

## 뽕잎차와 뽕잎발효차의 성분 비교

예은주<sup>1\*</sup> · 배만종<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(재)경북테크노파크 대구한의대학교 한방생명자원특화센터 효능검증원

<sup>2</sup>대구한의대학교 한방식품약리학과

## Comparison of Components between Mulberry Leaf Tea and Fermented Mulberry Leaf Tea

Eun-Ju Ye<sup>1\*</sup> and Man-Jong Bae<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Efficacy and Safety Research Center for Traditional Oriental Medicine, Daegu Haany University, Kyungbuk Technopark, Daegu 706-060, Korea

<sup>2</sup>Dept. of Herbal Foodceutical Science, Daegu Haany University, Gyeongbuk 712-715, Korea

### Abstract

This study was conducted to compare and analyze the active and general components between mulberry leaf tea (MLT) and fermented mulberry leaf tea (FMLT). Among the general ingredients, the crude lipids of FMLT contained higher than that of MLT, while the level of carbohydrates was higher in the MLT. Although free sugar of FMLT was a lower concentration than MLT, the value of maltose was higher in the MLT. In FMLT, maltose was not analyzed but small amount of lactose was analyzed. In addition, the level of total free amino acid of MLT was higher than that of FMLT. The level of glutamic acid was highest in MLT, while that of cystine was highest in FMLT. The value of  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) was greater in the derivatives of amino acids, and the content was similar for both MLT and FMLT. FMLT also contained a lower level of unsaturated fatty acids than MLT. In addition, the content of total mineral was higher in FMLT, and the level of K was the highest and similar in both teas.

**Key words:** fermentation, mulberry leaf, tea, active ingredient, analyzation

### 서 론

천연물 소재 중에서 뽕잎은 최근 들어 우리나라를 비롯한 중국, 일본 등에서 성인병 예방 및 치료효과가 밝혀지면서 기능성식품의 재료로서 각광을 받고 있다. 이러한 뽕나무 (*Morus alba* L.)는 전통적으로 뽕잎뿐만 아니라, 뿌리, 글피, 어린가지, 글피의 액즙, 잎의 흰 액즙 및 열매와 같은 부산물이 사용되고 뽕잎, 상백피, 오디의 생리활성은 이미 과학적으로 밝혀졌다. 뽕잎에는 25종의 아미노산이 함유되어 있으며 alanine, aspartic acid, glutamic acid의 함량이 많아서 숙취를 없애주는 것으로 알려져 있다. 또한 serine과 tyrosine이 함유되어 있어 뇌의 혈액 순환과 노인성 치매를 예방해 주며, 녹차와 비교해 볼 때 각종 미네랄 중에서 뽕잎이 칼슘은 6배, 철분은 2배, 칼륨은 1.4배 높은 것으로 보고되고 있다(1).

뽕잎의 생리활성에 관한 연구로는 piperidine계 alkaloid 화합물의 분리, 대표적인 지표물질의 구조규명[1-deoxyojirimycin(DNJ), N-methyl-1-deoxyojirimycin 등]과  $\gamma$ -aminobutyric acid(GABA)(2) 및 flavonoid 화합물(3)의 혈

압강하 효과에 관한 것이 있다. 비단백성 아미노산 일종인 GABA는 L-glutamic acid의  $\alpha$ -탄소에 결합되어 있는 COOH가 glutamic acid decarboxylase의 촉매작용에 의해 탈탄산 되어 생합성 되는 물질로서 중추신경계의 억제성 신경전달물질로 중요한 역할을 한다(4). 특히 혈압상승 억제 효과(5)와 식욕 및 포만감을 조절하여 체중을 감소시키는 효과가 있는 것으로 알려져 있다(6). 그 외 혈액 유동성 향상, 중금속의 흡착과 해독효과, 암 발생 억제, 노화억제(7,8) 및 뽕잎의 항산화효과 관련 연구결과가 보고(9)된 바 있다.

이에 본 연구는 식용식물로의 가치뿐만 아니라 약용으로 가치가 인정되는 뽕잎차와 뽕잎에 미생물 생균제를 이용한 뽕잎발효차의 유용성분을 분석하여 기능성 소재 및 새로운 제품 개발의 기초자료로 제시하고자 한다.

### 재료 및 방법

#### 재료

본 연구의 재료는 영천지역 농가에서 재배한 청일 뽕잎

\*Corresponding author. E-mail: lion-ye@hanmail.net  
Phone: 82-53-819-1497, Fax: 82-53-819-1287

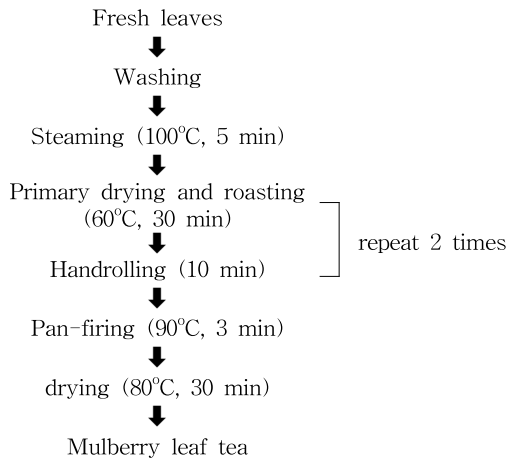


Fig. 1. Preparative process of the mulberry leaf tea.

(mulberry leaves)을 2008년 6월 중순에 채취하여 빙잎차 및 빙잎발효차의 시제품을 제조하는데 사용하였다.

#### 빙잎차 및 빙잎발효차의 제조

빙잎차는 생 빙잎을 수돗물에 세척한 것을 음건한 다음 5분간 찌는 과정을 거친 후, 2회에 걸쳐 건조, 비빔 증제하였다. 그리고 90°C에서 3분간 볶은 후 80°C에서 30분간 건조하여 포장하였다(Fig. 1). 그리고 빙잎발효차는 생 빙잎을 세척, 음건한 다음 5분간 찌는 과정을 거친 후, 찢 빙잎에 발효용 종균(*Bacillus subtilis*, KCCM 12027, 한국미생물보존센터)을 접종하여 37°C에서 2일간 발효하였다. 2회에 걸쳐 건조, 비빔 증제과정을 거친 후 90°C에서 3분간 볶는 과정 거친 뒤, 80°C에서 30분 건조한 후 포장하여 시제품을 제작하였다. 완성된 시제품은 냉장 보관하면서 분석 시료로 사용하였다(Fig. 2).

#### 일반성분 분석

수분 정량은 적외선수분측정기에 의한 건조법(10)으로 분석하였다. 조단백질의 함량은 Kjeldahl 법(11)에 준하여 조단백 자동분석장치(Kjeltec™2300, FOSS, Höganäs, Sweden)로 측정하였다. 조지방의 정량은 Soxhlet 법(12)에 준하여 측정하였다. 회분을 직접회화법(13)으로 도가니의 함량을 구하고 일정량의 시료를 취하여 회화로에서 200°C에서 1시간, 300°C에서 1시간, 550°C에서 3시간 동안 회화한 뒤 desiccator에서 30분 방냉하여 함량을 구하고 회화 전·후의 함량 차로써 조회분량을 산출하였다. 탄수화물 함량은 시료의 무게를 100%로 하여 수분, 조단백질, 조지방, 회화 함량 %를 감한 것으로 산출하였다.

#### 유리당 정량

유리당의 정량은 시료 5 g를 50 mL 메스플라스크에 정밀히 달아 물 25 mL를 가하여 녹이고 acetonitrile를 첨가하여 50 mL로 정용하였다. 이를 0.45 μm membrane filter로 여과하여 분석용 시료로 하였으며, HPLC(Waters Breeze sys-

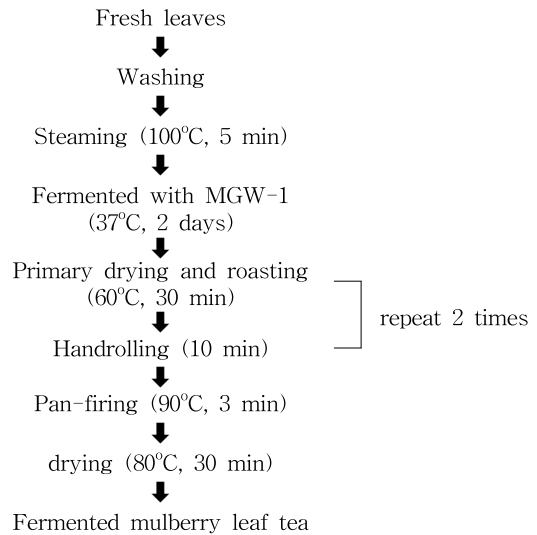


Fig. 2. Preparative process of fermented mulberry leaf tea.

tem, Milford, MA, USA)로 분석하였다(14). 분석조건에서 column은 carbohydrate analysis(4.6×250 mm)를 사용하였고, mobile phase는 acetonitrile : H<sub>2</sub>O(17:83, v/v)로 하였으며, detector는 RI(Waters 410 Refractive Index)를 사용하였다. Flow rate는 1.0 mL/min, column temp.는 35°C, injection volume은 20 μL로 하였다. 유리당 표준시약은 (Sigma, St. Louis, MO, USA) fructose, glucose, galactose, maltose, sucrose, lactose를 각각 100 mL용 메스플라스크에 정밀히 달아 물 50 mL로 녹인 후 acetonitrile로 100 mL로 정용한 것을 사용하였다.

#### 유리아미노산과 유도체 분석

유리아미노산은 분말 시료 1 g에 70% ethanol을 3 mL 가하여 80°C에서 20분간 3회 반복 추출한 후 추출액 중 ethanol을 증발시켰다. 물 층을 ether로 분액 추출하고 물 층만 모아 50°C에서 감압농축 하였다. 최종 0.2 N HCl로 희석하여 0.45 μm membrane filter로 여과한 후 최종 10 mL로 하여 유리 아미노산 분석용 시료로 사용하였다. 분석은 column(Lithium High Resolution PEEK)이 부착된 아미노산 자동 분석기(Biochrom 20, Pharmacia Biotech, Cambridge, UK)를 사용하여 분석하였다. 이때 buffer system은 lithium citrate system이었고, 분석조건에서 flow rate는 20 mL/hr, ninhydrin 25 mL/hr으로 buffer change를 pH 2.8~3.5로 하였다. Column temp.는 35~80°C, reaction temp.는 135°C, analyzing time을 180 min, injection volume은 10 μL로 하였다.

#### 지방산 조성의 분석

빙잎차 및 빙잎발효차의 지방산 조성의 분석은 식품공전(15)에 따라 시험하였다. 즉, 각 시료를 ether로 Soxhlet법에 의하여 8시간 추출한 뒤, 감압농축 시켜 조지방량을 구하였다. 이 조지방질에 0.5 N NaOH-methanol용액 1.5 mL를 가

하고 혼합한 후, 100°C heating block에서 5분간 가온하였다. 이를 냉각 후 14% trifluoroborane methanol을 2 mL 가하여 혼합한 후 100°C에서 30분간 가온하였다. 30~40°C로 냉각 후 isooctane용액 1 mL를 가하고, 30초간 진탕 후 다시 포화 sodium chloride 용액 5 mL를 첨가하였다. 분리된 isooctane 층을 가스크로마토그래프(2010 GC, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 지방산을 분석하였다. 분석조건에서 detector는 FID를 사용하였고 column은 SP-2560(100 m×0.25 nm×0.2 μm)을 사용하였다. Carrier gas는 N<sub>2</sub>, oven temp.는 180°C(40 min), 230°C(10 min)로 하였고, injection temp.는 250°C, detector temp.는 280°C, split ratio는 1/50, gas flow는 1 mL/min, injection volume은 1 μL로 하였다. 이때 지방산의 정량은 37 Component Fame mix 표준품(Supelco, Bellefonte, PA, USA)과 함께 분석하여 계산하였다.

**무기질 분석**

무기질 분석을 위한 시료의 제조는 습식 분해법을 이용하여 시료 0.5 g에 65%의 HNO<sub>3</sub> 6 mL와 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1 mL를 첨가하고 이를 전처리 시험 용액으로 사용하였다. 전처리 방법으로는 microwave digestion system(Ethos-1600, Milestone, Sorisole, Italy)을 이용하여 최고 600 W로 총 20분간 산 분해를 실시하였다. 전처리 과정을 거친 시료 용액을 0.45 μm membrane filter로 여과하여 분석 시료로 사용하였다. 무기질 정량은 Inductively coupled plasma spectrometer(ICP-IRIS, Thermo Elemental, Waltham, MA, USA)를 사용하여 분석하였으며, 분석 조건에서 flush pump rate는 2.03 mL/min로 analysis pump rate는 2.03 mL/min, Rf power는 1150 W로 하였다. Nebulizer flow는 20.10PSI, acetylene flow rate는 2.00 L/min, air flow rate는 13.50 L/min로 분석하였다. 모든 시약과 증류수는 무기질 분석용을 사용하였다.

**통계처리**

본 실험에서 얻어진 결과는 SPSS 12.0 for windows program(SPSS, Chicago, IL, USA)을 이용(16)하여 통계처리를 하여 실험군당 평균±표준편차로 나타내었다.

**결과 및 고찰**

**일반성분 함량**

뽕잎차와 뽕잎발효차의 일반성분 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 뽕잎차의 수분 함량은 4.93%이었으며, 뽕잎발효차의 수분 함량은 5.92%로 뽕잎차와 뽕잎발효차의 수분 함량의 차이는 미미한 것으로 분석되었다. 제조 방법을 달리한 차의 주요 성분과 생리활성 변화에 관한 Jo 등(17)의 연구에서 녹차의 수분은 6.37%, Park(18)의 연구에서는 녹차의 수분 함유율은 4.6~4.8%, Lee 등(19)의 실험에서는 녹차와 우롱차가 4.3~4.9%, 홍차가 6.4%이었다. 뽕잎차의 탄

**Table 1. The contents of general components in the mulberry leaf tea and fermented mulberry leaf tea (%)**

Components	Mulberry leaf tea	Fermented mulberry leaf tea
Moisture	4.93±0.38	5.92±0.47
Carbohydrate	61.17±0.05	55.63±0.08
Crude lipid	4.81±0.02	7.28±0.01
Crude protein	18.43±0.04	18.81±0.03
Crude ash	10.66±0.02	12.36±0.03

The results are mean±SD.

수화물의 함량은 61.17%, 뽕잎발효차는 55.63%로 뽕잎차의 탄수화물의 함량이 더 높았다. 뽕잎차의 조지방 및 조회분의 함량은 각각 4.81과 10.66%이었고, 뽕잎발효차는 각각 7.28과 12.36%로 분석되었다. 조지방과 조회분 모두 뽕잎차에서 보다 뽕잎발효차가 더 높은 것을 알 수 있었다. 조단백질은 뽕잎차, 뽕잎발효차에서 각각 18.43과 18.81%로 분석되어 그 함량의 차이는 미미하였다. 보통 차잎 중에는 지질이 약 4% 정도 함유되어 있으며 저장 조건이 나쁜 경우에 변패되어 차에 영향을 주는 것으로 알려져 있다(17). 이러한 결과는 Park 등(20)이 연구한 꾸지뽕잎차의 품질 및 항산화 특성에 관한 연구에서 수분함량이 건조 생잎차, 덩음차, 발효차 각각 18.47, 6.23과 8.50%였는데 이와 비교할 때 본 실험 결과의 뽕잎차 및 뽕잎발효차의 수분함량이 적은 것으로 나타났다. 그리고 조단백질과 조회분은 건조 꾸지뽕생잎차, 덩음차, 발효차와 비교 시 본 실험의 뽕잎차 및 뽕잎발효차의 함량이 비슷한 경향으로 나타났다. 그러나 조지방의 경우 꾸지뽕잎차들보다 뽕잎차 및 뽕잎발효차가 함량이 더 높은 것을 알 수 있었다.

**유리당 함량**

뽕잎차와 뽕잎발효차의 유리당 함량을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 뽕잎차의 유리당은 fructose, glucose, maltose, sucrose 등이 검출되었으며, 이들의 함량은 각각 421.72, 376.85, 6,621.87과 398.79 mg/100 g이었다. 뽕잎발효차의 유리당은 fructose, glucose, sucrose, lactose 등이 검출되었으며, 이들의 함량은 각각 149.39, 30.87, 73.7과 113.53 mg/100 g로 검출되었다. Fructose, glucose, sucrose는 뽕잎발효차에서보다 뽕잎차에서 그 함량이 더 높은 것으로 분석

**Table 2. The contents of free sugars in the mulberry leaf tea and fermented mulberry leaf tea (mg/100 g)**

Components	Mulberry leaf tea	Fermented mulberry leaf tea
Fructose	421.72±0.74	149.39±0.37
Glucose	376.85±0.42	30.87±0.34
Maltose	6,621.87±5.16	ND
Sucrose	398.79±0.58	73.7±0.16
Lactose	ND	113.53±0.33
Total	7,819.23±0.64	367.49±0.30

ND: Not detected.

The results are mean±SD.

되어 빵잎발효차의 fructose, glucose, sucrose 함량이 빵잎차의 35, 8과 18%로 감소되었다. 빵잎차의 maltose가 6,621.87 mg/100 g로 유리당 중 그 함량이 가장 높게 분석되었으나, 빵잎발효차에서는 maltose가 분석되지 않았다. 그리고 빵잎차에서는 lactose가 분석되지 않았으나 빵잎발효차에서는 113.53 mg/100 g로 검출되었다. 이러한 결과는 미생물이 발효과정에서 maltose와 sucrose를 분해하고, lactose를 생산한 것으로 추정된다. Lim(21)이 연구한 빵잎차의 생리활성 및 이화학적 특성에 관한 연구에서 건조빵잎의 fructose, glucose, sucrose 함량이 각각 429, 473과 151 mg/100 g인 것과 비교해 볼 때, 빵잎차의 fructose 함량은 비슷하였고, glucose는 약 100 mg/100 g 적었으며, sucrose는 247 mg/100 g 많은 것을 알 수 있었다. 그러나 Choi와 Choi(22)가 연구한 발효 정도에 따른 국내산 야생차의 이화학적 특성에 관한 연구 결과에서 발효를 많이 시킨 차일수록 유리당 함량이 증가하였다는 것과는 상반되는 것으로 나타났다.

#### 유리아미노산 함량과 유도체 분석

빵잎차와 빵잎발효차의 유리아미노산과 그 유도체의 함량을 분석한 결과는 Table 3, 4와 같다. 빵잎차의 총 유리아미노산 함량은 Table 3에서와 같이 2,053.42 mg/100 g이었으며, 필수아미노산의 함량은 334.56 mg/100 g로 분석되었다. 유리아미노산 중에는 glutamic acid가 822.95 mg/100 g로 함량이 가장 높았고 그 다음으로 aspartic acid, proline, valine, alanine, serine의 순으로 나타났다. 빵잎발효차의 총 유리아미노산 함량은 1,002.55 mg/100 g로 분석되었으며, 필

Table 3. The contents of free amino acids in the mulberry leaf tea and fermented mulberry leaf tea (mg/100 g)

Amino acids	Mulberry leaf tea	Fermented mulberry leaf tea
Threonine*	62.92±2.10	13.54±1.23
Valine*	116.53±5.92	84.62±3.48
Methionine*	Tr	7.06±0.69
Isoleucine*	64.96±1.36	37.01±1.75
Leucine*	23.71±1.62	54.46±2.64
Phenylalanine*	52.32±3.92	58.31±3.38
Lysine*	14.12±1.64	11.52±1.64
Serine	106.41±2.66	9.01±0.95
Taurine	32.25±1.18	Tr
Aspartic acid	373.89±3.09	26.51±1.88
Glutamic acid	822.95±10.87	168.74±4.32
Glycine	19.10±2.05	28.72±1.59
Alanine	106.75±5.61	69.37±2.04
Cystine	39.51±2.66	287.41±6.76
Tyrosine	48.17±2.14	75.27±3.55
Histidine	6.42±0.75	Tr
Arginine	33.05±3.68	5.58±0.36
Proline	130.37±2.61	65.42±4.05
Total essential amino acid	334.56±8.91	266.52±7.13
Total amino acids	2,053.43±34.58	1,002.55±46.19

\*Essential amino acid. Tr: Trace. The results are mean±SD.

수아미노산의 함량은 266.52 mg/100 g로 나타났다. 유리아미노산의 조성은 cystine이 287.41 mg/100 g로 함량이 가장 높았으며 그 다음으로는 glutamic acid, valine, tyrosine, alanine의 순인 것으로 분석되었다.

Lim(21)이 연구한 빵잎차의 생리활성 및 이화학적 특성에 의하면 건조빵잎에 serine이 623 mg/100 g로 유리아미노산 중 그 함량이 가장 높았으며, glutamic acid는 400 mg/100 g이었다. 빵잎차 및 빵잎발효차의 serine이 각각 106.41과 9.01 mg/100 g로 분석된 것과 비교할 때 건조빵잎의 serine 함량이 더 높은 것을 알 수 있었다. Glutamic acid는 빵잎차가 건조빵잎에 비하여 2배 이상 함량이 높았으며, 빵잎발효차에서는 건조빵잎에 비하여 함량이 42% 낮은 경향을 보였다. 그리고 Chung과 Shin(23)의 국내산 발효차의 이화학적 성분에 관한 연구에서 녹차 및 홍차의 glutamic acid가 각각 342.01과 240.18 mg/100 g로 분석되어 발효 정도에 따라 glutamic acid의 함량이 감소하는 경향과 유사하였다. Aspartic acid의 경우에 빵잎차 및 빵잎발효차가 각각 373.89와 26.51 mg/100 g로 분석된 것과 비교해 볼 때, 녹차와 홍차에서는 각각 165.32와 203.45 mg/100 g로 빵잎차가 녹차와 홍차의 aspartic acid보다 함량이 높았고, 빵잎발효차는 녹차와 홍차의 함량보다는 적은 경향을 보였다. 유리아미노산은 식품에 있어서 영양적 기능뿐만 아니라 식품의 맛에도 관여한다. 감칠맛에 관여하는 아미노산은 glutamic acid, aspartic acid이며, 단맛은 alanine, glycine, serine, threonine, 쓴맛은 arginine, histidine, leucine, methionine, phenylalanine, tryptophan, valine이 관여하는 것으로 보고 되어(24,25) 본 실험에서 분석된 유리아미노산의 결과 빵잎차에 비해 빵잎발효차의 전체 유리아미노산의 양이 전반적으로 감소하여 관능검사의 결과에도 영향을 미칠 것으로 사료된다.

빵잎차 및 빵잎발효차의 아미노산 유도체는 6종이 검출되었으며 그 결과는 Table 4와 같다. 빵잎차 및 빵잎발효차의 아미노산 유도체의 총 함량은 각각 205.15와 196.22 mg/100 g로 분석되었다. 그 중  $\gamma$ -aminobutyric acid(GABA) 성분의 함량이 가장 높았으며 빵잎차 및 빵잎발효차에서 각각 69.23과 63.59 mg/100 g이었다. 건조빵잎의 경우 308 mg/

Table 4. The contents of amino acid derivatives in the mulberry leaf tea and fermented mulberry leaf tea (mg/100 g)

Amino acid derivatives	Mulberry leaf tea	Fermented mulberry leaf tea
Sarcosine	61.78±2.98	53.92±2.87
$\alpha$ -Amino adipic acid	8.49±0.45	12.58±0.63
$\beta$ -Alanine	14.31±0.39	8.69±0.34
$\beta$ -Aminoisobutyric acid	7.09±0.36	10.79±0.39
$\gamma$ -Aminobutyric acid	69.23±2.64	63.59±1.64
Carnosine	44.25±2.58	46.65±2.42
Total	205.15±10.48	196.22±9.41

The results are mean±SD.

Table 5. Fatty acids contents of the mulberry leaf tea and fermented mulberry leaf tea

Fatty acids	Mulberry leaf tea		Fermented mulberry leaf tea	
	Content (mg/100 g)	Ratio (%)	Content (mg/100 g)	Ratio (%)
Palmitic acid (C16:0)	37.39	15.5	61.26	25.4
Palmitoleic acid (C16:1)	0.48	0.2	1.45	0.6
Stearic acid (C18:0)	6.03	2.5	10.37	4.3
Oleic acid (C18:1)	3.62	1.5	4.10	1.7
Linoleic acid (C18:2)	23.64	9.8	22.43	9.3
Arachidic acid (C20:0)	1.21	0.5	1.93	0.8
Linolenic acid (C18:3)	160.40	66.5	120.60	50.0
cis-11,14-Eicosadienoic acid	—	—	0.24	0.1
Behenic acid (C22:0)	0.72	0.3	1.45	0.6
Erucic acid (C22:1)	0.24	0.1	0.72	0.3
Lignoceric acid (C24:0)	1.21	0.5	1.21	0.5
DHA	—	—	0.24	0.1
Saturated fatty acids (SFA)	46.56	19.82	76.46	33.83
Unsaturated fatty acids (USFA)	188.38	80.18	149.54	66.17
Total	234.94	100	226.00	100

100 g인 것과 비교할 때 건조뽕잎의 GABA 성분 함량이 더 많은 것으로 나타났다. 뽕잎차와 뽕잎발효차 간의 GABA 성분 함량은 유사한 것으로 분석되었다. 인체 내 신경계나 혈액에 함유되어 있고, 뇌하수체 중 존재하는 억제성 신경전달물질로 알려진 GABA 성분은 Chung과 Shin(23)의 연구 결과 건조한 뽕잎에서보다 볶음, 유념 및 가향처리 공정을 통해 함량이 급격히 감소하였다는 결과와 유사한 경향으로 나타났다. 뽕잎차 및 뽕잎발효차의 유리아미노산 유도체 함량은 모두 GABA, sarcosine, carnosine 순으로 분석되었다.

지방산의 조성

건조한 뽕잎차 및 뽕잎발효차의 지방산을 분석한 결과는 Table 5와 같다. 뽕잎차의 포화지방산은 46.56 mg/100 g, 불포화지방산은 188.38 mg/100 g로 불포화지방산이 80% 이상인 것으로 분석되었다. 불포화지방산의 조성은 linolenic acid는 160.40 mg/100 g, linoleic acid는 23.64 mg/100 g, oleic acid는 3.62 mg/100 g, palmitoleic acid는 0.48 mg/100 g 순으로 나타났으며, linolenic acid가 66.5%로 전체지방산과 불포화지방산 중에 함량이 가장 높았고, linoleic acid가 9.8%로 불포화지방산 중에 함량이 두 번째로 높은 것으로 분석되었다. 포화지방산은 palmitic acid가 37.39 mg/100 g로 전체지방산의 함량이 15.5%이었고, stearic acid가 6.03 mg/100 g로 전체지방산의 2.5%이었다.

뽕잎발효차의 포화지방산은 76.46 mg/100 g, 불포화지방산은 149.54 mg/100 g로 포화지방산이 33.83%, 불포화지방산이 66.17%인 것으로 분석되었다. 불포화지방산의 조성은 각각 linolenic acid가 120.60 mg/100 g, linoleic acid는 22.43 mg/100 g, oleic acid는 4.10 mg/100 g, palmitoleic acid는 1.45 mg/100 g 순으로 나타났으며, linolenic acid가 50.0%로 전체 지방산과 불포화지방산 중에 함량이 가장 높았고, linoleic acid가 9.3%로 불포화지방산 중에 함량이 두 번째로 높은 것으로 분석되었다. 그리고 포화지방산은 palmitic

acid 함량이 61.26 mg/100 g로 전체지방산의 25.4%이었고, stearic acid 함량이 10.37 mg/100 g로 전체지방산의 4.3%이었다.

Lim(21)이 연구한 뽕잎차의 생리활성 및 이화학적 특성을 연구한 결과에서 건조뽕잎의 포화지방산이 63.39%, 불포화지방산이 36.60%로 분석된 결과와 상이하게 본 실험 결과에서는 뽕잎차 및 뽕잎발효차의 불포화지방산 함량이 포화지방산의 함량에 비해 더 높게 나타났다. Shin(26)이 연구한 한국 차의 발효 정도별 성분 변화와 항균 활성에 관한 연구에서 비발효차에서 불포화지방산이 linolenic acid가 60.1%, linoleic acid는 18.6%, oleic acid가 5.1%이었으며, 발효차에서 불포화지방산이 linolenic acid가 47.2%, linoleic acid는 21.2%, oleic acid가 4.3%로 분석된 결과와 불포화지방산의 조성별 함량 경향은 유사한 것으로 분석되었으며, 발효에 의하여 불포화지방산의 함량이 다소 감소하는 것도 유사한 것으로 나타났다.

무기질 함량

뽕잎차와 뽕잎발효차의 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 분석한 무기질 중에서 K의 함량이 가장 높았으며 뽕잎차 및 뽕잎발효차에서 각각 1939.16과 2081.60 mg/100 g로 뽕잎차보다 뽕잎발효차가 142.44 mg/100 g 더 많은 것으로 분석되어 두 시료 간의 차이는 미미한 것으로 나타났다. 무기질 중 두 번째로 함량이 높은 것은 Mg이었으며, 그 함량은 뽕잎차 및 뽕잎발효차에서 각각 142.52와 149.60 mg/100 g로 두 시료 간에 함량이 비슷한 것으로 분석되었다. Ca는 81.31과 101.66 mg/100 g로 뽕잎차보다 뽕잎발효차가 20.35 mg/100 g 더 많은 것으로 분석되었다. 그 외 무기질에서는 Al, Fe, Zn이 뽕잎차보다 뽕잎발효차가 더 높게 분석되었으나 그 차이는 크지 않았다. 총 무기질의 함량은 뽕잎차가 2179.51 mg/100 g이었고, 뽕잎발효차에서는 2351.61 mg/100 g로 분석되어서 뽕잎발효차가 172.1 mg/

Table 6. The contents of mineral in the mulberry leaf tea and fermented mulberry leaf tea (mg/100 g)

Mineral	Mulberry leaf tea	Fermented mulberry leaf tea
Na	5.58±0.09	5.44±0.01
Ca	81.31±0.32	101.66±0.80
Fe	6.46±0.04	8.21±0.07
K	1939.16±6.95	2081.60±6.67
Mg	142.52±0.56	149.60±0.40
Al	2.12±0.07	2.54±0.08
Cu	0.58±0.01	0.65±0.01
Zn	1.52±0.01	1.64±0.01
Co	Tr	Tr
Li	0.20±0.01	0.23±0.01
Mn	Tr	Tr
Se	0.06±0.01	0.04±0.01
Total	2179.51	2351.61

The results are mean±SD. Tr: Trace.

100 g 더 높은 것을 알 수 있었다.

이와 같은 결과는 Chung과 Shin(23)의 국내산 발효차의 이화학적 성분에 관한 연구에서 K의 분석결과 녹차가 73 mg/100 g, 황차는 73.11 mg/100 g, 홍차는 94.41 mg/100 g인 것과 비교해 볼 때 빙잎차 및 빙잎발효차는 녹차와 황차의 K 함유량보다 약 26배 많은 것으로 분석되었고, 홍차보다 약 20배 가량 함량이 높았다. Mg의 함량은 녹차 143 mg/100 g, 황차 143 mg/100 g, 홍차 137 mg/100 g로 분석되어 빙잎차 및 빙잎발효차의 Mg 분석 결과와 거의 비슷한 수준이었다. 각 다류의 Ca 함량은 녹차가 183 mg/100 g, 황차는 176 mg/100 g, 홍차는 178 mg/100 g로 빙잎차의 Ca 함량이 녹차는 약 43%이었고, 황차 및 홍차에서 Ca 함량의 약 46% 수준이었다. 빙잎발효차는 녹차의 Ca 함량의 약 55%, 황차 및 홍차 Ca 함량의 약 57% 수준이었다. 그 외 무기질인 Al과 Mn은 빙잎차 및 빙잎발효차가 녹차, 황차 및 홍차보다는 미량으로 조사되었다.

## 요 약

본 연구는 식용식물로의 가치뿐만 아니라 약용으로 가치가 인정되는 빙잎에 미생물 생균제를 이용한 빙잎발효차 개발을 통하여 기능성 소재 개발 및 새로운 제품 개발의 방안을 제시하고자 빙잎차 및 빙잎발효차의 일부 성분을 분석하였다. 두 시료간의 일반성분 중에서 지방 함량이 빙잎발효차가 더 높았고, 탄수화물의 함량은 빙잎차가 더 높았다. 유리당을 분석한 결과 빙잎발효차가 빙잎차에 비해 전체 유리당 함량이 줄어들었으며, 특히 빙잎차에서는 maltose 함량이 가장 높았으나 빙잎발효차의 경우 maltose가 분석되지 않았고 lactose가 소량 분석되었다. 총 유리아미노산 함량은 빙잎차가 빙잎발효차보다 높았으며 빙잎차에서는 glutamic acid, 빙잎발효차에서는 cystine의 함량이 가장 많았다. 아미노산 유도체에서는  $\gamma$ -aminobutyric acid(GABA) 성분 함

량이 가장 높았으며 각 시료 간 함량은 비슷하였다. 지방산의 조성에서는 빙잎발효차가 빙잎차에 비해 불포화 지방산이 다소 감소하는 경향을 나타내었다. 따라서 본 연구의 결과를 종합해 보면 식용식물로서 뿐만 아니라 약용으로도 가치가 있는 빙잎에 생균제를 이용하여 개발한 빙잎발효차를 빙잎차와 비교하였을 때 빙잎발효차에서 유리당과 유리아미노산의 함량이 감소하는 경향을 나타내었으나 그 유용성분 및 특이성분의 함량은 충분히 유지되고 있었다.

## 문 헌

1. Lee JR, Hah YJ, Lee JW, Song YM, Jin SK, Kim IS, Hah KH, Kwak SJ. 2002. Physico-chemical and sensory properties of emulsified sausages containing mulberry and per-simmon leaf powder. *Korean J Food Sci Ani Resour* 22: 330-336.
2. Bang HS, Lee WC, Chon HR, Choi YC, Kim HB. 1998. Varietal comparison of  $\gamma$ -aminobutyric acid content in mulberry root bark. *Kor J Seric Sci* 40: 13-16.
3. Kim SY, Gao JJ, Lee WC, Ryu KS, Lee KR, Kim YC. 1999. Antioxidative flavonoids from the leaves of *Morus alba*. *Arch Pharm Res* 22: 81-85.
4. Narayan VS, Nair PM. 1990. Metabolism, enzymology and possible roles of 4-amonobutyrate in higher plants. *Phytochemistry* 29: 367-375.
5. Omori M, Yano T, Okamoto J, Tsushida T, Murai T, Higuchi M. 1987. Effect of anaerobically treated tea (Gabaron tea) on blood pressure of spontaneously hypertensive rats. *Nippon Nigeikagaki Kaishi* 61: 1449-1451.
6. Tews JK. 1981. Dietary GABA decreases body weight of genetically obese mice. *Lifè Sci* 29: 2535-2542.
7. Kimura M, Chen F, Nakashimqa N, Kimura I, Asano N, Koya S. 1995. Anti hyperglycemic effect of N-containing sugars delivered from mulberry leaves in streptozotocin-induced diabetic mice. *J Traditional Medicine* 12: 214-219.
8. Sung GB. 1998. Recent mulberry research trend and direction for the improvement. *Korean J Seric Sci* 40: 180-184.
9. Yen GC, Wu SC, Duh PD. 1996. Extraction and identification of anti-oxidant components from the leaves of mulberry (*Morus alba* L.). *J Biol Chem* 261: 12879-12882.
10. 채수규, 강갑석, 마상조, 방광웅, 오문현, 오성훈. 2003. 표준 식품분석학. 지구문화사, 서울. p 228-229.
11. AOAC. 1984. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA. Vol 33, p 10-13.
12. 한국식품영양과학회. 2000. 식품영양실험핸드북. 효일출판사, 서울. p 124-126.
13. AOAC. 1995. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Analytical Chemists Inc, Washington, DC, USA. Chapter 43, p 2.
14. Yun SJ, Kim NY, Jang MS. 1994. Free sugars, amino acids, organic acids and minerals of the fruits of paper mulberry (*Broussonetia kazinoki* Siebold). *J Korean Soc Food Nutr* 23: 950-953.
15. 한국식품공업협회. 2008. 식품공전. p 310-311.
16. Duncan DB. 1955. Multiple range and multiple test. *Biometrics* 11: 1-42.
17. Jo KH, Pae YR, Yang EJ, Park EJ, Ma SJ, Park SP, Chung DO, Jung ST. 2006. Major constituents and bioactivities of tea products by various manufacturing. *Korean J Food Preserv* 13: 596-602.

18. Park CS. 2005. Component and quality characteristics of powdered green tea cultivated in Hwagae area. *Korean J Food Preserv* 12: 36-42.
19. Lee YL, Ahn MS, Hong KH. 1998. A study on the content of general compounds, amino acid, vitamins, catechins, alkaloids in green, oolong and black tea. *J Fd Hyg Safety* 13: 377-382.
20. Park BH, Back KY, Lee SI, Kim SD. 2008. Quality and anti-oxidative characteristics of *Cudrania ticuspidata* leaves tea. *Korean J Food Preserv* 15: 461-468.
21. Lim MJ. 2005. Physiological activity and physicochemical properties of *Morus alba* leaf tea. *MS Thesis*. Jinju National University, Jinju, Korea. p 11-24.
22. Choi OJ, Choi KH. 2003. The physicochemical properties of Korean wild tea (green tea, semi fermented tea, and black tea) according to degree of fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32: 356-362.
23. Chung YH, Shin MK. 2005. A study on physicochemical properties of Korean teas according to degree of fermentation. *Korean J Food & Nutr* 18: 94-101.
24. Mau JL, Chyau CC, Li JY, Tseng YH. 1997. Flavor components in straw mushrooms *Volvariella volvacea* harvested at different stages of maturity. *J Agric Food Chem* 45: 4726-4729.
25. Solms J. 1969. The taste of amino acids, peptides and proteins. *J Agric Food Chem* 17: 686-688.
26. Shin GH. 2004. A study on the content changes and anti-microbial activity of Korean teas according to degree of fermentation. *PhD Dissertation*. Sunchon University, Sunchon, Korea. p 9-59.

(2009년 11월 23일 접수; 2010년 1월 12일 채택)