

한약재 추출물이 흰쥐의 혈장지질 및 혈당농도에 미치는 영향

†이미숙 · 한명규* · 이근보* · 박상순** · 홍영표*** · 안영순***

대원과학대학 식품영양학과, 용인대학교 자연과학대학 식품영양학과*
(주)세계물산 개발팀**, 식품의약품안전청 감사담당관실·행정법무담당관실***

Effects of Chinese Medical Material Extract on Plasma Lipids and Glucose in Male Rats

†Mi-Sook Lee, Myung-Kyu Han*, Keun-Bo Lee*, Sang-Soon Park**,
Yeong-Pyo Hong*** and Yeong-Sun An***

Dept. of Food and Nutrition, Daewon Science College

Dept. of Food Science and Nutrition, Yongin University*

Dept. of Research and Development Team, Segae Trading Co., Ltd.**

Dept. of Inspection & Audit Office and Administrative & Legal Affairs Office, Korea Food & Drug Administration***

Abstract

Chinese medical materials of *Astragalus manbranaceus* Bunge, *Angelica gigas* Nakai, *Cnidium officinale*, *Glycyrrhiza uralensis* Fisch, *Lycium Chinese* Mill were mixed, mixing ratio was 28:20: 18:18:16(w/w). Yield and concentration of extract obtained through extraction- concentration process of the mixed Chinese medical materials were 37.28%(w/w) and 50Brix, respectively. Animal feed(AF) used for animal test was manufactured from both mixing of general AF and this extract(0~5%, w/w) and freeze dried.

After the male rats were fed experimental diets in order to test during 4 weeks, the results of plasma TG, total cholesterol, phospholipid content changes and plasma, pancreas and femur insulin concentration changes were followed. The more the amount of treatment of Chinese medical material extract are, the higher the effect of concentration decline are in plasma lipid concentration. And at 3% treatment plasma TG, total cholesterol and phospholipid contents are decreased respectively 8.62%, 2.81% and 2.11%. Plasma glucose concentration has also similar effect that those things are decreased at 3% treatment. Insulin concentration of plasma, pancreas and femur are difficult to prove the effects due to respective increase and decrease.

We guess that these results comes from not experimenting intentioned rat of diabetes mellitus but normal rat.

Key words : Chinese medical materials, plasma triglyceride, total cholesterol, phospholipid, insulin.

† Corresponding author : Mi Sook Lee, Dept. of Food and Nutrition, Daewon Science College, 599, Shinwol-dong, Jaechun, Chungbuk, 390-240 Korea.

Tel : 043-649-3105, Fax : 043-645-9170, E-mail : lms105@yahoo.com

서론

한약재는 예로부터 민간요법 등을 통하여 질병치료 등의 목적으로 일반인들도 널리 애용해 왔다. 특히, 황기(*Astragalus manbranaceus* Bunge)는 몸 안의 원기 보충, 비장강화, 건위, 이수, 수종, 허약체질 개선, 피부 미용, 강장약 등으로 효과^{1,2)}가 있는 것으로 잘 알려져 있으며, 혈압강하작용³⁾, 이뇨작용^{3,4)}, 강장작용⁵⁻⁷⁾, 혈당강하작용³⁾, 항 종양 및 바이러스 작용⁷⁾, 면역증강작용⁸⁾, 위액분비 및 적리균 억제작용³⁾ 등의 생리활성이 보고된 바 있다. 당귀(*Angelica gigas* Nakai) 또한 각종 약리효과가 알려지고 있는데, 뿌리와 정유성분은 동물실험 결과 진정작용이 인정되고 있으며, 이러한 약리작용을 하는 성분은 정유성분 뿐만이 아니라 coumarine 성분에 의한 것으로 추정되고 있는데, 이는 xanthotoxin, umbelliphrenin을 비롯한 많은 procoumarine들에서 충분히 인정되고 있을 뿐만 아니라 뿌리 추출물과 coumarine 성분은 혈압강하 효과도 있는 것으로 알려지고 있다⁹⁾. 이에 따라 당귀는 갱년기 장애, 이뇨, 소염, 진해, 강장작용 등이 입증된 바 있다^{10,11)}. 본 연구에서는 동의보감¹⁾ 처방에 따라 원료로 사용하지는 않았지만 황정의 약리효능도 잘 알려져 있다. 소위 동물계로 잘 알려져 있는 식물로 우리 나라에서 재배되고 있는 것은 총 18종에 이르며, 이들은 모두 식용, 관상용 및 약용으로 사용이 가능하고¹²⁾, 궁핍을 면할 수 있는 구황식물이었으며¹³⁾ 동물실험을 통하여 혈당저하 효과가 있는 것으로 인정된 연구보고가 있었고¹⁴⁾ 임상실험을 통하여 입원 중인 인슐린 비의존형 당뇨병 환자의 혈당 및 지질대사에 미치는 영향을 측정해 본 결과 혈당 및 혈압강하 효과가 인정 되었다고 한다¹⁵⁾. 이러한 황정은 위 보호, 피로회복, 허약체질 개선 등의 약리효과가 있는 것으로 과거부터 알려져 내려오고 있다^{1,2)}. 그 동안 이러한 대부분의 식물들에 대한 약리효능과 생리적 기전 및 유효성분 등이 과학적 및 임상적으로 입증되지는 못하였으며, 최근 들어 이들 야생 식용작물 등의 혈당강하 및 항암효과에 관한 연구가 지속적으로 수행되고 있다^{16,17)}.

이상에서 살펴 본 바와 같이 한약재는 각종 기능성 성분을 함유하고 있어 이를 이용하여 최근 각종 성인병의 근원¹⁸⁾이 되고 있는 혈장지질 및 혈당농도에 미치는 영향을 규명하고자 본 연구를 시도하게 되었다.

재료 및 방법

1. 재 료

본 연구에서 사용한 황기, 당귀 등 5종의 한약재는 충청북도 제천시 산을 직접 현지 약초영농조합에서 구입하여 사용하였다.

2. 한약재의 추출, 농축에 의한 Extract 획득

황기, 당귀 등의 한약재로부터 추출물의 추출, 농축은 이 등¹⁹⁾의 방법에 의하였다. 이 때, 사용한 한약재로는 그 동안 널리 알려져 있는 각종 한약재의 약리기능성을 충분히 고려하여 황기, 당귀, 천궁, 감초, 구기자의 5종으로, 이들의 배합비율은 동의보감(1)에 근거하여 28:20:18:18:16(w/w)으로 하였다. 위의 배합비율로 정량한 한약재 혼합물을 열수추출-주정추출법을 병행하여 이중으로 추출한 1차 추출물을 합하고 농축하여 최종 추출물을 획득하였다. 즉, Fig. 1에서 나타난 바와 같이 한약재 200g에 정제수 980g 및 주정 420g을 가하여 90℃의 온도조건 하에서 4시간 동안 추출하고 여과(53 micro seive through)를 행하여 1차 여액을 얻었다. 여과과정에서 얻어진 추출박을 이용하여 2차 추출을 시도하였으며, 이의 추출조건은 추출박에 정제수 700g과 주정 300g을 가하고 내부온도 90℃에서 4시간 동안 추출하였다. 추출 후 앞서와 동일하게 여과하여 여액을 얻었다. 얻어진 1, 2차 여액을 합하여 내부온도 50~60℃, 내부진공도 758mmHg의 조건에서 농축하여 최종 추출물을 회수하였다.

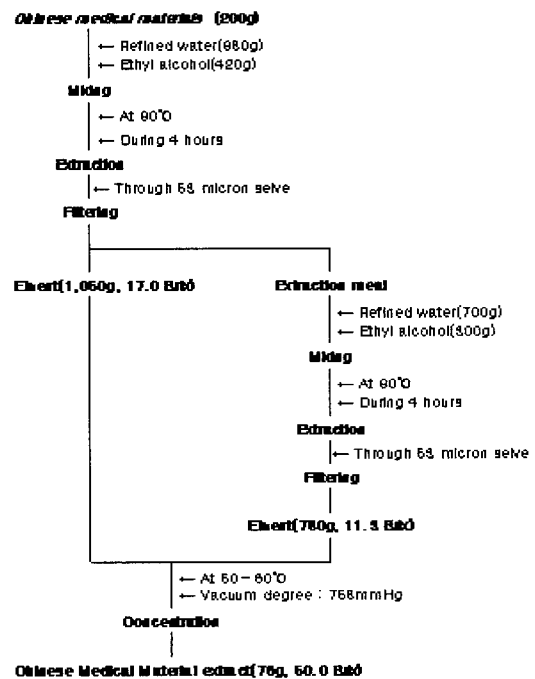


Fig. 1. Manufacturing process of ethanol extract from Chinese medical materials.

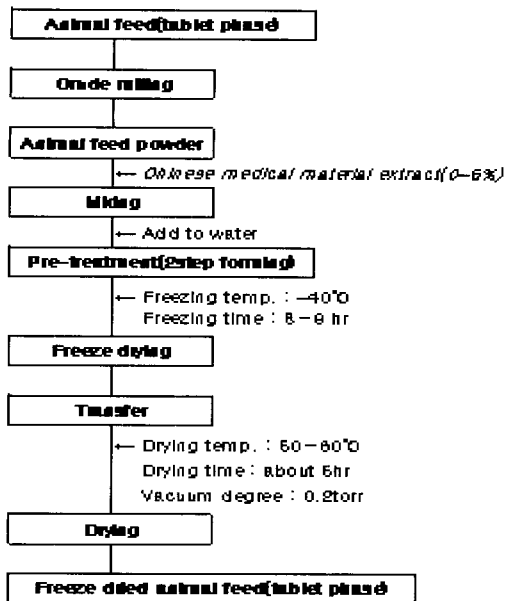


Fig. 2. Manufacturing process of freeze dried animal feed.

3. 동물사료의 조제

한약재 등 원재료가 갖는 고유의 향미를 masking하여 실험용 동물인 쥐가 거부감 없이 취식할 수 있도록 특수 제조한 사료의 조제과정은 아래와 같았다. 일반 동물사료를 분쇄하여 여기에 제조한 한방 추출물을 배합하고 다시 사료분말을 coating하여 동결건조를 실시함으로써 쥐가 거부감 없이 사료를 섭취하도록 배려하였다. 이 때의 동결건조 조건은 Fig. 2에 나타낸 바와 같이 행하였다. 즉, 굳지 않은 수분을 다량 함유한 상태의 반고체를 성형틀에 충전하였다. 충전이 끝난 후 즉시 -40°C 의 온도에서 8~9시간 동안 급속동결하고 동결이 끝난 후 건조실비로 이송하여 $50\sim 60^{\circ}\text{C}$ 의 온도조건과 0.2 torr의 진공도 하에서 약 5시간에 걸쳐 건조를 완료하였다. 건조가 완료된 tablet상의 사료에 대하여 관능법으로 이취 발생이 전혀 없음을 확인한 다음 이를 동결건조 동물사료로 활용하였다.

4. 동물의 사육 및 혈액채취

실험동물은 대한실험동물센터에서 구입한 체중 125g 내외의 외견상 건강한 Sprague-Dawley종의 웅성 흰쥐를 시중에서 구입하여 동물사료(한국화이자)로 적응시켜 체중 208g 내외의 것을 사용하였다. 이들 흰쥐를 4주간 일반사료 및 조제사료를 식이로 하여 사육한 후 정 등(20)의 방법에 따라 공복상태에서 ethyl ether 마취 하에 개복하고, 복부대동맥, 췌장, 뒷 다리의 근육 조직 등에서 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 2000

rpm에서 10분간 원심분리(Rotor No. 7, 한일과학)시킨 다음 상등액을 취하여 -60°C 에서 보관하며 분석용 시료로 사용하였다.

5. 혈장과 간 조직의 중성지방, 콜레스테롤 및 인지질의 분석

혈액 중의 중성지방 및 총콜레스테롤 농도는 효소법(Cholestezyme - V 및 Triglyzime-V(Eiken Co., Japan) 이용하여 각각 를 이용하여 분석하였으며, 인지질 농도는 kit 시약(Iatron, Japan)으로 측정하였다.

6. 혈당, 인슐린 농도 분석

혈당농도는 효소법을 활용한 GLzyme kit(Eiken Co., Japan)를 이용하여 분석하였다. 혈장인슐린 농도는 rat-insulin RIA kit(Linco Research Inc., USA)를 사용하여 enzyme-linked immunosorbent assay(ELISA)법으로 측정하였으며, 근육조직의 인슐린 함량은 Neville의 방법²¹⁾에 의하여 각각의 조직에 10배 정도의 1mM NaHCO_3 용액에서 균질화시킨 후 3000rpm에서 15분간 원심분리(Rotor No. 7, 한일과학)시킨 다음 상등액을 취하여 혈장과 같은 방법으로 측정하였다.

7. 통계처리

모든 자료는 Statistical Analysis System(SAS) Package를 이용하여 분석하였다. 조사된 모든 항목에 대하여 평균과 표준편차를 구하였다. 각 항목의 평균값의 차이는 유의수준 $p < 0.05$ 에서 분산분석(ANOVA)을 이용하여 검증하였으며, Duncan의 다중범위비교(Duncan's multiple range test)를 통하여 차이를 확인하였다.

결과 및 고찰

1. 한방 추출물의 추출, 농축

황기, 당귀, 천궁, 감초, 구기자를 각각 28:20:18:18:16(w/w)으로 혼합한 후 Fig. 1에 나타낸 바와 같이 열수추출과 주정추출을 병행하여 추출물을 얻었다. 이 추출물의 농도는 50Brix 였으며, 이의 수율은 37.28%(w/w)였다.

2. 혈장지방 농도에 미치는 영향

한방추출물 처리가 중성지방, 총콜레스테롤 및 인지질 함량 변화에 미치는 영향은 Table 1에 나타낸 바와 같았다. 즉, 한방추출물을 0~5%(w/w)처리한 조제사료를 식이로 하여 4주간 사육한 후 쥐로부터 채취한

Table 1. Effect of Chinese medical materials extract treating of triglyceride, total cholesterol and phospholipid in rat fed the experimental diets for 4 weeks

Treating amount of Chinese medical materials extract(w/w,%)	Concentration(mg/dL)		
	Triglyceride	Total cholesterol	Phospholipid
0	43.60±1.25*	103.38± 2.63**	175.92±12.51
1	42.73±2.84	102.41± 2.31	175.14±12.80
2	41.91±3.00	101.85±11.60	173.25± 7.91
3	39.84±1.63	100.47± 8.36	172.20±11.70
4	39.56±3.07	98.00±12.87	170.81±16.31
5	39.55±5.71	97.60± 3.14	168.92±14.32

* Mean±SE(n=10).

** Values with different superscripts in the same row are significantly different(p<0.05) between groups by Tukey (T) test.

Table 2. Effect of Chinese medical materials extract treating of plasma glucose level and plasma, pancreas, and femur insulin levels in rat fed the experimental diets for 4 weeks

Treating amount of Chinese medical materials extract (w/w, %)	Glucose (mg/dL)	Insulin		
		Insulin Plasma (micro U/mL)	Pancreas (micro U/g wet wt)	Femur (micro U/g wet wt)
1	326.5±19.8 ^{1,2)}	3.4±2.9	25.1±20.6	6.6±1.3
2	321.6±13.8	3.3±0.8	26.0±21.0	6.5±2.4
3	319.0±21.3	3.3±4.2	26.1±30.3	6.3±2.8
3	314.7±11.9	3.5±2.6	26.2±21.5	6.5±1.9
4	312.6±19.5	3.2±2.5	27.4±14.7	6.5±1.3
5	309.2±18.7	3.6±3.1	25.8±16.2	6.4±4.7

¹⁾ Values are mean±standard deviation.²⁾ Values with different superscripts in the same row are significantly different by Duncan's multiple range test at p<0.05.

혈액을 대상으로 중성지질, 총콜레스테롤 및 인지질 농도변화를 측정하였다. 중성지질의 경우 한방추출물의 처리효과는 유의적으로 나타나 무처리군의 43.60mg/dL에 비하여 1%(w/w) 처리군에서는 42.73 g/dL, 3, 5%(w/w) 처리군에서는 각각 39.84, 39.55mg/dL를 보였다. 3~5%(w/w) 처리군에서의 결과는 각각 39.84, 39.56, 39.55 mg/dL로 처리량의 증가에 따라 중성지질 감소현상이 거의 나타나지 않았다. 이러한 결과로부터 중성지질 함량 감소 효과는 3%(w/w) 수준이 적정선인 것으로 밝혀졌다. 그러나 총콜레스테롤 함량은 한방추출물의 처리량 증가와 거의 정의 관계로 반비례하여 1%(w/w) 처리군이 102.41mg/dL인데 비하여 3, 5%(w/w) 처리군은 각각 100.47, 97.60 mg/dL을 나타내었다. 인지질의 경우에도 무처리군과 1%(w/w) 처리군은 각각 175.92, 175.14 mg/dL로 거의 차이를 나타내지 않은 반면 2~5%(w/w) 처리군에서는 지속적

인 감소현상을 보였다. 이러한 결과로 미루어 볼 때, 한방추출물 처리가 총콜레스테롤뿐만 아니라 인지질 함량 감소에도 효과가 있는 것으로 판단된다.

그 동안 이루어졌던 연구결과의 일부를 살펴보면, 황 등²²⁾은 식이 내 고수 첨가가 혈당과 간의 지질의과산화 정도를 알아보기 위하여 지질과산화물 함량 (thiobarbituric acid reactive substances : TBARS values) 을 측정해 본 결과 당뇨병에 있어서 고수는 혈당 강화 효과를 나타내 주지는 못하였으나 고수의 뿌리가 혈장의 지질수준을 낮추어 주고, 비타민 E의 함량을 감소시켜 혈장과 간 조직의 과산화지질 생성을 억제시키는 효과가 나타나 콜레스테롤 수준을 낮출 수 있으며, 항산화성을 보이는 향신료 또는 식품재료로서의 가능성이 있음을 시사한 바 있다. 그러나 식이에 솔잎가루²³⁾ 및 다시마²⁴⁾를 첨가한 경우 혈장과 간의 지질과산화 억제에 효과가 없었다는 보고가 있었으며,

STZ(Streptozotocin)로 유도한 당뇨쥐의 혈장에서 지질 과산화물 함량이 증가하였다는 보고^{25,26)} 및 자유 라디칼이 당뇨병의 유발인자로서 합병증 발생에 중요한 역할을 한다는 보고²⁷⁾가 있었다.

3. 혈장 포도당 농도와 혈장, 췌장 및 근육조직의 인슐린 함량에 미치는 영향

예로부터 각종 질환의 예방 및 치료에 효과가 인정되어 널리 이용¹⁾되고 있는 한약재들로부터 추출한 추출물의 처리가 혈장 포도당 농도와 혈장, 췌장 및 근육조직의 인슐린 함량에 미치는 영향을 측정한 결과는 Table 2에 나타낸 바와 같았다. 즉, 혈장 포도당 농도는 한방추출물 처리량의 증가와 비례하여 낮아지는 경향을 보여 무처리군은 326.5mg/dL였으나 1, 3, 5% (w/w) 처리군에서는 각각 321.6, 314.7, 309.2mg/dL를 나타내었다.

한편, 혈장, 췌장, 근육조직의 인슐린 함량 변화는 혈장 포도당 농도 변화와 거의 유사한 경향을 나타내었으나 전체적으로 나타난 결과들과 동일하게 그 수치를 놓고 효과 여부를 판정하기에는 많은 어려움이 있었다. 그 동안 혈장 포도당 함량 및 인슐린 분비의 정상화를 통한 당뇨병 질환의 개선을 위한 다각적인 연구가 이루어진 바 있다. 즉, 고수는 췌장의 기능을 도와 인슐린 분비를 정상화하여 혈액내의 포도당 농도를 낮추어 준다는 보고가 있었으며²⁸⁻³⁰⁾, 또 다른 연구³¹⁾에서는 고수 급여가 혈당치에 유의한 변화를 주지 않았다고 하였다. Kim 등³²⁾은 streptozotocin으로 인슐린 결핍을 유도한 당뇨쥐에서 달개비풀을 복용시키고 2시간 후 혈당농도가 약 40% 감소하였다고 보고한 바 있으며, Lim 등³³⁾은 STZ로 고혈당증을 유발시킨 마우스에게 결명자, 하늘타리, 등굴레를 섭취시킨 후 혈당을 측정된 결과 각각 54%, 63% 그리고 55%의 혈당강하효과를 확인하였는데, 그 기전으로 인슐린 감수성의 개선과 손상된 β -cell의 기능회복을 제시하였다. 또한, Kim 등³⁴⁾은 상엽이나 누에추출물이 혈당상승억제효과가 있었으며, 이는 소장 내의 α -glycosidase의 이당류 분해작용을 억제시킴에 따른 현상이라 하였다. 그러나 고콩단백질 식이를 제공한 당뇨쥐는 대조식을 제공한 당뇨쥐보다 혈당농도가 더 높게 나타났다는 보고³⁵⁾도 있다. 혈장 인슐린 함량에 대하여 Kim 등³³⁾은 달개비풀을 급여한 경우 대조군에 비해 실험군에서 증가하였으나, Kim 등³⁴⁾은 인슐린 농도는 고탄수화물 식이 섭취 마우스에서 상엽 및 누에추출물을 급여한 결과 대조군에 비해 실험군에서 낮은 경향을 보였다고 보고한 바 있다. 비인슐린 의존형 당뇨병 환

자에게 메밀을 급여한 결과 실험대상자 중 고인슐린 혈증인 환자에게서만 혈중 인슐린 농도가 감소하였다³⁵⁾. 대상 약용식물들의 종류 및 급여형태에 따라 혈당 및 인슐린 농도에 미치는 효과가 일관된 결과를 보이고 있지 않아 이에 대한 좀 더 세부적인 연구가 절실히 필요한 것으로 사료된다.

요 약

황기, 당귀, 천궁, 감초, 구기자를 28:20:18:18:16(w/w)의 비율로 혼합하여 추출, 농축과정을 거쳐 50Brix 농도의 한약재 추출물 37.28%(w/w)를 얻었다. 이 추출물을 동물사육용 사료에 0~5%(w/w) 혼합하여 냉동건조시켜 사료를 조제한 다음 실험용 동물인 쥐에게 4주간 취식 시킨 후 혈장 중성지 질, 총콜레스테롤, 인지질 농도변화 및 혈장 포도당과 혈장, 췌장, 근육조직의 인슐린 농도변화를 측정한 결과는 다음과 같았다. 즉, 혈장지질 농도는 한약재 추출물의 처리량이 증가할수록 상대적으로 농도저하 효과가 인정되었고 3%(w/w) 처리군에서 중성지질, 총콜레스테롤 및 인지질 함량이 각각 8.62%, 2.81% 및 2.11% 감소하였다. 혈장 포도당 농도도 거의 유사한 효과를 나타내어 3%(w/w) 처리군에서 3.61%의 감소효과를 보였으나 혈장, 췌장, 근육조직에서의 인슐린 농도는 증감을 반복하여 뚜렷한 효과를 입증하기 어려운 수준이었다. 이러한 결과는 실험동물 자체에 당노를 의도적으로 유발시키지 않은데 기인하는 현상의 일부인 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 편집부 : 한방 동의보감, 민정사 (1978)
2. 송효정 : 먹으면 치료되는 한방 약죽 131가지, 국일미디어, pp.156~160, 173~175, 348~349 (1996)
3. 相賀微夫 : 中藥大辭典(第1卷), 小學館, 東京, p.121 (1985)
4. 한대석 : 현대 생약학, 대사기능 및 강장효능에 영향을 주는 생약. 학창사, p.269 (1994)
5. 편집부 : 중약대사전, 신문출판공사, p.2102 (1971)
6. Hiroshi Hikino, Shinji Funayama and Katsuya Endo : Hypotensive principle of *Astragalus* and *Hedysarum* roots. *Plantamedica*, **30**, 136~141 (1976)
7. 한약연구소위원회 : 한약학, 대한약사회. p.154 (1986)
8. Masashi Tomoda, Niriko Shimizu, Naoka Ohara, Ryoko Gonda, Sachiko Ishii and Hiroko Otsuki : A reticuloendothelial system activating glycan from the roots of *Astra-*

- galas membranaceus*, *Biochemistry*, **31**, 63~69 (1992)
9. 문관신 : 약초의 성분과 리용, 평양종합인쇄공장, p.408~415 (1984)
 10. 최영전 : 산나물 재배와 이용법, 오성출판사, p.165 (1991)
 11. 김희선, 김숙희 : 조선시대 기아 만성화해 구황식품 개발의 사회, 경제적 고찰. *한국식문화학회지*, **2**, 81~85 (1987)
 12. 임숙자, 김계진 : 둥굴레 추출물의 당뇨유발 흰쥐에 대한 혈당강하 효과. *한국영양학회지*, **28**, 727~731 (1995)
 13. 임숙자, 김평자 : 둥굴레(*Polygonatum odoratum*) 섭취가 인슐린 비의존형 당뇨병(NIDDM) 환자의 혈당과 혈압에 미치는 영향. *한국조리과학회지*, **13**, 47~52 (1997)
 14. Bailey, C. J. and Day, C. : Traditional plant medicines as treatment for Diabetes Care, **12**, 553~557 (1998)
 15. Lim, S. J. and Kim, M. W. : Hypoglycemic effects of Korean wild vegetables. *Korean J. Nutr.*, **25**, 511~515 (1992)
 16. Akashi, T., Furuno, T., Takahashi, T. and Ayabe, S. : Biosynthesis of terpenoids in cultured cells, and regenerated and wild plant organs of *Taraxacum officinale*. *Phytochemistry*, **36**, 303~308 (1994)
 17. Takasaki, M., Konoshima, T., Tokuda, H., Masuda, K., Arai, Y., Shiokima, K. and Ageta, H. : Anti-carcinogenic activity of *Taraxacum* plant. II. *Biol. Pharm. Bull.*, **22**, 606~610 (1989)
 18. 한명규 : 식품영양과 건강생활, 신광출판사, p.135 (1999)
 19. 이미숙, 이근보, 한명규, 박상순 : 황기, 당귀 추출물의 추출조건이 추출물의 수율 및 품질에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, **14**, 543~547 (2001)
 20. 정은정, 김수연, 김지영, 안지영, 박정화, 차명화, 이양자 : 콩단백 성분 및 연령이 흰쥐의 혈장지질 농도와 인지질 지방산 패턴에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, **32**, 269~277 (2003)
 21. Neville, D. M. : Isolation of an organ specific protein antigen from cell-surface membrane of rat liver. *Biochim. Biophys. Acta.*, **154**, 540~552 (1968)
 22. 황금희, 윤연희, 최인선, 최옥자, 강성구, 김용두 : 식이내 고수(*Coriandrum sativum* L.)의 첨가가 당뇨성 흰쥐의 혈장과 간의 지질함량에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, **30**, 684~691 (2001)
 23. Kim, E. S. and Kim, M. K. : Effect of dried leaf powders and ethanol extracts of porisimmon green tea and pine needle on lipid metabolism and antioxidative capacity in rats. *Korean J. Nutr.*, **32**, 337~352 (1999)
 24. Lee, K. S., Bae, B. S., Bae, M. J. and Jang, M. A. : Effect of sea tangle and metformin on lipid peroxide and antioxidants levels in diabetic rats. *Korean J. Nutr.*, **32**, 230~238 (1999)
 25. Karasu, C., Ozansoy, G., Bozkurt, O., Edogen, D. and Omeroglu, S. : Antioxidant and triglyceride lowering effect of vitamin E associated with the prevention of abnormalities in the reactivity and morphology of aorta from streptozotocin-diabetic rats. *Metabolism*, **46**, 872~879 (1997)
 26. Santini, S. A., Marra, G., Giardina, B., Cotroneo, P., Mordente, A., Martorana, G. E., Manto, A. and Ghirlanda, G. : Defective plasma antioxidant defenses and enhanced susceptibility to lipid peroxidation in uncomplicated IDDM. *Diabetes*, **46**, 1853~1858 (1997)
 27. Garg, M. C., Ojha, S. and Bansal, D. D. : Antioxidant status of streptozotocin diabetic rats. *Indian J. Exp. Biol.*, **34**, 264~266 (1996)
 28. Farnsworth, N. R. and Segelman, A. B. : Hypoglycemic plants. *Tile and Till*, **57**, 52~56 (1971)
 29. Lewis, W. H. and Elvin-Lewis, M. P. F. : Medical Botany : *Plants Affecting Man's Health*. Wiley, New York (1982).
 30. Alison, M. G. and Peter, R. F. : Insulin-releasing and insulin-like activity of the traditional antidiabetic plant *Coriandrum sativum* L. (coriander). *British J. Nutr.*, **81**, 203~207 (1999)
 31. 황금희, 윤연희, 최인선, 최옥자, 강성구, 김용두 : 식이내 고수(*Coriandrum sativum*)의 첨가가 당뇨성 흰쥐의 혈장과 간의 지질함량에 미치는 영향. *한국식품영양과학회지*, **30**, 684~691 (2001)
 32. Kim, J. Y., Park, J. Y. and Lee, K. U. : Diabetes and traditional medicine : Effect of several traditional drugs on the plasma glucose levels in streptozotocin-induced diabetic rats. *Diabetes*, **18**, 377~381 (1994)
 33. Lim, S. J. and Kim, S. Y. : Hydroglycomic effect *Polygonatum odoratum* var. *Pluriflorum ohwi* extract in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Nutr.*, **28**, 727~736 (1995)
 34. Kim, M. S., Choue, R. W., Chung, S. H. and Koo, S. J. : Blood glucose lowering effects of mulberry leaves and silkworm extracts on mice fed with high-carbohydrate diet. *Korean J. Nutr.*, **31**, 117~125
 35. Park, S. H. and Lee, H. S. : Effects of legume supplementation on the gastrointestinal function and diabetic symptoms in streptozotocin-induced diabetic rats. *Korean J. Nutr.*, **32**, 617~627 (1999)