	7.3±0.5 ^{a)}	7.4±0.5 ^{a)}
Taste	7.3±0.8 ^{a)}	7.7±0.7 ^{a)}	7.4±0.5 ^{a)}	7.6±0.5 ^{a)}
Texture	7.3±0.7 ^{a)}	8.1±0.7 ^{b)}	8.5±0.5 ^{ab)}	8.7±0.5 ^{a)}
Juiciness	7.3±0.5 ^{a)}	7.9±0.8 ^{b)}	8.2±0.8 ^{b)}	8.8±0.4 ^{a)}
Palatability	7.6±0.7 ^{b)}	8.1±0.6 ^{ab)}	8.2±0.6 ^{a)}	8.5±0.5 ^{a)}

¹⁾Mean±Standard deviation (n=10).

²⁾Values with different superscripts in the same row are significantly different (p<0.05).

미칠 수 있으며, 기호성에도 관련이 있다. 초음파 처리가 튀김손실을 줄일 수 있었던 것은 근육 내부로 튀김기름이 침투하여 수분손실을 대체하거나 수분이 유출되지 않도록 포집하는 결과를 초래하였고, 또한 수분손실을 적게 하여 보수력이 높게 유지되도록 한 것으로 판단된다. 그리고 VBN 함량은 가슴근육의 경우 초음파 가열에 의한 단백질 분해가 촉진되었기 때문으로 생각되고, 이는 부패에 의한 단백질 분해가 아니기 때문에 오히려 기호성을 우수하게 하는 효과도 있을 것으로 판단된다. 또한 TBA는 근육내의 지방량과 상관관계가 있는 것으로 생각된다.

튀김 닭고기의 조직적 특성

튀김 닭고기의 조직감을 rheometer로 측정하고, 그 결과를 Table 4에 hardness(경도), springiness(탄성), cohesiveness(응집성), chewiness(저작성) 및 shear force value(전단력)로 나타내었다. 닭고기의 경도 및 탄성은 튀김방법에 의한 차이는 없었고, 부위에 의한 차이는 있었는데 다리근육의 경도가 가슴근육보다 현저하게 높았으며, 탄성은 가슴근육이 더 높게 나타났다. 그리고 응집성은 초음파 처리한 다리근육이 가장 높았고, 대조구 가슴근육이 가장 낮았으며, 저작성은 시료들 사이에 현저한 차이가 없었다. 전단력은 튀김방법에는 차이가 없으나 다만 대조구 가슴근육이 1.9 kg으로서 가장 낮았다.

Jung 등(30)은 지방 첨가량이 육제품의 경도, 탄성, 뭉침성, 응집성, 저작성 등에 영향을 미친다고 하였고, Young 등(31)은 지방을 20% 첨가한 계육 patty가 지방을 5 및 10% 첨가한 patty보다 경도 및 저작성이 낮다고 보고하였는데, 본 실험은 이들의 결과와 일치하지 않았다. 그들은 육제품을 대

상으로 실험하였기 때문에 식육을 대상으로 한 본 실험과는 차이가 있는 것으로 생각되고, 다만 지방 함량이 기계적 조직감보다는 기호적 조직감에는 영향을 미치리라고 판단된다.

튀김 닭고기의 관능적 특성

튀김 닭고기의 관능검사 결과를 Table 5에 나타내었다. 튀김 닭고기의 향기 및 맛은 튀김방법이나 부위에 아무런 영향을 받지 않았다. 그러나 조직감, 다즙성 및 전체적인 기호성은 초음파 처리구가 비교적 높았으며, 가슴근육보다 다리근육이 높은 경향이 있었다. 관능검사 결과에서 알 수 있었던 것은 닭고기는 향기나 맛보다는 조직감이나 다즙성이 기호도를 좌우하는 것으로 판단되었고, 관능적 조직감이나 다즙성의 차이는 Table 1의 지방량과 Table 3의 보수력이 영향을 미친 것으로 생각된다. 그리고 초음파 처리한 튀김 닭고기의 다즙성이 높은 것은 근육내로 튀김기름의 침투량을 증가시켜 상강도(marbling)를 향상시키는 효과를 가져온 것으로 추측된다. 그리고 부위별 관능적 차이에 대하여 Nam 등(26)은 닭고기의 육질이 다른 축육보다 연약하고, 지방 함량이 높은 다리근육이 지방함량이 낮은 가슴근육보다 더 부드러운 맛을 느끼게 하기 때문이라고 설명하고 있다.

이상의 결과에서 닭고기를 튀길 때에 초음파를 처리하는 것은 근육내의 지방량을 높이고 보수력을 향상시켜 기호성을 우수하게 하는 것을 알 수 있었다. 그러나 근육내의 지방량을 높이는 것은 성인병의 문제가 대두되어 반드시 좋다고 할 수 없기 때문에 초음파 처리시간을 조절하여 지방 침투량을 조절하고, 근육내의 적절한 상강도를 유지할 수 있는 지방량이 존재할 수 있도록 여기에 대한 연구가 계속적으로 이루어져야 하겠고, 또한 양념육이나 열지육 같은 육제품 또는 라면 같은 튀김식품의 제조시간을 단축시킬 수 있는 요인들이 있기 때문에 여기에 대한 연구도 병행되었으면 한다. 그리고 다른 식품산업에서도 초음파를 이용하여 제조공정이나 기호성을 개선시킬 수 있도록 많은 관심을 가져야 할 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 초음파가 튀김 닭고기의 품질에 미치는 영향을 검토하기 위해 실시하였다. 수분함량은 초음파 처리한 다리

근육이 59.7%로 낮았고, 가슴근육이 다리근육보다 높았으며, 단백질함량은 대조구가 초음파 처리구보다 높았다. 지방함량은 초음파 처리구가 대조구보다 높았으며, 다리근육이 가슴근육보다 현저하게 높았다. Hunter의 L 및 a값은 튀김방법에 따른 차이는 없었으나, L값은 가슴근육이 그리고 a값은 다리근육이 높았다. 또 b값은 시료들 사이에 현저한 차이가 없었다. 튀김손실은 초음파 처리구가 대조구보다 현저하게 낮았으며, 보수력은 초음파 처리구가 높았다. VBN 함량은 초음파 처리구가 비교적 높았으며, TBA가는 초음파 처리한 다리근육이 0.78 mg malonaldehyde/kg으로 높게 나타났다. 튀김 닭고기의 경도, 탄성 및 응집성은 튀김방법의 차이는 없었으나, 부위별 차이는 현저하게 나타났다. 그리고 저작성은 시료들 사이에 차이가 없었으나, 전단력은 대조구 가슴근육이 1.9 kg으로 낮았다 튀김 닭고기의 향기 및 맛은 튀김방법에 의한 차이는 없었으나 조직감, 다즙성 및 전체적인 기호성은 초음파 처리구가 비교적 높았으며, 다리근육이 가슴근육보다 높은 경향이였다.

문 헌

- Davis, C.E. and Franks, D.L. : Effect of end-point temperature and storage time on color and denaturation of myoglobin in broiler thigh meat *Poultry Sci.*, **74**, 1699-1702 (1995)
- Cambero, M.I., Seuss, I. and Honikel, K.O. Flavor compounds of beef broth as affected by cooking temperature. *J. Food Sci.*, **57**, 1285-1290 (1992)
- Berry, B.W. : Fat level, high temperature cooking and degree of doneness affect sensory, chemical and physical properties of beef patties. *J. Food Sci.*, **59**, 10-14 (1994)
- Cannel, L.E., Savell, J.W., Smith, S.B., Cross, H.R. and St. John, L.C. Fatty acid composition and caloric value of ground beef containing low levels of fat. *J. Food Sci.*, **54**, 1163-1168 (1989)
- Berry, B.W. and Leddy, K.F. : Effects of fat level and cooking method on sensory and textural properties of ground beef patties *J. Food Sci.*, **49**, 870-875 (1984)
- Lachowicz, K., Gajowiecki, L., Dvorak, J., Czarnecki, R. and Oryl, B. : Textural and rheological properties of meat from pigs of different halothane genotypes. *J. Sci. Food Agric.*, **77**, 373-380 (1998)
- Kweon, Y.J., Yeo, J.S. and Sung, S.K. : Quality characteristics of Korean native chicken meat *Korean J. Poult. Sci.*, **22**, 223-231 (1995)
- Park, G.B., Ha, J.K., Jin, S.K., Park, T.S., Shin, T.S. and Lee, J.I. Effects of chilling and packing methods on physico-chemical properties of cold-stored chicken breast and thigh meats. *Korean J. Poult. Sci.*, **24**, 17-28 (1997)
- Xiong, Y.L., Cantor, A.H., Pescatore, A.J., Blanchard, S.P. and Straw, M.L. : Variations in muscle chemical composition, pH and protein extractability among eight different broiler crosses. *Poultry Sci.*, **72**, 583-588 (1993)
- Kim, J.W., Lee, J.D., Joo, J.C., Park, Y.I. and Lee, Y.H. : Spending habits of Korean chicken products. In Symposium of Korean Society for Food Science of Animal Resources, p.100 (2000)
- Lim, L.M., Lee, Y.S. and Kim, S.H. : A study on the determination of grain size of heat-treated stainless steel using digital ultrasonic signal processing techniques. *J. Acoustical Soc. Korea*, **18**, 84-93 (1999)
- Lee, E.B. and Ohtsuki, S. The development of ultrasonic pulsed doppler for the measurement of velocity distribution of underwater substances. *J. Acoustical Soc. Korea*, **18**, 17-23 (1999)
- Park, M.H. : A method for noninvasive diagnosis of bone using ultrasonic doppler method *J. Acoustical Soc. Korea*, **17**, 3-11 (1998)
- Sams, A.R. and Fern, R. : Microbial effects of ultrasonification of broiler drumstick skin *J. Food Sci.*, **56**, 247-248 (1991)
- Armerding, G.D. : Evaporation methods as applied to the food industry *Adv. Food Res.*, **15**, 303-358 (1966)
- Reynolds, J.B., Anderson, D.B., Schmidt, G.R., Theno, D.M. and Siegel, D.G. : Effects of ultrasonic treatment on binding strength in cured ham rolls *J. Food Sci.*, **43**, 866-869 (1978)
- Lyng, J.G., Allen, P. and McKenna, B.M. : The effect on aspects of beef tenderness of pre- and post-rigor exposure to a high intensity ultrasound probe. *J. Sci. Food Agric.*, **78**, 308-314 (1998)
- Kim, S.M. and Zayas, J.F. : Comparative quality characteristics of chymosin extracts obtained by ultrasound treatment. *J. Food Sci.*, **56**, 406-410 (1991)
- AOAC: *Official Methods of Analysis*. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. (1990)
- Park, C.K., Song, I.I., Nam, J.H., Moon, Y.H. and Jung, I.C. : Effect of hydrocolloids on physicochemical, textural and sensory properties of pork patties *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **29**, 586-591 (2000)
- Official Book Food*. Korean Food & Drug Administration, p.212 (2000)
- Stone, H. and Didel, Z.I. : *Sensory Evaluation Practices*. Academic press INC, New York, USA, p.45 (1985)
- SAS : *SAS/STAT User's Guide*. Release 6.03 edition, SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA (1988)
- Ang, C.Y.W. : Comparison of broiler tissues for oxidative changes after cooling and refrigerated storage *J. Food Sci.*, **53**, 1072-1075 (1988)
- Han, D., McMillin, K.W. and Godber, J.S. : Hemoglobin, myoglobin, and total pigments in beef and chicken muscles' Chromatographic determination. *J. Food Sci.*, **59**, 1279-1282 (1994)
- Nam, J.H., Park, C.K., Song, H.J., Kim, D.S., Moon, Y.H. and Jung, I.C. : Effects of freezing and refreezing treatments on chicken meat quality. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.*, **20**, 222-229 (2000)
- Hamm, R. : Biochemistry of meat hydration. *Adv. Food Res.*, **10**, 355-463 (1960)
- Moon, Y.H. and Jung, I.C. : Changes in quality of sausage processed with shrink discharge during process of smoke meat products. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**, 865-870 (1999)
- Jung, I.C. : Effect of freezing temperature on the quality of beef loin aged after thawing. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28**, 871-875 (1999)
- Jung, I.B., Jung, I.C. and Moon, Y.H. : Studies on preparation of low-fat press ham and its quality properties during storage *Korean J. Food & Nutr.*, **11**, 475-481 (1998)
- Young, L.L., Garcia, J.M., Lillard, H.S., Lyon, C.E. and Papa, C.M. : Fat content effects on yield, quality, and microbiological characteristics of chicken patties *J. Food Sci.*, **56**, 1527-1528 (1991)