

개량유채 목포 단교 19호유가 흰쥐의 성장 및 지방대사에 미치는 영향

전혜경* · 원혜숙** · 이성동***

*농촌영양개선연수원 연구조사과

**동남보건전문대학 식품영양과

***고려대학교 병설 보건전문대학 식품영양과

Effect of Rapeseed [Recommendable cultivars(Mokpo Dangyo 19)] oil on Growth and Lipid Metabolism in Rats

Hye Kyung Chun*, Hye Suk Won**, Sung Dong Lee***

*Dept. of Research and Survey, Rural Nutrition Institute, RDA

**Dept. of Food and Nutrition, Dongnam Health Junior College

***Dept. of Food and Nutrition, Junior College of Public Health and Medical Technology, Korea University

=ABSTRACT=

This study was performed to investigate nutritional effect and the utilization possibility of rapeseed oil which could replace the imported edible oils and oil crops.

The proximate compositions of a recommendable cultivar(Mokpo Dangyo 19) and a native kind(Asahi) and the characteristics of these rapeseed oils were analyzed.

The animal experiment of these rapeseed oils was carried out during 8 weeks of growing periods after weanling. Forty male weanling Sprague-Dawley rats were randomly assigned to 3 diet groups of Dangyo 19 oil, Asahi oil and commercial Soybean oil. Mokpo Dangyo 19 variety contained more lipids than Asahi variety by 8% and there was no difference in physiochemical characteristics between Dangyo 19 oil and Asahi oil except that erucic acid was contained little in Dangyo 19 oil but 50% in Asahi oil. Body weight gain, FER(Feed efficiency ratio) and PER(Protein efficiency ratio) of rats fed Dangyo 19 oil were higher than those of rats fed Asahi oil and organ weights such as liver, kidney and epididymal fat pads weights of rats fed Dangyo 19 oil were significantly higher ($P < 0.05$) than those of rats fed Asahi oil. The apparent digestibility of total diet and total lipid were higher in rats fed the diets containing Dangyo 19 oil than Asahi oil. The content of total lipid in heart were not significantly different with dietary oil kinds. The content of total lipid in liver increased with age in all rapeseed oil groups.

접수일자 : 1989년 9월 8일

서 론

국내의 유지자급율은 전체 유지공급량의 13%로 매우 낮으며 이중 식물성유지가 동물성유지보다 단연 우위를 차지하고 있다¹⁾. 국내의 대표적인 식물성유지로는 미강유, 참기름, 들기름 등이 있으며 우리나라에서 증산의 가능성이 있는 유지자원의 하나로서 유채(rape : *Brassica campestris* L.B. *napus* L.)를 들 수 있다.

유채는 대두, 목화씨, 해바라기씨와 함께 세계의 4대 식물성 유자원으로 되어 있으나 독성물질로 알려진 glucosinolate가 존재하고 유채유에는 erucic acid 함량이 많아 그 이용이 제한되어 왔었다. 그러나 최근에는 품종개량으로 이들의 함량이 낮은 Canbra, Canola 품종 등의 유채가 생산되고 있으며²⁾³⁾ 국내에서도 품종개량 유채유에 관한 식품학적·화학적 연구에 있어 상당한 진전을 보이고 있다⁴⁻⁶⁾

유채유의 영양학적 특성에 관한 연구로서 외국 의 경우 erucic acid를 다량 함유한 유채유를 장기간 섭취시 성장부진 및 심장에의 지방축적⁷⁻¹¹⁾ 또는 심장조직의 섬유조직화⁹⁾¹²⁾를 일으킬 수 있다는 보고가 있으나 국내에서는 이들에 대한 연구가 매우 부진한 실정이다.

본 연구에서는 재래품종 유채 아사히와 개량품종 유채 목포 단교 19호의 일반성분 및 지방특성을 분석한 후, 대두유를 지방급원으로 하는 식이를 대조군(control group)으로 하고 각 유채유를 지방급원으로 하는 식이를 흰쥐에게 8주간 공급하였을 때 나타나는 개량품종 유채유의 재래품종 유채유의 영양학적 차이를 규명하고자 시도되었다.

실험재료 및 방법

1) 실험동물의 사육 및 식이

실험동물로서 젓 뎀 Sprague-Dawley 종 수컷 흰쥐 36마리를 일주일간 고형사료(삼양사료)로 적응시킨 후 체중에 의한 난피법으로 12마리씩

3군으로 나누어 8주간 사육하였으며 4주와 8주되는 시기에 각 실험군당 6마리씩을 희생시켰다. 실험식이와 물은 제한없이 먹도록 하였다.

본 실험을 위해 1986년 작물시험장 목포지장에서 분양받은 개량유채 목포단교 19호(이하 단교 19호라 칭함)와 재래유채 이사히를 시료로 사용하였으며 이 공시재료들을 자동식 유압기(삼진기계공업사)로 착유하여 실험식이에 첨가하였고 대두유는 시판콩기름(D사제품)을 구입하여 공급하였다.

실험식이는 지방의 종류에 따라 세군 즉 대두유군, 단교 19호유군 및 아사히유군으로 구별하였으며 그외의 사료는 세군이 동일하였다. 즉 탄수화물 급원으로는 쌀가루를, 단백질급원으로는 casein 을, 비타민과 무기질급원으로는 각각의 혼합제를 사용하였다.

2) 실험방법

(1) 유채의 일반성분 및 지방특성

시료중의 수분, 조단백, 조지방, 회분 및 조섬유의 함량은 AOAC법으로 분석하였으며 지방의 비중은 비중계를, 굴절률은 Abbe 굴절계를 이용하여 측정하였고 산가, 과산화물가 및 요오드가는 상법으로 정량하였다¹³⁾¹⁶⁾.

(2) 실험식이의 일반성분 및 유지의 지방산조성 분석

실험식이의 조성은 Table 1과 같다. 실험식이의 일반성분은 유채의 분석과 동일한방법으로 분석하였으며 각 유지의 지방산조성은 Gas liquid chromatography(GLC)를 이용하여 Metcalfe등의 방법¹⁷⁾에 의해 분석하였으며 이때 GLC의 분석조건은 Table 2 와 같다.

(3) 식이섭취량과 체중측정

식이섭취량은 실험기간동안 매일 일정한 시간에 측정하였고 체중은 매주 1회 일정한 시간에 측정하였으며, 식이효율(Feed Efficiency Ratio) 과 단백질 효율(Protein Efficiency Ratio)을 산출하였다.

(4) 각종 장기의 채취 및 분석

Table 1. Composition of experimental diets

Ingredients	Soybean oil	Dangyo 19 oil	Asahi oil
(%, w/w)			
Soybean oil ¹⁾	20	-	-
Dangyo 19 oil ²⁾	-	20	-
Asahi oil ³⁾	-	-	20
Rice flour	60	60	60
Casein	18	18	18
Vitamin mixture ⁴⁾	1	1	1
Mineral mixture ⁵⁾	1	1	1

1) Commercial oil purchased from company

2)3) Extracted from Mokpo Dangyo 19 and Asahi variety of rapeseed by oil-press method.

4) Vitamin mixture(mg / kg diet) : Vitamin A+D₃, 10 : Vitamin E, 39 : Vitamin K, 0.05 : Niacin, 16 : Pantothenic acid, 9 : Thiamin, 13 : Riboflavin, 3 : Pyridoxine, 8 : Vitamin B₁₂, 0.03 : Folic acid, 1 : Choline, 1200 : Starch, 8713

5) Mineral mixture(mg / kg diet) : CaHPO₄, 17240 : NaCl 824.5 : K₂SO₄, 4464 : MgO, 545 : FeSO₄ · 7H₂O, 20 : CuSO₄ · 5H₂O, 19.6 : MnSO₄ · H₂O, 171.8 : KI, 2.1 : Na₂SeO₃, 0.09 : ZnSo₄ · H₂O, 16.6 : Starch, 11518

Table 2. Instrument and operating conditions for gas liquid chromatography

Instrument	Varian Gas Chromatography Model 3700
Detector	Flame Ionization Detector
Column	2mx 1/8 inch i.d. Stainless steel, packed with 1.5% OV-275 on 80-100 mesh chromosorb W(acid washed, silanized)
Carrier Gas	N ₂ (30cc/min), H ₂ (30cc/min). Air(300cc/min)
Detector Temp.	250℃
Injection Temp.	220℃
Colum Temp.	(programed)Initial : 135℃ for 4 min, Final : 195℃ for 6 min, Program rate : 5℃/min
Chart Speed	1cm/min

실험식으로 사육한지 4주와 8주되는 시기에 각 실험군당 6마리의 실험동물을 12시간 굶긴 후 희생시켜 해부한 후, 심장, 간, 지라, 신장, epididymal fat pad (부고환지방조직), 고환을 채취하여 무게를 측정하였으며 심장과 간은 냉동보관한 후 총지방함량을 Folch법¹⁸⁾에 의해 정량하였다.

(5) 변의 채취, 분석 및 소화흡수율
변은 실험식으로 사육한지 2, 4, 6, 8주 되는 시기의 1일 전에 채취하여 각 실험군당의 변 배설량을 측정하여 냉동보관한 후, Folch법¹⁸⁾에 의해 변의 총지방함량을 측정하였으며, 변의 총배설량 및 변으로 배설된 지방함량을 이용하여 식이와 지방의 소화흡수율(Apparent digestibility)을

Table 3. Proximate composition of rapeseeds

Rapeseeds	Moisture	Crude protein	Crude lipid	Carbohydrate		Crude fiber
				Crude fiber	Sugars	
(%, w/w)						
Dangyo 19	10.2	18.7	34.9	11.0	20.0	5.2
Asahi	13.7	17.2	26.7	7.1	32.4	2.9

Table 4. Characteristics of lipid extracted from rapeseeds

Characteristics	Dangyo 19 oil	Asahi oil
Specific gravity(25/25℃)	0.9125	0.9061
Refractive index(25℃)	1.4730	1.4732
Acid value	0.847	0.901
Iodine value	81.3	80.1
Peroxide value(meq/kg)	1.2	1.4

산출하였다.

(6) 통계처리

실험식이에 의한 실험분석 결과는 각 실험군당 평균치와 표준편차로 나타내었으며 t-test에 의해 각 실험군의 평균치간의 유의성을 검정하였다.

간과 심장의 지방함량 및 식이와 지방의 소화흡수율에 미치는 실험인자들의 영향에 대한 유의성 검정은 $\alpha=0.05$ 수준에서 F test로 분석하였다.

실험결과 및 고찰

1) 유채의 일반성분 및 지방특성

본 실험에 사용한 유채 종자의 일반성분과 지방 특성을 분석한 결과는 Table3과 Table4와 같다.

개량품종인 단교 19호의 지방함량은 35%로 이등⁶⁾이 목포 단교 12호, 14호 및 70호에 대하여 보고한 44-45%보다 적었으며, 재래종 아사히에 비해 높았다. 반면 단교 19호의 당질함량은 아사히에 비해 적었으며 단백질함량은 두 품종 모두 17-18%로 이등⁶⁾의 수치와 1983년 농촌영양개선연수원¹⁰⁾에서 분석한 수치보다 4-5% 낮게 나타났다. 단교 19호와 아사히 유채유의 비중과 굴절율은 비슷하게 나타났으며 이등의 수치와 비교해 볼 때 산가는 0.7-0.9로 비슷하였고 요오드가는 다소 낮게 나타났다.

2) 실험식이의 일반성분 및 유지의 지방산 조성

실험식이의 일반성분 Table 5와 같이 단백질함

Table 5. Chemical composition of experimental diets

Component	Soybean oil	Dangyo 19 oil	Asahi oil
Moisture(%, w/w)	9.6	9.9	10.0
Crude Protein(%, w/w)	22.8	22.7	22.4
Crude fat(%, w/w)	18.9	20.2	20.5
Crude ash(%, w/w)	2.2	2.2	2.1
Carbohydrate(%, w/w)	46.5	45.0	45.0
Energy(kcal/100g)	447.3	452.6	454.1

Table 6. Fatty acid composition of soybean and rapeseed oils

Analysis	Portions	Soybean oil	Dangyo 19 oil	Asahi oil
Fatty acid(%)				
Myristic acid	14 : 0	4.0	0.6	3.7
Palmitic acid	16 : 0	8.8	3.5	2.7
Stearic acid	18 : 0	3.3	1.8	1.0
Oleic acid	18 : 1	22.0	64.2	14.2
Linoleic acid	18 : 2	55.9	15.7	11.5
Linolenic acid	18 : 3	5.4	12.4	17.7
Arachidonic acid	20 : 0	0.2	0.3	0.4
Erucic acid	22 : 1	-	1.5	47.3
Others		0.4	-	1.5
P/S ratio ¹⁾		3.7	4.8	3.6

1) P/S ratio : Polyunsaturated fatty acid / Saturated fatty acid ratio.

량은 22%정도, 지방함량은 20%내외였으며 에너지는 식이 100g당 450kcal내외였다. 실험식에 사용된 각 유지의 지방산 조성은 Table 6에 나타나 있듯이 단교 19호유에는 erucic acid가 1.5%로 미량 함유되어 있고 oleic acid가 64.2% 함유되어 있는데 비해 아사히유에는 erucic acid가 47%로 구성지방산의 주종을 이루고 있으며, 시판 대두유는 다불포화 지방산인 linoleic acid를 다량 함유하고 있었다.

3) 성장과 식이효율 및 단백질효율

8주간 사육한 세 실험군의 체중증가는 Fig.1에서 보는 바와 같이 전 실험기간을 통하여 대두유군과 단교19호유군은 비슷한 양상을 보였으나, 아사히유군은 이에 비해 낮은 체중증가를

보였으며 식이효율 및 단백질 효율(Table 7)역시

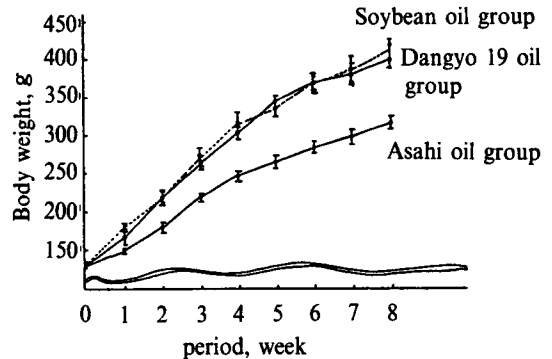


Fig. 1. Changes of body weight in rats fed soybean oil, Dangyo 19 oil or Asahi oil diet for 8 weeks

Table 7. FER and PER of rats fed soybean oil, Dangyo 19 oil or Asahi oil diet for 8 Weeks

FER or PER	Soybean oil	Dangyo 19 oil	Asahi oil
Feed efficiency ratio ¹⁾	0.35±0.11 ^{3a}	0.35±0.13 ^a	0.29±0.09 ^b
Protein efficiency ratio ²⁾	1.53±0.48 ^a	1.49±0.56 ^{ab}	1.28±0.38 ^b

1) FER : weight gain(g) / feed intake(g)

2) PER : weight gain(g) / protein intake(g)

3) Mean±S.D.

Means with different alphabet within a line are significantly different.(P<0.1)

Table 8. Organ weights of rats fed soybean oil, Dangyo 19 oil or Asahi oil diets at weeks 4 and 8

	Sogbean oil	Dangyo 19 oil	Asahi oil	
wk 4 (g)				
Heart	1.02±0.073 ^{1a}	0.89±0.11 ^b	0.88±0.049 ^b	**
Liver	10.77±1.66 ^a	9.75±1.11 ^{ab}	8.86±0.73 ^b	*
Spleen	0.65±0.18	0.67±0.13	0.67±0.17	N.S. ²⁾
Kidneys	2.28±0.30 ^a	2.07±0.13 ^{ab}	1.91±0.10 ^b	**
Epididymal fat pad	4.51±1.32 ^a	3.59±0.28 ^a	2.24±0.40 ^a	**
Testes	3.33±0.26 ^a	3.06±0.19 ^b	3.09±0.18 ^{ab}	*
wk 8 (g)				
Heart	1.04±0.08	1.02±0.11	0.97±0.10	N.S.
Liver	12.10±1.29 ^a	11.90±1.00 ^a	9.54±0.98 ^b	**
Spleen	0.71±0.15	0.72±0.11	0.63±0.13	N.S.
Kidney	2.38±0.15 ^a	2.25±0.14 ^{ab}	2.06±0.20 ^b	**
Epididymal fat pad	7.78±1.59 ^a	7.79±1.33 ^a	4.03±0.59 ^b	**
Testes	3.39±0.21 ^a	3.19±0.15 ^{ab}	3.12±0.13 ^b	*

1) Mean±S.D.

Means with different alphabet within a line are significantly different.

*P<0.05

**P<0.01

2) N.S. : Not significant

대두유군과 단교 19호유군에 비해 낮은 것으로 나타났다. 각 실험군의 장기 무게는 Table 8에 수록한 바와 같이 대두유군과 비교해 볼 때 아사히유군은 4군의 지라와 고환 및 8주의 지라와 심장을 제외한 모든 장기의 무게가 유의적으로 낮은 것으로 나타났으며 단교 19호유군은 4주에는 심장과 고환의 무게가 유의적으로 적었으나 8주에는 증가하여 유의적인 차이를 보이지 않아 체중 증가 및 사료효율, 단백질효율의 결과와 같은 경향을 나타내었다.

Thomasson과 Bolding²⁰⁾식이 지방의 단독급원으로서 유채유만을 사용하였을 때 쥐의 정상적인 성장을 유지할 수 없다고 했으며 이는 유채유내의 erucic acid 양에 기인한다고 하였다. 같은 식이조건과 지방급원을 유채유로 받은 두 군의

성장을 차이는 유채유의 성분차로 생각되며 특히 지방산 성분을 비교해 볼 때 단교 19호유군의 낮은 erucic acid 함량이 긍정적인 결과를 가져온 것으로 보여진다. 한편 Farnworth²¹⁾의 실험에 의하면 적은 양의 erucic acid(0.6%)를 함유한 유채유로 지방을 공급받은 쥐의 성장율도 대두유 섭취군보다 저조한 것으로 나타났으나, 본 실험의 단교 19호유군(1.5%의 erucic acid 함유)은 대두유군과 큰 성장차이를 보이지 않았다.

4) 심장과 간의 지방함량

각 실험군의 심장과 간의 지방함량은 Table 9와 같다. 여러 보고에 위하면^{22,26)}식이 내에 많은 erucic acid가 존재할 때 심장의 지방축적을 일으키며 특히 어린 쥐에서는 지방축적으로 늙은 쥐에

Table 9. Total lipid content of hearts and livers of rats fed soybean oil, Dangyo 19 oil or Asahi oil diets at weeks 4 and 8

	Heart	Liver
wk 4(mg/g organ)		
Soybean oil	22.9±7.3 ^b	110.5±7.4 ^a
Dangyo 19 oil	22.5±3.6	67.2±7.2 ^c
Asahi oil	18.6±3.0	52.0±2.1 ^d
wk 8(mg/g organ)		
Soybean oil	38.9±8.1	109.9±6.4 ^a
Dangyo 19 oil	28.9±1.7	73.3±7.6 ^{bc}
Asahi oil	32.6±3.4	81.3±10.1 ^b
Significant factor ²⁾	B	A, B, AB

1) Mean±S.D.

Means with different alphabet within a column are significantly different.

2) A : Significantly different among dietary oils at $\alpha=0.05$.

B : Significantly different between age groups at $\alpha=0.05$.

AB : There are interactions between dietary oils and age groups at $\alpha=0.05$.

서는 심장조직의 섬유화로 나타난다고⁸⁾⁹⁾¹²⁾ 7)한 바 있으며, 또한 Mattson과 Streck²⁸⁾은 식이내 erucic acid 수준이 상승함에 따라 심장내 지방함량도 증가한다고 하였다. 몇몇 연구자는 지방축적을 일으키는 erucic acid의 최소 수준을 2-3%로 보고 있으며 15%이하의 erucic acid도 심장의 지방축적을 일으키지 않았다는 보고²⁹⁾도 있으나 이와 다른 견해도³⁰⁾³¹⁾ 제시되고 있다.

본 실험에서 심장의 지방함량은 모든 실험군에서 4주에 비해 8주에 증가했으며 유지급원에 따른 차이는 없었다. 그러나 단교 19호유군과 아사히유군을 비교해 볼 때 4주된 단교 19호유군의 지방함량은 상대적으로 높았으나 8주후에는 아사히유군보다 적은 지방을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 이들에 대한 유의적 차이는 없었으나 실험기간이 길어짐에 따라 얻어질 결과는 단교 19호유군의 영양 연구에 도움이 될 것으로 보여진다.

간의 지방함량은 대두유군이 다른 유지군에 비해 모든 기간에서 가장 높은 수치를 나타냈으며 기간에 따른 유의적 차이는 없었다. 두 유채유군 모두 4주보다 8주의 지방함량이 증가했는데 4주

째에 단교 19호유군은 아사히유군에 비해 높은 간 지방함량을 보였으나 8주 후에는 아사히유군에서 더 높은 함량을 나타내었다. 유채유 섭취와 간의 지방축적에 대한 연구가 아직 미흡한 점을 고려할 때 이에 대한 더 많은 연구가 시도되어야 할 것이다.

5) 식이 및 지방의 소화흡수율

실험 시작 후 2, 4, 6, 8 주된 각 실험군의 식이 소화흡수율(Table 10)을 비교해 볼 때 대두유군과 단교 19호유군은 거의 차이가 없으나 아사히유군이 약간 낮아서 식이효율의 결과와 같은 경향을 보였으며 지방 소화흡수율도 아사히유군이 가장 저조한 것으로 나타났다. 유채유의 지방 소화흡수율은 이전에 보고³⁰⁾된 70-82%보다 약 10-20%가 높으며 Nolen³²⁾이 보고한 소화흡수율과 비슷한 수치이다. 또한 그는 많은 erucic acid를 포함하는 유채유의 저하된 소화흡수율은 지방을 구성하고 있는 포화지방산의 낮은 흡수율때문으로 결론짓고 있으며 Beare-Rogers 등³³⁾의 실험에서도 유채유의 포화지방산 수준을 상승시켰을때 체중이

Table 10. Apparent digestibility of total diet and total lipid at weeks 2, 4, 6 and 8¹⁾

	Soybean oil	Dangyo 19 oil	Asahi oil
Total diet(%)			
wk 2	96.5	97.0	94.5
wk 4	97.0	97.8	93.7
wk 6	97.5	96.4	92.6
wk 8	97.7	97.4	94.9
Total lipid(%)			
wk 2	94.8	95.3	94.0
wk 4	97.2	96.4	94.7
wk 6	97.6	97.1	95.3
wk 8	97.8	97.0	96.2

$$1) \text{ Apparent digestibility} = \frac{\text{amount ingested} - \text{amount excreted}}{\text{amount ingested}} \times 100$$

증가된 것을 관찰할 수 있었다. 또한 Trenholm 등은³⁰⁾ erucic acid를 함유한 식이를 섭취한 흰쥐의 성장 및 심장질환의 발생율은 식이내 palmitic acid(16:0)와 stearic acid(18:0)의 함량과 관련이 있어 두 포화지방산 함량과 성장정도는 비례하고 심장질환 발생율과는 반비례하며, 한편 심장질환 발생율과 linolenic acid(18:3) 함량 사이에는 비례적 관계가 있음을 보고한 바 있으며, Abdellatif 등은³⁴⁾ 특히 palmitic acid가 오리의 성장 증진 뿐만 아니라 erucic acid의 섭취로 인해 발생하는 심장질환으로부터 심장을 보호하는 효과까지 있다고 하였다. 본 실험에서 사용한 단교 19호유의 palmitic acid와 stearic acid함량은 아사히유에 함유된 두 지방산의 함량보다 약간 높았으며 이에 비해 linolenic acid 함량은 아사히유에서 더 높아 단교 19호유군이 아사히유군에 비해 소화흡수율 및 전반적인 성장이 우수했던 결과를 뒷받침해 주고 있다. 그러나 erucic acid와 식이내 지방산 형태와의 관련 여부는 아직 명확치 않아 연구가 시도되어야 할 것으로 보여진다.

요약 및 결론

국내 유지자원으로 증산 가능성이 있는 유채유의 영양효과 및 이용성을 연구하기 위하여 유채

개량품종 목포 단교19호와 재래품종 아사히의 이화학적 특성을 분석하고 동물실험을 통해 이들 유지의 영양효과를 비교 검토한 결과는 다음과 같다.

품종별 이화학적 특성 분석 결과, 단교 19호는 재래품종 아사히에 비하여 지방함량이 8%가량 많았으며 아사히유에 50% 가량 함유되어 있는 erucic acid가 단교 19호유에는 1.5% 로 훨씬 적게 함유되어 있었다. 아사히유군의 체중증가와 식이효율 및 단백질효율은 대두유군에 비해 낮았으나 단교 19호유군은 대두유군과 큰 차이가 보이지 않았다. 식이 및 지방의 소화흡수율도 아사히유군과 비교해 볼 때 단교 19호유군이 우수한 것으로 나타났으며 각 장기의 발달도 우수하여 8주되는 시기의 간과 부고환지방조직의 크기에서 유의적인 차이를 나타냈다.

심장내의 지방함량은 유지급원에 따른 유의적 차이를 보이지 않았으며 간의 지방함량은 유의적인 차이를 보여 8주에는 아사히유군에 비해 단교 19호유군의 수치가 낮은 것으로 나타났다.

References

- 1) 한국농촌경제연구원 식품수급표, 1988
- 2) Rape seed Association of Canada. *Properties of*

- protease and food quality*. 34, 1978
- 3) 한국제유공업협동조합, 캐나다 유채위원회. 채종유 세미나. 1983
 - 4) 이정일, 志賀敏夫, 高柳謙治. 유채의 지방산 조성 개량 육종에 관한 연구. 한국육종학회지 6 : 79-90, 1974
 - 5) 강숙, 이강현, 신효선. 한국산 평지씨 기름의 지방질 성분에 관한 연구. 한국식품과학회지 12 : 115-121, 1980
 - 6) 이성호, 김정기, 김홍수. 에루신산에 대한 개량유채 종자의 지질구성 성분. 한국농화학회지 28 : 245-251, 1985
 - 7) Rocquelin G, Cluzan R. *Comparative feeding values and physiological effects of rapeseed oil with a high content of erucic acid and rapeseed oil free from erucic acid. Effects on growth rate, feeding efficiency and physiolog of various organs in the rat. Ann Biol Anim Biochem Biophys* 8 : 395-406, 1968
 - 8) Beare-Rogers JL, Nera EA, Heggsviet HA. *Cardiac lipid changes in rats fed oils containing long-chain fatty acids. Can Inst Food Tech J* 4 : 120-124, 1971
 - 9) Abdellatif AMM, Vles RO. *Pathological effects of dietary rapeseed oil in rats. Nutr Metab* 12 : 285-295, 1970
 - 10) Rocquelin G, Sergiel JP, Martin B, Leclerc J. *The nutritive value of refined rapeseed oils. A Review JAACS* 48 : 728-732, 1971
 - 11) Mattson FH. *Potential toxicity of food lipids. In : Toxicants Occuring Naturally in Foods. 2nd ed National Academy of Sciences Washington DC* 189-209, 1973
 - 12) Clandinin MT. *The role of dietary long-chain fatty acids in mitochondrial structure and function. J Nutr* 108 : 273-281, 1978
 - 13) Horwitz W. *AOAC methods of analysis. 13th ed Association of Official Analytical chemists Washington DC* 1980
 - 14) 정동효, 장현기. 식품분석. 진로연구소 1979
 - 15) 이성우, 이현기. 식품화학실험. 수학사 1984
 - 16) 연세대학 공학부 식품공학과편. 식품공학 실험 I. 탐구당 1979
 - 17) Metalfe LD, Schmitz AA, Pelka JR. *Rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. Anal chem* 38 : 514-515, 1966
 - 18) Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. *A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. J Biol Chem* 226 : 497-509, 1957
 - 19) 농촌영양개선연수원. 농촌영양개선사업보고서. 299, 1983
 - 20) Thomasson HJ, Boldingh J. *The biological value of oils and fats. II. The growth-retarding substance in rapeseed oil. J Nutr* 56 : 469-475, 1955
 - 21) Farnworth ER, Kramer JKG, Thompson BK, Corner AH. *Role of dietary saturated fatty acids on lowering the incidence of heart leisons in male rats. J.Nutr* 112 : 231-240, 1982
 - 22) Clandinin MT. *The role of dietary long chain fatty acids in mitochondrial structure and function. J Nutr* 108 : 273-281, 1978
 - 23) Cooper P. *Rapeseed oil and erucic acid. Food Cosmet Toxicol* 13 : 130-133, 1975
 - 24) Engfeldt B, Brunius E. *Morphological effects of rapeseed oil in rats, I. Short-term studies. Acta Med Scand Suppl* 585 : 15-26, 1975
 - 25) Beare-Rogers JL, Nere EA, Heggsviet HA. *Myocardial alteration in rats fed rapeseed oils containing high or low levels of erucic acid. Nutr Metab* 17 : 213-222, 1974
 - 26) Kramer JKG, Mahadevan S, Hunt JR, Sauer FD, Corner AH, Charton KM. *Growth rate, lipid composition, metabolism and myocardial leisons of rats fed rapeseed oils. J Nutr* 103 : 1696-1708, 1973
 - 27) Farnworth ER, Kramer JKG, Jones JD, Thom-

- pson BK, Corner AH. *The Effect of Commercial processing on the nutritional and cardiopathological quality of low erucic acid rapeseed oil. Can Inst Food Sci Tech J* 16(2) : 111-115, 1983
- 28) Mattson FH, Streck JA. *Effect of the consumption of glycerides containing behenic acid on the lipid content of the heart of weaning rats. J Nutr* 104 : 483-488, 1974
- 29) Beare-Rogers JL, Nera EA. *Cardiac lipids in rats and gerbils fed oils containing C₂₂ acids. Lipids* 7 : 548-552, 1973
- 30) Trenholm HL, Thomson BK, Kramer JKG. *An evaluation of the relationship of dietary fatty acids to incidence of myocardial lesions in male rats. Can Inst Food Sci Tech J* 12 : 189-193, 1979
- 31) Rose SP, Bell JM, Wilkie IW, Schiefer HB. *Influence of weed seed oil contamination on the nutritional quality of diets containing low erucic acid rapeseed (Brassica napus, Tower cultivar) oil when fed to rats. J Nutr* 111 : 355-364, 1981
- 32) Nolen GA. *Biological evaluation of hydrogenated rapeseed oil. JAOCS* 57 : 31-37, 1980
- 33) Beare-Rogers JL, Campbell JA, Youngs CG, Craig BM. *Effects of saturated fats in rats fed rapeseed oil. Can J Biochem physiol* 41 : 605-612, 1963
- 34) Abdellatif AMM, Vles RO. *The effect of various fat supplements on the nutritional and pathogenic characteristics of diets containing erucic acid in ducklings. Nutr Metab* 13 : 65-74, 1971