

## 개고기 다리와 가슴 근육에서 추출한 근원섬유 단백질의 특성

박경숙<sup>1</sup> · 윤동화<sup>2</sup> · 정인철<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>대구공업대학 호텔영양계열, <sup>2</sup>대구공업대학 피부미용과, <sup>3</sup>대구공업대학 식음료조리계열

### Characteristics of Myofibrillar Protein Extracted Leg and Breast Muscles of Dog Meat

Kyung-Sook Park<sup>1</sup>, Dong-Hwa Youn<sup>2</sup> and In-Chul Jung<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Division of Hotel Culinary Art and Nutrition, Daegu Technical College, Daegu 704-721, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Skin Care, Daegu Technical College, Daegu 704-721, Korea

<sup>3</sup>Division of Food Beverage and Culinary Arts, Daegu Technical College, Daegu 704-721, Korea

#### Abstract

This study investigated the extractability, solubility,  $Mg^{2+}$ -,  $Ca^{2+}$ - and EDTA-ATPase activity of actomyosin prepared from leg and breast muscle of dog meat. The actomyosin extractability of breast muscle(2,100.6 mg/100 g) was higher than that of leg muscle(500.8 mg/100 g). The  $Mg^{2+}$ -ATPase activity of actomyosin had a high ionic strength of 0.02~0.05 M KCl and did not differ between leg and breast muscle. The  $Ca^{2+}$ -ATPase activity of actomyosin had a high ionic strength of 0.02~0.10 M KCl and leg muscle had a higher level of  $Ca^{2+}$ -ATPase activity than breast muscle did. The EDTA-ATPase activity was lower in low ionic strength and showed higher in high ionic strength, and increased sharply with increasing ionic strength up to 0.3 M KCl. The solubility of actomyosin did not differ between leg and breast muscle, and the solubility started and ended at KCl concentrations of 0.35 M and 0.4 M, respectively.

**Key words :** Dog meat, actomyosin, extractability, ATPase activity, solubility.

#### 서 론

개고기는 우리나라 사람들이 오래전부터 식용하여온 보양 식품으로서 동의보감(허준 1611)에 의하면 성질이 따뜻하고, 오장을 편안하게 하며, 혈액을 조절하고, 장과 위를 튼튼하게 한다. 또 골수를 충족시켜 허리, 무릎을 따뜻하게 하고, 양도를 일으켜 기력을 증진시킨다고 하였다. 또 본초강목(이시진 1593)에서 개고기는 오장을 편안하게 하고, 칠장을 다스리며, 혈액 순환을 돕고, 위를 보하며 양기를 일으킨다고 하였다. 이런 이유로 개고기의 식용의 역사는 신석기 시대로 거슬러 올라가고, 조리법도 다양하게 발전되어 현대에는 개고기 육수, 보신탕, 전골, 수육, 두루치기, 옷보신탕, 개약종탕, 개소주 등의 이름으로 이용되고 있다(Ann YG 1999). 개고기가 혐오 식품이란 이유로 식품위생법이나 축산물가공처리법에서 식품이나 가축으로 취급받고 있지 않기 때문에 도축, 유통, 조리 등의 과정에서 비위생적으로 처리되는 경우가 많다. 그러나 개고기의 식용에 관한 설문 조사(Ann YG

2000a)에 의하면 개고기를 먹어본 사람이 83%이고, 이 중에서 남자 91.9%, 여자 67.9%로 조사되어 육식을 하지 않는 사람까지 포함하면 많은 사람들이 개고기를 식용하고 있다고 볼 수 있다. 특히 남자가 개고기를 먹고 나서 좋아진 점에 대한 설문 조사에서 “활력이 생겼다>술이 취하지 않고 몸이 덜 상하였다>정력이 좋아졌다>피부가 좋아졌다”의 순이었고, 여자의 경우는 “활력이 생겼다>피부가 고와졌다>술이 취하지 않고 몸이 덜 상하였다>정력이 좋아졌다”의 순으로 나타나서 남자는 정력이 좋아졌다가 앞 순위였고, 여자는 피부가 좋아졌다가 앞 순위여서(Ann YG 2000b) 여자들은 피부 미용을 위하여 개고기를 이용하고 있는 것으로 추측되었다. 그리고 개고기의 열량은 262 kcal/100 g으로 소고기 218 kcal/100 g, 돼지고기 236 kcal/100 g, 닭고기 217 kcal/100 g보다 높다(Ann YG 1999). 그러나 우리나라에서 개고기가 식품으로 허용되지 못하는 것은 우리의 의지보다는 국제 관계에 의한 것이 더 큰 것으로 판단되며, 언젠가는 개고기가 식용으로 허용될 수 있다고 가정한다면 개고기에 대한 기초 연구가 지금부터라도 이루어져야 한다.

우리가 많이 이용하고 있는 고기는 주교 골격근이며, 이것

\* Corresponding author : In-Chul Jung, Tel : +82-53-560-3854, Fax : +82-53-560-3869, E-mail : inchul3854@hanmail.net

은 심근 및 평활근과 함께 동물의 운동 기능을 담당하고 있는 조직으로서 red fiber와 white fiber로 구성되어 있고(Forrest *et al* 1975, Gauthier CF 1969), 이들은 상대적인 함량에 따라서 red muscle과 white muscle로 분류할 수 있는데, 보편적으로 다리 근육을 red muscle, 가슴 근육을 white muscle이라고 하며, 이 두 근육의 형태는 근세포를 이루고 있는 성분의 조성뿐만 아니라 근수축의 속도에도 차이가 있는 것으로 알려져 있다(Beatty *et al* 1966, Cassen & Cooper 1971). 고기의 물리적 성질 중에서 근육의 수축과 이완 및 사후 강직의 메카니즘은 actin과 myosin의 상호 작용과 그에 대한 ATP의 영향으로 알려져 있기 때문에(Jung & Moon 1994) 원료육의 물리적 성질을 밝히기 위해서는 가축의 근육에서 actomyosin을 분리하고 생화학적 특성을 규명하는 것은 중요한 작업이다. 그러나 포유 동물(Maruyama & Gergely 1962, Yang *et al* 1991)과 가금류(Jung *et al* 1992, Jung & Moon 1994)의 다리와 가슴 근육에서 분리한 actomyosin의 성질을 비교한 연구는 많이 이루어져 포유류와 가금류 사이에는 종 특성으로 인하여 근원섬유 단백질의 성질이 다르다는 것은 밝혀져 있지만(Yang *et al* 1986) 개고기 근원섬유 단백질의 물리적 성질을 연구한 것은 찾아볼 수 없다.

따라서 본 연구는 현재 단백질 급원으로서 식용되고 있는 개고기의 물리적 성질을 규명하는 차원에서 개고기의 다리와 가슴 근육에서 actomyosin을 분리하고 추출성, ATPase 활성 및 용해도에 대하여 실험하였기에 보고하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

도살 후 약 60분이 경과된 개고기를 부산의 재래 시장에 서 구입하고 즉시 다리와 가슴 부위에서 근육을 분리한 후 얼음이 채워진 아이스박스에 넣어 실험실로 운반한 다음 즉시 실험하였다.

### 2. Actomyosin의 정제

Actomyosin의 추출, 정제는 개고기에서 지방 및 결체 조직을 제거한 후 Szent-Györgyi 법(Szent-Györgyi AG 1951)을 수정한 Briskey와 Fukazawa 법(Briskey & Fukazawa 1971)에 따라 Fig. 1과 같이 정제하였다.

### 3. Actomyosin의 ATPase 활성 측정

ATPase 활성 측정은 1 mg/mL의 actomyosin, 각각의 8 mM MgCl<sub>2</sub>, 8 mM CaCl<sub>2</sub> 및 8 mM EDTA, 농도별 KCl 용액, 0.2 M Tris-HCl buffer(pH 8.0)의 혼합액을 30°C water bath에서 5분간 반응시키고, 최종농도 4% TCA 용액을 첨가하여

#### Chopped muscle

Extract with 6 volumes(v/w) of Weber-Edsall solution  
Stirring, gently for about 15 min.  
Stand for 24 hrs. at 4°C  
Centrifuge at 8,000-9,000 rpm for 15 min.

#### Supernatant

Add 2 volumes(v/v) of distilled water  
Centrifuge at 6,000 rpm for 7 min.

#### Sediment

Dissolve in same volumes of 0.1 M KCl  
Centrifuge at 8,000-9,000 rpm for 10 min.

#### Supernatant

Add 2 volumes(v/v) of distilled water  
Centrifuge at 6,000 rpm for 7 min.

#### Sediment

Dissolve in same volumes of 0.1 M KCl  
Centrifuge at 8,000-9,000 rpm for 10 min.

#### Supernatant

Add 2 volumes(v/v) of distilled water  
Centrifuge at 6,000 rpm for 7 min.

#### Sediment

Dissolve in same volumes of 0.1 M KCl  
Centrifuge at 8,000-9,000 rpm for 10 min.

#### Supernatant

Refined actomyosin

Fig. 1. Procedure for the isolation of actomyosin from leg and breast muscle of dog meat.

ice bath 상에서 반응을 정지시켰다. 여기에서 유리된 무기인산을 Fiske와 Subbarow법(Fiske & Subbarow 1925)에 따라 정량하였으며, actomyosin의 ATPase 활성은 1 mg의 actomyosin에 의하여 1분간 유리되어 나오는 무기인산(Pi)의  $\mu$ mole로써 표시하였다.

### 4. 용해도 측정 및 통계 처리

용해도는 3 mg/mL의 actomyosin 1 mL에 각 농도별 KCl 용액을 첨가하여 2,000 rpm에서 10분간 원심분리하고 상층액을 278 nm에서 흡광도를 측정하여 OD치로 나타내었으며, SAS program(1988)을 이용하여 5% 수준에서 유의성을 검정하였다.

**결과 및 고찰**

**1. Actomyosin의 추출성**

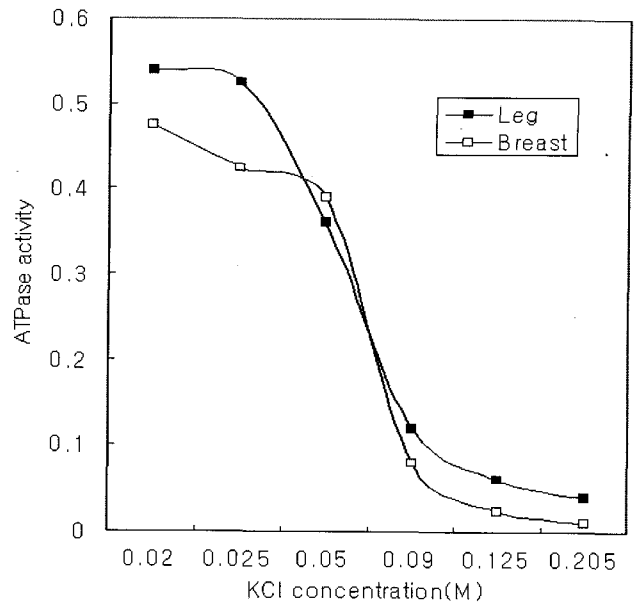
개고기의 다리와 가슴 근육에서 추출한 actomyosin의 추출성을 측정하고 그 결과를 Table 1에 나타내었다. 다리 근육의 추출성은 500.8 mg/100 g이고, 가슴 근육의 추출성은 2,100.6 mg/100 g으로 가슴 근육의 추출성이 다리 근육보다 유의하게 높았다( $p < 0.05$ ). 이와 같은 결과는 Gong *et al*(1985)이 닭고기를 대상으로 actomyosin의 추출성을 나타낸 결과 가슴 근육이 다리 근육보다 높다고 한 것과 일치하는 결과이며, 가슴 근육의 추출성이 높은 결과에 대하여 Park *et al*(1993)은 근육내의 단백질 함량이 다리보다 가슴 근육에 더 많기 때문이라고 해석하였다. 그리고 Moon *et al*(1984)은 소, 염소, 돼지, 토끼, 닭 등을 대상으로 actomyosin의 추출성을 실험한 결과 각각의 추출성이 다르게 나타나는 것으로 보고하여서 동물의 종류에 따라 근원섬유 단백질의 치밀도가 다르다는 것을 시사하였다.

Actomyosin은 근육 단백질에 15~20% 존재하고 있으며, myosin과 actin이 4:1의 비율로 형성되어 있는 것으로 알려져 있다(Pearson AM 1987). 가슴 근육의 추출성이 높다는 것은 근원섬유를 구성하는 filament lattice의 치밀도가 다리 근육보다 느슨하다는 것을 의미하며, 가공을 하게 될 경우 가공 적성이 더 우수하다고 판단할 수 있다. 따라서 개고기로 햄, 소시지 등의 가공육을 제조할 때는 가슴 근육을 이용하는 것이 유리하고 다리 근육은 전통적인 조리 방법에 의하여 이용하는 것이 바람직한 것으로 판단된다.

**2. Actomyosin의 ATPase 활성**

Actomyosin의 ATPase 활성은 근수축 및 이완 속도와 직접적인 관계가 있으므로 개고기의 다리와 가슴 근육에서 Weber-Edsall 용액으로 24시간 추출, 정제한 actomyosin의 ATP 분해 능력을 검토하기 위하여 Mg 이온, Ca 이온 및 EDTA 존재 하에서 ATPase 활성을 측정하고 그 결과를 Fig. 2~4에 나타내었다.

Mg 이온의 존재 하에서 actomyosin의 ATPase 활성은 Fig. 2에서 보는 바와 같이 이온 강도 0.02~0.05에서 최대 활성을 보여 높은 이온 강도 의존성을 나타내었으며, 다리와 가슴 근육 사이에는 활성의 차이가 거의 없었다. Mg 이온은 이



**Fig. 2. Mg<sup>2+</sup>-ATPase activity(Pi μmole/ mg AM/min) of actomyosin from leg and breast muscle of dog.**

은 강도에 관계없이 myosin의 ATPase 활성을 저해하나 actomyosin의 활성을 향상시키기 때문에(Barany *et al* 1965) Mg<sup>2+</sup>-ATPase 활성의 이온 강도 의존성을 검토함으로써 actomyosin이 actin과 myosin으로 해리하는 능력을 검토할 수 있었는데, 개고기는 Mg 이온의 존재 하에서 부위에 관계없이 낮은 이온 강도에서 해리 능력이 뛰어나다는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 Gong *et al*(1985)이 낮은 이온 강도에서는 actin과 myosin의 결합이 강하고, 높은 이온 강도에서는 약하며, ATPase 활성치의 차이점은 0.1 M KCl 부근이라는 결과와 일치하는 경향이었다.

Fig. 3에서 보는 바와 같이 개고기 다리와 가슴 근육에서 추출한 actomyosin의 Ca<sup>2+</sup>-ATPase 활성은 가슴 근육보다 다리 근육이 높게 나타났으며, 이온 강도 0.02~0.10에서 최대 활성을 나타내었다. 개고기의 경우, Ca 이온의 존재 하에서도 Mg 이온의 경우와 마찬가지로 낮은 이온 강도에서 활성이 높았으며, 적색 근육인 다리가 백색 근육인 가슴보다 ATPase 활성이 높았다는 Jung *et al*(1992), Jung & Moon(1994) 및 Yang *et al*(1986)의 결과와 일치하였다.

높은 이온 강도에서의 actomyosin의 EDTA-ATPase 활성은 주로 myosin에 의한 것이며, EDTA-ATPase 활성을 측정하는 것은 myosin의 특성을 추정하는데 유효한 수단이 되고 있다. Fig. 4는 개고기의 다리와 가슴 근육에서 추출, 정제한 actomyosin의 EDTA-ATPase 활성을 나타낸 것으로 높은 이온 강도에서 활성이 높게 나타나고 있고, 이온 강도가 높을수록 다리 근육이 가슴 근육보다 활성이 높았다. 특히 EDTA-ATPase 활성이 0.3 M KCl까지 큰 폭으로 증가하다가 그 이

**Table 1. Extractability of actomyosin from leg and breast muscle of dog meat**

Samples	Extractability(mg/100 g muscle)
Leg muscle	500.8±32.5
Breast muscle	2,100.6±71.3

상의 KCl 농도에서는 완만하게 증가하는 경향이었으며, 이온 강도 0.2 M부터는 다리 근육이 가슴 근육보다 활성의 차

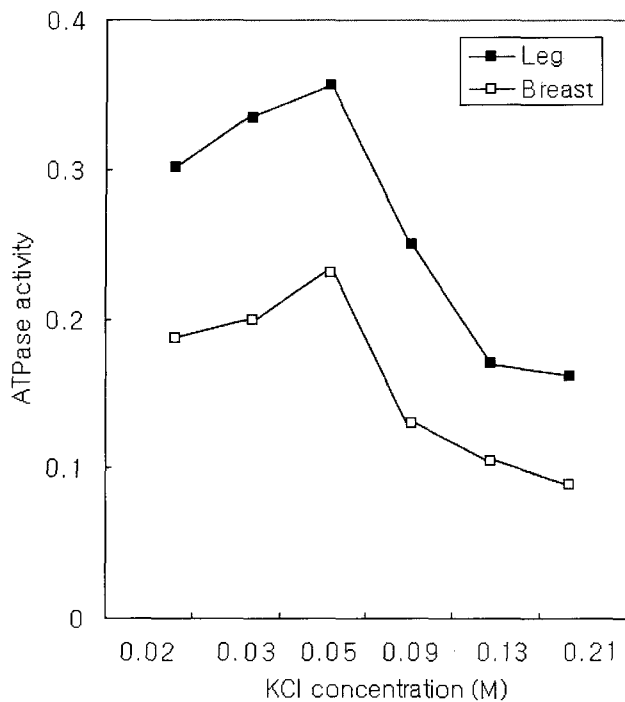


Fig. 3. Ca<sup>2+</sup>-ATPase activity(Pi μmole/ mg AM/min) of actomyosin from leg and breast muscle of dog.

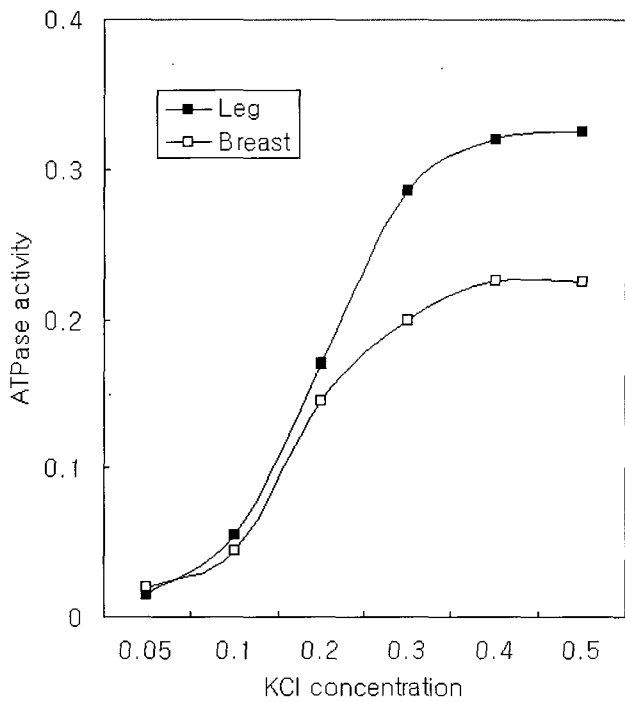


Fig. 4. EDTA-ATPase activity(Pi μmole/ mg AM/min) of actomyosin from leg and breast muscle of dog.

이를 더 크게 하였다. 이 결과에 대하여 Yang *et al*(1991)은 백색 근육인 가슴 근육의 근원섬유나 actomyosin이 적색 근육인 다리 근육의 그것들보다 myosin 함량이 낮은 데서 오는 결과로 해석하였다. 따라서 개고기의 경우, 같은 조건에서 추출, 정제된 actomyosin이지만 그것을 구성하는 myosin의 함량은 다리 근육에서 더 높게 나타나서 같은 개체 내에서 추출, 정제된 actomyosin에 대한 actin과 myosin의 구성 비율이 다르다는 것을 알 수 있었다.

3. Actomyosin의 용해도

고기로 이용되고 있는 골격근은 염용액에 의한 용해도의 차이로서 근원섬유 단백질, 근장 단백질 및 육기질 단백질로 분류할 수 있고, 일반적으로 0.2 M KCl 이상의 이온 강도에서 용해되는 단백질을 근원섬유 단백질이라고 하며, 근육을 구성하는 단백질의 약 50%를 차지하고 있다. Fig. 5는 개고기에서 추출, 정제된 actomyosin의 KCl 농도에 대한 용해도를 나타낸 것이다. 개고기의 KCl에 대한 actomyosin의 용해도는 부위에 관계없이 KCl 농도 0.35 M 부근에서 용해되기 시작하여 0.4 M 부근에서 완전히 용해되었으며, 부위에 따른 용해도의 차이는 거의 없지만 KCl 농도 0.3 M 이후부터는 가슴 근육이 다리 근육보다 조금 높게 나타났다.

이온 강도에 의한 actomyosin의 용해도는 actin과 myosin의 함량, 상호 작용의 세기 및 F-actin의 분자 형태를 반영하고 있기 때문에(Bendall JD 1969) 동일 개체라고 하더라도 부위에 따른 차이가 있는 것으로 판단된다. 그러나 용해가 시작되는 시점과 용해가 완료되는 시점은 다리 및 가슴 부위

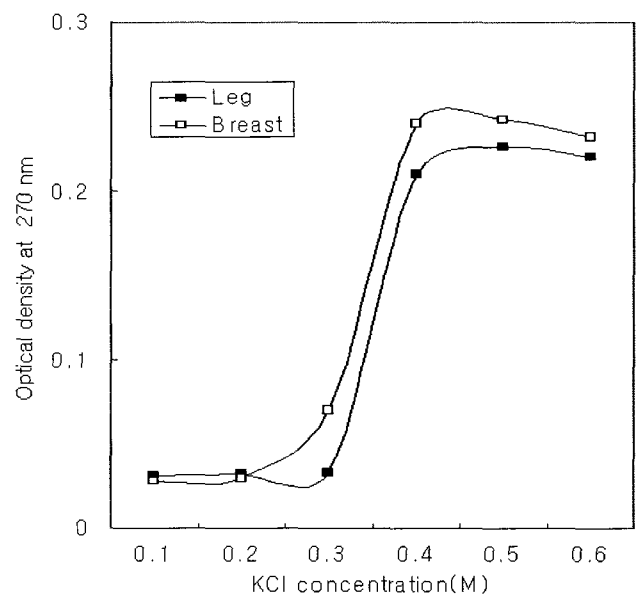


Fig. 5. Solubility of actomyosin from leg and breast muscle of dog meat.

가 일치하고 있었다.

### 요약 및 결론

본 연구는 개고기의 물리적 성질을 규명하기 위하여 다리와 가슴 근육에서 actomyosin을 추출, 정제하고 추출성, ATPase 활성 및 용해도를 검토하였다. 다리 및 가슴 근육의 actomyosin의 추출성은 각각 500.8 및 2,100.6 mg/100 g으로 가슴 근육이 유의하게 높았다( $p < 0.05$ ).  $Mg^{2+}$ -ATPase 활성은 이온 강도 0.02~0.05 M에서 최대 활성을 나타내었고, 다리와 가슴 근육 사이에는 활성의 차이가 없었다.  $Ca^{2+}$ -ATPase 활성은 0.02~0.10 M에서 최대 활성을 보였고, 다리 근육의  $Ca^{2+}$ -ATPase 활성이 가슴 근육보다 높았다. 그리고 EDTA-ATPase 활성은 낮은 이온 강도에서 낮은 활성을 보였고, 높은 이온 강도에서 활성이 높았으며, 0.30 M KCl부터 활성이 큰 폭으로 증가하였다. Actomyosin의 용해도는 다리와 가슴 근육 사이에 차이가 없었으며, KCl 농도 0.35 M에서 용해되기 시작하여 0.4 M에서 완전히 용해되었다.

### 문헌

- 이시진 (1593) 본초강목.
- 허준 (1611) 동의보감. 광해군3년.
- An YG (1999) Dog meat foods in Korea. *Korean J Food & Nutr* 12: 397-408.
- An YG (2000a) Korean's recognition on edibility of dog meat. *Korean J Food & Nutr* 13: 365-371.
- An YG (2000b) The Korean's recognition of dog meat food. *Korean J Food & Nutr* 13: 372-378.
- Barany M, Barany K, Rechard T, Valpe A (1965) Myosin of fast and slow muscle of the rabbit. *Arch Biochem Biophys* 109: 185-191.
- Beatty CH, Basinger GM, Dully CC, Bocek RM (1966) Comparison of red and white voluntary skeletal muscles of several species of primates. *J Histochem Cytochem* 14: 590-596.
- Bendall JD (1969) *Muscles, Molecules Movement* American Elsevier Pub. Co. Inc, p 34.
- Briskey EJ, Fukazawa T (1971) Myofibrillar proteins of skeletal muscle. *Adv Food Res* 19: 347-348.
- Cassens RG, Cooper CC (1971) Red and white muscle. *Adv Food Res* 19: 1-74.
- Fiske CH, Subbarow Y (1925) Estimation of inorganic phosphate. *J Biol Chem* 66: 375-381.
- Forrest JC, Aberle ED, Hedrick HB, Judge MD, Merkel RA (1975) *Principles Meat Science*. Freeman, San Francisco, California, pp 27-82.
- Gauthier CF (1969) On the relationship of ultrastructural and cytochemical features to color in mammalian skeletal muscle. *Z Zellforsch Mikrosk Anat* 95: 462-469.
- Gong YS, Park CS, Moon YH (1985) Studies on the myofibrillar protein from chicken muscle. I. Variations in extractability and some biological activities of actomyosin with different feeding period. *J Korean Soc Food Nutr* 14: 77-81.
- Jung IC, Lee HG, Moon YH (1992) Studies on the extractability and characteristics of actomyosin of duck muscle by different scalding method. *J Korean Soc Food Nutr* 21: 348-352.
- Jung IC, Moon YH (1994) ATPase activity and solubility of actomyosin extracted from muscle of silky fowl. *J Korean Soc Food Nutr* 23: 827-831.
- Maruyama K, Gergely J (1962) Interaction of actomyosin with adenosin triphosphate at low ionic strength. *J Biol Chem* 237: 1100-1106.
- Moon YH, Hwang CS, Yang R (1984) Comparative biochemical study on the actomyosin. *Korean J Anim Sci* 26: 68-73.
- Park HK, Han SK, Muguruma M (1993) Studies on the characteristics of the broiler meat processing. II. Biological properties of myosin B from broiler thigh and breast muscle. *Korean J Anim Sci* 35: 541-548.
- Pearson AM (1987) *Advanced Meat Research*. AVI Pub., New York, p 48.
- SAS (1988) *SAS/STAT User's Guide*. Release 6.03 edition, SAS Institute, Inc, Cary, NC, USA.
- Szent-Györgyi AG (1951) *Chemistry Muscular Contraction*. 2nd ed Academic Press, New York, pp 1-20.
- Yang R, Choi HJ, Yoon CH, Shin WC, Oh SH (1991) Comparison of biochemical characteristics of myofibrillar proteins from mature soleus muscle. *Korean J Gerontol* 1: 114-120.
- Yang R, Shin WC, Oh DW, Jhin HS, Kim KT (1986) Comparison of biochemical characteristics of myofibrillar proteins from red muscle and white muscle. *Korean J Food Sci Technol* 18: 173-179.

(2006년 6월 5일 접수, 2006년 8월 7일 채택)