

MCT와 LCT가 血清의 酵素活性에 미치는 影響

曹 貞 淳

명지대학교 이과대학 식품영양학과

Effect of Medium and Long Chain Triglyceride Diets on the Serum Enzyme Activity in the Rats

Cho, Chung-Soon

Dept. of Food and Nutrition College of Science,
Myongji University

(Received Sep. 28, 1987)

ABSTRACT

To investigate the effect of feeding rats medium-chain triglyceride (MCT), triglyceride containing primarily C₈ and C₁₀ fatty acids, it were compared to the effects of feeding triglycerides composed of long-chain triglyceride (LCT), corn oil and lard, on the serum enzyme activity.

For 4 weeks rats were fed a diet containing 20% MCT or LCT·MCT, as compared with LCT, had the following effects:

- 1) The total lactic dehydrogenase (LDH) activities in the serum of all experimental group were significantly decreased then those of control group.
- 2) The activities of glutamic oxaloacetic transaminase (GOT) in the serum of all experimental group were decreased than those of control group.
- 3) The activities of glutamic pyruvic transaminase (GPT) in the serum of all experimental group were decreased, MCT and LCT group were significantly decreased than those of control group.
- 4) The activities of α-amylase in the serum of all groups were significantly increased than those of control group.
- 5) According to electrophoresis, LDH of LDH isozyme activities in MCT and Lard group were increased with those of LDH₅ in corn oil group were increased than those of control group.

It is suggested that the MCT and LCT fed to rats influence on the activity of various serum enzymes.

I. 緒 論

炭素數 12 이상을 가진 long chain triglyceride (LCT)는 肝腸 등의 脂肪組織에서 脂肪을 合成하는데 利用되나 6-12 개의 炭素數를 가진 medium chain triglyceride(MCT)는 작은 양만이 脂肪合成

에 利用되고 肝에서 酸化되므로 脂肪의 吸收와 轉移의 여러가지 疾病에 대해 LCT를 MCT로 交換하는 등 많은 研究가 進行되어 왔다^{1,2)}

Wiley 등³⁾에 의하면 MCT의 半合成 段階는 LCT를 吸收할 수 없는 사람에게 calories를 提供하기 위한 方法으로 最近에 널리 利用되는 方法이며 Bach⁴⁾, Baayan²⁾, Lavau⁴⁾, 李와 車⁵⁾ 등은 ch-

olesterol 濃度を 낮추는데 效果的이라고 報告하고 있다.

MCT는 特히 脂肪蓄積 減少를 가져와 肥滿 調節에 可能한 食餌로 應用을 暗示하기도 했다⁴⁻⁸⁾.

Wiley⁹⁾, Lavau¹⁰⁾, Yeh¹¹⁾ 등은 또한 MCT는 LCT보다 肝에서 CO₂, acetate, ketone으로 보다 많이 빠르게 酸化되는 것은 MCT가 β-hydroxy-butyrate 値를 上昇시키는 것과 關係가 있으며 脂肪組織이나 肝에서 酵素活性은 MCT보다 cornoil, lard가 더 많이 減少되었다고 했으며 MCT의 增加된 酵素活性은 脂肪을 形成하는 活性和 平行을 이루고 있다고 했다.

Lavau⁴⁾ 등은 脂肪組織에서 高脂肪食餌(體重의 55%의 MCT와 60% corn oil)는 低脂肪食餌(2% corn oil)에 比해서는 Acetyl CoA Carboxylase, Malic enzyme, citrate cleavage enzyme, glucose-6-phosphate dehydrogenase와 6-phosphoglucenate dehydrogenase의 活性이 크게 低下되었으나 肝에서는 LCT가 MCT보다 脂肪合成의 酵素活性을 減少시키는데 더 많은 效果가 있다고 하였다.

그러나 MCT와 LCT를 給與했을 때 血液中에 酵素活性에 미치는 影響에 관한 報告는 많지 않으므로 本 實驗에서는 MCT와 LCT가 血清에서 酵素活性에 미치는 影響을 調査하기 위해 MCT와 LCT로 corn oil과 lard를 給與한 후 血清에서의 總 lactic dehydrogenase (LDH), glutamic oxaloacetic transaminase (GOT), glutamic pyruvic transaminase (GPT), 2-amylase와 LDH Isozyme 등의 酵素活性을 測定하여 結果를 報告한다.

II. 材料 및 方法

1. 食餌調製

本 實驗 食餌에 添加한 LCT는 市販 食用 옥수수油(삼양 Co.)를 lard는 市販(삼양유지 Co.)를 使用하였으며 MCT는 coconut RK와 MT¹²⁾(日本花王 Food Co.)를 使用하였고 食餌組成은 Table 1과 같다.

2. 動物實驗

體重이 155±10g 인 Sprage-Dawley系 흰쥐(♂)를 標準食餌로써 7日間 適應시킨 후 7마리를 4群으로 하여 各 給與食餌에 따라 4群으로 나누고 4週間 飼育하였으며 食餌와 물은 자유로이(ad libi-

Table 1. Composition of experimental diets (g/100g of normal diet)

Component Group	MCT (coconut RK + MT)*	Corn oil	Lard
Control			
A	20		
B		20	
C			20

*Coconut RK Composed of C₈ fatty acids
Coconut MT Composed of C₈ and C₁₀ fatty acids

tum) 攝取하도록 하였다.

3. 食餌攝取量과 體重增加量測定

事前에 秤量된 實驗食餌를 飼育箱別로 繼續給與한 다음 實驗 最終日에 殘餘量을 빼서 흰쥐數로 나누어 總平均 攝取量으로 하였으며 體重增加量은 實驗期間중 每週 一回 測定하였으며 最終體重에서 實驗始作時의 體重을 減하여 算出하였다.

4. 採血 및 血清分離

흰쥐는 實驗飼育이 끝난 다음 하룻밤을 絶食시키고 에틸에테르로 痲醉한 다음 心臟採血하여 3000 rpm으로 15分間 速心分離하여 血清을 얻은 후 酵素活性을 測定할때까지 냉장고에 保存하였다.

5. 血清의 酵素活性度 測定

1) 總 LDH, GOT 및 GPT의 活性度

總 LDH 活性¹³⁾은 血清 0.05 ml와 基質 發色試藥 LDH C II (乳酸基質 diaphorase 法, Wako Co. 製) 1 vial에 基質緩衝液 5.0 ml를 加한 溶液 0.5 ml를 560 nm에서 吸光度를 測定하였고 GOT 및 GPT 活性^{14,15)}은 血清 0.2 ml와 基質溶液(Reitman Frankel 法, Wako Co. 製) 1.0 ml를 505 nm에서 吸光度를 測定하였다. 이때 總 LDH의 活性度는 Wroblewski 單位로 表示하였고 GOT 및 GPT의 活性度는 Karmen 單位로 表示하였다.

2) α-amylase의 活性度^{16,17)}

시험관 2 개에 α-amylase 測定用 基質緩衝液 (Iodine Starch 比色法, Wako Co. 製)을 각각 1.0 ml를 넣고 37°C에서 5分間 加温한 後試驗用 試驗管에는 血清 0.02 ml를 對照用 試驗管에는 증류수 0.02 ml를 加하고 정확히 7分 30초 후에 0.01 N-요오드 용액을 加하였다. 시험관을 수조에서 꺼

내어 증류수 5.0ml씩을 加하고 Spectrophotometer(日本, Hitachi model 100-10)로 파장 660nm에서 증류수를 blank로 하여 吸光度를 測定하였다. 이때 α -amylase의 活性도는 다음 식으로 계산하여 Somogyi unit로 나타내었다.

$$\alpha\text{-Amylase (U)} = \frac{A_{B1} - A_S}{A_{B1}} \times 3200$$

A_{B1} : 대조용 시험관의 흡광도

A_S : 시험용 시험관의 흡광도

3) LDH Isozyme의 電氣泳動^{18,19)}

電氣泳動 buff 溶液은 corning universal pH buffer(0.05M barbital 0.35% EDTA, pH 8.6, Corning Co.製)를 使用하였고 agarose universal electrophoresis film(美國 Corning Co.製)에서 hard plastic cover를 떼어내고 血清 1~2 μ l를 micropipette로 묻힌 다음 血清을 묻힌 쪽을 음극이 되도록 泳動裝置(美國 Corning Co. 製)에 올려놓고 90 volt에서 35分間 泳動시켰다.

泳動 완료후 즉시 LDH 형광 염색액을 gel film의 한쪽 끝(-)에 놓고 5ml serological pipette를 길이로 놓고 pipette와 gel film 접촉면에 염색액이 퍼지도록 하고 반대쪽(+)으로 굴러듯이 進行시키면 고르게 分布 塗抹된다. 이 film을 적신 sta-moist paper가 들어있는 39°C incubator에서 20分間 反應시켰다. 이온교환수로 film을 洗滌, 65°C에서 15~20分間 乾燥시켜 densitometer(Beckmann, model 12-112)를 使用하여 520nm에서 Quick scan graph를 그려 各 分劃에 대한 百分率을 求하고 總 LDH 活性도를 기준으로 하여 計算하였다.

實驗한 各群 사이의 差異點은 T-test에 依한 統

計的 有意性으로 處理하였다.

III. 結果 및 考察

1. 體重變化 및 食餌攝取量

實驗期間中の 體重變化와 食餌攝取量 및 食餌效率은 Table 2와 같다. 이 結果에서 보면 各 實驗群의 一日平均體重增加量은 對照群에 비해 MCT群과 Lard群이 낮았으며 corn oil群은 약간 높은 傾向을 나타냈으나 모두 有意한 差는 아니었다.

食餌效率은 對照群에 비해 MCT群에서는 有意한 差($p < 0.02$)로 높았으며 corn oil群과 lard群도 各 各 有意한 差($p < 0.001$, $p < 0.005$)로 增加하였다.

本 研究에서 MCT群의 體重增加가 LCT群보다 比較的 낮게 나타난 것은 MCT가 풍부한 食餌는 體重增加를 減少시키고 脂肪蓄積을 減少시킨다는 報告²⁰⁻²⁴⁾의 結果와 一致하는 것으로 肝에서 MCT는 LCT보다 더 빨리 酸化되어 脂肪組織에 蓄積을 積개하는³⁾ 代謝의 特性으로 思料된다.

2. 血清酵素의 活性度

血清의 總LDH 및 GOT, GPT 및 α -amylase의 活性도를 測定한 값은 Table 3과 같다.

總LDH는 對照群에 비해 initial群은 낮았으며 모든 實驗群에서 有意的인 差($p < 0.001$)로 減少하였다.

本 研究에서 總LDH의 活性도는 MCT群에 비해 corn oil群이 有意的인 差($p < 0.001$)로 減少한 것은 Bach¹⁾ 등이 MCT群은 LCT群보다 acetoacetate와 β -hydroxybutyrate를 합친 總 ketone body가 현저히 增加한 結果와 一致하며 이는 總 LDH의

Table 2. Effect of diet on body weight, food efficiency ratio (FER)^{a)}

Group	Body weight		Wt. gain	FER
	Initial wt. (g)	Final wt. (g)	(g/rat/4 weeks)	
Control	165.9 \pm 3.59 ^{b)}	267.5 \pm 10.49	3.62 \pm 1.46	0.18 \pm 0.07
MCT	154.1 \pm 3.47	242.3 \pm 15.68	3.14 \pm 0.98	0.28 \pm 0.07*
Corn oil	155.2 \pm 3.09	268.2 \pm 21.39	4.20 \pm 0.83	0.32 \pm 0.04**
Lard	145.8 \pm 2.15	235.8 \pm 21.70	3.58 \pm 0.34	0.27 \pm 0.03***

a) FER: Food efficiency ratio=body wt. gain(g)/food intake (g)

b) Mean \pm S.D. of 6-7 rat per group

* Significantly different from control group ($p < 0.02$)

** Significantly different from control group ($p < 0.001$)

*** Significantly different from control group ($p < 0.005$)

Table 3. Effect of experimental diet on serum enzyme activity of rats

Enzyme	Group	Initial	Control	MCT	corn oil	Lard
LDH		1035±93.11 ^{a)}	1585.6±186.4	767.1±89.8*	567.0±0.87*	985.5±172.2*
GOT		173±31.81	142.8±36.06	138.2±22.11	98.4±11.38**	133.9±20.09
GPT		16.7±1.80	33.4±9.01	12.5±3.61*	29.4±4.82	21.3±2.98**
α-amylase		2452.64±169.39	2244.12±133.31	2824.25±30.61*	2710.71±49.82*	2632.25±117.92*

a) Mean ± S.D. of 6-7 rat per group

* Significantly different from control group (p < 0.001)

** Significantly different from control group (p < 0.005)

Table 4. Effect of experimental diet on serum LDH isozyme of rats separated agarose universal electrophoresis (%)

LDH Isozyme	Group	Initial	Control	MCT	corn oil	Lard
LDH ₁		7.82±1.90 ^{a)}	4.07±2.33	9.71±1.53*	3.85±0.84	6.48±3.93
LDH ₂		12.46±0.85	7.81±2.68	11.47±4.12	6.52±1.01	14.01±3.15*
LDH ₃		7.57±1.48	6.16±1.30	3.46±2.02**	4.92±2.58	11.97±3.06
LDH ₄		9.50±2.72	9.57±1.54	5.47±6.71	6.77±1.92**	7.76±1.81
LDH ₅		62.6±4.03	70.43±4.91	67.72±3.65	75.94±2.99***	59.71±4.21*

a) Mean ± S.D. of 6 rats group

* Significantly different from control group (p < 0.001)

** Significantly different from control group (p < 0.01)

*** Significantly different from control group (p < 0.02)

92%는 基質로서 2-hydroxybutylate에서 活性化¹⁸⁾가 크기 때문이라고 思料된다.

GOT와 GPT의 活性化는 對照群에 비해 GOT는 Initial群이 높았으며 GPT는 낮았다. 對照群에 비해 모든 實驗群은 減少되었고 GOT에서는 특히 corn oil群이 有意的인 差(p<0.005)로 減少하였으며 GPT는 MCT群과 lard群이 各各 有意한 差(p<0.001, p<0.005)로 減少되었다. MCT群에 비해 LCT群은 GOT에서 減少한 傾向이었고 GPT는 增加한 傾向을 나타내었다.

α-amylase의 活性化를 測定한 結果는 對照群에 비해 Initial群은 높았으며 모든 實驗群은 모두 같은 有意한 差(p<0.001)로 增加하였다. 또한 MCT群에 비해 corn oil群과 lard群이 有意한 差(p<0.001) 減少한 것은 Bach¹⁾ 등에서 血糖値가 MCT群에 비해 LCT群이 減少한 結果는 α-amylase의 活性化와 關係가 있는 것으로 思料된다.

以上の 結果를 綜合해보면 對照群에 비해 모든 實驗群에서 α-amylase 活性化를 除外하고는 모든 酵

素活性化이 減少되었음을 알 수 있으나 實驗群 가운데서 MCT群은 LCT群인 corn oil群이나 lard群보다 GPT를 除外하고는 거의 減少되지 않았다는 것은 肝이나 脂肪組織에서 MCT가 LCT보다 脂肪合成의 酵素活性化를 抑制시키는데 效果가 적다는 報告¹⁹⁾와 一致된다고 본다.

3. LDH Isozyme의 電氣泳動

LDH의 電氣泳動相은 Fig. 1~ Fig. 5와 같이 Initial群부터 對照群, MCT群, corn oil群, lard群 모두 5개의 分劃이 나타났으며 이것을 LDH₁, LDH₂, LDH₃, LDH₄, LDH₅라 한다.

Table 4에는 電氣泳動 plate를 densitometer에서 scanning하여 얻은 LDH isozyme의 百分率을 나타내었다. 여기서 對照群에 비해 Initial群은 LDH₁, LDH₂, LDH₃는 增加하였으나 LDH₄, LDH₅는 減少하였다. MCT群은 對照群에 비해 LDH₁은 有意한 差(p<0.001)로 增加하였고 LDH₂는 有意한 差 없이 增加하였으며 LDH₃는 有意한 差(p<0.01)로

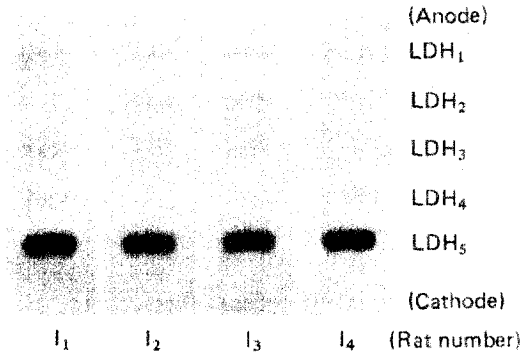


Fig. 1. Electrophoretogram of serum LDH isozymes for each rat in initial.

Group I₁-I₄ : Rat number

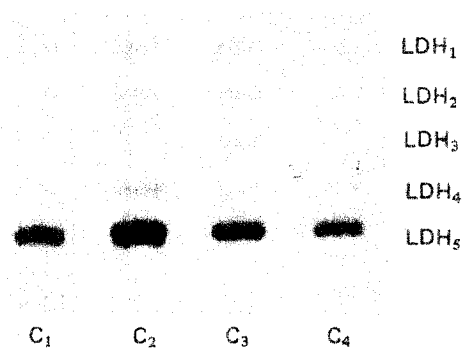


Fig. 2. Electrophoretogram of serum LDH isozymes for each rat in control.

Group C₁-C₄ : Rat number

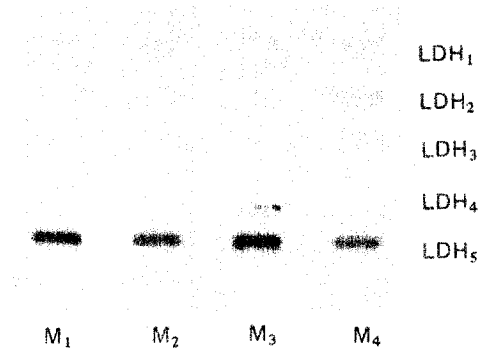


Fig. 3. Electrophoretogram of serum LDH isozymes for each rat in MCT.

Group M₁-M₄ : Rat number

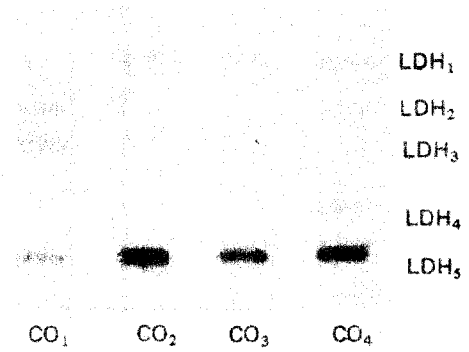


Fig. 4. Electrophoretogram of serum LDH isozymes for each rat in corn.

Oil group CO₁-CO₄ : Rat number

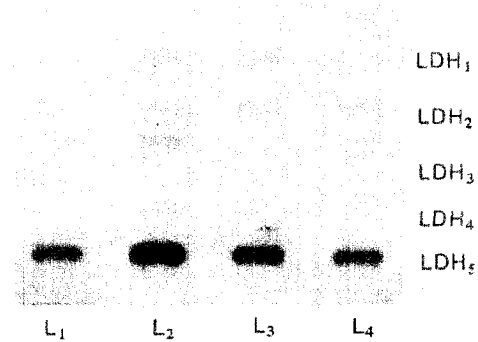


Fig. 5. Electrophoretogram of serum LDH isozymes for each rat in lard.

Group L₁-L₄ : Rat number

減少하였으며 LDH₄, LDH₅도 減少한 傾向을 나타 내었다. Corn oil 群은 LDH₁, LDH₂, LDH₃ 모두

減少하였으며 LDH₄는 有意한 差(p<0.01)로 減少 하였으며 LDH₅는 有意한 差(p<0.02)로 增加하였다. Lard 群은 LDH₁, LDH₂, LDH₃ 모두 增加하였으며 LDH₂와 LDH₃는 모두 有意한 差(p<0.001)로 增加하였으며 LDH₄, LDH₅는 減少하였으며 LDH₅는 有意한 差(p<0.001)로 減少하였다.

LDH isozyme은 酸化-還元反應을 解媒하는 酵素로서 H. subunit (heart-type)는 好氣性 代謝를 主로 하는 心臟組織에 많고 M. subunit (liver-type)은 嫌氣性 代謝를 主로 하는 肝과 筋肉組織에 많이含有되어 있으며 다섯개의 isoenzyme을 나타 낸다¹⁸⁾.

本 研究에서 LDH₅(M₄)에 대한 LDH₁(H₄)의 百分率을 보면 對照群에서는 5.78%, MCT 群은 14.34%, corn oil 群은 5.06%, lard 群은 10.85%로

나타났다. 따라서 對照群에 비해 MCT群은 好氣性 組織에서 流出된 heat-type의 LDH比率이크게 增加하고 있음을 알 수 있고 corn oil群은 嫌氣性 組織에서 流出된 liver-type의 LDH比率이크게 增加했으며 lard群은 好氣性 組織에서 流出된 LDH의 比率이 比較的 많은 편이나 MCT群보다 적다. 그러나 增加된 LDH가 어느 臟器에서 由來된 것인지는 알 수 없었다.

IV. 結 論

本 研究에서는 MCT와 LCT가 rat 血清의 酵素活性에 미치는 영향을 究明할 目的으로 飼餌에다 MCT食餌와 LCT食餌로 corn oil과 lard食餌를 給與하여 檢討한 結論은 다음과 같다.

1. 體重增加率は 對照群에 비해 MCT群이 가장 낮은 傾向을 보이며 corn oil群이 가장 높은 傾向이었으며 食餌效率는 對照群에 비해 모든 實驗群이 높은 傾向을 나타내었다.

2. 血清酵素中 總 LDH의 活性은 對照群에 비해 實驗群 모두가 有意한 差로 減少되는 現象을 나타내었다.

3. GOT의 活性은 對照群에 비해 모든 實驗群이 減少되었으며 특히 corn oil群은 有意한 差로 減少를 나타내었다.

4. GPT의 活性은 對照群에 비해 모든 實驗群이 減少되었으며 특히 MCT群과 lard群은 有意한 差로 減少되었다.

5. α -aruyase의 活性은 對照群에 비해 모든 群이 有意한 差로 增加하는 傾向이었다.

6. 電氣泳動結果 LDH isozyme의 百分率은 對照群에 비해 MCT群은 LDH₁은 增加하는 傾向이었으나 LDH₅는 減少되는 傾向이었고 corn oil群은 LDH₁은 減少되는 傾向을 나타냈으며 LDH₅는 增加하는 傾向을 보였으며 lard群은 LDH₁은 增加되었으며 LDH₅는 減少現象을 나타냈다.

文 獻

1. Bach, A., H. Schirardin, F. Chanussot, M. Bayer and A. Weryha: *J. Nutr.*, **110**, 686-696 (1980)
2. Babayan, V.K.: *J. Am. Oil Chem.* **51**, 260-264 (1974)

3. Wiley, J.H. and G.A. Leveille: *J. Nutr.* **03**, 829-835 (1973)
4. Lavau, M.M. and S.A. Hashim: *J. Nutr.* **108**, 613-620 (1978)
5. 李容億, 車載璇: 韓國油化學會誌, **1**, 11-21 (1984)
6. Geliebter, A., N. Torbay, E.F. Bracco, S.A. Hashim and T.B. Van Itallie: *Am. J. Clin. Nutr.* **37**, 1-4 (1983)
7. 梶本五郎: 油化學, **30**, 477-485 (1981)
8. Babayan, V.K.: *JAOCs*, **58**, 49-51 (1981)
9. Kaunitz, H. and R.E. Johnson: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **45**, 19-22 (1960)
10. Lavau, M., V. Fornari and S.A. Hashim: *J. Nutr.* **108**, 621-639 (1978)
11. Yeh, Y.Y. and P. Zee: *J. Nutr.* **106**, 58-67 (1976)
12. 花王フード株式會社, MCT製品 Catalogue (1982)
13. Amador, E., L.E. Dorfman and W.E. Wacker: *Chim. Chem.* **9**, 391 (1963)
14. Karmen, A., H. Wroblewski, J.S. La Due: *J. Chin. Invest.*, **34**, 126-131 (1955)
15. Karmen, A.: *J. Clin. Invest.*, **34**, 131-133 (1955)
16. Caraway, W.T.: *Am. J. Clin. Path.*, **32**, 97-99 (1959)
17. Martinek, R.G.: *Clin. Chem. Acta.*, **9**, 590-592 (1964)
18. 徐德堯: 血清蛋白分劃像, p 88-90, 大學書林, 서울(1982)
19. Guillbault, G.G.: *Handbook of enzymatic methods of analysis*, p. 131-136, Dekker, USA. (1976)
20. Lavau, M. and G. Susini: *J. Lip. Res.*, **16**, 134-142 (1975)
21. Barboriak, J.J., W.A. Krehl and G.R. Cowgill: *J. Nutr.* **64**, 241-251 (1958)
22. Leveille, G.A., R.S. Pardini and J.A. Tillotson: *Lipids*, **2**, 287 (1967)
23. Harkins, R.W., and H.P. Sarett: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **45**, 26-30 (1968)
24. Kaunitz, H., C.A. Slanetz and R.E. Johnson: *J. Am. Oil Chem. Soc.*, **35**, 10-14 (1958)