

마분말과 천마분말이 흰쥐의 간, 뇌 및 신장의 지질성분 변화에 미치는 영향

박필숙 · 성낙주* · 박미연**

상주대학교 식품영양학과, 경상대학교 자연과학대학 식품영양학과*
경상대학교 해양과학대학 식품과학과**

Effects of *Dioscorea batatas* and *Gastrodia rhizoma* on Lipid Compositional Changes of Liver, Brain and Kidney in Rats

Phil-Sook Park, Nak-Ju Sung* and Mi-Yeon Park**

Department of Food Science and Nutrition, Sangju National University

Department of Food Science and Nutrition, Gyeongsang National University*

Department of Food Science, Gyeongsang National University**

ABSTRACT

The present study tested to recommend optimum level of *Gastrodia rhizoma* and effect on the compositional changes of the lipids in Sprague Dawley rats which were fed control diet adding 5, 10, 15% *Dioscorea batatas* powder and 5, 10, 15% *Gastrodia rhizoma* powder for 3 weeks, respectively. The contents of moisture, ash, fat, protein and carbohydrate in dried *Gastrodia rhizoma* were 5.9, 2.7, 2.1, 0.9 and 88.4%(w/w) respectively. Concentrations of total cholesterol and free cholesterol in liver were the lowest in the 10% *Gastrodia rhizoma* group. Concentrations of triglyceride and phospholipid in liver were lower in the 10 and 15% *Gastrodia rhizoma* groups than in the other groups. Concentrations of total cholesterol, free cholesterol, triglyceride and phospholipid in brain were significantly lower in the group 6, 7 compared to the other groups. Concentrations of triglyceride and phospholipid in kidney were slightly lower in the *Gastrodia rhizoma* groups than those in the *Dioscorea batatas* groups.

Key words : *Gastrodia rhizoma*, *Dioscorea batatas*, cholesterol.

I. 서 론

최근 식생활의 서구화로 고혈압, 동맥경화 및 심장 순환기계 질환의 발병율이 증가하는 추세이다¹⁾.

따라서 이러한 질환에 대한 예방이나 치료에 관심이 모아지면서 발병율을 높이는 위험요인들을 제거하려는 연구²⁻⁴⁾가 많이 수행되고 있다. 특히 최근에는 많은 연구자들이 한방이나 민간요법을 근거로 하여 지질대사 개선기능을 갖는 식물의 성분추출과 효

능을 연구⁵⁻⁷⁾ 하고 있다. 한방명으로 산약이라고 부르는 마(*Dioscorea batatas*)는 마과(*Dioscoreaceae*)에 속하는 여러해살이 덩굴식물로 한방에서 당뇨병, 폐결핵, 빈뇨증 및 신체가 허약할 때 약재로 많이 이용되고 폐와 비장에 이롭다고 알려져 있다⁸⁾. 성⁹⁾은 마의 효능에 대해 비장과 폐를 保하고 장과 위를 튼튼히 하며 설사, 위궤양에도 좋다고 하였으며 규명된 성분으로는 전분, mucin, mannose, 비타민 C, 그리고 leucine, arginine, phenylalanine 등의 아미노산과 polyphenol oxidase, steroidal saponin 및 소화효소인 diastase 등¹⁰⁾이 있다고 하였다. 천마(*Gastrodia rhizoma*)는 난초과(*Orchiadace*)에 속하는 다년생의 寄生草로서 뿌리는 塊莖狀으로 비대하며 긴 타원형을 이루고 옆으로 뻗고 줄기는 높이 1m 가량의 다육질이고 황적색을 띄우며 鱗葉이 달려 있으나 정상적인 잎이 달려 있지 않음이 이 식물의 특징이고 6~7월에 황색의 꽃이 핀다. 천마는 한방에서 鎮痙, 고혈압, 진정, 강장, 현기증, 두통 및 신경쇠약 등에 이용되고, 특히 풍증치료, 어린이들의 경련에 많이 쓰이고 있다¹¹⁻¹³⁾. 천마의 성분으로 glucoside와 phenol 성화합물, 유기산, 당 및 β -sitosterol 등¹⁴⁾이 분리되었으며 Liu 등¹⁵⁾은 천마 중의 주요 성분으로 *p*-hydroxybenzyl alcohol과 vanillin을 확인함과 동시에 이들

의항산화 활성에 대하여 보고하였다. 그러나 아직 미지의 분야가 많이 남아있으며, 천마의 어떤 성분들이 약리적 효능을 지니는가에 대한 정확한 분석은 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

본 연구는 마분말과 천마분말의 섭취가 흰쥐 조직의 지질성분에 미치는 영향을 비교 검토함으로써 천마분말의 지질 개선작용 효능과 적정한 양의 수준을 확인하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험동물

체중 60~65g의 생후 4주령된 Sprague Dawley계 수쥐를 20% casein을 함유하는 기초사료로써 1주일간 예비사육 후 체중에 따라 난괴법(Randomized Complete Block Design)에 의해 6마리씩 7군으로 나눈 다음 apartment식 사육상자에 한 마리씩 넣어 3주일간 실험 사육하였다. 예비사육 및 실험 사육기간 중 사료와 물은 자유로이 섭취시켰으며, 사육실의 온도는 20±2°C, 습도는 50% 전후로 조절하였고 명암은 12시간 (07:00~19:00)주기로 조명하였다.

2. 식 이

Table 1. Composition of basal and experimental diets

(%)

Ingredient/Group	Basal diet		Experimental diet						
	Basal	1**	2	3	4	5	6	7	
Choline	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
L-Methionine	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	
Vitamin mixture*	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Mineral mixture*	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
Cellulose	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	
Casein	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	
Starch	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
Oil**	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	
Sucrose	50.0	48.75	43.75	38.75	33.75	43.75	38.75	33.75	
Cholesterol	-	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
Sodium cholate	-	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	
<i>Dioscorea batatas</i>	-	-	5.0	10.0	15.0	-	-	-	
<i>Gastrodia rhizoma</i>	-	-	-	-	-	5.0	10.0	15.0	

* AIN-76TM¹⁶⁾

** 5% lard + 5% corn oil

기초 및 실험식이 조성은 Table 1과 같으며, 실험 식이는 콜레스테롤 식이로서 콜레스테롤 1%와 sodium cholate 0.25%를 첨가 조제하였고, 실험식이에 사용된 마와 천마는 건조된 것을 분말로 만들어 사용하였으며, 유지로는 돈지(삼립유지제)와 옥수수 기름(동방유량(주)제)을 각각 5%씩 해서 10% 사용하였다.

3. 실험동물의 처리

실험 기간 중 익일로 체중을 측정하고 식이 섭취량은 매일 식이 잔량을 측정하여 산출하였다. 3주 후 실험 최종일에는 7시간 절식시킨 후 에테르 마취하에 개복하여, 간장은 식염수로 문맥 탈혈 후 여과지로 물기를 제거한 후 중량을 측정하고, 뇌 및 신장을 적출하여 그 무게를 측정하였다.

4. 분석방법

일반성분은 건조된 마와 천마를 분말(60 mesh)로 만들어 분석하였다. 조직의 지질성분은 간장, 뇌 및 신장 조직을 각각 0.5g씩 취하여 chloroform : methanol(2 : 1, v/v)혼액으로 지질을 추출하여 50ml로 일정용한 다음 일정량을 취하여 건조시킨 후 총 콜레스테롤 농도는 총 콜레스테롤 측정용 kit시약(Cholestezyme-V, Eiken)으로, 중성지질의 농도는 중성지질 측정용 kit시약(Triglyzyme-V, Eiken)으로, 인지질의 농도는 인지질 측정용 kit시약(PLzyme, Eiken)으로 분석하였고, 유리 콜레스테롤 농도는 유리 콜레스테롤 측정용 kit시약(Free Cholestezyme - V555, Eiken)으로 측정하였으며, 콜레스테롤 에스테르 농도는 총 콜레스테롤 농도에서 유리 콜레스테롤 농도를 감하여 구하였다.

5. 통계처리

분석결과의 통계처리는 실험군 당 평균치와 표준오차를 계산하였고 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

마와 천마의 일반성분 분석 결과는 수분과 회분은 마분말에서 많았으나 조지방, 조단백질, 조탄수화물은 천마분말에서 많았다. 특히 조지방은 마분말에서는 0.4%였으나 천마분말에서는 2.1%로 높은 비율을 보였다(Table 2). 이들 일반성분의 조성은 영양적으로 다른 식물성 식품에 비하여 특이한 점은 없었지만 천마성분 분석에 대한 기초자료로 활용할 수 있으리라 생각된다.

2. 간장의 지질농도

마, 천마분말 식이를 통하여 간장 중 지질성분에 미치는 영향을 조사한 결과는 Table 3과 같다. 총 콜레스테롤과 인지질 농도는 10% 천마분말군이 마분말 첨가군들에 비해 유의성 있게 낮았으며, 유리 콜레스테롤과 콜레스테롤 에스테르는 10% 천마분말군이 10%, 15% 마분말군에 비해 낮았다. 중성지질 농도는 대조군에 비해 5%, 10%, 15%의 천마분말군이 유의성 있게 낮았다. 사람에게 있어 간장에서의 콜레스테롤 합성은 약 1g/일, 장관으로부터의 콜레스테롤 흡수량은 0.3~0.5g/일이며 분변 중으로의 배설량은 스테롤로써 0.1~0.7g/일, 담즙산으로서 0.3~0.6g/일 정도이다. 그러므로 간장은 콜레스테롤 합성의 주요 장기이며, 유리 또는 에스테르형 콜레스테롤로 지단백을 구성하여 순환계로 분비함으로써 혈액 콜레스테롤의 농도를 조절하는 역할도 한다. 따라서 식이 콜레스테롤 합량이 증가하면 간에서의 콜레스테롤 합성이 억제될 뿐 아니라 말초조직의 콜레스테롤

Table 2. General composition of dried-*Dioscorea batatas* powder and dried-*Gastrodia rhizoma* powder (%)

General composition	<i>Dioscorea batatas</i>	<i>Gastrodia rhizoma</i>
Moisture	8.8	5.9
Crude ash	5.0	2.7
Crude fat	0.4	2.1
Crude protein	0.7	0.9
Crude carbohydrate	85.1	88.4

Table 3. Concentrations of total cholesterol, free cholesterol, cholesterylester, triglyceride and phospholipid in liver of rats fed the experimental diets for 3 weeks (mg/g)

Groups	Total cholesterol	Free cholesterol	Cholesterylester	Triglyceride	Phospholipid
1	4.2 ± 0.5 ^{cd}	1.5 ± 0.1 ^{abc}	2.7	21.9 ± 2.2 ^a	16.2 ± 1.1 ^a
2	4.7 ± 0.2 ^{bc}	1.5 ± 0.2 ^{abc}	2.7	20.6 ± 0.6 ^{ab}	16.3 ± 0.8 ^a
3	5.3 ± 0.5 ^a	1.8 ± 0.3 ^a	3.5	18.8 ± 2.1 ^{cd}	16.5 ± 0.4 ^a
4	4.7 ± 0.6 ^{abc}	1.8 ± 0.2 ^a	2.9	17.7 ± 1.2 ^{de}	16.5 ± 0.7 ^a
5	5.1 ± 0.5 ^{ab}	1.7 ± 0.2 ^{ab}	3.4	19.4 ± 0.9 ^{bc}	16.5 ± 0.8 ^a
6	4.0 ± 0.2 ^d	1.3 ± 0.3 ^c	2.7	17.7 ± 0.9 ^{de}	15.1 ± 0.9 ^b
7	4.3 ± 0.5 ^{cd}	1.5 ± 0.3 ^{abc}	2.8	16.1 ± 0.7 ^e	15.6 ± 0.7 ^{ab}

* Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different at P<0.05.

Values are expressed as Mean±SEM of six observations.

합성도 직·간접으로 억제 받게 된다. Grundy¹⁷⁾는 고콜레스테롤 식이를 하면 VLDL과 LDL에 의해서 말초조직 세포내 콜레스테롤 농도가 증가하여 콜레스테롤 합성을 억제하거나, 또는 HDL을 콜레스테롤로 과잉으로 loading함으로써 간조직외의 세포막에서 콜레스테롤을 받아들일 능력이 감소되어 2차적으로 콜레스테롤 합성을 억제하게 된다고 하였다. 본 연구 결과 10% 천마분말 첨가시 이 간장에서 총 콜레스테롤, 유리 콜레스테롤, 콜레스테롤 에스테르, 인지질 등 간장에서 지질의 축적이 가장 적었으며 이는 또한 간접적으로 前報¹⁸⁾의 혈중 콜레스테롤 농도 저하에도 영향을 끼친 것으로 사료된다. 그리고 김 등¹⁹⁾이 천마의 수용성 추출액이 혈관확장 작용 또는 혈압강하 작용을 나타낸다고 보고한 결과와도 관련이 있는 것으로, 이렇게 천마분말이 간장과 혈청지질 개선 효과를 나타낸다는 사실을 제시한 것은 심장이나 순환기계 질환을 예방하고 치료하기 위한 천마의 임상적인 활용측면에서 중요한 성과로 여겨진다. 같은 농도의 마분말군보다 천마분말군에서 간장내 증성지질의 저하는 혈청 중에서의 증성지질 농도의 저하¹⁸⁾에도 중요한 영향을 끼친 것으로 사료되며, 이는 간장에서 합성된 증성지질은 VLDL의 형태로써 혈중으로 분비되는 기전에 기인한 것으로 여겨진다. 따라서 이들의 축적은 異常인 지질대사 해명에 중요한 지침이 될 것으로 사료된다. 이로써, 천마의 유효성분 분석과 이를 토대로 한 지질개선 효능을 나타내는 성분은 추출 조사되어야 할 과제이다. 그리고 생체내에서 세포막의 구성, 지방의 유화, 흡수, 혈액

응고, 콜린 대사 등 여러 가지 기능에 관여하고 있는 인지질은 대부분은 지단백의 구성요소로서 지질의 안정화와 대사에 중요한 역할을 하고 있으며, 이는 일부 장점막에서도 합성되지만 대부분은 간에서 지방산과 각종염기를 소재로 하여 합성되는 것으로 천마분말 수준이 인지질의 합성에는 별다른 영향을 미치지 않는 것으로 여겨진다.

3. 뇌의 지질농도

Table 4는 뇌 조직에서의 지질성분을 분석한 결과로 총 콜레스테롤과 유리 콜레스테롤 농도는 10%, 15% 천마분말군인 6군과 7군에서 유의성 있게 낮았으며 또한 같은 농도의 마분말군에 비해 천마분말군에서 낮은 경향을 보였다. 콜레스테롤 에스테르 역시 같은 농도의 마분말군에 비해 천마분말군에서 낮았으며, 특히 15% 마분말군인 4군과 천마분말군인 7군에서 낮았다. 증성지질과 인지질은 10%, 15%의 천마분말군에서 유의성 있게 낮았다. 혈청 콜레스테롤과 뇌조직 콜레스테롤 사이에서는 상호교환은 이루어지지 않으며²⁰⁾ Davison과 Dobbing²¹⁾은 흰쥐에 있어 영양부족이 되면 지질합성에 이상이 생겨 뇌의 총 콜레스테롤 농도가 감소한다고 하였다. 두뇌의 성장발육 과정에는 동물간에 차이가 있어서 adult 크기의 비율로 볼 때 guinea pig는 출생전 15~20일경에 최대에 이르게 되고 쥐는 출생한 이후 10일경에, 개는 출생 후 2주일경에 최대에 이르게 된다. 사람의 경우 태아기에 가장 중요한 질적 변화가 일어나고 출생 전후에는 질적·양적 변화가 함께 일어나며, 6

Table 4. Concentrations of total cholesterol, free cholesterol, cholesterylester, triglyceride and phospholipid in brain of rats fed the experimental diets for 3 weeks (mg/g)

Group	Total cholesterol	Free cholesterol	Cholesterylester	Triglyceride	Phospholipid
1	7.0 ± 0.5 ^{ab}	3.2 ± 0.3 ^b	3.8	2.2 ± 0.3 ^{bc}	5.4 ± 0.2 ^b
2	6.8 ± 0.6 ^b	3.3 ± 0.4 ^b	3.5	2.0 ± 0.1 ^d	5.2 ± 0.3 ^b
3	7.5 ± 0.4 ^a	3.5 ± 0.2 ^{ab}	4.0	2.3 ± 0.1 ^b	6.2 ± 0.2 ^a
4	6.2 ± 0.5 ^c	3.7 ± 0.4 ^a	2.5	2.9 ± 0.1 ^a	5.9 ± 0.3 ^a
5	6.5 ± 0.5 ^{bc}	3.1 ± 0.3 ^b	3.4	2.1 ± 0.1 ^{cd}	6.0 ± 0.2 ^a
6	5.0 ± 0.5 ^d	2.0 ± 0.1 ^c	3.0	1.4 ± 0.1 ^f	4.5 ± 0.3 ^d
7	4.5 ± 0.2 ^d	2.3 ± 0.3 ^c	2.2	1.7 ± 0.1 ^e	4.9 ± 0.2 ^c

* Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different at P<0.05.

Values are expressed as Mean±SEM of six observations.

개월 이후에는 양적 변화만 일어나서 만 2세가 되면 뇌가 완성된다. 양적 성장기에 있어서는 차후 영양소의 불충분을 보완해 줌으로써 정상으로 회복될 가능성이 있지만 질적 성장기에 있어서의 영양실조는 영구적 결함을 초래한다. 그리고 뇌의 단백질이나 지방은 혈액을 통해 운반되어 오는 게 아니라 대부분 뇌 자체에서 합성되므로 모체로부터 이들의 합성을 위한 충분한 영양소 재료가 태반을 통해 공급되어야 한다. 따라서 이들 생합성 과정과 세포의 증식 과정이 원만히 이루어지기 위해서는 충분한 영양소 공급이 항상 이루어져야 한다. Wiggins²²⁾는 지질합성의 국부적 형태(regional pattern)와 이 형태에 대한 영양불량의 효과는 분명하지는 않지만 수초형성이 빠르게 일어나는 부분에서는 어린 시기 영양불량의 영향이 가장 크다고 했다. 본 연구에서 천마분말 식이 시 뇌조직의 총 콜레스테롤을 비롯한 지질농도가 낮

은것은 前報¹⁸⁾의 천마분말군의 식이효율 저하와 관련이 있는 것으로 여겨지며 뇌 조직의 지질성분에 미치는 영향에 대한 연구활동은 좀 더 이루어져야 할 것 같다.

4. 신장의 지질농도

Table 5는 신장의 지질농도를 나타낸 것으로 총 콜레스테롤과 콜레스테롤 에스테르는 10%, 15% 마분말군이 천마분말 첨가군에 비해 높았다. 유리 콜레스테롤 농도는 2군과 7군이 대조군보다 낮았으며, 중성지질은 천마분말 첨가군들이 대조군과 마분말 첨가군들보다 유의성 있게 낮았고 인지질 농도는 10%, 15% 천마분말군이 나머지군들보다 낮았다. 이로써 천마분말 첨가시에 신장조직 내 총 콜레스테롤을 비롯한 콜레스테롤 에스테르, 중성지질 등 지질의 축적이 대조군과 마분말 첨가군들에 비해 저하된 경향

Table 5. Concentrations of total cholesterol, free cholesterol, cholesterylester, triglyceride and phospholipid in kidney of rats fed the experimental diets for 3 weeks (mg/g)

Group	Total cholesterol	Free cholesterol	Cholesterylester	Triglyceride	Phospholipid
1	2.2 ± 0.2 ^{ab}	1.1 ± 0.1 ^a	1.1	3.7 ± 0.2 ^a	4.9 ± 0.1 ^b
2	2.0 ± 0.1 ^{bc}	0.9 ± 0.1 ^c	1.1	2.8 ± 0.2 ^c	4.8 ± 0.2 ^b
3	2.3 ± 0.2 ^a	1.0 ± 0.1 ^{abc}	1.3	2.9 ± 0.2 ^c	5.5 ± 0.3 ^a
4	2.3 ± 0.1 ^a	1.0 ± 0.1 ^{abc}	1.3	3.3 ± 0.2 ^b	5.1 ± 0.2 ^b
5	2.0 ± 0.1 ^{bc}	1.1 ± 0.1 ^a	0.9	2.2 ± 0.2 ^e	4.9 ± 0.3 ^b
6	2.1 ± 0.1 ^{bc}	1.0 ± 0.1 ^{abc}	1.1	2.4 ± 0.1 ^{de}	4.4 ± 0.3 ^c
7	2.0 ± 0.1 ^{bc}	0.9 ± 0.1 ^c	1.1	2.5 ± 0.2 ^d	3.4 ± 0.2 ^d

* Means in the same column not sharing common superscript letters are significantly different at P<0.05.

Values are expressed as Mean±SEM of six observations.

을 보였으나 분말의 첨가 비율에 따른 영향은 거의 미치지 않는 것으로 여겨진다.

IV. 요약 및 결론

본 연구는 Sprague-Dawley계 흰쥐에게 마분말과 천마분말을 각각 5%, 10%, 15%씩 급여하여 실험사육한 후 천마의 지질성분 변화에 대한 효과와 적절한 양의 수준을 확인하고자 하였다. 먼저 천마의 일반성분을 분석한 결과 수분 5.9, 회분 2.7, 조지방 2.1, 조단백질 0.9, 조탄수화물 88.4%(w/w)로 각각 분석되었다. 그리고 간장, 뇌, 심장조직의 지질성분을 분석 검토한 결과, 간장내 총 콜레스테롤과 유리 콜레스테롤 농도는 10% 천마분말군인 6군에서 가장 낮았고 중성지질과 인지질은 천마분말 10% 군과 15% 첨가군에서 가장 낮았다. 뇌조직에서의 총 콜레스테롤과 유리 콜레스테롤의 농도는 10%, 15% 천마분말군에서 유의성 있게 낮았으며 중성지질과 인지질 농도 역시 6군과 7군에서 유의성 있게 낮았다. 심장조직내의 지질성분의 농도는 각 구간 차이가 거의 없었으나 총 콜레스테롤, 콜레스테롤 에스테르 및 중성지질 농도는 마분말군보다 천마분말군에서 낮았다. 이러한 결과로 볼 때 천마의 적정량 수준은 식이의 10%가 적절할 것으로 여겨지며, 천마성분에 대한 조직내 지질개선 작용을 나타내는 성분이 무엇인지는 본 연구결과를 통해서 단정지을 수 없으므로 이것에 대한 연구활동이 보다 심도있게 이루어져야 할 것이다.

V. 참고문헌

1. Maria, L. F. and Donald, J. M.: Dietary fat saturation and chain length modulate Guinea pig hepatic cholesterol metabolism, *J. Nutr.*, 124, 331, 1994.
2. Cara, L., Armand, M., Borel, P., Senft, M., Portugal, H., Pauli, A-M., Lafont, M. and Lairon, D.: Long-term wheat germ intake beneficially affects plasma lipids and lipoproteins in hypercholesterolemic human subjects,

- J. Nutr.*, 122, 317, 1992.
3. Lowe, G. D. O.: Blood viscosity lipoproteins and cardiovascular risk, *Circulation*, 85, 2329, 1992.
4. 허갑범: 영양과 관련된 질환의 현황과 대책, *한국영양학회지*, 23, 197, 1990.
5. Martin, N.: Experimental cardiovascular depressant effect of garlic dialysate, *J. Ethnopharmacol.*, 37, 145, 1992.
6. Anderson, J. W., Jones, A. E. and Riddell-Mason, S.: Ten different dietary fibers have significantly different effects on serum and liver lipids of cholesterol-fed rats, *J. Nutr.*, 124, 78, 1994.
7. 정승용, 서맹희, 박필숙, 강진순, 강정옥: 섭취 유지의 종류가 고콜레스테롤 식이 흰쥐의 혈청 및 간장의 지질성분에 미치는 영향, *한국영양식량학회지*, 15, 75, 1986.
8. 윤국병, 장준근: 몸에 좋은 산야초, 석오출판사, 334, 1989.
9. 성환길: 건강생약, 한국메디칼인덱스사, 86, 1988
10. 한용남, 한승혜, 이인란: 산약 점액성분의 정제와 함량 분석에 관한 연구, *한국생약학회지*, 21, 274, 1990.
11. 沈道修: 中藥研究文獻摘要, 98, 1579.
12. 허준: 동의보감, 남산당, 367, 1991.
13. 과학·백과사전출판사편: 약초의 성분과 이용, 일월서각, 706, 1991.
14. Taguchi, H., Yosioka, I., Yamasaki, K. and Kim, I. H.: Studies on the constituents of *Gastrodia elata*, *Pharm. Bull.*, 29, 55, 1981.
15. Liu, J. and Mori, A.: Antioxidant and prooxidant activities of p-hydroxybenzyl alcohol and vanillin effects on free radicals brain peroxidant ion and degradation of benziate deoxyribose amino acid and DNA, *Neuro-pharmacology*, 32, 659, 1993.
16. Bieri, J. G., Stoewsand, G. S., Briggs, G. N., Phillips, R. W., Woodard, J. C. and Knapka, J. J.: Report of the American Institute of

- Nutrition Ad Hoc Committee on standards for nutritional studies, *J. Nutr.*, 107, 1340, 1977.
17. Grundy, S. M.: Absorption and metabolism of dietary cholesterol, *Ann. Rev. Nutr.*, 3, 71, 1983
 18. 박미연, 성낙주, 신정애, 이수정, 박필숙: 천마 분말이 고콜레스테롤혈증 흰쥐 혈청의 지질성분에 미치는 영향, *동아시아식생활학회지*, 8, 1, 1998.
 19. 김은지, 지근억, 강영희: 천마 extract가 백서의 국소적 관상순환 기능에 미치는 영향, *한국식품과학회지*, 26, 213, 1994.
 20. Dietschy, J. M. and Wilson, J. D.: Regulation of cholesterol metabolism, *New. Engl. J. Med.*, 282, 1128, 1970
 21. Davison, A. N. and Dobbing, J.: Myelination as a vulnerable period in brain development, *Br. Med. Bull.*, 22, 40, 1966.
 22. Wiggins, R. C.: Myelin development and nutritional insufficiency, *Brain Res. Rev.*, 4, 151, 1982