

## 초음파 처리가 가열 계육의 이화학적 성질 및 기호성에 미치는 영향

박충균 · 박성하\* · 전덕수\*\* · 김현대\*\*\* · 문윤희\*\*\*\* · 정인철  
대구공업대학 식음료조리과, \*소닉스텍(주), \*\*해태제과(주),  
\*\*\*동부산대학 동남식품개발, \*\*\*\*경성대학교 식품공학과

### Effect of Ultrasonic Treatment on Physicochemical Properties and Palatability of Cooked Chicken Meat

C. K. Park, S. H. Park\*, D. S. Jeon\*\*, H. D. Kim\*\*\*,  
Y. H. Moon\*\*\*\* and I. C. Jung

*Dept. of Food Beverage and Culinary Arts, Taegu Technical College*

*\*Sonicstech, Inc.*

*\*\*Haitai Confectionary Co., Ltd.*

*\*\*\*Dong Nam Food Develop. Co., Dong Pusan College*

*\*\*\*\*Dept. Food Science and Technology, Kyungshung University*

#### Abstract

This study was carried out to investigate the effect of ultrasonic treatment on physicochemical and sensory properties of cooked chicken meat. Moisture content of ultrasonic treated breast meat was higher than that of control, fat content of control of breast and leg meat were higher than that of ultrasonic treatment, and protein of control of breast meat was higher than that of ultrasonic treatment. Hunter's L(lightness)- and a(redness)-value were not different between cooking methods, L-value of breast meat and a-value of leg meat were higher without regard to cooking method. Hunter' b(yellowness)-value was not different among cooking chicken meats. Cooking yield was not different between cooking methods, pH of ultrasonic treated chicken meats were higher than that of control. Water holding capacity and salt soluble protein extractability of ultrasonic treated breast meat were greater than that of control. Water soluble protein extractability of ultrasonic treated leg meat was higher than that of control, and shear force value was not different between cooking methods. Hardness, cohesiveness and gumminess were not different between cooking methods and parts of muscle. Springiness of ultrasonic treated leg meat was greater than that of control and chewiness of breast meat was higher than that of leg meat. Aroma, texture, juiciness and overall acceptability were not different between cooking methods, taste of ultrasonic treated leg meat was higher than that of control. In addition, the sensory scores of parts of muscle were affected greater than that of cooking methods.

Key words: ultrasonic treatment, physicochemical property, palatability, cooking method.

#### 서론

초음파는 가청 진동수보다 진동수가 많은 20 KHz 이상의 음파를 말하는데<sup>(1)</sup>, 식품산업에서

Corresponding author : I. C. Jung, Dept. of Food Beverage and Culinary Arts, Taegu Technical College.

는 거의 사용되지 않고 있다. 초음파 기술이 식품공업에 이용되기 위해서는 음파를 발생시키는 탐촉자(probe)가 고온에서도 견딜 수 있어야 하나, 현재까지는 탐촉자가 세라믹으로 구성되어 있어 높은 온도에서는 녹아버리기 때문에 가열을 필요로 하는 식품산업에서는 이용되지 못하였다. 다만 미생물 냉살균<sup>(2)</sup>, 식품 원료, 용기 및 기구의 세척<sup>(3)</sup> 등에 이용하였다. 그리고 육제품에 초음파를 사용한 경우는 열처리

를 하지는 않았지만 Reynolds 등<sup>(4)</sup>이 햄의 결합력 향상을 위하여 염지공정에 사용하였으며, Lyng 등<sup>(5)</sup>은 쇠고기의 연도에 미치는 영향을 연구한 바가 있다.

초음파 기술이 많이 이용된 분야는 건축, 금속가공, 해양수산, 의료산업 등으로써, 인간의 생활에 많은 편리함을 주었으며, 질병의 진단이나 치료 등에 이용됨으로써 국민건강에도 크게 기여하고 있는 기술이다. 초음파는 건축 구조물이나 금속의 비파괴 검사<sup>(6)</sup>, 바다에서는 선박의 이동과 어군탐지<sup>(7)</sup>, 의료용으로는 초음파 진단기술<sup>(8)</sup>이 개발되어 많이 이용되고 있다. 최근 약 400°C까지 이용할 수 있는 탐촉자를 개발하여 열처리를 필요로 하는 식품산업에서도 초음파를 이용할 수 있게 되었기에, 초음파 열처리한 식품의 품질 특성을 규명하는 것은 매우 의미있는 일이라 생각되었다.

한편 계육은 외식산업의 발달과 다양한 가공품의 개발로 소비량이 꾸준히 증가하여 1인당 연간 소비량이 1990년 4.8kg, 1994년 5.5kg, 1997년 6.1kg으로 급격하게 증가하고 있다<sup>(9,10)</sup>. 특히 최근에 발생한 구제역과 광우병으로 계육의 소비는 더욱 증가할 것으로 예상하고 있다. 따라서 돈육이나 우육과 달리 소비량이 급격히 증가하고 있는 계육을 초음파 가열육의 실험 대상으로 하는 것이 타당하다고 생각되었다. 본 연구의 목적은 초음파 가열이 계육의 이화학적 성질 및 기호성에 미치는 영향을 규명하고, 일반 가열기로 가열한 계육과의 특성 차이를 비교 검토하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 재 료

본 실험에 이용한 시료는 대구 시내의 재래시장에서 구입한 닭으로서 도체 중량은 1,020±50g 이었으며, 실험에 이용하기까지 Cryovac 진공수축필름으로 진공포장하고 -18±2°C에서 냉동저장하였다. 계육의 가열은 초음파 탐촉자가 설치되어 20KHz의 음파가 발사되는 가열기(PSH 0817, Sonicstech, Co., Korea) 내의 물 온도를 100°C에 맞추고 계육의 중심부 온도가 75°C에 달할 때까지 가열하였으며, 이것을 초음파 처리구로 하였다. 그리고 대조구는 water bath의 물 온도를 100°C에 맞추고 중심부의

온도가 75°C에 달할 때까지 가열하였다.

### 일반성분 및 색도

계육의 일반성분 중 수분은 105°C 상압가열 건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백질은 Kjeldahl 정량법으로 측정하였다<sup>(11)</sup>. 색깔은 색차계(Chromameter CR-200b, Minolta Camera Co., Japan)를 이용하여 Hunter' L(lightness), a(redness), b(yellowness)값을 측정하였으며, 이때 색보정을 위하여 사용된 표준백색판의 L=97.8, a=-6.1, b=6.5이었다.

### 조리수율 및 보수력

조리수율은 다음 식에 의하여 구하였다. 그리고 보수력은 잘게 자른 계육 10g을 취하여 water bath에서 70°C, 35분간 가열하고 상온에서 10분간 방치한 다음 1,000 rpm에서 원심분리하여 분리된 수분과 시료의 총수분량을 측정하여 다음 식에 의하여 구하였다<sup>(12)</sup>.

Cooking yield(%) =

$$\text{Cooked weight(g)}/\text{Raw weight(g)} \times 100$$

Water holding capacity(%) =

$$(1-\text{Free water}/\text{Total water}) \times 100$$

### pH

계육의 pH는 pH meter(ATI Orion 370, USA)를 이용하였는데, 유리전극을 닭고기에 직접 꽂아 측정하였다.

### 염용성 및 수용성 단백질의 추출성

계육의 염용성 및 수용성 단백질의 추출성은 Arganosa와 Marriott의 방법<sup>(13)</sup>으로 추출하고, 추출된 단백질의 농도는 mg/g으로 나타내었다.

### 전단력 및 조직감

전단력 및 조직감의 측정은 rheometer(CR-200D, SUN Scientific Co., Japan)를 이용하여 측정하고, 전단력(shear force value), 경도(hardness), 탄성(springiness), 응집성(cohesiveness), 점착성(gumminess) 및 저작성(chewiness)로 나타내었다. 전단력은 plunger No. 8번을 조직감은 2번을 이용하였으며, 측정조건은 table speed 120 mm/min, chart speed 80 mm/sec, sample height 5 mm로 측정하였다.

### 관능검사

관능검사는 10명의 관능평가 요원에 의하여 향기, 맛, 조직감, 다즙성 및 전체적인 기호성에 대하여 가장 좋다(like extremely)를 9점, 가장 나쁘다(dislike extremely)를 1점으로 하는 9점 기호척도법으로 실시하였다<sup>(14)</sup> 향기는 후각을 그리고 맛은 후각을 차단하고 혀에서 느끼는 감각으로 하였으며, 조직감은 이빨의 느낌으로 검사하였다. 그리고 다즙성은 혀에서 침이 고이는 정도로 하였으며, 전체적인 기호성은 모든 것을 종합적으로 판단케하여 잘 훈련시킨 뒤 10명이 각각 1회씩 참가하였다.

### 통계처리

얻어진 자료들에 대한 통계분석은 SAS program<sup>(15)</sup>을 이용하여 Duncan's multiple test로 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 가열 계육의 일반성분 및 색도

가열 계육의 일반성분을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 수분함량은 가슴육의 대조구가

64.6%로 초음파 처리구의 67.0%보다 현저하게 낮았으나, 다리육은 대조구 및 초음파 처리구가 각각 65.7% 및 64.0%로 반대 경향이였다. 지방함량은 가슴육의 대조구 및 초음파 처리구가 각각 2.6% 및 2.3%, 다리육은 8.7% 및 7.8%로서 대조구의 지방함량이 현저하게 높은 경향이였으며, 다리육의 지방함량이 가슴육보다 높았다. 그리고 단백질함량은 가슴육의 대조구가 초음파 처리구보다 현저히 높았으나, 다리육은 비슷한 경향이였다.

초음파 처리에 의한 일반성분의 차이는 가열 중 근육 내에 침투한 수분의 양이 지방과 단백질 함량에도 영향을 미친 것으로 판단되며, 가슴육의 초음파 처리구가 수분함량이 높은 것은 가슴육을 구성하는 근육단백질의 구조가 치밀하지 못함때다 초음파에 의한 진동으로 수분의 근육내 유입량이 많아지고, 그 결과 초음파 처리구의 지방 및 단백질함량의 상대적인 비율이 낮아진 것으로 추측된다. 또한 가슴육이 다리육에 비하여 지방함량이 낮고, 단백질함량이 높은 것은 동일 개체 내에 존재하는 근섬유의 특성이 다른데서 오는 결과로 생각된다. 본 실험의 가열 계육의 일반성분 함량은 Ang<sup>(16)</sup>의 결과와 일부 일치하는 경향이였다.

Table 1. Chemical composition of cooked chicken meat

Measurement items	Breast		Leg	
	Control	Ultrasonic	Control	Ultrasonic
Moisture	64.6±0.1 <sup>1)c2)</sup>	67.0±0.1 <sup>a</sup>	65.7±0.1 <sup>b</sup>	64.0±0.1 <sup>d</sup>
Crude fat	2.6±0.1 <sup>c</sup>	2.3±0.2 <sup>d</sup>	8.7±0.1 <sup>a</sup>	7.8±0.1 <sup>b</sup>
Crude protein	33.2±1.0 <sup>a</sup>	29.0±2.3 <sup>b</sup>	25.7±0.4 <sup>c</sup>	27.9±0.5 <sup>bc</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD(n=3)

<sup>2)</sup> Means in the same row with different superscripts are significantly different(p<0.05)

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

Measurement items	Breast		Leg	
	Control	Ultrasonic	Control	Ultrasonic
L	82.8±3.6 <sup>1)a2)</sup>	80.9±3.2 <sup>a</sup>	72.2±3.3 <sup>b</sup>	70.3±3.7 <sup>b</sup>
a	-0.8±0.9 <sup>b</sup>	-0.6±1.5 <sup>b</sup>	2.7±0.6 <sup>a</sup>	2.5±2.1 <sup>a</sup>
b	15.6±2.1 <sup>a</sup>	17.0±1.7 <sup>a</sup>	15.6±2.0 <sup>a</sup>	16.8±1.1 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD(n=3)

<sup>2)</sup> Means in the same row with different superscripts are significantly different(p<0.05)

Table 2는 가열 계육의 대조구 및 초음파 처리구의 색도를 나타낸 것이다. 가열 계육의 L(명도), a(적색도) 및 b(황색도)값은 대조구와 초음파 처리구 사이에 현저한 차이가 없는 것으로 보아, 초음파 처리에 의한 색도의 변화는 없는 것으로 생각된다. 다만 가슴육이 다리육보다 L값이 높고 a값이 현저하게 낮았다. 이러한 결과는 혈합육인 다리육의 myoglobin 함량이 많아서 a값이 높고 L값이 낮다는 Boulianne와 King<sup>(17)</sup>의 결과와 일치하는 경향이었다.

가열 계육의 수율, pH, 보수력 및 단백질 추출성

초음파 처리에 의한 가열 계육의 영향을 검토하기 위하여 조리수율, pH, 보수력, 단백질 추출성 및 전단력을 측정하고 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 대조구 및 초음파 처리구의 조리 수율은 가슴육이 각각 77.8% 및 76.2%, 다리육이 각각 84.8% 및 83.2%로 초음파 처리에 의한 영향은 없었다. 그러나 다리육의 조리수율이 가슴육보다 현저하게 높았는데, 이것은 동일개체 내에 존재하는 근원섬유의 형태가 다리육이 더 치밀하기 때문에 가열 드립의 양이 적었기 때문인 것으로 추측된다. pH는 초음파

처리구가 대조구보다 높았다. 초음파 처리구의 pH가 높은 것은 초음파 진동에 의한 단백질의 분해로 염기성 물질의 생성량이 많아진 결과로 생각되며, 다리육의 pH가 가슴육보다 높은 것에 대하여 Amato 등<sup>(18)</sup>은 다리육의 근섬유가 가슴육보다 해당작용의 활성이 더 낮기 때문이라고 설명하였다.

보수력은 초음파 처리한 가슴육이 71.8%로서 대조구의 65.7%보다 높았으며, 다리육은 초음파에 의한 영향을 받지 않았다. 염용성 단백질 추출성은 초음파 처리한 가슴육이 대조구보다 높았고, 다리육은 초음파 처리에 의한 차이는 없었으며, 가슴육이 다리육보다 현저하게 높은 경향이었다. 수용성 단백질 추출성은 초음파 처리한 다리육이 대조구보다 현저하게 높았다. 그리고 전단력은 모든 가열 계육이 765~867g 사이로 초음파 처리에 의한 현저한 차이는 나타나지 않았다.

Hamm<sup>(19)</sup>은 보수력과 단백질 추출성은 pH에 영향을 받는다고 하였으며, McCreedy와 Cunningham<sup>(20)</sup>은 가슴육의 염용성 단백질 추출성이 다리육보다 높다고 하였다. 본 실험의 결과도 pH에 따라 보수력과 염용성 단백질 추출성의 차이가 있었는데, pH가 높아지면 보수력

Table 3. Cooking loss, pH, WHC, SSP, WSP and SFV of cooked chicken meat

Measurement items	Breast		Leg	
	Control	Ultrasonic	Control	Ultrasonic
Raw weight(g, n=8)	122.3 ±14.0 <sup>1)</sup>	119.7 ±13.4	160.4 ±13.9	172.0 ±31.1
Cooked weight(g, n=8)	96.2 ±11.2	91.3 ±11.9	136.1 ±14.2	143.1 ±27.0
Cooking yield(% , n=8)	77.8 ± 2.6 <sup>b2)</sup>	76.2 ± 1.6 <sup>b</sup>	84.8 ± 2.5 <sup>a</sup>	83.2 ± 2.0 <sup>a</sup>
pH(n=3)	6.41 ± 0.05 <sup>d</sup>	6.56 ± 0.01 <sup>c</sup>	6.84 ± 0.05 <sup>b</sup>	7.01 ± 0.03 <sup>a</sup>
WHC(% , n=3) <sup>3)</sup>	65.7 ± 2.7 <sup>b</sup>	71.8 ± 4.2 <sup>a</sup>	69.9 ± 2.6 <sup>ab</sup>	73.2 ± 3.1 <sup>a</sup>
SSP(mg/g, n=3) <sup>4)</sup>	3.6 ± 0.4 <sup>b</sup>	4.6 ± 0.3 <sup>a</sup>	2.7 ± 0.3 <sup>c</sup>	3.1 ± 0.1 <sup>c</sup>
WSP(mg/g, n=3) <sup>5)</sup>	8.4 ± 0.7 <sup>b</sup>	8.6 ± 0.5 <sup>b</sup>	9.2 ± 0.5 <sup>b</sup>	13.9 ± 1.3 <sup>a</sup>
SFV(g, n=3) <sup>6)</sup>	867 ±62 <sup>a</sup>	800 ±85 <sup>a</sup>	766 ±72 <sup>a</sup>	765 ±85 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Mean ±SD

<sup>2)</sup> Means in the same row with different superscripts are significantly different(p<0.05)

<sup>3)</sup> Water holding capacity

<sup>4)</sup> Salt soluble protein extractability

<sup>5)</sup> Water soluble protein extractability

<sup>6)</sup> Shear force value

과 염용성 단백질의 추출성이 증가한다는 Richardson과 Jones<sup>(21)</sup>의 결과와 일치하였으며, 가슴육의 단백질 추출성이 높다는 Xiong 등<sup>(22)</sup>의 결과와도 일치하는 경향이였다.

#### 가열 계육의 조직적 특성

가열 계육의 조직적 특성을 분석하고 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 그 결과 가열 계육의 경도(hardness)는 2,780~3,096 dyne/cm<sup>2</sup>로 초음파 처리에 의한 영향은 없었으며, 탄성(springiness)은 다리육의 초음파 처리구가 80%로서 대조구의 72%보다 현저하게 높은 경향이였다. 가열 계육의 응집성(cohesiveness)은 51~54%, 점착성(gumminess)은 603~664g으로서 초음파나 부위에 따른 현저한 차이는 나타나지 않았다. 그리고 저작성(chewiness)은 초음파 처리에 의한 차이는 두 부위 모두 없었으며, 가슴부위가 다리부위보다 높은 결과였다. 식품은 성분 변화나 원료에 따라 조직적 특

성이 달라지고, 식품의 조직감은 인간의 관능성에 크게 영향을 미친다<sup>(23)</sup>. 기계적으로 측정된 객관적인 조직감은 지방이나 수분량이 조직감을 개선 또는 악화시키게 되는데<sup>(24)</sup>, 본 실험 결과 다리육 대조구의 탄성이 낮아 주관적 측정 수단인 관능검사에서 쫄깃함이 부족하다고 느낄 수 있을 것이다.

#### 가열 계육의 관능적 특성

가열 계육의 관능검사 결과를 Table 5에 나타내었다. 가열 계육의 향기는 초음파 처리나 근육 부위에 의한 영향은 없었다. 그러나 맛, 조직감, 다즙성 및 전체적인 기호성은 초음파 처리가 영향을 미치지 않았으나, 다리육이 가슴육보다 다소 우수한 경향이였다.

Jung 등<sup>(25)</sup>은 초음파 튀김 닭고기의 조직감, 다즙성 및 전체적인 기호성이 대조구보다 높다고 보고하였는데, 본 실험은 기름을 이용하지 않고 열수에 가열한 것이기 때문에 그들의 결

Table 4. Hardness(dyne/cm<sup>2</sup>), springiness(%), cohesiveness(%), gumminess(g) and chewiness(g) of cooked chicken meat

Measurement items	Breast		Leg	
	Control	Ultrasonic	Control	Ultrasonic
Hardness	3,067±384 <sup>1)a2)</sup>	3,096±315 <sup>a</sup>	2,780±234 <sup>a</sup>	2,945±210 <sup>a</sup>
Springiness	76±3 <sup>ab</sup>	80±3 <sup>a</sup>	72±3 <sup>b</sup>	80±3 <sup>a</sup>
Cohesiveness	51±1 <sup>a</sup>	54±3 <sup>a</sup>	52±5 <sup>a</sup>	53±3 <sup>a</sup>
Gumminess	616±50 <sup>a</sup>	603±20 <sup>a</sup>	664±48 <sup>a</sup>	634±22 <sup>a</sup>
Chewiness	166±18 <sup>a</sup>	170±14 <sup>a</sup>	132±16 <sup>b</sup>	135±12 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD(n=3)

<sup>2)</sup> Means in the same row with different superscripts are significantly different(p<0.05)

Table 5. Sensory score of cooked chicken meat

Sensory traits	Breast		Leg	
	Control	Ultrasonic	Control	Ultrasonic
Aroma	7.2±0.8 <sup>1)a2)</sup>	7.3±0.9 <sup>a</sup>	7.2±0.6 <sup>a</sup>	7.3±0.7 <sup>a</sup>
Taste	7.3±0.5 <sup>b</sup>	7.4±0.7 <sup>ab</sup>	7.9±0.9 <sup>ab</sup>	8.1±1.0 <sup>a</sup>
Texture	6.9±0.9 <sup>c</sup>	7.2±0.9 <sup>bc</sup>	7.9±0.7 <sup>ab</sup>	8.1±0.9 <sup>a</sup>
Juiciness	7.2±0.8 <sup>b</sup>	7.6±1.0 <sup>ab</sup>	7.9±0.9 <sup>ab</sup>	8.3±0.8 <sup>a</sup>
Overall acceptability	7.3±0.7 <sup>b</sup>	7.4±1.0 <sup>b</sup>	8.0±0.8 <sup>ab</sup>	8.2±0.8 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Mean±SD (n=10)

<sup>2)</sup> Means in the same row with different superscripts are significantly different(p<0.05)

과와 다소 다르게 나타났다. 그러나 다리육의 기호도가 가슴육보다 높다고 한 결과는 그들과 일치하는 경향이였다. 다리육의 기호성이 높은 것에 대해 Nam 등<sup>(12)</sup>은 지방함량이 높은 다리육이 가슴육보다 더 부드러운 맛을 느끼게 하기 때문이라고 해석하였다.

이상의 결과에서 초음파를 이용하여 식육을 가열하였을 때의 품질 및 기호성이 대조구와 비슷하거나 유의적인 차이는 없지만 다소 우수한 것으로 나타났다. 그리고 식육을 가열할 때 초음파를 이용하게 되면 식육 내부로의 열의 침투가 빨라서 가열 시간을 단축시킬 수 있기 때문에 초음파를 식육가공업에 이용하면 여러 가지 유의한 점들이 많을 것으로 생각된다. 따라서 초음파를 식육가공에 이용하여 새로운 가공기술들이 확립되어 식품산업이 발달하기 위해서는 여기에 대한 연구가 앞으로 꾸준히 이루어져야 하겠다.

### 요 약

본 연구는 초음파가 가열 계육의 이화학적 성질 및 기호성에 미치는 영향을 검토하기 위하여 실시하였다. 수분함량은 초음파 처리한 가슴육이 67.0%로 대조구 64.6%보다 높았고, 지방함량은 가슴육 및 다리육의 대조구가 초음파 처리구보다 높았으며, 단백질함량은 대조구 가슴육이 초음파 처리구보다 높았다. Hunter' L 및 a값은 초음파 처리에 의한 영향은 없었으나, L값은 가슴육이 그리고 a값은 다리육이 높았다. 그러나 b값은 시료들 사이에 차이가 없었다. 조리수율은 초음파 처리에 의한 영향은 없었고, pH는 초음파 처리구가 대조구보다 높았다. 보수력 및 염용성 단백질 추출성은 초음파 처리한 가슴육이 대조구보다 높았으며, 수용성 단백질 추출성은 다리육의 초음파 처리구가 대조구보다 높았다. 그러나 전단력가는 시료들 사이에 차이가 없었다. 경도, 응집성 및 점착성은 초음파 처리나 근육의 부위에 따른 차이는 없었으나, 초음파 처리한 다리육의 탄성이 대조구보다 높았고, 저작성은 가슴육이 다리육보다 높았다. 가열 계육의 향기는 시료들 사이에 차이가 없었으나, 맛, 조직감, 다즙성 및 종합적인 기호성은 초음파에 의한 영향은 없었다. 그러나 관능성은 초음파 처리보다는 근육

의 부위가 영향을 더 크게 미친 것으로 나타났다.

### 참고문헌

1. 전만진, 박성욱, 홍시영, 최권규: 초음파 검사학, 대학서림, 서울, p. 2 (1997).
2. Sams, A. R. and Fera, R.: Microbial effects of ultrasonification of broiler drumstick skin. *J. Food Sci.*, 56, 247 (1991).
3. Armerding, G. D.: Evaporation methods as applied to the food industry. *Adv. Food Res.*, 15, 303 (1966).
4. 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 (1978).
5. 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 (1998).
6. 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 Society of Korea*, 18, 84 (1999).
7. Lee, E. B. and Ohtsuki, S.: The development of ultrasonic pulsed doppler for the measurement of velocity distribution of underwater substances. *J. Acoustical Society of Korea*, 18, 17 (1999).
8. Park, M. H.: A method for noninvasive diagnosis of bone using ultrasonic doppler method. *J. Acoustical Society of Korea*, 17, 3 (1998).
9. Kweon, Y. J., Yeo, J. S. and Sung, S. K.: Quality characteristics of Korean native chicken meat. *Korean J. Poult. Sci.*, 22, 223 (1995).
10. 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 chic-

- ken breast and thigh meats. *Korean J. Poult. Sci.*, 24, 17 (1997).
11. AOAC: Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC. (1990).
  12. Nam, J. H., Park, C. K., Song, H. I., 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 (2000).
  13. Arganosa, G. C. and Marriott, N. G.: Organic acids as tenderizers of collagen in restructured beef. *J. Food Sci.*, 54, 1173 (1989).
  14. Stone, H. and Didel, Z. L.: Sensory evaluation practices. Academic press INC, New York, USA, p. 45 (1985).
  15. SAS: SAS/STAT User's Guide. Release 6.03 edition, SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA (1988).
  16. Ang, C. Y. W.: Comparison of broiler tissues for oxidative changes after cooking and refrigerated storage. *J. Food Sci.*, 53, 1072 (1988).
  17. Boulianne, M. and King, A. J.: Meat color and biochemical characteristics of unacceptable dark-colored broiler chicken carcasses. *J. Food Sci.*, 63, 759 (1998).
  18. Amato, P. M., Hamman, D. D., Ball, H. R. and Foegeding, E. A.: Influence of poultry species, muscle groups, and NaCl level on strength, deformability, and water retention in heat-set muscle gels. *J. Food Sci.*, 54, 1136 (1989).
  19. Hamm, R.: Biochemistry of meat hydration. *Adv. Food Res.*, 10, 355 (1960).
  20. McCreedy, S. T. and Cunningham, F. E.: Salt soluble proteins of poultry meat. 1. Compositional and emulsifying capacity. *Poultry Sci.*, 50, 243 (1971).
  21. Richardson, R. I. and Jones, J. M.: The effects of salt concentration and pH upon water-binding, water-holding and protein extractability of turkey meat. *Int. J. Food Sci. Tech.*, 22, 683 (1987).
  22. 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 (1993).
  23. Song, H. I., Moon, G. I., Moon, Y. H. and Jung, I. C.: Quality and storage stability of hamburger during low temperature storage. *Korean J. Food Sci. Resour.*, 20, 72(2000).
  24. Gregg, L. L., Claus, J. R., Hackney, C. R. and Marriott, N. G.: Low-fat, high added water bologna from massaged minced batter. *J. Food Sci.*, 58, 259 (1993).
  25. Jung, I. C., Park, S. H. and Moon, Y. H.: Effect of ultrasonic treatment on the quality of frying chicken meat. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 30, in press (2001).

---

(2001년 2월 23일 접수).