

## 닥나무 열매(楮實子)의 유리당, 아미노산, 유기산 및 무기질의 조성

윤숙자<sup>†</sup> · 김나영\* · 장명숙\*

베화여자전문대학 전통조리과

\*단국대학교 식품영양학과

### Free Sugars, Amino Acids, Organic Acids, and Minerals of the Fruits of Paper Mulberry (*Broussonetia Kazinoki* Siebold)

Sook-Ja Yun<sup>†</sup>, Na-Young Kim\* and Myung-Sook Jang\*

Dept. of Traditional Cuisine, Bae Hwa Womans Junior College, Seoul 110-735, Korea

\*Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

#### Abstract

This study was carried out to investigate the proximate composition, free sugars, amino acids, organic acids, minerals and extracted color of the fruit of paper mulberry (*Broussonetia kazinoki* Siebold). The proximate compositions were 6.1% of moisture, 15.9% of crude protein, 28.5% of crude fat, 8.9% of crude ash and 40.6% of carbohydrates in the fruit of paper mulberry. Free sugars showed low content as 0.1% of glucose, 0.1% of sucrose, 0.1% of fructose and 0.01% of sorbitol, respectively. In amino acid composition of the fruit of paper mulberry, glycine was the highest in the content, followed by methionine, aspartic acid and alanine. The ratio of essential/total amino acids was 0.43. The richest mineral contained in the fruit of paper mulberry was Ca and followed by K and Mg. Optical density (490~500nm) of the extracted color with 50% ethanol and 80% ethanol were 0.75 and 0.30, respectively.

**Key words :** paper mulberry (*Broussonetia kazinoki* Siebold), free sugars, amino acids, organic acids, minerals

#### 서론

닥나무는 우리나라 전역의 산간지방에서 야생 또는 재배되는 것으로 그 열매를 저실자(楮實子)라고 하는데<sup>1)</sup> 고서<sup>2)</sup>에 기록된 것을 보면 옛날 가정에서 육류의 연화와 맛을 좋게 하기 위하여 사용되어 왔다. 따라서 닥나무 열매를 육류 조리에도 적용하였을 때의 효과를 보기 위하여 전보<sup>3)</sup>에서는 육류의 연화와 관련하여 닥나무 열매의 단백질 분해효소 활성도와 휘발성 향기성분을 분석하였으며 본 연구에서는 닥나무 열매의 화학성분을 알아보았으므로 이에 보고한다.

#### 재료 및 방법

##### 재료

닥나무 열매는 강원도 고성에서 채취하여 자연 건조

시킨 것으로 1992년 11월에 경동시장에서 구입하여 사용하였다.

##### 일반성분, pH 및 산도

닥나무 열매의 일반성분으로 수분, 조단백질, 조지방, 조회분, 가용성무기질소를 함량은 한국식품공전<sup>4)</sup>에 의하여 분석하였다. 35mesh 체를 통과시킨 닥나무 열매 분말 5g에 탈이온수 50ml를 가하여 1시간 진탕하고 원심분리(5,000rpm, 20min.)하여 얻은 상정액을 pH meter(Corning model 120)를 이용하여 3회 반복하여 측정하였고, 적정산도는 이 상정액 10ml를 중화하는데 소비되는 0.1N NaOH의 양(ml)으로 나타내었다.

##### 유리당

시료의 유리당분석은 Choi 등<sup>5)</sup>의 방법에 따라 HPLC(waters HPLC M510 pump U6k injector and 745 data module)를 이용하여 분석하였다. 시료의 전처리 는 마

<sup>†</sup>To whom all correspondence should be addressed

쇄한 시료를 35mesh 체를 통과시켜 250ml 둥근 플라스크에 5g을 정확히 취하고 80% 에탄올 100ml를 가하여 75~80°C 수욕조에서 4시간씩 3회 반복 추출하였다. 추출액은 여과(whatman No. 5A)하여 감압농축한 다음 50ml 증류수에 용해한 후 분액깔대기에 넣고 디에틸에테르로 지용성 성분들을 제거하였다. 물층을 8,000rpm에서 15분간 원심분리한 후 다시 60°C에서 감압농축하고 HPLC용 증류수 2ml에 용해한 후, 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과하여 유리당 정량에 사용하였다. 유리당 표준물질은 Sigma chemical Co.의 표준품을 사용하였고 HPLC의 분석조건은 Table 1과 같다.

아미노산

총 아미노산 분석은 시험관(2cm×20cm)에 시료 일정량을 정확히 취하여 6N-염산 10ml를 가하고 질소가스로 충전한 뒤 15lb, 121°C에서 3시간 동안 가수분해시켰다. 유리아미노산은 시료 10g을 정확히 취한 후 증류수로 전량을 500ml로 정용하고 60°C에서 10분간 가열하고 Buchner funnel로 여과한 후 75~80°C에서 감압농축하여 유리당 정량시와 동일하게 디에틸에테르로 처리하여 지용성성분을 제거한 후 감압농축하고 HPLC용 증류수 2ml에 용해하였다. 전처리된 총 아미노산 및 유리아미노산 분석시료는 0.45  $\mu$ m membrane filter로 여과하였다. Sep pak C18의 활성을 위하여 매탄올 20ml를

통과시키고 이어 증류수 10ml, A용액(0.1% trifluoroacetic acid) 20ml, B용액(매탄올/A용액=20/80 v/v) 10ml를 각각 통과시킨 다음, C용액(매탄올/A용액=30/70 v/v)과 시료의 비율이 2 : 1(v/v)로 되도록 혼합하여 통과시키고 지방산, 색소, 유기산 등을 제거시킨 다음 HPLC를 사용하여 Table 2와 같은 조건으로 분석하였다<sup>7)</sup>.

유기산

35mesh 체를 통과시킨 닥나무 열매 분말 10g에 증류수를 넣고 30분간 가열하여 식힌 후 감압여과하고 여액에 에탄올을 넣어 100ml로 정용하였다. 이 검액 10ml를 둥근바닥 플라스크에 취하여 수욕상에서 증발 건조하고 부탄올 2ml와 무수황산나트륨 2g, 농황산 2ml를 가한 후 수욕상에서 30분간 끓여 부틸에스테르화 시켰다.

유도체가 된 유기산 에스테르류는 증류수 5ml와 헥산 5ml를 가하여 진탕추출을 3회 반복하고 헥산층을 분취하여 농축하고 5ml로 하였다. 여기에 무수탄산나트륨 0.5g을 넣어 미량 잔류되는 황산을 제거하고 정지 후 헥산층을 GC에 주입하여 유기산의 함량을 정량하였다<sup>8)</sup>. 유기산의 분석에 사용한 GC의 측정조건은 Table 3과 같다.

무기질

백<sup>9)</sup>의 방법에 따라 분석하였으며 JCP(Lab test equipment model 70)를 사용하였다. 각 무기질의 표준용액 농도로 검량선을 작성하고 각 시험용액 중의 무기질 함량을 5회 반복측정하여 그 평균값을 취하였다.

추출색소

닥나무 열매의 색소는 지용성 및 수용성 색소의 추출을 위해 아세톤, 50% 에탄올, 80% 에탄올을 가하여

Table 1. HPLC condition for determination of free sugar for the fruits of paper mulberry

Instrument	Water Associate Model 244
Column	Lichrosorb NH <sub>2</sub> (5 $\mu$ m), 25cm×0.4cm I.D.
Model phase	Acetonitrile : water = 82.5 : 17.5 (v/v)
Flow rate	1.2ml/min.
Chart speed	0.5cm/min.
Detector	RI-410
Sample load	25 $\mu$ l/injection

Table 2. HPLC condition for determination of amino acids for the fruits of paper mulberry

Instrument	Water Auto-Tag system HPLC(U.S.A.)
Column	Econosphere C <sub>8</sub> , 5 $\mu$ Guard column Cartridge + Glass bead guard column
Detector	Fluorescence gain 2 (Excitation : 334nm, Emission : 425nm)
Detection limit	3~4 Pico mole
Injection volume	Sample 10 $\mu$ l + OPA 10 $\mu$ l
Flow rate	1.5ml/min.(Pump pressure 2500psi)
Column oven temp.	45°C
Chart speed	0.5cm/min.
Slit width	0.03mm
Noise rejection	120

Table 3. GC condition for determination of organic acids for the fruits of paper mulberry

Model	Hewlett Packard 5890 Series II
Column	HP-1(0.2mm×25mm)
Detector	FID
Oven temp.	Init. temp. : programmed from 100°C to 150°C at 10°C/min. Final temp. : programmed from 150°C to 200°C at 10°C/min.
Injector temp.	230°C
Detector temp.	250°C
Split ratio	1 : 50
Carrier gas	N <sub>2</sub> (1ml/min.)

상온에서 24시간 동안 추출한 후 분광광도계 (Shimadzu recording spectrophotometer UV-240)를 사용하여 300~800nm에서 각각 흡광도를 측정 한 후 최대흡수파장을 측정하였다<sup>10)</sup>.

**결과 및 고찰**

**일반성분, pH 및 산도**

닥나무 열매의 일반성분으로는 수분 6.1%, 조단백질 15.9%, 조지방 28.5%, 조회분 8.9%, 그리고 가용성 무질소물 40.6%를 나타내었다. pH는 5.86이었으며, 적정산도는 0.7이었다.

**유리당**

유리당은 전체적으로 적은 양을 나타내어 sucrose, glucose, fructose가 각각 0.1%, sorbitol은 0.01%를 나타내었으며 somogyi변법<sup>11)</sup>에 의한 닥나무 열매의 환원당

**Table 4. The amino acids content of the fruit of paper mulberry** (unit : g/100g)

Amino acid	Content
Essential amino acid	
Threonine	trace
Valine	trace
Methionine	0.5040
Isoleucine	0.2637
Leucine	0.0005
Tyrosine	0.3219
Phenylalanine	0.2319
Lysine	0.2603
Tryptophan	0.0031
Histidine	0.0048
Total	1.5902
Non-essential amino acid	
Aspartic acid	0.4541
Serine	trace
Glutamic acid	0.0493
Glycine	1.2684
Alanine	0.3543
Cysteine	trace
Arginine	0.0073
Proline	trace
Total	2.1334

함량 정량결과는 0.98%였다.

**아미노산**

닥나무 열매의 구성 아미노산 조성을 필수아미노산, 비필수아미노산으로 구분하여 본 결과 조성비율은 Table 4와 같다. 닥나무 열매의 필수아미노산 중 함량 아미노산인 methionine이 0.5% 정도로 가장 높았고 그 다음으로 tyrosine, isoleucine, lysine, phenylalanine의 순으로 높은 함량을 나타내었으며 비필수아미노산은 glycine이 가장 높은 함량을 보였고, aspartic acid, alanine의 순서로 많이 함유하고 있었다. 총 아미노산 중 필수아미노산 중량은 1.5902g/100g으로 총 아미노산의 42.7%를 차지하는 것으로 나타났다.

**유기산**

표준품으로 사용될 유기산의 종류는 formic acid, oxalic acid, malonic acid, propionic acid, malic acid, succinic acid, fumaric acid, citric acid였으나 실제로 검출된 유기산은 malonic acid 0.314%, succinic acid 0.110%, fumaric acid 0.102%, citric acid 0.060%의 함량을 보였다.

**무기질**

닥나무 열매의 무기질 함량은 Table 5에서와 같이 비교적 높은 수준으로 나타났으며, 이는 무기질 분석시 짙질째 마쇄하여 사용하였기 때문으로 생각된다. 특히 Ca이 7100mg%로 가장 높은 수준을 보였고 그 다음으로 K, Mg이었다.

**추출색소**

닥나무 열매의 수용성 및 지용성 색소를 측정해 본 결과는 Fig. 1과 같다. 주로 황색 계통인 아세톤 추출색소의 최대 흡수파장은 390~400nm였으나, 흡광도는 매우 낮았으며, 에탄올 추출색소의 경우 최대 흡수파장은 490~500nm로 주로 적색계통으로 80% 에탄올로 추출된 흡광도치는 0.30 정도였으나 50% 에탄올로 추출된 경우에는 0.75로 거의 닥나무 열매에 들어 있는 색소는 수용성색소로 적색을 나타낼 수 있었다.

**Table 5. The mineral composition of the fruit of paper mulberry**

(unit : g%)

Sample	Mineral							
	Zn	Fe	Mn	Mg	Cu	Ca	Na	K
Fruit of paper mulberry ( <i>Broussonetia kazinoki</i> Siebold)	0.98	29.72	2.49	260.90	0.38	7100	4.30	700

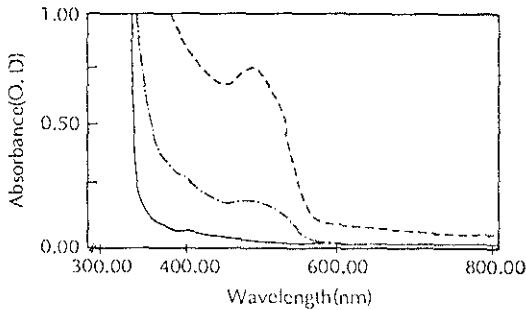


Fig. 1. Visible spectra of extracts from the fruit of paper mulberry extracted by three different methods.

(—): acetone, ---: 80% ethanol, - · - : 50% ethanol)

요 약

닥나무 열매의 화학성분을 분석한 결과는 다음과 같다. 일반성분으로는 수분 6.1%, 조단백질 15.9%, 조지방 28.5%, 조회분 8.9%, 그리고 가용성부질소 40.6%를 나타내었다. 유리당은 전체적으로 적은 양을 나타내어 sucrose, glucose, fructose가 각각 0.1%, sorbitol은 0.01%를 나타내었다. 아미노산조성은 필수아미노산으로 methionine이 0.5%, 비필수아미노산은 glycine이 1.26% 가장 높은 함량을 보였고 전체 필수아미노산은 총 아미노산의 42.7%를 차지하였다. 유기산은 malonic acid 0.314%, succinic acid 0.110%, fumaric acid 0.102%, citric acid 0.060%의 함량을 보였다. 무기질은 Ca이 7100mg%로 가장 높았으며, 그 다음으로 K, Mg이

었다. 닥나무 열매의 추출색소에서 지용성인 아세톤 추출색소는 최대 흡수파장이 390~400nm로 황색계통인 낮은 흡광도치를 나타내었고, 수용성인 50% 에탄올 추출색소는 최대 흡수파장이 490~500nm로 적색계통은 높은 흡광도치를 나타내어 닥나무 열매의 주요색소는 수용성의 적색색소임을 알 수 있었다.

문 헌

1. 육창수 : 한국약품식물자원도감. 진명출판사, p.78 (1981)
2. 빙허각이씨 : 규합총서. 보음재 (1815)
3. 윤숙자, 오명수, 장명숙 : 닥나무 열매에서 추출한 단백질분해효소의 특성에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 22, 303 (1993)
4. 윤숙자, 변명우, 장명숙 : 닥나무 열매의 휘발성 향기 성분과 지방산조성에 관한 연구. 한국영양식량학회지, 23, 130 (1994)
5. 보건사회부 : 식품공전 (1992)
6. Choi, J. H., Jang, J. G., Park, K. D., Park, M. H. and Oh, S. K. : High performance liquid chromatographic determination of free sugars in ginseng and its products. Korean J. Food Sci. Technol., 13, 107 (1981)
7. 전명숙 : 담금방법과 방사선 조사에 따른 고추장의 특성. 서울여자대학교 박사학위논문 (1989)
8. 日本食品工業協會 : 食品分析法. 光琳社, p.518 (1982)
9. 백덕우 : 식품중 미량 금속에 관한 조사연구. 국립보건원보, 제 25권, p.517 (1991)
10. Chichester, C. O. : The chemistry of plant pigments. Academic Press, New York, p.194 (1972)
11. 신호선 : 식품분석. 신광출판사, p.103 (1989)

(1994년 7월 15일 접수)