

## 벌꿀 섭취가 흰쥐의 지질대사 변화에 끼치는 영향

정동현 · 백승화\* · 김완태\*\* · 박성수\*\*\*

축산협동조합 중앙회 한국양봉 인천공장

\* 원광대학교 생명자원과학대학

\*\* 명지대학교 이과대학 식품영양학과

\*\*\* 송원전문대학 식품영양과

### Effect on the Change of Lipid Metabolism in Rat by Fed the Honey

Dong-Hyun Chung, Seung-Hwa Baek\*, Wan-Tae Kim\*\*, Seong-Soo Park\*\*\*

Korean Apiculture Co, National Livestock Cooperative Federation, In-Chon 405-310, Korea

\* Dept. of Agricultural Chemistry, College of Life Resources and Science, Wonkwang University,

Ik-san 570-749, Korea

\*\* Dept. of Food and Nutrition, Myeong Ji University, Yong-In 449-728, Korea

\*\*\* Dept. of Food Nutrition, Song Won Junior College, Kwangju 502-210, Korea

#### Abstract

The purpose of this study was to find an effect of honey on the lipid metabolism of Sprague Dawley rats. All experimental rats were fed *ad libitum*, for seven weeks, 68% saccharide diet and 10% or 20% honey from acacia, sumac and miscellaneous flower honey, respectively, and sucrose. The food efficiency ratio of rat taken diet with honey and high fructose of control group was increased in comparison with the control group. The concentration of cholesterol in serum of rats taken diet with and high fructose of control group was more increased in comparison with the control and normal group. The concentration of HDL-cholesterol in serum of rats taken diet 10% sumac honey was increased 57.0% in comparison with the control group, but the concentration of VLDL, LDL-cholesterol in serum of rats taken diet 10% sumac honey was decreased 48.36% in comparison with the control group. The concentration of phospholipid in serum of rats taken diet with 20% acasia or 10% miscellaneous honey was increased 24.7, 16.25%, respectively, in comparison with the control group. The concentration of free fatty acid in serum of rats taken diet with sumac or miscellaneous honey and high fructose was decreased in comparison with the control group, but the taken diet supplemented diet with acasia honey was increased in comparison with the control group. The concentration of triglyceride in serum of rat was increased by feeding of honey. The concentration of triglyceride in liver was increased, but the level of phospholipid was decreased by feeding of honey.

Key words : honey, total cholesterol, HDL-cholesterol, free fatty acid, triglyceride, phospholipid

#### 서 론

천연 당류인 벌꿀은 생산량이 적어 옛부터 진귀한 식품으로 여겨졌으며 피로회복 및 약용으로 이용되었

으나 양봉기술의 발전에 의하여 생산량이 증가되고 이의 소비촉진을 위하여 물, 우유, 빵, 과실에 첨가하거나 과자의 풍미와 빛깔을 내는데, 벌꿀 발효음료 개발, 화장품 원료, 의약품 원료 등으로 이용하고자 많은 연구들이 진행되고 있다. 벌꿀의 성분은 밀원에 따라 그

품질의 차이가 있는데 일반적으로 포도당과 과당이 각각 35~40%, 서당, maltose, raffinose, 기타 oligo당이 2~4%, 단백질, 아미노산, 유기산, 무기질, 효소등이 미량 존재하며 이중 과당이 제일 많이 함유된 것으로 밝혀져 있다.

벌꿀의 효능을 구명하고자 정상인, 당뇨병환자 그리고 동물들을 대상으로 한 연구가 이루어져 혈당량 변화<sup>1,2,3)</sup>, 당원함성<sup>4)</sup>, 인슐린의 변화<sup>5,6)</sup>, 혈당과 pyruvic acid 그리고 젖산의 변화<sup>7)</sup>, 당내성의 변화<sup>8,9)</sup>, 관상동맥의 확장과 혈압저하<sup>10)</sup>, static sensitivity와 유두근의 수축 그리고 관상동맥의 혈류량을 증가시킬 뿐 아니라 벌꿀에 함유된 acetylcholine과 cholinergic factor 그리고 무기질 등이 심장의 투과성을 증대<sup>11~14)</sup>, 화분을 제거한 벌꿀이 정상인의 혈압을 저하시키는 작용<sup>15)</sup>, 정상인의 수축기 혈압상승<sup>16,17)</sup> 및 강하작용<sup>18)</sup>, 고당질, 포도당, 과당, 설탕, 벌꿀 등을 섭취하는 경우 혈청중 총지질과 총 콜레스테롤 그리고 유리지방산 함량의 변화<sup>19,20,21,22,23,24,25)</sup> 과당 식이가 혈장 인슐린과 VLDL-TG의 변화<sup>26,27,28)</sup>, 과당, 포도당, 설탕 섭취가 혈청중 인지질의 변화<sup>29,30)</sup>, 과당과 포도당의 경구투여와 복강투여시 간장지질의 결합율<sup>31)</sup>, 간장에 과당을 관류시 glycerol-3-phosphate 생성<sup>32)</sup>, 간장의 중성지질 변화<sup>23,27,28,33,29)</sup>와 인지질의 변화<sup>29,30)</sup> 등에 대한 많은 결과들이 보고되었으며 주로 단당류인 포도당과 과당 그리고 이당류인 설탕(포도당+과당)에 대한 연구는 많으나 벌꿀을 장기투여한 후 체내 성분의 변화가 유익한 방향으로 이루어지는지 아니면 해로운 쪽으로 변화되는지에 대한 명확한 원인 구명이 되지 않아 논쟁이 되고 있는 실정이다.

따라서 본 실험에서는 벌꿀을 장기간 투여했을 때 흰쥐의 혈청과 간장의 중성지질, 인지질, 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, VLDL, LDL-콜레스테롤, 유리지방산 등의 변화에 미치는 영향을 구명하기 위하여 고과당 식이를 투여한 흰쥐에 설탕, 아카시아, 붉나무 및 잡화 벌꿀을 각각 10%와 20%의 수용액으로 만들어 7주간 섭취케 한 후 이들 성분의 변화에 대한 결과를 보고하는 바이다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험식이 및 동물사육

설탕은 백설탕(제일제당 Co. 제)을 사용하였으며, 벌꿀은 양봉밀로써 아카시아 벌꿀과 붉나무 벌꿀을 각각 경기도 과천과 가평에서 1988년 6월과 9월중에 채밀하여 냉장고에 보관하였다가 사용하였다. 그리고 잡화벌꿀은 시중제품인 한국양봉협동조합에서 구입한 제품을 사용하였다.

실험식으로는 정상군인 A군은 고행사료(신촌사료 Co. 제)와 수도물을, 대조군인 B군에서는 고과당 식이와 수도물을, 실험군인 C-J군은 고과당 식이와 함께 유용수로 설탕 또는 아카시아 벌꿀, 붉나무 벌꿀, 잡화벌꿀을 수도물에 녹여 10, 20% 용액으로 만들어 사용하였다.

이때 실험구와 기본식이 및 고과당식이 조성은 Table 1 및 Table 2와 같다.

실험동물은 체중이 125.0±7.0g 되는 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐를 고행사료로 12일간 적응시킨 후 체중이 가급적 고르게 10마리씩 10개군으로 나누어 Table 1의 실험식으로 7주간 자유롭게 섭취시켰고 응용수로 설탕과 벌꿀 수용액 그리고 수도물은 매일 아침 갈아서 공급하여 주었다. 식이 섭취량은 매일 측정하였으며, 체중은 주 1회 측정하였다.

### 2. 혈액 채취 및 간장 적출

실험식으로 7주간 사육한 흰쥐를 15시간 절식시킨 후 에테르마취 하에서 심장에서 혈액을 채취하여 전혈 용은 EDTA처리 후, 혈청은 5℃에서 응고시킨 혈액을 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 얻었고, 채혈이 끝난 즉시 간을 적출하여 냉장 0.9% 생리식염수로 혈액을 세척하여 냉동실(-20℃)에 보관하면서 실험에 이용하였다.

### 3. 벌꿀의 성분 분석

아카시아꿀과 붉나무꿀, 그리고 잡화 벌꿀의 수분은 refractometer method<sup>34)</sup>, 조단백질은 microkjeldahl method<sup>34)</sup> 회분은 direct incineration method, pH는 pH meter, 산도는 0.1N-NaOH로 적정법, hydroxymethylfurfural(HMF)은 UV-spectrophotometer method<sup>34)</sup>로 측정하였고 당<sup>34,35)</sup>은 high

**Table 1. The composition of experimental diets**

Diet group	Diet type	Drinking type	No. of rats	Week
A	S.D <sup>1)</sup>	water	6	7
B	H.F <sup>2)</sup>	water	6	7
C	H.F	10% S.S <sup>3)</sup>	6	7
D	H.F	20% S.S	6	7
E	H.F	10% A.H.S <sup>4)</sup>	6	7
F	H.F	20% A.H.S	6	7
G	H.F	10% S.H.S <sup>5)</sup>	6	7
H	H.F	20% S.H.S	6	7
I	H.F	10% M.H.S <sup>6)</sup>	5	7
J	H.F	20% M.H.S	5	7

<sup>1)</sup> S.D : Standard diet<sup>4)</sup> A.H.S : Acacia honey solution<sup>2)</sup> H.F : High fructose diet<sup>5)</sup> S.H.S : Sumac honey solution<sup>3)</sup> S.S : Sucrose solution<sup>6)</sup> M.H.S : Miscellaneous honey solution**Table 2. The composition of high fructose diet**

Component	%
Fructose <sup>1)</sup>	68.0
Casein <sup>2)</sup>	21.7
DL-Methionine <sup>3)</sup>	0.3
Soybean oil <sup>4)</sup>	2.0
Mineral mixture <sup>5)</sup>	4.0
Vitamin mixture <sup>6)</sup>	1.0
Powdered cellulose <sup>7)</sup>	3.0

<sup>1)</sup> Fluka Chemic A.G., LTD. Switzerland<sup>2)</sup> Hayashi Pure Chemical Industries, LTD. Japan<sup>3)</sup> BDH Chemicals LTD. Poole, England<sup>4)</sup> 동방유량 Co.<sup>5)</sup> Mineral mixture(mg /diet 100g)NaCl: 0.173, MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O:0.266, NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> · H<sub>2</sub>O: 0.347, KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>: 0.954, CaH<sub>4</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> · H<sub>2</sub>O: 0.54, CaC<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub>: 1.3, FeC<sub>6</sub>H<sub>7</sub>O<sub>8</sub>: 0.118<sup>6)</sup> Vitamin mixture (mg /diet 100g)

Retinal palmitate: 1200(I.U), cholecalciferol: 240 (I.U), Thiamin HCl: 1.5, Riboflavin: 1.5, Pyridoxine HCl: 1.0, Cyanocobalamin: 0.5(μg), dl-μ-Tocopherol: 10.0, Menadione: 0.20, Biotin: 0.01, d-Pantothenic acid calcium: 2.0, P-Aminobenzoic acid: 10.0, Nicotinamide:10.0, Inosite: 15.0, Folic acid: 0.2, Choline chloride: 300

<sup>7)</sup> Sigma chemical Co., USA

용하여 분석하였다.

즉 당분석을 위하여 벌꿀을 가제로 여과한 다음 2g 을 증류수로 녹여 100ml 되게 정용한 용액을 여과 (Millipore 0.45 μm)한 다음 15μl를 HPLC(Waters Model 244, U.S.A)에 주입하여 다음과 같은 조건으로 column은 μ-Bondapak /carbohydrate column (300 × 3.9mm ID waters), mobile phase는 acetonitrile : H<sub>2</sub>O (75:25, v/v), solvent flow rate는 1.5ml /min이었고 RI detector로 분석하였다.

벌꿀 중의 일반성분과 당성분의 분석결과를 각각 Table 3, Table 4와 같다.

**Table 3. The composition of general and sugar analysis in honey**

Component	Acacia	Sumac	Miscellaneous
Moisture (%)	18.00	19.50	20.50
Crude protein (%)	0.24	0.25	0.27
Ash (%)	0.19	0.17	0.20
pH	4.06	4.60	3.89
Acidity (meq /kg)	7.20	17.70	6.70
HMF (mg /kg) <sup>1)</sup>	1.90	0.50	35.10
Fructose (%)	43.70	37.30	39.10
Glucose (%)	30.40	38.50	31.70
Sucrose (%)	0.51	0.53	2.50
Maltose (%)	2.00	2.00	2.00
Unknown (%)	4.96	1.75	3.73

<sup>1)</sup> HMF : Hydroxymethylfurfural

performace liquid chromatography(HPLC)를 이

**Table 4. The composition of saccharide in honey**

Component	Acacia	Sumac	Miscellaneous
Fructose (%) <sup>1)</sup>	53.58	46.58	49.48
Glucose (%)	37.27	48.08	40.12
Sucrose (%)	0.63	0.66	3.16
Maltose (%)	2.45	2.49	2.53
Unknown (%)	6.08	2.19	4.72
F/G ratio <sup>2)</sup>	1.43	0.96	1.23

<sup>1)</sup> % : unit % dry weight<sup>2)</sup> F/G ratio : Fructose /Glucose ratio

#### 4. 혈청 및 간장 지질 분석

혈청중의 총 콜레스테롤(total cholesterol ; TC) 함량은 COP-P-chlorophenol 염색법 (Wako, Co. kit, Japan), HDL-콜레스테롤(HDL-cholesterol ; HDL-C)량은 heparin-Mn 결합 침전법 (Wako Co. kit Japan), 중성지질(triglyceride ; TG)함량은 lipoprotein lipase-glycerolkinase-glycerol-3-phosphate oxidase법 (Wako Co. kit, Japan), 인지질(phospholipid ; PL) 함량은 phospholipase D와 cho-

line oxidase 법 (Wako, Co. kit, Japan), 유리지방산(free fatty acid : FFA) 함량은 acyl Co-A oxidase 법 (Wako, Co. kit, Japan)으로 측정하였다.

그리고 간장 중의 총 콜레스테롤, 중성지질 및 인지질 함량은 간장 정중엽(median lobe)부위 1g을 마쇄하여 Folch 등<sup>36)</sup>의 방법을 변형하여 지질을 유출한 후 혈청과 동일한 방법으로 분석하였다.

#### 5. 통계처리 방법

모든 실험성적은 평균식 표준편차로 나타내었으며, 평균치의 유의성 측정은 Duncan's multiple range test를 적용하였다.<sup>37)</sup>

### 결과 및 고찰

#### 1. 체중변화, 식이섭취량, 물 섭취량 및 간장 중량

7주간 사육한 흰쥐의 체중변화와 식이섭취량 등의 변화는 Table 5과 같다.

1일 평균 체중 증가량은 대조군인 B군에서는 4.8g으로 정상군인 A군의 5.8g보다 낮았으며 실험군에서는 20% 아카시아와 잡화 벌꿀용액을 섭취한 F군에서

**Table 5. Body weight gain(B.W.G.), growth rate(G.R), food efficiency ratio(F.E.R) of rats fed the experimental diets for 7 weeks**

Diet group	Body weight		B.W.G (g/day)	G.R <sup>1)</sup> (%)	F.I <sup>2)</sup> (g/day)	F.E.R <sup>3)</sup>
	Initial (g)	Final (g)				
A	186.6 ± 3.72 <sup>a</sup>	433.3 ± 50.63 <sup>a</sup>	5.8 ± 1.76 <sup>ab</sup>	132.1	7.2 ± 1.13 <sup>abc</sup>	0.24 ± 0.08
B	179.1 ± 1.86 <sup>ab</sup>	382.5 ± 22.12 <sup>ab</sup>	4.8 ± 1.76 <sup>ab</sup>	113.5	9.1 ± 0.15 <sup>a</sup>	0.18 ± 0.08
C	168.3 ± 3.72 <sup>bc</sup>	353.3 ± 50.22 <sup>bc</sup>	4.3 ± 1.85 <sup>ab</sup>	109.9	6.6 ± 0.69 <sup>bc</sup>	0.25 ± 0.12
D	169.1 ± 3.43 <sup>bc</sup>	351.6 ± 30.91 <sup>bc</sup>	4.3 ± 1.99 <sup>ab</sup>	107.7	5.9 ± 1.94 <sup>c</sup>	0.28 ± 0.11
E	164.5 ± 5.33 <sup>c</sup>	356.6 ± 22.11 <sup>a<sup>bc</sup></sup>	4.5 ± 1.89 <sup>ab</sup>	117.7	7.9 ± 0.71 <sup>abc</sup>	0.21 ± 0.09
F	159.1 ± 1.86 <sup>cd</sup>	296.6 ± 28.96 <sup>c</sup>	3.2 ± 2.20 <sup>b</sup>	86.4	6.5 ± 1.71 <sup>bc</sup>	0.19 ± 0.11
G	150.8 ± 1.86 <sup>de</sup>	340.0 ± 27.98 <sup>bc</sup>	4.5 ± 1.31 <sup>ab</sup>	125.4	7.4 ± 0.97 <sup>abc</sup>	0.23 ± 0.07
H	148.3 ± 5.52 <sup>de</sup>	350.0 ± 16.07 <sup>bc</sup>	4.7 ± 1.76 <sup>ab</sup>	136.0	6.8 ± 0.86 <sup>abc</sup>	0.26 ± 0.09
I	141.6 ± 4.71 <sup>ef</sup>	342.0 ± 22.49 <sup>bc</sup>	5.7 ± 2.42 <sup>ab</sup>	141.5	8.2 ± 0.47 <sup>abc</sup>	0.28 ± 0.14
J	135.0 ± 10.40 <sup>f</sup>	336.2 ± 25.34 <sup>bc</sup>	7.1 ± 2.14 <sup>a</sup>	149.0	8.5 ± 1.93 <sup>ab</sup>	0.35 ± 0.10 <sup>d</sup>

<sup>1)</sup> G.R : Growth rate [body weight gain(final - initial) / initial weight] × 100<sup>2)</sup> F.I : Food intake (g / 100g body weight / day)<sup>3)</sup> F.E.R : Food efficiency ratio (weight gain / food intake)

Means with the same lettered superscripts within a column's are not significantly different above 5% level by Duncan's multiple range test.

3.2g으로 가장 낮았으며, J군에서는 7.1g으로 가장 높았으나 B군과 비슷한 수준이어서 유의적인 차이는 없었다.

Ishiguro 등<sup>1)</sup>과 El-Baz Rihan 등<sup>19)</sup>은 설탕보다 벌꿀 첨가 식이가 흰쥐의 체중을 더 증가시켰다고 보고하였고, MacRae 등<sup>30)</sup>과 Tuovinen 등<sup>39)</sup>은 과당 첨가 식이가 흰쥐의 성장을 억제하였다고 보고하였으나 본 실험에서는 벌꿀섭취가 설탕섭취보다 흰쥐의 체중을 더 증가시킨 것으로 나타났다.

성장율은 대조군인 B군에서는 113.5%로 정상군인 A군의 132.1%보다 낮았다. 설탕 용액을 섭취한 C군과 D군에서는 각각 109.9, 107.7로 B군보다 낮았으나 벌꿀용액을 섭취한 E-J군에서는 117.7~149.0%로 B군보다 높았다. 또한 벌꿀용액 섭취군에서는 설탕용액 섭취군보다 높은 수준을 나타냈으나 20% 아카시아 벌꿀용액을 섭취한 F군에서는 85.4%로 저체군 중에서 가장 낮았다.

식이섭취량은 대조군에서 9.1g/day로 정상군의 7.2g/day와 실험군의 섭취량 범위 5.9~8.5g/day로 유의적( $P < 0.05$ )인 차이가 있었다. 또한 벌꿀용액을 섭취한 E-J군에서는 20% 아카시아 벌꿀용액 섭취군인 F군의 6.5g/day와 20% 잡화벌꿀용액을 섭취한 J군은 8.5g/day로 다른 군들과 유의성( $P < 0.05$ )이 있었다.

식이효율은 대조군인 B군에서는 0.18로 정상군인 A군의 0.24보다 낮았으며 설탕 및 벌꿀들을 섭취한 실험군보다 낮은 것으로 나타났다. 실험군인 설탕과 붉나무 및 잡화 벌꿀용액을 섭취한 C, D, G, H, U, J군에서는 0.23~0.35로 아카시아 벌꿀용액 섭취한 E군과 F군의 각각 0.21, 0.19보다 높았으나 유의성은 없었다.

물 섭취량과 간장중량을 측정된 결과는 Table 6과 같다.

물섭취량은 대조군인 B군에서는 10.4ml/day로 A군의 13.2ml/day보다 유의적( $P < 0.01$ )으로 낮았으나, 설탕 및 벌꿀용액을 섭취한 실험군에서는 14.1~25.6ml/day로 B군보다 높았으나 유의성이 인정된 군은 C, E, G, I 였다( $p < 0.05$ ). 설탕과 벌꿀의 10% 용액을 섭취한 C, E, G, I군에서는 18.9~25.6ml/day로 20% 설탕과 벌꿀용액 섭취군인 D, F,

**Table 6. Water intake(W.I.) and relative liver weight(R.L.W.) of rats fed the experimental diets for 7 weeks**

Diet group	W.I. (ml/day)	R.L.W. <sup>1)</sup> (g)
A	13.2±1.43 <sup>cd</sup>	2.6±0.23 <sup>b</sup>
B	10.4±1.43 <sup>d</sup>	3.1±0.25 <sup>b</sup>
C	25.6±4.29 <sup>a</sup>	3.1±0.78 <sup>b</sup>
D	15.2±1.79 <sup>cd</sup>	3.3±0.37 <sup>b</sup>
E	18.9±0.94 <sup>bc</sup>	3.3±0.32 <sup>b</sup>
F	14.1±1.23 <sup>cd</sup>	4.5±0.22 <sup>a</sup>
G	24.4±3.88 <sup>ab</sup>	3.3±0.43 <sup>b</sup>
H	14.1±1.01 <sup>cd</sup>	2.9±0.27 <sup>b</sup>
I	24.3±3.89 <sup>ab</sup>	3.0±0.47 <sup>b</sup>
J	15.2±0.86 <sup>cd</sup>	3.1±0.40 <sup>b</sup>

<sup>2)</sup> R.L.W : Relative liver weight: [(liver weight / body weight) × 100]

Means with the same lettered superscripts within a column's are not significantly different above 5% level by Duncan's multiple range test

H, J군의 14.1~15.2ml/day보다 유의적( $p < 0.05$ )으로 물을 더 섭취한 것으로 나타났다.

간장중량은 대조군인 B군이 3.1g으로 A군 2.6g과 설탕용액과 벌꿀용액 섭취한 C-J군에서 2.9~3.3g 범위로 비슷한 수준이었으나 예외적으로 20% 아카시아 벌꿀용액을 섭취한 F군에서는 4.5g으로 다른 군보다 유의적( $p < 0.01$ )으로 증가된 것으로 나타났다.

El-Baz Rihan 등<sup>19)</sup>은 정상인 흰쥐에 벌꿀, 전분, 설탕 및 포도당을 표준식이에 각각 75%로 첨가하여 3개월간 섭취시킨 결과 간장중량은 벌꿀과 설탕섭취군에서 각각 4.4, 2.7g으로 벌꿀 첨가 식이가 설탕 첨가 식이보다 간장중량을 더 증가시켰다고 하였으나, 본 실험에서는 20% 아카시아 벌꿀용액을 섭취한 F군을 제외하고 설탕용액 섭취군(C, D)과 벌꿀용액 섭취군(E-J)사이에는 큰 차이가 없는 것으로 나타났다.

## 2. 혈청 중 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, VLDL, LDL-콜레스테롤의 농도

흰쥐에게 실험식이를 7주간 급여한 후 혈청의 총 콜레스테롤, HDL-콜레스테롤, VLDL, LDL-콜레스테롤의 농도와 그 비율을 측정된 결과는 Table 7과 같다.

**Table 7. Concentration of total cholesterol, HDL-cholesterol and VLDL, LDL-cholesterol and ratio of VLDL, LDL-cholesterol/HDL-cholesterol in serum of rats fed experimental diets for 7 weeks rats**

Diet group	T-C <sup>1)</sup> (mg/dl)	HDL-C <sup>2)</sup> (mg/dl)	VLDL, LDL-C <sup>3)</sup> (mg/dl)	VLDL, LDL-C <sup>4)</sup> /HDL-C ratio	HDL-C /TC × 100 (%)
A	54.6±2.32 <sup>ab</sup>	38.7±6.07 <sup>ab</sup>	15.9±6.33 <sup>ab</sup>	0.44±0.24 <sup>ab</sup>	70.8±11.37 <sup>abc</sup>
B	47.6±7.91 <sup>b</sup>	26.2±6.32 <sup>b</sup>	21.3±9.94 <sup>ab</sup>	0.90±0.55 <sup>a</sup>	56.4±14.28 <sup>c</sup>
C	60.7±4.26 <sup>ab</sup>	37.4±6.32 <sup>ab</sup>	23.7±6.82 <sup>ab</sup>	0.67±0.25 <sup>ab</sup>	61.6±10.02 <sup>abc</sup>
D	49.4±5.20 <sup>ab</sup>	35.6±5.34 <sup>ab</sup>	15.5±2.14 <sup>ab</sup>	0.45±0.15 <sup>ab</sup>	69.2± 6.47 <sup>abc</sup>
E	47.6±7.63 <sup>b</sup>	36.3±4.73 <sup>ab</sup>	11.2±8.05 <sup>b</sup>	0.32±0.24 <sup>b</sup>	77.4±11.88 <sup>ab</sup>
F	55.5±3.65 <sup>ab</sup>	32.7±4.38 <sup>ab</sup>	22.7±5.77 <sup>ab</sup>	0.72±0.24 <sup>ab</sup>	59.1± 8.74 <sup>bc</sup>
G	50.8±5.64 <sup>ab</sup>	40.9±3.88 <sup>a</sup>	11.0±5.66 <sup>b</sup>	0.27±0.14 <sup>ab</sup>	79.3± 9.77 <sup>a</sup>
H	52.0±4.07 <sup>ab</sup>	32.5±3.49 <sup>ab</sup>	19.5±4.03 <sup>ab</sup>	0.61±0.15 <sup>ab</sup>	62.6± 6.48 <sup>abc</sup>
I	53.9±6.76 <sup>ab</sup>	35.4±3.03 <sup>ab</sup>	18.5±7.57 <sup>ab</sup>	0.53±0.24 <sup>ab</sup>	66.8±10.35 <sup>abc</sup>
J	62.1±2.48 <sup>a</sup>	35.9±1.23 <sup>ab</sup>	26.1±1.48 <sup>ab</sup>	0.72±0.03 <sup>ab</sup>	57.9± 1.07 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> T-C : total cholesterol

<sup>2)</sup> HDL-C : High density lipoprotein cholesterol

<sup>3)</sup> VLDL, LDL-C : Very low density lipoprotein and Low density lipoprotein cholesterol, VLDL, LDL-C was calculated from difference between total cholesterol and HDL-cholesterol

<sup>4)</sup> VLDL, LDL-C /HDL-C : The ratio of VLDL, LDL-cholesterol to HDL-cholesterol

<sup>5)</sup> HDL-C /T C (%) : (high density lipoprotein cholesterol /total cholesterol) × 100

Means with the same lettered superscripts within a column's are not significantly different above 5% level by Duncan's multiple range test.

혈청 총 콜레스테롤 농도는 대조군인 고과당 식이만을 섭취한 B군에서는 47.6mg/dl로 정상군인 A군의 54.6mg/dl보다 낮았으나 유의성은 없었다. 그러나 대조군(B)에 대한 설탕과 벌꿀을 섭취한 모든 실험군에서의 총 콜레스테롤 농도는 47.6~62.1mg/dl 사이에서 증가되는 경향이었으며, 20% 잡화 벌꿀용액을 섭취한 J군에서만 유의적으로 높게 나타났다(p<0.01).

Anderson 등<sup>20)</sup>과 Bantle 등<sup>21)</sup>은 당뇨병환자에게 50~60g의 과당을 각각 6~7주간 섭취한 결과 과당섭취는 혈청 총 콜레스테롤 함량에 영향을 주지 않았다고 보고하였고, Zakim 등<sup>29)</sup>은 2일간 절식시킨 흰쥐에 과당과 포도당을 각각 70%로 함유시켜 2일간 섭취한 결과 혈청 총 콜레스테롤 함량은 과당과 포도당 섭취군 사이에서는 서로 비슷한 수준이라고 하였으며, Mukherjee 등<sup>30)</sup>은 흰쥐에 12%의 과당, 포도당, 설탕 용액을 각각 30일간 섭취한 결과 혈청 총 콜레스테롤 함량은 과당과 포도당 섭취군 사이에서는 서로 비슷한 수준이었으나 설탕섭취군에서는 높았다고 하였다.

또한 Lee 등<sup>22)</sup>은 정상적인 흰쥐에 과당, 포도당, 설탕

을 각각 표준식이에 10%로 함유시켜 4주간 섭취한 결과 혈청 총 콜레스테롤 함량은 포도당섭취군에서 높았다고 보고하였으며, El-Baz Rihan 등<sup>19)</sup>은 정상인 흰쥐에 벌꿀, 설탕, 포도당을 각각 표준식이에 75%로 첨가하여 3개월간 섭취한 결과 벌꿀과 설탕섭취군에서 혈청 총 지질(total lipid)과 총 콜레스테롤 함량이 증가되었는데 이것은 벌꿀과 설탕중의 과당 때문에 일어나는 지방합성이 많아진 것이라고 보고하였다.

그러나 본 연구결과는 혈청 총 콜레스테롤 함량은 대조군(B)보다 설탕과 벌꿀섭취군(C-J)에서 높은 수준이었으나 설탕과 벌꿀 섭취군 사이에서는 큰 차이가 없는 것으로 나타내어 El-Baz Rihan 등<sup>19)</sup>의 보고와 비슷하였으며 앞에서 서술한 다른 연구자들의 보고<sup>22, 29, 30)</sup>와는 다른 결과로 생각되었다.

혈청 HDL-콜레스테롤 농도는 대조군인 고과당 식이만을 섭취한 B군은 26.2mg/dl로 기본식이만을 섭취한 정상군(A)은 38.7mg/dl이어서 유의성이 인정되지 않았으나 설탕과 벌꿀 용액을 섭취한 실험군에서는 32.5~40.9mg/dl로 B군보다는 HDL-콜레스테롤

이 증가되는 경향을 나타내었으며( $p < 0.01$ ), F군과 H군에서는 대조군보다 약간 증가되어 유의성이 없었다. 또한 설탕용액 섭취군인 C, D군과 벌꿀용액 섭취군인 E-J군 사이에 큰 차이가 없었으나 10% 붉나무 벌꿀용액을 섭취한 G군에서 40.9mg/dl로 가장 높았다.

혈청 VLDL, LDL-콜레스테롤 농도는 C, F, J군에서 각각 23.7, 22.7, 26.1mg/dl로 B군의 21.3mg/dl보다 높았고, H군과 I군에서는 B군과 비슷하였고, 모든 실험군 중에서 10% 아카시아와 붉나무 벌꿀용액을 섭취한 E군과 G군에서 각각 11.2, 11.0mg/dl로 가장 낮은 수준이었으나 유의성은 없었다.

본 실험결과 아카시아, 붉나무, 잡화벌꿀의 10% 용액 섭취 수준은 VLDL, LDL-콜레스테롤을 감소시키는 경향이었으나 20%용액 섭취는 오히려 증가시키는 경향을 보였는데 이는 생체로 섭취된 과당의 비율이 높아졌기 때문이 아닌가 추정되며 VLDL, LDL-콜레스테롤 감소를 위한 벌꿀섭취 수준은 10% 용액으로 생각되었다.

한편 Cryer 등<sup>26)</sup>과 Baron 등<sup>27)</sup> 그리고 Waddell 등<sup>28)</sup>은 과당식이 혈장 인슐린 함량 및 혈장 very low density lipoprotein triglyceride(VLDL-TG)의 제

거울을 저하시키나, 포도당 식이는 이것을 증가시킨다는 것이 다른 짐이라고 보고하였는데 본 결과를 명확히 밝히기 위하여는 섭취된 과당이 포도당으로 얼마나 전환되는지를 구명하면 알 수 있을 것으로 생각되어 이에 대한 연구가 진행되어야 하겠다.

혈청의 VLDL, LDL-chole. /HDL-chole.의 비는 대조군인 B군에서 0.9로 A군의 0.44보다 높았으나 유의성은 없었다. 그러나 실험군에서는 0.27~0.72로 B군보다 낮았으며, 특히 10% 붉나무 벌꿀용액을 섭취한 G군에서 0.27로 가장 낮아 유의성( $p < 0.05$ )이 있었다.

혈청의 HDL-chole. /T-chole.의 비율(%)은 대조군인 B군에서 56.4%로 A군의 70.8%보다 낮았으나 유의성은 없었다. 실험군에서는 57.9~79.3%로 B군보다 높았으며 특히 10% 붉나무와 아카시아 벌꿀용액을 섭취한 G군과 E군에서 유의성( $p < 0.05$ )이 인정되었다.

### 3. 혈청중 유리지방산, 중성지질, 인지질의 농도

혈청중의 유리지방산, 중성지질 및 인지질의 농도를 측정하고, 그들의 비율을 비교해 보면 Table 8과 같다.

**Table 8. Concentration of triglyceride, phospholipid and free fatty acid and the ratio of triglyceride or total cholesterol to phospholipid in serum of rats fed the experimental diets for 7 weeks**

Diet group	FFA <sup>1)</sup> (m Eq /l)	TG <sup>2)</sup> (mg /dl)	PL <sup>3)</sup> (mg /dl)	T-C <sup>4)</sup> (mg /dl)	TG /PL <sup>5)</sup> ratio	T-C /PL <sup>6)</sup> ratio
A	0.62±0.08 <sup>b</sup>	57.8±0.08 <sup>b</sup>	79.4±9.72 <sup>b</sup>	54.6±2.32 <sup>ab</sup>	0.73±0.07 <sup>b</sup>	0.69±0.07 <sup>b</sup>
B	0.82±0.13 <sup>ab</sup>	113.1±20.33 <sup>bc</sup>	107.7±17.41 <sup>ab</sup>	47.6±7.91 <sup>b</sup>	1.08±0.28 <sup>ab</sup>	0.44±0.08 <sup>b</sup>
C	0.76±0.06 <sup>ab</sup>	96.5±18.13 <sup>bcd</sup>	98.6±10.49 <sup>ab</sup>	60.7±4.26 <sup>ab</sup>	0.98±0.20 <sup>ab</sup>	0.62±0.99 <sup>a</sup>
D	0.82±0.17 <sup>ab</sup>	81.2±15.41 <sup>cd</sup>	92.3±11.04 <sup>ab</sup>	49.4±5.20 <sup>ab</sup>	0.89±0.24 <sup>ab</sup>	0.53±0.04 <sup>b</sup>
E	0.98±0.28 <sup>ab</sup>	103.2±11.50 <sup>bcd</sup>	103.0±30.84 <sup>ab</sup>	47.6±7.63 <sup>b</sup>	1.07±0.29 <sup>ab</sup>	0.47±0.05 <sup>b</sup>
F	1.14±0.25 <sup>a</sup>	177.3± 4.81 <sup>a</sup>	134.3±23.02 <sup>a</sup>	55.5±3.65 <sup>ab</sup>	1.35±0.22 <sup>a</sup>	0.42±0.06 <sup>b</sup>
G	0.71±0.13 <sup>b</sup>	114.6±15.59 <sup>bc</sup>	98.8±7.47 <sup>ab</sup>	50.8±5.64 <sup>ab</sup>	1.16±0.22 <sup>ab</sup>	0.51±0.04 <sup>b</sup>
H	0.67±0.13 <sup>b</sup>	126.4±19.24 <sup>bc</sup>	95.1±6.35 <sup>ab</sup>	52.0±4.07 <sup>ab</sup>	1.31±0.12 <sup>a</sup>	0.54±0.03 <sup>b</sup>
I	0.68±0.10 <sup>b</sup>	132.4±25.24 <sup>a</sup>	125.2±14.73 <sup>a</sup>	53.9±6.76 <sup>ab</sup>	1.05±0.19 <sup>ab</sup>	0.43±0.04 <sup>b</sup>
J	0.81±0.07 <sup>ab</sup>	114.8±31.88 <sup>bc</sup>	108.5±17.38 <sup>ab</sup>	62.1±2.48 <sup>a</sup>	1.02±0.15 <sup>ab</sup>	0.58±0.08 <sup>b</sup>

<sup>1)</sup> FFA : Free fatty acid

<sup>2)</sup> TG : Triglyceride

<sup>3)</sup> PL : Phospholipid

<sup>4)</sup> TC : Total cholesterol

<sup>5)</sup> TG /PL : The ratio of triglyceride to phospholipid

<sup>6)</sup> TC /PL : The ratio of total cholesterol to phospholipid

Means with the same lettered superscripts within a column's are not significantly different above 5% level by Duncan's multiple range test.

혈청중 유리지방산 농도는 대조군인 B군에서는 0.82mEq/l로 A군의 0.62mEq/l보다 약간 높았으나 실험군인 설탕, 붉나무 및 잡화 벌꿀용액을 섭취한 C, D, G, H, I, J군에서 0.67~0.81mEq/l 범위로 B군보다 감소하는 경향으로 유의적인 차이는 없었다. 그러나 아카시아 벌꿀용액 섭취군 E군과 F군에서는 각각 0.98, 1.14mEq/l로 가장 높은 수준이었으며 특히 F군은 모든 군보다 높았으나 유의성이 없었다.

Cryer 등<sup>26)</sup>은 100%(W/V)의 과당, 포도당, 설탕 용액을 각각 3ml씩 흰쥐에게 급성으로 투여한 결과 과당이 유리지방산 함량을 가장 많이 증가시켰다고 보고하였고, Zavaroni 등<sup>23)</sup>은 흰쥐에 과당과 포도당을 각각 총 칼로리의 66%로 함유시켜 7일간 섭취한 결과 유리지방산 함량은 과당과 포도당섭취군 사이에서는 서로 비슷한 수준이었다고 보고하였다.

Topping 등<sup>24-25)</sup>은 흰쥐의 간장에 과당 또는 포도당을 관류(perfusion)시킨 결과 과당은 VLDL-TG와 유리지방산의 결합율을 증가시키므로 유리지방산 흡수에 영향을 주지 않고, 유리지방산의 에스터화(esterification)를 증가시키며 유리지방산의 산화를 감소시키나 포도당은 이러한 영향을 미치지 않았다고 보고하였다.

본 실험에 있어서 혈청 유리지방산 함량은 대조군(B)과 설탕(C, D), 붉나무(G, H), 잡화 벌꿀섭취군(I, J)에서 서로 비슷한 수준이었으나, 아카시아 벌꿀섭취군(E, F)에서는 높은 수준을 나타내어 Cryer 등<sup>26)</sup>의 보고와 아카시아 벌꿀중의 F/G비가 1.43인 것과 관계가 있다고 생각되나 전체적으로 볼 때 설탕과 벌꿀섭취이 혈청 유리지방산 함량에 큰 영향을 미치지 않은 것으로 생각된다.

혈청 중성지질 함량은 대조군인 B군에서는 113.1mg/dl로 A군의 57.8mg/dl보다 유의적( $p < 0.01$ )으로 높았다. 설탕용액 섭취군인 C군과 D군에서 각각 96.5, 81.2mg/dl로 B군보다 낮았으나 유의성이 없었다. 그러나 벌꿀용액을 섭취한 E-J군에서 103.2~177.3mg/dl로 유의적( $p < 0.01$ )으로 증가되었다. 특히 20% 아카시아 벌꿀용액을 섭취한 F군에서는 177.3mg/dl로 모든 군중에서 가장 높았다.

Kaufmann 등<sup>31)</sup>은 간장에서 과당 대사중에 중성지질 합성율이 증가된다고는 하나 지방조직에서 유리지

방산의 공급이 억제되므로 간장에서 VLDL의 분비가 감소되므로 혈장 VLDL-TG 농도는 낮아질 것이라고 하였는데, 본 실험에 있어서 벌꿀섭취군이 간장의 중성지질 함량은 감소시켰으나 혈청의 중성지질 함량을 증가시키어서 Kaufmann 등<sup>31)</sup>의 보고와는 상이하였다.

혈청 인지질 농도는 대조군인 B군에서 107.7mg/dl로 A군의 79.4mg/dl보다 높았으나 설탕 및 벌꿀용액을 섭취한 C, D, G, H군에서 감소한데 비하여 아카시아와 잡화 벌꿀용액을 섭취한 E, F, I, J군에서 103.0~134.3mg/dl로 증가하는 경향이었으나 유의성은 없었다.

Zakim 등<sup>39)</sup>은 흰쥐에 과당과 포도당을 각각 총 칼로리의 70%로 함유시켜 2일간 섭취한 결과 혈청 인지질 함량은 과당과 포도당섭취군 사이에서는 서로 비슷한 수준이었고, Mukherjee 등<sup>30)</sup>은 흰쥐에 12%의 과당, 포도당, 설탕용액을 각각 30일간 섭취한 결과 혈청의 인지질함량은 과당섭취군에서 가장 낮았다고 보고하였다.

TG/PL의 비는 대조군인 B군에서 1.08로 A군의 0.73, 설탕용액 섭취군인 C군과 D군에서 각각 0.98, 0.89로 낮았으나 유의성은 없었다. 그러나 벌꿀용액을 섭취한 E-J군에서 1.02~1.35로 B군보다 약간 높으나 유의성은 없었다.

T-C/PL의 비는 대조군인 B에서 0.44로 A군의 0.69보다 낮은데 비하여 설탕 및 벌꿀용액을 섭취한 모든 군의 T-C/PL비가 증가하였으나 20% 아카시아 벌꿀용액을 섭취한 F군만이 B군보다 낮아졌을 뿐이며, 10% 설탕용액을 섭취한 C군에서만 유의성이 인정되었다( $p < 0.01$ ).

#### 4. 간장 중 총 콜레스테롤, 중성지질, 인지질의 농도

간장중 총 콜레스테롤, 중성지질 및 인지질 농도를 측정하고 TG/PL 및 T-C/PL비를 비교한 결과는 Table 9와 같다.

간장중 총 콜레스테롤 농도는 대조군(B)에서 22.2mg/g으로 정상군(A)보다 약간 낮았고, 설탕용액을 섭취한 C군과 D군에서 각각 39.0, 38.4mg/g으로 B군보다 유의적( $p < 0.05$ )으로 높았다. 그러나 벌꿀용액을 섭취한 E-J군에서 15.5~25.6mg/g으로 20%



**Table 9. Concentration of total cholesterol, triglyceride and phospholipid, and the ratio of triglyceride or total cholesterol to phospholipid in liver of rats fed the experimental diets for 7 weeks**

Diet group	T-C <sup>1)</sup> (mg /g, wet)	TG <sup>2)</sup> (mg /g, wet)	PL <sup>3)</sup> (mg /g, wet)	TG /PL <sup>4)</sup> ratio	T-C /PL <sup>5)</sup> ratio
A	24.3 ± 7.57 <sup>b</sup>	44.0 ± 10.30 <sup>e</sup>	155.6 ± 6.32 <sup>a</sup>	0.28 ± 0.05 <sup>d</sup>	0.15 ± 0.04 <sup>b</sup>
B	22.2 ± 5.99 <sup>b</sup>	52.7 ± 4.69 <sup>de</sup>	153.7 ± 26.60 <sup>a</sup>	0.35 ± 0.07 <sup>cd</sup>	0.15 ± 0.05 <sup>b</sup>
C	39.0 ± 8.94 <sup>a</sup>	130.2 ± 47.81 <sup>a</sup>	136.7 ± 17.01 <sup>ab</sup>	0.95 ± 0.34 <sup>b</sup>	0.29 ± 0.09 <sup>ab</sup>
D	38.4 ± 11.07 <sup>a</sup>	178.5 ± 24.06 <sup>a</sup>	118.7 ± 12.07 <sup>ab</sup>	1.52 ± 0.28 <sup>a</sup>	0.32 ± 0.11 <sup>ab</sup>
E	24.0 ± 6.06 <sup>b</sup>	103.8 ± 15.56 <sup>bcd</sup>	122.2 ± 13.20 <sup>ab</sup>	0.85 ± 0.15 <sup>bc</sup>	0.20 ± 0.07 <sup>ab</sup>
F	20.5 ± 7.63 <sup>b</sup>	91.8 ± 9.52 <sup>bcd</sup>	134.8 ± 30.88 <sup>ab</sup>	0.73 ± 0.22 <sup>bcd</sup>	0.16 ± 0.07 <sup>b</sup>
G	24.3 ± 3.26 <sup>b</sup>	81.5 ± 17.59 <sup>bcd</sup>	133.9 ± 12.50 <sup>ab</sup>	0.61 ± 0.16 <sup>bcd</sup>	0.18 ± 0.03 <sup>b</sup>
H	22.8 ± 6.98 <sup>b</sup>	90.4 ± 6.06 <sup>bcd</sup>	136.2 ± 23.60 <sup>ab</sup>	0.69 ± 0.16 <sup>bcd</sup>	0.18 ± 0.09 <sup>a</sup>
I	15.5 ± 6.28 <sup>b</sup>	60.8 ± 18.30 <sup>de</sup>	99.7 ± 15.72 <sup>a</sup>	0.63 ± 0.23 <sup>bcd</sup>	0.15 ± 0.05 <sup>b</sup>
J	25.6 ± 5.72 <sup>b</sup>	108.3 ± 4.45 <sup>bcd</sup>	120.8 ± 18.26 <sup>ab</sup>	0.92 ± 0.14 <sup>b</sup>	0.22 ± 0.08 <sup>ab</sup>

1), 2), 3) 4) 5) : See the legend of Table 8

아카시아 벌꿀 용액과 10% 잠화벌꿀 용액을 섭취한 F, I군만이 감소하였을 뿐 그외의 벌꿀 용액을 섭취한 군은 약간 증가하였으나 유의성은 인정할 수 없었다.

그러나 간장의 총 콜레스테롤 함량은 대조군과 벌꿀 섭취군보다 실험섭취군에서 증가됨을 알 수 있었는데 이는 Zakim 등<sup>29)</sup>이 흰쥐에 과당과 포도당을 각각 70%로 함유시켜 2일간 섭취한 결과 간장의 총 콜레스테롤 함량은 과당을 섭취한 군에서 약간 낮았다고 보고한 보고와 유사한 경향이었으나, Mukherjee 등<sup>30)</sup>은 흰쥐에 12%의 과당, 포도당, 실험용액을 각각 30일간 섭취한 결과 간장의 총 콜레스테롤 함량은 과당과 포도당 섭취군에서 증가된다고 보고하여 본 결과와는 상이하였다.

간장에서의 중성지질 함량은 대조군인 B군에서 52.7mg/g으로 A군의 44.0mg/g보다 약간 높았으나 유의성은 없었다. 실험 및 벌꿀용액을 섭취한 실험군에서는 60.8~178.5mg/g 사이로 B군보다 증가하는 경향이었으며 벌꿀용액으로 섭취한 E-J군에서는 60.8~108.3mg/g으로 실험용액을 섭취한 C군과 D군은 130.2, 178.5mg/g으로 제일 높았으며 B군과 비교하였을 때 A군을 제외한 모든 군에서 유의성(p<0.01)이 인정되었다.

Gale 등<sup>31)</sup>은 guinea pig의 경구와 복강내(intraperitoneal)에 과당 또는 포도당을 투여한 결과 과당이 포도당보다 간장지질과의 결합율이 4~6배 정도 더 높

았다고 보고하였으며, Sestoft<sup>36)</sup>은 흰쥐의 간장에 과당을 관류시킨 결과 중성지질 합성에 필요한 glycerol-3-phosphate를 충분히 제공하였다고 보고하였다.

한편 Zavaroni 등<sup>23)</sup>은 흰쥐에 과당 또는 포도당을 만성으로 섭취한 결과 과당 식이는 포도당 식이보다 간장의 VLDL-TG 분비를 더 크게 증가시켰고, 고인슐린혈증은 과당 식이와 포도당 식이를 섭취했을 때 서로 비슷한 수준을 나타냈다. 이때 과당 식이는 간장의 VLDL-TG 분비에 직접적으로 작용하여 혈장 중성지질 농도를 증가시킨다고 보고하였다.

간장에서 과당대사 때 중성지질 합성율이 증가되거나 지방조직에서 유리지방산의 공급이 억제되므로 간장에서 VLDL의 분비가 감소되기 때문에 혈장 VLDL-TG 농도는 낮아질 것이라고 Kaufmann 등<sup>33)</sup>이 보고하였는데, 간장의 중성지질 함량이 대조군 < 벌꿀섭취군 < 실험섭취군 순으로 높아져 과당이 간장의 중성지질 함량을 증가시켰다는 보고<sup>27, 28, 29)</sup>와 유사하였고 실험섭취군보다 벌꿀섭취군에서 중성지질의 함량이 낮은 이유는 간장의 중성지질을 분해하여 VLDL-TG로 혈액중으로 분비되어 혈청 중성지질 증가에 기여한 것으로 생각된다.

간장 인지질 함량은 대조군인 B군에서 153.7mg/g으로 A군의 155.6mg/g과 비슷한 수준이었으며 실험군에서는 99.7~136.7mg/g으로 B군보다 낮아지는 경향을 보였으며 이들중 I군이 99.7mg/g으로 가장

낮았으나 설탕 및 벌꿀용액을 섭취한 실험군들간에 유의성( $p < 0.01$ )을 인정할 수 있었다.

Zakim 등<sup>29)</sup>은 흰쥐에 과당과 포도당을 각각 총 칼로리의 70%로 함유시켜 2일간 섭취한 결과 간장의 인지질 함량은 포도당 섭취군보다 과당 섭취군에서 약간 낮았다고 보고하였고, Mukherjee 등<sup>30)</sup>은 흰쥐에 12%의 과당, 포도당, 설탕용액을 각각 30일간 섭취한 결과 간장의 인지질함량은 과당 섭취군에서 가장 낮았다고 보고하였다.

본 실험에 있어서 간장의 인지질 함량은 대조군보다 설탕과 벌꿀섭취군에서 약간 낮았으나 설탕과 벌꿀섭취군 사이에서는 큰 차이가 없어 Zakim 등<sup>29)</sup>과 Mukherjee 등<sup>30)</sup>의 보고와는 달랐다.

간장 중의 TG / PL비는 대조군인 B군에서 0.35로 A군의 0.28과 비슷한 수준이었으며 실험군에서는 0.61~1.52 범위로 TG / PL비가 B군보다 높아지는 경향을 보였다. 벌꿀용액을 섭취한 E-J군이 설탕용액 섭취군 C군과 D군보다 낮은 수준이어서 유의성( $p < 0.01$ )이 인정되었다.

간장 중의 T-C / PL의 비를 보면 대조군인 B군과 A군은 0.15로 같은 수준이었으며 실험군에서는 0.15~0.32로 B군과 비슷하거나 높아지는 경향을 보였고, 특히 C군과 D군에서 약간 높으나 유의성은 없었다. 벌꿀용액을 섭취한 E-J군에서 0.15~0.22로 설탕용액을 섭취한 C군과 D군의 각각 0.29, 0.32보다 낮은 수준이었으며 이들간에 유의성( $p < 0.05$ )이 있었다.

## 요 약

본 실험은 벌꿀이 흰쥐(Sprague Dawley, ♂)의 지질대사에 미치는 영향을 구명하고자 고과당 식이와 함께 설탕, 아카시아, 붉나무 그리고 잡화벌꿀을 각각 10%와 20%의 수용액으로 만들어 7주간 섭취케 한 후 벌꿀의 효과를 비교한 바 결과는 다음과 같다.

고과당 식이와 함께 벌꿀의 섭취는 대조군에 비하여 식이효율을 증가시켰다. 벌꿀섭취군이 정상군과 대조군보다 혈청중 총콜레스테롤 함량이 증가하였다.

대조군에 비하여 고과당식이와 함께 10% 붉나무꿀을 섭취한군에서 HDL-콜레스테롤 증가율은 57.0%였고, VLDL, LDL-콜레스테롤 감소율은 48.36% 이었

다.

혈청중 인지질 함량은 고과당식이를 한 대조군에 비하여 20% 아카시아꿀과 10% 잡화꿀 섭취군에서 증가되었다.

혈청중 유리지방산 농도는 대조군보다 벌꿀 섭취군이 감소하였으나 아카시아꿀에서 증가되었고, triglyceride 농도는 증가하는 경향이였다.

벌꿀섭취는 간장의 중성지질 함량을 증가시켰으나 인지질 함량은 감소되었다.

## 참고문헌

1. Ishiguro, I., Ikeno, T. and Matubara, H. : The effect of admistration of honey on the sugarmetabolism of rat and rabbit. *Gifu Yakka Diaigaku kiyō*. 21, 45(1973).
2. Goldschmidt, S., Burkert, H., Gloxhubex, C., Grams, H. and Anders, C. : The influence of continuous intravenous infusion of honey and sugar solutions on the blood sugar level of rabbits. *Hoppe Seyler's Z. Physiol. Chem.* 300, 201(1955).
3. Tobiasch, V. and Kilian, P. : Reaction of diabetic patients to honey. *Deut. Z. Verdaungs- $\mu$  Stoffwechselkrankh.* 13, 1(1953).
4. Coppini, L. : Chemical and histochemical Studies on the glycogenesis activity of injectible extracts of honey. *Bologona*. 1, 119 (1956).
5. Bonet, F., Maardt, M. J., Costagliola, D., Blayo, A. and Slama, G. : Sucrose or honey at breakfast have no additional acute hyperglycemic effect over an isoglucidic amount of bread in type 2 diabetic patients. *Diabetologia*. 28, 213(1985).
6. Khalidi, A. A., Jawad, F. H. and Tawfig, N. H. : Effects of bees honey, Zahdi data and its syrup on blood glucose and serum insulin of diabetics. *Nutr. Rep. Int.* 21, 631(1980).
7. Lenzi, G. and Pellegrini, R. : Glucose and

- lactic acid and pyruvic acids of blood in humans after intravenous administration of solutions. *Riv. Med. Bologna*, 1, 79(1955).
8. Albanese, A. A., Lorenze, E. J. and Orto, L. A. : Effect of Storkes on carbohydrate tolerance. *Geriatrics*, 23, 142(1968).
  9. Stadler, H. : Comparion of the effect in the blood sugar of honey and invert sugar. *Deut. Z. Verdaungs- $\mu$ . Stoffwechselkrankh.*, 12, 108 (1952).
  10. Steyn, D. G. : Honey as a food and in the prevention and treatment of disease. *Vitalst Zivilisationskr.*, 14, 161(1969).
  11. Chemnitius, K. H., Pilz, H. and Prufer, H. : The action of sugars and honey solutions on the isolated homothermal heart, papillary muscle, and atrium. *Arzeimittel-Forsch.*, 9, 151(1959).
  12. Chemnitius, K. H. and Stiller, D. : Effects of various honeys on the static sensitivity and refractory time of the heart in homothermal animals. *Arch Intern Pharmacology*, 128, 115(1960).
  13. Klotz cher, E. : Increase of permeability by bee honey and its relation to cardiac action. *Deut. Z. Verdaungo- $\mu$  Stoffwechwelkrankh.*, 11, 282(1951).
  14. Schimert, G. : The specific circulatory effect of the injectable honey preparation M<sub>2</sub> Woelm and its clinical indication. *Med. Klin (Munch)*, 45, 65(1950).
  15. Blechschmidt, W. : Injectabie solutions of honey. *Med. Monatsschr.*, 4, 506(1950).
  16. Sauerwein, E. : Effect of sugar and honey on the tonus of healthy persons. *Artz U. Sport.*, 3, 22(1955).
  17. Sauerwein, E. : Effect of sugar and honey on the tone of the vegetative nervous system of healthy persons. *Deut. Med. Wochschr.*, 80, 968(1955).
  18. Hall, C. E. and Hall, O. : Comparative ability of certain sugars and honey to enhance saline polydipsia and salt hypertension. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, 122, 362(1965).
  19. EL-Baz Rihan, Z., Lebshten, A. R. and Salem, M. S. : Effect of different sources of hexoses on carbohydrates and fat metabolism. *Ain. Shams. Med. J.*, 23, 565(1972).
  20. Anderson, W. J., Story, L. J., Zettwoch, N. C., Gustafson, N. J. and Jefferson, B. S. : Metabolic effects of fructose supplementation in diabetic individuals. *Diabetes Care*, 12, 337(1989).
  21. Bantle, J. P. : Clinical aspects of sucrose and fructose metabolism. *Diabetes care*, 12, 56(1989).
  22. 李容億, 盧長淑, 申雪容 : 高糖質食餌가 正常쥐와 Alloxan 糖尿 쥐의 血糖量과 血清脂質成分에 미치는 影響. *韓國油化學學誌*, 2, 57(1985).
  23. Zavaroni, I., Yii-Der Ida Chen and Reaven, G. M. : Studies of the mechanism of fructose-induced hypertriglyceridemia in the rat. *Metabolism*, 31, 1077(1982).
  24. Topping, D. L. and Mayes, P. A. : Comparative effect of fructose and hluucose on the lioid and carbohydrate metabolism of perfused rat liver. *Br. J. Nutr.*, 36, 113(1976).
  25. Topping, D. L. and Mayes, P. A. : The immediate effects of insulin and fructose on the metabolism of the perfused liver. *Biochem. J.* 126, 295(1972).
  26. Cryer, A., Riley, S. E. and Williams, E. R. : Effect on adipose tissue clearing-factor lipase activity in the rat. *Biochem. J.*, 140, 561 (1974).
  27. Baron, H., and Stein, Y. : Effects of glucose and fructose administration on lipid metabolism in the rat. *J. Nutr.*, 94(1967).
  28. Waddell, M., and Fallon, H. J. : The effect of gigh carbohydrate diets on liver triglycer-

- ide formation in the rat. *J. Clin. Invest.* **52**, 2751(1973).
29. Zakim, D., Pardini, R. S., Herman, R. H. and Sauberlich, H. E. : Mechanism for the differential effects of high carbohydrate diets on lipogenesis in rat liver. *Biochim. Biophys. Acta.*, **144**, 242(1967).
30. Mukherjee, S., Basu, M. and Trivedi, K. : Effect of low dietary of glucose, fructose and sucrose on rat lipid metabolism. *J. Atheroscler. Res.*, **10**, 261(1969).
31. Gale, M. M., and Crawford, M. A. : Different rate of incorporation of glucose and fructose into plasma and liver lipids in guinea pig. *Metabolism*, **18**, 1021(1969).
32. Sestoft, L. : Regulation of fructose metabolism in the perfused rat liver : Interrelation with inorganic phosphate, glucose, ketone body and ethanol metabolism. *Biochim. Biophys. Acta* **343**, 1(1974).
33. Kaufmann, J. K. and Blondheim, S. H. : Studies in carbohydrate-induced hypertriglyceridemia, Aspects of fructose metabolism. *Isr. J. Med. Sci.*, **6**, 80(1970).
34. A. O. A. C. : Official Methods of analysis, 14th., Association of Official Analytical Chemists, Washington, D. C.(1984).
35. Conrad, E. C. and Palmer, J. K. : Rapid analysis of carbohydrate by high pressure liquid chromatography. *Food Technol.*, **30**, 84(1976).
36. Folch, J., Less, M. and Sloanestanley, G. H. : A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **266**, 497(1957).
37. SAS : "SAS series package", SAS institute Inc., Cary, nc(1987).
38. MacRae, A. R., Slinger, S. J. and Neudoerffer, T. S. : Studies on carbohydrate digestibility and weight gain response in rat fed dietary sucrose, glucose or fructose. *Nutr. Metabol.*, **17**, 37(1974).
39. Tuovinen, C. G. R. and Bender, A. E. : Some metabolic effects of prolonged feeding of starch, sucrose, fructose and carbohydrate free diet in the rat. *Nutr. Metabol.*, **19**, 161(1975).

---

(1996년 6월 15일 수리)