

## 꾸지뽕잎 및 꾸지뽕 잎차에 함유된 1-deoxynojirimycin의 GC 분석

이진식<sup>†</sup> · 이승언

위덕대학교 외식산업학부  
(2010년 7월 26일 접수 ; 2010년 9월 17일 채택)

### Analysis by GC of 1-Deoxynojirimycin in Leaves and Teas of *Cudrania tricuspidata* Bureau

Jin-Shik Lee<sup>†</sup> · Sung-En Lee

Department of Food Service Industry, Uiduk University,  
Gangdong Gyeongju 780-713, Korea  
(Received July 26, 2010 ; Accepted September 17, 2010)

**Abstract** : 1-Deoxynojirimycin(1-DNJ) was hardly detected by general UV detector. Therefore, in this study, we analyzed 1-DNJ, a effective functional material in which was contained the leaves of *Cudrania tricuspidata* and its tea by gas-chromatography. Synthesized a TMS derivative by attaching trimethylsilyl group to 1-DNJ, analyzed this by GC, and could detect a good peak. The leaves of *Cudrania tricuspidata* contains  $1154.83 \pm 56.67$  ug/g.d.w of 1-DNJ and tea of *Cudrania tricuspidata* leaves does  $8.01 \pm 0.61$  ug/g.d.w. This means the contents of 1-DNJ was nearly identical to each other. The larger size of the leaves had the more contents of 1-DNJ and the middle region of collection was the highest than any other collective regions of leaves.

**Keywords** : 1-deoxynojirimycin(1-DNJ), *Cudrania tricuspidata*, Gas chromatography

### 1. 서론

뽕나무과에 속하는 낙엽교목인 꾸지뽕나무 (*Cudrania tricuspidata* Bureau)는 우리나라와 중국, 일본과 같은 동아시아에 주로 분포하며, 10여종이 알려져 있으나 우리나라에는 1종만이 자생하고 있다. 가지에는 가시가 많으며 잎의 모양은 난형인 것과 3개로 갈라지는 형태가 있고 잎의 뒷면에는 털이 남아 있다. 꽃은 5, 6월

경에 피고 암꽃은 지름이 약 1 cm 정도로 짧고 부드러운 털이 나있다. 결실기는 9, 10월경이며 과실은 구형에 가깝고 물이 많은 점액질 과실로 익으면 검은색이 된다[1,2]. 꾸지뽕나무는 한방에서 잎은 습진, 유행성 이하선염, 폐결핵, 타박상, 급성관절염 등의 치료에 활용되고 민간에서도 열매와 껍질이 이용되고 있다[3]. 꾸지뽕에 관한 연구는 kaempferol, naringenin 등 다양한 폴리페놀 화합물을 분리한 연구[4,5,6], 꾸지뽕나무의 잎, 줄기, 뿌리를 이용한 항균작용에 관한 연구[7], 항고혈압[8], 마우스에서의 지

<sup>†</sup>주저자 (E-mail : jslee@uu.ac.kr)

질상승 억제[9], 지질 과산화 억제작용[10,11,12] 등이 알려져 있다. 일반 뽕잎에도 혈당 강화 효과로 당뇨병의 예방과 치료에 효과적인 성분이 함유되어 있는 것으로 보고되고 있으며[12, 13] 플라보노이드 계열의 화합물이 많아 생체 내 지질의 과산화억제에도 효과적인 것으로 기대된다. 일반 뽕잎뿐만 아니라 꾸지뽕 잎에도 다양한 기능성 성분이 함유되어 있으며 특히 항당뇨 효과를 나타내는 성분을 함유하고 있는 것으로 알려져 있고, 이러한 효과는 뽕잎 성분인 deoxynojirimycin이  $\alpha$ -glucosidase의 활동을 저해함으로써 일어나는 것으로 보고되고 있다[14,15].

1-Deoxynojirimycin(1-DNJ)은 포도당과 유사한 구조를 가지는 화합물로 소화기관내에서 탄수화물 분해효소인 글루코시다아제의 경쟁적 저해제로 작용하여 식후의 혈당치 상승을 억제하는 것으로 알려져 있다. 1-deoxynojirimycin은 현재 뽕잎(*Morus alba*), 중남미가 원산지인 자코비니아(*Jacobinia*)속 식물, 방선균의 배양액에서만 발견되고 있는 물질이다[16]. 다양한 종류의 뽕잎에 함유되어 있는 DNJ의 함량을 HPLC로 분석하여 지역별 품종별 함유량의 차이를 보고하고 있고 이와 더불어 다양한 생물학적 활성도 알려져 있어 건강 기능성식품 및 음료 등의 개발이 이루어지고 있다[17, 18]. 특히 뽕잎은 누에 사육을 위해 많은 농가에서 재배하였으나 최근에는 견직물(絹織物)의 생산이 줄어들자 농가의 뽕 생산도 매우 줄어들 명맥만 유지하는 수준이 되었다. 이러한 현실에서 뽕잎에 함유되어 있는 다양한 기능성물질을 탐색하여 유용하게 활용하는 것은 농가는 물론 지역의 새로운 산업 발전을 위한 토대가 될 수 있다는 맥락에서 연구가 이루어져 왔다. 그러나 일반 뽕잎에 대한 생리 활성에 관한 연구가 행해지고 있는 반면 유사 기능을 가질 것으로 기대되는 꾸지뽕에 대한 연구는 많지 않은 실정이다. 따라서 본 연구에서는 뽕 잎 및 뽕과 유사 식물이면서 비슷한 성질을 나타내는 꾸지뽕의 잎과 또 잎으로 제조한 꾸지뽕잎 차에 함유되어 있을 것으로 기대되는 유효 기능성물질 1-DNJ의 존재 여부를 기존의 방법과는 달리 가스크로마토그래피법을 이용하여 분석하여 함량을 측정하였다.

## 2. 실험

### 2.1 실험 방법

#### 2.1.1. 실험재료

실험에 사용한 꾸지뽕 잎과 뽕 잎, 꾸지뽕 잎차와 뽕 잎차는 경북 경주시 외동에서 재배된 꾸지뽕나무(*Cudrania tricuspidata*)잎과 뽕잎을 2009년 9월에 직접 채취하여 사용하였다. 잎이 달린 위치에 따른 분류는 지면을 기준으로 하여 50 cm까지를 밑부분(under)으로 하고 그 윗부분 각각의 50 cm 부분을 중간부분(middle), 윗부분(upper)으로 설정하여 시료를 채취하였다.

또한 잎의 크기는 세로 길이 5 cm 이하 (small)와 5~10 cm (Middle), 10 cm 이상 (Large)으로 분류하였으며, 줄기, 뿌리 부분도 잎과 함께 채취하여 사용하였다. 꾸지뽕 잎차는 같은 곳에서 채취한 꾸지뽕 잎을 크기 구별 없이 사용하여 꾸지뽕 잎차 제조업체에서 주문 제조한 잎차 티백을 이용하였다. 잎차의 제조과정은 시중에 판매하는 제품의 제조과정과 동일하게 하였으며, 세척기로 잎의 오염물질을 2회 세척하고 물기가 빠지도록 채반에서 4시간 자연 건조하였다. 물기가 빠진 잎을 원통형 회전 덩유기에 넣고 180°C에서 10분간 덩유했으며, 그 후 열풍 건조기에 넣어 70°C에서 건조한 다음 덩유기 180°C에서 다시 5분간 볶는 과정을 거쳤다. 볶은 시료는 분쇄기를 이용하여 100mesh 정도로 분쇄한 후 자동티백 제조기를 이용하여 티백 형태로 제조하였다.

추출과정은 꾸지뽕나무의 잎, 줄기, 뿌리 부분의 시료를 각각 5 g씩 250 ml의 삼각 플라스크에 넣고 80% 에탄올 10 ml를 첨가하였다. 시료의 효소 활성을 파괴하기 위하여 냉각관이 있는 항온조에서 80°C에서 5분간 중탕하여 실험시킨 후 파쇄(Homogenizer drives, Janke & Kunkel, Ultra-Turrax T25)하고, glass filter를 이용하여 흡인 여과한 다음 그 여액을 시료로 이용하였다. 꾸지뽕 잎차는 에탄올 용매로 추출하여 추출물은 100 ml의 삼각플라스크에 80% 에탄올 50ml를 넣고 60°C에서 10분간 가열한 후 5분간 초음파 처리하여 잎차 성분을 추출하고 흡인 여과한 후 여과액을 이용하였다. 또 1-deoxynojirimycin(1-DNJ)의 표준품은 sigma사의 특급시약을 사용하였다.

## 2.2.2 실험방법

### 1) 1-deoxynojirimycin 추출법

꾸지뽕잎의 추출액 20 ml를 감압건조한 다음 증류수 10 ml에 용해하였다. 이 용액을 2N-HCl로 pH=2로 조정한 다음 미리 활성화 시켜둔 IR-120 수지컬럼(1.5 cm x 10 cm)을 통과시켰다. 계속하여 양이온 교환수지를 통과 시킨 다음 2N-NH<sub>4</sub>OH 로 pH=7로 조정한 후 CG-400 컬럼을 통과시켰다. 마지막으로 음이온 교환수지를 통과시킨 용액을 30℃ 이하에서 감압건조하였다. 여기에 80% 에틸알콜 용액을 가하여 용해한 다음 같은 에틸알콜 용액으로 2 ml가 되도록 정용하였다.

한편 꾸지뽕잎차의 추출시료는 앞에서 설명한 추출시료 20 ml를 IR-120 및 CG-400을 통과시켜 얻어진 용액 25 ml를 감압건조한 다음 80% 에틸알콜로 5 ml 용액이 되도록 정용하였다.

### 2) Trimethylsilylimidazole(TMSI) 유도체화

이온교환수지를 통과한 꾸지뽕 잎 시료 2 ml 및 꾸지뽕 잎차 시료 1 ml에서 각각 200 ul를 미니바이알에 취한 다음 30℃ 이하에서 감압건조하였다. 그리고 시릴화제인 Tri-Sil Z(Pierce 사, USA) 100 ul를 공기를 차단한 상태에서 주입하고, 즉시 80℃의 Hot plate 위에서 10분간 TMS 유도체를 행하였다.

### 3) 가스크로마토그래피(GC)의 분석 조건

분석에 사용한 GC는 FID가 부착된 일본 시마즈사의 GC-9A형으로 분석조건은 다음과 같다. 컬럼은 글래스컬럼(4.0 x 2000 mm), 주입구 온도는 240℃, 검출온도는 260℃, 수소가스 유량은 50 ml/min 으로 조절하였다. 또 컬럼 온도는 시료주입 후 2분간은 120℃로 유지하였고 그 후로는 240℃까지 1분간 4℃ 상승 속도로 가온하였다. 꾸지뽕잎 및 꾸지뽕잎차 시료의 주입량은 4 ul로 하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1 표준품 1-DNJ의 가스크로마토그램

1-DNJ는 Fig. 1과 같이 분자 내에 특징적인 관능기를 가지고 있지 않아 일반적으로 많이

사용되는 방법인 UV 검출기로는 검출이 불가능하다. 그러므로 특수한 기기를 사용하는 방법 또는 자외선흡수제로 라벨을 한 다음 UV 검출기로 측정하는 방법 외에는 적절한 분석 방법이 없는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 1-DNJ의 분석법으로 지금까지 보고된 바 없는 가스크로마토그래피(GC)를 이용한 분석을 시도하였다. 즉 표준품 1-DNJ를 앞의 방법으로 1-DNJ의 -OH기에 trimethylsilyl기를 결합시켜 TMS 유도체로 합성한 다음 GC로 분석한 결과 양호한 단일 피크의 1-DNJ 크로마토그램 체류시간이 21.6분으로 관찰되었다.(Fig.2) 이러한 방법으로 GC를 이용하여 최초로 1-DNJ 분석을 행하였다.

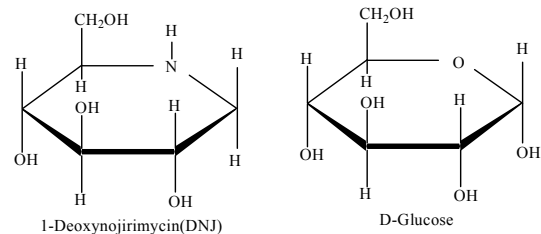


Fig. 1. Structure of 1-Deoxynojirimycin and D-Glucose.

### 3.2 꾸지뽕잎에 함유된 1-DNJ의 GC 분석

꾸지뽕 잎에서 추출한 시료를 TMS 유도체로 만든 후 GC로 분석한 결과 표준품 1-DNJ의 결과와 동일한 체류시간에 피크가 검출되었다.(Fig.2-B) 또 표준품의 1-DNJ와 꾸지뽕잎의 TMS유도체 용액을 일정량 혼합한 시료의 GC 분석 결과도 Fig. 2-C에 나타난 것과 같이 두 물질이 완전히 중복된 피크로 검출되었다. 이러한 결과에서 꾸지뽕잎에 1-DNJ가 존재한다는 것을 알 수 있었다.

또한 꾸지뽕 잎차에서 추출한 용액을 TMS 유도체로 만든 후 같은 방법으로 GC분석한 결과 생잎보다는 함유량은 적었지만 1-DNJ의 검출을 확인할 수 있었다.

### 3.3 1-DNJ의 검량선

표준품의 1-DNJ를 TMS화제로 TMS유도체로 만든 다음 750 ng에서 3,000 ng까지의 범위에서 GC로 분석하였다. 측정된 각각의 피크로부터 면적과 그 것에 대응하는 1-DNJ의 양

을 그래프로 그린 검량선을 작성한 결과 상관 계수  $r=0.999$ 를 나타내는 양호한 직선성을 보였다.

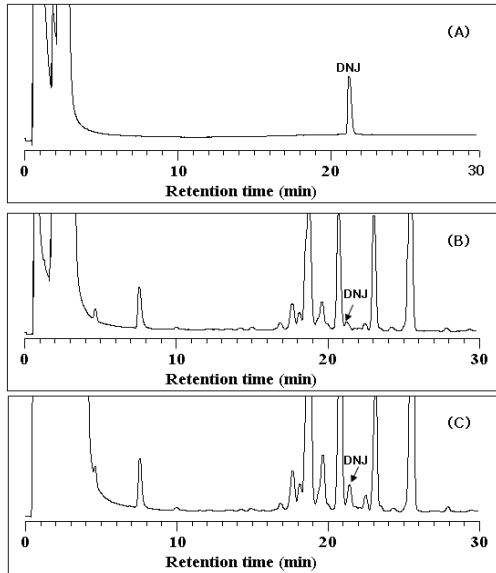


Fig. 2. Gas chromatograms of TMS derivatives of standard 1-deoxynojirimycin (A), the extract from *Cudrania tricuspidata* leaf (B) and standard 1-deoxynojirimycin plus *Cudrania tricuspidata* leaf (C).

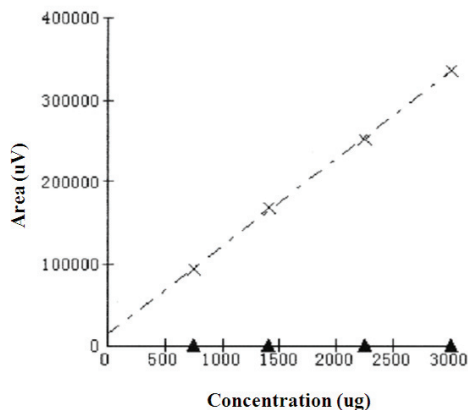


Fig 3. Calibration of 1-deoxynojirimycin.

### 3.4 꾸지뽕 및 뽕의 1-DNJ 함량

꾸지뽕 생잎 및 꾸지뽕 잎차 추출 시료의 1-DNJ 함량을 측정된 결과를 Table 1에 나타내었다. 신선한 상태의 생잎 1 g과 건조한 잎 1 g에 함유된 1-DNJ를 ug 단위로 나타내었고 꾸지뽕 잎차는 차잎 1 g 당 1-DNJ의 함유량을 ug 단위로 표시하였다. 신선한 꾸지뽕 생잎 1 g 과 건조한 꾸지뽕 잎 1 g 에는 각각 69.23 ug, 1154.83 ug이 함유되어 있는 것으로 나타났다. 또한 건조한 꾸지뽕차잎 1 g에는 8.01 ug이 함유되어 있는 것으로 나타났다. 꾸지뽕잎 외의 줄기나 뿌리 부분의 추출물에서는 1-DNJ가 검출되지 않았다.

일반적으로 1-DNJ가 많이 함유된 뽕잎에는 건조 중량의 약 0.1~0.2% 인 것으로 보고되고 있으며, 이 실험에 사용한 꾸지뽕 생잎의 수분 함량을 측정된 결과는 약 93~94% 였으며, 수분 함량으로부터 꾸지뽕 생잎 100 g 건조중량으로 환산하여 1-DNJ의 함유량을 검토한 결과 0.115%로 나타났다. 이 함량은 1-DNJ를 많이 함유하고 있는 뽕잎과 거의 같은 함량임을 알 수 있다. 한편 꾸지뽕 잎차에 들어 있는 1-DNJ의 함량은 건조 꾸지뽕잎에 비교하면 약 1/140 배 낮은 값을 보였다. 이는 꾸지뽕 잎을 차로 가공할 때 가열 등의 처리방법에서 손실되는 것으로 추정된다.

Table 1. 1-deoxynojirimycin content in *Cudrania tricuspidata* leaves and tea.

samples	1-DNJ (ug/g.f.w)	1-DNJ (ug/g.d.w)
Leaves	69.23±3.40*	1154.83±56.67
Stem bark	ND**	ND
Roots	ND	ND
leaves tea	ND	8.01±0.61

\*mean±SD(ug/g.d.w)

\*\*ND: Not Detected

또한 꾸지뽕과 같은 지역에서 채취한 일반 뽕 잎과 줄기, 뿌리, 뽕 잎차의 1-DNJ 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 건조한 잎과 잎차의 1-DNJ 함량이 꾸지뽕과 유사한 결과를 보였다. 이와 같은 결과에서 일반 뽕잎과 꾸지

뽕의 1-DNJ의 함량은 거의 동일한 수준으로 함유되어 있는 것을 알 수 있었다.

Table 2. 1-deoxynojirimycin content in Mulberry cultivars.

samples	1-DNJ(ug/g.d.w)
Leaves	1241.49±15.86
Stem bark	ND**
Roots	ND
leaves tea	8.68±0.54

\*mean±SD(ug/g.d.w)

\*\*ND: Not Detected

### 3.5 꾸지뽕 및 뽕잎의 크기 및 위치에 따른 DNJ 함량

꾸지뽕 및 일반 뽕 잎의 크기에 따른 1-DNJ 함량 차이와 중간 크기의 잎을 기준으로 하였을 경우 잎의 위치에 따른 함량 차이를 비교하였다. 꾸지뽕과 일반 뽕은 동일하게 잎의 크기가 가장 큰(세로 길이 10 cm 이상) 시료가 가장 높은 함량을 나타내었다. 잎이 크고 녹색이 진하며 두께도 우세한 잎이 1-DNJ의 함량이 높았지만 그 차이는 미비하게 나타났다.

잎이 달린 위치에 따른 1-DNJ의 함량의 차이는 Table 3에 나타내었다. 꾸지뽕과 일반 뽕에서 공통적으로 나무의 중간 부분에 달린 잎에서 1-DNJ의 함량이 가장 높게 나타났다. 나무의 아래 부분과 윗 부분은 거의 같은 수준이었으며, 중간 부분의 잎에 함량이 높은 것은 이 부분의 잎이 가장 크기 때문인 것으로 추정된다.

Table 3. 1-deoxynojirimycin content in Cudrania tricuspidate and Mulberry cultivars leaves.

Size	Cudrania	Mulberry
	1-DNJ (ug/g.d.w)	1-DNJ (ug/g.d.w)
Large	1154.83±56.67*	1241.49±15.86
Medium	1003.65± 4.98	1089.03±13.72
Small	908.61± 4.92	984.86±7.92

\*mean±SD(ug/g.d.w)

Table 4. 1-deoxynojirimycin content of part in Cudrania tricuspidate and Mulberry cultivars leaves.

Parts	Cudrania	Mulberry
	1-DNJ (ug/g.d.w)	1-DNJ (ug/g.d.w)
Upper	1129.65± 9.23*	1175.25±13.79
Middle	1154.83±56.67	1241.49±13.72
Under	1116.12± 3.38	1149.35±12.20

\*mean±SD(ug/g.d.w)

이 결과에서 가스크로마토그래피를 이용한 꾸지뽕 잎과 일반 뽕 잎의 1-DNJ 함량 분석은 매우 효율적이며 유용한 수단이 될 수 있다는 것을 알 수 있었고, 꾸지뽕 생 잎과 일반 뽕 잎에는 매우 높은 함량의 1-DNJ가 존재하였으며, 이는 꾸지뽕 잎이 혈당치 개선 효과를 가지는 유기기능성 식물로서 활용가능성이 높은 것으로 추정 할 수 있었다. 본 연구에 사용한 꾸지뽕 생잎은 가장 성숙한 큰 잎을 사용한 것으로 향후 잎의 생장기간이나 채취시기, 품종, 재배조건 등에 따라 결과는 달라질 수 있을 것으로 보인다. 또한 1-DNJ의 1일 섭취량이나 동물의 섭취에 따른 영향, 혈당치 개선외의 다른 기능 등 의학적인 검토도 거의 이루어지지 않는 상태이며, 앞으로 꾸지뽕을 이용한 상품화 작업 등에는 이와 같은 내용의 연구가 반드시 이루어져야 한다고 생각된다.

## 4. 결론

경주시 외동 지역에서 재배되고 있는 꾸지뽕 잎 및 뽕 잎의 1-DNJ 성분 함유량을 분석하기 위하여 가스크로마토그래피 법을 활용하였다. 이 방법으로 효과적으로 1-DNJ의 함량을 측정할 수 있었고 그 결과는 다음과 같다.

1. 가스크로마토그래피법으로 1-DNJ의 피크를 동정할 수 있었고 검량선을 활용하여 각 시료별 1-DNJ 함유량을 측정할 수 있었다.
2. 꾸지뽕 잎의 1-DNJ 함량은 뽕잎의 함량과 유사하였고 줄기나 뿌리 부위에서는 발견되지 않았다. 또 꾸지뽕 잎차와 뽕 잎차에서도 1-DNJ가 함유되어 있는 것으로 나타났으나



생잎에 비하여 적은 양이었다.

3. 잎의 크기를 대, 중, 소로 나누어 크기에 따른 1-DNJ 함량의 차이를 비교한 결과 가장 큰 잎에 함유량이 높은 것으로 나타났다. 또 잎이 달린 위치에 따라 1-DNJ 함량이 차이가 났으며, 나무의 중간 부분에 달린 잎에서 함량이 가장 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 일반 뽕잎에서도 거의 같은 경향을 보였다.

이는 꾸지뽕 잎도 일반 뽕 잎과 같이 혈당개선 물질 및 기능성 성분을 이용하는 재료로 충분히 활용 될 수 있음을 나타내고 있다.

### 참고문헌

1. J. Y. Cha, H. J. Kim, C. H. Chung, and Y. S. Cho, Antioxidative activities and contents of polyphenolic compounds of *Cudrania tricuspidata*, *J. Kpr. Soc. Food. Sci. Nutr.*, **28**, 1310 (1999).
2. C. B. Lee, *Daehanshikmuldogam* Hyangmoonsha, Seoul, **285** (1985).
3. I. M. Jang, In Treatise on Asian Herbal Medicines. Natural Products Science Seoul National University Press, Seoul (2003).
4. Y. Hano, Y. Matsumoto, J.Y. Sun, and T. Nomura, Structures of four new isoprenylated xanthenes, cudraxanthenes H,I,J, and K. *Planta Med.*, **56**, 478 (1990).
5. Y. Hano, Y. Matsumoto, J.Y. Sun, and T. Nomura, Structures of four new isoprenylated xanthenes, cudraxanthenes L,M,N, and O from *Cudrania tricuspidata*, *Planta Med.*, **57**, 172 (1991).
6. I. K. Lee, C. J. Kim, K. S. Song, H. M. Kim, H. Kosino, M. Uramoto, and I. D. Yoo, Cytotoxic benzyl dihydroflavonnols from *Cudrania tricuspidata*, *Phytochemistry*, **41**, 213 (1996).
7. S. H. Kim, N. J. Kim, J. S. Choi, and J. C. Park, Determination of flavonoid by HPLC and biological activities from the leaves of *Cudrania tricuspidata* Bureau, *J. Kor. Soc Food Nutr.*, **22**, 68 (1993)
8. D. G. Kang, T. Y. Hur, G. M. Lee, H. C. Oh, T. O. Kwon, E. J. Sohn, H. S. Lee, Effects of *Cudrania tricuspidata* water extract on blood pressure and renal functions in NO-dependent hypertension, *Life Sci.*, **70(6)**, 2599 (2002).
9. C. H. Chang, C. C. Lin, M. Hattori, and T. Namba, Effects of anti-lipid peroxidation of *Cudrania cochinchinensis* var. gerontogea. *J. Ethnopharmacol.*, **44(2)**, 179 (1994).
10. J. Y. Cha, H. J. Kim, and Y. S. Cho, Effect of water soluble extract from leaves of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata* on the lipid peroxidation in tissues of rats, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **29(3)**, 531 (2000).
11. H. J. Kim, J. Y. Cha, M. R. Choi, and Y. S. Cho, Antioxidative activities by water-soluble extracts of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata*, *J. Korean Soc. Agric. Chem.*, **43**, 148 (2000).
12. J. Y. Cha, H. J. Kim, C. H. and Chung, Y. S. Cho, Antioxidatives and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, **28** 1310 (1999).
13. J. W. Reaven, Impact of diabetes on mortality after the first myocardial infraction. the Finmonica myocardial infraction register study group, *Am. J. Med.* **83**, 31 (1987).
14. F. Chen, N. Nakashima, I. Kimura, and M. Kimura, Hypoglycemic activity and mechanisms of extracts from mulberry leaves and cortex mori radiceis in streptozotocin-induced diabetic mice, *Yakugaku Zasshi*, **115(3)**, 476 (1995).
15. S. Y. Kim, K. S. Ryu, W. C. Lee, H. O. Ku, H. S. Lee, and K. R. Lee, Hypoglycemic effect of mulberry leaves with anaerobic treatment in alloxan-induced diabetic mice, *Kor. J. Pharmacogn.*, **30(2)**, 123 (1999).
16. M. Kimura, F. Chen, N. Nakashima, L. Kimura, N. Asano, and S. Koya, Antihyperglycemic effects of N containing

- sugars derived from Mulberry leaves in streptozochin induced diabetic mice. *J. Traditional Med.*, **12**, 214 (1995).
17. S. Taniguchi, M. Asano, F. Tomino, and I. Miwa, Potentiation of glucose induced insulin secretion by Fagomine a Psiudo Sugar isolated from Mulberry leaves, *Horm. Metab. Res.*, **30**, 679 (1998).
18. Y. Yoshikuni, Inhibition of intestinal  $\alpha$  glucosidase activity and postp radial hyperglycemia by Moranoline and its Nalkyl derivatives, *Agric. Biol. Chem.*, **52**, 121 (1988).
19. D. Breitmeier, S. Guther, and H. Heymann, Acarbose and 1 deoxynorijimycin inhibt maltose and maltooligosaccharide hydrolysis of human small intestina glucoamylase-maltase in two differet substrate induced modes, *Arch. Biochem. Biophys.*, **346**, 7 (1997).