

타조 도축 공정에 따른 도체 특성 변화 및 부위에 따른 타조육의 물리적 특성에 관한 연구

홍근표 · 김천제 · 이성¹ · 민상기[†]

건국대학교 축산식품생물공학전공, ¹한서대학교 식품생물공학과

Studies on Changes of Carcass Characteristics during Slaughtering Process and Physical Properties of Ostrich Muscles

G. P. Hong, C. J. Kim, S. Lee¹ and S. G. Min[†]

Department of Food Science and Biotechnology of Animal Resources, Konkuk University

¹Department of Food and Biotechnology, Hanseo University

ABSTRACT This study was carried out to investigate the changes in carcass characteristics during slaughter process and to evaluate the physical properties of ostrich muscles. After bleeding, pH of carcass was declined rapidly and showed 5.89 of final pH, whilst temperature was slightly decreased during slaughter process. Carcass of ostrich yielded 49.3%. For the comparison between muscles, *m. gastrocnemius* and *m. iliofemoralis externus* showed a significantly high pH ($P<0.05$). The muscle of which pH tended to be high in water holding capacity (WHC), however, *m. gastrocnemius* showed a significantly low WHC ($P<0.05$) due to low moisture content. *M. obturatorius medialis* showed the significantly lower shear force, whilst *m. gastrocnemius* was higher than other muscles ($P<0.05$). Therefore the results indicated that the production of high quality carcass was to reduce the time during slaughter process, and that high WHC and tenderness of ostrich meat had a potential application as a substitutional species to other animals.

(Key words : ostrich, carcass, slaughter process, physical, tenderness)

서 론

주금류(*ratites*)에 속하는 타조는 야생 조류로 번식되어 왔으나, 깃털의 우수성이 발견되면서 사람들로 부터 상품성을 인정 받게 되었다. 1838년 남아프리카에서 세계 최초로 유럽으로 타조 깃털을 수출하기 시작하여 19세기 전반에 걸쳐 타조 사육화가 이루어졌으며, 1963년도에 세계 최초의 타조 전문 도살장이 건립되어 남아프리카 전통식품인 Bilton이 생산되었으며, 이 지역에 타조육을 식육으로 공급하게 되었다. 1969년에 이르러 타조 가죽 가공 공장이 건립되어 세계 가죽 패션 분야에도 커다란 변화를 가져왔다. 또한, 해외에서도 타조육이 식육으로 인정받게 되어 1980년도에 현대식 도축장이 건립되었다. 타조육과 가죽, 그리고 깃털의 상업적 부가가치가 세계 여러 나라에서 인정받게 되어 새로운 축종으로서, 현재 약 50여 국에서 사육되고 있다(민상기, 2000). 타

조의 경제적 가치에 대해 이성(2000)은 남아프리카 공화국의 경우, 가죽이 타조 산업의 주산물로서 수익의 60%를 차지하는 반면, 일본의 경우 고기가 70% 이상을 차지한다고 보고하였다.

1997년부터 축산 농가에 보급되기 시작한 타조는 농림부령으로 타조 및 타조 고기의 위생검사의뢰규칙이 공포됨으로써 국내 축산 분야에서 하나의 축종으로 인정 받게 되었고, 타조육이 국내 소비자에게 선보이게 되었다(이성, 2000). 국내 타조 산업은 2000년대 초반 우리나라 축산업의 활로를 개척할 수 있는 새로운 산업으로 주목을 받아 놀라울 만큼 빠른 속도로 급격한 양적 성장을 이루었지만(이성, 2000), 2000년대 중반 이후 급격한 감퇴기를 겪고 있다. 이는 국내 타조 산업의 규모가 영세할 뿐만 아니라, 도체의 품질 향상 측면보다는 분양 사업을 통한 단기간 고소득을 목적으로 시행됨으로써, 궁극적으로는 이러한 산업 구조가 타조 산업

[†] To whom correspondence should be addressed : foodeng301@paran.com

의 발전을 저해하는 요인으로 작용하여 왔다(홍근표 등, 2007). 국내 타조에 관한 연구로는 기본 사양 방법에 관한 연구(손장호와 남기홍, 1998)와 부산물을 이용한 간 소시지 제조(홍근표 등, 2003) 외에 타조육의 특성 등에 관한 연구는 전무한 실정이다.

일반적으로 타조육은 낮은 콜레스테롤 함량에 기인하여 이상적인 적색육으로 알려져 왔지만(Palari et al., 1998; Sales, 1998), 타조육의 콜레스테롤 수치는 다른 육과 비교하였을 때 거의 유사한 수준으로 판단된다(Hoffman and Mellet, 2003). 그러나 타조육은 낮은 지방 함량에 기인하여 건강식으로 이용되고 있다(Palari et al., 1998; Hoffman and Fisher, 2001). 또한, 높은 최종 pH는 타조육을 DFD육과 일반육의 중간에 속하므로, 이들의 높은 보수력은 가공원료로서의 이용가치를 현저하게 상승시킬 수 있다(Hong et al., 2005; Sales and Mellett, 1996). 그러나 타조는 다른 축종에 비하여 환경의 변화에 매우 민감하며(민상기, 2000), 결국 타조 도축 및 타조육에 대한 정확한 지식이 밑바탕이 되어야 고품질의 타조육 생산이 가능하다(이성, 2000).

따라서 본 연구는 타조 도축 공정의 최적화를 위한 기초 방안으로서 도축 공정에 따른 도체 온도와 pH 변화 및 지육률을 산출하고자 하였고, 타조육의 부위에 따른 용도를 특성화 하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 실험에서는 산란 후 14~18개월 된 성타조(*Struthio camelus* var. *domesticus*) 50마리를 경기도 소재 연구용 타조 도축장에서 남아프리카 공화국에서 수행하는 도축 방법을 기초로 도축하였다. 타조는 도축장으로 운반 후 약 6시간을 계류하였고, 실신은 CO₂ 가스를 이용하여 수행하였다. 도축은 도축장 내부 온도를 4 °C로 유지하면서 실시하였고, 도축이 완료된 후, 도체는 -1 °C의 공기를 강제대류시킨 냉동차를 이용하여 수송 중의 예비 냉각을 실시하였고, 수송에는 약 3시간이 소요되었다.

2. 공정 최적화

1) 온도 및 pH 측정

각 도축 공정 중의 온도 및 pH 변화는 pH meter(Model IQ150, IQ Scientific Instruments Inc., USA)를 이용하여 측정

하였다. 전극은 도체의 중심부에 위치한 *m. iliotibialis lateralis*의 기하학적 중앙에 10 cm 깊이로 장착하였고, 각 도축 공정 중의 pH와 온도를 측정하였다.

2) 도체 중량 및 수율 측정

각 도축 공정에서 발생하는 수율을 측정하기 위하여 개별 공정이 종료된 직후 도체의 중량을 측정하였으며, 수율은 초기 중량에 대한 감량비로서 나타내었다.

3. 부위별 특성

1) 부위선별

도축된 타조 도체는 숙성실로 운반하여 0 °C의 공기를 강제대류시켜 24시간 숙성하였다. 측정용 시료로서 이용된 근육 부위는 도체의 등(*m. iliotibialis cranialis*, *m. iliotibialis lateralis*), 엉덩이(*m. obturatorius medialis*) 및 다리(*m. iliofemorialis externus*, *m. gastrocnemius*)에서 각각 채취하여 사용하였다.

2) pH

시료 5 g에 증류수 20 mL를 혼합하여 homogeniser(SMT Process Homogenizer, SMT Co. Ltd., Japan)를 사용하여 10,000 rpm에서 2분간 균질한 후, 유리전극 pH meter(Model 440, Corning, the Netherlands)로 측정하였다.

3) 수분 함량 및 보수력

시료의 수분 함량은 AOAC(1990)에 의한 102 °C 상압 건조법으로 측정하였다. 보수력은 Grau and Hamm(1955)의 filter paper press법을 응용하여 특수 제작된 plexiglass plate 1개의 중앙부에 여과지(Whatman No. 2)를 놓고 시료 300 mg을 취하여 그 위에 놓고 다른 plexiglass plate 1개를 그 위에 포개 놓은 후 일정한 압력으로 2분간 압착시킨 뒤, 여과지를 꺼내어 고기 육편이 묻어 있는 부위의 면적과 수분이 젖어 있는 부위의 총면적을 planimeter(Type KP-21, Koizumi, Japan)를 사용하여 측정하였다. 시료의 보수력은 각 측정 면적간의 백분율로써 나타내었다.

4) 전단력

시료를 약 2 cm 두께로 절단하여 75 °C 항온 수조에서 30분간 가열하고 실온에서 30분간 방냉한 후 근섬유 방향과 평행하게 시료 채취기(직경 1 cm)로 취하여 Instron(Model 1011, A&D Co., USA)으로 측정하였다. 이때 cross head speed는

200 mm/min으로 chart speed는 20×10 mm/min으로 하였다.

5) 근절 길이

약 300 mg의 시료 근육을 2% glutardialdehyde 용액으로 30분간 고정시킨 후 Helium-Neon Laser(Model No. 212-2, Spectra Physics Inc., USA)를 이용하여 Voyle(1971)의 방법에 의하여 측정하였다.

4. 통계 분석

각 측정치의 결과 분석은 SAS(1996) 프로그램(Ver. 9.1)의 분산분석을 통하여 분석하였고, Duncan의 multiple range test에 의하여 평균치간의 유의성을 검증하였다.

결과 및 고찰

1. 도축 공정에 따른 도체 특성 변화

각 단계별 공정에 소요된 시간은 실신에서 방혈이 완료되기까지 약 6분이 소요되었고, 깃털 제거 및 박피 단계에 20분 및 내장 적출에 20분이 소요되었다. 본 실험에서 실신 단계의 온도와 pH는 측정할 수 없었지만, 방혈 초기 도체 온도는 약 40℃를 나타내었다(Fig. 1). 이후 도체의 온도 변화는 방혈 과정을 통하여 약 1℃ 강하되었고, 이후 온도 변화가 진행되었지만 그 차이는 미세하였다. 도체 온도는 내장 적출이 완료된 45분에 약 35℃를 나타내었다. 반면 도체의 pH는 깃털 제거 공정까지는 6.88로 그 하강 폭이 미세하였지만, 박피 공정 중에 pH가 큰 폭으로 강하되었다(Fig. 2). 이후 내장 적출 후 pH는 5.89를 나타내었고, 이후 숙성 과정을 통하여 pH가 다소 느리게 감소하였다. 도체의 pH에 있어서 타조는

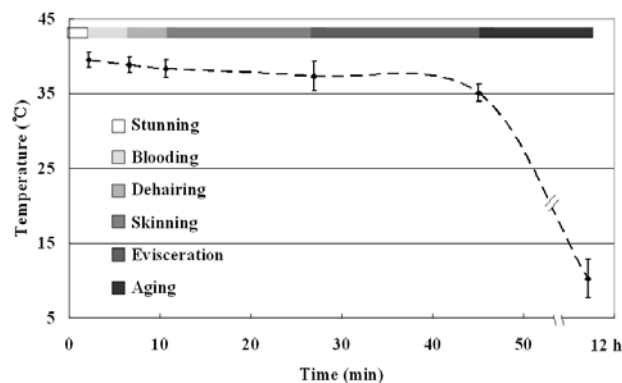


Fig. 1. Changes in carcass temperature of ostrich during slaughter processing. Vertical bar presents the standard deviation.

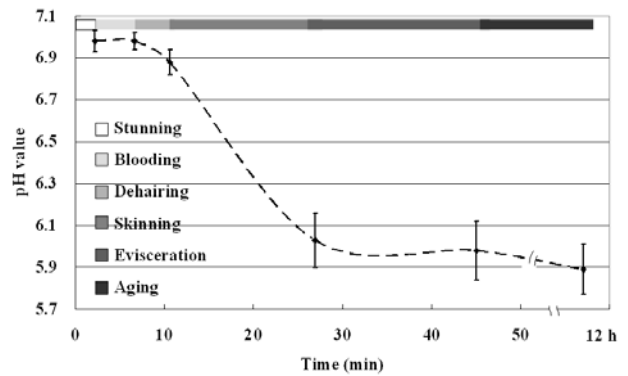


Fig. 2. Changes in carcass pH of ostrich during slaughter processing. Vertical bar presents the standard deviation.

다른 축종에 비하여 다소 높은 최종 pH를 나타낸 반면, 도축 후 45분에 측정된 pH는 이미 최종 pH인 5.98로 전형적인 가금류의 특성을 나타내었다. 민상기(2001)는 타조는 스트레스에 예민하여 수송이나 계류 중 근육 내 글리코젠이 고갈되어 도축 후 최종 pH가 다른 축종에 비하여 높게 나타난다고 하였다. 반면에 Paleari et al.(1998)은 타조육의 최종 pH를 우육 및 칠면조육과 비교한 결과, 우육과 비슷하지만 가금류인 칠면조보다는 다소 낮은 수치라고 보고하였다. 그러나 Hoffman et al.(2007)은 부위에 따라 다소 차이를 보이지만, 타조육은 5.8~6.1의 pH 범위를 나타낸다고 하였다. 결국 도체의 온도 조절이 도체의 품질 특성을 향상시키는데 가장 중요한 요인으로 작용되는 바, 도체의 냉각 속도가 너무 빠를 경우 저온 단축을 야기할 수 있는 반면, 도체의 냉각 속도가 지연될 경우 높은 도체 온도에서 저하된 pH에 의하여 PSE 육의 발생 가능성을 증가시킬 수 있다. 실제로 타조 도축이 정착된 남아프리카 공화국에서는 온도제 발골육 생산에 따른 저온 단축을 방지하기 위한 연구들이 진행되고 있는 반면(Hoffman et al., 2007), 국내에서는 아직 현지 실정에 맞는 도축 시스템이 구축되지 않았고, 또한 도축 기술 저하에 따라 각 도축 공정에서 도체의 품질 향상을 위해서는 도체가 고온에 장기간 방치되지 않도록 박피와 내장 적출 공정 시간의 단축이 중요한 요인으로 사료되었다. 타조의 각 도축 공정별 중량 변화에 있어서 초기 생체 중량은 약 114 kg을 나타낸 반면, 가장 큰 감소를 나타낸 공정은 내장 적출 단계로 생체 대비 약 30%의 감소를 나타내었다(Fig. 3). 또한, 숙성 이후 타조 도체의 최종 수율은 49.3%로 나타난 바(Fig. 4), 이는 Girolami et al.(2003)의 58%나 Morris et al.(1995)의 58.6%에 비하여 매우 낮은 수치로 판단되었지만, Pollok et al.(1997) 또한 본 실

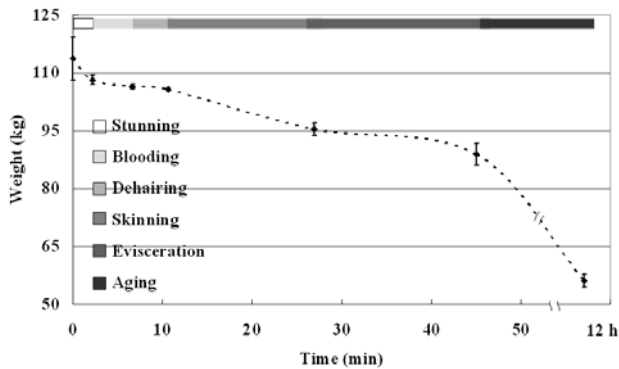


Fig. 3. Changes in carcass weight of ostrich during slaughter processing. Vertical bar presents the standard deviation.

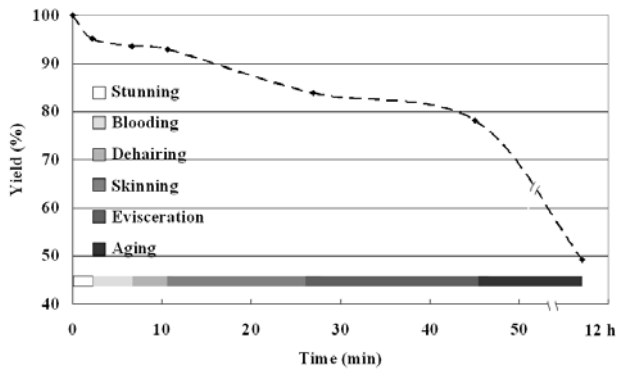


Fig. 4. Changes in carcass yield of ostrich during slaughter processing. Vertical bar presents the standard deviation.

험 결과와 유사한 49%의 수율을 보고하였다. 이러한 수율의 차이는 중(Hoffman et al., 2008)이나 도축 방법(Lambooj et al., 1999; Wotton and Sparrey, 2002)에 기인한 것으로 판단된다.

2. 부위별 특성

1) pH 및 보수력

본 실험에서 가장 낮은 pH는 OM과 IC 근육에서 각각 5.87과 5.88로 타 근육에 비하여 유의적으로 낮게 나타난 반면 ($P < 0.05$), 다리 부위의 근육인 IE와 Ga 근육에서 6.15의 가장 높은 pH를 나타내어 최종 pH가 5.8 이상인 전형적인 DFD 육의 특성(Silva et al., 1999)을 나타내었다(Table 1). 이상의 결과는 다른 문헌상에서도 유사하게 확인되는 바, 비록 모든 문헌 간에 있어서 실험에 사용된 종은 명확하지 않지만, 일반적으로 다리 부위인 IE 및 Ga 부위에서 5.95에서 6.11의 다른 근육에 비하여 상대적으로 높은 pH가 보고되었다(Morris et al., 1995). 전반적으로 타조 육의 pH는 타 축종에 비하여

Table 1. Comparisons of pH, water holding capacity and moisture content of ostrich selected from various muscles

Muscles ¹	Measurements		
	pH	WHC ² (%)	Moisture (%)
OM	5.87 ± 0.01 ^b	44.25 ± 3.37 ^b	76.25 ± 0.37 ^{ab}
IE	6.15 ± 0.02 ^a	55.70 ± 4.54 ^a	76.58 ± 0.14 ^a
Ga	6.15 ± 0.10 ^a	42.40 ± 1.22 ^b	75.45 ± 0.15 ^c
IC	5.88 ± 0.15 ^b	47.90 ± 2.05 ^b	76.05 ± 0.22 ^b
IL	6.04 ± 0.05 ^a	43.70 ± 3.28 ^b	76.08 ± 0.07 ^b

¹ OM, *M. obturatorius medialis*; IE, *M. iliofemoralis externus*; Ga, *M. gastrocnemius*; IC, *M. iliotibialis cranialis*; IL, *M. iliotibialis lateralis*.

² WHC, Water holding capacity.

^{a-c} Means with different superscripts within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

높았으며, 이러한 타조육의 높은 pH는 보수력에 있어서 유의적인 상관관계를 나타내는데, 본 실험에서 측정된 근육 간의 보수력에 있어서 IE 근육이 유의적으로 높은 55.5%의 보수력을 나타낸 반면($P < 0.05$), IE 이외의 근육 간에는 유의적인 차이가 인정되지 않았다($P > 0.05$). 또한, Ga에서는 높은 pH에 비하여 상대적으로 낮은 보수력이 관찰되었지만, 이들의 수분 함량이 다른 근육부위에 비하여 유의적으로 낮아 데 기인한 것으로 판단된다($P < 0.05$). 타조 근육의 수분 함량은 전반적으로 75~77% 수준을 나타내어 다른 육종과 큰 차이를 나타내지 않았다. 결국 타조육은 타 축종에 비하여 최종 pH가 높기 때문에 보수력이 우수하며, 이러한 특성은 타조육이 정육 이외에도 육가공품의 원료육으로서 그 잠재적 가치가 우수함을 의미한다.

2) 연도 및 근절 길이

각 근육별 타조육의 전단력 및 근절 길이를 Table 2에 나타내었다. 부위별 근절 길이는 IE 근육에서 가장 낮게 나타난 반면($P < 0.05$), OM, IC 및 IL 근육 간에는 유의적인 차이가 인정되지 않았다($P > 0.05$). 전단력은 Ga 부위에서 가장 높았으며, OM에서 유의적으로 낮은 수치를 나타내었다($P < 0.05$). Paleari et al.(1998)은 타조육의 전단력은 같은 가금류인 칠면조에 비하여 다소 높지만 우육에 비하여 매우 낮은 수치를 나타낸다고 보고하였다. 근육 부위별로 비교시에 Hoffman et al.(2007)은 OM 및 IC 근육에서 가장 낮은 값을 나타낸 반면, Ga 및 IL 근육에서 가장 높은 전단력을 보인다고 하여 본 실험

Table 2. Comparisons of shear force and sarcomere length of ostrich selected from various muscles

Muscles ¹	Measurements	
	Shear force (kg _f)	Sarcomere length (μm)
OM	2.00 ± 1.30 ^c	3.12 ± 0.10 ^a
IE	5.03 ± 0.90 ^b	2.02 ± 0.15 ^c
Ga	8.09 ± 0.50 ^a	2.35 ± 0.09 ^b
IC	4.97 ± 0.80 ^b	3.08 ± 0.05 ^a
IL	5.04 ± 0.80 ^b	3.01 ± 0.02 ^a

¹ OM, *M. obturatorius medialis*; IE, *M. iliofemoralis externus*; Ga, *M. gastrocnemius*; IC, *M. iliotibialis cranialis*; IL, *M. iliotibialis lateralis*.

^{a-c} Means with different superscripts within the same column are significantly different ($P < 0.05$).

힘의 결과와 일치하였다. Girolami et al.(2003) 또한 *gastrocnemius*가 *iliotibialis* 부위에 비하여 전단력이 높다고 보고하였지만, 관능검사에서는 다른 부위보다 연도가 높다고 보고하였다. 일반적으로 식육의 연도는 근절 길이, 결체 조직의 상태 및 함량 및 보수력 등에 의하여 복합적으로 관련되며, 따라서 본 실험에서 근절 길이와 연도 간에는 직접적인 상관성이 인정되지 않은 것으로 사료되었다. 이상의 결과에 의하면 근육 부위별로 전단력에 차이가 있으므로 타조육은 부위별로 다양한 조리가 가능함을 시사한다. 민상기(2001)는 OM과 IE를 filet용으로, Ga, IC 및 IL을 스테이크용으로 분류하였다.

적 요

본 연구는 타조 도축 공정의 최적화 및 각 근육별 물리적 특성을 규명하고자 실시되었다. 도체의 pH는 방혈이 종료된 시점부터 급격한 저하를 나타내었고, 따라서 각 공정에 소요되는 시간 단축이 선행되어야 PSE육의 발생을 줄일 수 있을 것으로 판단되었다. 또한, 타조육은 부위에 따라 일부 차이는 있었지만 대체로 높은 pH 범위를 나타내었고, 이에 따라 보수력 또한 높게 나타났으며, 다리 근육에서 다소 높은 전단력을 보였지만, 이는 우육 등 다른 축종에 비해서 대단히 낮은 바, 이들 축종을 대체할 수 있는 우수한 축종으로 판단되며, 타조육에 대한 더 깊이 있는 연구가 요구되었다.

사 사

본 연구는 두뇌한국 BK 21 연구사업의 연구비 지원에 의해 이루어진 것이며 이에 감사 드립니다.

인용문헌

- Association of Official Analytical Chemists 1990 Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.
- Girolami A, Marsico I, D'Andrea G, Braghieri A, Napolitano F, Cifuni GF 2003 Fatty acid profile, cholesterol content and tenderness of ostrich meat as influenced by age at slaughter and muscle type. *Meat Sci* 64:309-315.
- Grau R, Hamm R 1955 Eine einfache Methode zur Bestimmung der Wasserbindung im Muskel. *Naturwissenschaften* 40:29-35.
- Hoffman LC, Botha, SC, Britz TJ 2007 Muscle pH and temperature changes in hot- and cold-deboned ostrich (*Struthio camelus* var. *domesticus*) *Muscularis gastrocnemius*, *Pars interna* and *Muscularis iliofibularis* during the first 23 h post-mortem. *Meat Sci* 75:343-349.
- Hoffman LC, Fisher PP 2001 Comparison of meat quality characteristics between young and old ostriches. *Meat Sci* 59: 335-337.
- Hoffman LC, Mellet FD 2003 Quality characteristics of low-fat ostrich meat patties formulated with either pork lard or modified corn starch, soya isolate and water. *Meat Sci* 65:869-875.
- Hoffman LC, Muller M, Cloete SWP, Brand M 2008 Physical and sensory meat quality of south African black ostriches (*Struthio camelus* var. *domesticus*), Zimbabwean blue ostriches (*Struthio camelus australis*) and their hybrid. *Meat Sci* 79:365-374.
- Hong GP, Park SH, Kim JY, Lee CH, Lee S, Min SG 2005 The effect of thawing rate on the physicochemical properties of frozen ostrich meat. *Food Sci Technol* 14:676-680.
- Lambouij E, Potgieter CM, Britz CM, Nortjé GL, Pieterse C 1999 Effects of electrical and mechanical stunning methods on meat quality in ostriches. *Meat Sci* 52:331-337.
- Morris CA, Harris SD, May SG, Jackson TC, Hale DS, Miller

- RK 1995 Ostrich slaughter and fabrication: Slaughter yields of carcasses and effects of electrical stimulation and post-mortem pH. *Poult Sci* 74:1683-1687.
- Paleari MA, Camisasca S, Beretta G, Renon P, Corsico P, Bertolo G, Crivelli G 1998 Ostrich meat: Physico-chemical characteristics and comparison with turkey and bovine meat. *Meat Sci* 48:205-210.
- Pollok KD, Miller RK, Hale DS, Angel R, Blue-McLendon A, Baltmanis B, Keeton JT, Maca JV 1997 Quality of ostrich steaks as affected by vacuum-package storage, retail display and differences in animal feeding regime. *American Ostrich* 4:46-52.
- Sales J 1998 Fatty acid composition and cholesterol content of different ostrich muscles. *Meat Sci* 49:489-492.
- Sales J, Mellett FD 1996 Post-mortem pH decline in different ostrich muscles. *Meat Sci* 42:235-238.
- SAS/STAT 1996 SAS/STAT user's guide. Statistical Analysis System Institute, Cary, NC, USA.
- Silva JA, Patarata L, Martins C 1999 Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. *Meat Sci* 52:453-459.
- Voyle CA 1971 Sarcomere length and meat quality. 17th European Meeting of Meat Research Works 95.
- Wotton S, Sparrey J 2002 Stunning and slaughter of ostriches. *Meat Sci* 60:389-394.
- 민상기 2000 타조산물의 가공과 이용. 한국가금학회 하계 학술 심포지움 발표논문집 47-53.
- 민상기 2001 국내 타조 산업의 조기정착을 위한 타조육 및 타조가죽 가공기술 개발에 관한 연구. 농림부 최종보고서, 건국대학교.
- 손장호 남기홍 1998 타조 사육과 번식 (총설) 타조농가를 위한 기본사양 방법 및 관리. *한국영양사료학회지* 22:137-146.
- 이성 2000 타조 산업의 현황과 전망에 대한 고찰. 한국가금학회 하계 학술 심포지움 발표논문집 9-26.
- 홍근표 이성 민상기 2003 저장기간에 따른 퍼짐형 간 소시지의 이화학적 특성에 관한 연구. *한국축산식품학회지* 23:56-62.
- 홍근표 이성 민상기 2007 부위에 따른 타조육의 근질 길이 및 연도 비교에 관한 연구. 23차 한국가금학회 학술발표 초록 166-167.

(접수일자: 2008. 03. 18, 채택일자: 2008. 06. 29)