

한국산 야생식용식물이 당뇨유발 흰쥐의 혈당 및 간과 근육내 에너지원 조성에 미치는 영향

임숙자 · 김수연 · 이주원

덕성여자대학교 자연과학대학 식품영양학과

The Effects of Korean Wild Vegetables on Blood Glucose Levels and Liver-muscle Metabolism of Streptozotocin-induced Diabetic Rats

Lim, Sook Ja · Kim, Su Yoen · Lee, Joo Won

Department of Foods and Nutrition, Collage of Natural Sciences, Duksung Women's University,
Seoul, Korea

ABSTRACT

Attempts were made to determine the effects of 5-Korean wild vegetable consumptions on blood glucose leveles and organ-energy metabolisms in streptozotocin-induced diabetic rats. The 5-Korean wild vegetables were : *Cassia tora* L.(C.t.), *Lycium chinese* Mill(L.c.), *Trichosanthes kirilowii* Max(T.k.), *Polygonatum odoratum* var. *Pluriflorum* Ohwi(P.o.) and *Arctium lappa* L(A.l.).

Sixty male Sprague-Dawley rats(160 - 220g) were induced diabetes mellitus by streptozotocin injection into the tail vein and were devided into 6 groups : a diabetic control and 5-experimental groups. All groups of the rats were fed on a AIN-76 diet, and the 5-experimental groups were fed with each wild vegetable (10%) for four weeks.

An increased tendency in body weight of all the groups was observed and the tendency was more significant in L.c., T.k. and P.o. groups. The organ weights of liver and kidney were higher in L.c. and A.l. groups and lower in T.k. group which has shown the improvement from diabetes. Plasma glucose levels were markedly decreased from the 1st week in C.t., T.k., and P.o. groups and the tendency has lasted throughout the four weeks experimental period. The consumption of P.o. has decreased plasma cholesterol level while any significant difference was not seen in plasma protein levels from all the experimental groups. The level of plasma triglyceride was decreased in P.o. group and the levels of plasma free fatty acids were also significantly lower in P.o. and T.k. groups. The liver protein levels were significantly higher in P.o. and T.k. groups and these two groups also showed the negative or relatively small amount of urinary glucose excretion. The experimental group of T.k. has revealed the

decreased level of muscle protein and the increased level of muscle glycogen. The 5-Korean wild vegetables contained dietary fiber and 9-analyzed minerals comparable to the ordinary use vegetables.

KEY WORDS : Korean wild vegetables · blood glucose level · diabetic rats.

서 론

최근 식용 및 약용으로 이용되고 있는 야생 식용 식물의 성분 및 약리효과에 대한 관심이 높아지고 있어 이와 관련된 여러 연구가 이루어지고 있다. 특히 야생 식용 식물의 항암성 및 항 돌연변이원성 연구와 더불어 화학 물질에 의한 당뇨 모델에서 혈당강화효과에 관한 연구가 여러 측면에서 이루어져 alloxan이나 streptozotocin으로 당뇨를 유발 시킨 흰쥐에서 혈당 강하 효과를 보였다는 연구¹⁻³⁾가 보고된바 있다. 이등⁴⁾의 실험에서도 두릅나무 추출물이 혈당강하 효과를 보였으며 오미자의 ether-methanol 추출물이 alloxan으로 유발된 가토에서 강력한 혈당강하 작용이 있음이 서등⁵⁾의 연구에서 확인되었다. 또한 닭의장풀(*Commelina communis* L.)과 참마(*Dioscorea japonica* Thunb)가 streptozotocin 유발 당뇨 흰쥐에서 혈당 강하 효과가 있음을 본 연구실에서 보고한 바 있다⁶⁾.

이에 본 연구는 우리나라 야생 식용 식물 중 한방에서 당뇨병의 치료에 효과가 있는 것으로 알려져 있고 민간요법으로 이용해온 결명자, 구기자, 하늘타리, 둥굴레 및 우엉을 선택하여 이들의 섭취가 당뇨 유발 흰쥐의 혈당 수준과 간과 근육내 에너지원 조성에 미치는 영향을 알아보았다. 또한 이들의 중요 영양소를 분석함으로써 영양적 가치를 재조명하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 실험 재료

본 연구에서는 우리나라 야생식용식물 중 당뇨병의 치료에 효과가 있는 것으로 알려진것중에서 5가지 식물, 즉 결명자(*Cassia tora* L.), 구기자(*Lycium chinense* Mill), 하늘타리(*Trichosanthes Kirilowii* Max.), 둥굴레(*Polygonatum odoratum* var. *Pluriflorum* Ohwi) 및

우엉(*Arctium lappa* L.)을 선택 이용하였다. 서울 경동시장에서 우엉뿌리 생것을 구입하여 물로 씻은 후 그늘에서 건조하였고 나머지 재료는 건조된 것을 구입하였다.

2. 실험 동물, 식이 및 당뇨유발

160~220g의 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐 60마리를 가급적 체중을 맞추어 10마리씩 6개군으로 나누어 대조군과 다섯가지의 실험군으로 하였으며 stainless steel cages에 각각 넣어 사육하였다. 동물사료는 AIN-76⁷⁾를 기본식으로 사용하였으며 실험군은 각각의 식물 재료 분말을 10%씩 첨가하였고 대조군은 cellulose 10%를 첨가하였다. 식이는 오전 9시~10시 사이에 공급하였고 일정한 시간에 식이섭취량을 측정하였으며 식이와 물은 ad libitum으로 공급하였다. 동물사육 기간은 4주간이었으며 사육이 끝난 후 단두로 희생시켰다.

당뇨를 유발시키기 위하여 streptozotocin을 이용하였으며 이는 췌장의 β -cell에만 특이적으로 작용하여 다른 기관에 큰 영향을 주지 않는 것으로 알려져 있다⁸⁾. Streptozotocin(STZ, Sigma chemical Co, St. Louis, MO.)을 pH 4.5의 0.01M citrate buffer에 최대 주사량이 1ml 이내가 되도록 녹여 45mg/kg body weight 농도⁹⁾로 미정맥을 통해 주사하였다. 주사 후 24시간 후에 안구정맥총에서 혈액을 취하여 원심분리(Sorball Ultracentrifuge, Model RC-5C)한 후 혈장 중의 포도당 농도가 300mg/dl 이상인 것을 당뇨가 유발된 것으로 간주하였다.

3. 분석시료(혈액 및 장기) 채취

희생하기 전까지 매주 1회 혈액을 안구정맥총에서 채혈하여, 원심분리 후 혈장을 취해 혈장 포도당과 cholesterol 농도를 측정하였다. 실험 마지막날에 단두로 희생시킨 직후, heparinized tube에 혈액을 취하여 3000rpm에서 15분간 원심분리하여 혈장만을 취하여

cap tube에 넣어 분석시까지 -20℃에서 냉동 보관하였다.

실험동물은 단두로 희생시킨 후 즉시 개복하여 주요장기(간장, 신장, 비장 및 심장)를 적출하여 여과지로 허혈 후 무게를 측정하였고 근육은 뒷다리 상단부에서 적출하여 여과지로 혈액을 닦아낸 후, 이들을 -20℃에서 화학 분석을 할 때까지 냉동보관하였다.

4. 시료의 분석

실험동물이 섭취한 식이량을 매일 일정한 시간에 측정하고 일주일간 마다 평균하여 1일 평균 식이섭취량을 구하였다. 또한 매주 일정한 시간에 동일한 순서로 동물용 체중계(animal balance)로 체중을 측정하여 일주일 간의 체중과 비교하여 그 변화량을 구하였다. 섭취된 식이의 총량에 대한 같은 기간 중의 체중 증가량의 비로 식이이용효율을 계산하였다.

당뇨로 인하여 야기되는 당질, 지질 및 단백질 대사의 변화를 통하여 야생식용식물이 당뇨에 미치는 효과를 알아보고자 혈장내 포도당, cholesterol, 중성지방, 유리지방산 및 단백질 농도를 측정하였다. 또한 간장과 근육의 단백질 및 glycogen 함량을 분석하였으며 간장내 중성지방도 분석하였다.

포도당 농도는 효소법¹⁰⁾에 의한 glucose kit(영동제약)를 이용하여 505nm에서 흡광도를 측정하였고, 포도당 표준액(Sigma chemical Co.)과 비교하여 정량하였다. 혈장 cholesterol 농도도 역시 효소이용법에 의한 cholesterol kit(영동제약)를 이용하여 500nm에서 흡광도를 측정, cholesterol 표준액(영동제약)과 비교 정량하였다.

중성지방은 Giegel등¹¹⁾에 의해 변형된 TRI-24 triglyceride법을 이용하는 colorimetry법으로 415nm에서 흡광도를 측정하여 분석하였다. 표준액으로는 65% triolein(Sigma chemical Co.)을 0.01%수준으로 희석하여 사용하였다. 유리지방산은 Falholt등¹²⁾에 의한 colorimetry법을 이용, 560nm에서 흡광도를 측정하였다. 단백질은 Gornall등¹³⁾에 의한 biuret법을 이용하였고, glycogen은 간장시료 0.2g을 칭량하여 포도당 수준으로 분해하여 측정하는 colorimetry법¹⁴⁾을 이용, 620nm에서 흡광도를 측정하고 포도당 표준액과 비교하

여 정량하였다.

5. 뇨당 측정

모든군의 동물은 희생시키기 전날 24시간동안 뇨를 채집하여 뇨당 측정에 이용하였고 채뇨기간중 시료의 부패를 최소화하기 위하여 1% acetic acid 1ml를 첨가하였고 -20℃에서 냉동보관하였다. 뇨당 검사용 Brand reagent strip(YD strip, 영동제약)을 이용하여 뇨중 포도당을 검사하였다.

6. 주요 영양성분의 분석

야생 식용식물의 영양적 가치를 확인하기 위하여 조성유의 함량을 비롯하여 9가지의 무기질 및 ascorbic acid 함량을 분석하였다. 섬유소의 함량은 그늘에서 건조된 시료를 이용하여 AOAC법(Henneberg-Stohman 개량법)¹⁵⁾으로 측정하였으며 무기질의 함량도 AOAC법¹⁶⁾에 따라 시료액을 만든후 발광분광광도계(Labtam Limited Inc., Model 8440 ICP)로 Ca, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na 및 Zn의 함량을 측정하였다. 생시료에 함유된 ascorbic acid의 함량은 Sood등¹⁷⁾의 방법에 준하여 HPLC(Shimazu LC-6AD)를 이용하여 정량하였다.

7. 통계 분석

위 실험에서 얻어진 자료들은 각군별로 평균과 표준편차를 구하였으며 대조군과 실험군들간의 유의성검정은 student t-test¹⁸⁾로 하였다.

결과 및 고찰

1. 체중 변화량 및 장기의 무게

야생 식용 식물 섭취에 따른 당뇨 유발 흰쥐의 체중변화량은 모든 군에서 증가추세를 보였으나 결명자 섭취군에서는 당뇨로 인하여 감소된 체중의 회복이 둔화되었음을 보여주었고, 4주체에 우영 및 등굴레 섭취군에서 특히 당뇨대조군에 비해 유의성 있게($p < 0.05$) 증가하였다(Fig. 1). Streptozotocin 투여에 따른 β -cell의 파괴로 인한 insulin생성 부족은 당대사의 불균형을 초래하여 체중감소를 초래하는데¹⁹⁾²⁰⁾ 결명자군을 제외하고 모든 군에서 보이는 체중의 회복은 당뇨병 증세의 호전효과로 추정된다. 이등⁴⁾의 연구에서도 두릅 추출물 투여

야생식용식물의 항당뇨효과

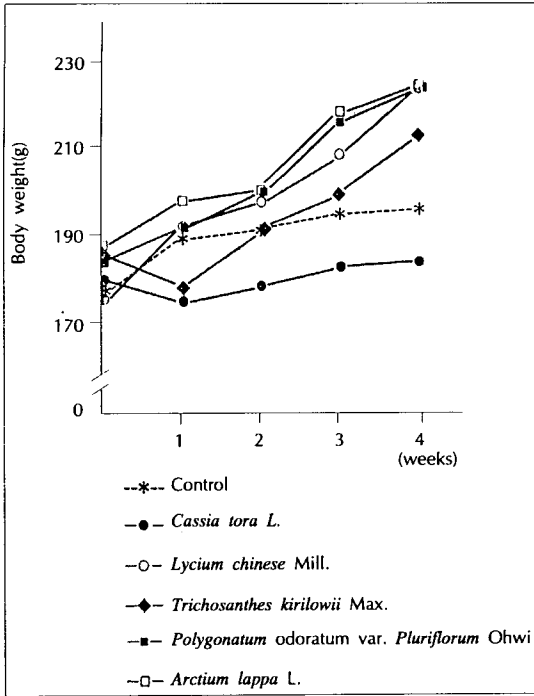


Fig. 1. Changes in body weight of diabetic rats fed on each of 5-Korean wild vegetables.

로 당뇨 유발 흰쥐에서 체중감소가 회복되었다고 보고하였으며, 박등²¹⁾도 alloxan으로 당뇨를 유발시킨 흰쥐에 닭의장풀을 섭취시켜 감소되었던 체중이 회복되었다. 식이 섭취량은 모든군에서 당뇨대조군에 비해 높았으며, 식이 이용 효율은 구기자, 하늘타리 및 둥굴레섭취군에서 유의성 있게 높았다. 결명자군은 식이 섭취량이 많았으나 실험기간중 잦은 설사로 인하여 체중 증가량이 적

었기 때문에 낮은 식이 이용 효율을 보였다.

각 실험동물에서 적출한 간장, 신장, 비장 및 심장의 무게를 측정하여 체중 100g당으로 환산한 후 대조군과 비교하였는데(Table 1), 먼저 간장의 무게는 결명자, 하늘타리 및 둥굴레 섭취군이 대조군에 비하여 각각 17.6, 14.8 및 22.2% 감소하였다. 손등²²⁾은 STZ으로 유발한 당뇨 흰쥐에서 간장의 무게가 증가하였다고 보고하였으며, 박등²¹⁾은 alloxan으로 당뇨를 유발한 흰쥐에 닭의장풀 추출물 투여로 간조직 내 glucose-6-phosphate dehydrogenase의 활성과 간장 무게가 정상 수준으로 회복되었다고 보고하였다. 당뇨병에서의 간장의 비대는 STZ으로 인한 체내 insulin 저하로 정상적인 당대사가 원활하게 일어나지 않아, acetyl-CoA에서의 지질대사 체계가 형성되어 간장내에 지질성분이 축적되기 때문이라고 보고되고 있다²³⁾²⁴⁾. 신장의 무게는 우영 섭취군을 제외한 모든 실험군에서 당뇨대조군에 비해 유의적으로 감소하였다. Streptozotocin과 alloxan으로 당뇨를 유발한 쥐에서 고혈당증과 신장의 비대는 양의 상관관계를 나타낸다고한다²⁵⁾. 즉 혈장내 높은 농도의 포도당은 세포막의 비대를 가져오는 UDP-galactose 또는 glycogen으로 대사되어 사구체내의 mesangial cells에 축적되어 신장의 비대현상을 초래하며²⁶⁾, 또한 혈장내 높은 농도의 포도당이 pentose phosphate 경로를 거쳐 phosphoribosyl pyrophosphate(PRPP)를 공급하여 RNA 및 DNA의 합성이 증가되어 신장의 세포분열을 촉진시켜 신장의 비대현상을 가져오게 된다²⁷⁾. 심장의 경우는 모든군에서 유의적인 차이를 나타내지 않았으며,

Table 1. Organ weights of diabetic rats fed on each of 5-Korean wild vegetables (g/100g BW)¹⁾

	Group					
	Control	<i>C.t.</i>	<i>L.c.</i>	<i>T.k.</i>	<i>P.o.</i>	<i>A.l.</i>
Liver	4.59 ±0.39	3.78 ±0.16	5.29 ±0.44	3.91** ±0.38	3.570 ±0.43	4.94 ±0.61
Kidney ²⁾	0.65 ±0.03	0.42 ±0.03	0.71 ±0.09	0.43 ±0.06	0.41 ±0.04	0.65 ±0.09
Spleen	0.49 ±0.12	0.44 ±0.10	0.42 ±0.13	0.31 ±0.03	0.33 ±0.06	0.04 ±0.08
Heart	0.32 ±0.04	0.31 ±0.03	0.29 ±0.03	0.28 ±0.01	0.33 ±0.02	0.33 ±0.01

1) Values are mean ± S.D.

2) Means of two kidneys

** : significant at 1% level

비장의 무게는 등굴레 및 하늘타리 섭취군에서 가볍게 나타났고, 그 이외의 실험군에서는 큰 차이를 나타내지 않았다. 김 등²⁸⁾은 STZ-당뇨유발 흰쥐에 닭의장풀 추출물을 투여한 결과 비장의 무게가 대조군에 비해 유의적인 차이는 아니지만 오히려 약간 증가하였다고 하였다.

2. 혈장 포도당 및 cholesterol

야생식용식물 섭취에 따른 혈장 포도당 농도의 변화는 식이섭취 첫째주부터 결명자, 하늘타리 및 등굴레군에서 각각 54, 63 및 55% 감소하였으며, 실험 전기간(4주)을 통하여 지속적인 혈당 감소 효과를 나타내었다(Fig. 2). 정 등²⁹⁾도 하늘타리 종자의 에탄올 추출물을 alloxan-당뇨유발 토끼에 투여하여 혈당강하 효과를 관찰한 바 있으며 김 등³⁰⁾은 왕등굴레 또 이 등³¹⁾은 원황정에서 혈당강하 효과를 보고한 바 있다.

본 연구에서 사용된 STZ은 특히 β -cell에서 절대적인 인슐린 부족을 유발하기보다는 초기단계에서 포도당에 대한 신속한 인슐린 분비 반응을 손상시켜 고혈당증을 유발한다³²⁾. 따라서 위와 같은 현저한 혈당강하 효과는

이들 야생식용식물 섭취에 따라 포도당에 대한 인슐린의 감수성이 개선되었거나 손상된 β -cell의 기능이 신속하게 회복되어 나타난 것으로 추정된다. 우영군의 혈당 증가 경향은 mice를 대상으로 한 Flatt등³³⁾에 의한 연구 결과와 일치한다.

혈장 cholesterol 농도는 구기자 및 우영군이 대조군에 비하여 유의적으로($p < 0.001$) 높은경향을 나타내었고, 등굴레군은 첫째 주 후 점차적으로 감소하여 3주 후부터는 대조군에 비해 약간 낮게 나타내었다(Fig. 3). 정 등²⁹⁾은 lanolin 투여로 증가된 총 혈장 cholesterol농도가 하늘타리 추출물 투여로 강하효과를 나타내었으나, 본 실험에서는 등굴레군을 제외한 다른 야생식용식물의 섭취가 혈장 cholesterol 농도에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 혈장 내 높은 수준의 cholesterol과 중성지방 농도로 특징되는 고지혈증은 당뇨병에 수반되는 합병증이며³⁴⁾, O'meara등³⁵⁾의 연구에서도 당뇨가 유발된 토끼에서 고cholesterol 혈증이 확인되었다.

3. 혈장 단백질, 중성지방 및 유리지방산

혈장단백질 농도는 모든 실험군이 대조군과 비슷한 경

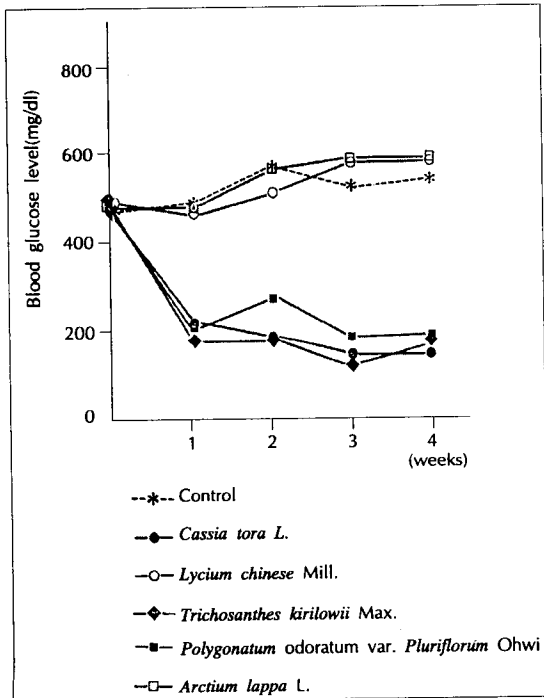


Fig. 2. Plasma glucose levels in diabetic rats fed on each of 5-Korean wild vegetables.

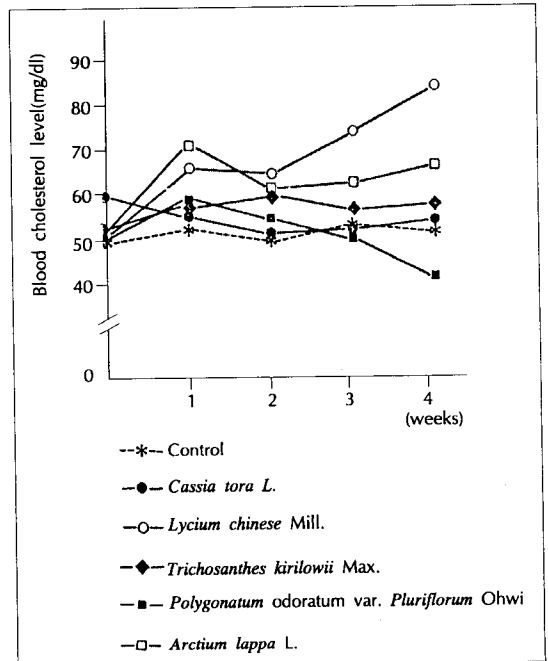


Fig. 3. Plasma cholesterol levels in diabetic rats fed on each of 5-Korean wild vegetables.

야생식용식물의 항당뇨효과

향을 나타내었으며 주 등³⁶⁾의 연구에서도 혈장단백질 농도는 인슐린에 의하여 쉽게 영향받지 않는다고 하였다.

혈장 중성지방의 농도는 등굴레군에서 유의적으로 낮게 나타났으며 구기자과 우영섭취군에서는 매우 높은 수준을 보였다(Table 2). STZ에 의하여 간장내 지질성분이 축적되고 지방변성이 발생되어 혈중으로 지방유출이 증가되며³⁷⁾, Nikkila등³⁸⁾도 혈장중성지방 이동 kinetics 연구에서 당뇨병의 경우 혈장내 지방이 중성지방으로 전환되는 속도가 증가된다고 보고하였다. 실제로 김 등³⁹⁾의 연구에서도 당뇨인 경우 정상인에 비하여 혈중중

성지방 함량이 높은것이 확인되는 등 고지혈증을 나타내었다.

유리지방산의 농도도 중성지방과 유사한 경향을 나타내었으며 등굴레, 하늘타리 및 결명자군에서 약간 낮았고 구기자과 우영군에서 다소 높았다.

4. 간장 단백질, 중성지방 및 Glycogen

간장단백질은 결명자 섭취군을 제외하고 다른 실험군에서 모두 대조군에 비하여 유의적으로 높게 나타났다(Table 3). 당뇨병에서 간장단백질은 gluconeogenesis를 거쳐 에너지원으로 이용된다는 보고⁴⁰⁾가 있는데 본 실험에서는 등굴레 및 하늘타리를 비롯한 실험군에서 정상치를 보이었음은 당노가 회복되어지는 것으로 추측할수 있다. 간장의 중성지방 함량은 하늘타리를 제외하고 모든 실험군에서 낮게 나타났으며, 당뇨에서는 간장내 lipogenesis의 감소로 중성지방 함량이 감소한다는 보고⁴¹⁾와 일치함을 알수 있었다. Glycogen의 경우는 하늘타리군에서 높게 나타났고 구기자 및 우영군에서 낮게 나타났는데, 이또한 β -cell에서의 insulin 분비 저하로 인하여 glycogen phosphorylase가 활성화되어 glycogen의 분해가 증대된다는 연구결과⁴²⁾와 일치하였다.

5. 근육 단백질 및 glycogen

근육내 단백질 함량은 하늘타리 섭취군에서 감소 경향

Table 2. The concentrations of protein, triglyceride and free fatty acid in plasma¹⁾

Group ²⁾	Protein (mg/ml)	Triglyceride (mg/dl)	Free fatty acid (nmol/ml)
Control	57.8±3.8	69.5±21.6	550.0±161.8
C. t.	59.4±9.8	56.9±18.1	474.9± 66.9
L. c.	54.4±3.7	242.8±83.1**	712.6± 85.3*
T. k.	56.4±8.5	47.1±20.9	436.9± 53.9
P. o.	53.6±5.5	43.1±18.5*	527.3± 85.4
A. l.	54.8±7.6	130.9±40.0*	702.0±190.3

1) values are mean ± S.D.

2) C. t. : *Cassia tora* L.

L. c. : *Lycium chinense* Mill.

T. k. : *Trichosanthes kirilowii* Max.

P. o. : *Polygonatum odoratum* var. *Pluriflorum* Ohwi

A. l. : *Arctium lappa* L.

* : significant at 5% level

** : significant at 1% level

Table 3. The concentrations of protein, triglyceride and glycogen in liver and of protein and glycogen in muscle¹⁾

Group ²⁾	Liver			Muscle	
	Protein (mg/g)	Triglyceride (µg/g)	Glycogen (µg/g)	Protein (mg/g)	Glycogen (µg/g)
Control	117.6±52.1	2441±1399	5343±3228	247.1±32.2	164.7± 57.8
C. t.	81.0±18.7	810± 267	5637±4319	213.6±21.0*	181.4± 82.7
L. c.	217.1±16.0*	954± 494	3305±1823	158.7±24.6**	146.4±191.8
T. k.	216.5± 4.1*	2427± 690	8772±2890	154.4±20.0**	273.9±152.6
P. o.	234.4±20.6**	626± 408*	5306±3852	285.1±53.4	43.1± 10.2*
A. l.	236.6±22.9**	632± 337*	2433±1978	247.1±32.2	201.9±144.4

1) values are mean ± S.D.

2) C. t. : *Cassia tora* L.

L. c. : *Lycium chinense* Mill.

T. k. : *Trichosanthes kirilowii* Max.

P. o. : *Polygonatum odoratum* var. *Pluriflorum* Ohwi

A. l. : *Arctium lappa* L.

* : significant at 5% level

** : significant at 1% level

을 보이었고 glycogen 함량은 하늘타리 섭취군에서 대조군 및 다른 실험군에 비해서 높게 나타났다(Table 3). 당뇨시 조직내 단백질 수준의 변화는 여러 연구에서 일치하지 않고 있으며⁴⁰⁾⁴³⁾, glycogen함량은 감소하는 것으로 알려져 있다⁴⁴⁾. 따라서 하늘타리 섭취는 당뇨쥐에서 β -cell을 어느정도 회복시킨 것으로 추정된다.

6. 뇨 당

야생식용식물 섭취에 따른 뇨당 검사 결과는 하늘타리 및 등굴레군에서 뇨당이 약하게 검출되었고 구기자군과 우영군에서는 현저하게 높게 나타났다(Table 4). 하늘타리 및 등굴레 섭취군에서도 뇨당이 검출된 것은 개체에 따라 streptozotocin의 주사로 손상된 신장이 아직

완전 회복되지 못하여 나타난것으로 사료된다.

7. 조섬유, 무기질 및 ascorbic acid의 함량

각 건조시료의 조섬유 및 무기질 함량은 Table 5에, 생시료중 ascorbic acid의 HPLC-chromatogram은 Fig. 4에 나타난 바와 같다. 결명자가 조섬유 및 ascorbic acid함량이 가장 높았으며 Ca, K 및 Mg 등의 무기질 함량도 가장 높았다. Cr, Fe 및 Zn의 함량은 우영이 가장 높았으며 Cu및 Na함량은 구기자가 가장 높았다. 조섬유의 함량은 박등⁴⁵⁾이 보고한 전통적 채소류인 머위 (25.25%), 고사리(10.58%) 및 토란대(11.03%)의 건조시료에 대한 값과 유사하였으며 무기질 함량도 일반식용채소류의 함량⁴⁶⁾과 유사하였다. As-

Table 4. Urinary glucose test in diabetic rats fed on each of 5-Korean wild vegetables

Rat No.	Group					
	Control	<i>Cassia tora</i> L.	<i>Lygum chinese</i> Mill.	<i>Trichosanthes Kirilowii</i> Max.	<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>Pluriflorum</i> Ohwi	<i>Arctium lappa</i> L.
1	+++	-	+++	-	-	++++
2	++++	++	+++	+	-	++++
3	+++	-	+++	-	+	++++
4	+++	trace	+++	++	+	++++
5	+++	trace	++++	trace	++	++++
6	++++	+	++++	-	+	++++
7		-	+++	+		++++

- : negative, trace : 100mg/100ml of urine, + : 250mg/100ml of urine
 ++ : 500mg/100ml of urine, +++ : 1000mg/100ml of urine, ++++ : 2000mg/100ml of urine

Table 5. Contents of crude fiber and minerals in 5-Korean wild vegetables¹²⁾

	Crude fiber (%)	Ca	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	Zn
					(mg/100g)					
<i>C.t</i>	30.11	102.20	ND ³⁾	0.12	3.03	175.00	46.60	0.44	19.10	1.16
	±9.55	±3.68		±0.01	±0.12	±3.11	±1.41	±0.14	±0.48	±0.04
<i>L.c</i>	15.04	60.00	0.56	0.25	2.66	147.40	35.94	0.15	23.78	0.89
	±8.24	±1.13	±0.06	±0.01	±0.10	±0.28	±0.76	±0.01	±0.03	±0.02
<i>T.k</i>	6.80	29.90	0.58	0.14	1.96	126.00	27.66	0.20	14.56	0.72
	±0.28	±0.68	±0.08	±0.03	±0.09	±1.13	±0.71	±0.03	±0.45	±0.02
<i>P.o</i>	9.30	53.00	0.16	0.21	2.05	128.40	15.98	0.30	16.26	1.20
	±1.41	±1.98	±0.00	±0.01	±0.01	±4.53	±0.54	±0.01	±0.48	±0.02
<i>A.l</i>	5.44	19.76	0.92	0.11	5.12	109.00	23.32	0.26	8.84	1.93
	±0.96	±0.34	±0.23	±0.01	±0.06	±1.41	±0.45	±0.01	±0.23	±0.06

1) Values are mean ± S.D. 2) All data are dried basis 3) ND : not detected

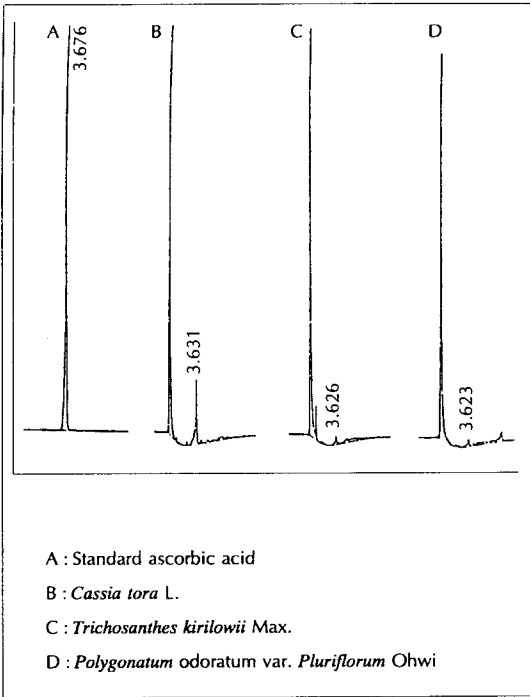


Fig. 4. HPLC chromatogram of ascorbic acid in 5-Korean wild vegetables.

corbic acid는 결명자에서 두릅 및 취나물보다 다소 높은 함량을 보였으나 일반 채소류인 연근, 무청 및 시금치의 함량에 비해서 낮은 값이었고 건조분말시료에는 ascorbic acid가 없는 것으로 나타났다.

결 론

본 연구는 민간에서 당뇨에 치료 효과가 있는 것으로 알려진 한국산 야생식용식물 중 결명자, 구기자, 하늘타리, 등굴레 및 우영을 선택하여 streptozotocin으로 유발된 당뇨 흰쥐에서 항당뇨 효과를 알아보고자 이들 야생식용식물을 4주간 섭취시켜 체중변화와 중요 장기의 무게를 비교하였고 혈장포도당 및 cholesterol 농도를 측정하였다. 에너지대사의 변화를 조사하기 위하여 혈장, 간장 및 근육에서 단백질, 지질 및 glycogen의 함량을 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1) 야생 식용 식물 섭취에 따른 체중변화는 모든 당뇨군에서 증가추세를 보였으며 식이 이용 효율은 당뇨대조군에 비하여 구기자, 하늘타리 및 등굴레섭취군에서 유

의성 있게 높은 경향을 보였다. 장기의 무게는 구기자 및 우영군에서 간장 및 신장의 비대를 보였고 당뇨상태의 개선을 보인 하늘타리군에서는 감소 경향을 보였다.

2) 결명자, 하늘타리 및 등굴레 섭취는 제1주부터 혈장포도당 농도를 현저하게 감소시켰으며, 실험 전기간동안 지속적으로 감소하였다.

3) 혈장 cholesterol 농도는 등굴레 섭취군에서 일주일 후부터 점차 감소하여 3주후부터는 당뇨대조군에 비해 낮게 나타났으며 구기자 및 우영섭취군에서는 유의적으로 높게 나타났다.

4) 혈장단백질의 농도는 모든 실험군이 당뇨대조군과 차이를 보이지 않았으며, 등굴레의 섭취는 혈장중성지방을 유의적으로 낮추었고 등굴레 및 하늘타리는 유리지방산의 농도를 약간 낮추었다.

5) 등굴레 및 하늘타리 섭취군에서 간장내 단백질 함량이 유의적으로 높게 나타났으며 하늘타리 섭취는 간장내 중성지방 및 glycogen 함량을 증가시켰었다.

6) 하늘타리 섭취군은 근육내 단백질 함량이 감소되었고 glycogen 함량은 증가되었다.

7) 노당검사 결과에서도 하늘타리 및 등굴레 섭취군에서 다른 실험군에 비하여 현저하게 적은량이 검출되었으며, 이들 대부분의 개체에서 검출되지 않은점으로 미루어볼때 당뇨증세가 개선되어진 것으로 추정된다.

8) 본 실험에 이용된 5가지 야생식용식물의 조섬유 및 무기질 함량은 일반 식용 채소류(양배추, 도라지, 오이 및 감자)와 비슷한 수준을 나타내었으며 ascorbic acid는 결명자에서 두릅 및 취나물보다 다소 높은 함량을 보였으나 일반 채소류인 무청 및 시금치보다는 낮은 함량이었다.

Literature cited

- 1) Konno C, Mitzuno T, Hikino H. Isolation and hypoglycemic activity of Ephedrans A, B, C, D and E, glycan of Ephedra distachya herbs. *Planta Medica* 51 : 162-163, 1985
- 2) Villar A, Paya M, Hortiguera MD, Cortes D. Tormentonic acid, a new hypoglycemic agent from *Poterium ancistroides*. *Planta Medica* 52 : 43-45, 1986
- 3) Hikino H, Takahashi M, Oshima Y, Konno C. Iso-

- lation and hypoglycemic activity of Oryzabrans A, B, C and D, glycan of *Oryza sativa* bran. *Planta Medica* 54 : 1-3, 1988
- 4) Lee MY, Lee JS, Sheo HJ. Effects of *Aralia elata* extract on experimentally alloxan induced diabetes in rabbits. *J Korean Soc Food Nutr* 17 : 57-61, 1988
 - 5) Sheo HJ, Lee MY, Hwang GS. The effect of *Schizandrae fructus* extract on blood constituents of alloxan induced diabetic rabbits. *J Korean Soc Food Nutr* 16 : 262-267, 1987
 - 6) Lim SJ, Kim MW. Hypoglycemic effects of Korean wild vegetables. *Korean J Nutr* 25 : 511-517, 1992
 - 7) American Institute of Nutrition. Report of the American Institute of Nutrition : Ad Hoc Committee on standards for nutritional studies. *J Nutr* 107 : 1340-1348, 1977
 - 8) Lazarus SS and Shapiro SH. Streptozotocin-induced diabetes and islet cell alterations in rabbits. *Diabetes* 21(3) : 129-137, 1972
 - 9) Alain J, Andre E, Werner S and Albert ER. Diabetogenic action of streptozotocin : relationship of dose to metabolic response. *J Clin Invest* 48 : 2129-2139, 1969
 - 10) Raabo E, Terkildsen TC. On the enzymatic determination of blood glucose. *Scand J Clin & Lab Invest* 12 : 402-407, 1960
 - 11) Giegel JL, Ham AB, Clema W. Serum triglyceride determined colorimetry with an enzyme that procedures hydrogen peroxide. *J Clin Chem* 21 : 1575-1581, 1975
 - 12) Falholt K, Lund B, Falholt W. An easy colorimetric micromethod for routine determination of free fatty acid in plasma. *Clin Chim Acta* 466 : 105-111, 1973
 - 13) Gornall AG, Bardawill CS, David MM. Determination of serum protein by means of the biuret reaction. *J Biol Chem* 177 : 751-766, 1949
 - 14) Hassid WZ, Ahraham X. Chemical procedure for analysis of polysaccharides. In : *Methods in Enzymology* 3, Academic press : 34-50, 1957
 - 15) 정동효 · 장현기. 식품분석. p.152-157, 진로연구소, 1988
 - 16) AOAC. Official method of analysis. 15th ed., 1990
 - 17) Sood SP, Sartori LE, Whittmer DP, Haney WG. High pressure liquid chromatographic determination of ascorbic acid in selected foods and multivitamin products. *Anal Chem* 48 : 796-798, 1976
 - 18) Statistical Analysis System. SAS Institute Inc. *Carry, NC*, 1985
 - 19) Smith OLK, Wong CY, Gelfand RA. Skeletal muscle proteolysis in rat with acute streptozotocin-induced diabetes. *Diabetes* 38 : 1117-1122, 1989
 - 20) Kadowak M, Harada N, Takahashi S, Noguchi T, Naito H. Differential regulation of degradation of myofibrillar and total protein in dietary protein and starvation. *J Nutr* 119 : 471-477, 1989
 - 21) 박수영. 닭의 장폴의 혈당강하효과와 흰쥐의 간조직내 glucose-6-phosphate dehydrogenase의 특성 연구. 덕성여자대학교 석사학위 논문, 1992
 - 22) Shon KH, Kim SH, Choi JW. Pretreatment with nicotinamide to prevent the pancreatic enzymes changes by streptozotocin in rats. *J Korean Soc Food Nutr* 21 : 117-123, 1992
 - 23) Grey NJ, Karls I, Kipnis DM. Physiologic mechanism in the development of starvation ketosis in man. *Diabetes* 24 : 10, 1975
 - 24) Foster DW, MaGarry JD. The metabolic derangements and treatment of diabetic ketoacidosis. *New Engl J Med* 309 : 159, 1983
 - 25) Sochor M, Kunjara S, Baquer NZ, Mclean P. Regulation of glucose metabolism in livers and kidneys of NOD mice. *Diabetes* 40 : 1467-1471, 1991
 - 26) Steer KA, Sochor M, Mclean P. Renal hypertrophy in experimental diabetes changes in pentose phosphate pathway activity. *Diabetes* 34 : 485-490, 1985
 - 27) Seyer-Hansen K. Renal hypertrophy in experimental diabetes relation to severity of diabetes. *Diabetologia* 13 : 141-143, 1977
 - 28) Kim TH, yANG ks, Whang SH. Studies on the physiochemical activities of *Commelinaeherba* extract on the normal and the streptozotocin-induced hyperglycemic rats. *Thesis collection SM6 Pharm Sci* 7 : 39-59, 1991
 - 29) Jung JC. Studies on the pharmacologic action of the seed of *Trichosanthes Kirilowii Maximowicz*

야생식용식물의 항당뇨효과

- and its component. *Bull KH Pharma Sci* 5 : 13-25, 1977
- 30) Kim JK, Lee YJ. Pharmacognostical studies on the Rhizome of *Polygonatum robustum* Nakai. *Kor J Pharmacog* 11 : 69-74, 1980
- 31) Lee JY, Won DH. Pharmacognostical studies on *Polygonatum sibiricum* redoute. *Bull SK Pharma Sci* 31 : 185-198, 1982
- 32) Bruce DG, Chishoim DJ, Storlien LH, Kraegen EW. Physiological importance of deficiency in early prandial insulin secretion in non-insulin-dependent diabetes. *Diabetes* 37 : 736-744, 1988
- 33) Flatt SK, Day C, Flatt PR, Gould BJ, Bailey CJ. Glycemic effects of traditional European plant treatments for diabetes studies in normal and streptozotocin diabetic mice. *Diabetes Res* In press. In : Bailey CJ, Day C. Traditional plant medicines as treatments for diabetes. *Diabetes Care* 12 : 553-564, 1989
- 34) Abrams JJ, Ginsberg H, Grundy SM. Metabolism of cholesterol and plasma triglycerides in nonketotic diabetes mellitus. *Diabetes* 31 : 903-910, 1982
- 35) O'meara NMG, Devery RAM, Owens D, Collins PB, Johnson AH, Tomkin GH. Cholesterol metabolism in alloxan-induced diabetic rabbits. *Diabetes* 39 : 626-633, 1990
- 36) Ju JS, Kim JD, Cheo M, Park YE. Effect of exogenous insulin on the metabolism of normal rat. *Korean J Nutr* 22 : 237-246, 1989
- 38) Nikkila EA, Kekki M. Plasma triglyceride transport kinetics in diabetes mellitus. *Metabolism* 22 : 1-22, 1973
- 39) Kim EK, Lee ky, Kim YL, Huh KB. Relationship of total body fat content and its distribution to carbohydrate tolerance and serum lipids in diabetics. *Korean J Nutr* 24 : 1-11, 1991
- 40) Pain VM, Garlick PJ. Effect of streptozotocin diabetes and insulin treatment on the rate of protein synthesis in tissue of Rat in vivo. *Bio chem J* 249 : 4510-4514, 1974
- 41) Roman-Ropez CR, Allred JB. Acute alloxan diabetes alters the activity but not the total quality of acetyl Co A carboxylase in rat liver. *Nutr J* 6 117 : 1976
- 42) Meglasson MD, Burch PT, Berner DK, Najafi H, Matschinsky FM. Identification of glucokinase as an alloxan-sensitive glucose sensor of the pancreatic β -cell. *Diabetes* 35 : 1163, 1986
- 43) Menke KH, Pion RM. Symp. Protein metabolism and nutrition. INRA Publ. 16, Vol. II : 431-434, 1983
- 44) Rosseti L, Giaccari A, Klein- Robbenhaar E, Vogel LR. Insulinomimetic properties of trace elements and characterization of their in vivo mode of action. *Diabetes* 39 : 1243-1250, 1990
- 45) Park WK, Kim SH. Quantitative analysis and physical properties of dietary fiber in vegetables. *J Korean Soc Food Nutr* 20 : 167-172, 1991
- 46) 농촌진흥청. 식품 분석표. 4차 개정판, 1991