

뽕잎을 첨가한 옛제품의 혈당강하 효과에 관한 연구

이영근 · 이윤신 · 김태영*

수원여자대학 식품과학부, 농촌진흥청 작물시험장*

The Effects of Rice Candy with Mulberry Leaf on Lowering of Blood Glucose

Young-Keun Lee, Yoon-Shin Lee and Tae Young Kim*

Department of Food Science, Suwon Women's College, National Corp. Experimental Station, R.D.A.*

ABSTRACT

In this study, rice candy was produced with mulberry leaf, and its effect on the lowering blood glucose level was assessed. The results were as follows:

The recovery rate of mulberry leaf powder was 32.7%. The contents of crude protein, lipid, ash and crude fiber of mulberry leaf were 19.54%, 4.82%, 12.80%, and 11.27%, respectively. The sensory evaluation revealed that the rice candy added with 1% mulberry leaf powder showed slightly higher palatability score than that of 2%, but we decided that 2% addition of mulberry leaf powder would be preferred over 1% if considering both the physiological function and the sensory acceptability. The blood glucose level after ingesting the rice candy with mulberry leaf lowered by 31%, more than that of control.

Key words : mulberry leaf, blood glucose, rice candy, physiological function, sensory acceptability.

I. 서론

뽕나무는 뽕나무과(Moraceae)의 뽕나무속(*Morus*)에 속하는 식물로 세계적으로 약 130여종의 품종이 열대지방에서부터 온대지역에 걸쳐 널리 분포하는 것으로 알려져 있으며 우리나라의 경우 충북 보은, 강원 원주, 경북 상주 및 전북 완주와 정읍 등에서 재배하고 있다¹⁾.

우리나라 양잠산업은 1962년이래 농가소득에 크게 기여하고 있는 중요한 전통산업으로 특히 뽕잎은 수

천년동안 누에를 기르기 위한 먹이로만 공급되어 왔을 뿐 뽕잎이 인체에 미치는 영향에 대한 연구는 많지 않았다. 그러나 최근 천연물을 이용한 여러 가지 기능성 식품을 개발하기 위하여 천연물의 생리활성에 대한 연구가 본격화되면서 뽕잎을 비롯한 양잠산물의 생리활성과 그 작용기전에 대한 연구도 활발히 이루어지고 있다^{2,3)}.

특히 뽕잎에는 단백질이 20~40 % 정도로 다량 함유되어 있으며, 혈압강하에 영향을 미치는 GABA(*γ*-aminobutylic acid) 성분이나 모세혈관을 강화시키는 작용이 탁월한 10여종의 flavonoid를 함유하고 속

취제거에 효능이 있는 asparagine이 3%, 콜레스테롤 제거 및 노인성 치매를 예방해 주는 serine과 tyrosine이 각각 1.2%와 0.8% 함유되어 있을 뿐만 아니라 각종 무기질과 비타민이 다른 식물보다 월등히 많이 함유되어 있다³⁾.

이러한 병얇이 약으로 쓰여진 최초의 기록은 2,200여 년 전 후한시대 장중경(張仲景)이 편찬한 신농본초경(神農本草經)에 실려 있으며, 이후 소송(蘇頌), 신선복식방(神仙服食方), 오처경(吾妻鏡), 본초강목(本草綱目) 등 중국과 일본의 한방서에 병얇의 효과와 먹는 방법 등이 기록되어 있다⁴⁾. 우리나라에서의 기록은 조선조 선조 때 허준의 동의보감에서 “병얇은 따뜻하고 독이 없으며 각기(脚氣)와 수종(水腫)을 없애주고 대·소장을 이롭게 하며 하기(下氣)하고 풍통(風痛)을 없앤다(桑葉暖 無毒除脚氣水腫 利大小腸 下氣除風痛)”라고 기록되어 있다⁵⁾.

최근에는 貴山⁶⁾ 등이 쥐를 대상으로 실시한 동물 실험에서 병얇을 투여한 흰쥐는 소화관 비대, 분변량 증대, 분변 중의 조지방함량 상승, 체 지방 축적 억제, 혈당상승이 억제되는 효과를 보였으며, 이 등 역시 누에분말, 병얇, 상백피 등 잠사산물의 투여시 쥐의 장관 기능이 유의성있게 개선되었다고 보고하였다⁷⁾, 김 등은 병얇 추출물이 Zucker rat의 체지방 축적을 억제하는 것으로 보고하였다⁸⁾.

그러므로 이러한 병얇의 생리활성을 일반 식품에 적용시키고자 병얇을 이용한 다양한 기능성 제품 개발이 이루어지고 있다. 최근에는 병얇을 첨가한 국수, 차, 아이스크림과 과자, 빵, 우유, 두부, 소세지가 개발되었다⁹⁻¹³⁾. 그러나 아직까지 병얇을 이용한 다양한 상품개발이 부족한 실정이며 이들 병얇을 첨가해 만든 제품의 생리활성을 인체실험을 통해 검증한 연구는 거의 이루어지고 있지 않다.

본 연구는 병얇이 혈당상승억제에 탁월한 효능이 있다는 점에 착안하여 병얇을 엿에 첨가하여 혈당관리가 필요한 당뇨병 환자나 성인병을 염려하는 일반 성인들의 전통 기호식품을 개발하고 개발된 병얇엿의 혈당상승억제 효과를 임상실험을 통해 검증하고자 하였다. 이를 위해 본 연구에서는 병얇을 분말화하여 성분을 분석하고 엿에 대한 병얇의 적정 혼합비율을

설정하고자 관능검사를 실시하며, 병얇엿의 혈당상승 억제 효과를 확인하기 위해 혈액검사를 실시하였다.

II. 재료 및 방법

1. 병얇분말 제조

엿에 첨가할 병얇은 2001년 5월에 농촌진흥청 농업과학기술원에서 채취한 청일병얇으로, 신선한 병얇의 무게를 측정 후 섬유질의 연화와 고유의 엿색 색소의 유지를 위하여 0.1% NaHCO₃를 용해시킨 물에 80℃에서 10초 동안 증자한 후 찬물에 행구어 준비하였다. 물기를 제거한 후 병얇을 상온에서 공기순환식으로 물기를 제거하여 자연 건조형 수분이 20% 이하가 되었을 때 열풍건조기 55℃에서 수분이 12% 이하가 되도록 건조시켰다. 건조한 병얇을 disk miller로 분쇄하여 병얇의 입도를 150mesh 이상으로 분말화 한 후 산화방지를 위하여 질소가스 봉지에 치환한 다음 -20℃ 냉동실에 보관하면서 실험재료로 사용하였다.

2. 병얇의 일반분석

병얇의 수분은 105℃ 상압가열건조법, 조단백질은 micro-Kjeldahl법으로 정량하였다. 조지방은 Soxhlet 추출법에 의하여, 조회분은 550℃ 직접회화법으로 분석하였고 조섬유는 AOAC법에 준하여 탈지한 병얇을 1.25% NaOH과 1.25% H₂SO₄를 첨가하여 자비법으로 처리하고 Witt 여과기로 여과한 후 건조하여 조섬유를 구하였다.

3. 엿 제조

75℃의 물에 옥분을 넣고 죽을 만들어 액화효소를 넣어 액화시켰다. 100℃로 끓인 죽을 다시 75℃로 식힌 후 맥아를 첨가하여 8시간 당화시킨 후 다시 100℃로 끓인 후 유압식 자기로 짜냈다. 이렇게 만들어진 엿물을 수분 25% 이하로 농축시켜 물엿(82 Brix)로 만든 후 다시 진공 농축관에서 수분 9%로 농축하여 고히엿(14~16 Brix)으로 만들었다. 병얇엿은 당화시키기 전 단계에서 전처리한 2%의 병얇분말을 첨가하여 제조하였다.

4. 관능검사

잘 훈련된 여대생 총 10명을 대상으로 5점 척도법을 이용하여(아주 나쁘다 1점, 나쁘다 2점, 보통 3점, 좋다 4점, 아주 좋다 5점) 관능검사를 실시하였다. 관능검사는 뽕잎의 맛, 색, 향, 전체적인 기호도를 측정하였다.

5. 뽕잎의 혈당상승억제 효과 분석

개발된 제품의 기능성 검증을 위해 건강한 여대생 10명을 대상으로 옥분에 맥아를 첨가하여 만든 엽에 뽕잎을 첨가하지 않은 대조군인 일반엽과 2%의 뽕잎 분말을 첨가시킨 뽕잎엽을 섭취한 전후의 혈당치를 비교하였다. 혈당상승억제 효과를 알아보기 위해 대상자들의 조식 전 혈당치를 혈당계(no. 459, Roche)로 측정하였으며, 일반엽(14~16 Brix) 10g 섭취 45분 후의 혈당치를 측정하였다. 다음날 동일한 방법으로 공복시 혈당과 뽕잎엽 10g 섭취 후의 혈당 증가량을 기록하여 혈당변화율을 비교하였고, 혈당상승억제 효과는 일반엽을 섭취한 후 혈당변화율에서 뽕잎엽의 혈당변화율을 뺀 값을 비교하였다.

6. 통계분석

실험을 통해 얻어진 모든 자료는 SAS program을 이용하여 평균과 표준편차를 구하였다. 관능검사 결과는 ANOVA 검정 및 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료간의 유의성을 검정하였다¹⁴⁾.

Ⅲ. 결과 및 고찰

Table 1. Recovery rate of mulberry leaf powder

Mulberry leaf weight (Fresh)	Mulberry leaf powder weight (Dry)
12kg(100%)	3.92kg(32.7%)

Table 2. Proximate composition of mulberry leaf

Mulberry leaves (dried)	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Carbohydrates	
					Crude fiber	Non fibrous
%	9.15	19.54	4.82	12.8	11.27	42.42

1) Dry wt. basis

1. 뽕잎분말의 수율

2001년 5월에 12kg을 채취한 뽕잎을 건조 처리하여 150mesh로 미세 분말화한 뽕잎의 무게는 3.92kg으로 수율은 32.7%이었다(Table 1).

2. 뽕잎의 일반성분

뽕잎의 조단백질 함량은 19.54%, 조지방은 4.82%, 회분 함량은 12.8%이었으며 조섬유도 뽕잎에 11.27% 함유되어 있었다(Table 2).

3. 관능검사

제조한 엽에 첨가할 뽕잎의 최적 혼합비율을 결정하기 위해 엽 중량의 1%, 2%, 3%, 4%로 뽕잎 분말을 혼합하여 관능검사를 실시하였다(Table 3). 전체적인 기호도는 1% 첨가 시 3.71로 가장 좋은 결과를 보였고 2% 첨가 시 3.64, 3% 첨가 시 2.98, 4% 첨가 시 2.72로 첨가수준이 높아질수록 기호도가 낮아지는 것으로 나타났다. 엽 중량의 3%와 4%의 뽕잎 분말을 첨가하였을 때 뽕잎의 자체의 향이 너무 진하여 맛이 현저히 감소되는 반면, 엽 중량의 1%와 2%의 첨가 시 뽕잎 자체의 기호도가 향상되는 것을 알 수 있었다. 특히 뽕잎의 첨가비율 1%가 2% 첨가시보다 0.07이 더 높은 기호도를 나타내었지만 뽕잎의 기능성을 고려한다면 2% 수준으로 뽕잎 분말을 첨가하여 엽을 제조하는 것이 바람직하다고 사료된다.

4. 뽕잎의 혈당상승억제 효과 분석

개발된 제품의 기능성 검증을 위해 옥분에 맥아를 첨가하여 엽을 제조한 후 뽕잎을 첨가하지 않은 대조군과 2%의 뽕잎분말을 첨가시킨 뽕잎엽을 섭취한 전후의 혈당을 비교하였다.

연구대상자의 일반사항은 Table 4에 나타내었다. 대상자는 20세 이상 여대생으로 평균 신장은 161.82

Table 3. Sensory characteristics of mulberry leaf candy

Percent of added	Taste	Color	Flavor	Overall palatability
1%	3.84±1.18 ¹⁾²⁾	3.71±1.22 ^a	3.47±0.79 ^a	3.71±1.20 ^a
2%	3.73±1.19 ^a	3.65±1.23 ^a	3.33±1.19 ^a	3.64±1.11 ^a
3%	2.80±1.10 ^b	3.07±1.11 ^{ab}	2.89±0.85 ^b	2.98±1.13 ^b
4%	2.74±1.02 ^b	2.72±1.19 ^b	2.70±1.19 ^b	2.72±1.19 ^b
Significance ³⁾	p<0.001	p<0.001	p<0.001	p<0.01

¹⁾ Mean±Standard Deviation.

²⁾ Means with superscripts(a>b) within a column are significantly different from each at α=0.05 by duncan's multiple range test.

³⁾ Significance as determined by ANOVA test.

Table 4. Physical characteristics and blood pressure of subjects

Variable	Mean±SD ¹⁾
Age(years)	21.2 ±1.85
Height(cm)	161.82±3.95
Weight(kg)	60.80±9.29
Blod pressure(mmHg)	
SBP ²⁾	90.82±9.36
DBP ³⁾	59.09±7.93

¹⁾ Standard deviation

²⁾ Systolic blood pressure

³⁾ Diastolic blood pressure

cm, 체중은 60.80kg, 수축기 및 이완기 혈압은 91/59 mmHg로 정상범위에 속하였다.

이들 대상자들의 공복시 혈당을 측정한 후 뽕잎을

첨가하지 않은 일반엿(14~16 Brix) 10g을 섭취하고 난 뒤 일반적으로 식후 혈당이 식후 최대치를 나타내는 1시간 전후로 보아 김 등¹⁵⁾의 방법과 같이 45분 후의 혈당을 재조사하였다. 다음날 동일한 방법으로 공복시 혈당과 뽕잎엿 10g을 섭취한 후의 혈당 증가량을 기록하였으며 그 결과는 Table 5와 같다. 본 실험에 사용된 뽕잎엿은 관능검사를 통해 결정된 뽕잎 2% 함유 엿이었다.

지원자 10명중 5명이 뽕잎엿 섭취전의 혈당치보다 낮은 혈당치를 보여 현저한 혈당상승억제 효과가 인정되었고 뽕잎을 첨가하지 않은 일반엿을 섭취한 대상자의 섭취 전후의 혈당 증가비율은 29.9%인데 반하여 뽕잎엿을 섭취한 후 측정된 혈당은 오히려 1%가 떨어졌음을 확인할 수 있었다. 일반엿에 비해 뽕

Table 5. Blood glucose lowering effect of mulberry leaf candy

Volunteer	Control rice candy(control)			Mulberry leaf rice candy		
	Before ingestion(mg/ dl)	After ingestion(mg/ dl)	Change rate of blood glucose(%)	Before ingestion(mg/ dl)	After ingestion(mg/ dl)	Change rate of blood glucose(%)
1	113	112	-1	98	123	26
2	81	99	22	131	91	-31
3	107	117	9	108	87	-19
4	111	170	53	114	113	-1
5	82	124	51	87	95	9
6	102	168	64	120	111	-8
7	85	120	42	89	90	1
8	105	136	30	97	94	-3
9	123	138	12	126	138	10
10	92	108	17	80	91	14
Mean			29.9			-1

잎엿은 평균 31%의 혈당강하효과가 있음을 나타내 주었다.

이러한 양잠산물의 혈당상승억제 작용은 뽕잎이 소장 내 α -glucosidase 활성을 억제시켜 식후의 급격한 혈당상승을 억제하기 때문인 것으로 보고되고 있다. Kimura 등¹⁶⁻¹⁸⁾의 보고에서도 뽕잎에는 신경전도 속도를 정상화시킴으로서 당뇨병성 합병증에 치료효과가 있는 것으로 알려져 있는 myo-inositol이 다량 함유되어 있으며, 혈당강하성분인 1, 2 dideoxynojiri-mycin이 함유되어 있어 섭취 시 인슐린 분비력을 증가시킨다고 하였다.

김 등¹⁵⁾은 상엽 및 상백피의 혈당강하효과 시험에서 혈당강하작용 기작으로는 insulin의 분비촉진, 말초 조직에서의 당대사 및 glucose uptake 촉진 등이 관여한다고 추정하였다. 본 연구의 결과는 일본 호쿠리쿠 대학의 Asano²⁰⁾의 뽕잎에 함유한 혈당저하 성분인 GAL-DNJ는 최고 초기 혈당치의 72.4%까지 낮춘 결과나 김 등¹⁵⁾의 연구에서 일반아이스크림 대비한 뽕잎아이스크림을 섭취시 29.4%의 혈당강하를 보인 결과와 동일한 결과를 나타내었으며 그 밖의 다른 연구자들의 결과²¹⁻²³⁾와도 일치하였다.

지금까지의 연구결과들을 종합하여 볼 때 뽕잎엿 섭취 45분 후에 일반엿 섭취에 비하여 평균 31%의 혈당강하작용이 있는 것은 이상에서 살펴본 몇몇 혈당강하성분의 작용과 α -glucose oxidase 활성억제에 의한 것으로 추측할 수 있다.

IV. 요약 및 결론

뽕잎은 혈압강하작용 성분이나 모세혈관을 강화시키는 작용이 탁월한 플라보노이드와 각종 무기질과 비타민이 풍부하여 항산화작용, 혈당강하, 혈압상승억제작용, 콜레스테롤 저하, 항균작용, 항암작용이 있다고 밝혀지고 있어 의약품이 아닌 기능성 식품으로 개발할 필요성이 높은 식물이다. 본 연구에서는 전통식품으로 기호품인 옛에 기능성을 강화시켜주는 뽕잎을 첨가하여 심혈관질환이나 당뇨병환자에게 기호품으로 제공될 수 있으면서도 혈당강하작용을 할 수 있는 제품을 개발하고 그 효과를 검증하고자 관

능평가와 혈당강하에 대한 임상실험을 실시하였으며 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 뽕잎분말의 수율은 32.7%이었으며, 뽕잎의 일반 성분은 조단백질 19.54%, 조지방 4.82%, 회분 12.8%, 조섬유 11.27%이었다.
2. 뽕잎분말을 첨가하여 만든 옛 중량의 4%, 3%, 2%, 1% 농도로 만들어 기호도를 측정한 결과 전체적인 기호도는 1% 수준이 가장 좋은 결과를 보였지만 뽕잎의 기능성 효과로 볼 때 큰 차이를 보이지 않는 2% 수준 첨가율이 좋을 것으로 본다.
3. 뽕잎엿을 첨가하지 않은 일반엿을 섭취한 대상자의 섭취 전후의 혈당 증가비율은 29.9%인데 반하여 뽕잎엿을 섭취 전후의 혈당 증가비율은 오히려 1%가 감소되었으며, 일반엿에 비해 뽕잎엿은 평균 31%의 혈당강하효과가 있음을 나타내었다.

본 연구에서 개발된 뽕잎엿은 단당류로 만들어진 식품이 아닌 다당류인 옥분을 주재료로 2당류인 맥아당을 첨가하여 만들어진 옛에 뽕잎분말을 첨가함으로써 당류의 섭취가 금지시되는 당뇨병 환자의 기호품으로 이용될 수 있으며 모든 연령대가 선호하면서도 기능성을 충분히 살릴 수 있는 제품으로 그 이용도가 높을 것으로 기대한다.

V. 문 헌

1. 김선여 : 뽕잎의 기능성 효과구명, 1999 심포지엄 뽕잎함유 생체활성화 성분의 식품이용 전망, 한국잠사학회지, p.21-41, 1999.
2. 이완주 : 뽕잎 함유 생체활성 성분의 식품이용 전망, 한국잠사학회지, p.3-13, 1999.
3. 김명원 : 뽕나무 조직배양에 의한 생체 활성물질의 효율적 생산 가능성, 한국잠사학회지, p.71-85, 1999.
4. 기능성양잠, 농촌진흥청. pp.93-113, 2000.
5. 허준 동의보감, 구본홍역, 민중서각, 1994.
6. 貴山道子, 山田利治, 成松次郎, 鈴木 誠, 高橋恭一, 有賀勳 : 機能性食品に 關する 共同研究事業

- 報告, 日本神奈川縣. 1993.
7. 이희삼, 김선여, 이용기, 이완주, 이상덕, 문재유, 류강선 : 누에분말, 뽕잎 및 상백피 투여가 흰쥐의 장관기능에 미치는 영향, 한국잠사학회지 41(1), 29-35, 1999.
 8. 김순경, 김선여, 김휘준, 김애정 : 뽕잎 추출물이 Zucker rat의 체지방 축적에 미치는 효과, 한국식품영양과학회지 30(3): 516-520, 2001.
 9. 김현복, 양성렬, 이완주, 박문용, 윤성중, 이용기 : 뽕잎을 이용한 기능성식품제조에 관한 연구, 385-396, 시험연구보고, 잠사곤충연구소, 1995.
 10. 김동일 : 뽕차의 시작품제조, 충북농축산사업소, 1995.
 11. 농촌진흥청 : 뽕나무를 이용한 약제화 기술개발, 42-47, 1996.
 12. 김영호, 이희삼, 김애정, 김석영 : 뽕잎가루를 첨가한 빵이 Rat의 지질대사에 미치는 영향, Korean Journal of Baking, Vol. 1, No. 1, pp. 10-14, 2001.
 13. 김애정 : 뽕잎을 이용한 식품개발 현황과 전망 한국잠사학회지, 43-67, 1999.
 14. SAS Institute Inc. : Guide personal computers, 60-62, Carry, North Carolina, 198.
 15. 김현복, 정운영, 류강선 : 뽕잎아이스크림의 관능적 특성 및 혈당상승 억제효과, 한국잠사학회지, 41(3), 129-134, 1999).
 16. Kimura, M., Chen, F., Nakashima, N., Kimura, I., Asano, N. and Koya, S.: Antihyperglycemic effects of N-containing sugars derived from mulberry leaves in streptozotocin induced diabetic mice. Journal of Traditional Medicine, 12: 214-219, 1995.
 17. Chen, F. J., Nakashima, N., Kimura, I. and Kimura, M. : The 6th General Meeting of Medical and Pharmaceutical Society for Wakan-Yaku, Abstracts, pp. 83, Gifu, 1989.
 18. Chen, F. J., Nakashima, N., Kimura, I. and Kimura, M. : Hypoglycemic activity and mechanism of extracts from Mulberry leaves(*Folium mori*) and cortex mori radices in streptozocin induced diabetic mice. Yakugaku Zasshi 115:476-482, 1995.
 19. 류강선, 이희삼, 정성현, 강필돈 : 누에분말 제조 조건에 따른 혈당강하효과, 한국잠사학회지, 39 (1), 79-85, 1995.
 20. Asano, N., Tomioka, E., Kizu, H. and Matsui, K.: Sugars with nitrogen in the ring isolated from the *Morus bombycis*. Carbohydr. Rev 253, 235, 1994.
 21. Lee, E. B. and Kim, O. K. : Antihyperglycemic constituent of *Aralia elata* root bark (I). Kor. J. Pharmacon. 24:213-218, 1993.
 22. Kim, O. K., Lee, E. B. and Kang, S. S. : Antihyperglycemic constituent of *Aralia elata* root bark (II). Kor. J. Pharmacon. 24:219-222, 1993.
 23. Ryu, K. S. and Chung, S. H. : Studies on the development of functional foods from silkworm related materials. Rural Development Administration 21-49. 1997.