

## 밀양산 꾸지뽕 나무(*Cudrania tricuspidata* Bureau)의 부위별 이화학적 특성 및 항산화 활성

최덕주·이윤정<sup>1</sup>·김윤경<sup>1</sup>·김문호·최소혜·김성수·윤예리<sup>†</sup>  
인천재능대학교 한식명품조리과, <sup>1</sup>인천재능대학교 호텔외식조리과

### Physicochemical Properties and Antioxidant Activities of Different Parts of *Kkujippong* (*Cudrania tricuspidata* Bureau) from Miryang

Duck-Joo Choi · Yun-Jung Lee<sup>1</sup> · Youn-Kyeong Kim<sup>1</sup> · Mun-Ho Kim · So-Rye Choi · Soung-Soo Kim · Aye-Ree Youn<sup>†</sup>

Department of Korean Master Work and Culinary Arts, Incheon-JEI College, Incheon 22573, Korea

<sup>1</sup>Department of Hotel Food Service and Culinary Arts, Incheon-JEI College, Incheon 22573, Korea

#### Abstract

Various parts of *Kkujippong* (*Cudrania tricuspidata* Bureau) tree (leaves, stems, roots, and fruit) were evaluated to determine their properties. The general components of *Kkujippong* tree were fat 1.3-5.9 g/100 g, protein 6.3-18.7 g/100 g, and ash 2.8-9.0 g/100 g. The fiber content of the stem was the highest amount at 69.2 g/100 g, followed by protein in the roots (49.9), leaves (45.5), and fruit (15.6). In addition, *Kkujippong* tree was found to contain high concentrations of several minerals (Ca, Fe, Mg, Na, P, Zn) in the leaves. The total polyphenol content was significantly higher in the leaves than in other areas at 571.3 mg% ( $p < 0.05$ ). Electron donating ability was also highest in the leaves at 83.55% ( $p < 0.05$ ).

**Key words:** *Kkujippong* (*Cudrania tricuspidata* Bureau), physicochemical property, polyphenol, electron donating ability

## I. 서론

꾸지뽕 나무(*Cudrania tricuspidata* Bureau)는 뽕나무과에 속하며, 굿가시나무라고도 한다. 국내 자생하는 식물로 충청도, 전라도, 경상도 지역에 분포하며 한국 뿐만 아니라 일본, 중국 등 동아시아 지역에 분포하고 있다. 동의보감에는 자양, 강장 효능과 음위, 신체허약증, 불면증 등에 좋고, 줄기와 뿌리는 여성 질환에 좋다는 기록이 있으며(Choi SR 등 2009), 식용, 약용, 토목 공사재, 누에의 사료, 조경용 등으로 활용되고 있다(Choi SR 등 2012). 우리나라 민간에서도 꾸지뽕 나무를 물로 달여 섭취하면 간암 치료에 효과적이라고 알려져 있다(Kim HJ 등 2000). 꾸지뽕 나무에는 가시가 있으며, 잎은 긴 타원형의 모양을 하고 길이 6~10 cm, 너비 3~6 cm이고, 표면에 잔털이 있고 뒷면에는 점모가 있다. 열매는 둥근 모양으로 익은 과실은 완숙 시 붉은 색을 띠며 열매를 따면 하얗고 진한

액체가 나오는데 이로 인해 병충해를 받지 않는 것으로 알려져 있다. 또한 신장기능과 장 대사를 원활하게 해주어 변비를 개선시켜 준다고 한다(Jung GT 등 2012).

꾸지뽕 나무에 관한 연구는 꾸준히 발표되고 있으며, 세포독성(Choi SR 등 2012), 꾸지뽕잎차 항산화특성(Park BH 등 2008), 생리활성(Lee HJ 등 2011), 발효추출물의 항산화성과 저해활성(Kang DH 등 2011), 항균성(Choi SR 등 2009), 휘발성 향기성분의 항산화 활성(Ko JH & Nam SH 2012) 등의 연구가 발표되었다.

최근 사회는 서구화된 식생활로 인해 육류와 인스턴트 음식의 섭취가 증가하고 스트레스로 인해 각종 질병이 발생함에 따라 건강한 삶에 대한 관심이 높아지고 있다. 질병의 원인은 superoxide anion radical( $O_2^-$ ), hydroxyl radical( $\cdot OH$ ), hydrogen peroxide( $H_2O_2$ ) 등과 같은 활성산소종과의 관련성이 대두되고 있으며 과잉 생성되는 활성산소를 감소시킬 수 있는 천연 항산화제를 가지고 있는 자연식품에 대한 선호도와 관심이 많아지고 있다(Youn KS & Kim KW 2012).

따라서 본 연구에서는 여러 가지 효능을 가진 꾸지뽕 나무의 잎, 줄기, 뿌리, 열매 부위에 따른 건조시료의 이화학적 특성과 항산화 성분 등의 생리활성을 분석하여

<sup>†</sup>Corresponding author: Aye-Ree Youn, Department of Korean Master Work and Culinary Arts, Incheon-Jaeneung College, 178, Jaeneung-ro, Dong-gu, Incheon 22573, Korea  
Tel: +82-32-890-7463  
Fax: +82-32-890-7469  
E-mail: miniyoun@jeiu.ac.kr

꾸지뽕 나무의 활용을 증대시키고 일반적인 성분 에 대한 기초자료로 제시하고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에 사용된 꾸지뽕 나무는 영농법인 밀양꾸지뽕 영농조합법인(경남 밀양)에서 구입하였고, 나무의 부위별로 잎, 줄기, 뿌리, 열매 모두 건조된 것으로 구입하여 사용하였다. 분석에 사용한 ethanol, hydrogen chloride, folin-ciocalteu reagent, sodium carbonate, tannic acid, 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 등은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)에서 구입하였다.

### 2. 꾸지뽕 나무 추출방법

꾸지뽕 나무의 잎, 줄기, 뿌리, 열매의 추출은 시료 10 g에 70% ethanol 100 mL을 가해 80°C에서 환류냉각추출하였다. 3시간씩 3회 반복하여 추출 후 감압여과 한 후 40°C에서 감압농축 하여 동일 용매로 정용하였다.

### 3. 일반성분분석

꾸지뽕 나무의 부위별 일반성분은 조지방, 조단백질, 조회분을 분석하였다. 지방은 에테르 추출법으로, 단백질은 세미마이크로 킬달법으로, 회분은 550°C 회화로를 이용하여 분석하였다(Ministry of Food and Drug Safety 2001).

### 4. 식이섬유

식이섬유 분석(AOAC 1995)은 enzymatic gravimetric method에 따라 시료를 효소별로 반응시켜 식이섬유 외의 성분을 분해, 여과 하여 불용성 식이섬유와 수용성 식이섬유로 분리하여 105°C에서 건조하여 총 식이섬유 함량을 구하였다.

### 5. 무기질

건조된 꾸지뽕 나무 부위별로 무기질(Ca, Fe, Mg, Na, P, Zn)을 분석하였다. 미리 항량한 도가니에 시료를 넣고 예비 탄화시킨 다음 560°C 회화로(CT-DMF Series, Coretech, Gyeonggi, Korea)에서 백색에서 회백색으로 변할 때까지 회화시켰다. 회화시킨 회분을 소량의 이온교환수로 적신 후 염산 용액(염산 : 이온교환수 = 1 : 1) 5 mL를 가한 후 증발 건조 시키고 5분간 가열, 용해 후 여과하여 100 mL로 정용하였다. 5 mL를 취한 후 공존 이온 제거를 위해 5% sodium carbonate 용액 5 mL를 가하고 0.1 N HCl로 정용하여 ICP (Inductively Coupled Plasma, Jobin Yvon Co., Longjumeau Cedex, Longjumeau,

France)로 분석하였다.

### 6. 총 폴리페놀 함량

꾸지뽕 나무의 부위별 총 폴리페놀 함량은 추출시료 0.5 mL에 1 N folin-ciocalteu reagent 0.5 mL을 가한 후 혼합하여 3분간 정치시킨다. 그런 다음 2% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 10 mL을 넣고 이 혼합액을 1시간 동안 반응시킨다. 반응물의 흡광도는 750 nm에서 spectrophotometer(V-530, Jasco Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였고, 표준물질은 tannic acid(Sigma-Aldrich Co., St. Louis, MO, USA)을 이용하여 양을 환산하였다(Lee HJ 등 2011).

### 7. 전자공여작용

꾸지뽕 나무의 부위별 에탄올 추출물의 전자공여작용(electron donating abilities, EDA)은 Blois(Blois MS 1958)의 방법으로 나타나는 추출물의 환원력을 측정하였다. 추출물 0.2 mL에 4×10<sup>-4</sup> M DPPH 용액 0.8 mL을 가한 다음 혼합한 후 10분간 방치한 후 525 nm에서 spectrophotometer (Jasco Co.)를 사용하여 측정하였다.

### 8. 통계분석

통계분석은 SAS 통계프로그램(ver 6.0, SAS Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 ANOVA 분석과 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료간의 유의성(p<0.05)을 분석하였다.

## III. 결과 및 고찰

### 1. 일반성분

꾸지뽕 나무의 부위별 건조시료의 일반성분 분석 결과는 Table 1에 나타내었다. 건조 꾸지뽕 나무 부위별 시료의 지방 함량은 잎 3.8, 줄기 1.3, 뿌리 2.2, 열매는 5.9 g/100 g으로 다른 부위보다 열매의 지방 함량이 유의적으로 가장 높은 것으로 나타났다. 단백질은 잎 부위가 18.7 g/100 g으로 다른 부위(6.3~8.5)보다 높은 단백질 함량을

**Table 1.** The general component of each part dried *Kkujjippong* (*Cudrania tricuspidata* Bureau) from Miryang (g/100 g)

Items	Leaf	Stem	Root	Fruit
Crude fat	3.8±0.10 <sup>b</sup>	1.3±0.20 <sup>d</sup>	2.2±0.15 <sup>c</sup>	5.9±0.26 <sup>a</sup>
Crude protein	18.7±0.38 <sup>a</sup>	6.3±0.29 <sup>d</sup>	8.5±0.10 <sup>b</sup>	8.0±0.10 <sup>c</sup>
Crude ash	9.0±0.15 <sup>a</sup>	2.8±0.25 <sup>c</sup>	2.9±0.21 <sup>c</sup>	3.4±0.15 <sup>b</sup>

All values are presented as the mean±SD of triplicate determination. Means with different lowercase letters indicate significant differences of each part dried *Kkujjippong* by Duncan's multiple range test (p<0.05).

보였고, 회분 역시 잎 부위가 9.0 g/100 g으로 줄기(2.8 g/100 g), 뿌리(2.9 g/100 g), 열매(3.4 g/100 g)와 유의적 차이를 보였다. Kim YM(2012)도 뽕나무의 부위별 일반성분 분석결과 회분의 잎 부위 함량이 가장 높았고, 나머지 부위는 비슷한 함량을 보였다고 하였고, 조단백질 역시 잎 부위의 함량이 높았고, 뿌리, 열매, 가지 순으로 나타났다고 하였는데 이 결과는 본 연구결과와 일치 하였다.

## 2. 식이섬유 함량

식이섬유는 식품의 세포벽을 이루는 성분으로 소화효소로 쉽게 분해되지 않는 물질로 대장운동을 활성화 시켜주고 콜레스테롤을 감소시켜 주어 혈당 조절, 비만, 심장질환, 대장암 예방에 도움을 주는 것으로 알려져 제 6의 영양소로 불리고 있다. 꾸지뽕 나무의 잎, 줄기, 뿌리, 열매 부위별 건조 시료의 총 식이섬유 함량을 측정한 결과 Table 2와 같다. 식이섬유 함량은 줄기 부분이 69.2 g/100 g으로 가장 높은 함량으로 측정되었고, 그 다음으로 뿌리 부분이(49.9 g/100 g), 잎(45.5 g/100 g), 열매(15.6 g/100 g) 순으로 나타나 부위별로 유의적 함량 차이를 보였다( $p<0.05$ ). Kim YM(2012)의 연구에서도 뽕나무의 부위별 식이섬유 함량이 가지부분이 가장 높았으며, 뿌리, 잎, 열매 순으로 본 연구결과와 일치하였다.

## 3. 무기질 함량

밀양산 꾸지뽕 나무 건조시료의 부위별(잎, 줄기, 뿌리, 열매) 무기성분 함량은 Table 3과 같이 부위별로 유의적 차이를 보였다. 우리 몸의 뼈와 치아의 형성에 관여하는 영양소로 알려져 있는 Ca 함량은 잎 부위가 1605.1 mg/100 g으로 다른 부위(233.9~635.3 mg/100 g)에 비해 월등히 높은 함량을 보였다. 또한 Mg는 204.7 mg/100 g, P는 277.7 mg/100 g로 꾸지뽕 잎이 다른 부위보다 유의적으로 높은 함량을 나타내었다( $p<0.05$ ). Lee JS 등(2007)도 꾸지뽕 나무 잎 부위의 무기질 성분이 칼슘의 함량이 가장 많았으며, 인, 마그네슘 순으로 함량이 높았다고 보

고 하였는데 본 연구의 결과와 일치하였다. 또한 뿌리 부위는 Fe는 19.1 mg/100 g, Na는 25.6 mg/100 g, Zn는 2.7 mg/100 로 다른 부위보다 유의적으로 많이 함유되어 있었다( $p<0.05$ ). 전반적으로 꾸지뽕 나무의 잎 부위가 줄기, 뿌리, 열매 보다 무기성분 함유량이 높은 것으로 측정되었다.

Kim JH 등(2007)은 우리나라 과일류와 채소류 무기성분을 보고하였는데 가을 깻잎이 243.1 mg/100 g으로 칼슘 함량이 가장 많았다고 보고하였다. Mg함량은 봄 딸기, 채소류는 봄 깻잎 이었으며 각각 10.78, 59.51 mg/100 g, P는 겨울 수확 브로콜리가 130.5 mg/100 g으로 조사되었는데 본 연구결과에서 꾸지뽕 나무는 모든 부위에서 이보다 높은 함량을 보여 월등한 무기 성분 함유하는 것으로 나타났다.

## 4. 총 폴리페놀 함량

식물에 존재하는 phytochemical 중에서 phenol 화합물은 함량이 높을수록 항암 및 항산화 등의 생리적 효과도 높일 수 있는 것으로 알려져 있다(Kang DH 등 2011). 또한 폴리페놀이 가지고 있는 다수의 히드록실기(-OH)는 여러 화합물과 쉽게 결합하는 특성이 있고, 이러한 특성이 뛰어난 항산화, 항암 효과로 나타나며(Cha JY 등 1999), 이로 인해 암 등의 각종 성인병을 예방하고 노화 지연에 도움이 된다. 꾸지뽕 나무의 부위별 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Table 4와 같이 부위별로 유의적 차이를 나타내었다. 잎의 경우 571.3 mg%로 다른 부위 보다 유의적으로 큰 함량을 보였으며( $p<0.05$ ), 그 다음으로는 뿌리 부분으로 311.7 mg%로 측정되었다. 열매와 줄기는 각각 183.4, 162.1 mg%로 꾸지뽕 나무의 잎 함량이 가장 높고, 뿌리, 열매, 줄기 순으로 폴리페놀 함량을 보였다. Choi SR 등(2009)은 꾸지뽕 나무 메탄올 추출에 따른 폴리페놀 함량의 경우도 잎의 폴리페놀 함량이 가장 높았

**Table 2.** The total fiber contents of each part dried *Kkujippong* (*Cudtania tricuspidata* Bureau) from Miryang (g/100 g)

Materials	Total fiber contents
Leaf	45.5±0.25 <sup>c</sup>
Stem	69.2±0.26 <sup>a</sup>
Root	49.9±0.35 <sup>b</sup>
Fruit	15.6±0.50 <sup>d</sup>

All values are presented as the mean±SD of triplicate determination. Means with different lowercase letters indicate significant differences of each part dried *Kkujippong* by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

**Table 3.** The minerals of each part dried *Kkujippong* (*Cudtania tricuspidata* Bureau) from Miryang (mg/100 g)

Items	Leaf	Stem	Root	Fruit
Ca	1,605.1±1.97 <sup>a</sup>	635.3±0.92 <sup>b</sup>	405.2±0.95 <sup>c</sup>	233.9±0.38 <sup>d</sup>
Fe	6.8±0.26 <sup>b</sup>	2.6±0.42 <sup>c</sup>	19.1±0.55 <sup>a</sup>	1.8±0.10 <sup>d</sup>
Mg	204.7±0.53 <sup>a</sup>	49.4±0.25 <sup>d</sup>	83.7±0.40 <sup>c</sup>	89.2±0.32 <sup>b</sup>
Na	19.5±0.52 <sup>b</sup>	17.5±0.40 <sup>c</sup>	25.6±0.50 <sup>a</sup>	18.1±0.35 <sup>c</sup>
P	277.7±1.01 <sup>a</sup>	137.0±0.61 <sup>d</sup>	186.4±0.51 <sup>c</sup>	193.4±0.44 <sup>b</sup>
Zn	2.0±0.10 <sup>b</sup>	1.2±0.15 <sup>c</sup>	2.7±0.15 <sup>a</sup>	0.9±0.21 <sup>d</sup>

All values are presented as the mean±SD of triplicate determination. Means with different lowercase letters indicate significant differences of each part dried *Kkujippong* by Duncan's multiple range test ( $p<0.05$ ).

**Table 4.** The polyphenolic compound contents of Each part dried *Kkujippong* (*Cudtania tricuspidata* Bureau) from Miryang (tannic acid mg%)

Materials	Total polyphenolic compound contents
Leaf	571.3±13.95 <sup>a</sup>
Stem	162.1±2.66 <sup>d</sup>
Root	311.7±0.62 <sup>b</sup>
Fruit	183.4±0.81 <sup>c</sup>

All values are presented as the mean±SD of triplicate determination. Means with different lowercase letters indicate significant differences of each part dried *Kkujippong* by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

던 것으로 보고하였고, Lee JS 등(2007)도 잎 부위의 폴리페놀 함량이 다른 부위보다 많이 함유하고 있다고 보고하여 본 연구결과와 유사한 결과를 보였다.

### 5. 전자공여능

항산화의 기능은 암과 같은 성인질환과 심혈관질환에 발생을 억제시켜준다는 연구가 보고되고 있으며, 그 관심 또한 높아지고 있다(Suh JH 등 2013). DPPH는 진한 자주색을 띠고 비교적 안정한 free radical로서 항산화제 등에 의해 환원되어 탈색되는데 다양한 천연물 소재의 항산화 물질을 검색하는데 이용되고 있다(Yoon I 등 2002).

건조 꾸지뽕 나무 잎, 줄기, 뿌리, 열매의 70% ethanol 추출물의 전자공여능력을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 50 mg/mL 농도에서 잎의 경우 84.55%로 다른 부위보다 유의적으로 가장 높은 활성을 보였으며( $p < 0.05$ ), 그 다음으로는 뿌리 부위로 67.76%, 열매 58.27%, 줄기 56.44% 순으로 활성을 나타내었다. Choi SR 등(2009)의 경우 메탄올 추출물의 경우에서도 잎이 다른 부위보다 항산화성이 높은 경향을 보인 것으로 보고하여 본 연구와 일치하였으며, Lee JS 등(2007)도 잎이 가장 높은 항산화 활성을 보였고 그 다음으로 근피, 뿌리, 그 다음으로 가시, 줄

**Table 5.** The electron donation activity of each part dried *Kkujippong* (*Cudtania tricuspidata* Bureau) from Miryang (% , 50 mg/mL)

Materials	Electron donation activity
Leaf	83.55±0.40 <sup>a</sup>
Stem	56.44±0.15 <sup>d</sup>
Root	67.76±0.38 <sup>b</sup>
Fruit	58.27±0.29 <sup>c</sup>

All values are presented as the mean±SD of triplicate determination. Means with different lowercase letters indicate significant differences of each part dried *Kkujippong* by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

기 순으로 측정되었다고 보고하였다. 따라서 밀양산 건조 꾸지뽕 나무는 모든 부위에서 항산화 활성을 보이는 것을 알 수 있었고 그 중에서 잎 부위가 가장 강한 활성을 보이는 것으로 측정되었다.

## IV. 요약

밀양산 꾸지뽕 나무의 부위별(잎, 줄기, 뿌리, 열매) 건조 시료의 분석을 통해 꾸지뽕 나무의 이화학적 성분과 항산화 물질 등의 기능적인 부분에 관한 기초 자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다. 꾸지뽕 나무의 부위별 일반성분의 경우 지방은 1.3~5.9 g/100 g, 단백질은 6.3~18.7 g/100 g, 회분은 2.8~9.0 g/100 g 이었다. 식이섬유 함량은 줄기가 69.2 g/100 g으로 가장 높은 함량을 나타냈고, 그 다음으로 뿌리 부분이(49.9 g/100 g), 잎(45.5 g/100 g), 열매(15.6 g/100 g) 순으로 나타났으며, 무기성분(Ca, Fe, Mg, Na, P, Zn)은 전반적으로 잎 부위의 함량이 높은 것으로 측정되었다. 총 폴리페놀 함량은 잎이 571.3 mg%로 다른 부위보다 유의적으로 큰 함량을 보였고, 뿌리 311.7 mg%, 열매 183.4 mg%, 줄기 162.1 mg%로 나타났다. 폴리페놀 함량의 경우에도 잎이 가장 높았으며, 뿌리, 열매, 줄기 순으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 전자공여능 또한 잎의 경우 83.55%로 다른 부위보다 유의적으로 가장 높은 활성을 보였으며, 그 다음으로는 뿌리 부위로 67.76%, 열매 58.27%, 줄기 56.44% 순으로 활성을 나타내었다( $p < 0.05$ ). 분석 결과 꾸지뽕 나무의 잎, 열매, 줄기, 뿌리 모두에서 항산화 활성이 55% 이상이었으며, 특히 잎 부위의 무기성분, 폴리페놀과 항산화 물질의 함량이 다른 부위에 비해 높은 것으로 측정되었다. 이러한 꾸지뽕 나무를 부위별로 이용하여 제품화된 차나 건강보조식품 등과 같이 다양한 기능성 식품과 의약품 등으로 활용이 가능 할 것으로 판단된다.

## References

AOAC. 1995. Official method of analysis. 16th ed. Association of Official analytical chemists, Arlington, VA, Virginia, USA. pp 14-20

Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature 26(181):1199-1200

Choi SR, You DH, Kim JY, Park CB, Kim DH, Ryu J. 2009. Antioxidant activity of methanol extracts from *Cudrania tricuspidata* Bureau according to harvesting parts and time. Korean J Med Corp Sci 17(2):115-120

Choi SR, You DH, Jang I, Ahn MS, Song EJ, Seo SY, Choi MK, Kim YS, Kim MK, Choi, DG. 2012. Cytotoxicity of methanol extracts from *Cudrania tricuspidata* Bureau. Korean J Med Corp Sci 20(3):153-158

- Cha JY, Kim HJ, Chung CH, Cho YS. 1999. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. J Korean Soc Food Sci Nutr 28(6):1310-1315
- Jung GT, Ju IO, Choi SR, You DH, Noh JJ. 2012. Food nutritional characteristics of fruit of *Cudrania tricuspidata* in its various maturation stages. Korean J Food Preserv 20(3):330-335
- Kang DH, Kim JW, Youn KS. 2011. Antioxidant activities of extracts from fermented mulberry (*Cudrania tricuspidata*) fruit, and inhibitory actions on elastase and tyrosinase. Korean J Food Preserv 18(2):236-243
- Kim YM. 2012. Chemical components and physiological activities of different part from mulberry (*Morus alba*). Food Indust Nutr 17(1):28-35
- Kim HJ, Cha JY, Choi MR, Cho YS. 2000. Antioxidative activities by water-soluble extracts of *Morus alba* and *Cudrania tricuspidata*. J Korean Soc Agric Chem Biotechnol 43(2):148-152
- Kim JH, Kim MJ, Oh HK, Chang MJ, Kim SH. 2007. Seasonal variation of mineral nutrients in Korean common fruits and vegetables. J East Asian Soc Dietary Life 17(6):860-875
- Ko JH, Nam SH. 2012. Antioxidant activities of volatile aroma componets from *Cudrania tricuspidata* (Carr.) bureau extracts. J Korean Soc Food Sci Nutr 41(11):1493-1501
- Lee HJ, DO JY, Kwon JH, Kim HK. 2011. Physiological activities of extracts from different parts of *Cudrania tricuspidata*. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(7):942-948
- Lee JS, Han GC, Han GP, Nobuyuki K. 2007. The antioxidant activity ana total polyphenol content of *Cudrania tricuspidata*. J East Asian Soc Dietary Life 17(5):696-702
- Ministry of Food and Drug Safety. 2001. Food Code. Korea Food and Drug Administration. Seoul Korea. pp 539-564
- Park BH, Back KY, Lee SI, Kim SD. 2008. Quality and anti-oxidative characteristics of *Cudrania tricuspidata* leaves tea. Korean J Food Preserv 15(3):461-468
- Suh JH, Paek OJ, Kang YW, Ahn JE, Yun JK, Oh KS, An YS, Park SH, Lee SJ. 2013. Study on the antioxidant activity in the various vegetables. J Fd Hyg Safety 28(4):337-341
- Youn KS, Kim KW. 2012. Antioxidant and angiotensin converting enayme I inhibitory activities of extracts form mulberry (*Cudrania tricuspidata*) form subjected to different drying methods. J Korean Soc Food Sci Nutr 41(10):1388-1394
- Yoon I, Cho JY, Kuk JH, Wee JH, Jang MY, Ahn TH, Park KH. 2002. Indentification and activity of antioxidative compounds from *Rubus coreanum* fruit. Korean J Food Sci Technol 34(5):898-904

Received on Mar.11, 2015/ Revised on Aug.3, 2015/ Accepted on Aug.28, 2015