

加熱酸敗油 給與時 흰쥐의 血清脂質에 미치는 Vitamin B₆의 效果

孟 椿 鎬 · 金 松 田 · 李 容 億

明知大學校 理科學 食品營養學科

Effects of Vitamin B₆ on the Serum Lipids of Rat Fed with Oxidized Oil by Heat

Maing, Choon-Ho · Kim, Song-Jeon · Lee, Yong-Ock

Dept. of Food and Nutrition, College of Science, Myoung Ji University

(Received February 28, 1987)

ABSTRACT

This experiment is carried out to study influence of vitamin B₆ on serum lipids of rat fed with oxidized oil by heat.

The experimental animals use 35 male Sprague-Dawley rats weighing $100 \pm 2g$. They are divided into 5 groups and fed to experimental diets which are added to 10%, 15%, 20% oxidized oil by heat in addition to 0.01%, 0.04%, 0.06% vitamin B₆. Oxidized oil by heat is prepared from the soybean oil by heating at 180°C for 50 hours.

After feeding for 4 weeks, lipid concentrations of sera are as follows:

1. Body weights are higher in experimental diet groups than control diet group.
2. Liver weights are higher in experimental diet groups than control diet group, but spleen weights are lower in experimental diet groups than control diet group.
3. The contents of serum total cholesterol, free cholesterol, HDL-cholesterol are lower in experimental diet groups than control diet group.
4. The contents of serum triglyceride are significantly higher in experimental diet groups than control diet group.
5. The contents of serum phospholipid are lower in experimental diet groups than control diet group.

I. 緒 論

最近 食品에 對한 嗜好性向의 變化로 油脂食品의 消費가 增加되고 있으며, 特히 油脂食品의 一般의인 調理力法인 튀김에 對한 選好度가 높아짐에 따라 튀김食品에 對한 重要性이 擡頭되고 있다¹⁾.

튀김食品은 脂肪質食品의 하나로 營養의인 面에서 必須脂肪酸과 脂溶性 Vitamin 의 좋은 供給源이

되지만 한편 食品의 品質面에서는 油脂의 酸敗問題가 뒤따르게 된다.

튀김食品은 酸素 存在下에서 高溫으로 加熱되므로 加熱酸化와 加熱重合이 일어난다고 마, Perkins Johnson 등은 報告한 바 있다²⁻⁷⁾.

加熱酸化 및 重合의 과정에서 生成된 過酸化物은 油脂의 香味나 品質에 나쁜 影響을 주는 揮發性物質과 重合體를 形成하므로 營養價를 減少시키며 또한 毒性物質을 나타낸다.⁸⁾

튀김 油脂의 壽命은 油脂의 不飽和度 外에도 加熱 條件, 空氣와의 接觸狀態 기름의 補充 또는 代謝 속도 등에 依해서 左右된다^{9,10)}

Bernheim¹¹⁾은 酸敗된 油脂를 攝取하면 모든 Vitamin의 要求量이 增加된다고 報告하였으며, Sugai¹²⁾ 등은 植物油脂는 過酸化反應에 敏感하며, 加熱酸化時 發癌性物質을 生成하거나 發癌物質과 上昇作用을 한다고 報告하였다.

Farmer¹³⁾를 비롯하여 많은 學者들은 酸敗된 油脂를 흰쥐에게 給與한 結果 成長阻害 및 食餌效率의 減少 그리고 器官肥大 等の 現象이 나타났다고 하였으며¹⁴⁻¹⁶⁾ Shay²⁰⁾ 등은 酸敗에 依해 生成된 毒性物質은 흰쥐에서 癌을 誘發시켰다고 한다. 이러한 害로운 作用은 酸敗에 依해 生成된 分解産物이 必須營養素를 破壞하므로 間接적으로 나타난다고 하는 Kaunitz²¹⁾의 報告가 있는 反面, 그 分解産物 自體가 毒性이 있어 直接的으로 나타난다고 하는 Perkins²²⁾, Andrews²³⁾ 등의 報告도 있다.

Sherman²⁴⁾은 Vitamin B₆와 脂質代謝間에는 生化學的 연관성이 存在하나, 이 相互關聯性的 正確한 性格은 아직 알려져 있지 않지만 많은 脂質代謝 즉 輸送, 蓄積, 酸化 그리고 合成 등이 Vitamin B₆의 影響을 받으며, 특히 linoleic acid와 arachidonic acid가 가장 緊密하게 關聯되어 있는 것으로 報告하였다.

또한 Derlorme²⁵⁾ 등은 흰쥐에서 Vitamin B₆의 장기간 과잉공급이 주요 磷脂質의 脂肪酸 組成에 미치는 影響에 관하여 研究한 바 있으나 加熱酸敗油 給與와 Vitamin B₆에 對한 報告는 別로 없다. 本研究에서는 加熱酸敗油가 흰쥐의 血清脂質에 미치는 影響과 Vitamin B₆의 添加效果를 알아보고자 血清 總 cholesterol, 遊離 cholesterol, HDL-cholesterol, triglyceride phospholipid를 測定하였다. 그 結果를 얻었기에 報告하는 바이다.

II. 材料 및 方法

1. 實驗材料

本 實驗에서 使用한 기름은 市販食用大豆油(동방 유랑 Co.)로 뚜껑을 연채 180℃로 加熱하면서 5, 10, 20, 25, 30, 50時間될 때 過酸化物價를 測定하여, 이 중에서 50時間 加熱하여 過酸化物價가 5.223 meq/kg인 것을 飼料에 첨가하여 使用하였다.

2. 動物實驗

1) 動物飼育

實驗動物은 體重이 約 100±2g인 Sprague-Dawley계 흰쥐 수컷 35마리를 5個群으로 나누어 飼育하였다.

實驗動物은 實驗食餌와 물을 자유로이 섭취하도록 하였으며, 飼育室의 室溫은 20±3℃를 維持하였다. 또한, 食餌 攝取量은 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 秤하여 흰쥐의 數로 나누어 總平均攝取量으로 하였다. 體重은 每週 같은 曜日 같은 時間에 測定하였으며, 實驗食餌는 每週 시로이 만들어 保管하였다가 給與하였다.

實驗動物은 4週間 實驗食餌로 飼育한 後 犧牲시켜 各種 實驗을 實施하였다.

2) 食餌組成

實驗 食餌는 市販固形飼料(三養油脂飼料 Co.)를 粉末로 하여 基本飼料로 하였고 50時間 加熱하여 準備한 過酸化物價가 5.2 meq/kg인 加熱酸敗油와 Vitamin B₆를 Table 1과 같이 혼합하여 使用하였다.

3) 採血 및 血清分離

흰쥐는 4週間 實驗食餌로 飼育된 후 15時間을 絶食시켜 頸靜脈을 切斷하는 方法으로 採血한 다음 3,000 rpm에서 15分間 遠心分離하여 얻은 血清을 冷蔵庫에 保管하였다가 血清分析에 使用하였다.

3. 血清分析

血清 總 cholesterol量은 cholesterol 測定用試藥(榮研化學 Co., 日本, 東京., E-CH 42)을 使用하여 測定하였으며, 遊離 cholesterol量은 測定用試藥(日本商事 Co., Fc kit-K)을 使用하여 測定하였다. 또한 血清 ester cholesterol量은 總 cholesterol量에서 遊離 cholesterol量을 빼서 算出하였다.

HDL-cholesterol量은 測定用試藥(榮研化學 Co., 日本, 東京., E-CH 69)을 使用하여 測定하였다.

Table 1. Composition of experimental diets (g)

Component	Group				
	Control	A	B	C	D
Oxidized oil by heat	0	10	15	20	20
Vitamin B ₆	0	0.01	0.01	0.04	0.06
Basal diets	100	89.99	84.99	79.96	79.94
Total	100	100	100	100	100

Triglyceride 量은 測定用試藥(榮研化學 Co., 日本, 東京, E-CG 51)을 사용하여 測定하였다.

血清 phospholipid 量은 磷脂質測定用 試藥(榮研化學 Co., 日本, 東京, E-CR 11)을 사용하여 측정하였다.

모든 實驗 data는 平均値±標準差로 나타내었으며, 平均値의 有意性 檢定은 student's t-test를 適用하였다²⁶⁾.

III. 結果

1. 體重變化와 食餌攝取量

흰쥐의 實驗食餌 給與期間中の 體重變化, 成長率, 食餌攝取量 및 食餌效率은 Table 2와 같다.

4週間 實驗食餌를 攝取한 흰쥐의 體重變化는 A群>對照群>C群>B群>D群의 順이며, 55.6% 增加한 對照群에 比較해 A群은 63.2%의 높은 成長率을 나타냈으며, B~D群은 各各 48.4%, 49.9%, 43.9%로서 對照群보다 낮은 成長率을 나타냈다.

食餌攝取量은 加熱酸敗油 10%와 Vitamin B₆ 0.01%를 給與한 A群에서 17.06 g/day 로서 16.76

g/day 인 對照群보다 많았고, B, C, D群은 各各 15.66 g/day, 15.24 g/day, 15.63 g/day 로서 對照群보다 적은 것으로 나타났다.

食餌效率은 A~D群이 各各 0.20, 0.18, 0.20, 0.19 로서 0.16 인 對照群보다 모두 높은 效率을 나타냈다.

2. 臟器 무게

實驗食餌로 4週間 飼育된 흰쥐의 臟器 무게는 Table 3과 같다.

肝臟은 A~D群이 對照群보다 무거운 것으로 나타났다는데, 특히 加熱酸敗油 20%와 Vitamin B₆ 0.04%로 飼育한 C群은 9.03g 으로서 7.27g 인 對照群보다 有意한 差(p<0.05)로 무거워지며, A, B, C群은 8.20g, 8.23g, 8.19g으로 對照群보다 무거워으나 有意性은 없었다.

脾臟은 A~D群 모두가 對照群보다 가벼운 것으로 나타났는데 A, B, D群은 1.09g, 1.04g, 1.12g 으로 有意한 差(p<0.05)를 나타냈으나 C群은 1.29g 으로서 有意한 差가 없었다.

Table 2. Effect of experimental diets on body weight gain and food efficiency ratio of male rats

Periods	Group				
	Control	A	B	C	D
Initial (g)	135.8±9.80 ^(a)	150.0± 5.46	161.8± 2.96	173.4± 3.26	187.2±11.00
1 week (g)	151.8±15.57	180.5± 8.14	184.2± 8.76	198.5± 6.94	213.5± 7.51
2 week (g)	172.9±11.06	191.9± 9.74	187.7± 7.17	203.3±10.78	224.2±10.78
3 week (g)	185.3±35.88	231.8±10.45	229.0±11.02	235.2±10.54	250.3±15.62
4 week (g)	211.3±41.48	244.8±11.32	240.1±11.02	260.0±14.44	269.3±18.95
4 week-initial (g)	75.8	94.8	78.3	86.6	82.1
Growth rate (%)	55.6	63.2	48.4	49.9	43.9
Food intake (g/day)	16.76	17.06	15.66	15.24	15.63
F.E.R.(b)	0.16	0.20	0.18	0.20	0.19

(a) Mean ± S.D.

(b) F.E.R. : Food efficiency ratio = Body weight gain/Food intake

Table 3. Effect of experimental diets on organ weights of male rats

Organ	Group	Control	A	B	C	D
Liver (g)		7.27±1.40 ^(a)	8.20±0.67	8.23±0.26	9.03±0.88 ¹⁾	8.19±0.95
Spleen (g)		1.36±0.27	1.09±0.22 ¹⁾	1.04±0.17 ¹⁾	1.29±0.24	1.12±0.15 ¹⁾

(a) Mean ± S.D.

1) Significantly different from control group (P < 0.05)

3. 血清 Cholesterol 含量

各群의 血清 總 cholesterol, 遊離 cholesterol 그리고 ester cholesterol 含量은 Table 4와 같다.

血清 總 cholesterol 含量은 A~D群이 對照群에 비해 낮은 含量을 나타냈으며, 特히 加熱酸敗油 20%와 Vitamin B₆ 0.06%를 給與한 D群의 경우 53.7 mg/100ml로서 對照群의 66.0 mg/100ml 보다 有意한 差(p<0.05)로 낮은 含量을 나타냈고, A, B, C群은 各各 59.4 mg/100ml, 59.4 mg/100ml, 59.6 mg/100ml로 對照群보다 낮은 含量을 나타냈으나 有意性은 없었다.

血清 遊離 cholesterol 含量은 A~D群이 모두 對照群에 비해 낮은 含量을 나타냈다. 즉, A群과 C群은 各各 17.1 mg/100ml, 17.7 mg/100ml로서 對照群의 22.3 mg/100ml보다 有意한 差(p<0.05)로 낮은 含量을 나타냈고, 加熱酸敗油 15%와 Vita-

min B₆ 0.01%를 給與한 B群은 16.6 mg/100ml로서, 그리고 加熱酸敗油 20%와 Vitamin B₆ 0.06%를 給與한 D群은 16.1 mg/100ml로서 모두 有意한 差(p<0.05)로 낮은 含量을 나타냈다.

血清 ester cholesterol 含量은 43.7 mg/100ml인 對照群에 비해 A, B, C群은 各各 42.4 mg/100ml, 43.6 mg/100ml, 42.0 mg/100ml로서 비슷한 含量을 나타냈고, D群은 37.6 mg/100ml로서 낮은 含量을 나타냈으나 전체적으로 有意한 差는 없었다.

4. 血清 HDL-Cholesterol 含量

各群의 血清 HDL-cholesterol, VLDL-, LDL-cholesterol 含量은 Table 5와 같다.

血清 HDL-cholesterol 含量은 23.1 mg/100ml인 對照群에 비해 A~D群이 모두 낮은 含量을 나타냈는데, A, B群은 各各 19.4 mg/100ml, 19.9 mg/100ml로 낮은 含量을 나타냈으나 有意性은 없었다.

Table 4. Effect of experimental diets on serum total cholesterol, free cholesterol and ester cholesterol of male rats.

Group	cholesterol (mg/100ml)		
	Total	Free	Ester (a)
Control	66.0 ± 10.03 ^(b)	22.3 ± 3.58	43.7 ± 7.63
A	59.4 ± 10.69	17.1 ± 1.09 ¹⁾	42.4 ± 9.96
C	59.4 ± 6.90	16.6 ± 1.25 ¹⁾	43.6 ± 6.81
B	59.6 ± 17.24	17.7 ± 4.15 ¹⁾	42.0 ± 4.81
D	53.7 ± 6.72 ¹⁾	16.1 ± 1.81 ¹⁾	37.6 ± 5.95

(a) Ester cholesterol was calculated from the difference between total cholesterol and free cholesterol.

(b) Mean ± S.D.

1) Significantly different from control group (P < 0.05)

Table 5. Effect of experimental diets on serum HDL-cholesterol, VLDL and LDL-cholesterol of male rats.

Group	HDL-cholesterol (α) (mg/100ml)	VLDL, LDL-cholesterol (β) ^(a) (mg/100ml)	(β)/(α)
Control	23.1 ± 6.13 ^(b)	43.6 ± 17.12	1.89
A	19.4 ± 4.27	40.1 ± 12.72	2.07
B	19.9 ± 4.12	37.3 ± 7.44	1.87
C	16.8 ± 3.73 ¹⁾	42.8 ± 16.74	2.55
D	16.3 ± 3.07 ¹⁾	37.4 ± 6.88	2.29

(a) VLDL, LDL-cholesterol was calculated from the difference between total cholesterol and HDL-cholesterol.

(b) Mean ± S.D.

1) Significantly different from control group (p<0.05)

고, 加熱酸敗油 20%와 Vitamin B₆ 0.04%를 給與한 C群은 16.8mg/100m/, 그리고 加熱酸敗油 20%와 Vitamin B₆ 0.06%를 給與한 D群은 16.3mg/100m/로서 對照群 보다 有意한 差(p<0.05)로 낮게 나타났다.

血清 VLDL-, LDL-cholesterol 含量은 43.6mg/100m/인 對照群에 비해 A, C群은 40.1mg/100m/, 42.8mg/100m/로 비슷한 含量을 나타냈으며, B, D群은 37.3mg/100m/, 37.4mg/100m/로서 낮은 含量을 나타냈으나 A~D群 모두 有意한 差가 없었다.

또한, HDL-cholesterol 含量에 對한 VLDL-LDL-cholesterol 含量의 比는 A群과 C群 및 D群에서 2.07, 2.55, 2.29를 나타내어 對照群의 1.89보다 높은 比를 나타냈으며 B群은 1.87로서 약간 낮은 比를 나타냈으나 有意성은 없었다.

5. 血清 Triglyceride 및 Phospholipid 含量

各群의 triglyceride (TG)와 phospholipid (PL) 含量은 Table 6 과 같다.

血清 TG 含量은 A~D群이 67.4~76.8mg/100m/로서 65.4mg/100m/인 對照群에 比較해 보면 加熱酸敗油와 Vitamin B₆의 添加가 增加할 수록 TG 含量이 높게 나타났다.

Vitamin B₆ 0.01%가 添加된 A群과 B群은 加熱酸敗油 10%와 15%를 給與함에 따라 TG 含量이 67.4mg/100m/, 71.6mg/100m/로 나타났고, 加熱酸敗油 20%를 給與한 C群과 D群에 Vitamin B₆를 0.04%, 0.06%를 各各 添加한 結果, C群은 75.6mg/100m/를 나타냈으며, D群은 76.8mg/100m/로서 有意한 差(p<0.05)로 높게 나타났다.

血清 PL 含量은 119.0mg/100m/인 對照群에 비해 A~D群 모두 낮은 含量을 나타냈는데, 加熱酸敗油 10%와 Vitamin B₆ 0.01%를 給與한 A群은 109.2mg/100m/로서 對照群보다 낮은 含量을 나타냈으나 有意성은 없었고, 加熱酸敗油 15%와 Vitamin B₆ 0.01%를 給與한 B群은 97.5mg/100m/로서 有意한 差(p<0.05)를 나타냈으며, 加熱酸敗油 20%와 Vitamin B₆ 0.04%, 0.06%를 各各 給與한 C群과 D群은 97.5mg/100m/, 94.0mg/100m/로서 有意한 差(p<0.05)를 나타냈다.

한편, 血清 PL 含量에 對한 TG 含量의 比는 A~D群이 0.62, 0.73, 0.78, 0.82로서 0.55인 對照群보다 높은 比를 나타냈으며, 加熱酸敗油와 Vitamin B₆ 給與가 增加함에 따라서 段階的으로 높은 比를 나타냈다. 또한 血清 PL 含量에 對한 總 cholesterol 含量의 比는 0.55인 對照群에 비해 A群은 0.54로서 약간 낮은 比를 나타냈고 B, C, D群은 0.61, 0.61, 0.57로서 약간 높은 比를 나타냈다.

IV. 考 察

1. 體重 및 臟器의 變化

本實驗에서의 體重變化를 보면 實驗群 모두 對照群에 비해 높은 增加를 나타냈는데 이 結果는 梶本五郎 等^{27,28}이 熱酸化重合油를 給與한 흰쥐에서 成長阻害가 있었다는 報告와는 一致하지 않았다.

또한 吉田弘美 等²⁹⁻³¹도 同一한 結果를 報告하였고, 백 等³²도 正常群에서 體重增加를 나타낸 反面, 自動酸化 methyl linoleate 群에서는 毒性的發現에 따른 體重減少를 나타냈다고 報告한 것과는 一致하지 않는데 이는 Vitamin B₆를 첨가한 때문

Table 6. Effect of experimental diets on serum triglyceride, phospholipid and total cholesterol of male rats.

Group	Triglyceride (mg/100ml)	phospholipid (mg/100ml)	Total Cholesterol (mg/100ml)	TC/PL	Total chol./PL
Control	65.4 ± 10.20 ^(a)	119.0 ± 18.88	66.0 ± 10.03	0.55	0.55
A	67.4 ± 8.77	109.2 ± 8.46	59.4 ± 10.69	0.62	0.54
B	71.6 ± 8.83	97.5 ± 7.97 ¹⁾	59.4 ± 6.90	0.73	0.61
C	75.6 ± 19.10	97.5 ± 14.38 ¹⁾	59.6 ± 17.24	0.78	0.61
D	76.8 ± 13.85 ¹⁾	94.0 ± 6.25 ¹⁾	53.7 ± 6.72 ¹⁾	0.82	0.57

(a) Mean ± S. D.

1) Significantly different from control group (P < 0.02)

인 것으로 思料되며, 肝臟의 重量은 全群에서 무겁게 나타났는데 特히 加熱酸敗油 20%와 Vitamin B₆가 0.04% 添加된 C群의 肝臟重量이 가장 무겁게 나타났다. 이것은 吉田等²⁹⁾이 熱酸化重合油 給與群은 加熱하지 않은 新鮮한 기름을 給與한 群보다 肝臟 및 腎臟이 肥大하여지고 辜丸이 萎縮되었으며, 이런 影響은 tocopherol 補充에 依하여 어느 程度 防止되었다고 報告한 結果와 一致하였다.

4 週間 酸敗油를 給與한 수컷 흰쥐의 肝臟 및 腎臟 그리고 辜丸이 肥大하여 졌다고 報告한 平原의³⁰⁾ 結果와도 비슷하였다.

또한 脾臟의 重量은 全群에서 가볍게 나타났는데 이것은 平原等³⁰⁾이 酸化油에 α -tocopherol acetate 10mg 을 添加한 群의 脾臟과 子宮(암컷쥐)이 10~20% 萎縮되었다고 報告한 結果와 一致하였다.

2. 血清成分의 變化

本 實驗에서 加熱酸敗油에 Vitamin B₆ 10~60 mg을 4 週間 給與한 實驗群의 血清 總 cholesterol, 遊離 cholesterol, HDL-cholesterol 의 含量이 對照群보다 더 減少한 것은 Major等³¹⁾이 Vitamin B₆ 500mg/day 를 投與한 群에서는 血清 cholesterol 含量의 增加가 나타나지 않았다는 보고와 같은 傾向을 나타냈으며, 血清 triglyceride 含量은 加熱酸敗油와 Vitamin B₆의 添加가 增加함에 따라서 높게 나타났으므로 山本信子等³⁵⁾의 報告와 一致하지 않았다. 그리고 Vitamin B₆를 缺乏한 흰쥐의 血清 triglyceride 가 정상군 보다 높았다고 報告한 Audet³⁶⁾의 結果와도 一致하지 않는 傾向을 나타냈는데 이는 좀 더 연구해야 할 것으로 생각된다.

그리고 血清 phospholipid 含量은 加熱酸敗油와 Vitamin B₆의 添加가 增加할수록 全群이 對照群에 비해 有意하게 낮은 含量을 나타냈는데 이는 Schier等³⁷⁾이 報告한 것과 一致하지 않았는데 이는 Vitamin B₆의 결핍은 흰쥐의 간에 함유된 인지질의 지방산 조성에 변화를 수반하나 이는 흰쥐의 연령이나 성장과정등의 요인에 기인한다고 보고한 Delorme 등³⁸⁾의 보고처럼 Vitamin B₆보다 加熱酸敗油가 인지질의 함량변화에 더 많은 영향을 미치기 때문인 것으로 생각된다.

V. 結 論

本 研究에서 加熱酸敗油를 給與한 흰쥐의 血清脂質에 대한 Vitamine B₆의 效果를 究明하고자 100±

2g 程度되는 Sprague-Dawley系 흰쥐 수컷 35 마리를 5 個群으로 나누어 基本사료에 180 °C에서 50時間 加熱한 食用油를 10%, 15%, 20% 첨가하고 Vitamin B₆를 0.01%, 0.04%, 0.06%씩 첨가하여 만든 實驗食餌를 4 週間 給與하여 이들의 血清에 含有된 脂質含量을 分析한 結果 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 加熱酸敗油에 Vitamin B₆를 添加한 實驗群은 對照群에 비해 높은 體重增加를 나타냈다.

2. 加熱酸敗油에 Vitamin B₆를 添加한 實驗群은 對照群에 비해 肝臟의 重量은 무거웠으나 脾臟은 가벼웠다.

3. 加熱酸敗油에 Vitamin B₆를 添加한 實驗群은 對照群에 비해 血清 總 cholesterol, 血清 遊離 cholesterol 및 血清 HDL-cholesterol 含量이 낮게 나타났다.

4. 加熱酸敗油에 Vitamin B₆를 添加한 實驗群은 對照群에 비해 血清 Triglyceride 含量이 높게 나타났다.

5. 加熱酸敗油에 Vitamin B₆를 添加한 實驗群은 對照群에 비해 血清 phospholipid 含量이 낮게 나타났다.

이상의 結果로 볼 때 加熱酸敗油가 흰쥐의 血清 脂質成分에 미치는 影響을 Vitamin B₆가 완전히 보상할 수 없다는 結論을 얻었다.

文 獻

1. 이진화 : 튀김기름과 저장조건에 따른 약과의 산패에 관한 연구, 이화여자대학교 석사학위논문, (1984).
2. Chang, S. S., Peterson, R. J. and Chi-Lang ho : Chemical reactions involved in the deep-fat frying of foods. *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, 55, 718, (1978).
3. Tompson, J. A., Paulose, M. M., Reddy, B. R., Krishnamurthy, R. G. and Chang, S. S. : A limited survey of fats and oils commercially used for deep fat frying. *Food Tech.*, 21, 405, (1967).
4. Nawar, W. W. : Thermal degradation of lipids. *J. Agr. Food Chem.*, 17, 18, (1969).
5. 마채린 : 가열에 의한 휴지의 영양화학적 변화에 관한 연구, 연세대학교 석사학위논문, (1977)
6. Perkins, E. G. : Formation of non-volatile

- decomposition products in heated fats and oils. *Food Tech.*, **921**, 611, (1967).
7. Jonson, O. C. and Kummerow, I. A. : Chemical Changes which take place in an edible oil during thermal oxidation. *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **34**, 407, (1957).
 8. 신애자, 김동훈 : 대두유의 가열산화증의 특성변화(제 1 보). 한국식품과학회지, **14**, 257, (1982).
 9. Jacobson, G. A. : Quality control of commercial deep fat frying. *Food Tech.*, **21**, 147, (1967).
 10. Robertson, C. : The practice of deep fat frying. *Food Tech.*, **21**, 34, (1967).
 11. Bernheim, F., Wilbur, K. M. and Kenaston, C. B. : The effect of oxidized fatty acids on the activity of certain oxidative enzymes. *Arch. Biochem. Biophys.*, **38**, 177, (1952).
 12. Sugai, M., Witting, L. A., Tsuchiyama, H. and Kummerow, F. A. : The effect of heated fat on the carcinogenic activity of 2-acetylaminofluorence. *Cancer Res.*, **62**, 510, (1962).
 13. Farmer, F. A., Crampton, E. W. and Siddall, M. I. : The effect of heated linseed oil on reproduction and lactation in the rat. *Science*, **113**, 408, (1951).
 14. Crampton, E. W., Common, R. H., Farmer, F. A., Berryhill, F. M. and Wiseblatt, L. : Studies to determine the nature of the damage to the nutritive value of some vegetable oils from heat treatment; II. Investigation of the nutritiousness of the products of thermal polymerization of linseed oil. *J. Nutr.*, **44**, 177, (1951).
 15. Crampton, E. W., Common, R. H., Farmer, F. A., Wells, A. F. and Crawford, D. : Studies to determine the nature of the damage to the nutritive value of some vegetable oils from heat treatment; III. The segregation of toxic and non-toxic material from the esters of heat-polymerized linseed oil by distillation and by urea adduct formation. *J. Nutr.*, **49**, 333, (1953).
 16. Kaunitz, H., Slanetz, C. A. and Johnson, R. I. : Autagonism of fresh fat to the toxicity of heated and aerated cottonseed oil, *J. Nutr.*, **55**, 577, (1955).
 17. Crampton, E. W., Common R. H., Pritchard, E. T. and Farmer, F. A. : Studies to determine the nature of the damage to the nutritive value of some vegetable oils from heat treatment; IV. Ethyl esters of heat-polymerized Linseed, soybean and sunflower seed oils, *J. Nutr.*, **60**, 13, (1956).
 18. Kaunitz, H., Slanetz, C. A., Johnson, R. E. and Babayan, V. K. : Nutritional properties of fresh fats added to diets containing autoxidized cottonseed oil. *J. Nutr.*, **79**, 521, (1960).
 19. Friedman, L., Horwitz, W., Shuc, G. M. and Firestone, D. : Heated fats; II. The nutritive properties of heated cottonseed oil and of heated cottonseed oil fractions obtained by distillation and urea adduct formation. *J. Nutr.*, **73**, 85, (1961).
 20. Shay, H., Harris, C. and Gruenstein, M. : Feect on male rats of the gastric instillation of methylcholanthrene in "heated" and "unheated" olive oil. *Cancer*, **4**, 988, (1951).
 21. Kaunitz, H. : Nutritional aspects of thermally oxidized fats and oils. *Food Tech.*, **21**, 278, (1967).
 22. Perkins, E. G. and Taubolc, R. : Nutritional and metabolic studies of noncyclic dimeric fatty acid methyl esters in the rat. *J. Am. Oil Chemists' Soc.*, **55**, 632, (1978).
 23. Andrews, J. S., Griffith, W. A., Mead, J. F. and Stein, R. A. : Toxicity of air-oxidized soybean oil. *J. Nutr.*, **70**, 199, (1960).
 24. Sherman, H. : Pyridoxine and fat metabolism. *Vitam. Horm.*, **8**, 55, (1950).
 25. Delorme, C. B. and Lupien, P. J. : The effect of long-term excess of pyridoxine on the fatty acid composition of the major phosphlipids in the rat. *J. Nutr.*, **106**, 976, (1976).
 26. 김우철 외 7명 : 현대통계학, 140-161, 영지문화사, 서울, (1985).
 27. 梶本五郎, 吉田弘美, 森田修吾 : 變敗油의 毒性 (第 15 報) : 熱酸化重合油에 對する 오리자놀의 補充效果, 油化學, **23**, 771, (1974).
 28. 梶本五郎, 吉田弘美 : 變敗油의 毒性 (第 11 報) : 熱酸化重合油에 對する 토포롤의 補充效果,

- 油化學, 21, 307, (1972).
29. 吉田弘美, 芝原 章, 梶本五郎: 變敗油の毒性(第17報): 熱酸化重合油の投與時のラット 組織脂質成分とトリグリセリド組成に對するトコフェロールの効果, 油化學, 24, 575, (1975).
 30. 吉田弘美, 梶本五郎: 變敗油の毒性(第14報): 熱酸化重合油の投與とラット組織の リン脂質に對するトコフェロール補充の影響, 油化學, 23, 375, (1974).
 31. 吉田弘美, 梶本五郎: 變敗油の毒性(第12報): 熱酸化重合油に對するトコール誘導體の 補充効果の比較. 油化學, 21, 313, (1972).
 32. 백태홍, 정낙승: 자동산화 Methyl linoleate 가 Mouse 肝臟의 효소활성에 미치는 영향(급성독성). 한국유화학회, 1, 23, (1984).
 33. 平原文字, 高居百合子, 岩尾裕之: 白ネズミにおける輕度酸化油脂投與の 影響に對する トコフェロールの添加効果. 營養學雜誌, 36, 3, (1978).
 34. Major, L. F. and Goyer, P. F. : Effects of disulfiram and pyridoxine on serum cholesterol. *Ann. Intern. Med.*, 88, 53, (1978).
 35. 由木信子, 笠井八重子, 柳 進: 調理揚げ油の劣化かマウスの成長と血漿脂質成分に及ぼす影響について. 家政學雜誌, 34, 392, (1983).
 36. Audet, A. and Lupein, P. J. : Triglyceride metabolism in pyridoxine-deficient rats. *J. Nutr.*, 104, 91, (1974).
 37. Scheier, G. E. and William, M. A. : Sequential changes in liver and heart lipids after giving linoleate or linoleate plus pyridoxine to rats depleted of fat and pyridoxine. *Biochem. J.* 92, 422, (1964).
 38. Delorme, C. B. and Lupien, P. J. : The effect of vitamin B₆ deficiency on the fatty acid composition of the major phospholipids in the rat. *J. Nutr.*, 106, 169, (1976).