

## 冬蟲夏草 抽出粉末이 흰쥐의 血漿脂質 및 血糖濃度에 미치는 影響

구본순 · 이미숙\*

서일대학 식품가공과, 대원과학대학 식품영양과\*

(2004년 4월 10일 접수)

### Effects of *Cordyceps militaris* Extract Powder on Plasma Lipids and Glucose in Rats

Bon-Soon, Koo and Mi-Sook, Lee\*

Dept. of Food Sci. and Technol., Seoil College, Seoul

Dept. of Food Nutrition, Daewon College, Jaechun\*

(Received April 10, 2004)

#### Abstract

Feeding effects of *Cordyceps militaris* extract powder in rats were as follows. Triglyceride content was appeared a superior decreasing effect, total cholesterol and phospholipid content were showed relatively low decreasing effect. At this time, 3%(w/w) level of *Cordyceps militaris* extract powder contents was most effective to decrease these lipids content. As increasing the treating amount of *Cordyceps militaris* extract powder, the level of plasma glucose was decreased. But these decreasing ratio was not proportioned to the increased treating amount directly. The change of insulin level on plasma, pancreas and femur was proportioned to the plasma glucose concentration also. The Treating amount of *Cordyceps militaris* extract powder was very close to the decreased ratio of insulin level.

**Key Words :** *Cordyceps militaris* extract powder, triglyceride, total cholesterol, phospholipids, plasma glucose, insulin

#### I. 서론

동충하초(冬蟲夏草)는 겨울철에 여러 종의 곤충에 기생하였다가 여름이 되어 온도와 습도가 높아지면 곤충을 기주로 하여 자실체를 발생하거나 충체상에 포자를 형성하는 버섯의 일종이다<sup>1)</sup>. 현재까지 전 세계적으로 동충하초는 약 100속 750여종이 분포되어 있으며<sup>2)</sup>, 가장 대표적인 것은 자낭균강 맥각균과에 속하는 *Cordyceps* sp.이다. 자실체를 형성하는 *Cordyceps* 속은 전 세계적으로 300여종이 분

포되어 있는데<sup>3)</sup>, 국내에는 약 80여종이 알려지고 있다<sup>4)</sup>. 이와 같이 다양한 종의 동충하초가 알려져 있지만 식용 및 약용으로 사용되는 것은 *Cordyceps* 속으로, 예로부터 중국에서 결핵, 천식, 자양강장, 마약중독 해독제 등의 한약재로 널리 사용되고 있는 실정이다<sup>5-8)</sup>. 현행 우리나라 식품공전<sup>9)</sup>상 “식품원재료분류표”에 제시되어 있는 동충하초의 종류로는 눈꽃동충하초(*Paecilomyces japonica*/*Paecilomyces japonica*)와 밀리타리스동충하초(*Cordyceps militaris*)가 있다. 자연계에서 밀리타리스동충하초는 주로 나

비목(Lepidoptera)의 유충 또는 번데기를 기주로 하여 주황색의 곤봉형 가좌를 형성하며, 원통형의 자낭 안에 실모양의 자낭포자들을 함유하고 있다<sup>10)</sup>. 또한, 밀리타리스동충하초는 cordycepin을 다량 함유하고 있는 동충하초의 대표 종으로서 항균, 항암, 면역기능 증강 및 마약에 대한 해독기능<sup>11)</sup>, 종양성장의 억제 및 면역조절 기능<sup>12)</sup> 등이 알려지고 있다. 최근에는 인공으로 자실체를 형성하므로써 동충하초의 대량생산이 가능한데, Oh 등<sup>13)</sup>은 기주로 누에 애벌레 또는 누에번데기를 사용하여 인공재배된 *Pae-cilomyces tenuipes*의 영양성분과 cordycepin 함량을 측정된 결과, 같은 종류의 동충하초라 할지라도 재배된 기주에 따라 영양성분 및 효능이 달라질 수 있음을 제시하였다.

동충하초의 유용성 성분은 cordycepin, cordycepic acid, 아미노산, 다당류, 비타민 등으로 보고된 바 있고<sup>7-8,14)</sup>, 동충하초 자실체와 군사체 분말 3%를 고콜레스테롤혈증 유발 흰쥐에 급여한 결과 지질과산화 억제효과<sup>15)</sup>가 있는 것으로 알려지고 있으나, 동충하초가 혈당농도에 미치는 효과에 대하여는 연구된 바 없으며, 결과적으로 당뇨에 대한 효과분석이 시도된 바가 없는 것으로 조사되었다.

따라서, 본 연구에서는 동충하초가 혈당농도에 미치는 영향을 조사하기 위하여 동충하초로부터 추출·농축한 추출물을 동결건조하여 분말화 시킨 다음 이를 동물사료에 처리하여 흰쥐에게 식이로 제공하고 혈액 중의 중성지질, 총 콜레스테롤 및 인지질 함량변화, 혈장 포도당 농도와 혈장, 췌장 및 근육조직의 인슐린 함량에 미치는 영향을 측정하였다.

## II. 재료 및 방법

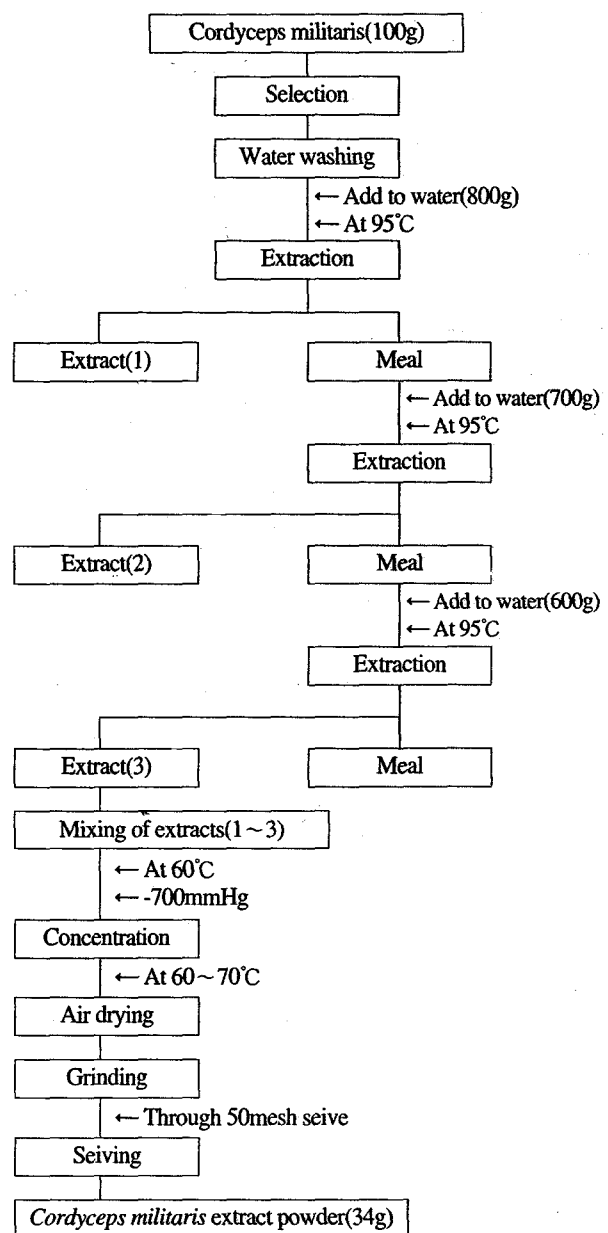
### 1. 재료

본 연구에서 원료로 사용한 동충하초는 2003년 5월 경기도 용인의 버섯재배 농가에서 직접 분양 받기 사용하였다.

### 2. 동충하초 추출분말의 제조

버섯재배 농가에서 직접 분양 받은 동충하초

100g을 (Fig. 1)에 나타낸 바와 같이 외관상의 상태에 따라 선별한 다음 물로 세척하고 물 800g을 가하여 95°C에서 6시간 동안 추출하였다. 추출물을 분리한 후 얻어진 박에 물을 가하여 2~3차 열수추출을 실시하였다. 분리한 추출물을 혼합하여 60°C, 진공도 -700mmHg에서 감압농축하고 60~70°C의 온도에서 건조한 다음, 분쇄, 체질(50mesh)하여 34g의 동충하초 추출분말을 제조하였다.



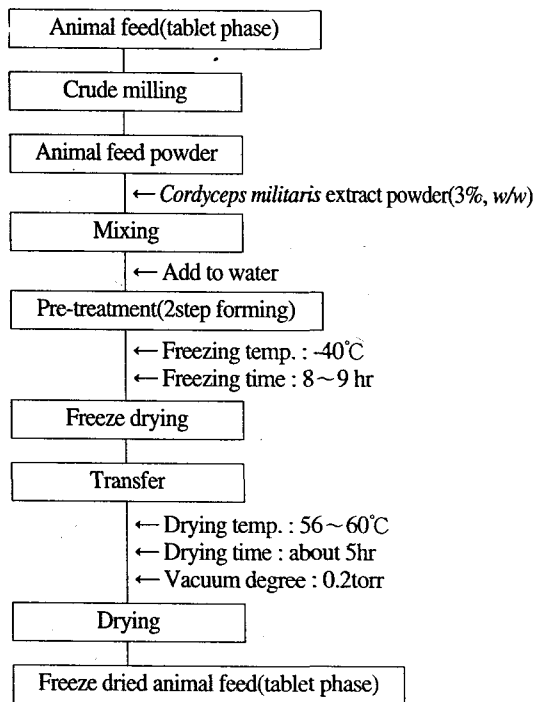
<Fig. 1> Manufacturing process of *Cordyceps militaris* extract powder by hot water extraction method

### 3. 동물사료의 조제

동충하초 추출분말이 갖는 고유의 향미를 masking하여 실험동물인 쥐가 거부감 없이 취식할 수 있도록 특수 제조한 사료의 조제과정은 아래와 같았다. 일반 동물사료를 분쇄하여 여기에 제조한 동충하초 추출분말을 배합하고 다시 사료분말을 coating하여 동결건조를 실시함으로써 쥐가 거부감 없이 사료를 섭취하도록 배려하였다. 이 때의 동결 건조 조건은 <Fig. 2>에 나타난 바와 같았다. 즉, 수분을 다량 함유한 상태의 반고체를 성형틀에 충전하였다. 충전이 끝난 후 즉시 -40°C의 온도에서 8~9시간 동안 급속동결 하고 동결이 끝난 후 건조 설비로 이송하여 50~60°C의 온도조건과 0.2torr의 진공도 하에서 약 5시간에 걸쳐 건조시켰다. 건조가 완료된 tablet상의 사료에 대하여 관능법으로 이취발생이 전혀 없음을 확인한 다음 이를 동결건조하여 동물사료로 사용하였다.

### 4. 동물의 사육 및 혈액채취

실험동물은 대한실험동물센터에서 체중 125g 내



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

외의 외견상 건강한 Sprague-Dawley종의 음성 흰쥐를 구입한 후 시판용 동물사료(한국화이자)를 급식시켜 체중 208g 내외가 된 것을 사용하였다. 이들 흰쥐를 4주간 일반사료 및 조제사료를 식이로 하여 사육한 후 공복상태에서 ethyl ether 마취 하에 개복하고, 복부대동맥, 췌장, 뒷 다리의 근육조직 등에서 혈액을 채취하였다. 채취한 혈액은 2000rpm에서 10분간 원심분리(Rotor No. 7, 한일과학)시킨 다음 상등액을 취하여 -60°C에서 보관하며 분석용 시료로 사용하였다.

### 5. 혈장 중성지질, 총 콜레스테롤 및 인지질의 분석

혈액 중의 중성지질 및 총 콜레스테롤 농도는 효소법을 이용하여 각각 Cholestezyme-V 및 Triglyzime-V(Eiken Co., Japan)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 측정 하였으며, 근육조직의 인슐린 함량은 Neville의 방법<sup>16)</sup>에 의하여 각각의 조직에 10배 정도의 1mM NaHCO<sub>3</sub> 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<0.05에서 분산분석(ANOVA)을 이용하여 검증하였으며, Duncan의 다중범위비교(Duncan's multiple range test)를 통하여 차이를 확인하였다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 혈장지질 농도에 미치는 영향

일반 동물사료와 본 연구에서 기능성 물질의 일환으로 사용한 동충하초 추출분말을 각각 0~5%(w/w) 첨가하고 동결건조시켜 제조한 사료를 4주간 식이로 제공하며 혈장 중성지질, 총 콜레스테롤 및 인지질 함량을 측정된 결과는 <Table 1>에 나타낸 바와 같았다.

즉, 무처리군에서의 이들 성분의 함량이 43.60, 103.38, 175.92mg/dL인데 비하여 1~2%(w/w) 처리군에서는 거의 변화를 보이지 않았으며, 3%(w/w) 처리군에서는 41.18, 100.06, 174.08 mg/dL였고, 5%(w/w) 처리군은 각각 39.61, 99.48, 173.00 mg/dL를 나타내었다. 처리량 3, 5%(w/w)에 따른 각 성분의 감소율은 각각 중성지질이 5.55, 9.15%, 총 콜레스테롤은 3.21, 3.77%였으며, 인지질은 1.05, 1.66%였다. 이러한 결과로 볼 때, 동충하초 추출분말 처리에 따른 중성지질, 총 콜레스테롤 및 인지질 함량 감소효과는 중성지질에서 가장 뛰어난 효과를 보인 반면 총 콜레스테롤 및 인지질 함량 감소에는 상대적으로 그 효과가 낮은 것으로 판명되었다. 눈꽃동충하초의 자실체와 균사체를 급여한 쥐의 간과 혈청 중성지질 농도는 고지방군에 비하여 유의하게 감소되었다는 고 등<sup>17)</sup>의 보고와 일치하는 경향을 나타내었다.

그러나 동충하초가 혈당농도에 미치는 구체적인 효과에 대하여는 연구가 미비한 반면, 일반 식용버섯류가 콜레스테롤 농도에 미치는 효과에 대하여는 많은 연구 보고가 있었는데, 느타리버섯의 경우 다당류 추출물은 혈청과 간의 콜레스테롤치 저하에 효과가 있었으며, 에탄올 불용해성 잔사부분은 간의 중성지질 함량 저하에 효과가 있었다고 하였다<sup>18)</sup>. 동충하초는 면역증강제로서의 효과가 있으며<sup>19)</sup>, 혈당강화 또는 콜레스테롤 저하효과에 대해서도 보고된 바 있다<sup>20-21)</sup>. 표고버섯 열수추출물 다당류는 간의 콜레스테롤과 중성지질 농도를 감소시키는 효과가 확인된 바 있으며<sup>22)</sup>, 영지버섯이 본태성 고혈압 쥐에서 간의 총 콜레스테롤, 중성지질 및 인지질 농도를 감소시킨다는 보고<sup>23)</sup>가 있었고, 본 연구에서 시료로 사용한 동충하초 밀리타리스를 첨가하여 사육한 쥐의 간 총지질, 콜레스테롤 및 중성지질이 감소되었다는 보고<sup>24)</sup>가 있었다. 동충하초의 항암효과도 널리 알려지고 있는데, 이는 주로 대부분의 담자균류 버섯에서 생산되는  $\beta$ -D-glucan poly-saccharide에 기인하고 cordycepin(3'-deoxyadenosine)에 의한 종양세포의 mRNA 합성저해에 의한다고 알려져 있다<sup>25)</sup>.

2. 흰쥐의 혈장 포도당 농도와 혈장, 췌장 및 근육 조직의 인슐린 함량에 미치는 영향

#### 2. 흰쥐의 혈장 포도당 농도와 혈장, 췌장 및 근육 조직의 인슐린 함량에 미치는 영향

동충하초 추출분말을 각각 0~5%(w/w) 첨가하고 동결건조시켜 별도로 제조한 사료를 4주간 식이로 제공하며 혈장 포도당 농도와 혈장, 췌장 및 근육조직의 인슐린 함량에 미치는 영향을 측정된 결과는 <Table 2>에 나타낸 바와 같았다. 즉, 혈장 포

<Table 1> Effect of *Cordyceps militaris* extract powder treating of triglyceride, total cholesterol and phospholipid in rat fed

Treating amount of CME*(w/w, %)	Concentration(mg/dL)		
	Triglyceride	Total cholesterol	Phospholipid
0	43.60±1.25**	103.38±2.63***	175.92±12.51
1	43.20±4.26	102.92±11.04	175.74±13.82
2	42.93±1.53	101.29±10.83	174.36±8.51
3	41.18±8.32	100.06±9.64	174.08±13.20
4	40.07±4.56	99.63±13.81	175.14±19.81
5	39.61±1.78	99.48±8.37	173.00±8.76

\* CME: Cordyceps militaris extract powder

\*\* 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 *Cordyceps militaris* extract powder treating of plasma glucose level and plasma, pan-creas and femur insulin levels in diabetic rat fed the experimental diets for 4 weeks

Treating amount of <i>Cordyceps militaris</i> extract powder(w/w,%)	Glucose (mg/dL)	Insulin		
		Plasma	Pancreas	Femur
		(micro U/mL)	(micro U/g wet wt)	(micro U/g wet wt)
0	326.5±19.8 <sup>1)2)</sup>	3.4±2.9	28.1±20.6	6.8±1.3
1	322.6±18.2	3.3±1.3	26.3±48.2	6.5±3.4
2	320.5±23.9	3.1±3.6	23.9±31.8	6.4±3.2
3	316.3±18.7	2.9±5.4	21.6±33.7	6.2±3.8
4	314.4±13.5	2.8±3.4	20.5±23.7	6.1±2.0
5	311.7±23.4	2.7±2.0	19.8±20.1	6.0±3.9

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  $p < 0.05$ .

도당 농도는 동충하초 추출분말 처리량이 증가할수록 감소하는 반비례의 관계를 나타내어 무처리군이 326.5mg/dL인데 비하여 1, 3, 5%(w/w) 처리군에서는 각각 322.6, 316.3, 311.7mg/dL로 측정되었다. 이러한 혈장 포도당 농도의 감소는 3%(w/w) 처리군의 경우 무처리군에 비하여 약 3.12%의 감소율을 나타내었으나 5%(w/w) 처리군의 경우는 무처리군에 비하여 약 4.53%, 3%(w/w) 처리군에 비하여는 약 1.45%의 감소율을 나타내어 처리량에 따른 비례적 감소는 아닌 것으로 밝혀졌다. 이러한 결과는 뽕잎을 투여한 당뇨성 쥐의 혈당강하 효과<sup>24)</sup>와 유사한 경향을 보이는 것으로 판단된다.

한편, 혈장, 췌장, 근육조직의 인슐린 분비량의 변화는 혈장 포도당 농도변화와 거의 유사한 경향을 보였는데, 3%(w/w) 처리군은 각각 2.9micro U/mL, 21.6, 6.29micro U/g wet wt를 나타내어 무처리군에 비하여 14.71, 23.13, 8.82%의 감소를 나타내었다. 결과적으로 동충하초 추출분말의 처리량과 인슐린 분비량 사이에는 처리량의 증가에 따라 지속적으로 인슐린 분비량이 감소하는 정의 상관관계가 나타났다.

이러한 결과는 성장기와 성숙된 쥐에 3%의 동충하초 밀리타리스 분말을 급여한 결과 혈당농도는 정상군과 비슷한 수준을 나타내었다는 고<sup>26)</sup>의 보고와는 차이를 보이는 결과였다.

#### IV. 요약

흰쥐에게 동충하초 추출분말 처리 사료를 식이한

결과 중성지방, 총 콜레스테롤 및 인지질 함량의 감소효과는 중성지방에서 가장 뛰어난 효과를 보인 반면 총 콜레스테롤 및 인지질 함량 감소에는 상대적으로 그 효과가 낮은 것으로 판명되었다. 이 때, 이들 지질성분의 함량 감소에 미치는 동충하초 추출분말의 처리효과는 3%(w/w)가 적정수준이었다. 혈장 포도당 농도는 동충하초 추출분말 처리량이 증가할수록 감소하는 반비례의 관계를 나타내었으나 처리량의 증가에 따른 비례적 감소는 아닌 것으로 밝혀졌다. 혈장, 췌장, 근육조직의 인슐린 분비량의 변화는 혈장 포도당 농도변화와 거의 유사한 경향을 보였는데, 동충하초 추출분말의 처리량과 인슐린 분비량 사이에는 처리량의 증가에 따라 지속적으로 인슐린 분비량이 감소하는 정의 상관관계가 도출 되었다.

#### ■ 참고문헌

- 1) 고진복 : 동충하초 균사체가 흰쥐의 성장률, 지질대사 및 단백질 농도에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 31: 685-690, 2002.
- 2) Samson, R.A., Evans, H.C. and Latge, J.P.: Atlas of Entomopathogenic fungi. Springer, Heidelberg, 189-196, 1988.
- 3) Kobayashi, Y. and Shimizu, D. : Iconography of vegetable wasps and plant worms. Hoikusha Pub. Co., Ltd., Osaka, 280-285, 1983.
- 4) 성한수 : 한국의 동충하초, 교학사, 13-18, 1996.
- 5) Jianzhe, Y., Xiaolan, M., Yichen, Z. and Huaan, W.

- : *Icons of Medical Fungi from China*. Science Press, China, 575-585, 1989.
- 6) Shimizu, D. : Color iconography of vegetable wasps and plant worms. Seibundo Shinkosha, Japan. 381-387, 1994.
  - 7) Zhu, J.S., Halpern, G.M. and Jones, K. : The scientific rediscovery of an ancient Chinese herbal regmen, *Cordyceps sinensis* Part I. *J. Altern Complement Med.*, 4: 289-303, 1998.
  - 8) Zhu, J.S., Halpern, G.M. and Jones, K. : The scientific rediscovery of an ancient Chinese herbal regmen, *Cordyceps sinensis* Part II. *J. Altern Complement Med.*, 4: 2429-2457, 1998.
  - 9) 한국식품공업협회 : 식품공전, 2003.
  - 10) Sung, J.M., Yu, Y.B. and Cha, D.Y. : Mushroom science, Kyohaksa, Seoul, 569-570, 1998.
  - 11) Ying, J., Mao, X., Ma Q., Zong, Y. and Wen, H. : *Icons of medical fungi from China*. Science Press, Beijing, China, 60-85, 1987.
  - 12) 이해미, 이여진, 박태선 : 밀리타리스동충하초의 종양성장 및 면역조절 기능. 한국식품영양과학회지, 33: 59-65, 2004.
  - 13) 오세욱, 김선희, 송효남, 한대석 : 등충하초 품종별 영양성분 비교. 한국식품과학회지, 35: 15-22, 2003.
  - 14) Kuo, Y.C., Lin, C.Y., Tasi, W.J., Wu, C.L., Chen, C.F. and Shiao, M.S. : Growth inhibitors against tumor cells in *Cor-dyceps sinensis* other than cordycepin and polysaccharides. *Cancer Invest.*, 12: 611-615, 1994.
  - 15) Shen, Q. and Chen, S. : Effect of *Cordyceps militaris* on the damage of rats induced by n-hexane. *Zhong Yao Cai.*, 24:112-116, 2001.
  - 16) Neville, D.M. : Isolation of an organ specific protein antigen from cell-surface membrane of rat liver. *Biochim. Biophys. Acta.*, 154: 540-552, 1968.
  - 17) 고진복, 최미애 : 눈꽃동충하초가 고지방 식이를 섭취한 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 32: 238-243, 2003.
  - 18) Bobek, P., Ginter, P., Kuniak, L., Jourcovicova, M., Ozdin, L. and Cerven, J. : Effect of mushroom *Pleurotus ostreatus* and isolated fungal polysaccharide on serum and liver lipid in Syrian hamsters with hyperlipoproteinemia. *Nutrition*, 7:105-109, 1991.
  - 19) Kou, Y.C., Tsai, W.J., Shiao, M.S., Chen, C.F. and Lin, C.Y.: *Cordyceps sinensis* as an immunomodulatory agent. *Am. J. Chin. Med.*, 24: 111-125, 1996.
  - 20) Kiho, T., Hui, J., Yamane, A. and Ukai, S. : Polysaccharides in fungi, XXXII. Hypoglycemic activity and chemical properties of a polysaccharide from the cultural mycellium of *Cordyceps sinensis*. *Biol. Pharm. Bull.*, 16: 1291-1293, 1993.
  - 21) Kiho, T., Yamane, A. Hui, J., Usui, S. and Ukai, S. : Polysaccharides in fungi, XXXVI. Hypoglycemic activity of a poly-saccharide(CS-F30) from the cultural mycellium of *Cordyceps sinensis* and its effect on glucose metabolism in mouse liver. *Biol. Pharm. Bull.*, 19: 294-296, 1996.
  - 22) Yeaul, K. and Shuichi, K. : Dietary mushroom reduce blood pressure in spontaneously hypertensive rats. *J. Nutr. Sciki-taminol*, 35: 91-96, 1989.
  - 23) 최미연, 임상선, 정태영 : 표고버섯의 열수추출 다당류가 발암원을 첨가 급여한 흰쥐의 지질대사에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 29: 294-299, 2000.
  - 24) 유수경, 김미지, 김진원, 이순재 : YK-209 빵잎이 Streptozotocin 유발 당뇨병 소장의 이당류분해 효소활성과 혈당강하에 미치는 영향. 한국식품영양과학회지, 31: 1071-1077, 2002.
  - 25) Furuya, T., Hirofani, M. and Matsuzawa, M. : N6-(2-hydroxyethyl)a-denosine. A biologically active compound from cultured mycelia of *Cordyceps and Isaria species*. *Phyto-chemistry*, 22: 2509-2512, 1983.
  - 26) 고진복 : 동충하초 밀리타리스가 고지방 식이를 섭취한 흰쥐의 지질대사, 단백질 수준 및 효소활성도에 미치는 영향. 한국영양과학회지, 35: 414-420, 2002.