

## 뽕나무 품종별 오디의 화학적 특성

김현복 · 방혜선 · 이희완\* · 석영식\*\* · 성규병

농업과학기술원 잠사곤충부

\* 전북대학교 농과대학

\*\* 강원도 농업기술원

## Chemical Characteristics of Mulberry Syncarp

Hyun Bok Kim, Hae Sun Bang, Hee Wan Lee\*,  
Young Sik Seuk\*\* and Gyoo Byung Sung

Department of Sericulture and Entomology, National Institute Agriculture Science and  
Technology, RDA, Suwon 441-100, Korea

\*Chonbuk National University, Chonju 561-756, Korea

\*\*Kangwon Agricultural Research & Extension Services, Chuncheon 200-150, Korea

### ABSTRACT

Chemical characteristics of mulberry syncarp were investigated in six mulberry varieties, including Subongppong, Daeryukppong, Kuksang 20, Chongilppong, Cataneo and a wild variety. Water content of mulberry syncarp was 78.5~85.0% and sugar degree of Kuksang 20 was the highest among six varieties. Anthocyanin content of Chongilppong mulberry syncarp was 282.42 mg% and Kuksang 20 was lower 13% than Chongilppong mulberry fruit. Also Daeryukppong and wild variety were higher 11% respectively. GABA content of wild variety was higher than other varieties. In flavonol glycosides analysis, rutin content was the highest in Cataneo, isoquercitrin content was in a wild variety, guaijaverin and quercitrin content was the highest in Chongilppong respectively.

Key words : Mulberry syncarp, anthocyanin, flavonol glycosides

### 서 론

최근 양잠산물의 생리활성물질 탐색에 대한 연구의 일환으로 누에분말의 혈당강하제 개발 이후 누에분말의 간 독성 회복효과, 누에관련산물의 대장장애 회복효과, 누에 분비물과 뽕나무 뿌리(桑白皮) 및 뽕잎의 혈당강하효과, 콜레스테롤 억제효과, 항산화 작용 등에 대한 약리활성 연구가 이루어지고 있으며, 견사단백질을 이용한 기능성 신소재 개발 연구로서 실크를 분말화하여 산업적으로 이용하고자 하는 연구가 수행 중에 있다.

누에를 치기 위해 심겨졌던 뽕나무는 누에의 먹이로서 뽕잎을 이용하고 한방재료로서 뽕나무 뿌리를 이용해 왔을 뿐 뽕잎의 수확시기와 맞물려 있는 오디에 있어서는 생식 또는 잼, 술, 시럽 등으로 일부만이 이용되었다. 또한 과실의 크기가 작고 수분함량이 높아 수확작업이 어렵고, 부패하기 쉬워 저장성이

어려운 점도 오디 이용률이 현저히 낮은 원인 중의 하나이다.

오디에 대한 기록으로는 당나라 때 쓰여진 蘇經, 陳藏器(桑の文化誌, 1986), 우리나라의 東醫寶鑑(허준, 1994) 등 고의서를 비롯하여 全國韓醫科大學(1991)이 있으며, 그 효능에 대해서 언급되고 있는 내용을 살펴보면, '달고 차며 독이 없다', '오장과 관절을 이롭게 하고 혈기를 통하게 한다', '백발을 검게 하며 消渴을 덜어 주고 오장을 이롭게 하며 오래 먹으면 배고픔을 모르게 한다' 이외에 浮腫억제, 宿醉제거, 消渴症제거, 대머리 豫防 및 治療 등에 사용된 것으로 기록되어 있다.

오디에 관한 연구로는 가축사료화, 오디의 형태와 과실 특성, 식품가공법, 오디성분 및 색소에 관한 연구 등이 주로 일본과 우리나라에서 일부 이루어지고 있으며, 생리활성에 관한 연구로서는 혈당강하작용, 꾸지뽕나무 열매의 과산화지질에 대한 억제효과 및

오디 추출물에 대한 항염증·항산화 작용 등이 있을 뿐이다.

이 연구는 잠상산물중 오디의 기능성에 대한 관심이 높아짐에 따라 새로운 소득 작목으로서의 가능성을 제시코자 수행하였으며, 빵 육종의 기초자료로 활용할 수 있는 연구결과의 일부를 소개하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 공시품종 및 채취시기

공시품종은 수봉빵, 대륙빵, 국상20호, 청일빵, 카타네오와 야생오디로 수봉빵, 대륙빵, 국상20호와 카타네오 오디는 전라북도 잠업검사소(현 전북농업기술원 원종과 잠업시험지) 포장에서, 청일빵 오디는 농과원 잠사곤충부 포장에서 채취하였으며, 야생오디는 강원도 횡성지방의 논둑과 밭둑에 식재되어 있는 것을 채취하였다.

채취시기는 수봉빵과 대륙빵 오디는 '98년 5월 22일, 국상20호와 청일빵 오디는 '98년 5월 27일, 야생오디는 '98년 6월 9일, 카타네오 품종은 6월 14일로 품종과 지역에 따라 熟期에 차이가 있었다.

### 2. 이화학적 특성조사

#### 1) 오디의 수분함량과 과즙당도

수분함량 조사용 오디는 雨中이나 비온 후를 피하여 완숙오디만을 채취하여 무게를 잰 후, 냉동건조하였다. 건조전의 무게에서 냉동건조 후의 오디 무게를 뺀 값을 건조전 오디무게로 나눈 후 백분율로 표시하였다.

대부분의 오디가 완숙되기 시작하여 미숙오디가 10% 정도 남아 있을 때까지를 收穫盛期라 하는데, 이 시기 중 3일 이상 경과한 맑은 날을 택하여 오후 2~3시경에 빵나무 품종별로 오디를 채취하고 즉시 50개씩 선별하여 당도를 측정하였다. 분석기기로는 digital refractometer(palette 100)를 사용하였으며 Brix %로 표시하였다.

#### 2) Anthocyanin 함량

300 ml 삼각 플라스크에 냉동건조시킨 빵나무 품종별 오디를 마쇄하여 2~3 g 넣은 후 40 ml의 추출용매(에탄올 : 증류수 : HCl=85:13:2)로 혼합하여 시료중의 anthocyanin을 추출하였다. 추출액을 여과한 후, 여과액을 200 ml 정용 플라스크로 정용한 뒤 실온의 암소에서 2시간 방치 후 535 nm에서 흡광도를 측정하였으며 다음의 식으로 총anthocyanin을 계산하

였다(박 등, 1994 : Fuleke & Francis, 1968).

$$\text{Total anthocyanin(mg\%)} = \text{O.D.} \times 200 / \text{W} \times 1/65.1$$

(O.D.: 흡광도, W : 시료량(g), 200 : 정용량, 65.1 : 흡광계수)

#### 3) $\gamma$ -aminobutyric acid(GABA) 함량

냉각된 유발에 냉동건조 오디를 1 g씩 취한 후, 4% sulfosalicylic acid 용액 20 ml를 가하여 1시간 동안 초음파 추출하였다. 추출한 시료는 4°C에서 60 분동안 방치한 다음 원심분리(12,000 rpm, 5°C, 15 min)하였으며 원심분리하여 얻은 상등액과 동량의 Uriprep을 혼합하여 실온에서 5분간 방치한 후 재원심분리하여 추가적으로 제단백을 하였다. 원심분리하여 얻은 상등액을 syringe filter로 여과하여 GABA 분석용 시료용액으로 사용하였다. 분석기기로는 TSP(CA, USA)의 분석용 HPLC에 아미노산 유도체화장치(PCX3100; Pickering, USA)를 부착하여 사용하였으며, lithium cation exchange column(3×150 mm), UV/VIS detector, Spectrasystem gradient pump, Rheodyne injection valve(20  $\mu$ l), SP4600 integrator (TSP,USA)를 사용하였다(방 등, 1998).

#### 4) Flavonoids

냉동건조 시료 1 g을 취하여 곱게 마쇄한 후 85% MeOH 100 ml로 80°C에서 2시간 2회 반복하여 추출하고, 추출액을 syringe filter로 여과한 다음 TSP(CA,USA)의 분석용 HPLC를 사용하여 분석하였다(방과 이, 1996).

#### 5) 조단백질 및 무기성분 함량

조단백질 함량은 Kjeldahl법에 의한 전질소의 정량값에 6.25를 곱한 값으로 하였으며, 냉동건조 시료 0.5 g에 salicylic acid를 함유한 농황산과 과산화수소를 가하여 습식분해한 후(Walinga 등 1989), Mulphy & Riley법(1962)에 의해 인산을 비색 정량하였다. 무기성분의 분석기기로는 Atomic Absorption spectrophotometer(HITACHI, Z-6000)를 사용하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 빵나무 품종별 오디의 당도 및 수분함량

빵나무 품종별 오디중의 수분함량은 78.5~85.0%로 나타났으며 수분함량이 가장 낮은 국상20호의 당도는 19.4로 가장 높았고, 85.0%로 수분함량이 가장 높았던 대륙빵의 오디는 당도 12.3으로 조사되었다(표 1). 횡성지방에서 채취한 야생오디의 당도는 완숙 오디임에도 불구하고 8.3으로 나타나 재배종에 비해

**Table 1.** Sugar degree and water content of mulberry syncarp with different varieties

Varieties	Sugar degree (Brix %)	Water content (%)
Subongppong	14.37	81.6
Daeryukppong	12.25	85.0
Kuksang 20	19.42	78.5
Chongilppong	16.44	79.4
Cataneo	-	80.3
Wild variety	8.33	84.8

**Table 2.** Anthocyanin of mulberry syncarp and residual anthocyanin in manufactured food(jam, alcoholic drinks) (unit : mg%)

Varieties	Mulberry syncarp	Manufactured food	
		Jam	Alcoholic drinks
Subongppong	302.03(107)	-	-
Daeryukppong	313.70(111)	43.63	6.77
Kuksang 20	244.69(87)	19.05	0.93
Chongilppong	282.42(100)	33.72	11.22
Cataneo	309.71(110)	-	-
Wild variety	314.37(111)	67.44	3.92

훨씬 낮았는데, 그 원인으로는 비배관리를 하지 않아 생기는 현상의 하나라고 보아진다. 따라서 철저한 비배관리를 통해 당도와 수량을 동시에 증대시키는 것이 무엇보다 중요한 오디 생산기술이라고 생각되어진다.

**2. 뽕나무 품종별 오디 및 가공제품 중의 total anthocyanin 함량**

뽕나무 품종별 냉동건조 오디중의 total anthocyanin 함량은 청일뽕 오디의 경우 282.42 mg%로서 열풍건조시의 133.5 mg%보다 2배 이상 높았다. 또한 국상20호(244.68 mg%)의 경우에도 냉동건조시킨 오디중의 anthocyanin 함량이 높았으며 냉동건조시킨 청일뽕 오디에 비해 13% 적었고, 대륙뽕(313.70 mg%)과 야생오디(314.37 mg%)는 11% 많은 것으로 나타났다(표 2).

이와 같은 품종간 색소함량의 차이는 여러 가지 요인에 의해 설명될 수 있으며 일차적으로 당과 질소함량의 차이가 중요하다고 할 수 있다(Pirie & Mullins, 1976). 또한 과실에 함유된 당, 유기산, 금속이온, 단백질, 지질 등의 함량 및 차이가 오디 색소의 함량과 발현에 영향을 미치는 것으로 보고(심 등, 1994)되기도 하였다.

최근 천연색소에 대한 관심이 높아짐에 따라 식품

이나 화장품 등에 첨가하여 기능성을 높이고자 하는 연구가 진행 중에 있으며, 오디 중에 함유되어 있는 anthocyanin 색소를 추출하여 이용하고자 하는 연구도 일부 수행 중에 있다(고, 1994).

Anthocyanin 색소는 일반적으로 pH에 따라서 색이 변하는 매우 불안정한 색소이며, 유기용매인 에테르, 에틸아세테이트, 아세톤에는 녹지 않고 물과 알콜에 잘 녹는 수용성 색소로 알려져 있다. 또한 금속이온과 chelate compound를 형성하여 특유의 색을 띠며, sucrose, glucose, fructose, xylose, fomite, luvulinate, 5-hydroxymethylfurfural 및 furfural 등에 의해 분해가 촉진되고, 산소가 없을 때는 안정하나 산소가 존재하면 갈변하는 성질을 갖고 있다(식품화학, 1998).

오디는 주로 anthocyanin 계통의 색소를 가지고 있으며 cyanidin-3-glucoside와 cyanidin-3-rutinoside가 주요 성분임을 밝혔는데(Hong & Wrolstad, 1990 a :1990 b), HPLC에 의한 본 실험에서는 cyanidin-3-glucoside peak 만이 검출되었다.

한편, 오디 가공제품중에 대한 anthocyanin의 함량을 측정한 결과, 오디잼 속에는 야생오디, 대륙뽕, 청일뽕, 국상20호 순으로 냉동건조한 오디의 21%, 14%, 12%, 8%에 해당하는 양이 남아 있는 것으로 각각 조사되었으며, 오디술의 경우에 있어서는 최고 4%에 해당하는 양만이 검출되었다. 이러한 결과는 가공제품을 만들기 위한 과정에서의 당첨가, 열처리 또는 에틸 알콜에 의해 안토시안 성분이 분해·파괴되었기 때문에 일어나는 것으로 보여진다.

따라서 오디잼을 만드는 과정에서의 살균작업시 적정온도를 유지하면서 작업시간을 단축시키는 것이 무엇보다 필요하며 오디술의 경우에는 산패가 일어나지 않도록 하기 위한 알콜농도와 적절한 숙성 기간을 산출하는 것이 중요하다고 본다.

**3. 뽕나무 품종별 오디중의 GABA 함량**

수분뽕 오디를 포함한 5종의 재배종에 대한 평균 GABA 함량은 0.13 mg/gDW으로서 이미 보고된 뽕잎(윤과 이, 1995)과 상백피(방 등, 1998)의 함량에 비해 현저히 낮은 것으로 밝혀졌다.

방 등(98)의 연구에 의하면, 상백피중 GABA 함량은 뽕나무 품종에 따라 차이를 나타냈으며 공시한 13품종에 대한 평균 함량은 2.19 mg/gDW이고, 노상계통(*Morus Zhou*)에 속하는 홍울뽕이 2.62 mg/gDW으로 최대 함량을 나타냈으며, 산상계통(*Morus*

**Table 3.** GABA content of mulberry fruit with different varieties (unit : mg/g DW)

Varieties	GABA(mg/g DW)	Index
Subongppong	0.09	53
Daeryukppong	0.11	65
Kuksang 20	0.05	29
Chongilppong	0.17	100
Cataneo	0.23	135
Wild variety	4.88	2,871

bombycis)에 속하는 수봉뽕은 1.77 mg/gDW으로 최소 함량을 나타냈다.

반면, 윤과 이(1995 b)는 일본산 뽕잎중의 평균 GABA 함량(2.26 mg/gDW)에 비해 5월에 채취한 우리나라 뽕잎의 평균 GABA 함량이 1.675 mg/gDW으로 낮다는 것과 하벌 후 8~9월에 채취한 뽕잎의 경우에는 0.85 mg/gDW으로 나타나 춘기 뽕잎에 비해 후기 뽕잎의 GABA 함량은 절반 수준으로 떨어짐을 보고하였다.

그러나 황성지방에서 채취한 야생오디의 경우에는 4.88 mg/gDW으로서 재배종의 뽕잎, 상백피보다 2~3배 많은 것으로 나타나 의외의 결과를 얻었다(표 3). 이와 같은 재배종과 야생오디간의 뚜렷한 차이를 확인하였으나 그 원인에 대해서는 수분함량, 오디의 크기, 토양의 유기물, 환경조건의 차이 및 비배관리 등 여러 요인에 대하여 검토 중에 있으며, 재현성 있는 결과를 얻기 위해서는 계속적인 연구가 이루어져야 하며 야생오디의 분포 지역에 따른 광범위한 연구도 동시에 이루어져야 한다.

#### 4. 뽕나무 품종별 오디중의 Flavonoids 함량

뽕나무 품종별 오디중의 rutin, isoquercitrin, guaijaverin, quercitrin에 대한 flavonoids의 HPLC 분석 결과, 뽕잎과 상백피의 경우처럼 품종간 차이가 크게 나타났다. Rutin 함량은 카타네오 품종이 119.7 mg/100gDW으로서 뽕잎(윤과 이, 1995 a)의 절반에도 미치지 못하였으며 국상20호 오디는 13.6 mg/100 g DW으로 카타네오 품종의 1/9 정도였다.

**Table 4.** Flavonol glycosides contents in mulberry syncarp with different varieties (unit : mg/100 g DW)

Varieties	Rutin	Isoquercitrin	Guaijaverin	Quercitrin
Subongppong	68.8	40.1	1.0	trace
Daeryukppong	80.1	42.3	3.3	8.4
Kuksang 20	13.6	14.5	trace	trace
Chongilppong	49.1	39.6	12.2	10.6
Cataneo	119.7	21.1	7.7	2.7
Wild variety	62.7	50.9	1.35	2.0

isoquercitrin은 야생오디에 가장 많이 함유되었고, guaijaverin과 quercitrin 함량은 청일뽕 오디가 가장 높은 것으로 조사되었으나 미미한 수준이었다(표 4).

Flavonoid계 화합물은 UV광선, 해충 및 미생물로 부터 식물체의 보호, 항산화작용, 효소활성 조절작용, 타감작용 및 꽃 색깔의 결정성분으로 작용하는 등 식물체의 생존에 중요한 역할을 하는데, 이러한 flavonoid 등과 같은 2차 대사산물의 종류 및 함량은 환경의 영향에 의한 변화정도가 낮아서 종 및 품종 분류의 기준으로 사용되어 왔다(이, 1992 : Seigler, 1981).

따라서 뽕잎이나 오디의 품종간 특이성에 대한 연구에 flavonoid와 같은 성분분석 및 생리활성 성분의 증강법을 이용한다면 보다 높은 육종 효율을 기대할 수 있을 것으로 보인다.

#### 5. 오디중의 조단백질 및 무기성분 함량

표 5는 품종별 오디중의 조단백질 및 무기성분 함량을 나타낸 것으로, 조단백질 함량은 공시품종중 야생종이 11.88%으로 가장 높았으며, 청일뽕 오디는 9.06% 함유하였다. 조단백질 함량은 전질소의 함량에 의해 결정되어지는데, 질소 성분은 오디색소와 당도에도 상관관계를 가지는 것으로 보고된 바 있으며, 본 실험결과와 일치하였다.

인산, 칼륨 및 나트륨의 함량은 대륙뽕 오디가 각각 1.50%, 2.56%, 0.39%로 가장 높았고, 칼슘성분은 카타네오 품종이 가장 높은 함량을 나타낸 반면, 청일뽕 오디는 가장 낮아서 0.03% 함유하는 것으로

**Table 5.** Crude protein and inorganic contents in mulberry syncarp with different varieties (unit:%)

Varieties	crude protein	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na
Subongppong	6.75	1.27	2.00	0.06	0.008	0.18
Daeryukppong	7.50	1.50	2.56	0.06	0.005	0.39
Kuksang 20	6.56	1.18	2.38	0.05	0.010	0.15
Chongilppong	9.06	0.91	1.62	0.03	0.010	0.13
Cataneo	8.31	1.47	2.49	0.18	trace	0.25
Wild variety	11.88	1.43	2.40	0.12	0.007	0.11

나타났다.

이상의 실험결과를 종합하여 볼 때, anthocyanin, GABA 및 조단백질 함량에서 재배종보다는 야생오디의 함량이 높게 나타나 생리활성물질 이용 측면에서 유리한 반면, 당도가 낮아 가공제품으로 이용하기 위한 측면에서는 보완이 필요하다.

따라서 뽕나무 오디를 기능성 식품의 재료로 이용하기 위해서는 야생종의 오디를 선택하여 당도가 높은 국상20호 또는 청일뽕 오디를 일정 비율 첨가하여 보당을 하는 것이 바람직하리라고 본다.

### 적 요

뽕나무의 성숙 열매인 오디를 품종에 따라 채취하여 화학적 특성을 조사하였다. 즉 대륙뽕, 국상20호, 수봉뽕, 청일뽕, 카타네오 및 야생종에 대한 오디 6 품종의 수분율, 당도, 총안토시아닌 함량, GABA 함량 및 flavonoids 함량을 측정된 결과는 다음과 같다.

1. 뽕나무 품종별 오디중의 수분함량은 78.5~85.0%이었고, 수분율이 가장 낮은 국상20호의 당도는 가장 높게 나타났고, 85.0%로 수분율이 가장 높았던 대륙뽕의 오디는 당도가 12.3으로 조사되었다.

2. 뽕나무 품종별 오디중의 총안토시아닌 함량은 청일뽕의 경우 282.42 mg%였다. 또한 국상20호는 청일뽕에 비해 13% 적었고, 대륙뽕과 야생종 오디는 청일뽕에 비해 11% 많은 것으로 나타났다.

3. 뽕나무 품종별 오디중의 GABA 함량을 분석한 결과, 야생종 오디가 가장 많은 양의 GABA를 함유하는 것으로 나타났다.

4. 뽕나무 품종별 오디중의 flavonoids 함량을 분석하였다. Rutin은 카타네오(119.7 mg/100 g)가, isoquercitrin은 야생종(50.9 mg/100 g)이, guaijaverin 및 quercitrin은 청일뽕이 가장 높은 함량을 나타냈다.

### 인용문헌

방혜선, 이완주 (1996) Rutin 및 GABA 침식이 누에 성장에 미치는 영향. *韓蠶學誌* **38**(2): 108-112.  
 방혜선, 이완주, 손태룡, 최영철, 김현복 (1998) 상백피 품종에 따른  $\gamma$ -Aminobutyric acid의 함량 비교. *韓蠶學誌* **40**(1): 13-16.  
 동의보감 허 준 (1994) 具本泓 譯 民衆書閣.  
 全國韓醫科大學 本草學教授共編著 (1991) 本草學 第17章 補益藥: 桑子. 永林社. pp598.  
 Fuleke, T. and Francis, F. J. (1968) Quantitative methods

for anthocyanins. 2. Determination of total anthocyanin and degradation index for cranberry juice. *J. Food Sci* **33**, 78.  
 Hong, V. and R.E. Wrolstad (1990a) Characterization of anthocyanin containing colorants and fruit juices by HPLC/photodiode array detection. *J. Agric. Food Chem.* **38**: 697-708  
 Hong, V. and R.E. Wrolstad (1990b) Use of HPLC separation/photodiode array detection for characterization of anthocyanin. *J. Agric. Food Chem.* **38**: 708-715.  
 김관우 (1998) 식품화학-제9장 식품의 빛깔-. 광문각. pp.229-258.  
 金善礪, 朴光駿, 李木元 周 (1998) 뽕나무 오디추출물의 抗炎症·抗酸化 작용에 대한 生理活性 檢索. *藥作誌* **6**(3): 204-209.  
 김태완, 권영배, 이장현, 양일석, 엄종경, 이희삼, 문재유 (1996) 오디의 항당뇨 효능에 관한 연구. *韓蠶學誌* **38**(2): 100-107.  
 고광출 (1994) 뽕나무과실의 과수화와 이용기술연구(I) 뽕나무 과수화 기초연구 농업특정연구개발사업보고서. 농촌진흥청  
 이희완, 신동화, 이완주 (1998) 몇 가지 뽕품종에 따른 오디의 형태 및 화학적 성분의 특성. *韓蠶學誌* **40** (1): 1-7.  
 李惟美 (1992) 韓國產 조뽕나무屬 植物의 分類學的 研究 形態 및 플라보노이드 특성을 중심으로-. 서울대학교 대학원 박사학위논문.  
 朴光駿, 李龍基 (1996) 뽕나무의 倍數性에 따른 오디의 形態 및 品質 特性 差異. *農業論文集* **38**(1): 307-317.  
 박종철, 최재수, 최종원 (1995) 꾸지뽕나무 잎, 열매, 줄기 및 뿌리의 분획물과 플라보노이드 화합물이 흰쥐의 과산화지질 함량에 미치는 영향. *생약학회지* **26**(4): 377-384.  
 박광준, 이용기 (1997) 한반도에서 자생하는 뽕나무 3종이 자연교잡된 때의 稔性과 오디의 과실특성. *韓蠶學誌* **39**(2): 106-113.  
 박성준, 이재하, 임재호, 권경섭, 장희규, 유무영 (1994) 딸기잼의 안토시아닌과 Spreadmeter치의 가열 및 저장중 변화. *韓食科誌* **26**(4): 365-369.  
 Pirrie, A. J. and M. G. Mullims (1976) Changes in anthocyanin and phenolics content of grape leaf and tissues treated with sucrose, nitrate and abscisic acid. *Plant Physiol.* **58**: 468-472.  
 桑の文化誌 (1986) 郷土出版社(松本市): 116-117.  
 Seigler, D. S. (1981) Secondary metabolites and plant systematics in the biochemistry of Plants (P. K. Stumpf and E. E. Conned.). Vol. 7. Academic Press. New York. pp. 139-176.

Shim, K. H., K. S. Kang, J. S. Choi, K. I. Seo and J. S. Moon (1994) Isolation and stability of anthocyanin pigments in grape peels. *J. Korean Soc. Food Nutr.* **23**(2): 279-286.

尹聖重, 李木元 周 (1995a) 罌粟中 Flavonol Glycoside

成分的 品種 및 季節的 含量 變化. 農業論文集(94博士後 研修過程) **37**: 201-205.

尹聖重 · 李木元 周(1995b) 罌粟中  $\gamma$ -Aminobutyric Acid 含量과 嫌氣的 處理가 GABA 含量에 미치는 影響. 農業論文集(94博士後 研修過程) **37**: 207-213.