

## 추출 방법 및 채취 시기를 달리한 잠분추출물의 일반성분 및 아미노산 함량 분석

손봉희 · 정완태<sup>1</sup> · 강필돈 · 류강선 · 정이연 · 김용순 · 김기영 · 김미자 · 정인식<sup>2</sup>  
농촌진흥청 농업과학기술원 농업생물부, <sup>1</sup>축산과학기술원, <sup>2</sup>경희대

## Analysis of General Ingredient and Amino Acid Contents in Silkworm Feces with Different Extracting Methods and Collecting Time

Bong-Hee Sohn, Wan-Tae Chung<sup>1</sup>, Pil-Don Kang, Kang-Sun Ryu, I-Yeon Jung, Yong-Soon Kim, Kee-Young Kim, Mi-Ja Kim and In-Sick Chung<sup>2</sup>

Department of Agricultural Biology, National Institute of Agricultural Science and Technology, RDA, Suwon 441-100, Korea

<sup>1</sup>Department of Biotechnology and environment, National Institute of Animal Science, Suwon 441-706, Korea

<sup>2</sup>Department of Genetic Engineering, Kyung Hee Univ., Suwon 449-701, Korea

### ABSTRACT

Analysis of general ingredients and amino acid content in dried silkworm feces which were extracted with hot water, EtOH, MeOH for developing new income source of rearing farm, seeking high additive value material and industrialization of silkworm feces. In the analysis of general ingredient content by extracting solution, raw protein and ash contents were increased with MeOH, EtOH, hot water. And raw fat showed higher contents by the order of EtOH > MeOH > hot water. The inorganic matter content showed a little difference among collection times of silkworm feces. Hot water was most effective extracting solution for total amino acid, and no significant difference between EtOH and MeOH. According to the time, there were no significant difference in amino acid contents. When extracted with hot water, Glu content was highest content and order of others is Asp > Gly > Ala > Leu > Thr > Ser among 18 amino acids.

**Key words :** Silkworm, Silkworm feces, Amino acids

### 서 론

양잠산물의 생약제로의 효과에 대한 가장 오래된 기록은 후한시대인 BC 250년경 신농본 초경의 중품에 상근 백피나 상엽을 지금과 꼭 같은 글자로 적고 그 약효에 대해 구체적으로 소개하고 있다. 이로써 알 수 있듯이 양잠산물을 생약제로 이용하는 것은 3,000년이란 긴 역사를 지니고 있는 것이다(이 등, 2005). 뽕잎은 신장병, 심장병, 고지혈, 당뇨병 등 성인병과 노인병 예방 또는 치료 효과를 갖는 식품이라고 알려져 있으며 뽕나무는 뽕잎 뿐만 아니라 뿌리, 근피, 어린가지, 상피의 액즙, 잎의 흰액즙 및 오디열매와 같은 부산물 등을 약용으로 사용해 왔다. 누에의 경우, 류와정(1998)은 옛 한방고서에 잠분과 번데기가 당뇨에 효과가 있다는 데 착안하여 누에를 당뇨병 치료제로 이용하기 위한 체계적인 연구를 수행하여 양잠

산업의 활로를 개척하였다.

뽕잎을 먹은 누에에서 유래하는 잠분은 항암효과, 노화 억제, 중풍억제, 혈압과 콜레스테롤 저하효과 및 당뇨병 치료 효과 등의 생리활성효과가 있는 것으로 알려져 있다(농촌진흥청, 1996). 동의보감에 의하면 누에똥은 잠사(蠶砂)라고 하여 기운을 북돋게 하고 무독하며 몸과 팔다리 마비증상을 예방하고 장기를 튼튼하게 하는 것으로 소개되고 있다(김 등, 1997; 정 등, 2006). 누에는 뽕잎 속의 단백질을 약 40% 밖에 소화하지 못하므로 잠분 속에는 단백질이 많을 뿐만 아니라 비타민A, Xanthophyll 등도 고함유되어 있어 난황색을 진하게 하거나 쌀겨와 같은 영양분을 함유하고 있다(井口, 1956). 지금까지 잠분에 대한 연구는 50~60년대에는 잠분 영양 성분을 이용한 가축 사료가치 실험이 대부분이었으며(齋藤, 1951; 笹埜, 1957; 李 등, 1967) 이러한 연구도 1950년대 혹은 60년대

\*Corresponding author. E-mail: sbh0112@rda.go.kr

에 이루어진 것이 전부이다(이, 1968). 1990년 이후부터 잠분의 항암제 연구 관련한 논문 몇편이 보고된 바 있으나(이 등, 1990; 농과원, 2003) 양잠농가의 새로운 수입원 창출로까지는 이어지지 못하였다.

현재 누에 사육을 통하여 얻어지는 양잠 부산물인 잠분에 대한 이용은 극히 미미한 실정이다. 누에 1상자(20,000 두)에 대한 잠분 생산량은 104 kg으로 1회 사육을 통하여 대량으로 손쉽게 얻을 수 있음에도 불구하고 대부분 생산과 동시에 버려지고 있다. 따라서 현재 누에가루, 동충하초 제조, 솟나방 생산으로 이어지는 양잠산업의 주력 생산물에 대한 활성화를 위하여 잠분이 갖고 있는 유효 활성성분 탐색 이용 및 기능성 소재화 연구는 양잠산물 고부가가치화를 위한 전략적 연구를 위해서도 꼭 필요한 연구 분야이다.

본 연구에서는 일반 건조잠분에 대하여 용매별로 추출 방법을 달리하여 얻은 열수, 에탄올, 메탄올 추출물에 대한 일반성분 및 무기질, 아미노산 성분 분석을 통하여 잠분의 기능성 소재 이용의 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에서 사용한 잠분 시료는 2004년 춘잠기에 생산된 잠분과 2007년 춘잠기 당해 생산된 잠분을 사용하였다. 채집 시료는 5령 사육 중 발생한 잠상 혹은 잠사 찌꺼기에서 순수 잠분만을 남기고 기타 이물질 모두를 제거한 후 바람이 잘 통하는 음지에서 자연 건조시켜 시료로 사용하였다. 대조로는 2007년 생산되어 자연건조한 분말시료를 사용하였다. 본문내용의 표와 그림에 나타난 시료 기호 중 #1~#3는 2004년 채취한 잠분의 열수·EtOH·MeOH 추출물을, #4~#6는 2007년 채취한 잠분의 열수·EtOH·MeOH 추출물을 나타내었다.

### 2. 사용 용매 및 추출방법

추출물 제조는 수직 환류 냉각기를 부착한 추출기를 이용하였다. 각각 재료 중량 대비 20배의 열수, 80% EtOH·MeOH용액 등 각각 다른 용매를 재료에 가하여 12시간씩 2회 반복 추출한 후 No. 2 filter paper(Advantec, Japan)로 여과하고 rotary vacuum evaporator에서 감압 농축하여 냉장 보관하며 시료로 사용하였다.

### 3. 일반성분 분석

잠분의 일반성분은 AOAC(1995)에 준하여 수분, 조단백질, 조지방 및 조회분을 분석하였다. 수분은 135°C 건조하여 정량하였고, 조단백질은 Kjeldahl 질소정량법(N\*6.25)

으로 자동단백질분석기(Kjeltec 2400, AUT Foss Tecator, Sweden)로 분석하였다. 조지방은 Soxtec system 1046(Tecator AB, Sweden)를 사용하여 diethyl ether로 추출하여 정량하였으며, 조회분은 건식회화법으로 측정하였다.

### 4. 무기질 분석

미네랄 함량의 측정은 Muffle furnace로 건식회화하여 유기물을 분해후 ICP(inductive coupled plasma-mass spectrometry)를 사용(Spectro Flame Modula, Spectro Analytical Instruments, Germany)하여 분석하였다.

### 5. 아미노산 함량 분석

Amino acids 함량은 6 N HCl로 24시간 산기수분해 후 ninhydrin 반응을 이용하여 측정하였다. 함유량 아미노산은 별도로 performic acid로 산기수분해 후 ninhydrin반응을 이용하여 아미노산 자동분석기(Hitachi L-8500, Japan)로 분석하였으며, 각 아미노산 함량은 표준용액(Amino acid calibration mixture, Ajinomoto-Takara Co., Japan)을 비교하여 계산하였다. 분석 아미노산은 총 18종을 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 일반성분 분석

2004년 춘기 채취한 잠분과 2007년 생산 당해 채취한 잠분을 각각 열수, 80% EtOH, MeOH용매로 추출하여 일반성분을 비교 분석하였다(표 1). 채취시기 별 성분 분석 결과 채취 후 3년 경과한 잠분성분과 당해 생산 후 바로 채취한 잠분의 성분은 전반적으로 동일한 경향을 보여 채취시기가 성분변화에 미치는 영향은 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 당해연도에 생산된 잠분이 아닌 3년

**Table 1.** Analysis of general ingredients in silkworm feces by extracting methods and collecting time

Extracting solution	Composition analysis (%)		
	Crude protein	Crude fat	Crude ash
#1	4.12	0.14	2.71
#2	3.61	11.98	1.99
#3	3.10	5.37	2.23
#4	4.16	0.31	3.85
#5	4.24	12.93	4.32
#6	4.23	6.50	5.39
Control	1.38	0.23	0.98

※ (#1): Hot water, (#2): EtOH, (#3): MeOH, #1 ~ #3 : collected in 2004

※ (#4): Hot water, (#5): EtOH, (#6): MeOH, #4 ~ #6 : collected in 2007

※ Control: silkworm dried feces

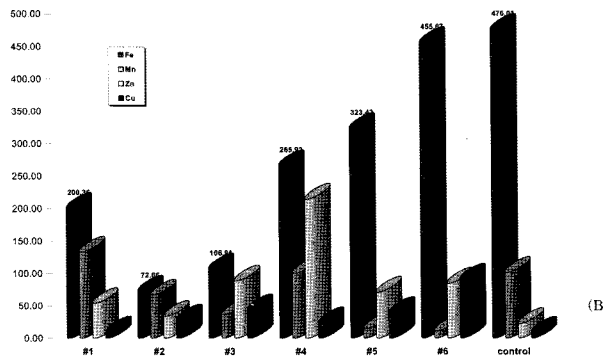
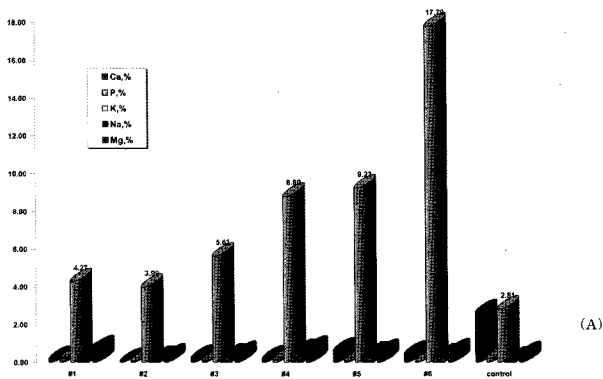


Fig. 1. Analysis of inorganic matters in silkworm feces by extracting methods and collecting time.

※ (#1): Hot water, (#2): EtOH, (#3): MeOH, #1 ~ #3 : collected in 2004

※ (#4): Hot water, (#5): EtOH, (#6): MeOH, #4 ~ #6 : collected in 2007

※ Control: silkworm dried feces

※ (A) was calculated in terms of percentage, (B) was expressed in mg/kg

전 생산된 잠분이더라도 자연건조 시 햇볕이 아닌 통풍이 잘되는 음지에서 완전히 음건한 상태로 채취하였으므로 건조상태나 보관상태가 양호한 상태로 유지되었기 때문으로 여겨진다. 그러나 본 실험은 당해 생산된 잠분과 3년전 생산된 잠분의 비교시험이므로 4년전 혹은 5년전 생산된 잠분의 성분도 추후에 이루어져 비교분석해 볼 필요가 있다고 생각된다. 그러나 채취시기 별 결과와는 달리 추출용매별 성분분석 결과는 조단백질과 조회분은 MeOH > EtOH > 열수 추출 순으로 함량이 높게 나타났으며, 조지방은 EtOH > MeOH > 열수 추출 순으로 함량의 차이를 보였다.

## 2. 무기물 함량 분석

그림 1에서 보는 바와 같이 열수, 에탄올, 메탄올 추출물 모두에서 K(칼륨)을 가장 많이 함유하고 있었는데 추출용매 및 시기별 모두에서 MeOH용매 추출물이 K를 가장 많이 함유하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 2004년 채취한 잠분추출물보다 2007년 당해 생산된 잠분추출물에서 고함유되어 있는 것으로 나타났다. 이외 Mg > Na > Ca 순 등으로 나타났으나 각 성분 모두 비슷한 함량치를 보이고 있었다. 대조보다 추출물에서 K의 함량이 월등히 높아진 사실이 특이한 사항이었으며 식품성분분석표(농자연, 2006)에 나타나 있는 누에가루의 성분분석 결과에서도 K의 함량이 가장 높게 나와 있는 사실과도 일치하였다. 이상과 같은 연구결과를 종합해 볼 때, 잠분추출물은 영양원소인 Fe, K, Ca, Mg 등의 함량이 높아 훌륭한 무기성분의 공급원이 될 수 있다고 사료된다.

Table 2. The Amino acids extracted from silkworm feces with hot water, 80% EtOH and MeOH

Amino acids (%)	Hot water (#1)	EtOH (#2)	MeOH (#3)	Hot water (#4)	EtOH (#5)	MeOH (#6)	Control (Non-treatment)
Cys	0.302	0.028	0.044	0.272	0.032	0.039	0.198
Met	0.121	0.037	0.040	0.133	0.037	0.035	0.124
Asp	1.426	0.116	0.187	1.533	0.127	0.159	1.077
Thr	0.685	0.101	0.157	0.702	0.109	0.133	0.502
Ser	0.661	0.105	0.144	0.664	0.115	0.126	0.535
Glu	1.634	0.331	0.808	1.738	0.301	0.633	1.108
Gly	0.945	0.171	0.244	1.034	0.185	0.248	0.743
Ala	0.703	0.133	0.177	0.864	0.150	0.210	0.579
Val	0.605	0.164	0.214	0.633	0.162	0.236	0.510
I-le	0.434	0.114	0.137	0.472	0.120	0.136	0.412
Leu	0.696	0.193	0.196	0.759	0.234	0.206	0.891
Tyr	0.338	0.091	0.110	0.334	0.088	0.055	0.315
Phe	0.443	0.150	0.157	0.480	0.165	0.146	0.648
Lys	0.341	0.033	0.044	0.429	0.050	0.066	0.396
His	0.148	0.036	0.036	0.155	0.037	0.032	0.177
Arg	0.344	0.047	0.041	0.378	0.055	0.038	0.459
Pro	0.747	0.285	0.446	0.769	0.307	0.442	0.543

※ #1: Hot water, #2: EtOH, #3: MeOH, #1 ~ #3 : collected in 2004

※ #4: Hot water, #5: EtOH, #6: MeOH, #4 ~ #6 : collected in 2007

※ Control: silkworm dried feces

## 2. 아미노산 함량 분석

각각 열수, EtOH, MeOH용매 추출방법에 따라 추출한 잠분추출물에 대하여 18종 아미노산 함량 분석한 결과를 표 2에 나타내었다. 표에서 알 수 있듯이 용매를 달리한 추출물에 대한 전체 아미노산의 정량치는 열수용매 추출물이 가장 높게 나타났고 EtOH와 MeOH용매 추출물에서는 아미노산 함량 값에 큰 차이를 볼 수 없었다. 채취시기를 달리한 잠분추출물의 경우 역시 2004년 채취 잠분이나 2007년 당해 채취 잠분에서의 아미노산 함량은 큰 차이 없어 채취시기가 잠분의 성분변화에 영향을 미치지 않음을 알 수 있었다. 또한 18종 아미노산 중 채취시기와 상관없이 열수추출물에서는 Glu와 Asp의 함량이 가장 높았으며 다음으로 Gly > Ala > Leu > Thr > Ser 등의 함량 순을 나타내었다. Kawano 등(1969)은 잠분을 20°C와 50°C, 80°C 등 온도를 달리하여 추출한 열수추출물에 대하여 아미노산 함량분석 하였다. 그 결과 His가 가장 높게 나타났으며 다음으로 Ser > Glu > Asp > Val 순 등으로 나타났는데 본 연구결과와는 약간의 다른 경향값을 나타냈는데, 이는 추출당시의 열수온도가 잠분 성분 변화에 상관이 있는 것으로 추정된다. 그러나 본 연구결과와 Kawano 등의 연구결과에서 나타났듯이 Glu와 Asp의 함량이 평균값보다 높은 함량값을 보이고 있는데 Glu와 Asp의 경우는 잠분추출물 뿐만 아니라 누에추출물에서도 함량이 높은 것으로 알려져 있어(식품성분표, 2006) 이와 같은 결과는 잠분이 뽕잎과 누에가 갖고 있는 성분 모두를 함유하고 있다는 기존 보고들을 검증하고 있음을 알 수 있었다.

## 적 요

잠분의 기능성 소재 이용의 기초자료로 활용하고자 일반 건조잠분에 대하여 용매별로 추출방법을 달리하여 얻은 열수, 에탄올, 메탄올 추출물에 대한 일반성분 및 무기질, 아미노산 성분을 분석하였다. 추출용매 별 일반성분 분석 비교 결과, 조단백질과 조회분은 MeOH > EtOH > 열수 추출물 순으로 함량이 높게 나타났으며, 조지방은 EtOH > MeOH > 열수 추출 순으로 함량의 차이를 보였다. 무기질 분석 결과 잠분채취 시기와 상관없이 중요 영양

원소인 K, Fe, Ca, Mg 등의 함량이 높게 나와 잠분이 중요 무기질 공급원이 될 수 있음을 알 수 있었다. 아미노산 함량 분석 결과, 용매를 달리한 추출물에 대한 전체 아미노산의 정량치는 열수용매 추출물이 가장 높게 나타났고 EtOH와 MeOH용매 추출물에서는 아미노산 함량 값에 큰 차이를 볼 수 없었다. 18종 아미노산 중 채취시기와 상관없이 열수 추출물에서는 Glu와 Asp의 함량이 가장 높았으며 다음으로 Gly > Ala > Leu > Thr > Ser 등의 함량 순을 나타내었다. 채취시기를 달리한 잠분추출물의 경우 역시 2004년 채취 잠분이나 2007년 당해 채취 잠분에서의 아미노산 함량은 큰 차이 없어 채취시기와 잠분의 성분변화와는 크게 상관이 없음을 알 수 있었다.

## 인용문헌

- 김창민, 신민교, 안덕균, 이경순 (1997) 중앙대사전, 완역판, 도서출판 정담. p. 2015.
- 농촌진흥청 (1996) 뽕나무를 이용한 약재 기술 개발. p. 42-47.
- 류강선, 정성현 (1998) 누에와 당노. 도서출판 신일.
- 식품성분분석표 (2006) 농촌자원개발연구소. p. 400.
- 井口賢三 (1956) 畜産飼料學. 養賢堂, 東京.
- 笹埜龍雄 (1957) 養豚大成 p. 184. 義賢堂, 東京.
- 劑藤道雄 (1951) 家畜飼育學 p. 206. 義賢堂, 東京.
- 李榮商, 窪田大作, 森本宏 (1967) 日本畜産學會報 38(7): 305~311.
- 이영상 (1968) 서울대학교 논문집(生農叢) 19: 97~101.
- 이정일, 이중동, 하영주, 정재두, 이진우, 이재룡, 광석준, 김두환, 도창희 (2005) 잠분급여가 돈육의 품질 특성에 미치는 영향. 한국식품과학회지 25(2): 175~188.
- Tatsu kawano, Kikuyo Moriwaki, Kikuko Ebisu and Kazuko watanabe (1969) Studies on the free amini Acids in silkworm feces. *Yakukaku zasshi* 89(2): 182~187.
- Lee, W. Y., Park, J. H., Kim, B. S., Han, M. J. and Hahn, B. S. (1990). Chlorophyll Derivatives (CpD) extracted from silkworm excreta are specifically cytotoxic to tumor cells in vitro. *Yonsei Medical Journal*. 31(3): 225~233.
- 농과원 잠사곤충부 (2003) 잠분유래 폴리페린의 항종양소재화연구. 농림기술개발사업보고서. 형민사. p. 1-104.
- 정이연, 강필돈, 김기영, 이상욱, 김미자, 류강선 (2006) 누에똥 간 이수집 장치 개발. 한국잠사학회지 48(1): 28~31.
- Cuniff P. (1995) Official Methods of Analysis of AOAC International (16th ed) Virginia, USA.