

뽕나무(*Morus alba* L.) 품종별 오디의 영양 및 기능성 성분과 이화학적 품질 특성 비교

김은옥¹ · 이유진¹ · 임현희¹ · 서일호¹ · 유명화¹ · 강대훈² · 최상원^{1*}

¹대구가톨릭대학교 식품영양학과
²(주)상로

Comparison of Nutritional and Functional Constituents, and Physicochemical Characteristics of Mulberries from Seven Different *Morus alba* L. Cultivars

Eun-Ok Kim¹, Yu-Jin Lee¹, Hyun-Hee Leem¹, Il-Ho Seo¹, Myeong-Hwa Yu¹,
Dae-Hun Kang², and Sang-Won Choi^{1*}

¹Dept. of Food Science and Nutrition, Catholic University of Daegu, Gyeongbuk 712-702, Korea
²Sangro Co. Ltd., Gyeongbuk 712-702, Korea

Abstract

Nutritional and functional components, and physicochemical characteristics of mulberry fruits from *Morus alba* L. cultivars, including Daejappong, Iksuppong, Daesungppong, Yongppong, Cheongilppong, Gwasang 1 and Gwasang 2, were investigated and compared. Among the 7 mulberry cultivars examined, Iksuppong, Cheongilppong and Gwasang 2 had higher contents of nitrogen free extract, total sugar and total reducing sugar, than other mulberry cultivars, while contents of protein, fat, and fiber were lowest. Gwasang 1 and Daesungppong had the highest content of total phenolic, total flavonoid, and total anthocyanin. Daesungppong, Gwasang 1 and Gwasang 2 had higher contents of C3G and C3R than other mulberry cultivars, although C3R content of Cheongilppong was the highest. Four flavonoid contents varied among of 7 mulberry cultivars. Contents of two major flavonoids, rutin and quercetin, were the highest in Gwasang 2, while Iksuppong and Cheongilppong were the lowest. Contents of piceid and 4-prenylmoracin were the highest in Daesungppong and Cheongilppong, respectively. Cheongilppong of mulberries had the highest content of GABA. Iksuppong and Gwasang 2 with moderate weight and dark color had higher contents of total soluble solid than other mulberry cultivars, while contents of titratable acidity were lower. Our results provide useful information on nutritional and functional constituents of mulberry fruits according to cultivars, and their physicochemical and processing properties.

Key words: mulberry (*Morus alba* L.), cultivars, nutritional and functional components, physicochemical characteristics

서 론

최근 생활패턴의 서구화로 변모와 노인 인구의 증가에 따라 암을 비롯한 심장병, 고혈압, 심근경색증, 동맥경화증, 당뇨병 및 치매 등의 여러 생활습관병이 크게 증가하고 있다(1). 따라서 최근 이러한 생활습관병을 예방 및 치료하는 천연 유래 기능성 신소재 및 건강기능식품의 개발이 활발히 이루어지고 있다(2,3).

오디(mulberry)는 뽕나무과(Moraceae)에 속하는 낙엽교목인 뽕나무(*Morus alba* L.)의 열매로서 5월부터 6월에 걸쳐 과실의 색이 검은색 또는 자홍색을 나타낼 때 채취하여 식용하거나 건조한 후 한약재로 사용하고 있다. 한방에서 오디는 '상심자'로 불리며 백발을 검게 하며 소갈(당뇨)을 덜어주고 오장을 이롭게 하는 자양·강장제로서 뿐만 아니

라 빈혈, 고혈압, 관절통 및 대머리 치료제로 널리 사용되고 있다(4).

오디는 당 및 유기산을 비롯하여 anthocyanin 색소를 다량 함유하고(5,6) 있을 뿐 아니라 1-deoxynojirimycin(DNJ), arylbenzofurans, cyanidin 3-glucoside(C3G), cinnamic acid 및 quercetin 유도체, γ -aminobutyric acid(GABA) 및 resveratrols 등의 항당뇨(7,8), 항산화(9,10), 항고혈압(11,12), 및 항노화성(13) 생리활성물질을 함유하고 있어 최근 웰빙 건강식품으로서 인기가 매우 높다. 2002년 오디의 국내 재배 면적은 약 50 ha, 생산량 100톤이었으나 웰빙건강식품으로 각광을 받으면서 최근 전북 부안과 남원, 전남 장성을 비롯하여 경남 함양, 경북 김천, 상주, 예천, 경주 및 영덕 등을 중심으로 해마다 그 재배 및 생산량이 증가하여 2009년도 재배면적은 약 350 ha이며, 생산량은 약 4,000톤에 이르고

*Corresponding author. E-mail: swchoi@cu.ac.kr
Phone: 82-53-850-3525, Fax: 82-53-850-3516

있다(14).

오디는 수분을 다량 함유하고 있을 뿐 아니라 과육이 연하여 수확 후 급격한 품질저하 현상을 초래하기에 현재 대부분 생과용으로 이용되고 있으며, 일시적인 홍수출하에 따른 가격하락으로 이를 이용한 고부가가치 가공식품 및 기능성 신소재의 개발이 절실히 요구되고 있다. 지금까지 뽕나무 품종별 오디의 화학성분(6,15-17) 및 생리활성작용(18-21)에 관한 많은 연구가 보고되었으며, 오디를 이용한 오디잼, 오디즙, 오디주스, 오디와인 및 오디식초와 같은 다양한 가공식품이 개발되어져 왔다(22-24). 그러나 딸기(strawberry), 복분자(raspberry) 및 블루베리(blueberry)와 같은 다른 베리류 과실에 비해 오디의 높은 단가와 낮은 산도 그리고 기호성이 낮은 향기 때문에 아직까지 오디를 이용한 고품질의 가공(발효)식품의 개발이 이루어지지 않고 있다. 또한, 다른 베리류 과실에 비해 오디가 지니고 있는 특유의 유용 기능성 물질을 분리하거나 대량 생산하여 기능성식품 및 화장품의 신소재로 활용하는 연구는 미흡한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 오디를 이용한 고부가가치 가공식품 및 기능성 신소재를 개발하기 위한 연구의 일환으로 먼저 현재 국내에서 생산되는 대표적인 7가지 뽕나무 품종별 오디의 일반성분 및 기능성 성분의 함량을 측정하는 동시에 그들의 이화학적 품질 특성 차이를 조사하여 비교하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용한 오디(mulberry)는 2009년 5월말에서 6월 중순까지 경북 하양, 상주 및 전북 부안에서 수확한 7가지 뽕나무 품종(익수뽕, 대자뽕, 대성뽕, 용뽕, 청일뽕, 과상 1호 및 과상2호) 오디를 사용하였다. 수확한 생오디 일부는 곧바로 이화학적 품질 특성에 사용하였으며, 대부분의 오디는 동결건조기(PVTFD-50R, Ilshinlab, Busan, Korea)에서 건조한 후 가정용 믹서기로 20 mesh 크기로 분쇄한 건조오디를 시험재료로 사용하였다. 실험에 사용된 모든 시약은 Sigma-Aldrich사(St. Louis, MO, USA)의 제품을 사용하였으며, 분석용매는 특급 또는 일급을 사용하였다.

일반성분 분석

오디 품종별 일반성분의 함량은 식품공전(25)의 방법에 따라 다음과 같이 실시하였다. 수분은 105°C 상압건조법, 조지방은 Soxhlet법, 조단백질은 micro-Kjeldahl법, 회분은 550°C 직접회화법, 그리고 조섬유는 헨네베르크·스토오만 개량법으로 각각 측정하였다.

총 당 및 환원당 함량 측정

오디 품종별 총 당 및 환원당 함량은 phenol-H₂SO₄법 및 DNS법에 따라 각각 측정하였다(26). 오디 분말 1 g에 초순수 100 mL를 가하여 마쇄한 후 여과하여 초순수로 100 mL

로 정용한 후 100배 희석하여 시료액을 제조하였다. 시료액 2 mL에 5% phenol 시약 1 mL와 진한황산 5 mL를 가하여 혼합한 다음 30분간 반응시킨 후 UV-Vis spectrophotometer (S-3100, SINCO, Seoul, Korea)를 사용하여 470 nm에서 흡광도를 측정한 후 포도당의 검량선을 이용하여 총 당량을 환산하였다.

한편, 오디 분말 1 g을 위와 동일하게 처리하여 시료액을 제조한 후, 시료액 1 mL에 DNS 시약(7.5 g DNS, 14.0 g NaOH, 126.1 g Rochelle염, 5.4 mL 페놀 및 5.9 g Na₂S₂O₅/증류수 1 L) 1 mL를 혼합하여 끓는 물에서 15분간 반응시킨 후 흐르는 찬물에서 5분간 냉각한 다음 반응액에 증류수 3 mL를 가한 후 UV-Vis spectrophotometer를 사용하여 546 nm에서 흡광도를 측정한 후 포도당의 검량선으로부터 환원당 함량을 환산하였다.

에탄올추출물 조제

품종별 오디 분말 1 g에 80% 에탄올 200 mL를 가하고 ultrasonic cleaner(Power Sonic 420, 50/60 Hz, 700 W, Hwashin Instrument, Seoul, Korea)에서 2시간 동안 2회 반복 추출한 후 여과지(Whatman No. 2, Maidstone, England)로 여과 후 얻은 여과액을 진공감압농축기(N-1000, Eyela, Tokyo, Japan)로 농축하여 에탄올추출물을 제조하였다.

총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 시약을 이용하여 Singleton 등의 방법(27)에 따라 다음과 같이 측정하였다. 즉, 시험관에 각 오디 품종별 80% 에탄올추출액(에탄올추출물 1 g을 80% 에탄올용액 20 mL로 용해한 것) 0.5 mL, 증류수 4.5 mL 및 1 N Folin-Ciocalteu 용액 5 mL를 가하여 3분간 격렬히 혼합하였다. 다음 여기에 10% Na₂CO₃ 5 mL를 가하여 완전히 혼합하고 실온에서 1시간 반응시킨 후 765 nm에서 흡광도를 측정한 후 gallic acid의 검량선으로부터 총 폴리페놀 함량을 환산하였다.

한편, 총 플라보노이드 함량은 Kim 등(28)의 방법에 따라 다음과 같이 측정하였다. 오디 품종별 80% 에탄올추출액 0.5 mL에 10% Al(NO₃)₃ 0.1 mL, 1.0 M CH₃COOK 0.1 mL, 및 80% 에탄올 4.3 mL를 차례로 가하여 충분히 교반하여 혼합한 후 실온에서 30분 방치한 다음 여과하여 415 nm에서 흡광도를 측정하였고, 시료의 총 플라보노이드 함량은 rutin의 검량선으로부터 환산하였다.

총 안토시아닌 색소 및 안토시아닌 구성성분 함량 측정

총 안토시아닌 색소 함량은 Kim 등(15)의 방법을 이용하여 Lambert-Beer법에 따라 분자흡광계수 65.1을 사용하여 다음과 같이 측정하였다. 품종별 오디 분말 2 g에 1.5 N HCl-95% EtOH(15:85, v/v) 50 mL를 가하고 ultrasonicator에서 2시간 동안 2회 반복 추출한 후 원심분리하여(5,000 rpm, 20분) 얻어진 상층액을 같은 용매 100 mL로 정용한

후 실온에서 2시간 암소에 방치한 후 상등액을 20배 희석하여 UV-Vis spectrophotometer를 사용하여 535 nm에서 흡광도(A)를 측정 후 다음 식에 따라 총 안토시아닌 색소 함량(g%)을 구하였다.

$$\text{총 안토시아닌 색소 함량(g\%)} = A_{535} \times 100/W \times \text{희석배수} \times 1/65.1$$

한편, 오디 품종별 안토시아닌 구성성분의 함량은 HPLC를 이용하여 전보(29)에 따라 다음과 같이 측정하였다. 품종별 오디 분말 1 g을 0.05% TFA 함유 40% 에탄올용액 100 mL로 ultrasonicator에서 2시간 동안 2회 반복 추출한 후 여과 및 감압농축하여 조에탄올추출물을 얻었다. 이것을 같은 추출용액 10 mL로 용해시킨 후 미리 활성화시켜 놓은 Sep-Pak C₁₈ cartridge(Waters, Milford, MA, USA)에 통과하여 색소를 흡착시킨 후 먼저 초순수로 수세하고 난 다음 추출용액으로 흡착된 색소를 용출하여 적절히 희석한 후 HPLC로 두 가지 주된 색소(cyanidin 3-glucoside: C3G, cyanidin 3-rutinoside: C3R)의 함량을 측정하였다.

플라보노이드, piceid 및 4-prenylmoracin 함량 측정

오디 품종별 항산화, 항고혈압 및 항당뇨 성분인 플라보노이드(rutin, isoquercitrin, quercitrin, quercetin), piceid 및 4-prenylmoracin(4-PM) 함량은 전보(10,30)의 방법을 변형하여 다음과 같이 HPLC를 이용하여 측정하였다. 오디 분말 1 g에 80% 에탄올용액 100 mL를 가한 ultrasonicator에서 2시간 동안 2회 반복 추출한 후 여과 및 감압농축하여 에탄올추출물을 얻었다. 다음, 에탄올추출물을 80% 에탄올용액 20 mL에 용해시킨 후 냉장고에서 하룻밤 방치하고 원심분리하여(5,000 rpm, 30분) 얻어진 상층액을 감압농축하고 다시 같은 추출용매로 용해시킨 후 10 mL로 정용하였다. 이 액을 초순수로 10배 희석시킨 후 미리 활성화시켜 놓은 Sep-Pak C₁₈ cartridge(Waters)에 통과시켜 시료를 흡착시킨 다음 먼저 20% 에탄올용액으로 흡착된 색소를 제거시킨 후 최종 80% 에탄올용액으로 시료를 용출하고 적절히 희석한 다음 HPLC를 이용하여 플라보노이드 성분, piceid 및 4-PM의 함량을 각각 측정하였으며, 이때 HPLC 분석조건은 Table 1과 같다. HPLC로 분리된 4가지 플라보노이드 성

분, piceid 및 4-PM의 peak는 표준물질의 retention time과 비교하여 확인하였으며, 각 표준물질의 검량곡선으로부터 오디 품종별 플라보노이드, piceid 및 4-PM 함량을 각각 계산하였다.

GABA 함량 측정

오디의 GABA(γ -aminobutyric acid) 함량은 전보(31)와 동일하게 아미노산 자동분석기를 이용하여 측정하였다. 즉, 오디 건조분말(1 g)을 75% 에탄올수용액(50 mL)으로 ultrasonicator에서 2시간 동안 2회 반복 추출한 후 여과 및 농축하여 에탄올추출물을 제조하였다. 다음, 이 추출물을 초순수(50 mL)로 충분히 용해한 후 하룻밤 방치하고 난 다음 여과하여 50 mL로 정용하였다. 이 액을 2배 희석하여 0.45 μ m membrane filter(Gelman, Ann Arbor, MI, USA) 통과시킨 다음 아미노산자동분석기(Biochrom 30, Biochrom Ltd., Cambridge, UK)를 이용하여 GABA 함량을 측정하였다.

오디의 이화학적 품질특성 측정

오디의 품종별 중량은 무작위로 10개씩 취하여 개별 총중량으로 산출하였으며, pH는 생오디 10 g에 초순수 250 mL를 가하여 homogenizer(Polytron PT-MR 2100, Kinematica AG, Littau, Switzerland)로 균질화한 후 원심분리(8,000 rpm, 30분)하여 얻은 상등액을 250 mL에 정용한 다음 pH meter(Seven Easy, Mettler Toledo, Greifensee, Switzerland)로 측정하였다. 산도는 앞서 정용한 용액 중 20 mL를 취하여 0.01 N NaOH로 pH 8.2가 될 때까지 적정한 후 소요된 0.01 N NaOH의 양으로부터 오디 100 g 당 citric acid에 대한 양으로 환산하여 나타내었다. 당도는 오디를 과쇄한 후 굴절당도계(N-1E, Atogo, Tokyo, Japan)로 측정하여 °Brix로 나타내었으며, 색도는 앞서 정용한 용액 중 5 mL를 취하여 색차계(CM3600D, Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 측정 후 Hunter's scale의 L(lightness), a(redness), b(yellowness) 값으로 표시하였다. 이때 백색판의 색도는 L=98.91, a=-0.1, b=-0.33이었다.

통계처리

모든 실험 결과들은 3회 반복 측정하여 평균치와 표준편차로 나타내었으며, 각 처리별 평균치간의 유의성 검정은 SPSS 14.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software를 이용하여 분산분석을 실시하였다. 평균간 유의적 차이가 있는 항목에 대해서는 Duncan's multiple range test로 p<0.05 수준에서 유의차 검정을 실시하였다.

결과 및 고찰

오디 품종별 일반성분 함량

뽕나무 품종별 오디의 일반성분 함량을 비교한 결과는 Table 2와 같다. 오디 일반성분의 함량을 보면 수분 83.93~

Table 1. HPLC conditions for quantitative analysis of flavonoid compositions, piceid, and 4-prenylmoracin in mulberries from 7 different *Morus alba* L. cultivars

Item	Operating condition
HPLC system	Waters e2690/5 HPLC system equipped with 2998 photodiode array detector and autosampler
Column	YMC-Pack Pro C ₁₈ (5 μ m, 4.6×250 mm, YMC Inc., Allentown, PA, USA)
Solvent	Sol A: 0.05% H ₃ PO ₄ in H ₂ O, Sol B: H ₂ O:MeOH:CH ₃ CN(1:1:1, v/v) a linear gradient elution from A to B for 50 min
Detector	UV _{280 & 350 nm}
Flow rate	0.8 mL/min

Table 2. Comparison of proximate composition of mulberrys from 7 different *Morus alba* L. cultivars

Cultivar	Proximate composition (% , fresh weight) ^{1,2)}					
	Moisture	NFE ³⁾	Protein	Fat	Fiber	Ash
Daejappong	85.32±0.13 ^{ab}	10.39±0.0 ^{ab}	1.59±0.06 ^b	0.92±0.04 ^a	1.02±0.10 ^b	0.78±0.04 ^b
Iksuppong	85.15±0.20 ^{ab}	11.76±0.08 ^a	1.03±0.01 ^c	0.33±0.03 ^c	0.98±0.09 ^b	0.80±0.10 ^b
Daeseungppong	86.24±0.16 ^a	9.61±0.08 ^b	1.77±0.06 ^b	0.51±0.04 ^b	1.10±0.11 ^b	0.81±0.03 ^b
Yongppong	84.36±0.19 ^b	8.63±0.10 ^c	2.37±0.06 ^a	0.87±0.02 ^a	2.87±0.13 ^a	0.96±0.07 ^a
Cheongilppong	85.40±0.17 ^{ab}	11.33±0.07 ^a	1.16±0.06 ^c	0.36±0.03 ^c	0.99±0.07 ^b	0.76±0.03 ^b
Gwasang 1	83.93±0.22 ^b	9.50±0.11 ^b	2.54±0.06 ^a	0.54±0.03 ^b	2.54±0.12 ^a	0.98±0.10 ^a
Gwasang 2	86.27±0.27 ^a	10.0±0.08 ^b	1.64±0.01 ^b	0.48±0.02 ^b	0.89±0.08 ^b	0.79±0.05 ^b

¹⁾Data are mean±SD of triplicate determinations.

²⁾Values with the different superscript letters in each column are significantly different at p<0.05.

³⁾Nitrogen free extract.

86.27%, 가용성 무질소물 8.63~11.76%, 조단백질 1.03~2.54%, 조지방 0.33~0.92%, 조섬유 0.89~2.87% 및 조회분 0.76~0.98% 범위로 Lee 등(6)이 앞서 보고한 오디의 일반성분 함량과 비슷하였으며, 오디 품종에 따라 일반성분의 함량이 다소 차이가 있음을 알 수 있었다. 오디 품종 중 과상1호 및 용뽕은 익수뽕, 과상2호 및 청일뽕보다 단백질, 섬유소 및 회분 함량이 다소 높은 반면, 수분과 당 함량은 약간 낮았다. 그리고 경상북도 상주에서 오디즙 및 오디주스용으로 주로 이용되고 있는 청일뽕과 경북 영천, 경주, 김천, 경산, 경기도 양평, 전북 정읍 등지에서 생과용으로 주로 이용되고 있는 익수뽕은 단백질, 지방, 섬유소 함량이 오디 품종 중 가장 낮았으며, 전북 부안 및 고창 등 주로 전라도에서 오디즙 및 오디주 가공용으로 주로 이용되고 있는 과상2호는 섬유소와 회분 함량이 다소 적었다. 이와 같이 익수뽕, 과상2호, 및 청일뽕은 다른 품종(대성뽕, 용뽕, 대자뽕, 과상1호)보다 수분과 당 함량이 높은 반면, 단백질, 지방 및 섬유소 함량이 낮음을 알 수 있었다. 따라서 당 함량은 높고 단백질, 지방 및 섬유소의 함량이 낮은 오디 품종이 오디주스, 오디주 및 오디식초와 같은 가공식품 및 발효식품 제조용으로 적합할 것으로 사료된다.

오디 품종별 총 당 및 환원당 함량

오디 품종별 총 당 및 환원당 함량을 측정한 결과는 Table 3과 같다. 품종별 오디의 총 당 함량(건물당)은 32.46~

77.14%로 품종에 따라 유의적인 차이를 보였는데, 과상2호와 청일뽕이 각각 77.14%와 76.62%로 가장 높았으며, 그 다음으로 익수뽕(72.98%)> 대성뽕(65.03%)> 대자뽕(45.29%)> 과상1호(37.66%)> 용뽕(32.46%) 순으로 낮게 나타났다. 한편, 오디 품종별 환원당 함량은 16.86~65.67% 범위로 과상2호 및 청일뽕이 각각 65.67%와 62.46%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 익수뽕(56.90%)> 대성뽕(50.30%)> 대자뽕(33.42%)> 과상1호(22.38%)> 용뽕(16.86%) 순으로 낮게 나타났는데 이는 총 당 함량과 유사한 경향을 나타내었다. 이와 같이 총 당 및 환원당 함량이 높은 과상2호 및 청일뽕이 오디주스 및 오디주의 가공용으로 적합함을 알 수 있었으며, 과상1호 및 용뽕은 오디가공용으로 적합하지 않음을 알 수 있었다. 그리고 Lee 등(6)은 오디의 유리당 함량을 분석한 결과 glucose 및 fructose의 2종이 검출되었으며 두 성분이 비슷한 함량으로 존재하고 있는 것으로 보고하였다. 따라서 본 실험 결과에서 오디의 총 당 및 환원당 함량은 glucose 및 fructose에 기인하는 것으로 여겨진다.

오디의 에탄올추출물 수율

건조 오디분말 80% 에탄올추출물의 수율을 측정하여 비교한 결과는 Table 4와 같다. 뽕나무 품종 중 용뽕의 에탄올추출물 수율이 87.0%(건물 중)로 가장 높았으며, 그 다음으로 과상1호(81.4%)> 대자뽕 및 과상2호(74.0%)> 대성뽕(73.5%)> 청일뽕(50.6%)> 익수뽕(50.2%) 순으로 낮게 나타났다. 이와 같이 뽕나무 품종 간 오디 에탄올추출물 수율의

Table 3. Comparison of total sugar and reducing sugar contents of mulberrys from 7 different *Morus alba* L. cultivars

Cultivar	Sugar (% , dry weight)	
	Total sugar	Reducing sugar
Daejappong	45.29±0.58 ^c	33.42±0.56 ^c
Iksuppong	72.98±0.28 ^{ab}	56.90±0.92 ^{ab}
Daeseungppong	65.03±0.43 ^b	50.30±0.16 ^b
Yongppong	32.46±0.55 ^{de}	16.86±1.52 ^{de}
Cheongilppong	76.62±0.77 ^a	62.46±1.48 ^a
Gwasang 1	37.66±0.28 ^d	22.38±0.10 ^d
Gwasang 2	77.14±2.07 ^a	65.67±0.29 ^a

Data are mean±SD of triplicate determinations. Values with the different superscript letters in each column are significantly different at p<0.05.

Table 4. Comparison of yields of 80% EtOH extracts from mulberrys from 7 different *Morus alba* L. cultivars

Cultivar	Yield (% , dry weight)
Daejappong	74.0±5.35 ^b
Iksuppong	50.2±1.64 ^c
Daeseungppong	73.5±4.22 ^b
Yongppong	87.0±3.19 ^a
Cheongilppong	50.6±2.99 ^c
Gwasang 1	81.4±2.17 ^a
Gwasang 2	74.0±3.86 ^b

Data are mean±SD of triplicate analyses. Values with the different superscript letters in each column are significantly different at p<0.05.

Table 5. Comparison of levels of total phenolic and flavonoid of mulberrys from 7 different *Morus alba* L. cultivars

Cultivar	Content (% , dry weight)	
	Total phenolic ¹⁾	Total flavonoid ²⁾
Daejappong	1.27±0.01 ^b	0.23±0.01 ^{ab}
Iksuppong	1.11±0.03 ^c	0.14±0.02 ^b
Daeseungppong	2.24±0.06 ^a	0.34±0.01 ^a
Yongppong	2.04±0.12 ^a	0.34±0.03 ^a
Cheongilppong	0.99±0.02 ^c	0.13±0.02 ^b
Gwasang 1	2.25±0.10 ^a	0.34±0.03 ^a
Gwasang 2	1.94±0.07 ^a	0.27±0.03 ^{ab}

Data are mean±SD of triplicate determinations. Values with the different superscript letters in each column are significantly different at p<0.05.

¹⁾Gallic acid equivalent. ²⁾Rutin equivalent.

차이를 볼 수 있었으며, 이는 에탄올추출물에 주로 함유되어 있는 anthocyanin, cinnamic acids, flavonoids, resveratrol 및 moracin 유도체 등 여러 폴리페놀화합물의 함량 차이로 여겨진다(10). 따라서 오디 품종별 이들 폴리페놀화합물의 함량 차이를 조사하였다.

오디 품종별 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

폴리페놀화합물은 식물계에 널리 분포하는 2차 대사산물로서 phenolic acid, benzoic acid, cinnamic acid, flavonoid, lignan, stilbene, anthocyanin, proanthocyanidin 및 tannin 등이 있으며, 항암뿐 아니라, 항고혈압, 항염증, 항산화 및 항노화 등 여러 생리활성을 갖고 있다(32,33). 특히, 오디에는 anthocyanin 색소뿐 아니라 caffeic acid, rutin, quercetin, piceid 및 4-prenylmoracin과 같은 여러 polyphenol 화합물이 존재하는 것으로 알려져 있다(6,29,34).

뽕나무 품종별 오디 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과는 Table 5와 같다. 먼저 폴리페놀 함량은 0.99~2.25%(건물 중)로서 오디 품종에 따라 다소 차이가 있었는데, 과상1호의 총 폴리페놀 함량이 2.25%로 가장 높았으며, 그 다음으로는 대성뽕(2.24%)> 용뽕(2.04%)> 과상2호(1.94%)> 대자뽕(1.27%)> 익수뽕(1.11%)> 청일뽕(0.99%) 순으로 낮게 나타났다. 이는 Bae와 Suh(35)가 보고한 뽕나무 품종별 오디 총 폴리페놀 함량이 0.94~1.58%라는 사실과 Özgen 등(36)이 보고한 오디 총 폴리페놀 함량이 1.23~2.10% 결과와 유사하였으나 과상1호 및 대성뽕은 다소 높은 함량으로 Isabelle 등(34)이 보고한 범위 내의 수준이었다.

한편, 품종별 오디의 총 플라보노이드 함량은 0.13~0.34%로서 용뽕, 과상1호 및 대성뽕이 0.34%로 가장 높았으며, 그 다음으로 과상2호(0.27%) 및 대자뽕(0.23%)이 높았으나, 익수뽕 및 청일뽕은 각각 0.14% 및 0.13%로 가장 낮았다. 이러한 결과는 앞서 측정된 재래 뽕나무 품종의 오디의 플라보노이드 함량과 비슷한 수준이었으며(29), 오디 품종 중에서 총 폴리페놀, 총 안토시아닌 및 총 플라보노이드 함량이 가장 높은 과상1호, 대성뽕 및 용뽕은 앞서 조사한 바와 같이

Table 6. Comparison of levels of total anthocyanin and two major anthocyanins of mulberrys from 7 different *Morus alba* L. cultivars

Cultivar	Total anthocyanin (% , dry weight)	Anthocyanin (mg/100 g, dry weight)	
		C3G ¹⁾	C3R ²⁾
Daejappong	0.42±0.02 ^d	223.20±0.58 ^e	94.63±0.06 ^f
Iksuppong	0.71±0.02 ^c	442.60±0.21 ^d	143.59±1.09 ^e
Daeseungppong	1.15±0.01 ^a	788.26±0.06 ^a	326.84±0.01 ^c
Yongppong	1.05±0.01 ^b	600.73±0.12 ^c	298.28±0.03 ^d
Cheongilppong	0.67±0.02 ^c	ND ³⁾	407.12±1.05 ^a
Gwasang 1	1.14±0.02 ^a	707.52±0.05 ^b	349.18±0.06 ^{bc}
Gwasang 2	1.12±0.02 ^{ab}	717.98±1.08 ^b	363.01±0.01 ^b

Data are mean±SD of triplicate determinations. Values with the different superscript letters in each column are significantly different at p<0.05.

¹⁾C3G: cyanidin 3-glucoside.

²⁾C3R: cyanidin 3-rutinoside.

³⁾Not detected.

오디주스 및 오디주의 가공용으로 적합하지 못하지만 항암, 항고혈압, 항산화 및 항노화성 기능성 소재로서 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

오디 품종별 총 안토시아닌 및 anthocyanin 구성성분 함량

뽕나무 품종별 오디의 총 안토시아닌 및 안토시아닌 색소 구성성분 함량을 측정된 결과는 Table 6과 같다. 먼저 총 안토시아닌 색소 함량을 보면 대성뽕 1.15%, 과상1호 1.14%, 과상2호 1.12%, 용뽕 1.05%로 높았으나 익수뽕 0.71%, 청일뽕 0.67% 및 대자뽕 0.42%로 낮았으며, 오디 품종 간에 총 안토시아닌 색소 함량의 유의적인 차이를 보였다. 이러한 결과는 Bae와 Suh(35)가 보고한 오디 총 안토시아닌 함량보다 약간 낮았으나 이는 총 안토시아닌 색소 함량 측정 방법의 차이에 기인된 것으로 생각되며, Isabelle 등(34)이 보고한 오디 품종별 안토시아닌 함량 범위 내의 수준이었다.

한편, 뽕나무 품종별 오디 anthocyanin 구성성분 함량을 보면 청일뽕을 제외하고 C3G 및 C3R이 각각 223.20~788.26 mg% 및 94.63~407.12 mg%로서 품종 간에 유의적인 차이가 있었으며, 오디 품종 중 대성뽕(788.26 & 326.84 mg%), 과상1호(707.52 & 349.18 mg%) 및 과상2호(717.98 & 363.01 mg%)는 C3G 및 C3R 함량 모두 높은 반면, 특이적으로 청일뽕은 C3G는 검출되지 않았으나 C3R은 407.12 mg%로 가장 높은 함량을 나타내었다. 이는 재래종 뽕나무의 오디 안토시아닌 함량을 분석한 Lee 등(29)의 사전 연구결과와 유사한 수준이었다. 이러한 결과로 보아 총 안토시아닌 및 anthocyanin 구성성분의 함량이 높은 대성뽕, 과상1호 및 과상2호는 안토시아닌 색소가 지니는 항암, 항산화 및 항노화 등의 생리활성을 이용한 기능성식품 및 화장품 소재로 활용할 가치가 높을 것으로 여겨진다.

오디 품종별 플라보노이드 구성성분 함량

오디에는 항고혈압, 항산화 및 항노화성 생리활성물질인

Table 7. Comparison of levels of flavonoid compositions of mulberrys from 7 different *Morus alba* L. cultivars

Cultivar	Flavonoid (mg/100 g, dry weight)			
	Rutin	Isoquercitrin	Quercitrin	Quercetin
Daejappong	198.02±0.05 ^c	48.01±0.04 ^a	69.73±0.48 ^b	7.29±0.09 ^{bc}
Iksuppong	59.04±0.03 ^c	17.40±0.04 ^c	24.27±0.17 ^c	7.04±0.21 ^{bc}
Daeseungppong	164.47±0.39 ^d	35.21±0.07 ^b	98.18±0.26 ^a	8.03±0.40 ^b
Yongppong	209.63±0.18 ^c	42.54±0.12 ^{ab}	ND ¹⁾	7.27±0.03 ^{bc}
Cheongilppong	59.79±0.22 ^e	10.95±0.82 ^d	24.32±0.25 ^c	6.14±0.08 ^c
Gwasang 1	263.18±0.03 ^b	51.47±0.05 ^a	ND	7.99±0.11 ^b
Gwasang 2	310.61±0.5 ^a	31.44±0.06 ^b	ND	10.09±0.2 ^a

Data are mean±SD of triplicate determinations.

Values with the different superscript letters in each column are significantly different at $p<0.05$.

¹⁾Not detected.

rutin, isoquercitrin, quercitrin 및 quercetin과 같은 플라보노이드 성분을 함유하고 있다(6,29). 따라서 뽕나무 품종별 오디의 플라보노이드 구성성분 함량을 측정된 결과는 Table 7과 같다. 오디의 플라보노이드 함량을 보면, rutin은 과상2호가 310.61 mg%로 가장 높았으며 다음으로 과상1호(263.18 mg%)> 용뽕(209.63 mg%)> 대자뽕(198.02 mg%)> 대성뽕(164.47 mg%)> 청일뽕(59.79 mg%)> 익수뽕(59.04 mg%) 순으로 낮게 나타났다. Isoquercitrin 함량은 과상1호가 51.47 mg%로 가장 높았으며 다음으로 대자뽕(48.01 mg%)> 용뽕(42.54 mg%)> 대성뽕(35.21 mg%)> 과상2호(31.44 mg%)> 익수뽕(17.40 mg%)> 청일뽕(10.95 mg%) 순으로 낮게 나타났다. 또한 quercitrin 함량은 대성뽕이 98.18 mg%로 가장 높았으며, 그 다음으로 대자뽕(69.73 mg%)> 청일뽕(24.32 mg%)> 익수뽕(24.27 mg%) 순으로 낮게 나타났으며, 용뽕, 과상1호 및 과상2호에서는 거의 검출되지 않았다. 마지막으로 quercetin 함량을 측정된 결과, 과상2호가 10.09 mg%로 가장 높았으며, 그 외 오디 품종들은 6.14~8.03 mg% 범위를 나타내었다. 이러한 결과로부터 오디 품종별 4가지 플라보노이드(rutin, isoquercitrin, quercitrin, quercetin) 함량을 비교해 보면, 품종에 따라 다소 차이를 알 수 있었으며, 특히 과상2호는 오디의 주된 2가지 플라보노이드 화합물인 rutin 및 quercetin 함량이 가장 높은 반면, 익수뽕과 청일뽕은 가장 낮았다. 본 실험에 사용된 오디의 플라보노이드 함량은 앞서 Lee 등(6)이 보고한 재래종 오디 품종들의 플라보노이드 함량보다 다소 낮은 반면, Kim 등(15)이 보고한 오디 품종들의 플라보노이드 함량보다 크게 높았다. 이와 같이 오디의 플라보노이드 함량은 오디의 품종, 재배조건 및 성숙도에 따라 크게 달라질 수 있다는 사실을 알 수 있었다. 또한, 오디의 rutin 함량은 Kim과 Kim(37)이 앞서 보고한 오디 50계통별 rutin의 전체 평균함량 140 mg%보다 약간 높았으며, 식품 중 rutin 함량이 높은 것으로 알려진 메밀의 평균 함량 17.42 mg%보다도 훨씬 높은 수준이었다(38).

오디 품종별 piceid 및 4-prenylmoracin 함량

오디에는 항암, 항고혈압 및 항당뇨 성분인 piceid 및

Table 8. Comparison of levels of piceid and 4-prenylmoracin (4-PM) of mulberrys from 7 different *Morus alba* L. cultivars

Cultivar	Content (mg/100 g, dry weight)	
	Piceid	4-PM
Daejappong	ND ¹⁾	11.52±0.04 ^c
Iksuppong	ND	10.60±0.05 ^c
Daeseungppong	14.02±0.05 ^a	19.45±0.19 ^b
Yongppong	13.75±0.08 ^a	12.70±0.00 ^c
Cheongilppong	ND	34.72±0.06 ^a
Gwasang 1	12.22±0.02 ^{ab}	13.53±0.13 ^c
Gwasang 2	9.59±0.04 ^b	ND

Data are mean±SD of triplicate determinations.

Values with the different superscript letters in each column are significantly different at $p<0.05$.

¹⁾Not detected.

4-prenylmoracin(4-PM) 성분이 함유되어 있으며, 이들 생리활성물질은 오디뿐만 아니라 상엽, 상지 및 상백피 등의 잠상산물에도 아글리콘 및 배당체 성분으로 다양하게 존재하고 있다(10,16,30). 따라서 오디 품종별 piceid 및 4-PM 함량을 측정된 결과는 Table 8과 같다. 먼저 piceid 함량을 보면 대성뽕 14.02 mg%, 용뽕 13.75 mg%, 과상1호 12.22 mg%, 과상2호 9.59 mg%로 각각 나타났으며, 대자뽕, 익수뽕 및 청일뽕은 검출되지 않았다. 이는 오디에 함유된 piceid와 같은 stilbenoid 조성 및 함량을 분석한 Kim 등(30)의 보고보다 piceid 함량이 10배가량 낮은 수준이었으며, 그 외 stilbenoid 성분인 rhaponticin 및 resveratrol 성분은 거의 존재하지 않았는데, 이것은 뽕나무 품종, 생육환경, 재배조건 및 수확시기의 차이 때문으로 사료된다(13,35). 한편, 항당뇨 성분인 4-PM 함량은 청일뽕 34.72 mg%, 대성뽕 19.45 mg%로 높은 반면, 그 외 오디 품종들은 10.60~13.53 mg% 범위로 함량이 거의 비슷하였으나, 과상2호는 검출되지 않았다. 오디의 항당뇨 성분인 moracin 유도체는 상엽(뽕잎)뿐만 아니라 상지 및 상백피에서도 존재하며, 뽕나무 품종에 따라 그 함량이 크게 다르다(7,30). 또한, moracin 유도체들은 오디에 함유된 특이한 항당뇨 성분으로 다른 베리류(딸기, 복분자 및 블루베리)에서는 거의 존재하지 않기 때문에 오디가공품의 품질관리 지표성분으로 매우 중요하다.

Table 9. Comparison of GABA levels of mulberrys from 7 different *Morus alba* L. cultivars

Cultivar	GABA (mg/100 g, dry weight)
Daejappong	135.46±2.81 ^c
Iksuppong	89.38±1.63 ^c
Daeseungppong	179.57±3.29 ^b
Yongppong	86.08±1.51 ^e
Cheongilppong	185.63±3.42 ^a
Gwasang 1	107.93±1.83 ^d
Gwasang 2	175.61±3.85 ^b

Data are mean±SD of triplicate determinations. Values with the different superscript letters in each column are significantly different at p<0.05.

오디 품종별 GABA 함량

오디 품종별 항고혈압성 GABA(γ -aminobutyric acid) 함량을 측정된 결과는 Table 9와 같다. 오디 품종 중 청일뽕의 GABA 함량이 185.63 mg%로 가장 높았으며, 그 다음으로 대성뽕(179.57 mg%)> 과상 2호(175.61 mg%)> 대자뽕(135.46 mg%)> 과상1호(107.93 mg%)> 익수뽕(89.38 mg%)> 용뽕(86.08 mg%) 순으로 낮게 나타났다.

GABA는 여러 인체조직에서 glutamate decarboxylase에 의해 glutamic acid로부터 생성되는 신경활성 아미노산으로서 뇌조직 혈류의 흐름을 촉진시키며, 이뇨 및 혈압을 억제하는 항고혈압성 생리활성물질로서 잘 알려져 있다(11). Kim 등(15)은 오디의 GABA 함량을 측정된 결과 품종에 따라 다소 크게 차이가 남을 알 수 있었으며, 특히 야생종(488 mg%)이 재배종(9~23 mg%)보다 높음을 보고한 바가 있다. 그러나 본 연구에서는 오디의 GABA 함량이 이전의 재래종보다 훨씬 높음을 알 수 있었는데 이는 아마도 오디 품종과 재배 환경조건의 차이에 따른 현상으로 생각된다.

오디 품종별 이화학적 품질 특성

오디 품종별 이화학적 품질 특성을 살펴보기 위해 과실의 중량, pH, 산도, 당도 및 색도를 각각 측정된 결과는 Table 10과 같다. 7가지 품종별 오디 과실의 중량은 2.11~6.38 g으로 품종에 따라 유의적인 차이를 보였는데, 대성뽕이 개당 6.38 g으로 가장 컸으며, 그 다음으로 대자뽕(5.29 g)> 익수

뽕(4.52 g)> 과상2호(4.44 g)> 과상1호(2.46 g)> 청일뽕(2.40 g)> 용뽕(2.11 g) 순으로 나타났다. 오디 품종별 pH는 4.08~4.80으로 품종에 따라 약간의 차이를 보였으나 유의적인 차이는 없었다. 또한, 산도는 0.39~0.73%로 품종에 따라 다소 차이를 보였으며, 용뽕 및 대자뽕의 산도가 각각 0.73% 및 0.69%로 가장 높은 반면, 익수뽕, 청일뽕 및 과상2호는 0.4% 정도로 낮게 나타났다. 당도는 5.83~15.34°Brix로 오디 품종에 따라 유의적인 차이를 보였으며, 오디 품종 중 대자뽕 및 청일뽕이 각각 15.25 및 15.34°Brix로서 가장 높았으며, 그 다음으로 과상2호(14.33°Brix)> 익수뽕(13.70°Brix)> 용뽕(11.83°Brix)> 대성뽕(10.33°Brix)> 과상1호(5.83°Brix) 순으로 낮게 나타났다. 이와 같이 익수뽕, 청일뽕 및 과상2호는 다른 품종보다 당도는 높은 반면, 산도는 낮아 오디주스 및 오디와인 가공 시 산의 첨가나 딸기, 레몬, 자몽 및 매실 등과 같이 산도가 높은 과실을 적절히 혼합하여 제조할 필요가 있으며, 반면 과상1호 및 용뽕은 과실이 작고 당도가 낮아 가공용으로 적합하지 않음을 알 수 있었다. 다음, 오디 품종별 색도를 조사한 결과, *L*(lightness)값은 26.31~31.49, *a*(redness)값은 1.04~3.85 및 *b*(yellowness)값은 -0.02~4.09 범위로 품종 간에 유의적인 차이를 보였으며, 특히 대자뽕은 *L*값이 31.49로 다른 오디 품종보다 색깔이 밝은 것을 확인할 수 있었으며, 용뽕, 과상2호 등은 *L*값이 낮은 반면, *a*값이 높아 과실색이 다소 검붉은색을 지니고 있음을 알 수 있었다. 한편, 오디 품종별 오디주스, 오디와인 및 오디식초 제조 가공적성을 조사한 결과, 청일뽕은 과즙이 많고 당도가 높고 색깔이 진한 대신 과실이 적고 오디와인의 기호성이 낮아 오디주스용으로 적합하며, 과상2호는 과실이 크고 당도가 높고 색깔이 진한 대신 향이 크게 좋지 않아 생과용이나 오디주스 제조용으로 적합하다. 반면, 익수뽕은 과실이 크고 당도가 높고 색깔이 진하여 생과용뿐만 아니라 오디주스 제조용으로도 적합하나 이 역시 향이 좋지 않고 특히 식초균의 생장을 억제하여 식초 제조용으로는 적합하지 않음을 알 수 있었다(39).

이와 같이 오디 품종별 일반성분 및 기능성 성분과 오디의 이화학적 품질 특성을 조사한 결과, 오디 과실은 다른 과실

Table 10. Comparison of physicochemical properties of mulberrys from 7 different *Morus alba* L. cultivars

Cultivar	Weight (g)	Physicochemical property					
		pH	TA ¹⁾	TSSC ²⁾	Color value		
					<i>L</i>	<i>a</i>	<i>b</i>
Daejappong	5.29±0.12 ^b	4.08±0.01	0.69±0.02 ^a	15.25±0.03 ^a	31.49±0.02 ^a	1.04±0.01 ^c	4.09±0.01 ^a
Iksuppong	4.52±0.05 ^c	4.80±0.02	0.39±0.02 ^d	13.70±0.02 ^{ab}	26.31±0.01 ^b	2.03±0.03 ^{bc}	-0.02±0.01 ^{de}
Daeseungppong	6.38±0.54 ^a	4.45±0.01	0.58±0.03 ^b	10.33±0.09 ^c	26.48±0.02 ^a	3.41±0.03 ^a	1.39±0.01 ^c
Yongppong	2.11±0.02 ^d	4.28±0.03	0.73±0.01 ^a	11.83±0.10 ^b	26.74±0.01 ^c	3.73±0.02 ^a	1.31±0.02 ^c
Cheongilppong	2.40±0.19 ^d	4.20±0.01	0.42±0.01 ^d	15.34±0.11 ^a	28.24±0.03 ^b	2.57±0.01 ^{ab}	2.83±0.02 ^b
Gwasang 1	2.46±0.11 ^d	4.42±0.01	0.49±0.02 ^c	5.83±0.04 ^d	26.43±0.02 ^c	2.46±0.01 ^b	0.41±0.02 ^d
Gwasang 2	4.44±0.37 ^c	4.35±0.02	0.42±0.02 ^d	14.33±0.03 ^{ab}	26.78±0.02 ^c	3.85±0.02 ^a	1.25±0.01 ^c

Data are mean±SD of triplicate determinations. Values with the different superscript letters in each column are significantly different at p<0.05. ¹⁾TA: titratable acidity (%). ²⁾TSSC: total soluble solid content (°Brix).

에 비해 산도가 다소 떨어지고 향이 좋지 않아 오디와인 제조용으로는 적합하지 않으나 오디식초는 상당히 양호한 기능성과 기호성을 갖추고 있어 우수한 건강웰빙식품으로 개발할 필요가 있다. 국내에서 가장 많이 생산되고 있는 오디 품종 중 과상2호 및 익수빵은 과실이 크고 색상이 진한 검은 색이며 당도가 높고즙이 많아 오디 생과용으로서 뿐만 아니라 오디주스 제조용 원료로 적합하며, 청일빵은 과실이 작지만 과즙이 풍부하고 당도가 높으며 색깔이 진하여 오디즙 가공용으로 적합하다. 반면, 대성빵, 용빵 및 과상1호는 과실이 작고(대성빵은 제외)즙이 부족할 뿐 아니라 당도가 낮아 가공용으로는 적합하지 않으나 안토시아닌 색소, 플라보노이드, resveratrol 및 moracin 유도체와 같은 항암, 항당뇨, 항고혈압 및 항산화성 생리활성물질을 많이 함유하고 있어 기능성식품 및 화장품 소재로 사용할 수 있음을 알 수 있었다. 향후 가공용 오디 품종 개발이 계속되어야 하며, 특히 발효기술을 이용한 오디의 기능성물질의 대량 생산에 관한 연구를 바탕으로 오디를 이용한 고부가가치 건강기능식품 및 신소재 개발이 요구되고 있다.

요 약

현재 국내에서 재배되는 대표적인 뽕나무(*Morus alba* L.) 품종별 오디의 영양 및 기능성성분의 함량과 이화학적 품질 특성을 측정하여 비교하였다. 오디 일반성분의 함량은 수분 83.93~86.27%, 가용성 무질소물 8.63~11.76%, 조단백질 1.03~2.54%, 조지방 0.33~0.92%, 조섬유 0.89~2.87% 및 조회분 0.76~0.98% 범위로 익수빵, 과상2호 및 청일빵은 다른 품종(대성빵, 용빵, 대자빵, 과상1호)보다 가용성 무질소물 함량이 높은 반면, 단백질, 지방 및 섬유소 함량이 낮았다. 총 당 및 환원당 함량은 과상2호, 청일빵 및 익수빵이 높은 반면, 과상1호 및 용빵은 가장 낮게 나타났다. 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량은 과상1호, 대성빵 및 용빵이 다른 품종보다 높았으며, 총 안토시아닌 함량은 과상1호 및 2호, 용빵, 대성빵이 높았다. 또한, 오디의 anthocyanin 구성 성분 즉, C3G 및 C3R 함량은 대성빵, 과상1호 및 과상2호가 모두 높았다. 한편, 오디의 4가지 플라보노이드 즉, rutin, isoquercitrin, quercitrin, quercetin 함량은 품종에 따라 다소 차이가 있었으며, 과상2호가 2가지 주된 플라보노이드인 rutin 및 quercetin 함량이 높은 반면, 익수빵 및 청일빵은 낮았다. 오디 품종별 piceid 및 4-PM 함량을 측정한 결과, piceid 함량은 대성빵 및 용빵이 높았으며, 대자빵, 익수빵 및 청일빵은 검출되지 않았다. 한편, 항당뇨 성분인 4-PM은 청일빵 및 대성빵이 높은 반면, 그 외 오디 품종들은 함량이 비슷하였다. 항고혈압성 GABA 함량은 청일빵, 대성빵 및 과상2호가 높은 반면, 익수빵 및 용빵은 낮았다. 오디 품종별 이화학적 품질 특성 중 과실의 중량 2.11~6.38 g, pH 4.08~4.80, 산도 0.39~0.73%, 당도 5.83~15.34°Brix, 색도 L^*

26.31~31.49, a^* 값 1.04~3.85, b^* 값 -0.02~4.09 범위로 품종 간에 유의적인 차이를 보였다. 특히 오디 품종 중 익수빵 및 과상2호는 열매의 크기가 적당히 크고 다른 품종보다 산도는 다소 낮은 반면, 당도는 13~15%로 높았다.

감사의 글

본 연구는 2009년도 경상북도 농수산기술개발과제 연구비 지원에 의해 이루어진 연구결과로 이에 감사드립니다.

문 헌

1. *Statistic of Death Cause*. 2006. Korea National Statistical Office, Seoul.
2. Hasler CM. 1998. Functional foods: Their role in disease prevention and health promotion. *Food Technol* 52: 63-70.
3. Kim HK. 2004. Current status and prospect of nutraceuticals. *Food Indus Nutr* 9: 1-14.
4. Kim SK. 1991. Beneficial medicine, mulberry fruit. In *Bonchohak*. Younglimsa, Seoul, Korea. p 598-605.
5. Gerasopoulos D, Stavroulakis G. 1997. Quality characteristics of four mulberry (*Morus* spp.) cultivars in the area of Chania, Greece. *J Sci Food Agric* 73: 261-264.
6. Lee HW, Shin DH, Lee WC. 1998. Morphological and chemical characteristics of mulberry (*Morus*) fruit with varieties. *Korean J Seric Sci* 40: 1-7.
7. Basnet P, Kadota S, Terashima S, Simazu S, Namba T. 1993. Two new 2-arylbenzofuran derivatives from hypoglycemic activity-bearing fractions of *Morus insignis*. *Chem Pharm Bull* 41: 1238-1243.
8. Asano N, Oseki K, Tomioka E, Kizu H, Matsui K. 1994. N-Containing sugars from *Morus alba* and their glycosidase inhibitory activities. *Carbohydr Res* 259: 243-255.
9. Tsuda T, Watanabe M, Ohshima K, Norinobu S, Choi SW, Kawakishi S, Osawa T. 1994. Antioxidative activity of the anthocyanin pigments cyanidin 3-O-β-D-glucoside and cyanidin. *J Agric Food Chem* 42: 2407-2410.
10. Shin YW, Lee SK, Kwon YJ, Rhee SJ, Choi SW. 2005. Radical scavenging activity of phenolic compounds from mulberry (*Morus* spp.) cake. *J Food Sci Nutr* 10: 326-332.
11. Bowner AW, Shelp BJ. 1997. The metabolism and functions of γ -aminobutyric acid. *Plant Physiol* 115: 1-5.
12. Annapurma A, Reddy CS, Akondi RB, Rao SR. 2009. Cardioprotective actions of two bioflavonoids, quercetin and rutin, in experimental myocardial infarction in both normal and streptozotocin-induced type I diabetic rats. *J Pharm Pharmacol* 61: 1365-1374.
13. Kim YM, Yun JE, Lee CK, Lee HH, Min KR. 2002. Oxy-resveratrol and hydroxystilbene compounds. *J Biol Chem* 277: 16340-16344.
14. *Statistical Data of Sericultural Industry*. 2009. Ministry for Food, Agriculture, Forestry, and Fisheries, Seoul, Korea.
15. Kim HB, Bang HS, Lee HW, Seuk YS, Sung GB. 1999. Chemical characteristics of mulberry syncarp. *Korean J Seric Sci* 41: 123-128.
16. Park KJ. 2001. Characteristics of mulberry fruits on Dae-seongppong, Daebungppong, Daeokppong and Shingwangppong (*Morus* spp.). *Korean J Seric Sci* 43: 99-103.
17. Kim AJ, Kim MW, Woo NRY, Kim SY, Kim HB, Lim YH, Kim MH. 2004. Study on the nutritional composition and antioxidative capacity of mulberry fruit (*Ficus-4x*). *Kore-*

- an J Food Sci Technol* 36: 995-1000.
18. Kim TW, Kwon YB, Lee JH, Yang IS, Youm JK, Lee HS, Moon JY. 1996. A study on the antidiabetic effect of mulberry fruits. *Korean J Seric Sci* 38: 100-107.
 19. Kim SY, Park KJ, Lee WC. 1998. Antiinflammatory and antioxidative effects of *Morus* spp. fruit extract. *Korean J Med Crop Sci* 6: 204-209.
 20. Hong JH, Kim SW, Choi KH, Choi SW, Rhee SJ. 2004. Inhibitory effects of mulberry fruit on intestinal disaccharidase activity and hyperglycemia in streptozotocin-induced diabetic rats. *Nutr Sci* 7: 201-207.
 21. Kim HB, Kim SY, Ryu KS, Lee WC, Moon JY. 2001. Effect of methanol extract from mulberry fruit on the lipid metabolism and liver function in cholesterol induced hyperlipidemia rats. *Korean J Seric Sci* 43: 104-107.
 22. Kim HB. 2000. Sensory characteristics of mulberry fruit jam and wine. *Korean J Seric Sci* 42: 73-77.
 23. Kim HR, Kwon YH, Kim HB, Ahn BH. 2006. Characteristics of mulberry fruit and wine with varieties. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49: 209-214.
 24. Kim YS, Jeong DY, Shin DH. 2008. Optimum fermentation conditions and fermentation characteristics of mulberry (*Morus alba*) wine. *Korean J Food Sci Technol* 40: 63-69.
 25. Korea Food and Drug Administration. 2002. *Food Standard Code* (Appendix). Seoul, Korea, p 3-29.
 26. Kim JY, Sung KW, Bae HW, Yi YH. 2007. pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol and organoleptic characteristics of puffed rice powder added *Takju* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 39: 266-271.
 27. Singleton VL, Orthofer R, Lamuela-Raventos RM. 1999. Analysis of total polyphenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods Enzymol* 299: 152-178.
 28. Kim EJ, Lee HJ, Kim HJ, Nam HS, Lee MK, Kim HY, Lee JH, Kang YS, Lee JO, Kim HY. 2005. Comparison of colorimetric methods for the determination of flavonoid in propolis extract products. *Korean J Food Sci Technol* 37: 918-921.
 29. Lee JY, Moon SO, Kwon YJ, Lee SJ, Choi SW. 2004. Identification and quantification of anthocyanins and flavonoids in mulberry (*Morus* sp.) cultivars. *Food Sci Biotechnol* 13: 176-184.
 30. Kim JS, Ha TY, Ahn JY, Kim HK, Kim S. 2008. Composition and quantitative analysis of stilbenoids in mulberry (*Morus alba* L.) leaves and fruits with DAD/UV HPLC. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 124-128.
 31. Kwon YJ, Lee KT, Yun TM, Choi SW. 2004. Effect of heat pretreatment on the functional constituents of rice germ. *J Food Sci Nutr* 9: 330-352.
 32. Harborne JB. 1993. New naturally occurring plant polyphenols. In *Polyphenolic Phenomena*. Scalbert A, ed. Institut National de la Recherche Agronomique, Paris, France. p 19-22.
 33. Naczki M, Shahidi F. 2003. Phenolic compounds in plant foods: chemistry and health benefits. *Nutraceutical & Food* 8: 200-218.
 34. Isabelle M, Lee BL, Ong CN, Liu A, Huang D. 2008. Peroxyl radical scavenging capacity, polyphenolics, and lipophilic antioxidant profiles of mulberry fruits cultivated in southern China. *J Agric Food Chem* 56: 9410-9416.
 35. Bae SH, Suh HJ. 2007. Antioxidant activities of five different mulberry cultivars in Korea. *LWT* 40: 955-962.
 36. Özgen M, Serçe S, Kaya C. 2009. Phytochemical and antioxidant properties of anthocyanin-rich *Morus nigra* and *Morus rubra* fruits. *Scientia Horticulturae* 119: 275-279.
 37. Kim HB, Kim SL. 2004. Quantification and varietal variation of rutin in mulberry fruits. *Korean J Seric Sci* 46: 1-5.
 38. Shim TH, Lee HH, Lee SY, Choi YS. 1998. Composition of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) cultivars from Korea. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1259-1266.
 39. Choi SW, Cho SH, Seo IH, Kim EO, Yu MH, Park EJ, Kim HJ. 2010. Development of value-added processed products using mulberry (*Morus alba* L.) fruit. Final Report of Technology Development Project for Agriculture and Fisheries, Gyeongsangbukdo, Korea.

(2010년 7월 1일 접수; 2010년 9월 29일 채택)