

누에분말 제조 조건에 따른 혈당강하효과

류강선 · 이희삼 · 정성현* · 강필돈

농촌진흥청 잠사곤충연구소, *경희대학교 약학대학

An Activity of Lowering Blood-glucose Levels According to Preparative Conditions of Silkworm Powder.

Kang Sun Ryu, Heui Sam Lee, Sung Hyun Chung* and Pil Don Kang

National Sericulture and Entomology Research Institute, R.D.A., Suwon 441-100, Korea

*College of Pharmacy, Kyung Hee University Seoul 130-701, Korea.

ABSTRACT

Bombyx mori, silkworm powder has been studied for blood-glucose lowering activity by National Sericulture & Entomology Research Institute(NSERI) and Kyung Hee University group in 1995. To obtain the optimum preparative condition of silkworm powder for lowering blood-glucose levels in postprandial time, blood-glucose lowering activity of mulberry & silkworm varieties were examined. In mulberry varieties, Yongcheonppong showed the highest activity for lowering blood-glucose levels. In case of silkworm varieties, Samkwangjam showed the highest activity. Activity for lowering blood-glucose levels of autumn rearing silkworm was higher than that of spring silkworm and hybrid silkworm showed higher activity than that of parent silkworm. In the silkworm lines, Chinese lines showed higher activity than that of Japanese lines. In experiments to see the difference in blood-glucose lowering activity between either male and female or larvae and pupae, activity of larvae was higher than that of pupae and the male was higher than female. The heating dry and artificial diet showed lower than mulberry diet and normal freeze dry of the 5th instar 3rd day. Among the sericultural products, larvae showed the highest activity.

Key words : Silkworm, *Bombyx mori*, Blood-glucose lowering activity

서 론

당뇨병은 생활 수준의 향상과 더불어 식생활의 영향, 평균수명 연장 및 비만 등에 의하여 발생률이 증가되고 있으며, 대혈관합병증 즉 관동맥질환, 뇌혈관 질환 및 말초혈관 질환 등이 주요 사망원인이며 이러한 합병증이 급격히 증가하는 추세이다(최 와 이 1993).

당뇨병에서 발생하는 탄수화물 대사장애에 의한 고혈당증과 이와 동반되는 지질 및 단백질 대사 장애를 효과적으로 교정하여 줄 수 있는 경구혈당강하제 개발에 대한 노력은 지난 50년여년 전부터 현재까지 계속되어오고 있다. 그간 이에 관련된 수많은 약제들이 개발되어 왔으나 이중 대부분은 약제독성이나 유효성 혹은 안전성이 문제되어 현재 임상에서 이용되고

있는 약제는 소수에 불과하다(김 등 1992).

현재 널리 사용중인 경구용 혈당강하제는 sulfonyleurea계와 biguanide이나 설폰요소계 요법시 가장 중요하고 심각한 부작용은 저혈당의 초래를 들수 있으며, 비구아니드계 중 metformin이 프랑스에서 일부 사용중이고 또 다른 비구아니드계인 헵포르민과 부트포르민은 심한 유산증의 발생으로 사용이 금지되어 있다(김 등 1992).

따라서 이상적인 경구용 혈당강하제는 그 약효가 빨리 나타나서 식후 혈당 상승을 막고 짧은 시간 내에 그 효력이 소실되어 불필요한 저혈당을 일으키지 않을 뿐만 아니라 당뇨병에 특이하게 수반되는 대사 이상을 함께 교정할 수 있는 안전한 경구용 약제여야 한다. 현재 이러한 혈당강하제의 개발이 절실히 요구

되고 있으며, 전통 약물 혹은 민간요법을 이용한 당뇨병의 치료법이 크게 각광을 받고 있는 추세이다.

본초강목에서는 뽕나무 가지 차 또는 뽕나무 흰 뿌리를 다려서 마시게 되면 당뇨로 인한 갈증을 해소할 수 있다고 기록되어 있다. 그리고 누에번데기 또는 누에고치 삶은 물을 마셔도 당뇨의 갈증을 해소할 수 있다고 식품비방에 기록되어 있다(韓 1989).

누에를 민약 또는 식용으로 이용한 사례는 여러나라의 산간지역에 사는 농민들은 영양실조에 걸렸거나 결핵에 걸리면 누에나방의 유충을 민간약으로 이용하였다고 한다(김 1990).

그러나 우리 나라에서는 누에는 예로부터 “하늘의 벌레”라는 믿음 때문에 식용은 금기 사항으로 되어 왔던 것 같다.

그러나 누에를 이용하여 한방에서 消渴症 치료에 응용하기 위하여 權 등(1987)은 익은 누에를 열풍 건조한 것의 추출물을 家兎에 경구 투여한 후 혈중 혈당량과 인슐린량을 측정된 결과 혈청중의 인슐린의 함량을 증가시키므로 혈당량을 감소시킨다고 하였다.

柳 等(1995)은 누에 분말을 이용한 천연활성 혈당강화제 개발에서 여러 가지 누에분말의 제제화 중 5령 3일의 냉동건조 분말처리구의 혈당강화효과가 가장 높았다고 보고하였다.

그리고 최근에 들어 일본에서 뽕잎과 뽕나무 뿌리에 대하여 혈당 강하 효과를 많이 발표하고 있다. 宮原 等(1994)은 뽕잎의 혈당 개선 효과에서 포도당의 당부하 시험으로 뽕잎의 효과를 입증하였다. 佐藤(1995)은 뽕잎 분말 함유 사료를 당뇨병 모델 마우스에 침식한 결과 혈중 포도당 농도의 저하와 혈중 인슐린 농도의 증가 효과가 높게 나타났다고 보고하였다. 그리고 뽕잎 분말의 섭취는 췌장의 랑겔한스섬 베타 세포의 변성을 지연시키는 효과도 간접적으로 보고하였다. 陳 等(1995)은 桑葉 및 桑白皮의 혈당 강하 효과 시험에서 중국산 뽕잎보다 일본산 뽕잎에서 강한 효과를 인정하였으며, 혈당 강하 작용 기작으로는 insulin의 분비 촉진, 말초 조직에서의 당대사 및 glucose uptake 촉진 등이 관여한다고 추정하였다.

본 실험에서는 5령 3일의 냉동건조 분말조건 이외에도 뽕나무의 품종별, 누에 품종별 그리고 기타 미세 처리에 따른 혈당 강하 효과를 비교 분석하였다.

재료 및 방법

1. 실험동물

실험 동물은 체중 15 g 정도의 3주령 mouse 수컷을 대한 실험동물 센터에서 구입하여 1주간 20°C, 65%

의 동물 사육실에서 1주간 사료와 물을 충분히 공급하면서 실험실 환경에 충분히 적응시킨 후 실험에 사용하였다.

2. 실험 재료

1995년 봄과 가을에 누에를 잠사곤충연구소 제2호 잠실에서 사육하여 5령 3일째에 액체 질소를 처리하여 초저온 냉동고(-70°C)에 보관하면서 냉동건조기(PVTFD10A, (주) 일신)를 사용하여 동결 건조한 후 마쇄하여 실험 재료로 사용하였다.

3. 실험 재료의 MeOH 추출

공시 재료 40 g을 80% MeOH 800 ml로 2회에 걸쳐 60°C에서 추출하여 여과한 후 회전 진공농축기(EYELA 제품)를 사용하여 40°C에서 농축한 다음 freeze dryer를 이용하여 동결 건조하였다.

4. 혈당강하 효과 검색

6주령 mouse를 12시간 절식시켜서 대조군은 maltose 500 mg/kg만을 투여하였고, 실험군은 추출 시료와 maltose 500 mg/kg씩을 실험 동물에 동시투여한 후, one touch II(Johnson & Johnson 제품)를 사용하여, mouse 꼬리 정맥에서 혈액을 채취하여 식후 45분의 혈당을 측정하여 다음의 식에 의해 혈당강하율을 계산하였다.

$$\text{혈당강하율 (\%)} = \frac{C-A}{B-A} \times 100$$

A : 투여 전 혈당값

B : 대조 투여 45분 후 혈당값

C : 실험재료 추출물 투여 45분 후 혈당값

5. 통계 처리

결과는 평균값±표준 오차로 표시하고 식후 45분 후의 혈당 강하율을 계산하였다.

결과 및 고찰

1. 뽕품종별 혈당강하효과

현재 우리 나라에 보급되고 있는 뽕품종 청일뽕의 12개 품종으로 사육한 용강잠을 5령3일에 냉동건조하여 혈당강하효과를 검색 한 결과, 용천뽕과 도내뽕이 가장 효과가 좋았으며, 홍울뽕의 효과는 아주 낮은 것으로 나타났다(표 1).

그리고 백상계, 산상계등 계통간에서는 백상계가 다소 높고 나머지는 거의 비슷한 수준이었다. 배수계간

Table 1. Blood glucose lowering effect of mulberry varieties (95 spring)

Species	Varieties (polyploidy)	Ascended value of blood glucose in control (mg/100 ml)	Ascended value of blood glucose in silkworm larvae ext. (mg/100 ml)	Glucose lowering activity postprandial 45 min (%)
<i>Morus alba L.</i>	Cheongilppong (2χ)	91.0±0.0	30.5± 2.8	66.5
	Cheongilppong (4χ)	85.0±5.4	41.0± 1.0	51.9
	Kuksang 21 (2χ)	90.0±4.2	33.0± 1.0	63.3
	Kuksang 21 (4χ)	65.3±7.1	30.0± 0.0	54.0
	Yongcheonppong (2χ)	98.8±2.5	25.0± 8.5	74.7
	Keomseolppong (2χ)	74.0±0.0	35.5± 3.5	52.0
<i>Morus bombycis</i> Koidz.	Shingwangppong (3χ)	83.7±4.9	27.0± 7.0	67.7
	Hongolppong (3χ)	79.8±3.3	47.0± 2.0	41.1
	Donae (3χ)	53.0±5.0	14.5± 2.5	72.6
	Wild mulberry (2χ)	111.3±2.6	42.0± 9.0	62.3
<i>Morus lhou</i> Koidz.	Cheongo (ppong) (2χ)	82.0±3.3	33.0± 5.0	59.8
	Daeryukppong (2χ)	96.3±2.3	36.8±10.6	61.9
<i>Morus Tiliaefolia</i> Makino.	Kosu 9 (6χ)	100.7±2.5	39.5± 0.5	60.8

Silkworm variety : Yonggangjam

에서는 백상계의 경우를 보면 4배체보다 2배체가 더 높은 혈당강하 효과를 나타내고 있다.

2. 누에 품종별 혈당강하효과

가을누에때 우리나라에 보급되고 있는 봄누에 장려품종 장춘잠외 4품종, 가을누에 장려품종 대성잠외 3품종을 청일뽕으로 각각 사육하여 5령3일 누에를 냉동건조하여 혈당강하효과를 검색한 결과, 삼광잠과 양추잠이 효과가 높았으며, 은백잠과 세광잠이 낮은 것으로 나타났다(표 2). 그리고 봄누에 장려품종보다 가을누에 장려품종쪽이 혈당강하 효과가 높

았다.

3. 누에의 원종과 교잡종간의 혈당강하효과 비교

봄누에품종인 용강잠과 부농잠의 원종인 잠127, 잠128과 잠133, 잠134를 청일뽕으로 사육하여 동일한 방법으로 냉동건조하여 약효를 측정한 결과 원종보다는 교잡종이 높은 효과를 나타냈다(표 3).

4. 누에 계통간의 혈당강하효과 비교

누에 원종의 주요 계통인 일본종계통과 중국종계통을 비교시험한 결과 일본종계통보다 중국종계통이

Table 2. Blood glucose lowering effect of silkworm varieties (95 spring)

Seasons	Varieties	Ascended value of blood glucose in control (mg/100 ml)	Ascended value of blood glucose in silkworm larvae ext. (mg/100 ml)	Glucose lowering activity postprandial 45 min (%)
Spring	Jangchunjam	79.4±3.9	29.3±4.9	63.9
	Bunongjam	75.0±5.9	21.3±8.7	71.6
	Sekwangjam	89.5±7.7	39.5±3.8	55.9
	Dakwangjam	81.5±3.0	25.8±2.9	68.3
	Yongngngjam	74.5±4.0	22.7±3.3	69.5
Autumn	Daeseongjam	80.3±5.9	22.0±0.8	72.6
	Eunbakjam	56.7±3.9	27.7±8.4	51.1
	Yangchujam	77.3±8.2	20.8±3.7	73.1
	Samkwangjam	84.7±6.6	22.5±6.1	73.4
Spring & autumn	Baekokjam	78.7±2.05	28.0±2.5	64.4

Mulberry variety : Cheongilppong

Table 3. Blood glucose lowering effect of parent and hybrid silkworm (95 autumn)

Varieties	Ascended value of blood glucose in control (mg/100 ml)	Ascended value of blood glucose in silkworm larvae ext. (mg/100 ml)	Glucose lowering activity postprandial 45 min (%)	Remarks
Yonggangjam	82.5±0.5	20.0±0.8	75.3	hybrid
Jam 127	71.3±1.7	23.3±3.7	67.3	parent
Jam 128	77.5±4.0	23.7±9.0	69.4	parent
Bunongjam	77.0±4.1	22.3±5.4	71.0	hybrid
Jam 133	93.8±7.2	43.8±7.4	53.3	parent
Jam 134	87.5±1.8	25.5±5.5	70.8	parent

Mulberry variety : Cheongilppong

Table 4. Blood glucose lowering effect of silkworm lines (95 spring)

Lines	Varieties	Ascended value of blood glucose in control (mg/100 ml)	Ascended value of blood glucose in silkworm larvae ext. (mg/100 ml)	Glucose lowering activity postprandial 45 min (%)
Japanese	Jam 127	71.3±1.7	23.3±3.7	67.3
	Jam 133	93.8±7.2	43.8±7.4	53.3
	Mean			60.3
Chinese	Jam 128	77.5±4.0	23.7±9.0	69.4
	Jam 134	87.5±1.8	25.5±5.5	70.8
	Mean			70.1

Mulberry variety : Cheongilppong

높은 혈당강하 효과를 보였다(표 4).

5. 5령 3일 누에의 절식이 혈당강하효과에 미치는 영향

봄누에품종인 용강잠과 부농잠을 5령3일에 24시간 절식시킨 후 냉동건조하여 약효를 측정한 결과 절식하지 않은 대조보다 절식한 것은 효과가 매우 낮게 나타났다(표 5). 5령3일 누에는 엄격히 5령 향식 포함 7회 급상후 냉동건조한 것을 말하는데 대부분의 양잠농가에서는 일손부족등의 이유로 7회급상

후 곧바로 건조 처리를 하지 못하는 경우가 있어 약효를 검정하였다. 24시간 정도 절식하여 누에 체내에 똥이 거의 배출된 뒤의 것은 절식하지 않고 곧바로 처리한 것에 비해 약 26%정도 떨어지는 효과를 보였다.

그러므로 혈당강하제용 5령3일 누에는 5령 향식 포함 7회 급상후 약 2시간후 쫄에 곧바로 건조 또는 냉동처리가 되어야만 높은 혈당강하효과를 유지할 수 있다. 먼거리로 이동할 경우는 뽕잎을 어느정도 유지하면서 이송하는 것이 바람직하다.

Table 5. Blood glucose lowering effect of fasting and eating silkworm (95 spring)

	Varieties	Ascended value of blood glucose in control (mg/100 ml)	Ascended value of blood glucose in silkworm larvae ext. (mg/100 ml)	Glucose lowering activity postprandial 45 min (%)
Eating	Yonggangjam	82.5±0.5	20.0±0.8	75.8
	Bunongjam	77.0±4.0	22.3±5.4	71.0
	Mean			73.4
Fasting	Yonggangjam	89.3±8.3	54.0±4.2	39.5
	Bunongjam	80.8±1.3	36.2±4.0	55.2
	Mean			47.35

Mulberry variety : Cheongilppong

Table 6. Blood glucose lowering effect of male and female silkworm ('95 spring)

		Ascended value of blood glucose in control (mg/10 ml)	Ascended value of blood glucose in silkworm larvae ext. (mg/100 ml)	Glucose lowering activity postprandial 45 min (%)
Larvae	Female	82.5 ± 10.5	27.5 ± 1.5	66.7
	Male	69.5 ± 12.5	21.0 ± 12.5	69.8
	Mean			68.3
Pupae	Female	71.8 ± 4.6	41.1 ± 3.8	42.8
	Male	77.5 ± 5.0	39.5 ± 12.1	48.7
	Mean			45.8

Silkworm variety : Jam 134, Mulberry variety : Cheongilppong

6. 유충과 번데기 암수간의 혈당강하효과 비교

누에 유충과 번데기 및 각각의 암수간 혈당강하 효과를 검정하였다. 유충은 5령3일의 누에를 이용하였으며, 번데기는 상족후 8일째의 것을 이용하였다. 유충이나 번데기 모두 냉동건조한 분말을 이용한 결과 유충은 번데기보다 약 22.5% 높은 혈당강하효과를 보였으며, 암수간에서는 수컷이 암컷보다 유충의 경우 약 3% 높고 번데기의 경우는 약 6%가 높게 나타났다. 이는 유충이나 번데기의 경우 모두 암수간의 체내 성분의 차이가 크기 때문으로 사료된다(표 6).

최근들어 양잠농가에 인공사료 보급이 늘어나면서 또는 동절기 인공사료에 의한 혈당강하제용 누에를 사육할 경우등을 고려하여 전령 인공사료로 사육한 누에와 또는 탈피중의 누에를 기존 민간요법으로 이용되고 있는 5령3일 열풍건조와 혈당강하효과를 비교하여 보았다.

그 결과 전령 인공사료로 사육한 경우가 가장 낮은 39.9%, 그 다음이 탈피중의 누에가 39.9%로 대조인 5령3일 열풍건조의 53.0%보다 많이 낮은 경향을 보였다. 이러한 결과는 앞에서 보았듯이 절식의 경우 처럼 누에 체내 누에똥 즉 뽕잎의 성분이 없는 경우는 그 효과가 매우 낮아지는 경향이 있는 것을 알 수 있다(표 7).

7. 기타 처리에 따른 혈당강하효과 비교

Table 7. Blood glucose lowering effect of molting, heating dry artificial diet ('95 spring)

	Ascended value of blood glucose in control (mg/100 ml)	Ascended value of blood glucose in silkworm larvae ext. (mg/100 ml)	Glucose lowering activity postprandial 45 min (%)	Remarks
Molting	72.7 ± 8.0	43.7 ± 4.8	39.9	4th instar
Heating dry	88.3 ± 6.2	41.5 ± 3.6	53.0	5th instar 3rd day
Artificial diet	83.8 ± 2.7	55.3 ± 3.7	34.0	total larval period

Mulberry variety : Cheongilppong

Table 8. Blood glucose lowering effect of sericultural products ('95 spring)

	Ascended value of blood glucose in control (mg/100 ml)	Ascended value of blood glucose in silkworm larvae ext. (mg/100 ml)	Glucose lowering activity postprandial 45 min (%)	Remarks
Larvae (Yonggangjam)	82.1 ± 0.5	20 ± 0.8	75.8	
Mulberry leaves	96.0 ± 2.2	41.0 ± 3.4	57.3	
Excrements	84.2 ± 5.4	40.8 ± 4.4	51.5	
Adults (female)	75.0 ± 3.7	37.2 ± 8.0	50.4	5th instar 3rd day
Pupae (female)	71.8 ± 4.6	41.1 ± 3.76	42.8	
Mulberry rott cortex	80.3 ± 1.2	20.3 ± 3.3	74.7	

Mulberry variety : Cheongilppong

Table 9. Blood glucose lowering effect of in silkworm rearing seasons (95 spring and autumn)

Seasons	Varieties	Ascended value of blood glucose in control (mg/100 ml)	Ascended value of blood glucose in silkworm larvae ext. (mg/100 ml)	Glucose lowering activity postprandial 45 min (%)
Spring	Yonggangjam	82.5 ± 0.5	20.0 ± 0.82	75.8
	Bunongjam	77.0 ± 4.0	22.3 ± 5.4	71.0
	Baekokjam	70.7 ± 7.9	22.4 ± 4.45	68.3
	Mean			71.7
Autumn	Yonggangjam	74.5 ± 4.03	22.7 ± 3.3	69.5
	Bunongjam	75.0 ± 5.9	21.3 ± 0.70	71.6
	Baekokjam	78.7 ± 2.05	28.0 ± 2.45	64.4
	Mean			68.5

Mulberry variety : Cheongilppong

8. 누에 및 관련산물의 혈당강하효과 비교

동의보감등 고의학서에 당뇨병 즉 소갈병에 효과가 있다고 기록되어 있는 뽕잎, 누에똥(蠶砂), 나방이, 번데기, 상백피를 5령3일 누에와 혈당강하 효과를 비교 검증 하였다. 누에 및 모든 시료는 냉동건조하여 이용하였으며, 혈당강하효과를 측정된 결과 누에분말이 가장 높고 그다음은 상백피가 높게 나타났다(표 8). 그 다음은 뽕잎, 누에똥, 나방이, 번데기순이었으며, 뽕잎보다 약 18.5% 높은 혈당강하효과를 나타내는 누에의 경우는 누에몸속에 가득차 있는 뽕잎이 대부분인 누에똥과 누에체내의 각종 대사산물에 의해 효과가 높아지는 것으로 판단된다. 그리고 나방이와 번데기의 경우는 체내에 뽕잎의 성분이 모두 소진된 상태이기 때문으로 판단된다.

9. 누에 사육시기별에 따른 혈당강하효과 비교

우리나라에서는 누에를 1년에 봄, 가을 2회에 걸쳐 누에를 사육하고 있다. 그리고 누에사육 시기별로 누에 장려품종도 각각 다르다.

동일의 누에품종을 봄,가을로 사육하였을 경우 봄과 가을중 어느 시기의 누에가 혈당강하 효과가 높게 나타나는지 시험한 결과, 가을보다 봄의 경우가 약 3.2% 높은 혈당강하 효과를 보였다.

이는 누에사육 조건 즉 습도 및 뽕나무의 자람새 등 모두 가을보다 봄이 누에사육에 알맞기 때문으로 판단된다. 고치용 누에의 경우도 가을누에보다 봄누에가 훨씬 높은 성적을 나타낸다(표 9).

적 요

누에분말이 식후 고혈당을 막아주는 탁월한 효과에 대하여 1995년 농촌진흥청 잠사곤충연구소와 경

희대 약대가 공동으로 발표한 바 있다. 누에분말의 제제 중에서 5령 3일째 누에가 숙잠이나 4령기잠보다, 또 냉동건조 방법이 열풍건조 방법보다 효과가 높다고 하였다. 그러나 이를 보다 최적화하기 위하여, 뽕품종별, 누에품종별, 원종과 교잡종별, 누에계통별, 절식과 비절식, 유충과 번데기 암수별, 기타 처리, 누에 및 관련 산물, 그리고 누에 사육 시기에 관한 혈당강하 효과를 측정하였는데 결과는 다음과 같다.

1. 뽕품종별 혈당강하효과는 용천뽕과 도내뽕이 가장 효과가 좋았고 홍울뽕은 효과가 아주 낮았다.
2. 누에품종별 혈당강하효과는 삼광잠과 양추잠이 효과가 높았고 은백잠과 세광잠이 낮았다.
3. 누에의 원종과 교잡종간의 혈당강하효과는 원종보다 교잡종이 높은 효과를 나타냈다.
4. 누에계통간의 혈당강하효과는 중국계통이 일본계통보다 높은 효과를 보였다.
5. 5령 3일 누에의 절식이 혈당강하효과에 미치는 영향은 절식하지 않은 대조보다 훨씬 낮게 나타났다. 5령 향식 포함 7회 급상후 2시간쯤에 바로 건조 또는 냉동처리하는 것이 바람직하다. 절식하는 시간이 길어질수록 효과는 낮아지게 된다.
6. 유충과 번데기 암수간의 효과는 수가 암보다 혈당강하효과가 높았다.
7. 열풍건조, 5령 탈피 중인 누에 그리고 전령 인공사육용 누에의 경우가 냉동건조, 5령 3일 유충 및 뽕잎육인 대조보다 매우 낮은 혈당강하 효과를 나타냈다.
8. 누에 및 기타 관련산물 중에서 누에 분말이 혈당강하효과가 가장 높았다.
9. 누에 사육 시기별 혈당강하효과는 봄누에가 가을누에보다 높았다.

사 사

본 연구는 1996년도 농촌진흥청 농업특정연구과제 연구비 지원에 의하여 수행되었음.

인용문헌

韓成昊 (1989) 食品秘方. 動物編 366-380 .행림출판.
 許 俊 (1993) 한글판 동의보감 p662, 1373 민중서각.
 陳福君, 中島登, 木村郁子, 木村正康 (1995) 桑葉及び桑白皮エキスによるストレプトゾトシン糖尿病 マウスの血糖降下効果と作用機序. 藥學雜誌 **115**(6): 476-482.
 權寧哲, 金永錫, 裴亨燮 (1987) 蠶이 alloxan투여 家兔의 血糖量에 미치는 영향. 慶熙大韓醫大論文集 **10**, 189-205.

김응진, 이상용, 민병석, 민헌기, 최영길, 이태희, 허갑범 (1992) 당뇨병학 p277-293 대한당뇨병학회.
 金昌 (1990) 昆蟲과 人間 p74. 경양사.
 宮原智江子, 佐藤修二, 堀口佳哉, 原田昌興, 鈴木誠, 高橋恭一 (1994) 自然發症糖尿病ラットにおける桑葉の血糖改善効果について 神奈川縣産學研究發表資料. 18-21.
 南重熙, 吳洋錫 (1995) 絹Fibroin의 藥理治療效果檢索. 農業論文集 **37**: 145-157.
 柳江善, 鄭聖顯, 洪起源, 李相豐 (1995) 누에분말을 유효성분으로 포함하는 혈당강하제 및 그의 제조 방법. 大韓民國 特許出願 95-1068.
 佐藤修二 (1995) 未利用食品素材の評價及び向上に関する研究(桑葉). 神奈川縣産學研究發表資料. 29-35.
 李泰熙, 崔永吉 (1993) 糖尿病性 血管合併症 p55 高麗醫學.