終りに、試料に関して数多くの助言ならびに便宜をはかってくださった京都大学農学部植木研究室に深く感謝します。なお、本研究の一部は環境科学総合研究所研究助成金の援助により行なわれた。

文 献

- 1) 植木邦和：農林水産特別試験研究報告 (1976)
- 2) Concon, J.M. and Soltess, D. : *Anal. Biochem.*, **53**, 35 (1973)
- 3) 波多野博行：アミノ酸自動分析法, 63 (1964), 化学同人
- 4) Moore, S. : *J. Biol. Chem.*, **238**, 235 (1963)
- 5) Spies, J.R. and Chambers, D.C. : *Anal. Chem.*, **20**, 30 (1948); **21**, 1249 (1949)
- 6) Betschart, A. and Kinsella, J.E. : *J. Agric.*

- Food Chem.*, **21**, 60 (1973)
- 7) Taylor, K.G., Bates, R.P. and Robbins, R.C. : *Hyacinth Control J.*, **9**, 20 (1971)
- 8) 西 宏, 神立 誠：日農化誌, **29**, 653 (1955)
- 9) 堀米隆男, 神立 誠：日農化誌, **38**, 121 (1964)
- 10) 保井忠彦, 神立 誠：日農化誌, **43**, 328 (1969)
- 11) 堀米隆男, 神立 誠：日農化誌, **40**, 246, 449 (1966)
- 12) 堀米隆男, 神立 誠：栄養と食糧, **24**, 253 (1971); 日農化誌, **42**, 471 (1968)
- 13) Joint FAO/WHO Ad Hoc Expert Committee: Energy and Protein Requirement, **53** (1973)
- 14) 保井忠彦：栄養と食糧, **27**, 427 (1974)
- 15) Eggum, B.O. : *Br. J. Nutr.*, **24**, 761 (1970)
- 16) Wang, J. and Kinsella, J.E. : *J. Food Science*, **40**, 1156 (1975)

(昭和52年6月20日受理)

鶏および豚骨格筋ミトコンドリアの

α -トコフェロール含量[†]

山 内 清, 知念健次, 大橋登美男

宮崎大学農学部畜産学科

Alpha-Tocopherol Content in Mitochondrial Fraction Isolated from Fowl and Porcine Skeletal Muscles

Kiyoshi YAMAUCHI, Kenji CHINEN,
Tomio OHASHI

Department of Animal Science, Faculty of
Agriculture, Miyazaki University, Miyazaki

Our previous work has demonstrated that red muscle with relatively high levels of myoglobin and phospholipids tended to contain a higher amount of α -tocopherol than white one with relatively low levels of those, but a cause for this difference in α -tocopherol content remains to be elucidated. On the other hand, it has been considered that α -tocopherol in tissues is located in the membranous structure of the cell and subcellular particles, especially concentrated in the mitochondria and microsomes. Therefore, in order to find out one of the reasons for the difference in α -tocopherol content between the white and red muscles, the respective concentrations of α -tocopherol in mitochondrial frac-

tion from the white and red muscles of fowl and swine were determined. The white and red muscles used were *M. pectoralis profundus* and thigh muscle for fowl, and *M. longissimus dorsi* and *M. biceps femoris* for swine, respectively.

The respective concentrations of α -tocopherol in mitochondrial fraction from the fowl white and red muscles gave 0.113 μ mole and 0.175 μ mole per gram of protein. Corresponding figures for the swine muscles were 0.080 μ mole and 0.148 μ mole. These findings indicated that in both fowl and swine the concentration of α -tocopherol in mitochondrial fraction was significantly higher in the red muscle than in the white one. The swine red muscle also contained a significantly higher amount of mitochondria than the white one. Judging from the above results, the existence of numerous subcellular particles such as mitochondria and the significantly high level of α -tocopherol of the subcellular particles in the red muscle as compared with the white one seemed to be a reason for the difference in α -tocopherol content between the white and red muscles.

(Received July 12, 1977)

著者らは、鶏肉、豚肉、羊肉、牛肉および馬肉の各肉種のトコフェロール(以下 Toc と略記)類を定量し、Toc 類の大部分が α -Toc であることを認め、また、 α -Toc 量はミオグロビン (Mb) 量とリン脂質 (PL) 量の少ない白色筋に比較すると、Mb 量と PL 量が多い赤色筋で高い傾向にあることを明らかにした²⁾。しかし、 α -Toc が脂溶性であるにもかかわらず、鶏肉を除く他の肉種では脂質量との相関を認めなかった²⁾。

ラット肝臓では、 α -Toc の大部分がミトコンドリアと

[†] 食肉のトコフェロールに関する研究 (第4報)
Studies on Tocopherols of Meats (Part 4)
〒880 宮崎市船塚 3-210

ミクロソームの各画分に分布し³⁾, 高い代謝活性の細胞では有意の量の Toc がミトコンドリアに検出できるであろうと推測されている⁴⁾。しかし, 肉畜骨格筋組織の細胞内顆粒の α -Toc 量については明らかにされていない。

そこで, 上述した白色筋と赤色筋の α -Toc 量の差異が, 細胞内顆粒の α -Toc 量の差に起因するのかどうかを明らかにするために, 鶏肉および豚肉の白色筋と赤色筋のミトコンドリア画分の α -Toc 量を調べたので, その結果について報告する。

実験方法

1. 材料

鶏肉としてはと殺後数時間以内の深胸筋 (*M. pectoralis profundus*) と後肢筋 (thigh muscle) を, また豚肉にはと殺後 24 時間以内の背最長筋 (*M. longissimus dorsi*) と大腿二頭筋 (*M. biceps femoris*) を用いた。各骨格筋組織について, それぞれ 5 回ずつ分析を行なった。深胸筋と背最長筋は白色筋として, また後肢筋と大腿二頭筋は赤色筋として用いた。

2. ミトコンドリア画分 (Mt 画分) の調製

Mt 画分は, 主として Martonosi と Feretos の方法⁵⁾ に準じて調製した。上記の各骨格筋組織のひき肉 200 g に 4 倍容の氷冷 0.1 M KCl-5 mM histidine 溶液 (pH 7.5) を加え, Waring blender で 30 秒間のホモゲナイズを断続的に 4 回行なった後, 5 倍容の KCl-histidine 溶液を用いてピーカーに移し, 10% ホモジェネートとした。ホモジェネートを遠心分離後 (700×g, 20 分), 三重のガーゼで濾過して上澄液を採り, 沈渣には 4 倍容の KCl-histidine 溶液を加えて遠心分離 (700×g, 20 分) し, 上澄液を濾過した。これら上澄液を遠心分離

(8,000×g, 20 分) し, その沈澱部分を Mt 画分とした。この Mt 画分は, さらに KCl-histidine 溶液で洗浄したのち, KCl-histidine 溶液の懸濁液として分析に供した。

3. α -Toc の定量

山内らの方法¹⁾ に準じて定量した。

4. 窒素 (N) 量の定量

N 量はマイクロケルダール法で定量し, KCl-histidine 溶液の N 量を差し引いて Mt 画分の N 量を求めた。Mt 画分のたん白質量は, N 量×6.25 で計算した。

結果および考察

一般に機能が旺盛でエネルギーを多く必要とする細胞ほどミトコンドリアの数が多いとされている⁶⁾ が, 今回供試した各骨格筋組織でミオグロビン量の多い赤色筋では合目的に TCA サイクルによるエネルギー生産が旺盛でミトコンドリアの数も多いと考えられる。予測したように, 豚骨格筋では背最長筋に比較して大腿二頭筋のミトコンドリア量が有意に高い値を示した (Table 1) が鶏骨格筋の場合, 深胸筋と後肢筋のミトコンドリア量に有意の差は認められなかった (Table 1)。しかし, ミトコンドリア画分の α -Toc 量 (ng/mitochondria equivalent to 1 g wet tissue, μ mole/g protein) は, 鶏骨格筋では深胸筋に比較して後肢筋, 豚骨格筋では背最長筋に比較して大腿二頭筋において有意に高い値を示した (Table 1)。

今回供試した骨格筋組織のミオグロビン量とリン脂質量は, 深胸筋に比較して後肢筋, および背最長筋に比較して大腿二頭筋において, それぞれ有意に高い値を示した²⁾ が, この事実は白色筋と赤色筋の生理的代謝活性の相違を示唆するものと考えられる。赤色筋において, そ

Table 1. Amounts of mitochondria and their α -tocopherol contents in fowl and porcine skeletal muscles.

Item	Muscles		Fowl skeletal muscle		Porcine skeletal muscle	
			<i>M. pectoralis profundus</i> (5) ^a	thigh muscle (5)	<i>M. longissimus dorsi</i> (5)	<i>M. biceps femoris</i> (5)
Amount of mitochondria						
μ g nitrogen per g wet weight of tissue			326±47 ^b	306±13	371±52	470±46**
Alpha-tocopherol content						
ng per mitochondria equivalent to 1 g wet weight of tissue			99.8±25.7	143.4±18.7*	79.4±12.9	189.0±60.7**
μ mole per g protein			0.113±0.021	0.175±0.027*	0.080±0.008	0.148±0.038**

^a : A number in the parentheses shows the number of samples.

^b : mean±s.d., * : $p<0.05$, ** : $p<0.01$.

のミトコンドリア画分の α -Toc 量が有意に高かった (Table 1) ことは、生理的代謝活性の高い細胞ではミトコンドリアに有意の Toc 量が検出できるであろうと述べた Gruger と Tappel⁴⁾ の推測を裏付けるものと考えられる。また、彼ら⁴⁾ は、ラット肝臓ミトコンドリアの α -Toc 量 (μ mole/g protein) を文献値から計算して 0.14 μ mole であったと報告している。

Table 1 から明らかなように、豚の背最長筋から分離したミトコンドリアの α -Toc 量が上記のラット肝臓ミトコンドリアの α -Toc 量と比較して著しく低い値を示したが、他の骨格筋組織ではラット肝臓ミトコンドリアと近似した値であった。

畜肉において、白色筋に比較すると赤色筋の α -Toc 量が高い傾向を示すことを認めた²⁾ が、その一因は、今回のミトコンドリア画分の α -Toc 量の結果から、白色筋に比較して赤色筋では細胞および細胞内顆粒の膜構造に存在する α -Toc 量が多く、かつミトコンドリアなどの細胞内顆粒の数が多きことにあるものと推察される。

さきに、畜肉の脂質酸化では膜構造に存在する高度不飽和脂肪酸の酸化が大きく関与することを示唆した^{7,8)} が、 α -Toc は膜構造に存在して膜の脂質の過酸化を防止する働きをしているとされている⁹⁾ ことから、今回の白

色筋と赤色筋のミトコンドリアにおける α -Toc 含量の差異の結果は、白色筋にくらべて赤色筋の脂質酸化が必ずしも促進されなかった¹⁰⁾ ことに関連して興味ある点である。

文 献

- 1) 山内 清, 麻谷展良, 大橋登美男: 日畜会報, 45, 626 (1974)
- 2) 山内 清, 知念健次, 大橋登美男: 日畜会報, 48, 458 (1977)
- 3) Wiss, O., Bunnell, R.H., and Bloor, U.: *Vitam. and Horm.*, 20, 441 (1962)
- 4) Gruger, E.H., Jr. and Tappel, A.L.: *Lipids*, 6, 147 (1971)
- 5) Martonosi, A. and Feretos, R.: *J. Biol. Chem.*, 239, 648 (1964)
- 6) 小田琢三: 細胞生物学 (中原, 藤井, 三浦編), 138 (1967), 朝倉書店 (東京)
- 7) 山内 清: 宮大農報, 19, 147 (1972)
- 8) 山内 清: 日畜会報, 44, 201 (1973)
- 9) Tappel, A.L.: *Ann. N.Y. Acad. Sci.*, 203, 12, (1972)
- 10) 山内 清, 知念健次, 大橋登美男: 日畜会報, 48, 701 (1977)

(昭和52年 7 月12日受理)