

천잠견단백질 가수분해 분말의 생리활성

김 중 호 · 신 봉 섭
상주대학교 섬유공학과

Biological Activities of *Antheraea yamamai* Silk Fibroin Hydrolysates

Jong-Ho Kim and Bong-Seob Shin

Department of Textile Engineering, Sangju National University, Sangju, 742-711, Korea

ABSTRACT

Antheraea yamamai silk fibroin powder was prepared by treatment with HCl. Amino acid contents of the prepared *Antheraea yamamai* fibroin hydrolysates were composed of Gly, Ala, Glu, and so on. Biological activities of *Antheraea yamamai* silk fibroin powder were examined. It is showed about 75% of antioxidation activity compared to the reference ascorbic acid. And it lowered blood glucose level down from 550 mg/dl to 300 mg/dl by serving with wild silk protein.

Key words : *Antheraea yamamai*, Silk fibroin hydrolysate, Antioxidation, Antidiabetic effect

서 론

최근에 들어 실크 단백질을 이용한 비의류용 소재 개발에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다(박 1998). 누에가 만드는 순수한 단백질인 실크 단백질은 글라이신, 알라닌, 세린 등의 함량이 매우 높은 특이한 단백질로서 현재까지 다양한 생리활성을 나타내는 것으로 보고되어 있다. 예로서 인지기능 향상효과 (Lee *et al.* 2004, Yeo *et al.* 2004), 혈당 억제 효과(Lee *et al.* 2001), 알콜분해 증진 및 콜레스테롤 상승억제 효과(특허 1999, Lee *et al.* 2003), Tyrosinase 활성 억제 효과(Kato *et al.* 1998), 뇌 또는 간에서의 활성산소 억제효과(Choi *et al.* 2000, Choi *et al.* 1999), 항비만효과(Hong *et al.* 2002) 등이 보고되어 있다.

실크 단백질의 비의류용 소재개발은 주로 가잠 견단백질을 중심으로 이루어져 왔으며 야잠 견단백질의 생리활성에 대한 연구보고는 거의 없는 실정이다. 천잠, 작잠 등 *Saturniidae*에 속하는 야잠이 생산하는 견사 단백질은 아미노산 조성, 밀도, 약품저항성, 인장강도 등 여러 가지 측면에서 가잠 견사단백질과는 큰 차이를 나타내고 있기 때문이다(Kweon & Park 1994). 대표적인 야잠 견단백질인 작잠견사의 경우에 산에 대한 가수분해 저항성이 가

잠 견사보다 월등히 높은 것으로 보고되고 있다(Kweon *et al.* 1998). 최근에 들어 야잠 견피브로인인 작잠 견단백질을 이용한 소재개발을 위하여 작잠의 산가수분해 활성화 에너지(Kweon *et al.* 1998), 작잠 견피브로인 분말 제조(Kweon *et al.* 1999), 염산처리 작잠견사의 유리아미노산 조성(Lu *et al.* 1996) 등 기초연구가 진행되고 있다. 그러나 비슷한 아미노산 조성을 가지면서 작잠과 같은 속(屬)으로 분류되는 천잠(*Antheraea yamamai* Guerin-Meneville)은 산누에나방과에 속하는 들누에로 한국, 일본 등에 분포하며 상수리나무, 떡갈나무, 밤나무잎 등을 먹으며 연 1회 발생한다. 보통 알 상태로 월동하고 고치색은 녹색으로 실의 품질이 뛰어난 것으로 알려져 있다(한국잠사학회 1992). 최근에 천잠 견단백질을 비의류용 소재로 개발하기 위한 기초연구로서 천잠 고치를 이용한 천잠 견단백질 가수분해 분말의 특성이 보고되었다(Kweon *et al.* 2006). 그러나, 천잠 견단백질의 생리활성에 대한 보고는 거의 전무한 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 여러 가지 생리활성 중에서 항산화 및 항당뇨 활성을 중심으로 천잠 견단백질 가수분해 분말의 기능성 검토하였으며 그 결과를 보고하고자 한다.

*Corresponding author. E-mail: kjh@sangju.ac.kr

재료 및 방법

1. 실험재료

단백질 분해효소(Alcalase 2.5L Novo Industri Co.)를 사용하여 효소정련법에 의하여 정련하여 천잠고치를 실험재료로 사용하였다.

정련한 천잠고치는 Kweon *et al.* (2006)의 방법에 따라 6N 염산을 6시간 처리하여 가수분해한 후 탁상용 전기투석장치 (Electro-dialysis System, Micro Acilyzer S3, Asahi Chemical. Co.)를 이용하여 탈염한 후 동결건조하여 제조하였다.

2. 아미노산 조성 분석

제조된 천잠 견단백질 분말은 아미노산 조성을 살펴보기 위하여 시료를 6N 염산에 녹인 후 membrane filter (0.25 µm)로 여과하여 아미노산 분석용 시료로 사용하였다. 아미노산 조성 분석은 Amersham Pharmacia Biotech Co.의 Biochrom 20 plus Amino Acid Analyzer(Sweden)를 사용하여 분석하였다(Yeo *et al.* 2004).

3. 항산화 분석

천잠 견단백질 분말의 항산화능은 천잠 견단백질의 농도(0.05%, 0.1%, 0.5%)에 따른 α,α'-diphenyl-β-picrylhydrazyl (DPPH) 라디칼 소거활성으로 측정하였다. 먼저 0.02 mM의 DPPH 용액을 제조한 후 시료와 함께 vortexing한 후 10분간 정치하여 시료(A)와 용매(B)의 517 nm에서 UV 흡광도를 측정하여 라디칼 소거 활성을 아래 식에 의하여 구하였다.

$$\text{Radical Scavenging Activity} = 100 - \left(\frac{A}{B} \times 100 \right)$$

4. 혈당강하성능 분석

천잠 견단백질 가수분해 분말의 항당뇨 효과는 동물모델을 사용하여 측정하였다. 먼저 실험동물인 쥐에게 고혈당을 유도하기 위하여 streptozotocin (STZ)을 복부주사하였다. 복부주사 2일 후에 실험동물의 혈당이 200 mg/dl 이상인 동물을 대상으로 천잠 가수분해 분말을 경구투여한 후 혈당 변화를 관찰하였다.

결과 및 고찰

1. 천잠 가수분해 분말의 제조 및 아미노산 조성분석

일반적으로 단백질은 염산 등과 같은 강산에 노출되면

Table 1. Amino acid composition of *Antheraea yamamai* silk fibroin powder (unit: %)

Amino acid	Asp	Glu	Ser	Gly	Ala	Val	Ile	Leu	Tyr	Phe	His	Lys	Arg
Content	0.33	5.90	0.55	54.84	27.65	1.26	0.43	0.31	0.77	0.60	0.23	0.42	0.76

단백질 주쇄가 절단되면서 가수분해된다. 단백질의 가수분해 정도는 처리하는 산의 농도, 온도, 시간 등에 의하여 영향을 받는 것으로 알려져 있다.(Kweon *et al.* 1998, 2006) Kweon *et al.* (2006)에 의하여 제조한 천잠 가수분해 분말의 평균분자량(Mw)은 430정도였으며, 아미노산 조성을 분석한 결과(표 1) 글라이신 55.84%, 알라닌 27.65%, 글루탐산 5.90%의 함량을 나타내었다.

2. 천잠 분말의 항산화 효과

천잠 견단백질 가수분해 분말의 항산화 특성을 DPPH 라디칼 소거 효과로 관찰하여 그림 1에 나타내었다. 대조 물질로는 대표적인 항산화물질로 알려진 비타민 C (Ascorbic acid)를 사용하였다. 항산화효과는 Ascorbic acid의 DPPH 라디칼 소거 효과는 94.7%로 높게 나타났으나 천잠 견단백질 가수분해 분말은 대조로 사용한 비타민 C인 ascorbic acid에 비하여 75% 내외의 DPPH 라디칼 소거 활성을 보였으며 농도에 의한 큰 차이는 발견할 수 없었다.

3. 천잠 견단백질 가수분해 분말의 항당뇨 효과

혈당 관리는 현대인들에 있어서 매우 중요한 사안이며, 시간이 경과할수록 당뇨에 대한 경각심이 높아져 가고 있다. 특히 뽕잎, 가잠실크분말 등에서 혈당저하 효과가 보고되고 있으므로 천잠 견단백질 분말의 혈당강하 효과를 살펴보고자 하였다. 실험동물로 사용한 쥐에서 혈당유도한 후 천잠 견단백질을 투여한 실험군에서는 혈당이 300 mg/dl로

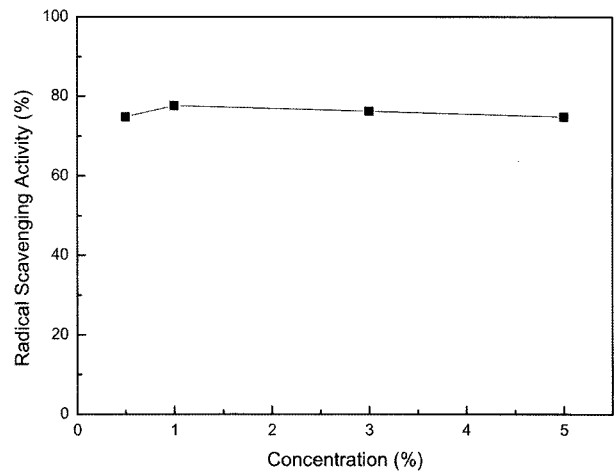


Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of hydrolyzed *Antheraea yamamai* silk fibroin powder

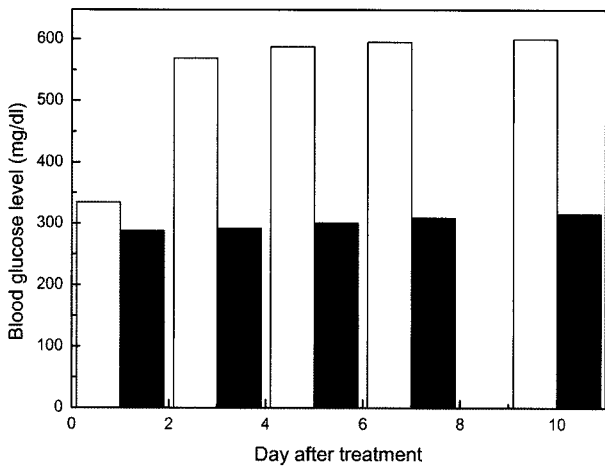


Fig. 2. Effect of *Antheraea yamamai* silk fibroin powder on the blood glucose level of rats (□ : STZ, ■ : Silk Fibroin).

대조로 사용한 STZ 유도군의 평균치인 550 mg/dl보다는 혈당이 현저하게 감소하였으나 정상상태 보다는 높은 수치를 나타내었다.

천잠 견단백질에는 중금속 등의 함량이 문제가 되지 않는 것으로 보고되어 있으므로, 본 연구의 결과에 따르면, 천잠 견단백질 가수분해 분말을 이용한 혈당 조절을 위한 보조 식품으로의 활용 가능성이 있는 것으로 사료된다.

적 요

천잠 견단백질 가수분해 분말의 생리활성을 검토하여 비의류용 소재개발을 위한 기초 자료로 삼기 위하여 우선 항산화 및 항당뇨 활성을 탐색하였다.

1. 천잠 고치를 가수분해하여 제조한 분말은 항산화제인 비타민 C 대비 75% 내외의 항산화 활성을 나타내었다.
2. 천잠 견단백질 가수분해 분말은 혈당강하 효과도 나타내어 기능성 식품소재 적용 가능 물질로 사료된다.

감사의 말

“이 논문은 상주대학교 2007학년도 학술연구지원금에 의해 연구되었음”.

인용문헌

박영환 (1998) 견피브로인을 이용한 최근 소재개발 동향. 한잠학지 40(2): 203~212.

특허 : 알코올 분해 증진효과 및 콜레스테롤 상승억제효과를 지닌 세리신펩타이드 물질 및 이를 이용한 혼합음료 및 건강 식품, 공개번호 특1999-0058644.

한국잠사학회 (1992) 잠상견학술용어사전, p. 124, 수원.

Choi, J., Kim, D., Park, S., Kim, D., Lee J. and Lee, Y. (1999) Effects of silk fibroin powder on oxygen radicals and their scavenger enzymes in serum of rats. *Korean J. Seric. Sci.* 41(3): 216~221.

Choi, J., Kim, D., Park, S., Kim, J., Lee, J., Lee, K., Yeo, J. and Lee, Y. (2000) Effects of silk fibroin on oxidative stress and membrane fluidity in brain of SD rats. *Korean J. Life Science* 10(5): 511~518.

Hong, S., Park, K., Suh, B., Do, M. and Hyun, C. (2002) Effect of silk fibroin hydrolysate on adipocyte metabolism in db/db mice. *Korean J. Pharmacogn.* 33(4): 312~318.

Kato, K., Sato, S., Yamanaka, A., Yamada, H., Fuwa, N. and Nomura, M. (1998) Silk protein, sericin, inhibits lipid peroxidation and tyrosinase activity. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 62: 145~147.

Kweon, H. and Park, Y. (1994) Structural characteristics and physical properties of wild silk fibers: *Antheraea pernyi* and *Antheraea yamamai*. *Korean J. Seric. Sci.* 36(2): 138~146.

Kweon, H., Lee, K., Lee, Y., Yeo, J. and Um, I. (1998) Hydrolysis behavior of *Antheraea pernyi* silk fiber treated with HCl. *Korean J. Seric. Sci.*, 40(2): 163~168.

Kweon, H., Lee, K. and Lee, Y. (1999) Characterization of Tussah (*Antheraea pernyi*) silk fibroin powder prepared by HCl and NaOH. *Korean J. Seric. Sci.* 41(1): 54~60.

Kweon, H., Lee, K., Yeo, J., Woo, S., Han, S., Sohn, B., Lee, H. and Shin, B. (2006) Characterization of hydrolyzed *Antheraea yamamai* silk fibroin powder. *Korean J. Seric. Sci.* 48(1): 11~15.

Lee, K., Yeo, J., Lee, Y., Kweon, H. and Kim, J. (2001) Bioactive and skin-compatible properties of silk sericin. *Korean J. Seric. Sci.* 43(2): 109~115.

Lee, M., Kim, B., Cho, D., Koo, S., Jew, S., Jin, D. and Lee, S. (2003) Study on consequent body fat and serum lipid metabolism after cocoon hydrolysate, green tea leaves and dietary fiber supplementation. *J. Korean Soc. Agric. Chem. Biotechnol.* 46(2): 123~129.

Lee, S., Kim, Y., Kang, Y., Kwon, O., Shin, Y., Song, J., Lee, M., Lee, K., Yeo, J., Lee, W., Lee, T. and Kim, S. (2004) The improvement of learning and memory ability of normal persons by BF-7. *Korean J. Physiol. Pharmacol.*, 8: 307~312.

Lu, A., Arai, M. and Hirabayashi, K. (1996) Production of tussah silk powder by hydrochloric acid hydrolysis. *J. Seric. Sci. Jpn.*, 65: 392~394.

Yeo, J., Lee, K., Kweon, H., Woo, S., Han, S., Lee, Y., Kim, J., Kim, S. and Demura, M. (2004) Cognitive ability enhancement effects in rats by *B. mori* fibroin enzymatic hydrolysate. *Korean J. Seric. Sci.* 46(1): 23~27.