

韓國營養學會誌 24(5) : 408~419, 1991
Korean J Nutrition 24(5) : 408~419, 1991

들깨유가 흰쥐의 체내 지질대사에 미치는 영향에 관한 연구

장순덕·노숙령

중앙대학교 가정대학 식생활학과

Effect of Dietary Perilla Seed Oil on Lipid Metabolism in Rats

Jang, Soon-Duck, Rho, Sook-Nyung

Department of Food & Nutrition, Chung Ang University

ABSTRACT

The effects of various dietary fats on plasma lipids, liver lipids, and plasma peroxide levels were studied in rats fed for 6 wk with diets containing 15 wt% fat, as sesame oil, raw perilla seed oil, roasted perilla seed oil, heated perilla seed oil, mackerel oil or beef tallow. TBA values of these lipids during 4 wk storage, and linolenic acid contents of three kinds of perilla seed oil were also measured. Linolenic acid contents of raw perilla seed oil, roasted perilla seed oil and heated perilla seed oil were 62.3%, 61.6% and 53.1% respectively. Raw perilla seed oil showed the lowest rate of lipid peroxidation after 4 wk storage at 4°C, and mackerel oil showed the highest peroxidation rate. The plasma cholesterol levels of rats consuming diets in which the carbohydrate was rice were not affected by n-3 PUFA. Rather, the degree of peroxidation seems to have a direct effect on cholesterol levels as shown by the hypocholesterolemic effect of raw perilla seed oil and beef tallow. However, the HDL- cholesterol level was greater in rats fed either roasted perilla seed oil or mackerel oil. Rats fed roasted perilla seed oil and raw perilla seed oil had lower levels of plasma triglycerides than rats fed beef tallow. In rats fed roasted perilla seed oil, the total lipid and cholesterol contents of liver were significantly lower than in those fed the other kinds of perilla seed oil.

The plasma lipid peroxide levels were lower in rats fed either roasted perilla seed oil or beef tallow.

KEY WORDS : perilla seed oil · lipid metabolism · carbon profile · TBA value.

접수일자 : 1991년 5월 30일

채택일자 : 1991년 9월 2일

서 론

질병과 식생활양상은 경제발달의 단계에 따르서 밀접한 관계를 가지고 끊임없이 변화하고 있다. 최근 우리나라 국민의 주요 사인의 하나가 고혈압 및 뇌혈관질환 등 순환기계질환이며¹⁾, 이들 질환과 직접적으로 관계가 되는 지방의 섭취는 1970년 총열량의 7.3%였던 것이 1987년 14.7%로 증가되었고, 특히 전체지방섭취량에 대한 동물성 지방의 섭취비율은 1985년 35.7%에서 1987년 39.3%로 증가추세에 있다²⁾³⁾.

순환기계 질환 발병의 예방과 n-3계 다불포화 지방산(PUFA)의 섭취와는 밀접한 관계를 가지며⁴⁾⁵⁾, 이런 이유에서 이들 지방산을 다량 함유한 어류 및 종실류의 섭취를 권장하여 왔다⁶⁾⁷⁾.

n-3 지방산은 혈액내 cholesterol수준을 낮추며, 이 지방산에서 유래된 prostaglandins은 피하조직으로부터 유리지방산의 방출을 방해하는데 더욱 유효하게 작용하여 간에서의 중성지방의 합성을 저하시키는 것으로 알려져 있다⁸⁾⁹⁾.

그러나 많은 연구자들에 의해서 생체막에 더 많이 존재하게 된 불포화 지방산은 과산화반응의 촉진에 의해 free radical 및 그 중합체 생성이 더 빠르게 진행되어 혈관내피세포에 구조적, 기능적 손상을 초래 할 수 있어 동맥경화나 출혈성 소인 등에 역작용을 일으킬 우려가 있다고 보고 되었다¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾.

우리나라 고유의 식이지방급원이며 n-3 α-linolenic acid를 50~60% 이상 함유하고 있는 들깨유 급원인 들깨는¹³⁾¹⁴⁾ 통깨 그대로 또는 가루로 써 또는 기름을 짜서 각종조리에 이용되었고 예로부터 고혈압, 동맥경화 등의 성인병 예방 및 치료에 효과가 있다고 하여 민간요법에 이용되어 왔다¹⁵⁾¹⁶⁾. 그러나 들깨유는 고도의 불포화도 때문에 산폐가 크게 문제되고 있는 유지로, 자체내 비타민E 함량만으로는 항산화제 역할을 충당할 수 없으므로 과다 섭취시는 비타민E 결핍증세를 일으킨다는 보고도 있다¹⁷⁾¹⁸⁾.

들깨유에 관한 보고는 주로 지방산 성분분석¹³⁾

¹⁴⁾ 및 실험동물에게서 나타나는 생화학적 변화에 관한 것으로¹⁷⁻²⁰⁾ linolenic acid 함량의 변화를 비교한 경우 볶은 들깨유에서 현저히 감소된다는 보고¹³⁾ 와 차이가 보이지 않았다는 보고¹⁴⁾가 있으며, 생화학적 변화의 경우 쥐와 닭에 들깨유 첨가시, 첨가량이 증가함에 따라 비타민E 결핍 증상이 더 심하게 나타났고 비타민E 보충에 의해 회복되었다는 지적도 있으나¹⁷⁾¹⁸⁾, 이종미등¹⁹⁾과 김우경등²⁰⁾의 연구에서는 비타민E 보충없어도 병리적 증상을 볼 수 없었고 hypolipidemic효과 및 면역능력 증진 효과 등을 관찰하였다.

현재, 날들깨유와 볶은 들깨유의 비교는 지방산 성분 분석의 측면에서만 다루어져 왔고 저장성이나 생체내 영향 등에 대한 연구는 행하여지지 않았다. 식물성유지내 산폐생성물은 동맥벽에 직접적인 독성효과를 나타내기까지 하므로²¹⁾, 날들깨유가 일반적으로 이용하는 볶은들깨유 보다 저장 중 화학적으로 안정하다면 유지의 산폐로 인한 영향과 불안정한 PUFA의 다량 섭취로 발생할 수 있는 체내 지질과산화의 영향을 어느 정도 감소 시켜 순환기계질환의 예방에 더욱 효과적으로 작용할 것이다.

한편 박현서등²²⁾의 연구에서는 들깨유가 어유 만큼 항 혈전에 효과가 있음을 관찰하였는데 문제점으로는 기름의 안정도 및 저장기간의 연장방법으로 지적하였다.

본 연구에서는 산폐정도와 저장성의 측면에서 날 들깨유를 이용하는 방안을 모색하고자, 볶은 정도를 달리 하여 착유한 들깨유가 동물체내에 미치는 영향을 비교 관찰하기위하여 실험 1에서는 날 들깨유와 볶은 들깨유를 시료로 하여 지방산 조성과 저장기간에 따른 과산화물가를 측정하였으며, 가열한 들깨유, 참깨유, 쇠기름 그리고 고등어유와도 비교 분석하였다. 실험 2에서는 흰쥐에 이와같은 6종류의 유지를 함유한 식이를 섭취시켜 체내 지질대사에 미치는 영향을 밝혀 내어 들깨유의 합리적 이용 방안의 기초를 마련하고자 하였다.

들깨유가 흰쥐의 체내 지질대사에 미치는 영향

실험재료 및 방법

실험 1

실험 설계 :

날들깨유, 볶은들깨유, 가열한 들깨유, 참깨유, 고등어유, 쇠기름의 6가지 기름을 냉장보존조건 하에서 4주간 저장하는 동안 1주간격으로 과산화 물가를 측정하고 지방산 조성은 기름의 착유 즉시 각각 측정하였다.

실험 재료 : 실험용 기름은 신선한 재료를 직접 구입하여 다음과 같이 제조, 시료로 하였다. 날들깨유(Raw perilla seed oil)는 들깨를 날것 그대로 재래식 압착방식으로 착유, 시료로 하였다.

볶은들깨유(Roasted perilla seed oil)는 들깨의 온도가 95~98°C가 되도록 총 5~7분간 볶은 다음 착유하는 재래식 가열압착방식을 이용하여 시료로 하였다. 가열한 들깨유(Heated perilla seed oil)는 가열로 산폐를 촉진시킨 들깨유의 영향을 신선한 들깨유와 비교하기 위하여 날들깨유와 볶은들깨유를 반씩 섞은 다음 240~250°C에서 30분간 가열한 기름을 시료로 하였다. 참깨유(Roasted sesame oil)는 참깨의 온도가 219~220°C가 되도록 20분간 볶은 다음 착유하는 재래식 가열압착방식을 이용하여 시료로 하였다. 쇠기름(Beef tallow)은 쇠기름을 정육점에서 구입, 전기후라이팬에 넣고 가열, 용해 후 상층의 굳은 백색 기름 부분을 취하여 시료로 하였다²³⁾. 고등어유(Mackerel oil)는 신선한 고등어를 구입, 압력솥에서 익힌 다음 압착기로 짜낸 육즙을 30분(5,000rpm)간 냉장원심 분리하여 상층액을 취하였다. 취한 기름층에 Na₂SO₄와 활성탄을 넣은 다음 진공 desiccator 안에서 약 5시간 방치하였다. 다시 5,000rpm에서 10분간 냉장원심분리한 후 취한 상층액을 고등어유로 하였다²³⁾.

실험에 사용한 기름의 지방산 분석은 Metcalfe 등²⁴⁾의 방법으로 Methyl ester화 한 후 Gas Chromatography에 의하여 분석하였다. 저장기간에 따른 TBA가(Thiobarbituric acid value)의 변화는 각 기름을 갈색병에 밀봉하여 냉장보존 조건하에서

Tarlagis 등²⁵⁾의 방법으로 TBA가를 측정하였다.

실험 2

실험설계 :

실험 1에서 조제사용한 6가지 시료를 각각 식이무게의 15% 수준으로 첨가시켜 6주간 취에 섭취시킨 후 체내 지질대사를 관찰하기 위하여 혈장내 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지질과 간의 총지질, 총콜레스테롤을 측정하였고, 유지의 과산화물이 생체에 미치는 영향을 알아보기 위하여 혈청의 지질과산화가를 측정하였다.

실험동물은 Sprague-Dawley종의 흰쥐 수컷으로 생후 3주에 이유된 것을 구입하여, 1주일간 일정한 조건하에서 적응시킨 후 체중이 72.5±3.1g 되는 것을 무작위로 취하여 사용하였다.

흰쥐 48마리를 각 군당 8마리씩 6군으로 나누어 각각의 실험식이로 사육하였다. 6주간의 전 실험 기간 동안 한마리씩 분리하여 사육하였고 실험식이와 물은 자유로이 섭취하도록 하였다.

실험식이의 구성성분은 Table 1에서와 같으며, 모든 실험식이는 지나친 산폐로 인한 영향을 방지하기 위하여 3주 간격으로 제조하였으며¹⁰⁾, 금여전까지 냉장보관하였다.

실험동물의 식이섭취량은 매일 일정한 시간에 측정하였고, 체중은 일주일에 한번씩 일정한 시간에 측정하여 식이효율(Feed Efficiency Ratios)을 계산하였다.

실험 종료후 15시간 절식시킨 후 ethyl-ether로 마취시킨 뒤 cardiac puncture에 의하여 혈액을 채취하여 EDTA로 처리한 시험관에 취한 다음 3,000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈장을 분리하였다.

총콜레스테롤은 Zlatkis와 Zak의 O-PA(phthalaldehyde) 방법²⁶⁾에 의하여 측정하였고, HDL-콜레스테롤은 serum heparin CaCl₂ 침전법으로²⁷⁾ 시료를 분리한 후 O-PA 방법으로 측정하였다. 중성지질은 Gottfried와 Rosenberg의 방법²⁸⁾을 이용하여 측정하였다.

간의 총지질은 Folch 등의 방법²⁹⁾을 이용하여 간추출용액을 얻은 다음 이를 일정량으로 희석하

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredients	SO	PO I	Dietary groups			BT
			PO II	PO III	MO	
Rice powder	69.7	69.7	69.7	69.7	69.7	69.7
Casein	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Lipid						
Sesame oil(SO)	15.0	—	—	—	—	—
Raw perilla seed oil(PO I)	—	15.0	—	—	—	—
Roasted perilla seed oil(PO II)	—	—	15.0	—	—	—
Heated perilla seed oil(PO III)	—	—	—	15.0	—	—
Mackerel oil(MO)	—	—	—	—	15.0	—
Beef tallow(BT)	—	—	—	—	—	15.0
Salt mixture ¹⁾	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Vitamin mixture ²⁾	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Choline chloride	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

1) Composition of salt mixture

(g/100g salt mix.)

Calcium carbonate	29.29
Mono potassium phosphate	34.41
Mono calcium phosphate. 2H ₂ O	0.43
Sodium chloride	25.06
Magnesium sulfate. 7H ₂ O	9.98
Copper sulfate. 5H ₂ O	0.156
Ferric citrate. 6H ₂ O	0.623
Manganese sulfate. H ₂ O	0.121
Zinc chloride	0.02
Potassium iodide	0.0005
Ammonium molybdate. 4H ₂ O	0.0025

2) Composition of vitamin mixture

(mg/100g)

Retinol acetate	93.2
Vitamin D ₃	0.5825
α-Tocopherol acetate	1200.0
Vitamin K ₃	6.0
Thiamin. HCl	59.0
Vitamin B ₂	59.0
Pyridoxine. HCl	29.0
Vitamin B ₁₂	0.2
Vitamin C	588.0
Biotin	1.0
Folic acid	2.0
Calcium pantothenate	235.0
Nicotinic acid	294.0
Inositol	1176.0

여 그 중에서 10ml를 비이커에 취하여 실온에 방치, 휘발시켜 제거하고 남은 지방량을 측정하였다. 나머지 희석용액으로 혈액과 마찬가지로 O-PA방법으로 총콜레스체를 측정하였다.

혈청내 lipid peroxide level 측정은 혈액 채취 즉시 방치시켜 혈청을 분리한 후 Yagi³⁰⁾ 및 이 등의 방법³¹⁾으로 측정하였다.

본 연구의 모든 결과는 각 실험군당 평균치와 평균오차를 계산하였고 $\alpha=0.05$ 수준에서 Tukey

test에 의하여 평균치간의 유의성을 검증하였으며³²⁾ 본 실험은 1989년 11월부터 1990년 3월 사이에 실시하였다.

실험 결과

실험 1

지방산 조성 :

본 실험에 시료로 사용한 각 기름의 주요 지방산

들깨유가 흰쥐의 체재 지질대사에 미치는 영향

조성은 Table 2와 같다.

저장기간에 따른 TBA가의 변화 :

실험에 사용된 각 기름을 4주간 냉장보관하면서 1주 간격으로 측정한 과산화물가의 변화는 Table 3과 같다.

과산화물가가 가장 높은 기름은 가열들깨유였고, 다음이 고등어유, 참깨유, 볶은들깨유, 날들깨유, 쇠기름의 순이었다.

냉장보관 4주 후 과산화물가가 가장 높은 기름은 고등어유였고, 다음이 가열들깨유, 참깨유, 볶은들깨유, 날들깨유, 쇠기름의 순이었다. 따라서 저장기간 중 산폐가 가장 빠르게 진행된 것은 고등어유였고, 가장 완만하게 진행된 것은 날들깨유였다

실 험 2

식이섭취량, 체중증가량 및 식이효율 :

Table 4는 식이섭취량과 체중증가량을 각 주별로 나타낸 것이다.

식이섭취량은 실험기간 1주와 2주에 각각 실험군간에 유의한 차이를 나타내었다($p<0.05$). 1주에는 날들깨유군이 쇠기름군에 비하여 21% 정도 섭취량이 적었으며, 2주에는 볶은들깨유군이 쇠기름군에 비하여 섭취량이 20% 정도 적은 것으로 나타났다. 그러나 3주부터는 각 군간에 유의한 차이가 나타나지 않았다.

체중증가량은 1주에서만 각 군간에 유의한 차이를 나타내어 날들깨유군과 고등어유군이 쇠기

Table 2. Fatty acid composition of six experimental oils and fat added to experimental diets

Fatty acid	Sesame oil	Raw perilla seed oil	Roasted perilla seed oil	Heated perilla seed oil	Mackerel oil	Beef tallow
%						
C14:0 ¹⁾	7.7	—	—	—	1.5	2.3
C16:0	—	5.9	5.8	6.6	20.9	22.6
C16:1	—	—	—	—	8.2	3.2
C18:0	3.6	1.5	1.6	1.7	5.4	25.9
C18:1	43.4	17.5	17.6	21.5	29.9	44.3
C18:2	43.5	12.8	13.4	17.1	3.1	1.7
C18:3	1.8	62.3	61.6	53.1	—	—
C20:5	—	—	—	—	8.2	—
C22:6	—	—	—	—	14.7	—
Total (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

1) Number of double bonds.

Table 3. TBA values of experimental oils and fat

Group	week					Gain for 4' wks
	0	1	2	3	4	
nmole TBA/g						
Sesame oil	43.6	50.0	57.0	63.9	82.9	39.3
Raw perilla seed oil	19.3	18.7	23.5	25.9	29.3	10.0
Roasted perilla seed oil	25.2	28.6	34.5	44.2	54.2	29.0
Heated perilla seed oil	59.3	63.2	73.1	83.2	89.0	29.7
Mackerel oil	45.7	44.6	64.6	84.3	92.1	46.4
Beef tallow	9.3	10.7	15.0	18.7	24.4	15.1

Table 4. Food intake and weight gain per week during experimental period

Group		Week					
		1	2	3	4	5	6
Food intake (g)	SO	106.9±3.8 ^{1ab}	116.6±6.0 ^{ab2})	107.7±4.7 ^{NS3})	113.7±5.2 ^{NS}	119.8±4.3 ^{NS}	135.9±6.6 ^{NS}
	PO I	92.2±4.8 ^a	115.3±6.7 ^{ab}	112.8±7.5	123.7±11.7	123.1±9.9	124.9±8.8
	PO II	101.7±3.5 ^{ab}	107.5±3.4 ^a	107.8±3.0	111.4±4.7	122.0±6.0	133.2±7.5
	PO III	110.9±5.4 ^b	115.1±7.1 ^{ab}	120.9±3.7	127.1±5.7	127.6±3.7	138.6±7.9
	FO	106.9±2.6 ^{ab}	114.5±4.1 ^{ab}	126.8±4.7	126.7±3.3	131.6±7.2	125.5±9.4
	BT	117.3±5.2 ^b	134.6±5.0 ^b	128.9±7.5	125.3±5.4	119.1±5.9	113.0±13.9
Body weight gain (%)	SO	75.8±4.3 ^{ab}	68.3±2.5 ^{NS}	27.0±1.5 ^{NS}	23.9±2.1 ^{NS}	27.9±1.7 ^{NS}	34.7±2.7 ^{NS}
	PO I	69.2±3.1 ^a	75.1±2.1	34.1±5.6	29.0±4.7	34.7±5.0	30.5±5.3
	PO II	82.9±2.1 ^{ab}	64.3±3.9	32.3±4.5	20.7±2.1	28.7±2.5	37.6±3.7
	PO III	80.4±4.3 ^{ab}	80.4±5.4	34.6±3.1	29.3±3.4	35.4±5.1	31.3±4.1
	FO	73.3±1.7 ^a	79.2±2.0	31.7±2.3	27.2±2.1	30.3±3.5	31.4±4.8
	BT	88.3±3.9 ^b	73.7±6.0	31.0±4.6	29.6±3.9	32.7±5.6	31.9±5.7

1) Mean±S.E.M. 2) Values with different alphabet within the column were significantly different at $\alpha=0.05$ by Tukey test

3) Not significant at $\alpha=0.05$ by Tukey test

름군에 비하여 각각 22%, 17% 정도 체중증가량이 적었고 2주부터는 각 군간에 유의한 차이를 나타내지 않았다.

Table 5에서 식이섭취량, 체중증가량, 식이효율도 각 실험군간에 유의한 차이를 나타내지 않았으며, Table 6에서 간과 심장의 무게도 식이지방의 종류에 따라 유의한 차이를 나타내지 않았다.

혈장내 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지질 :

Table 7에는 혈장내 총콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지질의 함량이 나타나 있다.

혈장 총콜레스테롤은 날들깨유군과 쇠기름군이 비교적 높은 가열 들깨유군과 참깨유군보다 유의적으로 낮았고($P<0.05$), 고등어유군은 가열들깨군에 비해서만 낮았으며 날들깨유군 쇠기름군과는 같은 수준이였다.

HDL-콜레스테롤은 볶은 들깨유군과 고등어유군이 쇠기름군과 가열들깨유군에 비하여 유의적으로 높았고, 참깨유군과 날들깨유군은 다른군들과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 중성지질은 볶은 들깨유군과 날들깨유군에서 다른 실험군에 비하여 낮았다.

간의 총지질, 총콜레스테롤 :

Table 8에서 간의 총지질 함량은 볶은들깨유군이 날들깨유군과 가열 들깨유군, 참기름군에 비해 유의적으로 낮았고, 고등어유군, 쇠기름군과는 차이를 보이지 않았다($p<0.05$).

간의 총콜레스테롤 함량은 볶은 들깨유군과 쇠기름군이 낮아 나머지군과의 유의적인 차이를 보였고, 가열 들깨유군이 가장 높은 것으로 나타났다.

자료로 나타내지는 않았지만 간과 혈장내 총콜레스테롤 수준간에는 유의한 상관관계를 보이지 않았다.

혈청내 지질과산화물가 :

Table 9에서 혈청내 지질과산화물가는 볶은 들깨유군과 쇠기름군이 유의적으로 낮아서 고등어유군과 날들깨유군과의 차이를 보였고 다른 군들과는 차이를 보이지 않았다($p<0.05$).

들깨유가 흰쥐의 체재 지질대사에 미치는 영향

Table 5. Food intake, weight gain, feed efficiency ratios of rats fed various lipid-supplemented diets for 6 weeks

Group	Food intake	Weight gain	FER
	g/day	g/day	
Sesame oil	16.7±0.50 ^{1)N.S.2)}	6.1±0.18 ^{N.S.}	0.37±0.01 ^{N.S.}
Raw perilla seed oil	16.5±0.84	6.5±0.40	0.40±0.02
Roasted perilla seed oil	16.3±0.40	6.3±0.31	0.39±0.02
Heated perilla seed oil	17.6±0.50	7.1±0.25	0.40±0.01
Mackerel oil	17.4±0.55	6.5±0.27	0.37±0.07
Beef tallow	17.6±0.65	6.8±0.36	0.39±0.01

1) Mean± S.E.

2) Not significant at $\alpha=0.05$ by Tukey test

Table 6. Weights of liver and heart of rats fed various lipid-supplemented diets for 6 weeks

Group	Liver	Heart
	g	
Sesame oil	9.5±0.37 ^{1)N.S.2)}	1.08±0.05 ^{N.S.}
Raw perilla seed oil	9.1±0.50	1.10±0.05
Roasted perilla seed oil	8.8±0.39	1.11±0.05
Heated perilla seed oil	9.6±0.36	1.14±0.02
Mackerel oil	9.6±0.43	1.12±0.05
Beef tallow	9.2±0.61	1.18±0.06

1) Mean± S.E.

2) Not significant at $\alpha=0.05$ by Tukey test

Table 7. Total cholesterol, HDL-cholesterol, triglyceride contents in plasma of rats fed various lipid-supplemented diets for 6 weeks

Group	Chloesterol	HDL-cholesterol	Triglyceride
	mg/100ml		
Sesame oil	66.5±1.19 ^{1)bc2)}	33.7±2.00 ^{ab}	201.5± 9.71 ^b
Raw perilla seed oil	58.6±1.57 ^a	32.0±2.14 ^{ab}	146.8±11.83 ^a
Roasted perilla seed oil	66.1±1.30 ^{bc}	36.6±1.78 ^b	132.2± 9.85 ^a
Heated perilla seed oil	68.2±1.31 ^c	29.6±1.61 ^a	190.6±15.19 ^b
Mackerel oil	62.5±2.37 ^{ab}	34.8±2.04 ^b	175.2± 7.80 ^b
Beef tallow	58.8±1.47 ^a	29.4±1.28 ^a	180.9± 9.78 ^b

1) Mean± S.E.M.

2) Values with different alphabet within the column were significantly different at $\alpha=0.05$ by Tukey test

고 칠

들깨유의 주요 지방산 성분인 linolenic acid가 날들깨유는 62.3%, 볶은들깨유는 61.6%, 가열들

깨유는 53.1%로서, 착유전 종실상태에 가해지는 가열과정에 의해서는 구성지방산이 크게 영향을 받지 않았으나 기름상태에서 가열과정을 거친 후에는 불포화지방산의 변화를 초래하여 linolenic

Table 8. Total lipid and cholesterol contents in liver of rats fed various lipid-supplemented diets for 6 weeks

Group	Total lipid %	Cholesterol mg/g tissue
Sesame oil	5.7±0.10 ^{1)b2)}	3.4±0.37 ^b
Raw perilla seed oil	5.9±0.21 ^b	3.9±0.31 ^{bc}
Roasted perilla seed oil	4.6±0.44 ^a	2.3±0.24 ^a
Heated perilla seed oil	5.7±0.23 ^b	4.2±0.18 ^c
Mackerel oil	5.2±0.16 ^{ab}	3.7±0.25 ^{bc}
Beef tallow	5.2±0.25 ^{ab}	2.4±0.13 ^a

1) Mean± S.E.M.

2) Values with different alphabet within the column were significantly different at $\alpha=0.05$ by Tukey test**Table 9.** Lipid peroxide levels in serum of rats fed various lipid-supplemented diets for 6 weeks

Group	Mean± S.E. nmol/ml
Sesame oil	26.3±1.32 ^{ab1)}
Raw perilla seed oil	27.7±1.51 ^b
Roasted perilla seed oil	22.7±1.16 ^a
Heated perilla seed oil	26.9±0.91 ^{ab}
Mackerel oil	31.5±2.43 ^b
Beef tallow	21.4±0.43 ^a

1) Values with different alphabet within the column were significantly different at $\alpha=0.05$ by Tukey test

acid가 10% 정도 감소되었다. 이러한 결과는 김혜경¹⁰⁾ 노숙령¹⁴⁾의 결과와 비슷한 경향이며, 착유시 볶는 과정에 의하여 linolenic acid 함량의 큰 변화를 보인 김혜자¹³⁾의 결과와는 다른 경향을 보였다.

4주간의 냉장보관 중 과산화물의 변화에서 들깨유는 날들깨유일 때 가장 낮은 과산화물을 보였고, 저장 중에도 적은 변화를 나타내었다. 이는 산패에 비교적 안정한 쇠기름보다도 저장성이 좋은 것으로 나타난 것이다. 볶은들깨유의 과산화물의 변화는 날들깨유에 비하여 큰 차이를 보이지 않다가 4주간 지난 후 1.5배 이상의 차이를 보여 볶는 과정이 저장성에 영향을 주었음을 알 수 있었다.

참깨유의 경우는 김혜경 등¹⁰⁾이 참깨유가 들깨

유보다 산패에 안정한 경향을 보였다는 보고와 다른 결과를 보여 볶은들깨유보다 높은 과산화물을 나타내었고 저장 중 산패도 더 빠르게 일어나는 것으로 나타났다.

이와 같이 볶음에 따라 저장성에 영향을 미치므로 상용유 착유시 가열 압착방식을 주로 사용하는 우리나라에서는 이 방법을 지양하고 산패를 감소시킬 수 있는 적절한 착유방법에 대한 연구가 실시되어야 한다고 사료된다.

6가지 기름을 6주간 쥐에게 섭취시킨 결과 실험 1주와 2주에 각각 날들깨유군과 볶은들깨유군이 쇠기름군에 비하여 섭취량이 적었는데 이는 들깨유 특유의 냄새 때문이라 생각된다. 그러나 식이지방의 종류에 따른 전체적인 성장율에는 차이를 나타내지 않았으며, 장기의 무게에도 유의적인 변화를 주지 않았다. 이경숙³³⁾은 산패도가 높은 기름일수록 쥐의 간장무게를 유의적으로 증가시킨 결과를 보고하였는데, 본 실험에서도 유의적인 차이는 나타나지 않았으나 식이지방의 산패도가 높을 수록 간장의 무게가 증가된 경향을 보였다.

백태홍 등³⁴⁾은 이러한 결과가 식용유지내의 산화생성물이 소장으로부터 흡수되어 간으로 운반·축적되었기 때문이라 하였다.

날들깨유군은 혈장 총콜레스테롤과 중성지질의 농도를 유의적으로 감소시켰다($p<0.05$). 그러나 날들깨유군의 간내 총지질은 다른 실험군에 비하여 유의하게 높았고, 간내 총콜레스테롤도 비교적

들깨유가 흰쥐의 체내 지질대사에 미치는 영향

높은 경향을 나타내었다.

붉은들깨유군은 날들깨유군과는 달리 혈장 총 콜레스테롤 저하효과를 나타내지 않았으나, 붉은들깨유군의 HDL-콜레스테롤 수준은 모든 실험군 중에서 가장 높았다. Miller³⁵⁾는 관상동맥질환의 발생과 HDL-콜레스테롤 농도와는 역관계가 있다고 하였는데 붉은들깨유군의 HDL-콜레스테롤 수준이 다른 실험군보다 높게 나타난 것으로 보아 들깨유는 심혈관질환의 예방과 치료에 효과적이라고 할 수 있다.

또한 붉은들깨유는 현저한 혈장 중성지질 저하효과를 보여 곡물위주의 우리나라 식생활 양식에서 콜레스테롤 보다 더욱 문제시 되고 있는 hypertension³⁶⁾에도 유효하게 작용할 것으로 사료된다.

과산화물가의 차이를 보이는 세가지 종류의 들깨유의 혈청지질에 미치는 효과를 종합하면, 붉은들깨유가 HDL-콜레스테롤과 중성지질에 미치는 영향이 가장 뚜렷하였고, 날들깨유는 총 콜레스테롤과 중성지질을 저하시키는 것으로 나타났다. 그러나 가열 들깨유의 경우 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, 중성지질에 모두 바람직한 영향을 미치지 않았다. 본 실험에서는 참깨유도 붉은들깨유의 효과를 나타내지 않았고, 고등어유의 경우 HDL-콜레스테롤의 상승효과만을 관찰할 수 있었다.

6가지 기름의 과산화물가와 이들 기름을 섭취시킨 동물군의 혈청내 지질과산화물가를 비교하여 보면, 저장 중 가장 높은 과산화물가를 보였던 고등어유를 섭취한 실험군에서 가장 높은 수준을 나타내었고, 저장 중 가장 낮은 과산화물가를 보였던 쇠기름을 섭취한 실험군에서 가장 낮은 수준을 나타낸 것을 볼 수 있다. 그러나 날들깨유의 경우는 다른 경향을 보여 저장 중 과산화물생성이 적었던 것에 비하여 혈청 지질과산화물가를 유의적으로 증가시켰다. 붉은들깨유의 경우는 저장 중 과산화물생성이 지속적으로 증가하는 경향을 보였음에도 쇠기름군과 유사하게 낮은 혈청 지질과산화물가를 나타내었다.

가열 들깨유군의 경우 간내 총콜레스테롤수준도

가장 높았고 혈정 지질과산화물가도 증가시켰으므로, 산폐된 들깨유는 심혈관계 질환의 예방에 효과를 가지지 않는 것으로 사료된다. 김순화등³⁷⁾은 산폐된 들깨유를 10%수준으로 쥐에게 먹였을 때, 신선한 들깨유에 비하여 체내 콜레스테롤과 중성지질 수준을 높였고, HDL-콜레스테롤도 낮춘 것으로 나타나 본 실험과 일치된 결과를 보였다.

참깨유군의 경우는 들깨유와 같이 불포하지방산을 다량 함유하였음에도 쇠기름군보다도 혈장 총콜레스테롤과 중성지질 수준이 높은 결과를 보였다. 김우경등²⁰⁾은 이러한 결과가 불포화도에 보다는 불포화지방산의 종류에 따라 좌우될수 있다고 하였는데, 이는 지방산의 차이에 기인된 것인지 참깨와 들깨의 붉은 온도의 차이에 의한 것인지에 관한 연구가 앞으로 이루어져야 한다고 본다.

어유는 순환기계질환이 적은 Greenland Eskimos인들의 plasma와 platelet lipids내에 eicosapentaenoic acid(EPA) 및 docosahexaenoic acid(DHA)의 함량이 높았다는 연구결과에 따라 영양학적 관심이 시작되었고, 여러 실험연구에서 어유의 혈장 콜레스테롤 저하 효과를 보고하였다^{38~40)}. 그러나 본 실험에서는 Sander등⁴¹⁾과 Fehily등⁴²⁾의 보고와 일치된 결과로 어유의 섭취가 체내지질수준에 크게 영향을 주지 못하였다. 한편, 최임순등⁴³⁾의 실험에서 어유의 과산화물가를 낮은 수준까지 정제한 경우, 체내 지질의 과산화물의 수준은 증가하나 현저한 콜레스테롤 저하 효과를 보인 것으로 미루어 보면 본 실험에서 사용된 어유의 산폐도가 높았던 것이 효과를 나타내지 않았나 사료된다.

어유가 다른 식이지방에 비하여 체내외에서 더욱 쉽게 산화를 일으키는 이유는 첫째, 종실유와는 달리 자체내 천연항산화제의 함유량이 적으며⁴⁴⁾ 둘째, C₂₀ 이상의 긴 사슬 n-3지방산들이 산화작용에 더 민감할 가능성이 있고⁴⁵⁾, 세째, 동물 실험시 흔히 사용되는 어유는 착유시 고온장시간 가열단계를 거친 후 사용되므로 착유과정에서 이미 산화가 상당히 진행되었기 때문일 것으로 볼 수 있다.

본 실험의 결과를 종합하여 보면 날들깨유군은 혈장의 총콜레스테롤과 중성지질 수준을 감소시켰고, 볶은들깨유군은 날들깨유군과는 다르게 혈장 총콜레스테롤 감소효과는 나타내지 않았지만 HDL-콜레스테롤 수준이 다른 군에 비하여 높았기 때문에 날들깨유와 볶은들깨유는 심혈관질환의 예방 및 치료에 유리할 것으로 사료된다. 그러나 혈액과 간의 대사만으로는 결론짓기 어려우므로 심장, 신장과 같은 다른 조직에서의 지질대사 관계가 좀 더 깊이있게 연구되어야 할 것이다.

날들깨유는 자동산화로 인한 산폐가 비교적 적고 혈장 총콜레스테롤 저하효과는 현저하였으나 생체내에서 볶은들깨유보다 과산화물가를 오히려 더 증가시키는 것으로 나타났다. 들깨유는 다량의 PUFA함유로 산폐가 크게 문제시 되고 있는 식용 유지인데 볶은들깨유에서는 자동산화과정 중 생성된 많은 과산화물이 생체에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러므로 앞으로 생체내에서의 이 분야에 대한 좀 더 많은 연구가 요청된다.

최근 들깨유나 어유처럼 n-3지방산이 풍부하나 산화가능성이 큰 유지의 산폐를 지연시키기 위하여 적절한 산화방지제와 그 첨가수준에 대하여 계속적으로 연구가 이루어지고 있는데, 이와 함께 종실을 볶는과정에서 산폐를 최소한으로 저하시키는 조건에 대한 연구가 이루어져야 한다고 사료된다. 또한 실제 15%들깨유의 섭취는 높은 편이므로 앞으로 보다 낮은 식이 지방수준에서 장기간의 실험을 통한 연구가 요구된다.

결 론

날들깨유와 볶은들깨유의 흰쥐 체내 지질대사에 미치는 영향을 알아보기 위하여 실험 1에서는 지방산 조성의 변화와 4주간의 저장(°C)기간 동안 과산화물가의 변화를 측정하였다. 실험 2에서는 이를 기름을 식이무게의 15%수준으로 흰쥐에게 각각 급여한 후 흰쥐의 체내 지질대사에 미치는 영향을 관찰하였다. 동시에 가열들깨유, 참깨유, 쇠기름, 고등어유와도 함께 비교, 관찰하여 다음과

같은 결과를 얻었다.

실험 1

1) 지방산 조성은 쇠유전 종실에 가해지는 볶는과정에 의해서는 linolenic acid의 함량에 영향을 주지 않아서 날들깨유(62.3%)와 볶은들깨유(61.6%)는 유사한 함량을 나타내었다. 그러나 날들깨유와 볶은들깨유를 반씩 섞어 240~250°C에서 30분간 가열한 경우는 날들깨유보다 linolenic acid 함량이 10%정도 감소하는 경향을 나타내었다.

2) 각 기름을 4주간 냉장저장하는 동안 가장 안정한 과산화물가의 변화를 나타낸 것은 날들깨유였으며 저장 중 가장 심한 과산화물가의 변화를 보여 산폐가 빠르게 진행된 것은 고등어유였다.

실험 2

1) 쥐의 혈장 총콜레스테롤 농도는 날들깨유와 쇠기름을 섭취한군에서 낮은 수준을 보였고, 가열들깨유를 섭취한 군에서 높은 수준을 나타내었다.

2) 혈장 HDL-콜레스테롤 농도는 가열들깨유와 쇠기름을 섭취한 군에서 낮은 수준을 보였고, 볶은들깨유와 고등어유를 섭취한 군에서 높은 수준을 나타내었다.

3) 혈장 중성지질 농도는 날들깨유와 볶은들깨유를 섭취한 군이 다른 실험군에 비하여 낮은 수준을 나타내었다.

4) 간장 총지질 함량은 볶은들깨유를 섭취한 군에서 가장 낮은 수준을 보였고, 날들깨유와 가열들깨유, 참깨유를 섭취한 군에서 높은 수준을 나타내었다.

5) 혈청 지질과산화가는 볶은들깨유와 쇠기름을 섭취한 군에서 낮은 수준을 보였고, 이들 군에 비해 고등어유와 날들깨유를 섭취한 군에서 높은 수준을 나타내었다.

Literature cited

- 1) 경제기획원 조사통계국. 사망원인 통계연보, 1980~1986
- 2) 보건사회부. 국민영양조사보고서, 1976
- 3) 보건사회부. 국민영양조사보고서, 1987

들깨유가 흰쥐의 체내 지질대사에 미치는 영향

- 4) Gotto AM, Tackson R. Plasma lipoproteins and atherosclerosis. *Arteriosclerosis Review* 3 : 231-242, 1978
- 5) Ramesha CS, Paul R, Garguly J. Effect of dietary unsaturated oil on the biosynthesis of cholesterol and on biliary and fetal excretion of cholesterol and bile acids in rat. *J Nutr* 110 : 2149-2158, 1980
- 6) Reiser R, Probstfield JL, Silver LW, Insull W. Plasma lipid and lipoprotein response of humans of beef fat, coconut oil and safflower oil. *Am J Clin Nutr* 42 : 190-197, 1985
- 7) Barbash RB and Callaway CW. Marine fish oils-Prevention of coronary artery disease. *Mayo Clin Proc* 62 : 113-118, 1987
- 8) Simons LA, Chang S, Hickie JB. Reduction in plasma cholesterol and increase in biliary cholesterol by a diet rich in n-3 fatty acids. *J Lipid Research* 26, 1985
- 9) Harris WS, Connor WE, McMurry MP. The comparative reductions of the plasma lipids and lipoproteins by dietary polyunsaturated fats-salmon oil versus vegetable oils. *Metabolism* 32, 1983
- 10) 김혜경, 이양자, 이기열. 저장 조건이 들깨유 및 참깨유의 산패도에 미치는 영향. *Korean J Nutr* 12 : 51-57, 1979
- 11) Tappel AL. Lipid Peroxidation damage to cell components. *Fed Proc* 32 : 1870-1874, 1973
- 12) Iritani N, Fukuda E, Kitamura Y. Effect of corn oil feeding on lipid peroxidation in rats. *J Nutr* 110 : 924-930, 1980
- 13) 金惠子. 흰깨, 검은깨, 들깨의 成分組成에 관한 研究. 한양대학교 대학원, 박사학위청구논문, 1987
- 14) 魯淑令. Gas chromatography에 의한 種實 및 墓果類의 脂肪酸組成에 관한 分析研究. 중앙대 家政文化論叢 3 : 53-65, 1989
- 15) 김영훈. 동의보감, 남산당, pp1175-1176, 1966
- 16) 曹哉銑. 食品材料學, 아카데미서적, 1978
- 17) 이양자, 곽동경, 이기열. 비타민E와 불포화지방과의 관계-들깨유를 중심으로 한 동물의 비교 연구. *Korean J Nutr* 9 : 283-291, 1976
- 18) 이양자, 강승연, 송일, 김혜경, 이기열. 불포화지방의 필요량과 안정성에 관한 연구-들깨유의 fat level차이에 따른 rat의 혈액과 간에 미치는 영향. *Korean J Nutr* 12 : 99-105, 1979
- 19) 이종미, 김화영, 김숙희. 한국인 상용식이 지방이 흰쥐의 지방대사 및 면역능력에 미치는 영향. *Korean J Nutr* 20 : 350-366, 1987
- 20) 김우경, 김숙희. 한국에서 상용되는 식용유지로 사육된 흰쥐의 체내 지방대사 및 면역능력에 대한 연구. *Korean J Nutr* 22 : 42-53, 1989
- 21) Wilson RB. Lipid peroxidation and atherosclerosis, *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 7 : 325-334, 1976
- 22) 박현서, 김현숙. 사람에서 n-3계 불포화지방산이 혈장 지질 조성과 혈소판의 Thromboxane E 형성에 미치는 영향. *한국지질학회지* 1 : 37-44, 1991
- 23) 裴福善. 魚油食餌가 본태성 고혈압쥐(SHR)의 혈압 및 체내지질대사에 미치는 영향. 효성여자대학교 석사학위청구논문, 1987
- 24) Metcalfe LD, Schmitz AA. *Anal chem* 38 : 514, 1966
- 25) Tarladgis BG, Wattis BM, Younathan MT and Dungan LR. *J Am Oil Chem Soc* 37 : 44, 1960
- 26) Zlatkis A, Zak B. Study of a new cholesterol reagent. *Anal Biochem* 29 : 143-148, 1969
- 27) Noma A, Nezu-Nakayama K, Kita M and okable H. Simultaneous determination of serum cholesterol in high and low density lipoproteins with use of heparin, Ca^{++} and an anion exchange resin. *Clin Chem* 24 : 1504-1508, 1978
- 28) Gottfried SP, Rosenberg B. Improved manual spectrophotometric procedure for determination of serum triglycerides. *Clin Chem* 19 : 1077-1078, 1973
- 29) Folch J, Lees M, Stanley GMS. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem* 226 : 497-509, 1957
- 31) Yagi K. A simple fluorometric assay for lipoperoxide in blood plasma. *Biochem Med* 15 : 212-216, 1976
- 31) 이정원, 모수미, 이태녕. 무산소상태에서 FeCl_2 로 촉진된 thiobarbituric acid반응을 이용한 혈청 중 TBA반응물의 새로운 정량법. *Korean J Nutr* 17 : 31-40, 1984
- 32) SAS Institute, Inc., SAS User's Guide. Version 6th

장순덕 · 노숙령

- ed. Cary, NC, U.S.A., 1985
- 33) 李敬淑. 加熱油가 흰쥐 간장내의 脂質過酸化에 미치는 영향. 효성여자대학교 석사학위청구논문, 1986
- 34) 백태홍, 한해옥, 이규식, 정호상. 자동산화 methyl linoleate 가 mouse간장의 효소 활성에 미치는 영향. *Korean J Nutr* 12 : 84-92, 1982
- 35) Miller GJ. High density lipoprotein, low density lipoprotein and coronary heart disease. *Thorax* 33 : 137-139, 1978
- 36) 박금주, 이응구, 조승연, 신원홍, 정검식, 장양수, 최경훈. 한국인의 관상동맥질환에서 혈청지단백의 변화에 관한 연구. 531-541, 순환기.
- 37) 김순화. 산패된 들기름이 흰쥐의 체내지방대사와 면역능력에 미치는 영향. 충북대학교 대학원 석사학위청구논문, 1989
- 38) Phillipson BE, Rothrock DW, Connor WE, Marrs WS. Reduction of plasma lipids, lipoproteins and apoproteins by dietary fish oils in patients with hypertriglyceridemia. *N Engl J Med* 312 : 1210-6, 1985
- 39) Bang H, Dyerberg J. Lipid metabolism and ischemic heart disease in Greenland Eskimos. *Adv Lipid Res* 1 : 22-29, 1983
- 40) 崔仁淑. 어유와 casein의 급여가 병아리의 혈액 및 조직의 지방대사에 미치는 영향. 숙명여자대학교 대학원 박사학위청구논문, 1988
- 41) Sanders TAB, Mochland MC. A comparison of the influence of W-3 and W-6 polyunsaturated fatty acid. *Bri J Nutr* 50 : 521-9, 1983
- 42) Fehily AM, Burr MC, Phillips KM, Deadman NM. The effect of fatty fish on plasma lipid and lipoprotein concentration. *Am J Clin Nutr* 38 : 349-351, 1983
- 43) 최임순, 진복희. 정어리유 섭취가 흰쥐의 혈장 지질, 적혈구막, 인지질의 지방산 조성 및 지질의 과산화가에 미치는 영향. *Korean J Nutr* 20 : 330-340, 1987
- 44) Toxicants occurring naturally in foods. National Academy of Sciences Washington. D.C., 199-120, 1973
- 45) 崔瓊援. 食餌不飽和脂肪種類가 흰쥐의 체내지방대사와 면역능에 미치는 영향. 효성여자대학교 대학원 석사학위청구논문, 1986