

## 누에고치 산 가수분해물의 단백질의 질적 평가와 고콜레스테롤, 고지질, 고당질식이 흰쥐의 혈장지질에 미치는 영향

- 연구노트 -

황은희<sup>†</sup> · 강병기\* · 김복량\*\* · 이형자

원광대학교 식품영양학과

\*원광대학교 한의과대학 내과학교실

\*\*원광대학교 의과대학 생화학교실

## Protein Quality Evaluation and Effect of Plasma Lipid Contents of Acid Hydrolysates of Cocoon in Rats Fed by High Cholesterol, High Triglyceride and High Sucrose Diet

Eunhee Hwang<sup>†</sup>, Byunggi Kang\*, Bokryang Kim\*\* and Hyoung Ja Lee

Dept. of Food and Nutrition, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

\*Dept. of Internal, Oriental Medical School, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

\*\*Dept. of Biochemistry, College of Medicine, Wonkwang University, Iksan 570-749, Korea

### Abstract

Acid hydrolysates of cocoon was gained by acid hydrolysis of 2 N HCl, 110°C, 48 hours, neutralization and desalting from the cocoon. The amino acid compositions of acid hydrolysates of cocoon were glycine 43.25%, alanine 34.39%, serine 10.05% and valine 2.44%. The contents of essential amino acid was 10.05%. Food efficiency ratio of acid hydrolysates of cocoon group was equal to the reference protein, casein. Liver weight, GOT, GPT activity, serum albumin and serum total protein level of rats were not significantly different among the experimental groups. Therefore, the protein acid hydrolysates of cocoon is not of high quality. When the rat fed with high cholesterol, high lipid, and high sucrose diet was administered with 5% acid hydrolysates of cocoon, its plasma lipids concentration of acid hydrolysates of cocoon was favorably affected: its triglyceride was decreased, and the level of phospholipid and HDL cholesterol were increased. There was also an unfavorable effect: the levels of LDL cholesterol and total cholesterol went up. Therefore, the acid hydrolysates of cocoon is not a good protein food source, but it can be used as cosmetic, medical, or packing material. Further research will reveal how it will affect or improve plasma lipid.

**Key words:** acid hydrolysates of cocoon, protein quality evaluation, plasma lipid

### 서 론

자원의 많은 부분을 외국에 의존해야 하는 우리나라의 현 상황에서 흔한 단백질 공급원으로부터 부가가치가 높은 기능성 단백질을 만들어 내기 위한 연구는 최근 수년간 많은 관심과 성과를 얻고 있다.

단백질의 가수분해 산물로 얻어지는 유리아미노산, 올리고펩타이드 및 저분자 단백질은 고유의 기능을 가지므로 새로운 생물활성 소재로 이용될 가능성이 큰데(1), 아미노산이 생물기능의 출발물질이라면 펩타이드는 생명현상을 시작하는 요소로서 생리활성 펩타이드들은 원료 단백질의 종류, 이용효소, 분해조건, 정제 방법에 따라 다양한 형태로 개발되고 있다(2). 단백질이 가수분해되면 분자량이 감소하고 전하가 변하며, 분자구조변화에 따른 소수성 잔기가 노출되어 만들

어지는 펩타이드는 본래의 단백질과는 다른 물리화학적 특성을 보이게 된다(3). 일반적으로 펩타이드는 본래의 단백질에 비해 용해성이 높아서 식품으로 사용될 때 열변성이 적고 고농도 용액에서는 점도가 낮아 이유식 등에 응용되고 있다. 또 적절한 분자량의 펩타이드는 유효능이 우수하며 젤형성능이나 수분 및 지방흡수력도 높은 것으로 알려져 있다(4,5). 이러한 단백질 자원 중의 하나로 이용되는 누에고치는 5000년 이상 인류의 사랑을 받아온 대표적인 단백질 함유로서 가볍고 따뜻하여 양모와 함께 고급 천연 섬유재료로 사용되어 왔다(6). 그러나 실용성과 가격면에서 옷감으로서 경쟁력이 떨어지는 누에고치를 새로운 분야에 응용하려는 개발과정에서 섬유재료의 한계를 뛰어 넘어 화장품, 식품, 의약품재료 등의 새로운 기능성 소재로서의 연구가 시도되었다(7-10).

누에고치의 주성분은 피브로인 단백질로서 정련, 산 또는

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: ehhwang@wonkwang.ac.kr  
Phone: 82-63-850-6658. Fax: 82-63-850-7301

알칼리 가수분해, 중화, 분말화 과정을 거쳐 실크분말로 제조되어 로손, 핸드크림, 영양크림, 입욕제, 맛사지크림 등의 화장품 재료로, 음료수, 국수, 과자, 식품첨가제, 질병치료제 등의 식품분야에, 수술용봉합사, 인공피부, 연질콘택트렌즈 등의 의료용재료 또는 분해성 포장재료 등으로 응용하려는 연구가 시도되고 있다(11,12).

식재료로서 견피브로인에 관한 연구는 1980년대에 일본에서 시작되어(7,8,13) 흰쥐에서 알콜분해 기능, 혈액콜레스테롤 저하 효과가 있었다는 보고가 있으며(14), 우리나라에서는 누에고치의 식용화기술과 건강증진 효과, 식용실크분말의 제조와 방법(15,16)이 소개되었고 견피브로인의 약리 치료효과 검색에 관한 연구(17)에서 인슐린비의존형 당뇨병 유발 흰쥐에 피브로인을 투여한 결과 당뇨병 억제 효과가 있는 것으로 보고되었다.

본 실험에 사용한 실험재료는 누에고치를 산가수분해 시켜 만든 것으로 단백질급원 식품재료로서의 유용성을 알아보기 위하여 아미노산 조성과 실험동물을 이용하여 간략한 단백질의 질적 평가를 하였고, 고콜레스테롤, 고중성지질, 고설탕식을 섭취한 흰쥐의 혈장지질에 대한 효과를 알아 보았다.

### 재료 및 방법

#### 누에고치 산가수분해물의 제조

**전처리(정련)**: 원료 누에고치는 기름류, 다당류 또는 불순물등이 부착되어 있어 이를 제거하기 위하여 4~5 cm 크기로 자른후 0.5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>용액에서 98°C, 30분간 2회 정련하였다.

정련한 누에고치의 산가수분해는 Chen 등(5)의 방법에 준하였다. 100배량의 2 N HCl 용액에서 100°C, 48시간 가수분해 한후 물방울이 떨어지지 않을 정도로 짠 다음, 산에 의한 누에고치의 가수분해 반응을 강력 신속하게 하기 위하여 고압솥에 넣어 125°C에서 1시간씩 3회 습열처리를 반복하였다. 산 및 습열 처리한 누에고치는 강산성을 띄고 있어 생물체에 나쁜 영향을 주기 때문에 5% NaOH 용액으로 누에고치가 담긴 용액이 pH 7.0으로 될 때까지 가하여 중화용액에서 하루 동안 방치하고 다음날 중화용액에서 꺼내었다. 미량의 유해이온을 제거하기 위하여 5%식염수 용액에서 끓인 후, 식염을 제거하기 위하여 수돗물로 1일간 수세한 후, 감압 건조시켰다. 건조된 누에고치 산가수분해물은 강도가 낮아 쉽게 절단, 분말화되어 분쇄기를 이용하여 가루로 만들었다.

#### 누에고치 산 가수분해물의 아미노산 조성

누에고치 산가수분해물의 아미노산 분석은 HPLC 시스템을 사용하였다(Waters 600S, controller, Waters 626 pump, Waters 486 tunable absorbance detector, HP 3395 integrator, Waters CO, USA).

아미노산의 검출은 254 nm에서 흡광도를 측정하고 아미노산 표준물질은 Pierce사의 free amino acid standard H를

사용하였으며 조성비는 각 peak의 면적을 표준 피크에 대한 면적비로서 상대적 몰(mole) 농도로 계산하였고, 전체 아미노산의 몰수에 대한 각 아미노산의 백분율값으로 계산하였다.

#### 실험동물 및 식이

실험동물은 생후 4주된 Sprague-Dawley종 흰쥐(SD-rat)를 대한실험동물센터로부터 구입하여 정상사료(삼양배합사료)로 1주일간 적응시킨 뒤 체중을 고르게 7마리씩 8군으로 나누었다. 정상사료군을 control군으로 하고, 정상사료에 5% 카제인 첨가하여 비교단백군(정상사료+5% 카제인)으로 하고(18), 정상사료에 5%를 누에고치 산가수분해물을 가한 군(정상사료+5% 누에고치 산가수분해물군), 그리고 누에고치 산가수분해물의 식용으로의 부적합성 등을 고려하여 낮은 농도인 1% 누에고치 산가수분해물을 정상사료에 첨가한 군(정상사료+1% 누에고치 산가수분해물군)으로 하여 비교하였다.

누에고치 산가수분해물이 고콜레스테롤, 고중성지질, 고설탕식을 섭취한 흰쥐의 혈장지질에 미치는 영향을 알아보기 위한 실험군은 정상사료에 각각 1%콜레스테롤, 20%라이드, 70%설탕 첨가식을 만들고 이들 세군에 각각 5% 누에고치 산가수분해물을 섭취시켜 비교하였다. 본 실험에서 사용한 70%설탕 첨가식은 고설탕식이와 간 구성지질(19), 간의 당신생반응(20) 및 고중성지질혈증(21)에 대한 연구에서 식이 총 열량의 63~70%를 설탕으로 한 선행연구들에 근거하였다. 정상사료의 구성은 Table 1과 같다.

#### 식이효율

실험동물의 사료섭취량과 체중은 하루에 한번씩 일정시간에 측정하고 식이효율은 실험기간동안의 체중증가량을 실험일수로 나누어 1일 체중증가량을 구한 다음 1일 사료섭취량으로 나누어 계산하였다.

#### 간 무게와 간효소 활성 및 혈장단백질의 측정

흰쥐를 실험사료로 4주동안 사육한 후 12시간 절식시키고 ethyl ether로 약하게 마취하여 개봉한 후 EDTA를 항응고제로 하여 심장천자로 채혈하였다. 채혈한 혈액은 3000 rpm에서 15분간 원심분리하여 혈장을 얻었다. 간을 적출하여 간에 붙어있는 지방을 제거하고 여과지로 표면의 수분을 제거한 뒤 간의 무게를 측정하였다.

GOT 및 GPT의 활성도 측정은 혈청 transaminase 측정용

Table 1. Nutritional composition of normal diet

Nutrient	g/100 g diet
Casein	16
Cornstarch	64
Soybean oil	10
Cellulose	5
DL-Methionine	0.3
Choline chloride	0.2
AIN-mineral mixture 76	3.5
AIN-vitamin mixture 76	1

kit시약(아산제약, 한국)을 이용하였고 혈장 알부민과 총단백질 함량은 혈액자동분석기(Spotchem, Daiichi Co., Japan)로 분석하였다.

**혈장 지질함량의 측정**

흰쥐 혈청의 중성지질, 인지질, 고밀도 지단백질(high density lipoprotein, HDL), 저밀도 지단백질(low density lipoprotein, LDL), 총콜레스테롤 농도는 효소법에 의한 kit시약(Eiken Chemical Co., Japan)을 사용하여 분석하였다.

**통계분석**

실험결과는 SAS Program을 이용하여 평균값과 표준오차를 구하였고 Duncan's multiple range test로 p<0.05 수준에서 유의성 검정을 하였다.

**결과 및 고찰**

**단백질의 질적 평가**

**실크분말의 아미노산 조성 :** 누에고치를 산가수분해물의 아미노산 조성은 Table 2와 같다.

누에고치 산가수분해물은 17종의 아미노산이 함유된 것으로 나타났다. Glycine이 43.25%로 가장 많고 alanine이 34.39%로서 이 두가지 아미노산이 전체 아미노산의 77.64% 차지하였다. 다음 serine(10.05%), valine(2.44%) 순으로 필수아미노산은 7.12%를 차지하였다.

平林이 분석한 누에고치의 아미노산 구성(7), Nam과 Oh(17)가 분석한 전피브로인의 아미노산 분석과 비교하면 아미노산의 절대함량은 다르나, 전반적인 아미노산 함량 비율은 유사하였다.

누에고치 산가수분해물의 소화흡수율이 90%이상으로 알려져 있는데(8) 누에고치 산가수분해물의 주요 아미노산인

**Table 2. Amino acid composition of acid hydrolysis product of cocoon**

Amino acid	%
Gly	43.25
Ala	34.39
Ser	10.05
Val	2.44
Asp	1.95
Glu	1.69
Pro	1.35
Thr	1.19
His	0.86
Leu	0.66
Ile	0.61
Arg	0.59
Lys	0.40
Phe	0.27
Met	0.12
Cys	0.01
Trp	0.01

glycine, alanine, serine은 구조가 단순한 대표적 아미노산으로서 측쇄가 없거나 아주 짧으므로 펩타이드 골격에 유연성을 증가시키거나(1) 생체내에서 다른 고분자 화합물의 생합성에 기질물질로 사용되리라 예상된다.

**식이 효율 :** 4주간의 실험사료로 사육한 흰쥐의 사료이용효율은 Table 3과 같다.

정상사료군에 비하여 5% 카제인, 5% 누에고치 산가수분해물, 1% 누에고치 산가수분해물을 첨가한 실험군의 사료이용효율이 높았다. 정상사료의 카제인 함량이 16%이므로 1~5%의 단백질을 첨가함으로써 성장에 효과를 준 것으로 생각되며 비교단백질인 카제인과 누에고치 산가수분해물의 식이 이용효율이 같은 결과를 보여 누에고치 산가수분해물도 흰쥐의 성장에 카제인과 동일한 효과를 갖는 것으로 평가된다.

**간의 무게 및 간효소 활성 :** 실험동물의 간무게와 간효소 활성은 Table 4와 같다.

실험동물에서 장기 성장의 대표적 지표로 사용되는 간의 무게는 7.28±0.44~8.38±1.03 g으로서 실험군간의 유의적 차이를 보이지 않았다. GOT 활성은 20.42±8.42~28.31±16.93 unit/L이고 GPT 활성은 5.13±0.76~7.63±3.09 unit/L로서 실험군간에 유의적 차이가 없어 1~5% 누에고치 산가수분해물의 첨가는 흰쥐의 간무게와 간효소 활성에는 영향을 알 수 있었다.

**혈청 알부민 및 총단백질 함량 :** 실험동물의 혈청알부민과 총단백질 함량은 Table 5에 정리하였다.

흰쥐의 혈청 알부민농도는 2.71±0.18~0.86±0.14 g/dL,

**Table 3. Food intake, weight gain and food efficiency ratio**

	Food intake (g/day)	Weight gain (g/day)	FER
Normal diet	20.5±2.5 <sup>1)NS2)</sup>	4.18±0.04 <sup>b3)</sup>	0.21±0.05 <sup>b</sup>
+5% casein	19.9±3.0	5.36±0.08 <sup>d</sup>	0.27±0.04 <sup>a</sup>
+1% acid hydrolysates of cocoon	19.7±4.8	5.03±0.05 <sup>d</sup>	0.26±0.09 <sup>a</sup>
+5% acid hydrolysates of cocoon	19.6±3.8	5.60±0.05 <sup>a</sup>	0.28±0.05 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Values are Mean±SD of seven rats.

<sup>2)</sup>NS: not significantly different.

<sup>3)</sup>Values in a column are significantly different with superscript (p<0.05).

**Table 4. Weight of liver, GOT and GPT level of plasma in rats**

	Liver weight (g)	GOT (unit/L)	GPT (unit/L)
Normal diet	8.04±0.46 <sup>1)NS2)</sup>	28.31±16.93 <sup>NS</sup>	7.63±30.5 <sup>NS</sup>
+5% casein	8.36±1.03	20.76± 6.59	7.32±3.17
+1% acid hydrolysate of cocoon	7.55±1.08	20.42± 2.82	5.13±0.76
+5% acid hydrolysate of cocoon	7.28±0.44	20.50± 3.14	5.28±4.07

<sup>1)</sup>Mean±SD.

<sup>2)</sup>NS: not significantly different.

Table 5. Albumin and total protein in plasma of rats

	Albumin (g/dL)	Total protein (g/dL)
Normal diet	2.75±0.15 <sup>1)NS2)</sup>	6.23±0.13 <sup>NS</sup>
+5% casein	2.71±0.98	6.50±0.27
+1% acid hydrolysates of cocoon	2.80±0.08	6.35±0.19
+5% acid hydrolysates of cocoon	2.86±0.14	6.37±0.21

<sup>1)</sup>Mean±SD.

<sup>2)</sup>NS: not significantly different.

총단백질 함량은 6.23±0.13~6.50±0.27 g/dL로서 실험군간 차이가 없었다. 혈청총단백질 농도는 체내 아미노산 요구량과 각 단백질의 합성율을 반영하여 체내단백질 상태를 평가하는데 유효한 지표로 사용되고 있으며 총단백질의 50~60%를 차지하는 알부민농도를 측정하는 것이 단백질 영양상태를 더 빨리 알 수 있는데(22), 본 실험에서는 누에고치 산가수분해물의 첨가가 흰쥐의 혈액 총단백질, 알부민 함량에 영향이 없었다.

**혈장지질 효과**

5% 누에고치 산가수분해물이 1% 콜레스테롤, 20% 라아드, 70% 설탕첨가식을 섭취한 흰쥐의 혈액지질농도에 미치는 효과에 대한 실험결과는 Table 6과 같다.

**중성지질 :** 각 실험군의 혈장 중성지질 농도는 44.5±7.3~69.8±20.3 mg/dL로서 1% 콜레스테롤, 20% 라아드, 70% 설탕 첨가군이 정상사료군보다 높았는데 이들 세군 모두 5% 누에고치 산가수분해물의 첨가로 혈장중성지질을 낮추었다.

Park(23)은 흰쥐에 고콜레스테롤, 고지질, 고설탕사료를 섭취시켰을 때, 고설탕사료군의 중성지질이 가장 높다고 하였으며, Choi와 Han(24), Han과 Choi(25)의 실험에서는 사료 중 60%의 고콜레스테롤사료가 당뇨쥐의 중성지질을 낮추었다. Jung과 Sung(26)은 8%카제인 사료군에서 마그네슘수준이 증가할수록 중성지방이 감소하였다고 보고하였으며, Cho 등(27)은 당뇨환자가 누에분말을 섭취하였을 때 혈중지질농도를 저하시킨 결과를 얻었다. 또한 MacDonald와 Braithwaite(28)는 고당질식이 중성지질을 높였다고 보고하여 고설탕, 고당질식은 중성지질을 증가시키는 경향이었고, 고단백질·마그네슘, 누에분말은 감소시켰는데 본 실험에서도 유사한

결과를 보여 5% 누에고치 산가수분해물은 고지질, 고콜레스테롤, 고설탕사료를 섭취한 흰쥐의 혈중 중성지질농도를 감소시키는 효과가 있었다.

**인지질 :** 각 실험군의 혈장 인지질농도는 85.0±6.8~137.8±4.1 mg/dL로서 고콜레스테롤, 고지질, 고설탕사료군 모두에서 5% 누에고치 산가수분해물의 첨가는 혈장 인지질을 유의적으로 증가시켰다.

**HDL :** 각 실험군의 HDL농도는 28.0±3.5~67.2±3.9 mg/dL로서 3군 모두에서 5% 누에고치 산가수분해물 의해 HDL이 증가하였다. Park(23)의 연구에서는 고설탕사료시 HDL-콜레스테롤이 증가하였는데, 본 실험에서도 5% 누에고치 산가수분해물이 HDL을 높히는데 효과가 있었다.

**LDL :** 각 실험군의 LDL농도는 30.5±11.1~100.4±21.3 mg/dL로서 정상사료군에 비하여 고콜레스테롤, 고지질사료가 흰쥐의 LDL을 높혔으나, 70% 고설탕사료는 LDL을 낮추었다. 반면에 고콜레스테롤, 고지질, 고설탕사료에 비하여 누에고치 산가수분해물 첨가는 오히려 LDL을 높혀 이에 대한 심층적 연구가 필요하다고 생각된다.

**총콜레스테롤 :** 각 실험군의 총콜레스테롤 농도는 90.7±15.9~172.3±25.3 mg/dL로서 고설탕사료군에서는 총콜레스테롤이 낮았다. 그러나 고콜레스테롤, 고지질사료에서는 흰쥐의 혈장 총콜레스테롤이 높았는데 누에고치 산가수분해물에 의하여 총콜레스테롤이 모두 높아짐을 알 수 있었다.

다른 연구들(13,14)에서는 견피브로인이 혈액 총콜레스테롤을 낮추었다고 보고하였고, Forsythe 등(29)은 혈장 총콜레스테롤 수준은 공급하는 단백질의 종류에 따라 달라진다고 하였다. Choi와 Han(24)은 60% 고콜레스테롤 사료시 당뇨쥐에서 총콜레스테롤 저하효과가 없었다고 하였으며, 당뇨환자에서 누에분말의 섭취가 총콜레스테롤에는 영향을 주지 않았다는 Cho 등(27)의 보고가 있어 사료에 따라 총콜레스테롤에 대한 효과가 다르게 나타났는데 본 실험에서는 5% 누에고치 산가수분해물이 고콜레스테롤, 고지질, 고설탕사료군에서 총콜레스테롤을 증가시켰다. 이에 대해서는 누에고치 산가수분해물을 구성하는 펩타이드의 분석 등 심층적인 연구가 요구된다.

견피브로인의 분자량은 수십만이상의 고분자로서 그대로

Table 6. Plasma triglyceride (TG), phospholipid (PL), HDL, LDL, total cholesterol (T-Chol) level of rats fed by experimental diet (mg/dL)

	TG	PL	HDL	LDL	T-Chol
Normal diet	54.7± 1.3 <sup>1)ab2)</sup>	120.5± 8.7 <sup>c</sup>	36.0±1.9 <sup>d</sup>	57.6± 8.1 <sup>cd</sup>	110.5±12.9 <sup>f</sup>
+1% cholesterol	69.8±20.3 <sup>a</sup>	85.0± 6.8 <sup>d</sup>	28.0±3.5 <sup>c</sup>	77.8± 8.0 <sup>bc</sup>	118.5±15.5 <sup>h</sup>
+1% cholesterol 5% acid hydrolysates of cocoon	44.5± 7.3 <sup>b</sup>	150.8±10.9 <sup>ab</sup>	58.0±6.2 <sup>b</sup>	100.4±21.3 <sup>a</sup>	172.3±25.3 <sup>a</sup>
+20% lard	60.4± 8.9 <sup>ab</sup>	129.4±19.8 <sup>c</sup>	48.0±4.8 <sup>f</sup>	72.9± 8.6 <sup>bc</sup>	133.2±11.8 <sup>b</sup>
+20% lard, 5% acid hydrolysates of cocoon	44.7±19.7 <sup>b</sup>	163.2± 3.9 <sup>a</sup>	67.2±3.9 <sup>a</sup>	85.2±10.8 <sup>ba</sup>	161.3±11.4 <sup>g</sup>
+70% sucrose	68.5±28.4 <sup>a</sup>	126.5±17.8 <sup>c</sup>	46.5±5.6 <sup>f</sup>	30.5±11.1 <sup>c</sup>	90.7±15.9 <sup>f</sup>
+70% sucrose 5% acid hydrolysates of cocoon	50.7±14.9 <sup>ab</sup>	137.8± 4.1 <sup>bc</sup>	52.7±5.2 <sup>bc</sup>	45.6± 6.9 <sup>de</sup>	108.3± 9.5 <sup>bc</sup>

<sup>1)</sup>Values are Mean±SD of seven rats.

<sup>2)</sup>Values in a column are significantly different with superscript (p<0.05).

는 응용이 어렵기 때문에 저분자화시켜 수용성으로 만든다. 이를 위해 피브로인 분자간의 결합을 절단하는데 주로 염산, 황산, 염산 및 게미산 등을 이용한 산가수분해 방법과 수산화 나트륨을 이용한 알칼리 가수분해가 이용된다(4,5). 이들 가수분해물은 펩타이드 결합이 절단되어 수용성 분말을 제조할 수 있다. 본 실험에서는 누에고치 산가수분해물의 분자량은 분석하지 않았으나 Kim과 Bae(30)는 본 실험에 사용한 농도와 동일한 2 N 염산 가수분해법으로 견피브로인을 가수분해하였을 때 분자량 3,000이하의 저분자 펩타이드였다고 보고하였고, Lee 등(31)도 본 실험과 같은 방법으로 만든 누에고치 산가수분해물의 분말에서 60% 정도의 유리아미노산과 40% 정도의 올리고펩타이드를 얻었다고 하였는데 누에고치 산가수분해물의 생리활성 기능은 아미노산보다는 이들 저분자량의 펩타이드에 기인하는 것으로 사료되어 이들 펩타이드들에 대한 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

종합적으로 누에고치 산가수분해물의 첨가가 흰쥐의 사료 이용효율에서는 카제인과 같은 성장효과를 나타냈으나, 간 무게와 간효소활성 및 혈청 알부민, 혈청 총단백질의 함량에는 영향을 미치지 않는 것으로 나타나 누에고치 산가수분해물이 단백질 식품급원으로는 사용가치가 적음을 알 수 있었다. 그러나 견피브로인의 가수분해물이 혈당강하, 고혈압 개선 등에 도움이 되는 것으로 보고되었고(16) 누에와 관련된 누에분말(32), 팥잎 등(32-34)도 이러한 기능이 알려져 있으므로 누에고치 산가수분해물도 일부 구성 펩타이드들에 의한 생리활성기능이 기대되고 이에 대한 연구가 있어야 할 것으로 사료된다.

## 요 약

누에고치를 2 N HCl 용액으로 110°C, 48시간 가수분해한 후 증화하여 냉동건조하여 얻은 누에고치 산가수분해물의 아미노산 조성은 glycine이 43.25%, alanine이 34.39%, serine 10.05%, valine이 2.44%였고 필수 아미노산은 7.12% 차지하였다. 누에고치 산가수분해물의 사료이용효율은 카제인과 같았다. 1~5% 실크분말의 첨가에 의한 간의 무게, 간효소활성(GOT, GPT), 혈청알부민, 혈청 총단백질의 함량은 영향이 없어 단백질의 질이 낮은 것으로 평가되었다. 흰쥐에 콜레스테롤, 고지질, 고설탕사료를 각각 섭취시키면서 5% 누에고치 산가수분해물을 첨가하였을 때 혈장 지질농도에 미치는 영향은 중성지질의 감소, 인지질과 HDL의 증가 등 혈액지질조성에 바람직한 결과를 보였으나, LDL과 총콜레스테롤을 높히는 좋지 못한 효과도 나타냈다. 그러므로 누에고치 산가수분해물은 단백질 급원 식품으로보다는 이를 이용한 펩타이드의 생리기능 또는 식용 이외의 화장품재료, 의약품재료, 포장재 등과 기타 물리 화학적 특성을 기초로 한 다양한 범위의 응용이 더욱 적합하다고 생각되며, 혈액지질 개선효과에 대해서는 심층적인 연구가 필요하다.

## 감사의 글

본 연구는 1999년도 원광대학교의 교비지원에 의하여 수행되었으며, 그 지원에 감사드립니다.

## 문 헌

- Nam, H.S.: Market tendency and development of physiological active peptide. *Kor. J. Food Ind. Nutr.*, **4**, 17-19 (1999)
- Lee, C.H.: Application and development of protein sources. *Kor. J. Food Sci. Ind.*, **25**, 93-100 (1992)
- Rupnow, J.II.: Proteins: Biochemistry and Application in Encyclopedia of Food Science and Technology, Hui, Y.H. (ed.), John Willy and Son Inc, NY, Vol. 3, p.2182 (1992)
- Lu, X., Akiyama, D. and Hirabayashi, K.: Production of silk powder and properties. *J. Seric. Sci. Jpn.*, **63**, 21-27 (1994)
- Chen, K., Takanono, R. and Hirabayashi, K.: Production of soluble fibroin powder by hydrolysis with hydrochloric acid and physical properties. *J. Seric. Sci. Jpn.*, **60**, 358-362 (1994)
- 남중희, 신봉섭: 실크과학. 서울대학교 출판부, p.20-89 (1998)
- 平林 潔, 陳 開利: 絹繊維の食品素材としての活用. *New Food Industry*, **31**, 1-4 (1991)
- Chen, K., Iura, K., Aizawa, R. and Hirabayashi, K.: The digestion of fibroin by rat. *J. Seric. Sci. Jpn.*, **60**, 402-403 (1991)
- 間和夫: 絹の多面的利用の可能性. *蚕糸科學の技術*, **33**, 10-13 (1995)
- 平林 潔, 渡邊 誠, 鈴木 誠: 絹のゲル化の應用(食品). *Seni Gakkashi(纖維と工業)*, **45**, 263-267 (1989)
- 平林 潔, 陳 開利: 絹利用の多目的展開. *蚕糸科學の技術*, **32**, 24-27 (1994)
- Lee, Y.W.: Method and preparation of silk powder. *Kor. J. Monthly Seric.*, **16**, 16-20 (1996)
- 平林 潔, 平岩 陽: 絹を食へる. *New Food Industry*, **5**, 17-20 (1993)
- Sugiyama, K., Kushima, Y. and Muramatsu, K.: Effect of sulfur containing amino acid and glycine on plasma cholesterol level in rats fed on a high cholesterol diet. *Argic. Bio. Chem.*, **49**, 3455-3461 (1985)
- Lee, S.G.: Edible usage technology of the cocoon on functional food. *Kor. J. Food Industry*, **136**, 7-13 (1996)
- Lee, S.G.: Health promotion effect and edible technique of the cocoon. *Kor. J. Monthly Seric.*, **20**, 20-24 (1997)
- Nam, J.K. and Oh, Y.S.: A study of pharmacological effect of silk fibroin. RDA, *Kor. J. Agric. Sci.*, **37**, 145-157 (1995)
- 이기열, 이양자: 고급영양학. 신평출판사, 103-105 (1990)
- Podolin, D.A., Sutherland, E., Iwahashi, M., Simon, F.R. and Pagliassotti, M.J.: A High sucrose diet alters the lipid composition and fluidity of liver sinusoidal membranes. *Horm. Metab. Res.*, **30**, 195-199 (1998)
- Bizeau, M.E., Thresher, J.S. and Pagliassotti, M.J.: A high sucrose diet increases gluconeogenic capacity in isolated periportal and perivenous rat hepatocytes. *Am J. Physiol. Endocrinol. Metab.*, **280**, E695-E702 (2001)
- Sebokova, E., Klimes, I.L., Knopp, J., Gasperikova, D., Bohov, P., Langer, P. and Clandinin, M.T.: Regulation on gene expression and activity of malic enzyme in liver of hereditary hypertriglyceridemic (hHTG) insulin resistant rat: effect of dietary sucrose and marine fish oil. *Endocr. Regul.*, **Mar**, **30**, 5-12 (1996)
- 김화영, 강병희, 조미숙: 영양상태판정. 신평출판사, p.250-252 (2000)

23. Park, O.J. : Plasma lipids and fecal excretion of lipids in rats fed a high fat diet, a high cholesterol diet or a low fat/high sucrose diet. *Kor. J. Nutr.*, **27**, 785-794 (1999)

24. Choi, M.J. and Han, Y.J. : Effect of the soy protein level on plasma glucose lipids, and hormones in Streptozototin-diabetic rats. *Kor. J. Nutr.*, **27**, 883-892 (1994)

25. Han, Y.J. and Choi, M.J. : Effects of the protein level on plasma glucose, lipids and hormones in Streptozototin-diabetic rats. *Kor. J. Nutr.*, **26**, 851-857 (1993)

26. Jung, B.M. and Sung, C.J. : Effect of diet protein and magnesium level on serum lipid contents and enzyme activities in rats. *Kor. J. Nutr.*, **26**, 925-932 (1993)

27. Cho, M.R., Cho, Y.W., Jung, S.H. and Rhu, J.H. : Effect of blood glucose and serum lipid level on diabetic patient by the silkworm powder. *Kor. Society of Nutrition*, 1997 Spring Symposium, p.53 (1997)

28. Macdonald, I. and Braithwaite, D.M. : The influence of dietary carbohydrate on the lipid pattern in serum and in adipose tissue. *Clin. Sci.*, **27**, 23-30 (1964)

29. Forsythe, W.A., Green, M.S. and Anderson, J.B. : Deitary protein effects on cholesterol and lipoprotein concentrations : a review. *J. Am. Clin. Nutr.*, **5**, 535-549 (1989)

30. Kim, N.J. and Bae, D.G. : Hydrolysis of silk fibroin on alkali conditions. *Kor. J. Seric Sci.*, **39**, 197-202 (1997)

31. Lee, J.S., Choi, M.H. and Chung, S.H. : Blood glucose-lowering effects of *Mori Folium*. *Yakhak Hoeji*, **39**, 367-372 (1995)

32. Nam, M.S., Kim, K.R., Cho, J.H., Lec, K.M., Park, H.Y., Lee, E.J., Lim, S.G., Lee, H.C. and Huh, G.B. : Survey of folk medicine survey of adult diabetic patients by questionare. *Kor. J. Diabetes*, **18**, 242-248 (1994)

33. Kim, Y.Y., Choue, R.W., Chung, S.H. and Koo, S.J. : Anti-hyperglycemic effect of *Cortex Mori radicals* in db/db mice. *Kor. J. Food Sci. Technol.*, **31**, 1507-1064 (1994)

34. Iiikino, H., Mizuno, T., Oshima, Y. and Konno, C. : Isolation and hypoglycemic activity of *Moran A*, a glycoprotein of *morus alban* Root Barks. *Planta Media*, **159**, 159-160 (1985)

(2001년 5월 21일 접수)