

肉鷄肉의 냉장 및 동결저장 중 근원섬유 단백질의 특성 변화

박창식 · 문윤희
부산산업대학교 식품공학과
(1987. 9. 23. 接受)

Changes in the Properties of Myofibrillar Proteins from Broiler Meat during Cold and Frozen Storage

Chang Sik Park and Yoon Hee Moon

Dept. of Food Science and Technology, Pusan San-Up University

(Received September 23, 1987)

SUMMARY

This study was carried out to compare the changes in the extractability, biological activity, and solubility of myofibrillar proteins and actomyosins during storage period at 4°C and -20°C in pectoral and leg muscle of broiler meat.

1. The results obtained are as follows :

The extractabilities of myofibrillar proteins in pectoral and leg muscle were increased gradually to 7-days during storage at 4°C and decreased slightly during frozen storage at -20°C.

The extractabilities of actomyosins in pectoral and leg muscle were not greatly changed during cold storage and decreased gradually during frozen storage.

2. The Ca²⁺-ATPase activities of myofibrillar proteins in the both muscles were not greatly changed to 7-days during cold storage, and in the case of frozen storage, those were highest on the 2nd week, thereafter decreased with storage period.

The Ca²⁺-ATPase activities of actomyosins in pectoral and leg muscle were decreased slightly only first day during cold storage and decreased gently during frozen storage.

3. Myofibrillar proteins in the both muscles were solubilized completely at 0.20M KCl in fresh meat, at 0.25M (pectoral) and 0.30M KCl (leg) in the cold storage, and at 0.30M KCl in the frozen storage.

Actomyosins of both muscles were solubilized completely at 0.40M KCl in fresh meat, cold and frozen storage.

I. 緒 論

근육은 같은 개체내에서도 백색육과 적색육으로 나누어지고 이들은 출생시에 같은 형태이지만 성장됨에 따라 조직화학적·생화학적 차이를 나타낸다

고 하였다(1.3.4.16). 백색육은 적색육에 비하여 근섬유의 직경이 굵고 筋小胞體가 잘 발달되어 있으며 glyogen, creatine phosphate, ATP 함량 및 ATPase 활성이 높고 筋收縮 속도가 빠르다고 알려져 있다(Cassens와 Cooper, 1971).

냉장 및 동결저장 중 백색육과 적색육의 근원섬

유단백질에 관한 연구로는 McCready 등 (1971)의 肉鷄肉 근원섬유단백질의 추출성, Cheng 등 (1978)의 돼지근육에 대한 Ca^{2+} 및 EDTA-ATPase 활성, Chaudhry 등 (1969)의 토끼근육의 용해도, Khan 등의 肉鷄근육에서의 actomyosin의 추출성, 그리고 Okitani 등 (1967)의 토끼근육에 대한 actomyosin의 Ca^{2+} -ATPase 활성등에 관하여 보고되어 있다.

그들의 연구 결과는 동물의 종류와 저장온도, 그리고 이온강도등의 차이에 의하여 단백질과 단백질의 상호작용의 樣相 및 단백질 특성 변화의 시기가 다르다고 보고하고 있다.

식육가공업에서는 식육을 대부분 냉장 및 동결 상태에서 취급하고 있으며 근원섬유단백질의 특성은 식육제품의 품질을 좌우하는데 크게 관여하기 때문에 냉장 및 동결저장 중에 일어나는 근원섬유단백질의 특성 변화에 관한 연구는 큰 의의를 갖는다고 생각된다.

본실험은 우리나라에서 식육 소비량의 約 29%를 차지하고 있는 닭고기 (황인옥, 1985) 중 肉鷄肉의 가슴근육과 다리근육을 냉장 및 동결저장하면서 근원섬유단백질을 經時的으로 추출하고 그 추출성, 生物活性 및 용해도의 차이를 비교하여 肉鷄肉의 효율적 이용을 위한 기초자료로 삼고자 하였다.

II. 材料 및 方法

1. 재 료

肉鷄 (Arbor Acres, 7週齡, 평균체중 1.7kg)를 가슴근육과 다리근육으로 나누어 면도칼로서 結締組織과 지방을 제거하기 위하여 10mM Sodium azide 용액을 시료표면에 뿌린 후 폴리에틸렌 필름 (0.1mm)에 포장하여 4℃ 및 -20℃에 저장하면서 시료로 이용하였다.

2. 방 법

1) 근원섬유단백질의 추출성

근원섬유의 조제는 Yang 등 (1970)의 방법에 準하였으며 actomyosin은 Szent-Gyorgyi (1951)의 방법을 약간 변형하여 추출하였다.

2) ATPase 활성 및 용해도의 측정

ATPase 활성의 측정은 1mg/ml의 근원섬유 혹은 actomyosin 1ml에 8mM $CaCl_2$, 0.5ml, 8mM

ATP 0.5ml, 25mM Tris-HCl (pH 8.0) 1ml의 혼합용액에 0.6M KCl이 되도록 KCl 1ml를 가하여 30℃ 水浴上에서 5분간 반응을 정지시키고 1분동안 단백질 1mg에 의하여 遊離되어 나오는 無機磷 (pi)량을 μ mole로 표시하였다. 용해도의 측정은 3mg/ml의 단백질 1ml에 농도별 KCl 용액 9ml를 첨가하여 2,000rpm에서 10분간 원심분리시킨 후 上澄液을 278nm에서 吸光度를 측정하여 O.D.值로서 표시하였다.

III. 結果 및 考察

1. 근원섬유 단백질의 추출성

Table 1은 肉鷄肉의 가슴근육과 다리근육을 4℃ 및 -20℃에서 7일 및 10주 동안 저장하면서 經時的으로 근원섬유단백질의 추출성을 측정한 결과이다. 냉장의 경우 屠殺直後 myofibril의 추출성은 가슴근육 71.37mg/g, 다리근육 50.53mg/g이었으며 두 부위 모두 시간이 경과함에 따라 다소 증가하여 냉장 7일째 가슴근육이 72.70mg/g, 다리근육이 52.08mg/g으로 가슴근육이 다리근육에 비하여 39.6~41.7%의 높은 추출성을 보였다. 이와같은 현상은 Chaudhry 등 (1969)의 토끼근육과 소의 근육을 냉장하는 동안 시간이 경과함에 따라 근원섬유단백질의 추출성이 점차 높아진다는 사실과 비슷한 경향을 보였으나 추출성 증가율은 그 결과보다 적게 나타났다. 한편 actomyosin의 추출성을 經時的으로 비교한 결과는 가슴 및 다리근육이 모두 屠殺直後에 비하여 냉장 7일까지 큰 변화가 없었으며 가슴근육이 다리근육에 비하여 44.9~48.5%의 높은 추출성을 보였다. 이러한 현상은 McIntosh (1967)의 실험결과와 비슷한 경향을 보였다. 동결저장의 경우 myofibril의 추출성은 저장기간이 경과하면서 두 부위 모두 추출성이 점차 감소하여 10주에 가슴근육은 69.0mg/g, 다리근육은 47.85mg/g으로서 신선육에 비하여 각각 3.3%, 5.3% 낮은 추출성을 보였다. 그리고 동결저장 중에 가슴근육은 다리근육에 비하여 39.8~45.2%의 높은 추출성을 나타내었다. Khan 등 (1963)은 닭의 가슴근육과 다리근육을 -18℃에 동결저장하면서 단백질의 추출성을 비교한 결과, 두 부위 모두 저장 기간이 길어지면서 추출성이 감소하고 가슴근육이 다리근육보다 추출성이 높게 나타났다고 하였으며 McCready 등 (19

71)은 肉鷄근육을 -10°C 에 동결저장하는 동안 근원섬유단백질의 추출성은 백색육이 적색육에 비하여 높았다고 보고하였는데 이는 본실험 결과와 같은 경향이었다. actomyosin추출성은 두 부위 모두 감소하여 동결저장 10주에는 신선육에 비하여 가슴근육이 10.9%, 다리근육이 15.6% 낮은 추출성을 보였으며, 가슴근육이 다리근육에 비하여 46.1~54.3%의 높은 추출성을 나타내었다. Khan등(1963)은 닭의 가슴근육과 다리근육을 -4°C , -10°C , -18°C 및 -80°C 에서 동결저장하면서 actomyosin의 추출성을 비교한 결과 모두 가슴근육이 다리근육보다 높은 추출성을 나타내었다고 하여 동결온도가 다른 상태에서도 부위간의 actomyosin 추출성의 변화 양상은 변하지 않음을 보고하였다. 그리고 Awad 등(1968)은 소의 근육을 -4°C 에서 동결저장하는 동안 actomyosin의 추출성은 점차 감소하였다고 하였는데, 이는 본실험의 결과와 같은 경향으로서 동결저장 중에 myosin 성분의 변성 또는 thin filament내의 troponin-tropomyosin 복합물의 변화에 기인한 actin-myosin의 결합력의 약화에서 오는 결과라고 생각된다.

Table 1. Changes in the extractability of myofibrillar proteins prepared from chicken muscles during storage at 4°C and -20°C .

Storage time	Extractability, mg/g muscle			
	Pectoral muscle		Leg muscle	
	Myofibril	Actomyosin	Myofibril	Actomyosin
0 days	71.37	39.08	50.53	26.75
1	71.85	38.65	50.72	26.03
3	72.12	39.09	51.13	26.97
5	72.41	39.16	51.57	26.98
7	72.07	39.18	52.08	26.98
0 weeks	71.37	39.08	50.53	26.75
1	70.56	38.51	50.41	26.19
2	70.34	38.16	50.30	25.82
4	69.72	37.34	48.03	25.17
6	69.45	36.62	48.00	24.06
8	69.07	35.77	47.89	23.42
10	69.00	34.38	47.85	22.57

2. 근원섬유단백질의 Ca^{2+} -ATPase 활성

肉鷄肉의 가슴근육과 다리근육을 냉장 및 동결저장하면서 근원섬유단백질을 經時的으로 추출하고 Ca^{2+} -ATPase 활성을 비교하여 Table 2에 나타내었다.

Table 2. Ca^{2+} -ATPase activity of myofibrillar proteins prepared from chicken muscles during storage at 4°C and -20°C .

Storage time	ATPase activity, $\mu\text{mole Pi/mg protein/min}$			
	Pectoral muscle		Leg muscle	
	Myofibril	Actomyosin	Myofibril	Actomyosin
0 days	0.287	0.601	0.251	0.272
1	0.295	0.569	0.243	0.235
3	0.304	0.571	0.257	0.236
5	0.309	0.572	0.260	0.238
7	0.311	0.575	0.261	0.242
0 weeks	0.287	0.601	0.251	0.272
1	0.311	0.562	0.282	0.238
2	0.375	0.559	0.320	0.236
4	0.353	0.554	0.297	0.232
6	0.340	0.552	0.282	0.227
8	0.329	0.553	0.273	0.222
10	0.318	0.553	0.264	0.219

냉장의 경우, 가슴 및 다리근육에서 얻은 myofibrillar의 Ca^{2+} -ATPase활성은 각각 $0.287 \mu\text{mole Pi/mg protein/min}$, $0.251 \mu\text{mole Pi/mg protein/min}$ 이었고 냉장 1일에 각각 $0.295 \mu\text{mole Pi/mg protein/min}$, $0.253 \mu\text{mole Pi/mg protein/min}$ 으로서 활성이 다소 증가하기 시작하였으며 그 이후에도 약간씩 높아져 냉장 7일에 가슴근육이 $0.311 \mu\text{mole Pi/mg protein/min}$, 다리근육이 $0.261 \mu\text{mole Pi/mg protein/min}$ 으로 신선육에 비하여 각각 8.4%, 4.0% 증가되었으나 큰 변화는 아니었으며 전체적으로 가슴근육이 다리근육에 비하여 14.3~19.2%의 높은 활성의 수준을 나타내었다.

Yamamoto등(1977)은 닭의 가슴근육을 4°C 에서 7일간 냉장할 때 Ca^{2+} -ATPase 활성이 신선육에 비하여 다소 높다고 하였는데 이는 본실험 결과와 비슷한 현상이었으며 Cheng등(1978)은 본실험에 이용된 온도보다 다소 낮은 2°C 에 돼지근육을 냉장하면서 백색육과 적색육의 Ca^{2+} -ATPase 활성을 비교하여 백색육은 시간이 경과하면서 활성이 점차 감소하였으며 적색육은 1일에 활성이 감소하고 3일에는 증가하였다가 7일에 다시 다른 결과를 보고하였지만 백색육에 비하여 Ca^{2+} -ATPase 활성이 높은 것은 같은 현상이었다. 또한, Hay등도 닭고기를 2°C 에 냉장하면서 근원섬유단백질을 추출하고 Ca^{2+} -ATPase 활성의 經時的 변화를 비교하여 가슴근육은 2일까지 활성 변화가 없다가 7일째 다소 증가하였고 다리근육은 2일부터 다소 감소되었다고

하여 가슴근육은 본실험 결과와 類似하였지만 다리 근육은 다른 현상을 나타내었다. 그렇지만 Goll등이 소의 근육을 2℃에 저장하면 Ca^{2+} -ATPase 활성을 經時的으로 비교한 연구에서 냉장 3일까지 신선육 수준보다 높은 값을 유지하였다는 보고는 肉鷄肉의 경우와 같았으며 그 증가율에 있어서 가슴근육은 비슷하였고 다리근육은 적은편이었다. 이와 같이 여러가지 근육을 대상으로하여 보고된 냉장 중 근원섬유단백질의 Ca^{2+} -ATPase 활성의 변화가 서로 다른것은 근육의 종류, 屠殺前後의 처리상태, 선택된 저장온도, 그리고 이온강도를 포함한 측정조건, 특히 筋收縮性 단백질과 조절단백질의 混在樣相등이 다른데서 오는 결과라고 생각된다. Actomyosin의 추출성은 가슴 및 다리근육이 도살직후 각각 0.601 μ mole Pi/mg protein/min, 0.272 μ mole Pi/mg protein/min이었으나 1일에 각각 0.569 μ mole Pi/mg protein/min, 0.235 μ mole Pi/mg protein/min으로 감소하고 3일부터 약간씩 증가하고 있었으나 7일까지 각각 0.575 μ mole Pi/mg protein/min, 0.242 μ mole Pi/mg protein/min 정도로 되어 큰 변화를 나타내지 않았다. 이 결과에서 1일에 Ca^{2+} -ATPase 활성이 낮아지는 것은 Okitani등(1967)이 토끼근육을 4℃에서 냉장하는 동안 1일에 actomyosin의 Ca^{2+} -ATPase 활성이 낮아졌다는 결과와 비슷한 경향이였으며 이는 냉장 1일째부터 myosin과 actin의 결합력이 변화되고 있음을 반영하여 주는 것으로 생각된다. 그리고 냉장 7일까지의 가슴근육은 다리근육에 비하여 約 2~2.5배 정도의 높은 활성을 보였으며 그 변화 양상이 비슷하여 두 부위의 myosin은 actin과 결합 및 해리과정 그리고 효소적 기능이 유사함을 알 수 있었다.

동결저장의 경우 가슴 및 다리근육에서 얻은 myofibril의 Ca^{2+} -ATPase 활성은 저장 1주에 각각 0.311 μ mole Pi/mg protein/min, 0.282 μ mole Pi/mg protein/min.,으로 신선육에 비하여 8.4%, 12.4%의 증가율을 보이고 2주째 각각 0.375 μ mole Pi/mg protein/min., 0.320 μ mole Pi/mg protein/min.으로 각각 30.7%, 27.5% 증가되어 가장 높은 활성을 보였다. 그 이후 동결저장 4주에 각각 0.353 μ mole Pi/mg protein/min., 0.297 μ mole Pi/mg protein/min.으로 활성이 낮아지고 저장기간이 경과하면서 활성이 계속 떨어져 동결저장 10주에 각각 0.318 μ mole Pi/mg protein., 0.264 μ mole Pi/mg protein/min.으로 감소하였다. 그러나 동결

저장 10주까지 가슴근육과 다리근육 모두 신선육보다 높은 수준을 유지하였으며 가슴근육이 다리근육에 비하여 10.3~20.6%의 높은 활성을 보였다. 이 결과는 Yamamoto등(1977), 그리고 성삼경(1982)의 보고와 비슷한 경향이였으며 이는 동결저장 2주까지 筋小胞體의 損傷에 의한 Ca^{2+} 의 遊離가 그 활성을 유지시켜 주고 그 이후의 활성감소는 근원섬유단백질의 변성에 기인한 것으로 해석되고있다. 그러므로 본실험에 이용된 肉鷄肉의 가슴 및 다리근육은 공히 동결저장되는 동안 筋小胞體의 損傷이나 근원섬유단백질의 변성이 거의 같은 시기에 이루어지는 것으로 생각된다.

가슴 및 다리근육에서 추출한 actomyosin의 Ca^{2+} -ATPase 활성은 신선육에 비하여 동결저장 1주째 각각 6.5%, 12.5% 낮은 활성을 보였으며 그 이후는 저장기간이 경과하면서 다소 감소되었으나 큰 변화는 아니었고 가슴근육은 다리근육에 비하여 약 2~2.5배 정도의 높은 활성을 보였다. 그리고 냉장 및 동결저장 중 肉鷄肉의 두 부위에서 추출한 actomyosin은 근원섬유의 경우보다 Ca^{2+} -ATPase 활성이 높게 나타난 것으로 보아 조절단백질의 작용이 적었으며 저장기간이 경과함에 따라 actin과 myosin의 결합비가 비슷하게 형성되고 있음을 알 수 있었다.

3. 근원섬유 단백질의 용해도

근원섬유단백질은 고농도의 염용액에 용해되기 때문에 여러 이온강도에 대한 용해도의 비교는 그 단백질의 특성을 비교하는 수단으로 이용되고 있다. 그러므로 肉鷄肉의 가슴근육과 다리근육을 냉장 및 동결저장하면서 염농도에 의한 용해도를 비교하였다.

Fig. 1에서 보는바와 같이 도살직후의 myofibril은 가슴 및 다리근육 공히 0.10M KCl에서 용해되기 시작하여 0.20M KCl에서 완전히 용해되었고 저장육은 가슴근육이 0.20M KCl 이하, 다리근육이 0.25M KCl 이하에서 용해되기 시작하여 모두 0.30M KCl 이하에서 완전히 용해되었으며, 냉장 1일부터는 가슴근육이 다리근육보다 낮은 염농도에서 용해되었다. 이 결과는 Macfarlane등(1976)이 양의 근육을 1℃에 저장하면서 용해도를 측정 한 결과 염농도 0.20M에서 용해되기 시작하였다는 보고에 비하여 가슴근육은 비슷한 경향이였지만 다리근육은 더 높은 염농도에서 용해되었다.

Actomyosin의 용해도는 가슴근육은 도살직후에 0.20M KCl, 냉장 1일에 0.25M KCl, 그이후에는

0.30M KCl에서 용해되기 시작하였으며, 다리근육은 도살직후에 0.20M KCl, 냉장 1일부터는 0.25

M KCl에서 용해되기 시작하여 모두 0.40M KCl에서 완료되었다.

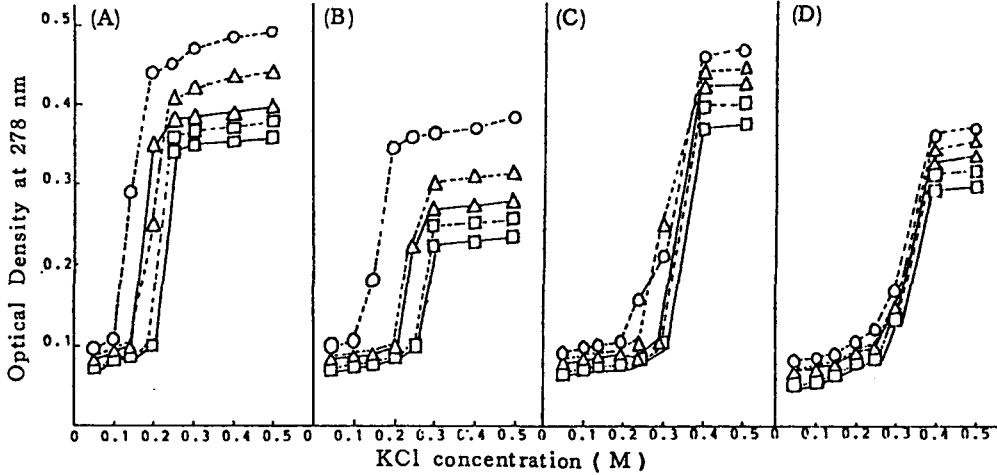


Fig. 1. Solubility of myofibrillar proteins prepared from pectoral (A,C) and leg (B,D) muscle during storage at 4°C.

A,B, myofibril; C,D, actomyosin.

myofibril proteins prepared from fresh; ○ ○

1st day; △ △, 3rd day; △——△,

5th day; □ □, and 7th day muscle; □——□

동결저장되는 근육의 염농도에 따른 용해도는 Fig. 2에서 보는바와 같이, 가슴근육의 myofibril은 신선육의 경우 0.10M KCl, 저장 1주에 0.15M KCl 그 이후에는 0.20M KCl에서 용해되기 시작하였고, 다리근육은 신선육이 0.10M KCl, 저장 1주

에 0.20M KCl, 2주부터는 0.25M KCl에서 용해되기 시작하여 가슴근육과 다리근육 모두 동결육이 신선육보다 높은 염농도에서, 그리고 가슴근육이 다리근육보다 낮은 염농도에서 용해되었음을 알 수 있었다.

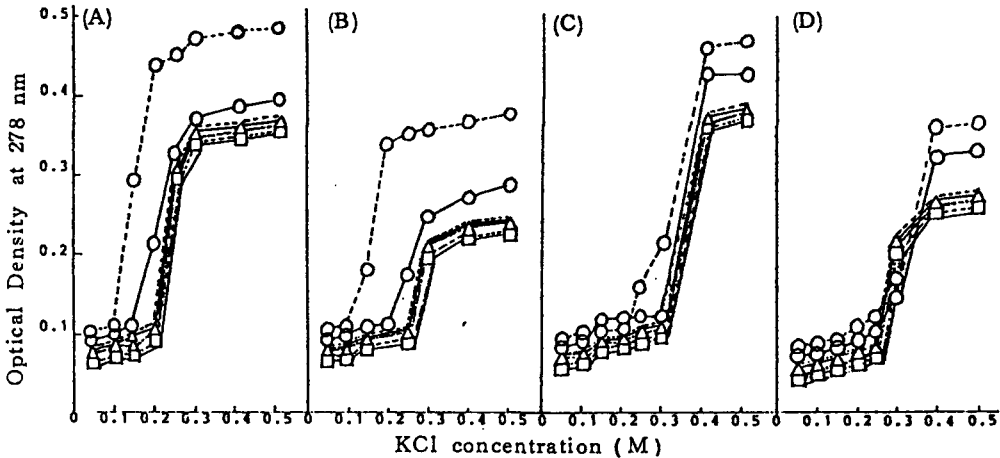


Fig. 2. Solubility of myofibrillar proteins prepared from pectoral (A,C) and leg (B,D) muscle during storage at -20°C.

A,B, myofibril; C,D, actomyosin.

myofibrillar proteins prepared from fresh; ○ ○

after 1 week; ○——○, after 2 weeks; △ △, after 4 weeks; △——△,

after 6 weeks; △ △, after 8 weeks; □ □, and after 10 weeks; □——□

Actomyosin의 경우 가슴근육은 신선육이 0.20M KCl, 저장 1주부터는 0.30M KCl에서 용해되기 시작하였으며, 다리근육은 신선육이 0.20M KCl, 그 이후 동결 10 주까지 모두 0.25M KCl에서 용해되기 시작하였다.

IV. 摘 要

肉鷄肉의 가슴근육과 다리근육을 4℃ 및 -20℃에 저장하면서 근원섬유단백질과 actomyosin을 추출하고 그 추출성, 生物活性 및 용해도를 비교한 결과는 다음과 같다.

1. Myofibril의 추출성은 가슴 및 다리근육 모두 냉장기간이 길어지면서 점차 높아지고, 동결저장기간이 경과되면서 다소 낮아졌다.

Actomyosin의 추출성은 가슴 및 다리근육 모두 냉장 중에 큰 변화를 보이지 않았으며, 동결저장의 경우 저장기간이 경과하면서 점차 감소하였다.

2. Myofibril의 Ca^{++} -ATPase 활성은 가슴 및 다리근육 모두 냉장 7일까지 큰 변화는 없었으며,

동결저장의 경우 2주째 가장 높은 활성을 보였고 그 이후는 감소하였다.

Actomyosin의 Ca^{++} -ATPase 활성은 가슴 및 다리근육 모두 냉장 중에 큰 변화를 보이지 않았으며, 동결저장의 경우 저장기간이 경과하면서 점차 감소하였다.

3. 근원섬유단백질은 염농도에 따라 신선육의 경우 가슴 및 다리근육 모두 0.20M KCl, 냉장육은 가슴 및 다리근육이 각각 0.25M KCl, 0.30M KCl, 그리고 동결저장육은 가슴 및 다리근육 모두 0.30M KCl에서 용해되었다.

Actomyosin은 염농도에 따라 신선육의 경우 가슴 및 다리근육 모두 0.20M KCl에서 용해되기 시작하였고, 가슴근육은 냉장 1일에 0.25M KCl, 냉장 3, 5, 7일에 0.30M KCl, 다리근육은 냉장기간에 관계없이 모두 0.25M KCl에서 용해되기 시작하였다. 또한, 동결저장 중 가슴근육은 0.30M KCl, 다리근육은 0.25M KCl에서 용해되기 시작하여 모두 0.40M KCl에서 완료되었다.

V. 引用文獻

1. Ashmore, C. R., G. Tompkins and L. Doerr. 1972 Postnatal development of muscle fiber types in domestic animals. *J. Anim. Sci.* 34: 37-41.
2. Awad, A., W. D. Powrie and O. Fenema. 1968. Chemical deterioration of frozen meat muscle at -4°C. *J. Food Sci.* 33: 227-235
3. Beecher, G. R., L. L. Kastensmidt, W. C. Hoekstra, R. G. Cassens and E. J. Briskey. 1969 Energy metabolites in red and white striated muscles of the pig. *Agr. Food Chem.* 17: 29-33
4. Calkins, C. R., L. J. Branecky, T. R. Dutson, G. C. Smith and Z. L. Carpenter. 1983. Postmortem muscle metabolism and meat tenderness. *J. Food Sci.* 48:23-25
5. Cassens, R. G. and C. C. Cooper. 1971. Red and white muscle. *Adv. Food Res.* 19: 1-74
6. Chaudhry, H. M., F. C. Parrish, Jr. and D., E. Goll., 1969. Molecular properties of postmortem muscle. 6. Effect of temperature on protein solubility of rabbit and bovine muscle. *J. Food Sci.* 34: 183-190
7. Cheng, C. S. and F. C. Parrish, Jr. 1978. Effects of postmortem storage conditions on myofibrillar ATPase activity of porcine red and white semitendinosus muscle. *J. Food Sci.* 43: 17-21
8. Goll, D. E. and R. M. Robson, 1967. Molecular properties of postmortem muscle. 1. Myofibrillar nucleosidetriphosphatase activity of bovine muscle. *J. Food Sci.* 32: 323-328
9. Hay, J. D., R. W. Currie and F. H. Wolfe. 1973. Effect of postmortem aging on chicken muscle fibrils. *J. Food Sci.* 38: 981-986
10. Khan, A. W., L. van der Berg and C. P. Lentz. 1963. Effects of frozen storage on chicken muscle proteins. *J. Food Sci.* 28: 425-430
11. Macfarlane, J. J. and L. J. Mckenzie. 1976. Pressure-induced Solubilization of myofibrillar proteins. *J. Food Sci.* 41: 1442-1446
12. McCready, S. T. and F. E. Cunningham. 1971. Salt-soluble proteins of poultry meat. 1. Composition and emulsifying capacity. *Poultry Sci.* 50: 243-248

13. McIntosh, E. N. 1967. Post-mortem changes in protein extract-ability in beef, pork, and chicken muscle. *J. Food Sci.* 32:208-209
14. Szent-Gyorgyi, A. 1951. *The chemistry of muscular contraction*. 2nd. rev., Academic Press, New York, p356
15. Okitani, A., O. Takagi and M. Fujimaki. 1967. The changes of "Myosin B" during Storage of rabbit muscle. Part IV. Effect of temperature, pH and ionic strength on denaturation of "myosin B" solution. *Agric. Biol. Chem.* 31: 939-946
16. Roland, L. M., S. C. Seideman, L. S. Donnelly and N.M. Quenzer. 1981. Physical and sensory properties of chicken patties made with varying proportions of white and dark spent fowl muscle. *J. Food Sci.* 46: 834-837
17. Yamamoto, K., K. Samejima and T. Yasui. 1977. A comparative study of the changes in hen pectoral muscle during storage at 4°C and -20°C. *J. Food Sci.* 42: 1642-1645
18. Yang, R., A. Okitani and M. Fujimaki. 1970. Studies on myofibrils from the stored muscle. Part I Postmortem changes in adenosine triphosphatase activity of myofibrils from rabbit muscle. *Agric., Biol. Chem.* 34: 1765-1772
19. 성삼경 1982. 알칼리 강직근의 냉동저장중의 변화에 관한연구. *한축지* 24: 20-26
20. 황인옥. 1985. 계생산물의 수급 및 가격안정화 방안, *한축지* 27: 589-593