

뽕나무 계통별 오디종자의 지방산 조성 및 함량

김현복* · 김선림¹⁾ · 성규병 · 남학우 · 장승중 · 문재유²⁾
농업과학기술원 잠사곤충부, ¹⁾작물시험장, ²⁾서울대학교 농업생명과학대학

Quantification and Varietal Variation of Fatty Acids in Mulberry Fruits

Hyun-Bok Kim*, Sun-Lim Kim¹⁾, Gyoo-Byung Sung, Hack-Woo Nam, Seung-Jong Chang and Jae-Yu Moon²⁾

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

¹⁾National Crop Experiment Station, Rural Development Administration, Suwon 441-100, Korea

²⁾College of Agriculture and Life Science, Seoul National University, Seoul 151-749, Korea

ABSTRACT

Fatty acids analysis was carried out with mulberry seed. As a result, palmitic acid, stearic acid, oleic acid and linoleic acid were detected as a major fatty acid. Their rates of composition were 8.8 ± 3.3 , 4.2 ± 1.6 , 5.8 ± 2.3 , and 81.2 ± 6.9 (%), respectively. The unsaturated fatty acids such as oleic acid and linoleic acid were abundant in mulberry seed. Particularly, five accessions including 'Gukkwang', 'Jaelaenosang', 'Sangbansibmunja (Jeonnam)', 'Neungeum' and 'Suwonnosang' were observed only with linoleic acid. Unsaturated fatty acids are known to have physiological effects decreasing the serum cholesterol. From the above result, we confirm that mulberry fruits have abundant unsaturated fatty acids and anthocyanin pigments, and they are of great value as functional food resources.

Key words : Mulberry fruit, Fatty acids, Fruity characteristics, Mulberry varieties

서 론

오디(桑椹子)는 뽕나무 열매로서 한방에서 상심(桑椹), 상실(桑實), 오심(烏椹), 흑심(黑椹) 등으로 지칭되며, 뽕나무과(Moraceae)에 속하는 뽕나무(*Morus alba* L.)의 성숙한 과실이다. 형태상으로는 작은 수과(瘦果)가 많이 모여 이루어진 취화과(聚花果)로 장원형이며 짧은 줄기가 있다. 작은 수과(瘦果)는 난원형으로 조금 납작한 편이며, 육질의 화편(花片) 4개가 둘러싸고 있다. 성숙된 오디의 색은 황갈색, 갈홍색 또는 암자색을 띠며, 주치(主治)는 보혈자음(補血滋陰), 생진윤조(生津潤燥), 현훈이명(眩暈耳鳴), 심계실면(心悸失眠), 수발조백(鬚髮早白) 등을 치료하는 효능을 가진다고 알려져 있다(강 등, 1999).

현재 누에사육을 위한 내재해성 및 양질다수 위주의 18개 품종이 장려품 품종으로 지정되어 있으며, 지금까지 오디는 부산물로만 취급되어 왔다. 뽕잎의 수확시기와 맞물려 있을 뿐 아니라 과실의 크기가 작고 수분함량이 높아 수확작업이 어렵고, 부패하기 쉬워 저장에 어려움 때문에 일부 개인에 의해 생식(生食), 잼, 침출주, 시럽 등으로 소

량의 오디가 이용되어왔을 뿐 그 이용이 극히 제한적이었다.

그러나 동의보감 탕액편(湯液篇)에 '까만 오디는 뽕나무의 정령(精靈)이 모여 있는 것이며, 당뇨병에 좋고 오장에 이로우며 오래먹으면 배고픔을 잊게 해준다(黑椹桑之精英盡在於此 主消渴利五臟 久服不飢)'고 하고 '귀와 눈을 밝게 한다(明耳目)'라고 했으며, '오디를 오래 먹으면 백발이 검게 변하고 노화를 방지한다(久服變白不老)'고 기록되어 있을만큼 가능성이 제시되어 왔다.

또한 김 등(2002)은 뽕나무 오디에 함유된 색소를 분석한 결과, anthocyanin 색소의 한 형태인 C3G(Cyanidin-3-glucoside) 단일물질로 존재하여 보다 안정적이고 분리 방법이 간단할 뿐 아니라, 과실 전체에 색소를 함유함으로써 함량이 높고 수율 또한 높다고 하였으며, 계속하여 오디속에 존재하는 당분은 과당과 포도당만으로 구성되어 있어 설탕을 배제시켜야 하는 식품제조에 있어 좋은 소재로 활용할 수 있을 것으로 보고함(김 등, 2003)에 따라 오디는 기능성식품 소재 및 천연색소자원으로서 그 가치를 새롭게 인정받고 있다.

이와 같이 오디는 뽕잎과 더불어 기능성 및 천연색소

*Corresponding author. E-mail: hyunbok@rda.go.kr

자원으로서 유망시되고 있으나 과학적 자료의 제시는 미미한 수준이다. 따라서 본 고에서는 뽕나무 계통별로 오디를 수확하여 종자의 지방산 분석을 실시하고 특성을 살펴봄으로써 오디의 기능성 및 이용성을 높이고자 하였다.

재료 및 방법

1. 공시재료

본 시험에 공시한 오디는 2001년 6월에 농업과학기술원 잠사곤충부 유전자원 보존용 시험포장(수원시 권선구 서둔동 소재)에서 收穫盛期(오디가 완숙되기 시작하여 미숙오디가 10% 정도 남아 있을 때)에 채취한 즉시 초저온 냉동고(-70°C)에 보관하였다가 동결 건조하여 지방산 조성 및 계통별 함량분석을 위한 시료로 사용하였다.

2. 추출물 조제

지방산 분석은 계통별로 오디로부터 종자만을 분리하여 사용하였으며, Rafael and Mancha(1993)이 제안한 일단계

추출 및 메틸화법(one-step extraction/methylation method, Kim, J.K. *et al*, 2000; Kim, S.L. *et al*, 2002)에 의하여 0.5 g에 methylation mixture reagent(methanol : heptane:benzene : 2,2-dimethoxypropane : H₂SO₄= 37:36:20:5:2, v/v)을 넣어 충분히 흔든 다음 80°C에서 2시간 추출하였다. Benzene은 triacylglycerols과 같은 비극성 지질을 추출하며 또한 모든 성분들이 반응온도에서 단일층을 형성하는데 필요하며, 2,2-dimethoxypropane는 glycerolipids의 transmethylation을 향상시키는 동시에 과량의 물을 잡아주므로 생체시료로부터 지방산의 메틸에스테르를 만드는데 효과적이다. 메탄올성 H₂SO₄는 free fatty acids와 glycerolipids를 메틸에스테르화 하는데 필요하다. 추출 후 상온에 두어 냉각시키면 두 층이 형성되는데, 상층에서 일정량을 취해 capillary GC analysis를 실시하였다.

3. 기기분석

오디로부터 분리한 종자의 지방산 분석은 capillary GC를 이용하였다. 분석기기는 Agilent 6890 system(HP Co.,

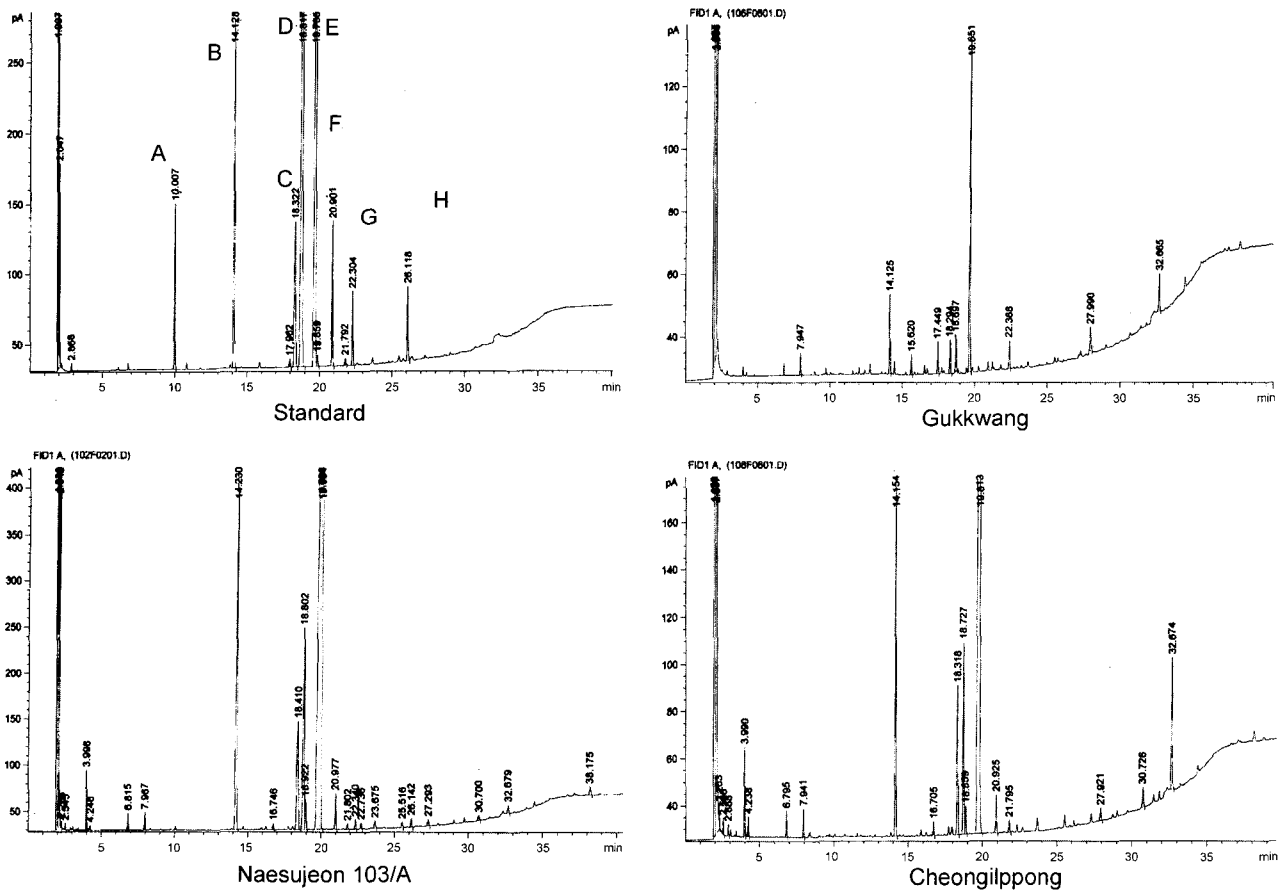


Fig. 1. Fatty acids chromatogram of capillary gas chromatography. A: myristic acid (C14:0), B: palmitic acid (C16:0), C: stearic acid (C18:0), D: oleic acid (C18:1), E: linoleic acid (C18:2), F: linolenic acid (C18:3), G: arachidic acid (C20:0), H: behenic acid (C22:0).

Wilmington, DE, USA), FID detector 및 HP-Innowax capillary (30 m×0.25 mm×0.25 μm) film(cross-linked polyethylene glycol) column을 사용하였고, 표준 FAME(fatty acid methyl ester) Mix(C14-C22)는 Supelco(Bellefonte, PA, USA)로부터 구입하여 사용하였다.

결과 및 고찰

뽕나무 계통별 오디의 지방산 함량 비교

오디 또는 오디종자에 함유된 지방산에 대한 연구보고는 전무한 실정이다. 다만 Ko(1994, 1995)에 의해 분석된

Table 1. Fatty acids content in the fruits of mulberry strains/variety

No.	Accession	Composition of fatty acids (%)			
		16:0	18:0	18:1	18:2
1	452	10.5	4.0	6.1	79.4
2	Amloesang	9.3	5.4	6.9	8.3
3	Cheongilppong	8.8	4.3	5.4	81.5
4	Cheongsipyung	8.5	4.4	6.8	80.3
5	Daegajokhongpisang	9.3	5.0	5.6	80.1
6	Daemansang	10.7	4.4	5.5	79.4
7	Eoguknosang	9.9	4.6	5.0	80.5
8	Ficus	9.2	4.4	6.1	80.4
9	Ficus 4X	10.8	4.1	5.7	79.4
10	Gasaeppong	8.4	5.5	7.4	78.7
11	Geunanosang	9.6	4.3	7.0	79.2
12	Gosu 9	9.8	5.2	6.4	78.5
13	Gukkwang	0.0	0.0	0.0	100.0
14	Gwandongnae B	10.2	3.8	8.5	77.6
15	Haenam 1	9.2	4.9	5.9	80.0
16	Hasusang	9.2	4.5	6.3	80.0
17	Hwachosipmunja	9.5	4.0	6.4	80.2
18	Hwansipchosaeng	10.3	5.7	5.0	79.1
19	Hwanyoupkemji	9.3	4.3	6.5	79.9
20	Iran N	14.2	4.2	7.3	74.3
21	Jaelaenosang	0.0	0.0	0.0	100.0
22	Jangsosang	8.8	5.0	7.7	78.4
23	Jasan	9.6	4.4	6.2	79.8
24	Jeolgokchosaeng	9.8	4.9	5.5	79.8
25	Junggojo	8.9	5.2	7.2	78.7
26	Kaeryangchosaengsipmunja	10.0	4.4	7.4	78.2
27	Kangsun	9.4	4.5	6.0	80.1
28	Kangwon 76/5/8	7.7	4.8	6.5	81.0
29	Kuksang 13	9.6	3.9	6.3	80.2
30	Moksang	8.7	4.5	7.2	79.6
31	Naesujeon 100/3	8.8	4.7	8.1	78.4
32	Naesujeon 103/A	16.4	7.6	12.3	63.7
33	Neunggeum	0.0	0.0	0.0	100.0
34	Odamsanjang	9.0	4.2	5.6	81.2
35	Palcheongsipyung	9.6	4.6	6.0	79.7
36	PC 11	9.7	2.9	8.6	78.7
37	PC 5	8.3	4.3	6.7	80.7
38	Pilipin 1	9.4	4.5	5.9	80.2
39	Sabangso	9.9	4.5	5.4	80.2
40	Sangbansibmunja (jeonnam)	0.0	0.0	0.0	100.0
41	Sangchonchosaeng	11.0	6.0	4.7	78.4
42	Seoban	9.0	4.0	4.5	82.4
43	Sinbaekgeum	9.2	4.3	5.5	81.0
44	Sinsang 1	12.6	5.4	5.2	76.8
45	Sobeun	10.1	4.7	5.3	79.9
46	Suwonnosang	0.0	0.0	0.0	100.0
47	Taejeonchosaeng	8.9	4.3	6.2	80.7
48	Wongo	11.2	5.9	6.2	76.7
49	Wonwoowimun	9.4	4.2	6.8	79.6
Mean ± S.D		8.8 ± 3.3	4.2 ± 1.6	5.8 ± 2.3	81.2 ± 6.9

오디를 이용하여 지방산을 분석한 결과가 있을 뿐이며, 오디에 함유된 주요 지방산은 linoleic acid와 palmitic acid로서 전체 지방산의 각각 42.75%, 32.02%이며, 포화지방산과 불포화지방산의 조성비는 39.7%, 60.3%로 보고하였다.

그러나 capillary GC를 이용한 본 실험결과, Ko(1994, 1995)의 결과와는 많은 차이가 나타났다. 즉 뽕나무 49계통에 대한 오디종자의 지방산을 분석한 결과, 오디종자에 함유된 주요 지방산은 palmitic acid, stearic acid, oleic acid 및 linoleic acid으로서 4종이 확인되었으며(그림 1), 특히 적으로 ‘국광’, ‘재래노상’, ‘능금’, ‘상반십문자(전남)’ 및 ‘수원노상’ 계통에서는 linoleic acid만이 검출되었다.

공시된 뽕나무 계통의 오디종자에 함유된 각 지방산의 평균 함량(%)은 8.8 ± 3.3 , 4.2 ± 1.6 , 5.8 ± 2.3 및 81.2 ± 6.9 으로 나타났으며, 불포화지방산인 oleic acid와 linoleic acid를 합한 양은 87.0%로서 매우 높았다(표 1).

‘서반’은 linoleic acid 함량비율이 82.4%로 가장 높았고, 다음으로 ‘청일뽕’, ‘오담산장’, ‘신백금’ 순으로 높았으며, ‘내수전 103/A’는 linoleic acid의 함량비율이 63.7%로 가장 낮았다.

본 실험에서 linoleic acid만이 검출된 5계통 중, 특히 ‘국광’ 계통은 김 등(2002)이 뽕나무의 과실적 특성인 수량성, 과중, 당도를 만족시키는 동시에 천연색소로서 생리활성물질인 C3G 함량까지 높은 것으로 보고하고 있어 품종선택시 고려할만한 유망계통으로 사료된다.

오디종자에 다량으로 함유된 linoleic acid는 linolenic acid 및 arachidonic acid와 더불어 체내에서 합성되지 않는 필수지방산으로서 생체막의 중요한 구성성분이며 혈중 콜레스테롤의 함량을 낮추는 작용을 하는 것으로 알려져 있

다. 또한 필수지방산 가운데 arachidonic acid의 생리적 효력이 가장 우수하고 linolenic acid가 가장 떨어지며, arachidonic acid는 체내에서 linoleic acid로부터 합성되는 것으로 보고하고 있다.

따라서 linoleic acid를 다량으로 함유하고 있어 불포화지방산의 함량이 상대적으로 높은 오디종자는 신체의 성장과 유지 및 생리적 과정의 정상적 기능을 수행하는데 중요한 역할을 할 것으로 기대되며, 특히 고지혈증의 혈중 콜레스테롤을 억제시키는 작용 등 생리활성작용을 기대할 수 있어 매우 유용한 자원임을 확인하였다.

적 요

최근 뽕나무 오디는 천연색소 자원 및 기능성식품의 자원으로 새롭게 평가받고 있다. 이에 뽕나무 계통별로 오디를 수확하여 종자의 지방산 분석을 실시함으로써 오디의 기능성 및 이용성을 높이고자 하였다.

1. 오디의 지방산 분석은 뽕나무 계통별로 종자만을 분리하여 Rafael and Mancha(1993)이 제안한 일단계 추출 및 메틸화법(one-step extraction/methylation method)으로 추출하였으며, 분석기기는 capillary GC를 이용하였다.

2. 오디종자에 함유된 주요 지방산은 palmitic acid, stearic acid, oleic acid 및 linoleic acid로서 4종이 확인되었으며, 각 지방산에 대한 공시계통의 평균 함량(%)은 8.8 ± 3.3 , 4.2 ± 1.6 , 5.8 ± 2.3 및 81.2 ± 6.9 으로 나타났다.

3. 불포화지방산의 양은 87.0%로서 매우 높았으며, 특히 적으로 ‘국광’ 등 5계통에서는 linoleic acid만이 검출되었다.

4. 따라서 linoleic acid를 다량으로 함유하고 있어 불포화지방산의 함량이 상대적으로 높은 오디종자는 고지혈증의 혈중 콜레스테롤을 억제시키는 작용 등 생리활성작용을 기대할 수 있는 매우 유용한 자원임을 확인하였다.

인용문헌

- Graces Rafael and Manuel Mancha (1993) One-Step Lipid Extraction and Fatty Acid Methyl Esters Preparation from Fresh Plant Tissues. *Analytical Biochemistry* 211: 139-143.
- 강경수 외(1999) 본초학, 오디향. 영림출판사.
- 김현복·김선림·문재유 (2002) 오디 Anthocyanin 색소 정량 및 품종 변이. *韓育誌* 34(3): 207-211.
- 김현복·김선림·문재유·장승중(2003) 뽕나무 계통별 오디의 유리당 조성 및 함량(*韓蠶學誌* 투고 중).
- Kim, S.L., Kim, S.K. and Park, C.H. (2002) Comparisons of Lipid, Fatty Acids and Tocopherols of Different Buckwheat Species. *Food Sci. Biotechnol.* Vol. 11, No. 4, pp. 332-336.
- Kim, J.K., Kim, N.H., Mang, J.K., Lee, B.K., Park, C.B. and Lee, B.H. (2000) Fatty Acid Composition Analysis of Major



Photo 1. Mulberry variety “Gukkwang” for fruit production.

뽕나무 계통별 오디종자의 지방산 조성 및 함량

- Oil Crops by One-Step Extraction/Methylation Method.
Korean J. Crop Sci. 45(3): 211~215.
- Ko K.C. (1994) Studies on productivity and utilization of mulberry fruits for change into new fruit tree crop - studies on high quality and abundant fruiting and utilization of mulberry fruits (I) - *RDA report* (the 2nd continued).
- Ko K.C. (1995) Studies on productivity and utilization of mulberry fruits for change into new fruit tree crop - Studies on high quality and quantity improvement and utilization of mulberry fruits (II) - *RDA report* (the 3rd finished).