

ORIGINAL ARTICLE

## 진도산 울금(*Curcuma longa* L.)의 이화학적 특성

오다영 · 김한수\*

부산대학교 식품공학과

### Physicochemical Properties of the Turmeric (*Curcuma longa* L.) in Jindo Korea

Da-Young Oh, Han-Soo Kim\*

Department of Food Science and Technology, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

#### Abstract

Studies on the physicochemical properties of physiological activity substance in turmeric (*Curcuma longa* L.) were analyzed for the use as an functional food materialization. The proximate compositions in the vacuum freeze dried turmeric were carbohydrate 72.90%, moisture 5.74%, crude protein 10.02%, crude fat 4.67%, and crude ash 6.69%, respectively. The mineral contents of turmeric were calcium (Ca) 2,294.77 mg kg<sup>-1</sup>, potassium (K) 28,780.54 mg kg<sup>-1</sup>, magnesium (Mg) 2,826.90 mg kg<sup>-1</sup>, sodium (Na) 1,826.58 mg kg<sup>-1</sup>, iron (Fe) 190.94 mg kg<sup>-1</sup>, and manganese (Mn) 620.16 mg kg<sup>-1</sup>. The vitamin contents of turmeric were pantothenic acid 1.040 mg/100 g, riboflavin 0.166 mg/100 g, thiamin 0.148 mg/100 g, pyridoxine 0.010 mg/100 g, and calciferol 0.008 mg/100 g, respectively. Total amino acid contents in protein of turmeric were 7.66 g%, and major amino acids were aspartic acid 1.45 g%, glutamic acid 1.07 g%, leucine 0.71 g%, phenylalanine 0.47 g%, and arginine 0.46 g%, respectively. The amount of free amino acids of turmeric were 225.81 mg%, and major free amino acids were asparagine, aspartic acid, glutamic acid, serine, and alanine. Especially, in the case of asparagine, it was highest. The compositions of fatty acid were saturated fatty acid 45.09%, monoenes 8.62%, and polyenes 46.30%.

**Key words** : Turmeric (*Curcuma longa* L.), Mineral, Vitamin, Amino acids, Fatty acid compositions

#### 1. 서론

울금(*Curcuma longa* L.)은 생강과(Zingiberaceae)에 속하는 다년생 속근성 초본식물로 인도와 중국을 중심으로 아시아 등에 자생하고(Araujo and Leon, 2001), 향신료 및 민간요법 치료제로 사용되어 왔다(Xu et al., 2015). 또한, 울금의 curcumin은 암세포 억제 효과가 있

으며(Sukandar et al., 2010; Wan et al., 2010), 통증완화 및 항염증 등의 효과가 있는 것으로 보고되어 있다(Eke-Okoro et al., 2018). 한편,  $\omega$ -3계  $\alpha$ -linolenic acid가 풍부한 아마인유(linseed oil)와 curcumin의 나노에멀전(nanoemulsion)을 수컷 흰쥐에 섭취시켰을 때 혈청, 간, 심장 및 뇌에서 eicosapentaenoic acid (EPA) 및 docosahexaenoic acid (DHA)로 전환을 촉진시킨다고

Received 26 January, 2019; Revised 5 March, 2019;  
Accepted 6 March, 2019

\*Corresponding author: Han-Soo Kim, Department of Food Science and Technology, Pusan National University, Miryang 50463, Korea  
Phone : +82-55-350-5351  
E-mail : kimhs777@pusan.ac.kr

The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.  
© This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

한다(Sugasini and Lokesh, 2017). 울금 추출물은 콜레스테롤의 생합성에 관여하는 효소 중 하나인 squalene synthase의 활성을 저해하는 것으로 알려져 있다(Choi et al., 2003). 울금 정유(essential oil)의 주성분인 tumerone, dehydrotumerone 및 zingiberene는 1~5%, 불휘발성유가 2.4%, 전분 50%, 조섬유 5%, 조회분 4% 및 수분 16% 함유되어 있으며, 황색 색소를 약 0.3% 함유되어 있다고 한다(Han and Choi, 2000).

활성산소종(reactive oxygen species)인 유리기(free radical)는 대사과정 중에 지속적으로 생성되며, 심장순환기계질환(Coronary Heart Disease, CHD)과 종양 및 퇴행성 류마티스 관절염 등을 유발하는 것으로 알려져 있다(Bagchi and Puri, 1998; Barros et al., 2007). 지용성 및 수용성 비타민인 tocopherol과 ascorbic acid, 무기질(selenium, manganese, zinc), flavonoid,  $\omega$ -3 지방산 및  $\omega$ -6 지방산 등은 유리기의 연쇄 반응을 차단하거나 억제시켜, 산화적 스트레스를 막아주는 방어기전으로 보고되어 있다(Pandhair and Sekhon, 2006; Gupta et al., 2014). 만성 간질환의 경우 산화적 스트레스 증가를 수반하며, glutathione 등의 함황 아미노산은 항산화적 기전으로 이를 완화시키는 알려져 있다(Ko, 2012). Tocopherol 및 tocotrienol 함량이 풍부한 rapeseed oil 등의 기본식이를 Sprague-Dawley계 수컷 흰쥐에 급여한 후, 4주간 curcumin을 섭취시킨 실험식이이 간장 및 혈장의  $\alpha$ -tocopherol과  $\gamma$ -tocopherol 농도에는 영향을 미치지 않았지만, 폐장에서의  $\alpha$ -tocopherol 농도는 대조군과 유의적인 차이를 보이며 증가한 것으로 나타났다(Kamal-Eldin et al., 2000). 셀레늄(Se), 구리(Cu), 망간(Mn), 철(Fe), 니켈(Ni) 및 아연(Zn) 등은 인체에 필요한 무기질로 신진대사에 관여하는 것으로 보고되어 있다(Altun et al., 2017). Hamden et al.(2011)에 의하면 alloxan으로 유도된 Wistar계 수컷 당뇨병 흰쥐에  $\omega$ -3계  $\alpha$ -linolenic acid 함량이 높은 호르파(fenugreek) 씨의 정유 섭취는 췌장  $\beta$ -cell의 손상과 괴사를 억제시키고 혈장 지질성분을 개선시킨다고 한다. 이에, 본 연구는 진도산 울금의 기능성식품 소재로서 활용 가능성을 검토하기 위하여 일반성분, 무기질, 비타민 함량, 아미노산 및 지방산 조성 등 이화학적 성분을 분석하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 실험 재료

진도 진도 영농조합법인(Jindo, Jeonnam, Korea)에서 구입한 울금(*Curcuma longa* L.)은 진공동결건조(EYELA, FDU-2000, Rikakikai Co., Tokyo, Japan) 시킨 후, 분쇄기(HMF-3250S, Han-II Co., Seoul, Korea)로 마쇄하여  $-80^{\circ}\text{C}$  초저온 냉동고(DF-8514, II-Shin BioBase Co., Daegu, Korea)에 저장하며, 본 실험에 사용하였다.

### 2.2. 분석시약

실험에 사용된 시약은 Merk사(Darmstadt, Germany), Junsei (Japan)의 특급 또는 일급 시약, amino acid 표준품과 ninhydrin 및 buffer 용액은 Pharmacia Biotech사(UK)의 시약을 사용하였고, 지방산 조성 분석의 methyl ester mixture는 Sigma사(USA) 제품 등을 사용하여 본 실험을 수행하였다.

### 2.3. 일반성분 분석

울금의 일반성분은 association of official analytical chemists (AOAC, 1990) 방법에 준하여 측정하였다. 수분(AOAC 934.01)은  $105^{\circ}\text{C}$  상압가열건조법, 조지방(AOAC 954.02) 함량은 Soxhlet 추출법, 조단백질(AOAC 984.13)은 Kjeldahl법, 조회분(AOAC 942.05)은  $550^{\circ}\text{C}$ 의 직접회화법으로 정량하였다. 탄수화물 함량(Kim, 2007)은 수분, 조지방, 조단백질 및 조회분의 양을 뺀 값으로 나타내었다.

### 2.4. 무기질 분석

울금의 무기질 측정은 Kim et al.(2014) 및 Yun et al.(2003)의 방법을 변형하여 측정하였다. 칼슘(Ca), 칼륨(K), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na), 철(Fe) 및 망간(Mn)은 ICP 발광분광분석기(inductively coupled plasma-optical emission spectrometry, ICP-OES, Perkin-Elmer, model 4300 DV, USA)로 분석하였다. 즉, 울금 1.0 g을 회분 도가니에 넣어 예비 회화를 시킨 후, 5시간 동안  $550^{\circ}\text{C}$ 로 가열한 후 냉각하였다. 회분은 낮은 온도의 hot plate에서 6 N HCl 2.0 mL로 천천히 용해하여 증발시켰고, 같은 조건으로 재용해 시킨 후 1 N HCl 50.0 mL로 정용하였다. 시료는  $0.45\ \mu\text{m}$  membrane filter로 여과하여 분석하였고,  $\text{mg kg}^{-1}$  sample로 표시

**Table 1.** High performance liquid chromatographic operating conditions for vitamin analysis

Vitamin	Column	Mobile phase	Flow rate (mL/min)	Injection volume (μL)	Detector Excitation, Emission
β-carotene	Novapak-silica (3.9×150 mm)	Hexane: isopropanol =970:30	1.0	20.0	UV <sup>1)</sup> 450 nm
Retinol	Novapak-silica (3.9×150 mm)	Hexane: isopropanol =990:10	1.0	20.0	UV 326 nm
Thiamin	C18 UG 120 (4.6×250 mm, 5 μm)	MeOH:10 mM NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> =35:65	0.9	20.0	FLD <sup>2)</sup> 375 nm, 450 nm
Riboflavin	C18 UG 120 (4.6×250 mm, 5 μm)	MeOH:10 mM NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> =35:65	0.9	20.0	FLD 445 nm, 530 nm
Pantothenic acid	C18 UG 120 (4.6×250 mm, 5 μm)	20 mM KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> :ACN =97:3	1.0	20.0	DAD <sup>3)</sup> 200 nm
Pyridoxine	C18 UG 120 (4.6×250 mm, 5 μm)	50 mM NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.0	20.0	FLD 290 nm, 396 nm
Ascorbic acid	AQ-C18 Peakman sp. (4.6×250 mm, 5 μm)	0.05 M KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> :Acetonitrile =990:10	1.0	20.0	DAD 254 nm
Calciferol	μ Bondapak C18 (7.8×300 mm)	ACN:MeOH=1:1	1.0	200.0	UV 254 nm
Tocopherol	Novapak-silica (3.9×150 mm)	Hexane: isopropanol =98:2	0.5	20.0	UV 298 nm

<sup>1)</sup>UV: uv/vis absorbance detector. <sup>2)</sup>FLD: fluorescence detector. <sup>3)</sup>DAD: diode-array detector.

하였다.

### 2.5. 비타민 분석

울금의 β-carotene, retinol, thiamin, riboflavin, pantothenic acid, pyridoxine, ascorbic acid, calciferol 및 tocopherol은 식품공전법(Korea food and drug association)에 준하여 정량하였으며, 분석 조건은 Table 1과 같다.

### 2.6. 구성 아미노산 분석

울금의 구성 아미노산 조성은 Kim(2007) 방법에 준하여 분석하였다. 울금 0.5 g을 glass tube에 취하고 6 N HCl 25.0 mL 가하여 감압과 질소 충전을 반복한 후, 150℃의 가수분해 장치(Pico-Tag workstation, Waters, Napa, CA, USA)에서 1시간 동안 가수분해 시켰다. 냉각 후 NaOH로 중화하여 0.2 N sodium citrate loading buffer (pH 2.2)로 일정량 정용한 후, 0.22 μm membrane filter로 여과하여 sodium type의 ion exchange resin column을 장착한 아미노산 자동분석기 (Biochrom 20, Pharmacia Biotech. Ltd, UK)를 이용

하여 구성 아미노산 조성을 분석하였다.

### 2.7. 유리 아미노산 조성 분석

유리 아미노산 조성 분석은 울금 10배 가량의 0.2 N lithium citrate loading buffer (pH 2.2)와 함께 블렌더 (blender)에서 300 rpm으로 10분간 균질화한 후, 0.22 μm membrane filter로 여과하여 lithium type의 ion exchange resin column을 장착한 아미노산 자동분석기 (Biochrom 20, Pharmacia Biotech. Ltd, UK)를 이용하여 유리 아미노산 함량을 구하였다. 구성 아미노산 및 유리 아미노산의 분석조건은 Table 2와 같다.

### 2.8. 지방산 조성 분석

울금의 지방산 조성은 Bligh and Dyer(1959)에 준하여 측정하였다. 울금의 지질성분을 chloroform-methanol (C:M=2:1, v/v) 혼합액으로 지질을 추출한 후, 0.5 N NaOH 1.5 mL를 가하여 7분 동안 검화시켰다. AOAC 방법에 따라 14% BF<sub>3</sub>-methanol로 methyl ester화 시켜 omegawax capillary column (30 m × 0.32 mm, 0.25 μm, Max Usable Temp. 280℃)을 장착한 gas chromatography

**Table 2.** Amino acid auto-analyzer operating conditions for protein bound amino acid and free amino acid analysis

Items	Operating conditions
Instrument	Biochrom 20, Pharmacia Biotech. Ltd (UK)
Flow rate	Buffer 24 mL/hr, Ninhydrin 20 mL/hr
Wave length	440 nm, 570 nm
Column	Sodium (sodium high performance column EEC, 4.6x200 mm), Lithium (lithium high performance column, 4.6x200 mm) type ion exchange resin column
Buffer solution	Sodium & lithium citrate buffer (pharmacia biotech, chemical reagent)
Temperature	32°C-66°C-80°C-35°C

(Simadzu GC-17A, Japan)로 분석하였다. Carrier gas는 He를 사용하였으며 주입구(injector)와 검출기(dectector, FID) 온도는 250°C, oven 온도는 180°C에서 230°C까지 3°C/min 증가시켰다. 각 지방산은 표준지방산 methyl ester mixture와 retention time을 비교하여 동정하였으며, 지방산 조성은 각 peak 면적 백분율(%)로 표시하였다. 분석 조건은 Table 3과 같다.

**Table 3.** Gas chromatography operating conditions for fatty acid analysis

Items	Operating conditions
Instrument	Simadzu GC-17A
Column	Omegawax (30 m×0.32 mm, 0.25 µm)
Oven temperature	180°C to 230°C
Injector temperature	250°C
Detector temperature	250°C
Carrier gas	He

### 2.9. 통계 처리

실험 데이터의 통계 처리는 결과값에 대한 평균값±표준편차로 계산하여 나타내었다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 일반성분 함량

울금의 일반성분 함량은 Table 4와 같다. 탄수화물은 72.90±0.40%로 그 대부분을 차지하였으며, 수분 5.74±0.51%, 조단백질 10.02±0.08%, 조지방 4.67±0.11% 및 조회분 6.69±0.19%로 확인되었다. Seo(2013)는 울

금의 수분 함량은 2.15%, 조단백질 12.45%, 조지방 13.27% 및 조회분 5.05%로, 본 실험 결과와 유사하였으나 조지방 함량은 높게 나타났다. Sultan et al.(2014)에 의하면, 울금의 일반성분은 수분 11.80±0.57%, 조단백질 7.54±0.05%, 조지방 9.92±0.57% 및 조회분 5.67±0.21%로 수분과 조지방 함량은 본 실험보다 높게 나타났으나, 조단백질 및 조회분은 비슷한 함량을 보였다. 수분 및 조지방 함량의 차이는 재배 지역 및 환경 등에 의한 것으로 추정된다.

**Table 4.** Proximate compositions of turmeric (*Curcuma longa* L.) (%)

Composition	Turmeric ( <i>Curcuma longa</i> L.)
Moisture	5.74±0.51 <sup>1)</sup>
Crude protein	10.02±0.08
Crude fat	4.67±0.11
Crude ash	6.69±0.19
Carbohydrate	72.90±0.40

<sup>1)</sup>The values are mean±standard deviation (n=5).

### 3.2. 무기질 함량

울금의 칼슘(Ca), 칼륨(K), 마그네슘(Mg), 나트륨(Na), 철(Fe) 및 망간(Mn) 등 무기질 함량은 Table 5와 같다. 칼륨이 28,780.54±383.23 mg kg<sup>-1</sup>로 높은 함량으로 나타났고, 마그네슘은 2,826.90±33.72 mg kg<sup>-1</sup>, 칼슘 2,294.77±29.23 mg kg<sup>-1</sup>, 나트륨 1,826.58±23.32 mg kg<sup>-1</sup>, 망간 620.16±4.92 mg kg<sup>-1</sup> 순으로 확인되었다. 철은 190.94±3.60 mg kg<sup>-1</sup>로 낮은 함량을 나타내었다. Kim et al.(2012)은 인(P) 452.31 mg/100 g, 마그네슘 271.10 mg/100 g, 칼슘 75.05 mg/100 g, 나트륨 20.42

mg/100 g, 철 17.46 mg/100 g, 망간 271.10 mg/100 g 및 아연(Zn) 2.61 mg/100 g으로 보고되어져 있다. 울금의 무기질 함량은 토양 등 환경 요인에 영향을 받으며, 철의 함량이 가장 낮게 나타났다고 한다(Hossain and Ishimine, 2005).

**Table 5.** Mineral compositions of turmeric (*Curcuma longa* L.)

Composition	Content (mg kg <sup>-1</sup> )
Calcium (Ca)	2,294.77±29.23 <sup>1)</sup>
Potassium (K)	28,780.54±383.23
Magnesium (Mg)	2,826.90±33.72
Sodium (Na)	1,826.58±23.32
Iron (Fe)	190.94±3.60
Manganese (Mn)	620.16±4.92

<sup>1)</sup>The values are mean±standard deviation (n=4).

### 3.3. 비타민 함량

울금의 비타민 분석 결과는 Table 6과 같다. Pantothenic acid는 1.040±0.028 mg/100 g으로 가장 높은 함량을 나타내었으며, riboflavin 0.166±0.005 mg/100 g, thiamin 0.148±0.003 mg/100 g, pyridoxine 0.010±0.001 mg/100 g, calciferol 0.008±0.002 mg/100 g 순으로 확인되었다. Thiamin은 생체 내 효소의 활성 조절과 탄수화물 대사에 중요한 역할을 하며, riboflavin은 성장촉진, 구강 점막 보호, 산화억제 등의 작용이 있고

**Table 6.** Vitamin compositions of turmeric (*Curcuma longa* L.)

Vitamin	Content
β-carotene (μg RE <sup>1)</sup> /100 g)	ND <sup>2)</sup>
Retinol (μg RE/100 g)	ND
Thiamin (mg/100 g)	0.148±0.003 <sup>3)</sup>
Riboflavin (mg/100 g)	0.166±0.005
Pantothenic acid (mg/100 g)	1.040±0.028
Pyridoxine (mg/100 g)	0.010±0.001
Ascorbic acid (mg/100 g)	ND
Calciferol (mg/100 g)	0.008±0.002
Tocopherol (mg/100 g)	ND

<sup>1)</sup>μg RE: micrograms of retinol equivalent. <sup>2)</sup>ND: not detected.

<sup>3)</sup>The values are mean±standard deviation (n=3).

(Kim et al., 2018), pantothenic acid는 산화적 스트레스를 감소시키는 것으로 알려져 있다(Jung et al., 2017). Vitamin A의 전구체인 β-carotene은 UV에 의한 흉조 형성을 억제하고(Nematy et al., 2015), ascorbic acid, tocopherol 및 vitamin K는 항균활성이 있으며, cholecalciferol은 면역계 시스템을 조절시킨다고 한다(Shahzad et al., 2018). Kang(2007)에 의하면, 울금의 품종과 채취 시기에 따라 vitamin 함량 등은 달라진다고 보고하였다.

### 3.4. 구성 아미노산 조성

울금의 구성 아미노산 조성은 Table 7과 같다. 구성 아미노산 총 함량은 7.66±0.19 g%로, aspartic acid는 1.45±0.03 g%, glutamic acid 1.07±0.03 g%, leucine 0.71±0.01 g%, phenylalanine 0.47±0.01 g%, arginine 0.46±0.02 g%, threonine 0.44±0.01 g%, valine 0.42±0.01 g% 등의 순으로 나타났다. Aspartic acid 및 glutamic acid는 총 아미노산 함유량의 각각 18.93%, 13.97%를 차지하며 구성 아미노산의 대부분을 차지하는 것으로 확인되었다. 필수 아미노산인 valine, leucine, isoleucine, threonine, methionine, lysine 및 phenylalanine의 함량은 2.78±0.06 g% 이었으며, 구성 아미노산 총 함유량의 36.29%로 나타났고, 함량아미노산인 cysteine 및 methionine의 함량은 0.05±0.00 g% 및 0.04±0.00 g%로 동정되었다. Vidhya et al.(2018)에 의하면 aspartic acid, glutamic acid, lysine, glycine 및 alanine은 성인병 예방 등에 개선 효과가 있다고 하며, 체내 대사를 촉진시키고(Zou et al., 2018), 환경적 요인에 따라 구성 성분의 함유량에 영향을 미친다고 한다(Kang, 2007).

### 3.5. 유리 아미노산 조성

울금의 유리 아미노산의 조성은 Table 8과 같다. 유리 아미노산 총 함량은 225.81±3.85 mg%로 확인되었고, asparagine이 33.87±0.25 mg%로 유리 아미노산 구성의 15.00%를 차지하는 것으로 나타났다. Aspartic acid, glutamic acid, serine 및 alanine 순으로 각각, 33.80±0.26, 31.93±0.23, 26.27±0.55 및 25.97±0.15 mg% 함유된 것으로 관찰되었다. Arginine (22.07±0.15 mg%), histidine (11.53±0.15 mg%) 또한 유리 아미노산의 9.77 및 5.11%를 차지하는 것으로 나타났다.

**Table 7.** Protein bound amino acids compositions of turmeric (*Curcuma longa* L.)

Amino Acids (AA)	Composition (g%)	% to Total AA
Monoamino acid & monocarboxylic AA		
Glycine	0.41±0.01 <sup>1)</sup>	5.35±0.05
L-Alanine	0.39±0.01	5.09±0.05
L-Valine	0.42±0.01	5.48±0.05
L-Leucine	0.71±0.01	9.27±0.05
L-Isoleucine	0.37±0.01	4.83±0.05
Monoamino-dicarboxylic AA		
L-Aspartic acid	1.45±0.03	18.93±0.15
L-Glutamic acid	1.07±0.03	13.97±0.15
Hydroxy-AA		
L-Serine	0.44±0.01	5.74±0.05
L-Threonine	0.44±0.01	5.74±0.05
Thio (sulfur)-containing AA		
L-Cysteine	0.05±0.00	0.65±0.00
L-Methionine	0.04±0.00	0.52±0.00
Diamino-monocarboxylic AA		
L-Lysine	0.33±0.01	4.31±0.05
L-Arginine	0.46±0.02	6.01±0.10
L-Histidine	0.18±0.00	2.35±0.00
Aromatic AA		
L-Phenylalanine	0.47±0.01	6.14±0.05
L-Tyrosine	0.22±0.01	2.87±0.05
Imino acid		
L-Proline	0.21±0.01	2.74±0.05
Other		
Ammonium chloride <sup>2)</sup>	(0.53±0.01)	-
Total AA (TAA)	7.66±0.19	99.99
EAA <sup>3)</sup>	2.78±0.06	
EAA/TAA (%)	36.29±0.31	

<sup>1)</sup>The values are mean±standard deviation ( $n=3$ ). <sup>2)</sup>Not calculation.

<sup>3)</sup>EAA: essential amino acids (valine, leucine, isoleucine, threonine, methionine, lysine, phenylalanine).

Asparagine은 혈압을 조절하고 소화성궤양에 효과가 있으며(Guorong et al., 2016), 유리 아미노산 중 glutamic acid, glycine 및  $\beta$ -alanine은 위장관 기능을 개선시키는 것으로 보고되어 있다(Wu et al., 2016). 본 실험 결과 asparagine, aspartic acid 및 glutamic acid가 전체의 44.11%를 차지하고 있어 양질의 단백질 급원으로 이용될 수 있을 것으로 판단된다.

### 3.6. 지질 구성 지방산 조성

울금의 지방산 조성은 Table 9와 같다. 포화지방산은 총 지방산 중 45.09±0.42%의 함유량을 보였으며, 단불포화지방산은 8.62±0.13%, 다불포화지방산은 46.30±0.45%의 비율로 불포화지방산 함유량이 높은 것으로 나타났다.  $\omega$ -6계 linoleic acid가 33.58±0.22%,  $\omega$ -3계인  $\alpha$ -linolenic acid 10.05±0.12%,  $\omega$ -9계 oleic acid 7.15±

**Table 8.** Free amino acids compositions of turmeric (*Curcuma longa* L.)

Sequential peak	Amino Acids (AA)	Composition (mg%)	% to Total AA
1	O-Phospho-L-Serine	1.87±0.06 <sup>1)</sup>	0.83±0.01
2	Taurine	ND <sup>2)</sup>	-
3	O-Phosphoethanolamine	ND	-
4	Urea	ND	-
5	L-Aspartic acid	33.80±0.26	14.97±0.06
6	Hydroxy-L-proline	ND	-
7	L-Threonine	5.93±0.15	2.63±0.03
8	L-Serine	26.27±0.55	11.63±0.14
9	L-Asparagine	33.87±0.25	15.00±0.06
10	L-Glutamic acid	31.93±0.23	14.14±0.05
11	L-Sarcosine	ND	-
12	L-α-Aminoadipic acid	ND	-
13	L-Proline	ND	-
14	Glycine	1.00±0.10	0.44±0.02
15	L-Alanine	25.97±0.15	11.50±0.03
16	L-Citrulline	ND	-
17	L-α-Amino- <i>n</i> -butyric acid	ND	-
18	L-Valine	5.83±0.15	2.58±0.03
19	L-Cystine	ND	-
20	L-Methionine	ND	-
21	Cystathionine	ND	-
22	L-Isoleucine	5.20±0.00	2.30±0.00
23	L-Leucine	4.53±0.06	2.01±0.01
24	L-Tyrosine	4.00±0.36	1.77±0.09
25	β-Alanine	ND	-
26	L-Phenylalanine	4.47±0.06	1.98±0.01
27	DL-β-Aminobutyric acid	ND	-
28	4-Amino- <i>n</i> -butyric acid	0.77±0.06	0.34±0.01
29	L-Homocystine	ND	-
30	γ-Amino- <i>n</i> -butyric acid	ND	-
31	L-Tryptophan	3.00±0.79	1.33±0.20
32	Ethanolamine	ND	-
33	Ammonium chloride <sup>3)</sup>	(25.13±0.40)	-
34	δ-Hydroxylysine	ND	-
35	L-Ornithine	1.47±0.06	0.65±0.01
36	L-Lysine	2.30±0.26	1.02±0.06
37	1-Methyl-L-histidine	ND	-
38	L-Histidine	11.53±0.15	5.11±0.03
39	3-Methyl-L-histidine	ND	-
40	Anserine	ND	-
41	α-Aminoguanidinopropionic acid	ND	-
42	L-Carnosine	ND	-
43	L-Arginine	22.07±0.15	9.77±0.03
<b>Total AA (TAA)</b>		<b>225.81±3.85</b>	<b>100.00</b>

<sup>1)</sup>The values are mean±standard deviation (*n*=3). <sup>2)</sup>ND: Not Detected. <sup>3)</sup>Not calculation.

0.04% 등의 순으로 관찰되었다. 다불포화지방산 중에 linoleic acid, linolenic acid, eicosapentaenoic acid (EPA, 1.94±0.05%) 순으로 나타났으며, 단일포화지방산은 oleic acid, docosaenoic acid (0.86±0.06%), palmitoleic acid (0.32±0.00%) 순으로 확인되었다. 포화지방산은 palmitic acid (28.32±0.14%), lauric acid (4.89±0.14%), stearic acid (3.64±0.00%), myristic acid (3.31±0.03%) 등의 순으로 나타났으며, capric acid가 0.16±0.00%로 낮게 관찰되었다. 더덕의 지방산 조성 중 포화지방산은 37.86%, 단일포화지방산 3.84% 및 다불포화지방산 35.64%으로 다불포화지방산 함량이 다소 높은 것으로 보고하였다(Park et al., 2009).

EPA 및 DHA (docosahexaenoic acid)는 항염증, 항당뇨 및 지질성분 개선 등에 효능이 있으며(Egert et al., 2018), 세포의 신호전달체계 및 막의 유동성을 유지하는 생체 분자에 도움을 주는 것으로 알려져 있다(Choudhary et al., 2017).

**Table 9.** Fatty acids compositions of turmeric (*Curcuma longa* L.)

Fatty acids	Peak area (%)
Capric acid (C10:0)	0.16±0.00 <sup>1)</sup>
Lauric acid (C12:0)	4.89±0.14
Myristic acid (C14:0)	3.31±0.03
Palmitic acid (C16:0)	28.32±0.14
Stearic acid (C18:0)	3.64±0.00
Eicosanoic acid (C20:0)	2.24±0.04
Lignoceric acid (C24:0)	2.53±0.07
Saturates	45.09±0.42
Palmitoleic acid (C16:1)	0.32±0.00
Oleic acid (C18:1, n-9)	7.15±0.04
Eicosaenoic acid (C20:1, n-9)	0.29±0.03
Docosaenoic acid (C22:1, n-9)	0.86±0.06
Monoenes	8.62±0.13
Linoleic acid (C18:2, n-6)	33.58±0.22
γ-Linolenic acid (C18:3, n-6)	0.47±0.05
α-Linolenic acid (C18:3, n-3)	10.05±0.12
Eicosadienoic acid (C20:2)	0.26±0.01
Eicosapentaenoic acid (C20:5, n-3)	1.94±0.05
Polyenes	46.30±0.45

<sup>1)</sup>The values are mean±standard deviation (n=3).

#### 4. 결론

진도산 울금(*Curcuma longa* L.)의 생리활성 물질을 규명하여 기능성식품 소재로 활용 가능성을 검토하기 위해 일반성분, 무기질, 비타민, 아미노산 및 지방산 조성을 분석한 결과, 일반성분 함량 중 탄수화물은 72.90±0.40%로 대부분을 차지하였으며, 수분은 5.74±0.51%, 조단백질은 10.02±0.08%, 조지방 4.67±0.11%, 조회분 6.69±0.19%로 확인되었다. 울금의 칼륨(K) 함량은 28,780.54±383.23 mg kg<sup>-1</sup>로 높게 나타났고, 마그네슘(Mg) 2,826.90±33.72 mg kg<sup>-1</sup>, 칼슘(Ca) 2,294.77±29.23 mg kg<sup>-1</sup>, 나트륨(Na) 1,826.58±23.32 mg kg<sup>-1</sup>, 망간(Mn) 620.16±4.92 mg kg<sup>-1</sup>의 순으로 확인되었다. 철(Fe)은 190.94±3.60 mg kg<sup>-1</sup>로 낮은 함량을 보였다. 비타민 함량은 pantothenic acid가 1.040±0.028 mg/100 g으로 높은 함량을 나타내었으며, riboflavin 0.166±0.005 mg/100 g, thiamin 0.148±0.003 mg/100 g, pyridoxine 0.010±0.001 mg/100 g, calciferol 0.008±0.002 mg/100 g 순으로 확인되었다. 울금의 구성 아미노산 함량은 7.66±0.19 g%로 확인되었으며, 주요 아미노산은 aspartic acid 1.45±0.03 g%로 많은 함량을 보였고, glutamic acid 1.07±0.03 g%, leucine 0.71±0.01 g%, phenylalanine 0.47±0.01 g%, arginine 0.46±0.02 g% 등의 순으로 구성되어 있는 것으로 나타났다. Aspartic acid 및 glutamic acid는 18.93%, 13.97%로 구성 아미노산의 대부분을 차지하는 것으로 확인되었다. 울금의 구성 총 아미노산 조성에 대한 필수 아미노산의 함유량은 36.29±0.31%로 동정되었다. 유리 아미노산 총 함량은 225.81±3.85 mg%로 확인되었고, asparagine이 33.87±0.25 mg%로 15.00%를 차지하는 것으로 나타났다. Aspartic acid (33.80±0.26 mg%), glutamic acid (31.93±0.23 mg%), serine (26.27±0.55 mg%), alanine (25.97±0.15 mg%) 순으로 관찰되었다. Arginine (22.07±0.15 mg%), histidine (11.53±0.15 mg%) 또한 유리 아미노산 구성의 9.77, 5.11%로 동정되었다. 울금의 지방산 조성 중 포화지방산은 45.09±0.42%, 단일포화지방산 8.62±0.13% 및 다불포화지방산은 46.30±0.45%로 확인되었다. 이에, 울금의 생리활성물질을 이용한 바이오헬스 기능성식품 소재로서 활용 가능성이 있을 것으로 판단된다.

## REFERENCES

- Altun, S. K., Dinc, H., Paksoy, N., Temamogullari, F. K., Savrunlu, M., 2017, Analyses of mineral content and heavy metal of honey samples from south and east region of Turkey by using ICP-MS, *Int. J. Anal. Chem.*, 17(3), 81-87.
- AOAC, 1990, Official methods of analysis (16th ed). Washington, DC: Association of official analytical chemists.
- Araujo, C. A. C., Leon, L. L., 2001, Biological activities of *Curcuma longa* L., *Mem. Inst. Oswaldo Cruz*, 96(5), 723-728.
- Bagchi, K., Puri, S., 1998, Free radicals and antioxidants in health and disease: a review, *East. Mediterr. Health J.*, 4(2), 350-360.
- Barros, L., Ferreira, M. J., Queiros, B., Ferreira, I. C., Baptista, P., 2007, Total phenols, ascorbic acid,  $\beta$ -carotene and lycopene in Portuguese wild edible mushrooms and their antioxidant activities, *Food Chem.*, 103(2), 413-419.
- Bligh, E. G., Dyer, W. J., 1959, A Rapid method of total lipid extraction and purification. *Canad. J. Biochem. physiol.*, 37(8), 911-917.
- Choi, S. W., Yang, J. S., Lee, H. S., Kim, D. S., Bai, D. H., Yu, J. H., 2003, Characterization of squalene synthase inhibitor isolated from *Curcuma longa*. *Korean J. Food Sci. Technol.*, 35(2), 297-301.
- Choudhary, A. K., Sunojkumar, P., Mishra, G., 2017, Fatty acid profiling and multivariate analysis in the genus *Leucas* reveals its nutritional, pharmaceutical and chemotaxonomic significance, *Phytochemistry*, 143, 72-80.
- Egert, S., Baxheinrich, A., Lee-Barkey, Y. H., Tschoepe, D., Stehle, P., Stratmann, B., Wahrburg, U., 2018, Effects of a hypoenergetic diet rich in  $\alpha$ -linolenic acid on fatty acid composition of serum phospholipids in overweight and obese patients with metabolic syndrome, *Nutr.*, 49, 74-80.
- Eke-Okoro, U. J., Raffa, R. B., Pergolizzi Jr, J. V., Breve, F., Taylor Jr, R., NEMA Research Group, 2018, Curcumin in turmeric: Basic and clinical evidence for a potential role in analgesia, *J. Clin. Pharm. Ther.*, 43, 460-466.
- Guorong, D., Yanjun, M., Li, M., Jun, Z., Yue, H., 2016, Exploring the use of NIR reflectance spectroscopy in prediction of free L-asparagine in solanaceae plants, *Int. J. Biol. Macromol.*, 91, 426-430.
- Gupta, R. K., Patel, A. K., Shah, N., Chaudhary, A. K., Jha, U. K., Yadav, U. C., Gupta, P. K., Pakuwal, U., 2014, Oxidative stress and antioxidants in disease and cancer, *Asian Pac. Cancer Prev*, 15(11), 4405-4409.
- Hamden, K., Keskes, H., Belhaj, S., Mnafigui, K., Allouche, N., 2011, Inhibitory potential of omega-3 fatty and fenugreek essential oil on key enzymes of carbohydrate-digestion and hypertension in diabetes rats, *Lipids Health Dis.*, 10(1), 226-235.
- Han, S. Y., Choi, S. C., 2000, Dyeing properties of protein and synthetic fibers with the turmeric extracts, *J. Korean Soc. Dyers Finishers*, 12(6), 60-67.
- Hossain, M. A., Ishimine, Y., 2005, Growth, yield and quality of turmeric (*Curcuma longa* L.) cultivated on dark-red soil, gray soil and red soil in Okinawa, Japan, *Plant Prod. Sci.*, 8(4), 482-486.
- Jung, S., Kim, M. K., Choi, B. Y., 2017, The long-term relationship between dietary pantothenic acid (vitamin B<sub>5</sub>) intake and C-reactive protein concentration in adults aged 40 years and older, *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.*, 27(9), 806-816.
- Kamal-Eldin, A., Frank, J., Razdan, A., Tengblad, S., Basu, S., Vessby, B., 2000, Effects of dietary phenolic compounds on tocopherol, cholesterol, and fatty acids in rats, *Lipids*, 35(4), 427-435.
- Kang, S. K., 2007, Changes in proximate composition, free amino acid, free sugar and vitamin of *Curcuma longa* L. and *Curcuma atomatica* Salib according to picking time, *Korean J. Food Preserv.*, 14(6), 624-632.
- Kim, D. S., Kim, H. S., Hong, S. J., Cho, J. J., Lee, J., Shin, E. C., 2018, Comparison of the retention rates of thiamin, riboflavin, and niacin between normal and high-oleic peanuts after roasting, *Appl. Biol. Chem.*, 61(4), 449-458.
- Kim, H. S., 2007, Studies on the amino acid and fatty acid compositions in the seed and pulpy substance of feral peach (*Prunus persica* Batsch var.  *davidiana* Max.), *J. Life Sci.*, 17(1), 125-131.
- Kim, H. S., Kim, M. A., Duan, Y., Jang, S. H., Kang, D. S., Lee, W. K., Ryu, J. Y., 2014, Fatty Acid Compositions, Mineral and Vitamin Contents of the Antarctic Krill (*Euphausia superba*), *J. Environ. Sci. Int.*, 23(1),

- 47-52.
- Kim, Y. J., You, Y. H., Jun, W. J., 2012, Hepatoprotective activity of fermented *Curcuma longa* L. on galactosamine-intoxicated rats, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 41(6), 790-795.
- Ko, K. S., 2012, Hepatoprotective functions of sulfur containing amino acids: Possibilities of hepatocellular carcinoma prevention, *Korean J. Food Sci. Technol.*, 44(6), 653-657.
- Nematy, M., Mehdizadeh, A., Razmpour, F., 2015, A review on nutrition and skin aging, *Iranian J. Dermatol.*, 18(1), 20-24.
- Pandhair, V., Sekhon, B. S., 2006, Reactive oxygen species and antioxidants in plants: an overview, *J. Plant Biochem. Biotechnol.*, 15(2), 71-78.
- Park, S. J., Seong, D. H., Park, D. S., Kim, S. S., Gou, J. Y., Ahn, J. H., Lee, H. Y., 2009, Chemical compositions of fermented *Codonopsis lanceolata*, *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.*, 38(3), 396-400.
- Seo, J. S., 2013, Quality characteristics of a dumpling shell with *Curcuma longa* L. powder added, *Korean J. Food Preserv.*, 20(5), 621-627.
- Shahzad, S., Ashraf, M. A., Sajid, M., Shahzad, A., Rafique, A., Mahmood, M. S., 2018, Evaluation of synergistic antimicrobial effect of vitamins (A, B<sub>1</sub>, B<sub>2</sub>, B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, C, D, E and K) with antibiotics against resistant bacterial strains, *J. Glob. Antimicrob. Resist.*, 13, 231-236.
- Sugasini, D., Lokesh, B. R., 2017, Curcumin and linseed oil co-delivered in phospholipid nanoemulsions enhances the levels of docosahexaenoic acid in serum and tissue lipids of rats, *Prostaglandins Leukot. Essent. Fatty Acids (PLEFA)*, 119, 45-52.
- Sukandar, E. Y., Permana, H., Adnyana, I. K., Sigit, J. I., Ilyas, R. A., Hasimun, P., Mardiyah, D., 2010, Clinical study of turmeric (*Curcuma longa* L.) and garlic (*Allium sativum* L.) extracts as antihyperglycemic and antihyperlipidemic agent in type-2 diabetes-dyslipidemia patients, *Intern. J. Pharmacol.*, 6(4), 456-463.
- Sultan, M. T., Butt, M. S., Akhtar, S., Ahmad, A. N., Rauf, M., Saddique, M. S., Naz, A., 2014, Antioxidant and antimicrobial potential of dried cumin (*Cuminum cyminum* L.), caraway (*Carum carvi* L.) and turmeric powder (*Curcuma longa* L.), *J. Food Agric. Environ.*, 12(3-4), 71-76.
- Vidhya, S., Ramya, R., Coral, K., Sulochana, K. N., Bharathidevi, S. R., 2018, Free amino acids hydroxyproline, lysine, and glycine promote differentiation of retinal pericytes to adipocytes: A protective role against proliferative diabetic retinopathy, *Exp. Eye Res.*, 173, 179-187.
- Wan, S. B., Yang, H., Zhou, Z., Cui, Q. C., Chen, D., Kanwar, J., Chan, T. H., 2010, Evaluation of curcumin acetates and amino acid conjugates as proteasome inhibitors, *Int. J. Mol. Med.*, 26(4), 447-455.
- Wu, G., Cross, H. R., Gehring, K. B., Savell, J. W., Arnold, A. N., McNeill, S. H., 2016, Composition of free and peptide-bound amino acids in beef chuck, loin, and round cuts, *J. Anim. Sci.*, 94(6), 2603-2613.
- Xu, J., Wang, Liang, W. H., Zhang, Q., Li, Q., 2015, Optimization of ionic liquid based ultrasonic assisted extraction of antioxidant compounds from *Curcuma longa* L. using response surface methodology, *Ind. Crop. Prod.*, 76, 487-493.
- Yun, S. I., Choi, W. J., Choi, Y. D., Lee, S. H., Yoo, S. H., Lee, E. J., Ro, H. M., 2003, Distribution of heavy metals in soils of Shihwa tidal freshwater marshes, *Korean J. Ecology*, 26(2), 65-70.
- Zou, T., Cao, S. P., Xu, W. J., Han, D., Liu, H. K., Yang, Y. X., Xie, S. Q., 2018, Effects of dietary leucine levels on growth, tissue protein content and relative expression of genes related to protein synthesis in juvenile gibel carp (*Carassius auratus gibelio* var. CAS III), *Aquaculture Res.*, 49(6), 2240-2248.

---

• 오다영, 부산대학교 식품공학과 대학원생  
zoo2965@nate.com  
• 김한수, 부산대학교 식품공학과 교수  
kimhs777@pusan.ac.kr