

치커리 물추출물이 흰쥐의 혈청중성지질 및 Microsomal Triglyceride Transfer Protein (MTP) 활성에 미치는 영향

박재규[†] · 차재영* · 전병선 · 김나미 · 심기환**

한국인삼연초연구원

*동아대학교 생명자원과학부

**경상대학교 식품공학과

Effects of Chicory Root Water Extracts on Serum Triglyceride and Microsomal Triglyceride Transfer Protein (MTP) Activity in Rats

Chae-Kyu Park[†], Jae-Young Cha*, Byeong-Seon Jeon, Na-Mi Kim and Ki-Hwan Shim**

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Taejon 305-345, Korea

*Faculty of Natural Resources and Life Science, Dong-A University, Pusan 604-714, Korea

**Dept. of Food Science and Technology, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

Abstract

The water-soluble extracts of chicory root have been found to affect the metabolism of the lipids in experimental animals. However, the precise mechanism of this effect has not been fully clarified. Effects of water-soluble extracts from roasted-chicory or unroasted-chicory (5%, w/w) on the concentrations of serum and liver lipid and the activity of liver microsomal triglyceride transfer protein (MTP) were investigated with Sprague-Dawley male rats. Body weight gain, tissue weights and food intake did not differ significantly among the dietary groups. Serum glucose concentration was markedly higher in the unroasted-chicory group than in the control and the roasted-chicory group. Serum concentration of triglyceride was significantly lower in the both chicory groups than in the control group, but this effect was more pronounced in the unroasted-chicory group. There were no significantly differences in the serum concentrations of total cholesterol, phospholipid and nonesterified fatty acid and liver lipid concentration while HDL-cholesterol tended to increase in the both chicory groups. Liver phosphatidate phosphohydrolase (PAP), a rate-limiting enzyme of triglyceride synthesis, was not consistently modified among the dietary groups. However, Liver MTP activity was significantly lower in the both chicory groups than in the control group. Liver MTP activity correlated with serum triglyceride concentration. In conclusion, the results strongly suggest that hypotriglyceridemic effect of chicory root water-soluble extracts was associated with the inhibition of liver MTP activity.

Key words: chicory root, microsomal triglyceride transfer protein (MTP), phosphatidate phosphohydrolase (PAP)

서 론

치커리(*Cichorium intybus* L. var *sativus*) 뿌리는 주요 저장 탄수화물로서 inulin이 건조중량의 약 70% 이상을 차지하고 있으며, 이는 식물체 fructan의 한 종류로서 D-fructose가 β -1,2-glycosidic linkages를 하고 있으며 중합도(DP_n)는 2~70개로 결합되어 있다(1-3). 치커리 뿌리를 구성하고 있는 inulin 및 inulin-oligofructose는 수용성으로서 인체내 소화효소에 의해 가수분해 되지 않는 식이섬유소이며 열량을 내지 않는 성질을 이용하여 다이어트 소재, 감미료 및 식품첨가물로서 이용 가치가 높은

식품으로 주목받고 있다(2-4).

최근의 연구에서 치커리 inulin과 치커리 oligofructose에 의한 장내 bifidus 균 활성촉진 효과(5,6) 및 장내 미네랄 흡수촉진 효과(2,7)가 보고되어 있어 인체에 유용한 작용을 하는 것으로 알려져 있다. 치커리 추출물의 생리학 적 효과로서는 동맥경화성 심혈관질환 개선 작용, 항비만 작용, 항암 작용 및 당뇨병 개선 작용 등이 보고되어 있다(2,8,9) 또한, 이들 질환들과 깊은 관련을 가지고 있는 혈청지질 저하작용도 보고되어 있으나(2,10), 이러한 대사 기작은 명확하게 밝혀져 있지 않다.

생체내에서 지질대사 이상에 의한 허혈성 심질환의 유

[†]To whom all correspondence should be addressed

발 원인으로 고중성지혈증 및 저 HDL-cholesterol 혈중도 중요한 위험인자로 주목받게 되어(11,12), 최근 미국과 유럽에서 이들에 대한 새로운 임상 지침이 설정되었다(13,14). 이러한 고중성지혈증 및 저 HDL-cholesterol 혈중에 관련된 혈관계 질환의 치료에 약물이나 의료에 의한 인위적 치료보다는 식생활의 조절 또는 식이성분에 의한 질병의 예방과 개선에 많은 관심이 고조되고 있다. 따라서, 우리가 일상적으로 섭취하고 있는 식품 중에 이러한 유효 성분이 존재한다면 동맥경화증 같은 질환의 예방과 개선에 도움이 될 것으로 생각된다. 따라서, 본 실험에서는 치커리 물추출물의 흰쥐에서 지질 농도 및 지질 대사에 미치는 영향을 검토하기 위하여 치커리를 볶음처리한 것(roasted-chicory)과 볶음처리하지 않은 것(unroasted-chicory)으로부터 추출한 물추출물을 5% 수준으로 식이에 첨가한 결과, 치커리 뿌리의 물추출물은 혈청 중성지질 저하작용 및 HDL-cholesterol 상승작용을 가지고 있는 것으로 확인되어 그 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

볶음치커리의 조제 및 추출

본 실험에 사용된 치커리 뿌리(*Cichorium intybus* L. var *sativus*)는 충청북도 청원군 남이면에서 1997년 11월 하순에 수확한 것을 이용하였다. 치커리를 물로 세척하여 2×3×0.4 cm의 크기로 절편한 다음, 60°C로 설정된 열풍순환 건조기에서 48시간 건조시키고, 건조된 시료 100 g을 150°C로 예비 가열된 볶음기(태환자동산업, 서울)의 드럼에 넣고 20분간 20 rpm으로 볶음처리를 하였다. 이렇게 볶음처리한 치커리(roasted chicory)와 볶음처리하지 않은 건조치커리(unroasted-chicory)를 Laboratory Mill (model 4, Arthur H Thomas PA. USA)로 분쇄한 후 20 mesh에 통과시켜 분말을 얻었다. 두 종류의 분말에 각각 증류수를 5배량 첨가하여 연속적으로 교반하면서 80°C에서 3시간 3회 추출하였다. 추출액은 가아제로 여과시킨 다음 용액을 8,000 rpm에서 10분간 원심분리하여 침전물은 버리고, 상등액을 약 30°Bx로 진공농축시킨 다음 진공 동결건조기로 건조시켰다. 이렇게 하여 얻어진 분말(76%수율)을 각각 볶음처리한 치커리(roasted-chicory)와 볶음처리하지 않은 치커리(unroasted-chicory)로 하여 실험재료로 이용하였다.

실험동물 및 사육조건

실험동물은 무게가 90 g 이상인 4주령의 Sprague-Dawley계 수컷 쥐(Kyudo, Tosu, Japan)를 구입하여 사용하였다. 스테인레스 개별 케이지에 1마리씩 넣어 사육실 온도는 22±2°C, 습도 50±5%, 명암주기 12시간(명주기: 07:00~19:00)이 자동설정된 동물 사육실에서 사육

하였다. 사육기간중 식이 섭취량은 매일 측정하고 체중은 이틀에 한 번씩 측정하였다.

식이조성

본 실험의 식이조성은 Table 1에 나타낸 것과 같이, chicory를 첨가하지 않은 대조군, 볶음처리한 chicory를 5% 수준에서 첨가한 roasted-chicory 첨가군, 볶음처리하지 않은 치커리를 5% 수준에서 첨가한 unroasted-chicory군으로 군당 6마리씩 나누어 물(탈이온수)과 함께 14일간 자유급여시켰다.

분석시료의 조제

실험기간이 끝난 동물을 ether로 가매계 마취시킨 후 복부대동맥으로부터 채혈하여 혈액을 얻었다. 혈액은 약 30분간 정지한 후, 3,000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈청(serum)을 분리하여 지질분석에 사용하였다. 장기는 적출한 후 냉각의 생리 식염수로 충분히 세척하고 물기를 제거한 다음 장기무게를 측정하였다

혈청지질의 분석 및 혈당 측정

혈청 총콜레스테롤은 cholesterol C-test wako를 이용하여 cholesterol oxidase-DAOS법으로 측정하였고, 혈청 HDL-cholesterol은 HDL-cholesterol E-test wako의 효소발생법에 의한 시판 kit(Wako Junyaku, Osaka, Japan)로 측정하였다. 혈청 중성지질은 triglyceride E-test wako를 이용하여 GPO-DAOS법에 의하여 측정하였고, 혈청 인지질은 phospholipid C-test wako를 이용한 choline oxidase-DAOA법에 의한 효소 발생법으로 측정하였다. 혈청 유리지방산은 NEFA zaimu-S(Eiken Ind., Tokyo, Japan)의 시판 kit를 이용한 ACS-ACOD법에 의하여 측정하였다. 혈당은 glucose oxidase법에 따라 조제된 시판 kit를 이용하여 효소법으로 측정하였다.

Table 1. The composition of rat diets (unit %)

Ingredients	Control	Roasted-chicory	Unroasted-chicory
Casein	20.0	20.0	20.0
α-Corn starch	15.0	15.0	15.0
Cellulose	5.0	5.0	5.0
Mineral mixture ¹⁾	4.0	4.0	4.0
Vitamin mixture ¹⁾	1.0	1.0	1.0
L-Methionine	0.3	0.3	0.3
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2
Fat (corn oil)	10.0	10.0	10.0
Chicory extract	0.0	5.0	5.0
Sucrose		to make 100	

¹⁾The quantities of vitamins and minerals added were calculated to reach the levels recommended by the American Institute of Nutrition.

간장지질의 추출 및 분석

간장총지질은 Folch 등의 방법(15)으로 추출 순화하였다. Triglyceride량은 Fletcher의 방법(16)으로, phospholipid 농도의 분석은 Bartlett의 방법(17)으로 정량하였고, total-cholesterol 농도는 Sperry와 Webb의 방법(18)으로 정량하였다.

간장 Microsome의 조제 및 효소 활성 측정

간장 Microsome의 조제

간장을 일정량 취해 10 mM Tris-HCl(pH 7.4), 10 mM ethylenediaminetetra-acetic acid(EDTA) 및 250 mM sucrose를 함유한 균질용액을 4배량 첨가하여 균질화하였다(19). 균질화한 용액을 냉각원심분리기(Kubota, KR-20,000 T, Tokyo-Japan)에서 12,000 rpm, 4°C, 20분간 원심분리한 후, 상등액을 4점의 gauze로 여과하고 초원심분리기(Hitachi 55P-72, Tokyo, Japan)에서 45,000 rpm, 4°C, 45분간 원심분리하여 침전된 분획에 균질용액을 일정량 가하여 microsome 분획을 얻었다. 얻어진 간장 microsome의 단백질량은 BCA protein assay reagent kit (Pierce, Illinois, USA)를 이용하여 Microplate Reader (mode 1550, Bio-Rad Co, Ltd Tokyo, Japan) 570 nm 흡광도에서 측정하였다.

PAP(phosphatidate phosphohydrolase) 활성 측정

PAP 활성은 Walton과 Possmayer의 방법(20)에 준하여 측정하였다. 즉, 0.05mM Tris-HCl(pH 7.0), 1 mM phosphatidic acid, 1 mM phosphatidyl choline 및 1.25 mM Na₂-EDTA를 함유한 반응액 0.1 mL에 간장 microsome 효소액(50~100 µg 단백질) 0.1 mL를 가하여 반응을 시작하였다. 정확하게 37°C에서 15분간 반응시킨 후, 0.175 N H₂SO₄ 용액을 가하여 효소 반응을 정지시키고, 1.25% ascorbic acid, 0.32% ammonium molybdate 및 0.13 % sodium dodecyl sulfate(SDS)를 0.6 mL를 가한 후 45°C에서 20분간 발색시켜 820 nm에서 흡광도를 측정하였다.

MTP(microsomal triglyceride transfer protein) 활성 측정

MTP의 활성은 Wetterau 등의 방법(21)에 의하여 측정하였다. 즉, 0.035 nM Egg phosphatidylcholine, 0.175 nM trioleic acid, 0.5 M Ca[¹⁴C] trioleic acid 및 0.1% butylated hydroxytoluene을 함유한 donor-vesicle 용액과 0.175 nM egg phosphatidylcholine, 0.875 nM trioleic acid, 8.80 nM cardiolipin 및 0.1% butylated hydroxytoluene을 함유한 acceptor-vesicle 용액을 30분 이상 초음파 처리하여 liposome particle를 조제하였다 15 mM Tris-HCl(pH 7.0), 35 mM NaCl, 1 mM EDTA, 0.02% NaN₃ 및 0.05% bovine serum albumin을 함유한 반응액 중에 donor 및 acceptor vesicle를 각각 첨가한 후, micro-

some 효소액(50 µg 단백질)을 첨가한 후 37°C에서 1시간 반응시켰다. 반응 후 DEAE-cellulose/반응액(1:1) 혼합 용액을 가하여 효소 반응을 정지시키고, 충분히 교반하여 3,000 rpm에서 10분간 원심분리한 후, 상층의 일부를 취해 scintillation용액을 가한 후 잘 혼합하여 액체 scintillation counter(Wallic system 1410, Pharmacia, Uppsala, Sweden)에서 방사성 활성을 측정하였다. MTP 활성은 donor vesicle로부터 acceptor vesicle에 이동된 [¹⁴C] trioleic acid의 dpm을 상대치로(%)로 하여 나타내었다

통계처리

실험결과는 일원 배치분산분석을 실시하여 유의차(p<0.05) 검정은 Duncan's new multiple-range test의 방법(22)을 사용하였다.

결과 및 고찰

식이 섭취량 및 체중변화

식이 섭취량 및 체중변화는 Table 2와 같다. 실험기간 14일 후 체중, 장기 중량 및 식이 섭취량은 각 실험군 간의 유의적 차이는 인정되지 않았으나, 심장무게는 치커리군에서 증가하는 경향을 나타내었다.

혈당치

혈당량은 대조군, 볶음처리한 치커리군에 비교해서 볶음처리하지 않은 치커리군에서 유의적으로 증가하였다(Fig. 1). Lee 등(9)은 당뇨병 유발실험에서 무섭유군 또

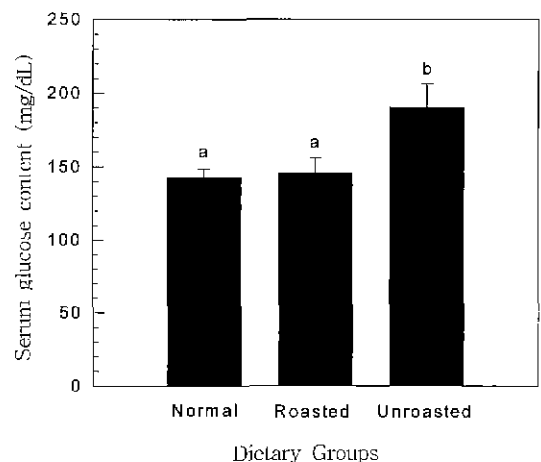


Fig. 1. Effects of dietary chicory on the concentration of serum glucose in rats¹⁾.

¹⁾Rats were fed with semipurified diets containing either roasted or unroasted chicory at the 5.0% level for 14 days.

^{a,b)}Values with different letters are significant different at p<0.05 (means±S D, n=6)

Table 2. Effects of dietary chicory on body weight, food intake and tissues weight in rats¹⁾

Ingredients	Control	Roasted-chicory	Unroasted-chicory
Initial body weight (g)	97.24±2.68 ²⁾	99.13±1.22	99.58±1.44
Final body weight (g)	186.80±2.42	197.45±5.33	193.70±4.91
Food intake (g/d)	15.35±0.34	16.38±0.39	16.22±0.70
Tissues weight (g)			
Liver	10.74±0.18	10.16±0.54	10.26±0.56
Kidney	1.72±0.04	1.74±0.05	1.72±0.08
Spleen	0.68±0.04	0.69±0.02	0.68±0.02
Heart	0.75±0.03 ³⁾	0.88±0.06 ^{b)}	0.78±0.03 ^{ab)}
Lung	1.25±0.06	1.24±0.02	1.28±0.04
Visceral adipose tissue	2.17±0.11	2.03±0.21	1.76±0.20

¹⁾Rats were fed by the semipurified diets containing either roasted-chicory or unroasted-chicory at the 5.0% level for 14 days.

²⁾Means±S.D. (n=6).

³⁾Values with different superscript letters are significantly different at p<0.05.

는 inulin 첨가군에 비교해서 볶음처리한 추출물군에서 혈당치가 높은 경향을 나타내었으나 유의적 차이는 없었다고 하였다. Loo 등(3)의 보고에 의하면 치커리 뿌리를 볶음처리하는 과정에서 당의 중합도가 큰 inulin에서 중합도 100이하인 fructooligosaccharide로 분해된다고 하였다. 또한 Lee 등(9)도 볶음처리한 치커리 추출물에서도 중합도 3~7까지의 fructooligosaccharide가 약 절반정도 차지한다고 보고하였다. 따라서, 본 실험의 결과에서 두 치커리군에서의 혈당치 차이는 치커리를 볶음처리하는 과정에서 당 중합도의 변화에 의한 것으로 생각된다. 그러나, 자세한 기작은 현시점에서 불명확하므로 좀 더 연구가 진행되어야 할 것이다.

혈청지질의 농도

실험동물의 혈청지질농도를 Table 3에 나타내었다. 혈청 triglyceride(TG) 농도는 대조군에 비교해서 치커리 첨가군에서 유의적으로 감소하였으며, 볶음처리하지 않는 치커리군에서 더욱 감소하는 경향을 나타내었다. Lc-vrat 등(7)은 치커리로부터 분리한 inulin을 섭취시킨 Wistar계 수컷 쥐에서 혈청 TG농도는 20% 첨가식이에

서만 유의적으로 감소하였으나, 혈청 콜레스테롤 농도는 5% 첨가식이에서부터 농도 의존적으로 감소하였다고 보고하였다. 또한, Roberfroid(10)는 치커리 fructooligosaccharide섭취에 의해 혈청 TG 농도가 감소하였으며, 이러한 저하는 간장에서의 지질대사 이상에 의한 것으로 보고하였다. Tokunaga 등(23)도 fructooligosaccharide를 정상 쥐에 섭취시켰을 때, 혈청 TG농도는 유의적으로 감소하였으나, 혈청 콜레스테롤 농도의 변화는 없었다고 보고하였다. 이러한 결과로 볼 때 치커리 추출물에는 혈청 TG 농도를 저하시키는 작용이 있는 것으로 사료된다. 그러나 혈청 콜레스테롤 농도에 미치는 영향은 일치하지 않고 있다(7,23,24). 본 실험의 결과에서도 치커리 첨가에 의한 혈청 콜레스테롤 농도의 감소효과는 관찰되지 않았다. HDL-콜레스테롤 농도는 치커리 첨가군에서 증가하는 경향을 나타내었으며, 특히 볶음처리하지 않은 치커리군에서 더욱 증가하였는데 이는 실험군간에 유의적인 차이를 보이지 않았다(Table 3). Lee 등(9)의 실험에서도 HDL-콜레스테롤 농도의 평균 값이 다른 실험 식이군과 비교해서 치커리군에서 가장 높은치를 보여 본 실험의 결과와 일치하였다. HDL-콜레스테롤은 말초조직에 축적해 있

Table 3. Effects of dietary chicory on the concentrations of serum and liver lipids in rats¹⁾

Ingredients	Control	Roasted-chicory	Unroasted-chicory
Scrum lipids (mg/dL)			
Triacylglycerol	183.77±14.25 ^{2)c)}	101.32±18.41 ^{b)}	77.99±15.40 ^{b)}
Phospholipid	188.47±8.12	170.21±8.90	177.29±18.03
Total cholesterol	96.65±5.23	96.94±6.94	96.29±11.14
HDL-cholesterol	69.92±4.74	75.42±3.44	82.84±10.43
Non esterified fatty acid (μEq/L)	473.38±39.44	534.95±70.43	487.65±13.44
Albumin (g/dL)	4.22±0.04 ^{d)}	3.83±0.08 ^{b)}	4.11±0.06 ^{a)}
Liver lipid (mg/g tissue)			
Triacylglycerol	16.86±2.34	16.28±2.93	18.16±2.31
Phospholipid	19.12±1.04	21.47±2.02	19.91±1.51
Cholesterol	2.56±0.21	2.61±0.15	2.22±0.21

¹⁾Rats were fed the semipurified diets containing either roasted-chicory or unroasted-chicory at the 5.0% level for 14 days.

²⁾Means±S.D. (n=6), ³⁾Values with different superscript letters are significantly different at p<0.05.

는 콜레스테롤을 이화(異化)의 장소인 간장에까지 전송시키는 역할을 담당하는 리포단백으로서 동맥경화성 질환의 예방에 유용하게 작용하는 것으로 알려져 있다(25, 26). 이러한 혈중내의 HDL-콜레스테롤 양과 관상동맥 발생률과의 역상관계를 나타내는 면역학적 연구가 다수 보고되고 있다(11,12). 최근, 허혈성 심질환의 발증 위험 인자의 하나로서 고중성지혈증과 저 HDL-콜레스테롤 혈증이 주목받게 되어 유럽과 미국에서 이들에 대한 새로운 임상지침이 설정되었다(12,13). 따라서 본 실험의 결과에서 보여준 치커리 섭취에 의한 혈중 TG 농도의 감소 및 HDL-콜레스테롤 농도의 상승은 동맥경화와 같은 혈관계 질환의 치료와 예방에 유용한 생체조절의 기능성 성분으로 사료된다. 또한 치커리 inulin 및 치커리 fructooligosaccharide의 섭취에 의해 동맥경화성 심혈관질환, 비만, 인슐린 비의존성 당뇨병의 위험 인자를 감소시킨 생리학적 효과가 보고(2,9,24)되어 그 유효성이 더욱 시사된다.

간장 지질농도 및 효소 활성

간장의 TG 농도는 치커리 섭취에 의한 현저한 영향은 없었으나, 볶음치커리를 하지 않은 치커리군에서 다소 증가하는 경향을 나타내었다(Table 3). 혈청중의 TG 농도는 간장에서의 TG 합성 및 분비량에 의하여 크게 반영되는 것으로 생각된다. 간장의 TG는 glycerol-3-phosphate 경로에서 합성되며(27), 이경로에서는 PAP(phosphatidate phosphohydrolase)가 중요한 조절 역할을 하는 효소로 최근에 많이 보고되었다(28-30). 이것은 PAP활성이 TG 합성에 관련된 다른 어떤 효소 활성의 변화보다도 민감하게 변화하기 때문이며, 혈청 TG 농도의 변화에 보다 좋은 지표로 이용되고 있기 때문이다(30,31). 따라서, 치커리에 의한 혈청 TG 농도의 저하기작을 밝혀내기 위하여 PAP 활성에 대한 치커리의 영향을 검토하였다. Fig. 2에서 보여주는 것과 같이, PAP 활성은 각 실험군간의 유의한 차이는 인정되지 않았다. 따라서, 치커리 섭취에 의한 간장 TG 생합성계에 미치는 영향은 적은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 혈청 TG 농도의 저하에 다른 대사기작이 관여하는 것을 시사한다.

최근, 간장으로부터 혈중에의 지질을 운반하는 TG-rich 리포단백의 합성과 분비에 MTP(microsomal triglyceride transfer protein)가 중요한 역할을 담당하는 것으로 시사되어 있다(21,32,33). 현저한 저지혈증을 나타내는 가족성 무 β -리포단백혈증(abetalipoproteinemia)의 환자에서 MTP가 유전적으로 결핍되어 있는 것이 해명되어 큰 주목을 받게 되었다(21,32,33). 치커리 섭취에 의한 혈청 TG 농도의 저하에 대한 대사기작을 해명할 목적으로, MTP 활성에 대하여 검토하였다. MTP 활성은 대조군에 비하여 치커리군에서 현저하게 억제되었다(Fig. 3). 즉, 간장 MTP 활성과 혈청 중성지질 농도의 사이에 높은

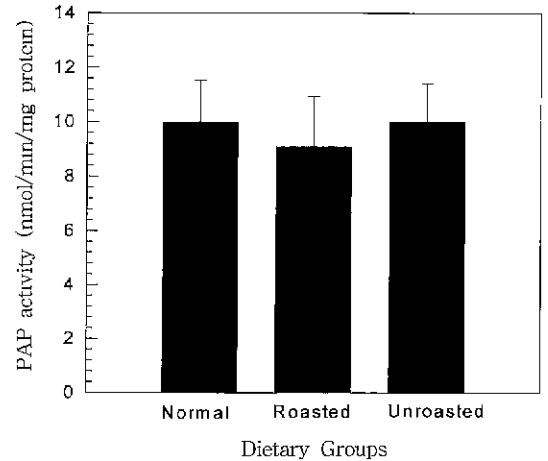


Fig. 2. Effects of dietary chicory on the activity of hepatic microsomal phosphatidates phosphohydrolase in rats¹⁾.

¹⁾The explanation is the same as shown in Fig. 1. PAP: Phosphatidate phosphohydrolase

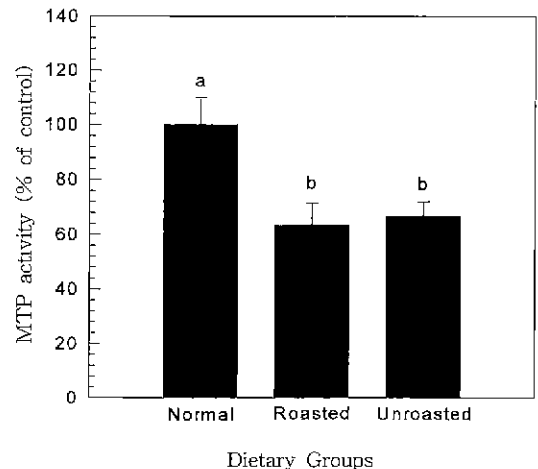


Fig. 3. Effects of dietary chicory on the MTP activity in rats¹⁾.

¹⁾The explanation is the same as shown in Fig. 1. ^{a,b}Values with different letters are significant different at $p < 0.05$ (means \pm S.D, $n=6$)

MTP: Microsomal triglyceride transfer protein

정의 상관관계($r=0.81$)가 인정되었으며(Fig. 4), 이러한 결과는 치커리가 간장 MTP의 정상적인 기능을 저해시켜 간장 TG와 apoB와의 결합을 억제시키므로 인해 혈중의 VLDL-TG 분비가 억제된 것으로 시사된다.

본 실험에서 밝혀진 MTP 활성의 억제는 치커리 뿌리에서 추출한 추출물중의 inulin 또는 fructooligosaccharide 등에 의한 것인지 또는 다른 성분에 의한 작용인지에 대해서는 앞으로의 실험에서 이들 성분들에 의한 MTP 활성에 미치는 영향에 대해서 검토가 있어야 할 것이다.

이상의 결과에서 치커리 물추출물은 혈중의 TG 농도

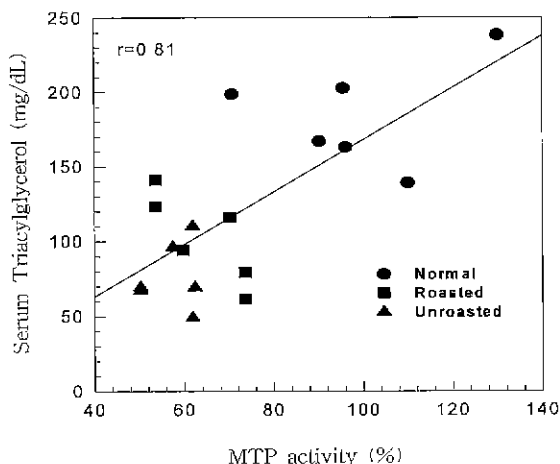


Fig. 4. Correlation coefficient between hepatic MTP activity and serum triacylglycerol concentration. MTP: Microsomal triglyceride transfer protein.

를 저하시켰으며, 이는 간장 MTP 활성의 저해를 매개로 한 혈중의 VLDL-TG 분비 억제에 기인하는 것으로 시사되었다. 따라서, 치커리 뿌리의 추출물은 고중성지혈증과 관련된 혈관계 질환의 예방과 개선에 유효한 생체 조절의 기능성 물질로서 사료된다

요 약

치커리 물추출물은 실험동물의 지질대사에 영향을 미치는 것으로 알려져 있으나, 이러한 영향에 대한 대사기작은 명확하게 밝혀져 있지 않다. 볶음처리한 치커리(roasted-chicory) 또는 볶음처리하지 않은 치커리(unroasted-chicory)로부터 물추출한 치커리 추출물을 5% 수준으로 식이에 첨가하여 SD계 수컷흰쥐에 2주간 자유 섭취시켜 혈청 및 간장의 지질 농도와 간장 MTP(microsomal triglyceride transfer protein) 활성에 미치는 영향을 조사하였다. 체중 증가량, 장기 중량 및 식이 섭취량은 각 군간의 유의적 차이는 인정되지 않았다. 혈당치는 대조군과 볶음처리한 치커리군에 비교해서 볶음처리하지 않은 치커리군에서 증가하는 경향을 나타내었다. 혈청의 TG 농도는 치커리 첨가군에서 감소하는 경향으로 나타났으며, 혈청 총 콜레스테롤, 인지질 및 유리지방산 농도와 간장 지질농도는 실험군간의 유의적 차이는 없었으나, HDL-콜레스테롤 농도는 치커리 첨가군에서 증가하는 경향을 보였다. 간장에서 중성 지질 합성의 조절효소로 알려진 PAP(phosphatidate phosphohydrolase) 활성은 각 실험군간의 유의적 차이는 없었다. 그러나, 중성지질-rich 리포단백질의 합성, 분비에 필수적인 간장 MTP 활성은 대조군에 비교하여 치커리군에서 현저하게 저해되었다. 간장 MTP 활성과 혈청 중성지질 농도의 사이에 높은 정의 상관관계($r=0.81$)가 인정되어, 본 실험에서 치커리 뿌리

추출물에 의한 혈청 중성지질 억제효과는 간장 MTP 활성의 저해에 기인하는 것으로 시사되었다

문 헌

- 1 Park, S.K., Kang, S.I. and Kim, S.I. : Changes in soluble carbohydrates composition of chicory(*Cichorium intybus* L.) according to harvesting data, storage and processing. *Agric. Chem. Biotechnol.*, **39**, 414-417 (1996)
- 2 Roberfroid, M.B. and Delzenne, N.M. : Dietary fructans. *Annu. Rev. Nutr.*, **18**, 117-143 (1998)
- 3 Loo, V.J., Coussemant, P., De Leenheer, L., Hoebregts, M. and Smith, G. : On the presence of inulin and oligofructose as natural ingredients in the western diet. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, **35**, 525-552 (1995)
- 4 Delzenne, N. and Roberfroid, M.R. : Physiological effect of non digestible oligosaccharides. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, **27**, 1-6 (1994)
- 5 Roberfroid, M.B., Van Loo, J.A.E. and Gilson, G.R. : The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. *J. Nutr.*, **128**, 11-19 (1998)
- 6 Bouhnik, Y., Flourne, B., Andrieux, C., Bisetti, N., Briet, F. and Rambaud, J.C. : Effects of *Bifidobacterium* sp. fermented milk injected with or without inulin on colonic bifidobacteria and enzymatic activities in healthy humans. *Eur. J. Clin. Nutr.*, **50**, 269-273 (1996)
- 7 Levrat, M.A., Remesy, C. and Demigne, C. : High propionic acid fermentations and mineral accumulation in the cecum of rats adapted to different levels of inulin. *J. Nutr.*, **121**, 1730-1737 (1991)
- 8 Kim, M.H. and Shin, H.K. : The water-soluble extract of chicory reduces glucose uptake from the jejunum in rats. *J. Nutr.*, **126**, 2236-2242 (1996)
- 9 Lee, J.S., Lee, G.S. and Shin, H.K. : Effects of chicory extract on the serum glucose and lipid metabolism in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Nutr.*, **30**, 781-788 (1997)
- 10 Roberfroid, M.B. : Health benefits of non-digestible oligosaccharides. *Adv. Exp. Med. Biol.*, **424**, 211-219 (1997)
- 11 Manninen, V., Tenkanen, L., Koskinen, P., Huttunen, J.K., Mannari, M., Heinonen, O.P. and Frick, M.H. : Triglycerides and LDL cholesterol and HDL cholesterol concentrations on coronary heart disease risk in the Helsinki Heart Study. *Circulation*, **85**, 37-45 (1992)
- 12 Assmann, G. and Schulte, H. : Relation of HDL cholesterol and triglycerides to incidence of atherosclerotic coronary artery disease (The PROCAM Experiment). *Am. J. Cardiol.*, **70**, 733-737 (1992)
- 13 Anonymous : Prevention of coronary heart disease: Scientific background and new clinical guidelines. *Nutr. metab. Cardiovasc. Dis.*, **2**, 113-156 (1992)
- 14 Anonymous : NIH consensus development panel on triglyceride, HDL and coronary heart disease. *JAMA*, **269**, 505-510 (1993)
- 15 Folch, J., Lees, M. and Sloane-Starley, G.H. : A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497-509 (1957)
- 16 Fletcher, M.J. : A colorimetric method for estimating serum triglyceride. *Clin. Chim. Acta*, **22**, 393-397 (1968)
- 17 Bartlett, G.R. : Colorimetric assay methods for free and phosphorylated glyceric acids. *J. Biol. Chem.*, **234**, 469-

- 471 (1959)
- 18 Sperry, W.M. and Webb, M. : Aversion of the Schoenheimer-Sperry method for cholesterol determination. *J. Biol. Chem.*, **187**, 97-106 (1950)
 19. Zakim, D. and Donald, V.A. : Techniques for the characterization of UPD-glucuronyltransferase, glucose-6-phosphate and other tightly bound microsomal enzymes. *Methods Biochem. Anal.*, **21**, 1-37 (1973)
 20. Walton, P.A. and Possmayer, F. : The role of Mg^{2+} -dependent phosphatidate phosphohydrolase in pulmonary glycerolipid biosynthesis. *Biochim. Biophys. Acta*, **796**, 346-372 (1984)
 21. Wetterau, J.R., Aggerbeck, L.P., Bouma, M.E., Eisenberg, C., Munck, A., Hermer, M., Schmitz, J., Gay, G., Rader, D.J. and Gergg, R.E. : Absence of microsomal triglyceride transfer protein in individuals with abetalipoproteinemia. *Science*, **258**, 999-1001 (1992)
 - 22 Duncan, D.B. : Multiple range test for correlated and heteroscedastic means. *Biometrics*, **13**, 164-176 (1993)
 23. Tokunaga, T., Oku, T. and Hosoya, N. : Influence of chronic intake of new sweetener fructooligosaccharide (Nco-sugar) on growth and gastrointestinal function of the rat. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **32**, 111-121 (1986)
 24. Yamashita, K., Kawai, K. and Itakura, M. : Effects of fructooligosaccharides on blood glucose and serum lipids in diabetic subjects. *Nutr. Rev.*, **4**, 961-966 (1993)
 25. Gordon, D.J. and Probstfield, J.L. : High-density lipoprotein cholesterol and cardiovascular disease. *Circulation*, **97**, 8-15 (1989)
 26. Castelli, W.P. and Garrison, R.T. : Incidence of coronary heart disease and lipoprotein cholesterol levels. *JAMA*, **256**, 2835-2838 (1986)
 27. Lamb, R.G. and Fallon, H.J. : Glycerolipid formation from sn-glycerol-3-phosphate by rat liver cell fractions. *Biochim. Biophys. Acta*, **348**, 166-178 (1974)
 - 28 Cha, J.Y. and Cho, Y.S. : Effects of hesperidin, naringin and their aglycones on the in vitro assay phosphatidate phosphohydrolase, and on the proliferation in cultured human hepatocytes HepG2 cells. *Agri Chem Biotec*, **40**, 577-582 (1997)
 - 29 Cha, J.Y., Mameda, Y., Oogami, K., Yamamoto, K. and Yanagita, T. : Association between hepatic triacylglycerol accumulation induced by administering orotic acid and enhanced phosphatidate phosphohydrolase activity in rats. *Biosci Biotech Biochem*, **62**, 508-513 (1998)
 - 30 Fremont, L. and Gozzelino, M.T. : Dietary sunflower oil reduces plasma and liver triacylglycerols in fasting rats and is associated with decreased liver microsomal phosphatidate phosphohydrolase activity. *Lipids*, **31**, 871-878 (1996)
 31. Ikeda, I., Cha, J.Y., Yanagita, T., Nakatani, N., Oogami, K., Imaizumi, K. and Yazawa, K. : Effects of dietary α -linolenic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids on hepatic lipogenesis and β -oxidation in rats. *Biosci Biotech Biochem*, **62**, 675-680 (1998)
 32. Bennett, A.J., Billett, M.A., Salter, A.M. and White, D.A. : Regulation of hamster hepatic microsomal triglyceride transfer protein mRNA levels by dietary fats. *Biochem. Biophys. Res. Commun.*, **212**, 473-478 (1995)
 33. Lin, M.C.A., Arbeery, C., Bergquist, K., Kienzle, B., Gordon, D.A. and Wetterau, J.R. : Cloning and regulation of hamster microsomal triglyceride transfer protein: the regulation is independent from that of other hepatic and transport of fatty acids and triglycerides. *J. Biol. Chem.*, **269**, 29138-29145 (1994)

(2000년 3월 9일 접수)