



초음파 처리가 튀김 닭고기의 품질, 아미노산 및 지방산 조성에 미치는 영향

정인철¹ · 양종범² · 현재석³ · 이종호⁴ · 문윤희*

¹대구공업대학 식음료조리과, ²동남보건대학 식품생명과학과, ³제주산업정보대학 관광식품산업계열
⁴대림대학 호텔외식산업경영학과, 경성대학교 식품공학과

Effect of Ultrasound Treatment on the Quality, Amino Acid and Fatty Acid Composition of Fried Chicken

In-Chul Jung¹, Jong-Bum Yang², Jae-Suk Hyun³, Jong-Ho Lee⁴, and Yoon-Hee Moon*

¹Department of Food, Beverage and Culinary Arts, Daegu Technical College

²Department of Food Science and Biotechnology, Dongnam Health College

³Division of Tourism Industry, Jeju College of Technology

⁴Department of Hotel and Restaurant Management, Daelim College

Department of Food Science and Technology, Kyungsoong University

Abstract

This study was carried out to investigate the effect of ultrasound treatment on the quality, amino acid and fatty acid composition of fried chicken meat. The moisture content of raw chicken meat was higher than fried chicken meat, but the crude protein and fat were lower than those of fried chicken meat. The moisture and crude fat of ultrasonic fried chicken meat were higher than those of control. The crude protein of breast meat was higher than leg meat, but the moisture and crude fat were lower than leg meat. The ultrasonic treatment did not affect on calorie of the fried chicken meat. The pH of leg meat was higher than breast meat, and the fried loss of breast meat was higher than leg meat. Frying loss of the leg meat was higher than that of control when ultrasonic treated. The Hunter's L* value of ultrasonic treated breast meat was higher than control, but the leg meat were not significantly different between ultrasonic treatment and control. The a* value of leg meat was higher than breast meat, and b* value of breast meat was higher than leg meat. And the b* value of ultrasonic treatment was higher than control. The glutamic acid and aspartic acid were major amino acids in chicken meat. The palmitic acid (C_{16:0}) and oleic acid (C_{18:1}) by fried were decreased, and the linoleic acid (C_{18:2}) was increased. But the fatty acid composition by ultrasonic treatment were not changed.

Key words : fried chicken, ultrasonic treatment, quality, amino acid, fatty acid

서 론

식품 가공 기술의 발달로 다양한 가열방법들이 개발되어 이용되고 있다. 가열의 가장 큰 목적은 살균에 있겠지만 이외에도 여러 가지 품질 특성에 미치는 가열방법의 영향도 많이 연구되어 있다. 식육 및 식육 제품의 경우 가열은 살균 외

에 조직감 및 기호성 개선에 중점을 둔 연구들이 많이 이루어져 있다. Berry(1994)는 가열온도가 우육 patty의 이화학 및 관능적 특성에 미치는 영향을 연구하였고, Davis와 Franks(1995)는 가열온도가 계육의 색깔 및 myoglobin의 변성에 미치는 영향에 관하여 연구하였다. 또 Moon 등(2001)은 가열조건이 돈육의 조직적, 관능적 특성에 미치는 영향에 대하여 연구한 바가 있다.

이전에는 식품과 관련된 초음파의 사용은 식품 용기 및 야채류의 세척(Armerding, 1966), 물질의 추출(Kim and Zayas, 1991), 저온에서 미생물 사멸(Sams and Ferial, 1991) 및 상층작용(Sierra and Boucher, 1971)에 이용하였다. 그리고 식육

* Corresponding author : Yoon-Hee Moon, Department of Food, Science and Technology, Kyungsoong University, Busan 608-736, Korea. Tel: 82-51-620-4711, Fax: 82-51-622-4986, E-mail: yhmoon@ks.ac.kr

의 경우는 햄제조시 염지공정(Reynolds *et al.*, 1978), 우육의 연도에 미치는 초음파의 영향(Lyng *et al.*, 1998), 낮은 강도에서 초음파가 우육의 색, 품질 및 저장성에 미치는 영향(Pohlman *et al.*, 1997)에 관하여 연구한 결과들이 보고되어 있다. 다른 산업에서는 초음파가 많이 이용되고 있는데, 의료 장비(Park, 1998), 비파괴 검사기(Lim *et al.*, 1999), 해양수산업의 어군 탐지기(Lee and Ohtsuki, 1999) 등에 사용되고 있다.

최근에는 고온 적용 초음파 가열기 및 튀김기가 개발되어 일부 연구가 이루어지고 있는데, 가열 식품에 초음파를 이용한 경우는 현재까지 찾아볼 수 없었다. Jung 등(2001)은 초음파 처리한 튀김 계육의 품질 특성을 연구하였고, Park 등(2001)은 초음파를 이용한 열탕 가열 계육의 이화학적 성질 및 기호성에 관하여 연구한 것이 고온 적용 초음파에 관한 모든 것이라고 할 수 있다. 이렇게 초음파 가열기 및 튀김기를 이용한 식품들에 대한 연구가 전무한 실정이므로 이에 대한 연구는 앞으로 꾸준히 이루어져야 할 것이다. 본 연구는 초음파를 이용하여 닭고기를 튀기고 초음파가 닭고기의 품질, 아미노산 및 지방산 조성에 미치는 영향을 일반 튀김기로 튀긴 대조구와 비교, 검토하였다.

재료 및 방법

재 료

본 실험에 이용한 닭고기는 대구 시내의 H 할인 마트에서 구입한 동결된 닭고기로서 중량은 702±18 g(40수)이었으며, 구입 즉시 해동한 후 가슴과 다리 부위를 해체하고 실험에 이용하였다. 생육은 해체 후 그대로 분석에 이용하였고, 튀김 닭고기는 180℃에서 자동 시간 조절기로 10분간 튀겼으며, 대조구는 전기 튀김기(Shinyoung Ind., Korea)를 이용하고, 초음파 처리구는 전기 튀김기에 초음파 발생장치(PSH 0817, Sonicstec. Co., Korea)를 부착하여 이용하였는데 초음파 처리구의 초음파 발생은 10분간의 튀김 중 7분간 초음파를 주사하였다. 그리고 대조구 및 초음파 튀김에 사용한 콩기름은 (주) 롯데삼강에서 생산된 것을 이용하였다.

일반성분, 열량 및 pH

일반성분 분석은 AOAC법(1995)에 준하였으며, 수분은 상압가열건조법, 조단백질은 semimicro Kjeldahl법을 이용하였고, 조지방은 Soxhlet법을 이용하였다. 그리고 열량 측정은 열량계(PARR 1351 Bomb Calorimeter, USA)를 이용하여 측정하였으며, pH는 pH meter(ATI Orion 370, USA)의 유리전극을 닭고기의 근육에 꽂아 측정하였다.

튀김감량

닭고기의 튀김감량은 다음 식에 의하여 구하였다.

$$\text{Frying loss(\%)} = \frac{\text{Raw weight(g)} - \text{Frying weight(g)}}{\text{Raw weight(g)}} \times 100$$

색 도

색도는 다리육과 가슴육의 표면 부위를 색차계(Chromameter(CR-200b, Minolta Camera Co., Japan)를 이용하여 측정하였으며, 이 때 색보정을 위한 표준 백색판의 L*, a* 및 b*값은 각각 97.8, -6.1 및 6.5였다.

아미노산 조성

튀김 닭고기의 아미노산 분석은 시료 약 0.02 g에 6 N HCl 15 mL를 가하여 110℃에서 24시간 가수분해하고 55℃에서 감압 농축하였다. 그리고 pH 2.2(citric acid) dilution buffer를 이용하여 25 mL로 정용한 후 아미노산 분석기(Amino acid analyzer S433, Sykam, Germany)로 분석하였다. 분석에 사용된 column 및 분석조건은 column size 4 mm×150 mm, absorbance 570 nm and 440 nm, reagent flow rate 0.25 mL/min, buffer flow rate 0.45 mL/min, reactor temperature 120℃, reactor size 15 m이었다(Nam *et al.*, 2002).

지방산 조성

닭고기의 지질을 Folch법(1957)에 의하여 정제하고, 14% BF₃-methanol 용액을 사용하여 methylation시켜 이를 GC (Gas Chromatography SRI 8610C, USA)로 분석하였다. 이 때의 분석에 사용된 column 및 분석조건은 column:Quadrex, 30 M, bonded carbowax 0.25 nm I.D×0.25 μm film, injector temperature: 250℃, carrier gas: He, flow(gas pressure): 18 psi, split: 1:50이었다.

통계처리

이상의 실험에서 얻어진 결과에 대한 통계 분석은 SAS program(1988)을 이용하여 분산분석 후 유의성이 인정되는 경우 Duncan의 다중검정법으로 평균값 간의 유의성을 검정하였다(p<0.05).

결과 및 고찰

일반성분, 칼로리 및 튀김 감량

닭고기를 일반 튀김기와 초음파 튀김기로 튀긴 것과 튀기지 않은 생육의 일반성분, calorie, pH 및 튀김 감량을 비교하고 그 결과를 Table 1에 나타내었다. 생육의 분석은 튀김에 의하여 닭고기의 성분 변화가 어떻게 일어나는지 관찰하기

Table 1. Proximate composition, calorie, pH and frying loss of fried chicken meat treated by ultrasound

Measurement items	Breast			Leg		
	Raw meat	Control	Ultrasonic	Raw meat	Control	Ultrasonic
Moisture(%)	75.0 ^a	53.5 ^c	54.8 ^d	76.4 ^a	60.1 ^c	63.1 ^b
Crude protein(%)	23.8 ^d	38.5 ^a	39.9 ^a	18.5 ^c	31.5 ^b	28.1 ^c
Crude fat(%)	1.1 ^f	5.0 ^d	5.9 ^c	3.2 ^c	6.8 ^b	7.0 ^a
Calorie(kcal/g)	5.5 ^c	5.9 ^b	5.9 ^b	5.8 ^b	6.2 ^a	6.3 ^a
pH	6.54 ^b	6.72 ^b	6.77 ^b	7.12 ^a	6.80 ^{ab}	7.15 ^a
Frying loss(%)	-	47.9 ^a	47.2 ^a	-	37.5 ^b	32.0 ^c

^{a-c} Means in the same row with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

위하여 실시하였다. 수분함량은 생육이 튀김육보다 높았고, 대조구가 초음파 처리구보다 낮았으며, 튀긴 다리육이 가슴육보다 높은 경향이였다. 단백질 함량은 튀김 닭고기가 생육보다 높았고, 가슴육이 다리육보다 높았다. 그리고 지방 함량은 초음파 처리구가 대조구보다 높았으며, 다리육이 가슴육보다 높게 나타났다. 초음파 처리구와 대조구의 일반성분의 차이는 초음파의 진동에 의한 튀김기름의 내부 침투가 상대적으로 큰 초음파 처리구의 지방함량이 높아지면서 수분 및 단백질 함량이 상대적으로 변화된 것으로 생각된다. 따라서 지방함량이 높은 다리육이나 초음파 처리구가 더 부드러운 맛을 느끼게 할 것으로 판단된다.

튀김 닭고기의 칼로리는 튀김방법에 의한 차이는 없었지만, 생육보다는 튀김 닭고기가 높고, 가슴육보다는 다리육이 높았는데 이것은 지방함량이 영향을 미친 것으로 생각된다. 또한 pH는 다리육이 가슴육보다 높았다. 튀김 감량의 경우, 가슴육은 대조구와 초음파 처리구 사이에 유의한 차이가 없었지만, 다리육은 초음파 처리구가 대조구보다 낮게 나타났으며, 다리육이 가슴육보다 낮았다.

가열에 의한 닭고기의 성분 조성에 관한 연구들은 많이 이루어져 왔다. Park 등(2001)은 가열 닭고기의 수분 함량은 가슴육 및 다리육이 각각 64.6 및 65.7%, 단백질 함량은 각각 33.2 및 25.7%, 지방 함량은 각각 2.6 및 8.7%라고 하였으며, Ang(1988)은 가열 닭고기의 수분 함량은 가슴육 및 다리육이 각각 70.50 및 67.21%, 단백질 함량은 각각 26.08 및 23.55%, 지방 함량은 각각 1.54 및 7.85%라고 보고하였다. 본 실험 결과도 가슴육의 단백질 함량이 높고, 다리육의 지방 함량이 높은 것은 이들의 결과와 유사하였다. 그러나 본 실험 결과 수분함량은 그들의 결과보다 낮고, 지방 및 단백질의 함량은 높게 나타났는데, 이것은 가열방법에 의한 차이로 생각된다.

튀김 감량의 경우, 초음파 처리구가 대조구보다 낮은 것은 초음파의 진동에 의한 튀김 기름의 침투로 수분손실을 대체하거나 수분이 손실되지 않도록 포집하는 역할을 한 것이고, 다리육이 가슴육보다 튀김 감량이 낮은 것도 지방 함량의 차

이에서 기인하는 것으로 판단된다(Jung *et al.*, 2001). 그리고 Moon과 Jung(1999)은 가열에 의한 액즙의 손실은 경제적, 영양적, 기호적 측면에서 나쁜 영향을 미친다고 하여서 본 연구의 초음파 처리한 튀김 닭고기의 기호성이 우수할 것으로 예상되었다.

색 도

생육, 일반 튀김기를 이용한 튀김 닭고기 및 초음파 조사 장치를 한 튀김기로 튀긴 닭고기의 색깔은 Table 2와 같다. 튀김에 의해서 L*값 및 b*값은 높아지고 a*값은 낮아지는 경향이였다. 그리고 가슴육은 L*값이 높고, 다리육은 a*값이 높았으며, b*값은 가슴육과 다리육이 유사하였다. 초음파 처리가 다리육에는 영향을 미치지 않았지만, 가슴육의 경우는 초음파 처리구의 L*값이 대조구보다 높았으며, b*값은 대조구가 높게 나타났다.

고기는 가열에 의하여 myoglobin이 변성되어 육색이 연하여져 L*값이 높아지고 a*값이 낮아지는데(Park *et al.*, 2000) 본 연구의 튀김육이 생육과의 색깔에 차이가 있는 것은 가열에 의한 것이고, 가슴육이 다리육보다 L*값이 높고 a*값이 낮은 것은 다리육은 혈합육이기 때문에 myoglobin의 함량이 가슴육보다 높아서 나타난 결과이다(Boulianne and King, 1998).

Table 2. Hunter color value of fried chicken meat treated by ultrasound

Hunter's value	Breast			Leg		
	Raw meat	Control	Ultrasonic	Raw meat	Control	Ultrasonic
L*	57.3 ^c	77.3 ^{bc}	82.5 ^a	47.8 ^f	73.2 ^{cd}	70.85 ^d
a*	1.5 ^b	-3.2 ^d	-2.3 ^{cd}	9.7 ^a	0.4 ^{bc}	1.1 ^b
b*	14.5 ^c	20.6 ^a	17.8 ^b	12.2 ^c	19.4 ^{ab}	17.6 ^b

^{a-f} Means in the same row with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

Table 3. Amino acid composition of fried chicken meat treated by ultrasound (g/100 g protein)

Amino acids	Breast			Leg		
	Raw meat	Control	Ultrasonic	Raw meat	Control	Ultrasonic
Asp	8.31 ^a	7.03 ^{ab}	6.93 ^b	7.12 ^{ab}	7.42 ^{ab}	6.61 ^b
Thr	3.89	3.30	3.25	3.43	3.56	3.18
Ser	3.47	2.94	2.89	3.18	3.27	2.97
Glu	13.25 ^a	10.88 ^b	10.98 ^b	12.39 ^{ab}	12.37 ^{ab}	11.21 ^{ab}
Pro	3.13	2.81	2.50	2.70	3.07	2.81
Gly	3.91	3.29	3.24	3.65	3.79	3.63
Ala	4.93	4.30	3.70	4.39	4.47	4.03
Cys	0.83	1.47	1.40	1.13	0.95	1.11
Val	4.04	3.56	3.11	3.50	3.62	3.31
Met	2.02	1.94	1.83	1.92	1.76	1.74
Ile	3.96	3.51	3.47	3.52	3.54	3.23
Leu	6.94	6.01	6.02	6.19	6.20	5.64
Tyr	2.93	2.60	2.55	2.53	2.45	2.38
Phe	3.45	2.74	2.88	3.12	2.95	2.88
His	3.61 ^a	3.79 ^a	3.57 ^a	2.09 ^b	1.99 ^b	1.84 ^b
Lys	7.76	6.56	6.40	6.96	7.01	6.30
Arg	6.21	4.98	5.37	5.78	5.89	5.45
Total	82.64	71.71	70.09	73.60	74.31	68.32

^{a,b} Means in the same row with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

아미노산 및 지방산 조성

생육과 튀김 닭고기의 아미노산 조성을 분석하고 그 결과를 Table 3에 나타내었다. 총아미노산 함량은 가슴육이 높고, 가열에 의하여 총아미노산 함량은 감소하는 경향이었는데 일반 튀김기로 튀긴 닭고기보다 초음파로 튀긴 닭고기의 함량이 더 낮았다. 아미노산 중 histidine은 가슴육이 다리육보다 유의적으로 높았으나 그 외의 아미노산들은 차이가 없었다. 초음파에 의한 영향은 aspartic acid를 제외하고는 영향을 받지 않았다. 그리고 조성 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, lysine 등의 순으로 함유되어 있었다. 필수아미노산은 lysine이 가장 많은 조성을 이루고 있었고, 그 외의 필수아미노산인 leucine, isoleucine, valine, threonine, phenylalanine과 methionine 등도 골고루 분포되어 있었다. 그러나 튀김 닭고기의 특이한 사항은 찾아볼 수 없었다.

닭고기의 지방산 조성을 분석하고 그 결과를 Table 4에 나타내었다. 포화지방산으로는 palmitic acid(C_{16:0})가 가장 많이 함유되어 있었고, 불포화지방산은 oleic acid(C_{18:1})와 linoleic acid(C_{18:2})가 가장 많았다. 그리고 튀김에 의해서 palmitic acid 및 oleic acid는 감소하는 반면 linoleic acid는 증가하였는데, 이것은 콩기름의 지방산 조성이 닭고기의 근육내로 침투하여 일어난 결과로 판단된다. 본 실험을 위한 예비실험에서 콩기름은 닭고기보다 palmitic acid 및 oleic

acid가 적고, linoleic acid가 많이 함유되어 있었다. 그리고 부위에 따른 지방산 조성의 차이는 뚜렷하지 않았고, 대조구와 초음파 튀김 닭고기 사이에도 특이한 차이점은 없었다.

아미노산이나 지방산은 닭고기의 맛과 향에 관여하는 물질로 알려져 있다. 특히 지방산은 carbonyl 화합물의 중요한 공급원으로서 풍미의 전구물질 역할을 하며, 가열된 고기의 풍미성분의 약 90%가 지질에서 유래하고, 나머지 약 10%는 당과 아미노산에 의한 maillard 반응, 근육내의 산, 당, ATP 관련 화합물의 복합작용에 의하여 나타나기 때문에(Shin *et al.*, 1998; Baily, 1983), 닭고기에 함유되어 있는 아미노산이나 지방산은 기호성에 미치는 영향이 클 것으로 판단된다.

이상의 결과에서 튀김기에 초음파 주사 장치를 부착하였을 때 열의 침투가 빨라서 가열시간을 단축시킬 수 있었으며, 일반 튀김기로 튀긴 닭고기와의 품질 차이가 거의 없어서 식품산업에의 응용이 가능하다고 판단된다. 그러기 위해서는 초음파를 이용한 가열 식품에 대한 연구가 꾸준히 이루어지는 것이 바람직한 것으로 생각된다.

요 약

본 연구는 초음파가 튀김 닭고기의 품질, 아미노산 및 지방산 조성에 미치는 영향을 검토하기 위하여 실시하였다. 수

Table 4. Fatty acid composition of fried chicken meat treated by ultrasound

(g/100 g fat)

Fatty acids	Breast			Leg		
	Raw meat	Control	Ultrasonic	Raw meat	Control	Ultrasonic
C14:0	1.47	trace	trace	0.94	0.50	1.24
C16:0	23.44 ^a	12.91 ^c	15.25 ^c	21.15 ^a	18.18 ^b	19.73 ^b
C16:1	4.84 ^a	1.06 ^b	trace	5.51 ^a	3.92 ^a	4.42 ^a
C18:0	4.18 ^a	0.73 ^b	4.32 ^a	3.75 ^a	3.34 ^a	3.11 ^a
C18:1	39.55 ^{ab}	31.88 ^c	30.32 ^c	40.86 ^a	37.56 ^b	37.54 ^b
C18:2	21.18 ^c	43.76 ^a	47.36 ^a	21.40 ^c	32.45 ^b	30.44 ^b
C18:2 trans-9, 12	trace	5.01 ^a	trace	0.60 ^c	2.09 ^b	0.66 ^c
C20:1	trace	0.39	trace	0.50	0.38	trace
C20:2	trace	0.14	trace	trace	trace	trace
C20:3	trace	0.10	trace	1.89	1.15	1.31
C20:5	trace	0.31	trace	trace	trace	trace
C21:0	1.37	1.35	trace	trace	trace	trace
C22:2	0.53	0.37	trace	0.53	trace	trace
Unknown	2.86 ^a	1.39 ^b	trace	2.86 ^a	0.45 ^c	1.55 ^b
Total	100	100	100	100	100	100

^{a-c} Means in the same row with different superscripts are significantly different ($p < 0.05$).

분함량은 생육이 튀김 닭고기보다 높았으며, 조단백질 및 조지방 함량은 튀김 닭고기가 높았다. 초음파 튀김 닭고기의 수분 및 조지방 함량은 대조구보다 높았다. 그리고 가슴육의 조단백질 함량이 다리육보다 높았으나, 수분 및 조지방 함량은 더 낮았다. 칼로리는 다리육이 가슴육보다 높았으나 초음파에 의한 영향은 없었다. 그리고 pH는 다리육이 높았고, 튀김감량은 가슴육이 다리육보다 높았다. 가슴육은 초음파에 의한 튀김 감량의 영향은 없었지만 다리육은 초음파 처리구가 대조구보다 낮게 나타났다. 색도의 결과에서 가슴육의 L* 값은 초음파 처리구가 대조구보다 높았으나 다리육은 차이가 없었다. 그리고 a* 값은 다리육이 높고, b* 값은 가슴육이 높았으며, 초음파 처리구의 b* 값이 대조구보다 높은 경향이 있었다. 아미노산 조성은 glutamic acid와 aspartic acid가 많이 함유되어 있었다. 지방산 조성은 튀김에 의하여 palmitic acid(C_{16:0}) 및 oleic acid(C_{18:1})는 감소하고, linoleic acid(C_{18:2})는 증가하였다. 그러나 초음파 처리에 의한 지방산 조성의 변화는 없는 것으로 나타났다.

참고문헌

- Ang, C. Y. W. (1988) Comparison of broiler tissues for oxidative changes after cooking and refrigerated storage. *J. Food Sci.* **53**, 1072-1075.
- AOAC (1995) Official method of analysis. 16th ed, Association of Official Analytical Chemists, Virginia, USA.
- Armerding, G. D. (1966) Evaporation methods as applied to the food industry. *Adv. Food Res.* **15**, 303-358.
- Baily, M. E. (1983) The Maillard reaction and meat flavor. In: The Maillard reaction in food and nutrition. Waller G. R. and Feather M. S. (eds), American Chemical Society, Washington DC, pp. 169.
- Berry, B. W. (1994) Fat level, high temperature cooking and degree of doneness affect sensory, chemical and physical properties of beef patties. *J. Food Sci.* **59**, 10-14.
- Boulianne, M. and King, A. J. (1998) Meat color and biochemical characteristics of unacceptable dark-colored broiler chicken carcasses. *J. Food Sci.* **63**, 759-762.
- Davis, C. E. and Franks, D. L. (1995) Effect of end-point temperature and storage time on color and denaturation of myoglobin in broiler thigh meat. *Poultry Sci.* **74**, 1699-1702.
- Folch, J., Lees, M., and Sloane-Stanley, G. H. (1957) A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* **226**, 497-507.
- Jung, I. C., Park, S. H., and Moon, Y. H. (2001) Effect of ultrasonic treatment on the quality of frying chicken meat. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 256-260.

10. Kim, S. M. and Zayas, J. F. (1991) Effects of ultrasound treatment on the properties of chymosin. *J. Food Sci.* **56**, 926-930.
11. Lee, E. B. and Ohtsuki, S. (1999) The development of ultrasonic pulsed doppler for the measurement of velocity distribution of underwater substances. *J. Acoustical Soc. Korea* **18**, 17-23.
12. Lim, L. M., Lee, Y. S., and Kim, S. H. (1999) 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.
13. Lyng, J. G., Allen, P., and McKenna, B. M. (1998) 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.
14. Moon, Y. H. and Jung, I. C. (1999) Changes in quality of sausage processed with shrink discharge during process of smoke meat products. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **28**, 865-870.
15. Moon, Y. H., Kim, Y. K., Koh, C. W., Hyon, J. S., and Jung, I. C. (2001) Effect of aging period, cooking time and temperature on the textural and sensory characteristics of boiled pork loin. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **30**, 471-476.
16. Nam, J. H., Song, H. I., Park, C. K., Park, S. H., Kim, D. W., Moon, Y. H., and Jung, I. C. (2002) Effects of ultrasonic treatment time on the quality and palatability of fried chicken meat. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **22**, 115-121.
17. Park, C. K., Park, S. H., Jeon, D. S., Kim, H. D., Moon, Y. H., and Jung, I. C. (2001) Effect of ultrasonic treatment on physicochemical properties and palatability of cooked chicken meat. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **21**, 126-132.
18. Park, C. K., Song, H. I., Nam, J. H., Moon, Y. H., and Jung, I. C. (2000) Effect of hydrocolloids on physicochemical, textural and sensory properties of pork patties. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **29**, 586-591.
19. Park, M. H. (1998) A method for noninvasive diagnosis of bone using ultrasonic doppler method. *J. Acoustical Soc. Korea* **17**, 3-11.
20. Pohlman, F. W., Dikeman, M. E., and Zayas, J. F. (1997) The effect of low-density ultrasound treatment on shear properties, colour stability and shelf life of vacuum-packaged beef semitendinosus and biceps femoris muscles. *Meat Sci.* **45**, 329-337.
21. Reynolds, J. B., Anderson, D. B., Schmidt, G. R., Theno, D. M., and Siegel, D. G. (1978) Effects of ultrasonic treatment on binding strength in cured ham rolls. *J. Food Sci.* **43**, 866-869.
22. Sams, A. R. and Fera, R. (1991) Microbial effects of ultrasonification of broiler drumstick skin. *J. Food Sci.* **56**, 247-248.
23. SAS (1988) SAS/STAT User's Guide. Release 6.03 edition, SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA.
24. Shin, K. K., Park, H. I., Lee, S. K., and Kim, C. J. (1998) Studies on fatty acids composition of different portions in various meat. *Korean J. Food Sci. Ani. Resour.* **18**, 261-268.
25. Sierra, G. and Boucher, R. M. (1971) Ultrasonic synergistic effects in liquid-phase chemical sterilization. *Appl. Microbiol.* **22**, 160-164.
26. Stone, H. and Didel, Z. L. (1985) Sensory Evaluation practices. Academic Press Inc., NY, USA, pp. 45.

(2005. 1. 21. 접수 ; 2005. 3. 30. 채택)