

쌀눈기름의 급여가 KK 당뇨 마우스의 지질대사에 미치는 영향

이 성 현 · 전 혜 경 · 장 순 옥¹⁾ · 이 연 속²⁾
농촌진흥청 농업과학기술원 농촌생활연구소,
수원대학교 식품영양학과¹⁾, 서울대학교 식품영양학과²⁾

Supplementary effect of the rice germ oil on Lipid Metabolism in Diabetic KK Mice

Lee, Sung Hyeon · Chun, Hye Kyung · Chang, Soon Ok¹⁾ · Lee, Yeon Sook²⁾

National Rural Living Science Institute, NIAST, RDA, Suwon, Korea

Dept. of Food and Nutrition, The University of Suwon, Suwon, Korea¹⁾

Dept. of Food and Nutrition, Seoul National University, Seoul, Korea²⁾

ABSTRACT

This study was carried out to investigate the supplementary effects of the rice germ oil compared with soy bean oil on lipid metabolism of non-insulin dependent diabetic mice. Forty diabetic KK mice were fed two kinds of experimental diets with 20% lipid from soy bean oil as a control(CO) and rice germ oil(RG) for 8 weeks, respectively. Diet intake, body weight, organs weights and lipids levels of serum, liver and feces were measured. There was no significant difference in food and water intake, body weight gain and organs weights between experimental groups. But the concentrations of serum total cholesterol and LDL-cholesterol were lower in RG group than in CO group. The hepatic total lipid and total cholesterol levels of RG group were significantly lower than those of CO group. The contents of total lipid, triglyceride and total cholesterol excreted in feces of RG group were higher than those of CO group. These results suggested that rice germ oil can reduce serum total cholesterol and LDL-cholesterol and hepatic total lipid concentration of non-insulin dependent diabetic mice compared with soybean oil due to increasing fecal lipid excretion. But we need to investigate the hypolipidemic effect of this oil by supplementary level and period.

Key words: lipid source, rice germ oil, soybean oil, diabetic mice, lipid metabolism

I. 서론

경제발전과 생활양식의 변화에 따라 각종 성인병 유병률이 높아지고 있으며 특히 당뇨병은 우리나라에서 1970년 약 1% 미만에서 1998년 2.2% 이었고, 60~69세의 연령에서는 10.1%로 보

고되었다(보건복지부, 1999). 당뇨병은 암 및 순환기계질환과 더불어 3대 질병의 하나이며, 당뇨병 관리가 잘 되지 않은 환자에서는 말초혈관 질환, 관상동맥 질환, 동맥경화 등의 합병증을 동반한다(Dong et al., 1988; Kim et al., 1998). 특히 당뇨병에서는 각종 심장혈관계 합병증이 그 주요

접수일: 2003년 10월 20일 채택일: 2003년 12월 5일

Corresponding Author: Lee, Sung Hyeon, Tel: 82-31-299-0561

Fax: 82-31-299-0553 E-Mail: lshin@rda.go.kr

사망원인이 되고 있어(Cho NH, 2000; Huh KB, 1992), 당뇨병 환자는 혈당뿐 아니라 혈청 지질 수준의 관리가 중요하다.

당뇨병 관리에도 약물보다는 여러 가지 식품을 이용한 식사요법에 대해 관심이 높아지고 있으며, 당뇨병에서는 고중성지방혈증, 고콜레스테롤혈증, 지방간 등이 초래되기 쉽기 때문에 지방급원의 선정이 매우 중요하다. 유지 중에서는 어유(Nakamura H, 1996), 올리브유(Rong et al., 1997) 및 쌀겨기름(Bhathena et al., 1991; Raghuram et al., 1989; Park YJ, 1999) 등이 혈청 지질 수준에 저하 효과가 있는 것으로 알려져 있으며, 이것은 이들 유지의 포화지방산과 불포화지방산의 비율과 조성 특히 ω -3계 지방산(Nakamura H, 1996) 및 ν -oryzanol 함량(Biggs et al., 1975) 등이 관련된 것으로 보고되었다. Bhathena 등(Bhathena et al., 1991; Forman et al., 1986)은 성인에게 어유를 급여하였을 때 다른 혼합 식물성유를 급여한 경우보다 혈장 중성지방이 감소한다고 하였고, 정운석 등(Chung et al., 1993; Nakamura H, 1996)은 어유를 급여하였을 때 당뇨병 환자의 혈청 중성지방이 감소한다고 하였다. 쌀겨기름은 흰쥐에서 대두유에 비하여 혈청 총콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 농도 감소효과가 있었으며(Sharma and Rukmini, 1986; Bhathena et al., 1991), 고콜레스테롤 및 고중성지방혈증 환자에서 혈중 총콜레스테롤 및 중성지방 농도 감소효과가 있었다(Raghuram et al., 1989; Kim et al., 2000).

최근 당뇨병 환자들 사이에서 이용되고 있는 쌀눈기름의 급여는 일부 당뇨병 환자의 혈청 지질 및 혈압 강하에 효과가 있었으나(Lee et al., 2001), 혈청 지질 수준 저하 효과에 대한 정확한 작용 메카니즘 구명이 필요한 실정이다. 또한 식품의 혈당 및 지질 수준 저하 효과 연구에서 제 1형 당뇨모델을 이용한 실험이 수행되고 있으나(Lee et al., 2003) 당뇨병 환자의 80% 이상은 인슐린 비의존형으로, 사람의 당뇨 유형에 가장 가까운 동물 모델에서 체내 지질 대사 메카니즘에 대한 연구가 수행되어야 할 것으로 생각된다.

따라서 본 연구에서는 우리나라에서 가장 널

리 이용되고 있는 대두유와 최근 일부 당뇨병 환자들에서 이용되고 있는 쌀눈기름을 인슐린 비의존형 당뇨마우스에 급여한 후 지질 대사에 미치는 영향을 검토하고, 당뇨병 관리 측면에서 지방급원에 따른 지질대사 비교를 위한 참고자료로 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 실험동물의 종류와 사육

본 실험에서는 생후 3개월된 100마리의 수컷 KK 마우스에 대두유 20%로 배합한 고지방식이(SBO)를 2주간 급여하여 당뇨를 발현시켰고, 비공복 혈당이 200mg/dl 이상인 당뇨 마우스 60마리를 선별하였다. 혈당은 일정한 시간에 꼬리정맥에서 채취한 혈액을 가지고 blood glucose sensor(Medisense, USA)로 측정하였다. 본 실험에서는 혈당과 체중을 기준으로 실험군당 20마리씩 완전임의 배치하였으며, 실험에 이용된 마우스는 stainless steel wire cage에서 한 마리씩 분리 사육하였다. 실험동물 사육실의 환경은 온도 22±2℃, 상대습도 60±5%로 조절하였고, 명암은 12시간 주기(light: 6:00 a.m.~6:00 p.m.)가 되도록 하였다. 모든 실험식은 자유섭취방법(ad libitum)으로 급여하였으며, 실험식이 및 음용수 섭취량은 주 2~3회, 체중은 주 1회 일정한 시간에 측정하였다.

2. 실험식이의 종류

실험식이는 고지방·고콜레스테롤(지방 20%, 콜레스테롤 0.5%)을 함유하고, 지방의 급원이 다른 대두유(CO) 및 쌀눈기름(RG) 첨가식이 2종으로 구성하였다(Table 1). 특히 대조군은 쌀눈기름과 지방산 조성이 가장 유사한 대두유 첨가군으로 하였고, 대두유는 (주)동방, 쌀눈기름은 김포쌀눈농산 제품을 사용하였으며, 비타민(AIN-93VX)과 미네랄혼합물(AIN-93M)은 ICN(USA)에서 구입하여 사용하였다.

3. 시료 채취 및 분석

실험식이 급여 7주 후에는 대사케이지에서 4

일간 실험동물의 대변을 수집하였고, -70℃ 이하에서 냉동보관 하였다가 하루 평균 배설되는 지질함량 분석에 이용하였다. 실험식이 급여 8주째에는 14시간 절식시킨 후 안정맥에서 혈액을 채취하였고, 3000rpm에서 20분간 원심 분리하여 얻은 혈청을 지질 농도 분석에 사용하였다. 간, 신장, 심장 및 부고환주위의 지방은 적출하여 무게를 측정하였고, 간은 액화질소로 급속 냉동시켜 -70℃ 이하에서 냉동보관 하였다가 지질함량 분석에 이용하였다.

4. 시료의 분석 항목 및 방법

혈청 중성지방과 총콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도는 건식 생화학분석기(Ektachem, USA)로 측정하였고, 혈청 LDL-콜레스테롤은 Friedwald 공식을 이용하여 산출하였다.

$$\text{LDL-cholesterol} = \text{Total cholesterol} - (\text{Triglyceride}/5 + \text{HDL-cholesterol})$$

간조직 및 대변으로 배설되는 총지질 함량은 Folch 등(1957)의 방법, 총콜레스테롤 함량은 Zlatkis와 Zak(1969)의 방법 그리고 중성지방 함량은 Biggs 등(1975)의 방법을 이용하였다. 총지질과 총콜레스테롤의 흡수율은 총지질과 총콜레스테롤의 섭취량과 대변 중 배설량으로부터 계산하였다. 즉, 총지질의 흡수율은 $[(\text{Total lipid intake} - \text{fecal total lipid excretion}) / \text{total lipid intake} \times 100]$ 으로 계산하였고, 총콜레스테롤의 흡수율은 $[(\text{Total cholesterol intake} - \text{fecal total cholesterol excretion}) / \text{total cholesterol intake} \times 100]$ 으로 계산하였다.

5. 통계 분석

Table 1. Composition of experimental diets¹⁾ (g/kg diet)

Groups Ingredien t	CO	RG
Casein	140	140
Corn starch	556.2	556.2
Soy bean oil	200	-
Rice germ oil	-	200
α-Cellulose	50	50
L- Cystein	1.8	1.8
Cholin chloride	2	2
Mineral Mix. ²⁾	35	35
Vitamin Mix. ³⁾	10	10
Cholesterol	5	5

¹⁾ CO : Soybean oil 20%, RG : Rice germ oil 20%

²⁾ AIN-93M Mineral mixture(ICN, USA)

³⁾ AIN-93VX Vitamin mixture(ICN, USA)

실험결과는 SAS 8.1 프로그램을 이용하여 평균과 표준오차(mean±SE)로 표시하였고, ANOVA test 후 Student's t-test하여 대두유와 쌀눈기름의 급여효과에 대한 차이를 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식이 및 음용수 섭취량과 체중의 변화

대두유(CO)와 쌀눈기름(RG) 첨가 식이를 당뇨 KK 마우스에게 8주간 급여하였을 때, 실험동물의 식이 및 음용수 섭취량과 체중증가량 및 식이 효율을 Table 2에 제시하였다. 실험 8주 동안의 평균 식이 및 음용수 섭취량은 RG군에서 낮은 경향을 보였으나, 대조군과 유의한 차이는 없었다. 체중은 8주의 실험기간 동안 모든 실험군 사이에 유의적인 차이가 없었으나(Figure 1), 체중

Table 2. Food or water intake, body weight gain and food efficiency ratio in diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks¹⁾

Group	Food intake (g/day)	Water intake (ml/day)	Body weight gain (g/day)	FER ²⁾
CO	7.22±1.12 ^{NS}	5.49±0.86 ^{NS}	0.17±0.01 ^{NS}	0.024±0.001 ^{NS}
RG	6.02±0.98	5.26±0.60	0.14±0.01	0.023±0.002

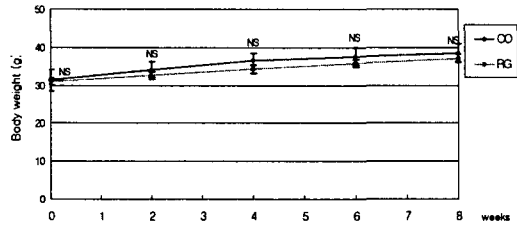
¹⁾ CO(Soybean oil 20%), RG(Rice germ oil 20%)

²⁾ Food efficiency ratio = Body weight gain(g/day)/Food intake(g/day)

Values are mean±SE(n=20)

NS: Not significant

증가량과 식이효율은 RG군에서 낮은 경향을 보였다(Table 2).



1) CO(Soybean oil 20%), RG(Rice germ oil 20%)
Values are mean±SE(n=20), NS : Not significant

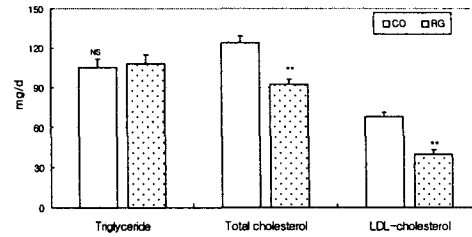
Fig. 1. Changes of body weight of diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks¹⁾

2. 조직의 무게

당뇨 마우스에서 간, 심장, 신장 및 부고환주위 지방조직의 무게는 모든 실험군 사이에 유의적인 차이가 없었다(Table 3). 그러나 고지방식이 급여시 인슐린비의존형 당뇨쥐에서는 정상쥐에 비해 체중, 간 및 부고환주위 지방 조직의 무게가 크게 나타나는 것으로 보고되고 있다(Lewandowski et al., 1998).

3. 혈청 지질 농도

당뇨 KK 마우스에게 대두유와 쌀눈기름 첨가 식이를 8주간 급여하였을 때, 혈청 중성지방, 총콜레스테롤, LDL-콜레스테롤 및 HDL-콜레스테롤 농도를 Figure 2와 3에 제시하였다. 혈청 중성지방 농도는 실험군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았으나, 혈청 총콜레스테롤 농도는 RG군에서 CO군보다 유의적(p<0.01)으로 낮게 나타났고(Fig. 2), 혈청 LDL-콜레스테롤 농도도 RG군에서 CO군보다 유의한 수준(p<0.01)에서 낮았다. 그러나 HDL-콜레스테롤 농도는 실험군 사이에 유의한 차이가 없었고, HDL-콜레스테롤/총콜레스테롤은



1) CO(Soybean oil 20%), RG(Rice germ oil 20%)
Values are mean±SE(n=20), NS: Not significant
** p < 0.01

Fig. 2. Comparison of serum triglyceride, total cholesterol and LDL-cholesterol levels in diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks¹⁾

RG군에서 CO군보다 유의적(p<0.01)으로 높게 나타났다(Fig. 3). 이것은 원숭이에게 열량의 42%로 쌀겨기름, 버터, 홍화씨기름 식이를 8주와 20주간 급여하였을 때, 쌀겨기름을 급여한 경우에 혈청 총콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤의 수준이 감소되었다고 보고한 Nicolosi 등(1991)의 연구결과와 유사하였다. 그리고 Purushothama 등(1995)에 의하면 쌀겨기름과 땅콩기름을 5%와 20% 수준에서 18주간 급여하였을 때, 쌀겨기름 20% 급여군에서 혈중 HDL-콜레스테롤 농도가 증가하였고, LDL-콜레스테롤 농도는 감소하였다고 했는데, 본 연구에서도 20%의 쌀눈기름 첨가가 LDL-콜레스테롤 농도를 감소시키고 또한 HDL-콜레스테롤/총콜레스테롤 수준의 증가에 기여한 것으로 보인다.

따라서 20%의 쌀눈기름 첨가 식이는 당뇨 KK 마우스의 혈청 중성지방 농도에는 유의한 영향을 주지 못하였으나, 혈청 총콜레스테롤 및 LDL-콜레스테롤 농도의 감소와 HDL-콜레스테롤/총콜레스테롤 수준의 증가에는 유의적인 수준에서 영향

Table 3. Weight of liver, heart and kidney in diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks¹⁾

Groups	Liver (g/100g body wt.)	Heart (g/100g body wt.)	Kidney (g/100g body wt.)	Epididymal fat pad (g/100g body wt.)
CO	4.68±0.21 ^{NS}	0.53±0.01 ^{NS}	1.32±0.03 ^{NS}	3.32±0.13 ^{NS}
RG	4.15±0.09	0.56±0.03	1.35±0.03	3.52±0.15

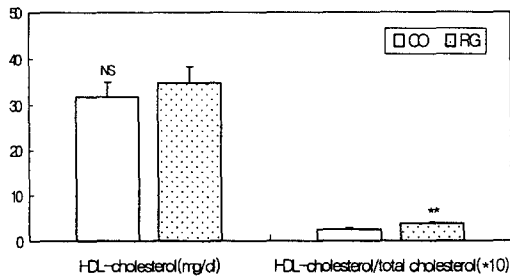
1) CO : Soybean oil 20%, RG : Rice germ oil 20%
Values are mean±SE(n=20), NS : Not significant

을 미치는 것으로 보인다.

4. 간조직의 지질 함량

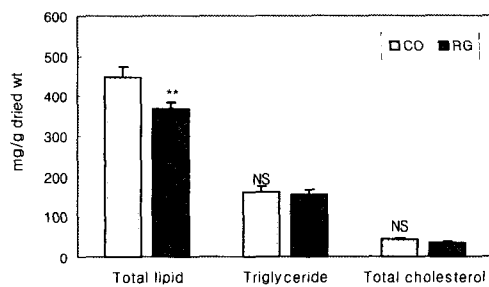
당뇨 KK 마우스에게 대두유 및 쌀눈기름 첨가식을 8주간 급여하였을 때, 간조직의 총지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 함량을 Fig. 4에 제시하였다. 간조직의 총지질 함량은 RG군에서 CO군보다 유의적(p<0.01)으로 감소하였고, 중성지방 함량은 실험군 사이에 유의한 차이가 없었지만, RG군이 CO군보다 낮은 경향을 보였다. 이것은 Sharma와 Rukmini(1986)가 흰쥐에게 쌀겨기름을 10% 수준에서 8주간 급여하였을 때, 땅콩기름을

급여하였을 때보다 간중 중성지방이 감소하였다는 보고와 유사한 결과이다. 또한 간조직의 총콜레스테롤 함량은 실험군 사이에 유의한 차이를 보이지 않았으나 RG군에서 CO군보다 18%가 낮았다. 이것은 Qureshi 등(2001)이 고지혈증 돼지에게 쌀겨기름의 기능성 성분으로 간주되고 있는 tocotrienol을 50μg씩 6주간 급여하였을 때, 간의 총콜레스테롤 함량이 감소했다는 결과와 관련된 것으로 생각된다. 따라서 실험식이 중 20%의 쌀눈기름 급여는 당뇨 KK 마우스에서 간조직의 총지질 및 총콜레스테롤 함량을 낮출 수 있는 것으로 보인다.



¹⁾ CO(Soybean oil 20%), RG(Rice germ oil 20%)
Values are mean±SE(n=20), NS: Not significant
** p < 0.01

Fig. 3. Comparison of serum HDL-cholesterol and HDL-cholesterol/total cholesterol in diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks¹⁾



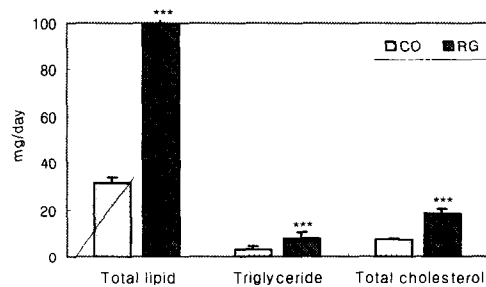
¹⁾ CO(Soybean oil 20%), RG(Rice germ oil 20%)
Values are mean±SE(n=20), NS : Not significant
** p < 0.01

Fig. 4. Comparison of hepatic total lipid, triglyceride and total cholesterol contents in diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks¹⁾

5. 대변 중 지질 배설량 및 지질 흡수율

당뇨 KK 마우스에게 대두유 및 쌀눈기름 첨가식을 8주간 급여하였을 때, 일일 대변중 총지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 배설량을 Fig. 5에 제시하였다. 대변중 총지질 배설량은 RG군에서 CO군보다 유의적(p<0.001)으로 많았고, 중성지방 배설량은 RG군에서 CO군보다 유의적(p<0.001)으로 많았다. 그리고 일일 대변으로 배설되는 총콜레스테롤 배설량도 RG군에서 CO군보다 유의적(p<0.001)으로 많은 것으로 나타났다.

당뇨 KK 마우스에서 대두유 및 쌀눈기름 첨가식이 급여에 따른 총지질 및 총콜레스테롤 흡수율을 Fig. 6에 제시하였다. 대사실험기간 동안



¹⁾ CO(Soybean oil 20%), RG(Rice germ oil 20%)
Values are mean±SE(n=20)
*** p < 0.001

Fig. 5. Comparison of total lipid, triglyceride and total cholesterol levels excreted in feces of diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks¹⁾

일일 식이 및 지질 섭취량에는 유의한 차이가 없었지만, 총지질과 총콜레스테롤 배설량이 달라 실험군의 지질 흡수율에 유의적($p < 0.01$)인 차이가 있었다. 즉, 총지질의 섭취량과 대변중 배설량으로 계산한 총지질 흡수율은 CO군과 RG군에서 각각 96.3%와 90.1%이었으며, RG군에서 CO군보다 유의적($p < 0.001$)으로 낮게 나타났다. 총콜레스테롤의 섭취량과 대변중 배설량으로부터 얻어진 총콜레스테롤 흡수율은 CO군과 RG군에서 각각 69.9%와 29.3%로 RG군에서 CO군보다 유의적인 수준($p < 0.01$)에서 낮게 나타났다. 따라서 당뇨 KK 마우스에게 대두유 및 쌀눈기름 첨가식을 급여하였을 때, 총지질과 총콜레스테롤의 흡수율은 RG군에서 CO군보다 유의적으로 낮게 나타났다.

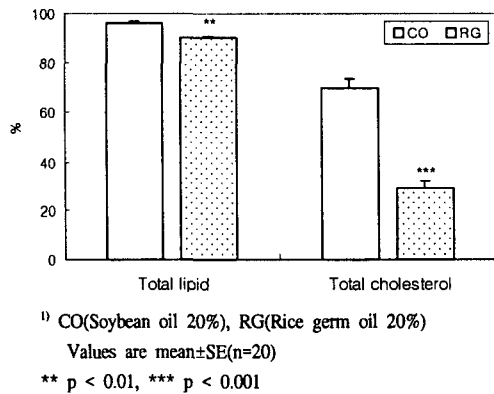


Fig. 6. Comparison of total lipid and total cholesterol absorption of diabetic KK mice fed experimental diets for 8 weeks¹⁾

IV. 요약 및 결론

본 연구는 최근 당뇨병 환자에서 소비되고 있는 쌀눈기름이 한국인의 주요 식물성 지방 공급인 대두유와 비교할 때, 인슐린 비의존형 당뇨 모델의 지질 대사에 미치는 영향을 검토하고자 수행하였다. 즉, 인슐린 비의존형 당뇨 모델인 KK 당뇨 마우스에게 쌀눈기름을 8주간 급여하고, 혈청, 간 및 변의 지질 함량을 분석하였다.

그 결과 실험동물의 식이섭취량과 체중 변화 및 장기의 무게는 실험군 사이에 유의한 차이가 없었으나 쌀눈기름을 섭취한 당뇨 마우스의 혈청 총콜레스테롤과 LDL-콜레스테롤 수준 및 간조직의 총지질 함량이 대조군인 대두유 섭취군보다 적었다. 그리고 대변으로의 총지질, 중성지방 및 총콜레스테롤 배설량은 쌀눈기름군에서 대조군보다 유의하게 많았다.

따라서 쌀눈기름은 인슐린비의존형 당뇨마우스에서 체내 지질 수준 저하 효과가 있는 것으로 나타났고, 이는 쌀눈기름의 대변 중 총지질 및 총콜레스테롤 배설량 증가와 관련된 것으로 평가되었다. 그러나 당뇨병 모델에서 쌀눈기름의 체내 지질 대사 개선 효과는 쌀눈기름의 급여 기간 및 수준의 변화 등에 따른 지질대사 변화도 함께 연구되어야 할 것으로 생각한다.

참고문헌

- Bhathena SJ, Berlin E, Judd JT, Kim YC, Law JS, Bhagavan HN, Ballard-Barbash R(1991). Effects of omega 3 fatty acids and vitamin E on hormones involved in carbohydrate and lipid metabolism in men. *Am J Clin Nutr* 54, 684-688.
- Biggs HG, Erikson TA, Moorehead WR(1975). A manual colorimetric assay of triglyceride in serum. *Clinical Chem* 21, 47.
- Cho NH(2000). Analysis of epidemiological characteristic and dangerous factor, *Kor J Lipid and Arteriosclerosis* 11-16.
- Chung YS, Park SW, Kim JA, Lee EJ, Lim SK, Kim KR, Lee HC, Huh KB, Paik IK, Yoon JY, Kim HS, Chang HJ, Lee JH(1993). Effects of ω 3 fatty acid supplementation on serum lipids in patients with non-insulin dependent diabetes mellitus. *J Kor Diabetes* 17(3), 267-274.
- Dong SH, Oh DH, Kim SW, Yang IM, Kim JW, Kim YS, Choi YG(1988). Relationship among complications serum lipids and lipoprotein profiles in diabetics. *Kor J Internal Medicine* 35, 510-519.
- Folch J, Less M, Sloanestanley GH(1957). A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. *J Bio Chem* 226, 497.

- Forman S, Estilow ML, Vailenko P(1986). Streptozotocin diabetes alters immunoreactive β -endorphin levels and pain perception after 8wk in female rats. *Diabetes* 35, 1309-1313.
- Huh KB(1992). Insulin Resistance and Chronic Degenerative Diseases. *J Kor Diabetes* 16, 93-98.
- Kim HK, Cho DW, Hahn YT(2000). The Effects of Coix Bran on Lipid Metabolism and Glucose Challenge in Hyperlipidemic and Diabetic Rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(1), 140-146.
- Kim WJ, Min HG, Choi YK, Lee TH, Huh KB, Shin SH(1998). Diabetes. *Kor Diabetes Association*.
- Koba K, Liu JW, Bobik E, Sugano M, Huang YS(2000). Cholesterol supplementation attenuate the hypocholesterolemic effect of rice bran oil. *J Nutr Sci Vitaminol* 46(2), 58-64.
- Lee SH, Chun HK, Lee YS(2001). The effects of rice germ oil supplement on blood glucose, serum lipid and blood pressure levels in diabetic patients. *Kor J Lipid and Arteriosclerosis* 11(4), 548-557.
- Lee SH, Chun HK, Park HJ, Lee YS(2003). Effect of different kind of plant oil sources on serum and hepatic lipid levels of streptozotocin-induced diabetic mice. *J Kor Soc Food Sci and Nutr* 32(5), 710-714.
- Lewandowski PA, Cameron-Smith D, Jackson CJ, Kultys ER, Collier GR(1998). The Role of Lipogenesis in the Development of Obesity and Diabetes in Israeli Sand Rats. *J Nutr* 128, 1984-1988.
- Ministry and health welfare(1999). '98 National health and nutrition survey report. Korea institute for health and social affairs.
- Nakamura H(1996). Effect of γ -oryzanol on hepatic cholesterol biosynthesis and fecal excretion of cholesterol metabolites. *Radioisotopes* 25, 371-374.
- Park YJ(1999). Effects of vitamin E supplementation and fat source on kidney function and lipid peroxidation in adriamycin treated rats. Ph D Thesis Seoul Nat Univ.
- Purushothama S, Ranina PL, Hariharan K(1995). Effect of long term feeding of rice bran oil upon lipids and lipoproteins in rat. *Mol Cell Biochem* 146(1), 63-69.
- Raghuram TC, Tao UB, Rukmini C(1989). Studies on hypolipidemic effects of dietary rice bran oil in human subjects. *Nutr Res Int* 39, 889-895.
- Rong N, Ausman LM, Nicolosi RJ(1997). Oryzanol decrease cholesterol absorption and aortic fatty streaks. *Lipids* 32(3), 303-309.
- Seetharamaiah GS, Chandrasekhara N(1989). Studies on hypocholesterolemic activity of rice bran oil. *Atherosclerosis* 78, 219-223.
- Sharma RD, Rukmini C(1986). Rice bran oil and hypocholesterolemia in rat. *Lipids* 21(11): 715-717.
- Thomsen C, Rasmussen O, Lousen T, Holst JJ, Fenselau S, Schrezenmeir J, Hermansen K(1999). Differential effects of saturated and monounsaturated fatty acids on postprandial lipemia and incretin response in healthy subjects. *Am J Clin Nutr* 69(6), 1135-1143.
- Zlatkis A, Zak B(1969). Study of a new cholesterol reagent. *Anal Biochem* 29, p.143.