

붉은 열매 구기자와 검은 열매 구기자의 이화학적 특성 비교 연구

양민이·강명화[†]

호서대학교 식품영양학과/기초과학연구소

Comparative Analysis of Physico-chemical Characteristics in Two Goji of *Lycium barbarum* L. and *L. ruthenicum* Murr.

Min-Yi Yang · Myung-Hwa Kang[†]

Department of Food & Nutrition/Basic Science Institute, Hoseo University, Chungnam 31499, Korea

Abstract

Purpose: *Lycium ruthenicum* Murr. is a nutritional food that has been used widely for treatment of heart disease, abnormal menstruation, and menopause. **Methods:** In this study, the crude protein, crude lipid and crude ash contents of two different Lycii fruits with different colors were investigated, and their color values, total sugar, pH, total anthocyanins and total carotenoids were analyzed. **Results:** Regarding crude ash, crude fat and crude protein contents, the *L. barbarum* showed higher in crude fat and crude protein contents than black fruits, whereas *L. ruthenicum* showed higher contents than black fruits. Regarding mineral composition, mineral contents were in the other of K, Mg, Mn, Na, Zn, and Fe. The K content was high in all of the samples, and the contents of Cr and Cu were not measured. The pH values of *L. ruthenicum* and *L. barbarum* were 5.00 ± 0.01 and 5.08 ± 0.02 , respectively. The total sugar content of *L. ruthenicum* was 45.45% while that of *L. barbarum* was 45.43%. Ascorbic acid content of *L. barbarum* was $50.86 \pm 3.63\%$ while that of *L. ruthenicum* was $6.3 \pm 1.40\%$. The total anthocyanin content of *L. ruthenicum* was 462.22 ± 0.41 mg/100g, although no anthocyanin was detected in *L. barbarum*. The total carotenoids content was 812.25 ± 6.01 mg/100 g in *L. barbarum*, although that of *L. ruthenicum* was not measured. **Conclusion:** The results from this study indicate that there is a large difference in the composition of functional ingredients of *L. ruthenicum* and *L. barbarum*. There is a strong possibility of *L. ruthenicum* to be developed into color food sources.

Key words: anthocyanin, antioxidant, black, *Lycium barbarum* L., *L. ruthenicum* Murr.

I. 서론

붉은 열매 구기자(*Lycium barbarum* L.)와 검은 열매 구기자(*L. ruthenicum* Murr.)는 구기자를 대표하는 종으로 Solanaceae계의 관목식물이며 중국을 비롯한 아시아 국가에서 전통약용식물로 이용되어왔다. 특히 붉은 열매 구기자(*L. barbarum*)는 영양적으로 그리고 전통의학적인 측면에서 높은 경제작물로 재배되고 있으며(Chang RCC & So KF 2008) 항산화, 항염증 및 신경질환에 효과가 있다고 알려져 있고 그 효능은 열매에 함유하는 다당체, 플라보노이드 및 카로티노이드 때문이라고 한다(Altintas A 등 2006, Wang CC 등 2010, Yao X 등 2011, Zheng J 등 2011, Peng Q 등 2012, Zeng S 등 2014). 한편 검은 열매

구기자(*L. ruthenicum*)는 심장질환, 월경불순 및 폐경기에 효과가 있는데 이는 검은 열매 중 안토시아닌, 에센스 오일 및 다당체에 의한 효과라고 보고된 바 있다(Inbaraj BS 등 2008, Wang CC 등 2010). 그러나 이 두 색깔이 다른 구기자에 대한 성분 및 함량을 비교한 연구는 미미한 실정이다(Liu Y 등 2014).

고령화 사회가 지속되면서 사람들의 건강에 대한 관심이 증가하였고 건강에 좋을 것이라는 식품소재를 찾는 데 많은 연구가 집중되고 있다. 특히 농산물이 갖는 옐로우, 화이트 및 블랙 등의 색깔을 지닌 다양한 컬러푸드에 대한 관심이 증가하면서 검은깨, 가지, 검은콩 및 블루베리 등의 소비량도 증가하였고 특히 검은 색깔 푸드에 관한 연구도 다양하게 진행되고 있다(Astadi IR 등 2009, Chan

[†]Corresponding author: Myung-Hwa Kang, Department of Food Science & Nutrition/Basic Science Institute, Hoseo University, 20, Hoseo-ro 79beon-gil, Baebang-eup, Asan-si, Chungnam 31499, Korea
ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-4309-3684>
Tel: +82-41-540-5973, Fax: +82-41-548-0670, E-mail: mhkang@hoseo.edu



EWC 등 2011, Giacalone M 등 2011).

검은 열매 구기자(*L. ruthenicum* Murr.)의 주 재배지는 중국의 티베트 고원의 염화 사막이고 가뭄에 대한 저항성과 내염성이 높은 특수한 생리 특성으로 토양의 사막화를 방지하여 원거리의 생태계와 농업에 매우 중요한 이상적인 식물로도 알려져 있다(Zheng GQ 등 2010). 티베트의 의학 고전 『Jing Zhu Ben Cao』에 의하면 잘 익은 검은 열매 구기자는 심장병과 비정상적인 월경 및 폐경을 치료하는데 사용된다고 한다. 이처럼 유익한 효과가 있었음에도 불구하고 우리나라에서는 검은 열매 구기자의 재배는 청양 구기자 시험장에서 재배를 시도하고 있을 뿐 성분 및 효능에 대한 연구는 전무한 실정이다.

최근 우리나라에 유입되기 시작한 검은 열매 구기자의 성분 및 효능에 관심이 증가하고 있으나 그 자료는 매우 미흡하다. 따라서 본 연구에서는 중국에서 유래된 검은 열매 구기자와 같은 시기에 재배된 붉은 열매 구기자의 일반 성분 분석과 함께 총 안토시아닌과 총 카로티노이드 함량을 분석하여 이 두 구기자의 일반성분 및 색깔성분의 차이를 조사하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 시료는 2015년에 중국의 검은 열매 구기자(*Lycium barbarum*, Hàixī, Qinghai, China)와 우리나라에서 재배되는 구기자와 똑같은 품종의 붉은 열매 구기자(*Lycium barbarum*, Zhongwei, Ningxia, China)를 구입해서 사용하였다. 구입한 붉은 열매 건조 구기자와 검은 열매 건조 구기자는 동결 건조(DF 8514, IISin Biobase, Dongducheon, Korea)한 후 분쇄하여 냉동보관하면서 각종 실험에 사용하였다.

2. 일반성분 분석

시료를 분쇄한 후 일반성분은 AOAC(1995)의 방법에 준하여 측정하였다. 조단백질은 Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet법, 회분은 직접회화법에 의하여 측정하였다. 이들 분석은 3회 반복 측정하였다.

3. pH 측정

pH는 냉동 보관한 시료 1 g을 증류수 9 mL에 추출하여 3,000 rpm에서 10분 동안 원심분리기(SupRa22K, Hanil Science Ind. Co., Ltd., Seoul, Korea)를 이용하여 원심분리 후 여과지(Whatman No. 20, Adventech, Panorama, CA, USA)로 여과하여 digital pH/Ion meter(DP-215M, DMS Co., Seoul, Korea)로 3회 측정하였다.

4. 색도 측정

색도는 건조한 검은 열매 구기자와 붉은 열매 구기자 시료를 각각 색차계(CM-3500d, Minolta Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 측정하였다. 실험 결과는 Hunter scale에 의한 명도(L: lightness), 적색도(a: redness), 황색도(b: yellowness)로 나타내었다. 실험은 표준색판(Y=94.2, Z=-0.3131, Y=0.3201)을 사용하여 3회 반복하였다.

5. 총당 측정

총당은 phenol sulfuric acid 방법(DuBois M 등 1956)을 사용하였다. 추출한 시료 0.5 mL에 5% phenol(Sigma-Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA) 1 mL와 H₂SO₄ (Sigma-Aldrich Chemical Co.) 5 mL를 가한 시험관을 은 박지로 잘 싸서 20분간 방치 후 480 nm에서 흡광도를 측정(UV-1800, Shimadzu, Kyoto, Japan)하였다. Glucose(Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 표준곡선을 작성하여 표준곡선을 구하여 계산된 식을 이용하여 시료의 농도를 계산하였다.

6. 아스코르브산(ascorbic acid) 측정

색깔이 다른 두 구기자의 아스코르브산 측정은 Table 1과 같은 조건으로 분석하였다. 동결건조 된 시료를 막자사발에 넣고 5% 메틸린산(Sigma-Aldrich Chemical Co.)을 첨가하여 마쇄한 후 glass filter(Sigma-Aldrich Chemical Co.)를 이용하여 흡인 여과하여 추출한 액을 25 mL mass flask에 정용하였다. 이 추출액은 여과지(Whatman No. 20)에 다시 여과시킨 후 12,000 rpm, 4°C에서 10분간 원심분리(Hanil Science Ind. Co., Ltd.)하여 상등액 20 µL를 직접 고속액체크로마토그래피(HPLC)에 주입하여 분석하였다. 표준곡선은 L(+)-ascorbic acid(Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd.)를 표준시약으로 사용하여 표준곡선을 작성한 후 계산하였다.

7. 무기질 조성 분석

0.5 g의 시료에 9 mL HNO₃(Daejung Chem., Co., Ltd.,

Table 1. Operating conditions of HPLC for analysis ascorbic acid of *Lycium ruthenicum* Murr. and *L. barbarum* L.

Item	Condition
Instrument	Young-Rin Associates
Column	ODS-5 Develosil
Mobile phase	acetonitrile : 0.5% phosphoric acid in water = 60 : 40 (v/v)
Detector	UV 245 nm
Flow rate	0.8 mL/min

Siheung, Korea)와 1 mL H₂O₂(Daejung Chem., Co., Ltd.)를 가한 후 microwave digestion system(MPR-300/12s, Milestone Co., Bergamo, Italy)에서 산분해하여 전처리한 시료를 증류수로 50 mL 정용하여 ICP(Agilent Technologies 7700, Thermo Jarrell Ash Co., Corona, CA, USA)로 분석하였다. Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Se, Zn의 표준시약(Anapex Co., Ltd., Daejeon, Korea)으로 표준곡선을 작성한 후 계산하였다.

8. 총 안토시아닌(anthocyanin) 함량 측정

총 안토시아닌 함량은 Francis FJ(1982)의 방법에 준하여 분석하였다. 시료 0.5 g에 ethanol(Oriental Chemical Ind., Seoul, Korea)과 물, 35% HCl(Oriental Chemical Ind.)을 각각 85 : 13 : 2의 비율로 혼합한 용매 100 mL를 넣고 냉장(4°C)조건에서 2시간 동안 용출시킨 후, 10분간 원심분리(Hanil Science Ind. Co., Ltd.)후 여과(Whatman No. 20)하여 100 mL 용량 플라스크로 정용 후 535 nm에서 흡광도를 측정(Shimazu)하여 계산하였다.

9. 총 카로티노이드(carotenoids) 함량 측정

총 카로티노이드 함량은 Wang YC 등(2007)의 방법에 따라 가시부의 스펙트럼의 최대 흡광도에 의하여 분석하였다. 즉, 분말시료 5 g을 아세톤(Daejung Chem., Co., Ltd.)에 넣고 3회 반복 추출한 여액 50 mL를 분액여두로 옮긴 후 증류수와 핵산(Samchun Pure Chemical Co., Ltd., Pyeongtaek, Korea)을 각각 25 mL씩 가하고 진탕하면서 추출하였다. 추출된 아세톤-핵산 층을 회수하여 최종부피가 50 mL로 될 때까지 반복 추출한 후 450 nm에서 흡광도를 측정(Shimazu)한 후 계산하였다.

10. 통계분석

본 연구의 분석은 SPSS Statistics(ver. 18.0, SPSS Institute Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 평균과 표준편차를 계산하였고 붉은 열매 구기자와 검은 열매 구기자의 유의성은 *t*-test을 이용하여 5% 유의수준에서 검정하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분 비교

검은 열매 구기자와 붉은 열매 구기자의 일반성분 분석 결과는 Table 2와 같다. 이미 건조한 시료이므로 수분 함량은 분석하지 않았다. 조지방 함량은 붉은 열매 구기자가 1.93±0.93%였고 검은 열매 구기자는 1.35±0.32%로 붉은 열매 구기자의 지방함량이 유의적으로 높았다. 조회분 함량은 붉은 열매 구기자는 7.12±0.01%, 검은 열매 구

기자는 5.21±0.08%로 붉은 열매 구기자의 조회분 함량이 유의적으로 높았다. Lee HC 등(2008)의 연구결과, 청양에서 재배된 붉은 열매 구기자의 조단백 함량은 3% 정도이며 조지방도 3-4% 그리고 조회분이 5%로 보고하여 같은 품종이라도 재배지에 따라 일반성분 함량에 차이가 있음이 시사되었다.

2. pH 및 총당 함량 비교

검은 열매 구기자와 붉은 열매 구기자의 pH는 Table 3과 같다. 검은 열매 구기자는 5.00±0.01, 붉은 열매 구기자는 5.08±0.02로 측정되었으며 pH는 약산성으로 비슷하게 측정되었다. 두 시료의 통계분석결과 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Shon HK 등(2008)은 건조 구기자 및 붉은 구기자의 pH는 100% 에탄올 추출물이 각각 6.3, 6.0, 50% 에탄올 추출물이 각각 6.0, 5.6, 물 추출물이 각각 5.2, 4.8로 붉은 구기자의 추출물이 건조 구기자의 추출물에 비해 낮은 pH로 보고하여 본 시료의 pH와 비슷한 경향이였다. Lee BY 등(1995)은 구기자를 높은 온도에서 볶고 볶음 시간이 증가할수록 pH가 감소하는데 이는 구기자의 당질이 분해되면서 산을 생성하기 때문이라고 보고하였다. Mok CK(2005)는 붉은 오미자는 건 오미자에 비해 낮은 pH와 산도를 보였는데 이는 볶음 과정에서 오미자 조직이 함유된 성분을 용출하기 용이하도록 변화되었기 때문이라고 하였다. 따라서 구기자의 pH가 달라지는 것은 구기자의 처리과정에 따라 다르게 나타난다. 특히 볶을 시 당질이 분해되어 산이 생성되었기 때문에 유기산이 용출되기 쉬워지고, 그 결과 pH가 증가되었다고 판단된다.

붉은 열매 구기자와 검은 열매 구기자의 총당 함량 측정 결과는 Table 3과 같다. 검은 열매 구기자의 총당 함량은 45.45%였고 붉은 열매 구기자의 총당 함량은 45.43%로 매우 비슷하여 통계적으로 유의적인 차이는 나타나지 않았다. Lee HC 등(2008)은 청양에서 재배되는 품종별 총당 함량 측정결과 명대는 18.47%였고 청양 6호가 28.91%로 보고하여 시료 간 차이가 큰 것으로 나타났다.

Table 2. Proximate compositions of *Lycium ruthenicum* Murr and *L. barbarum* L.

Sample	Crude protein	Crude fat	Crude ash
	(%)		
<i>L. ruthenicum</i>	4.64±0.39	1.36±1.32	7.12±0.01
<i>L. barbarum</i>	7.65±1.39*	1.93±0.93*	5.21±0.08*

All values are mean±SD of triplicate determination.

**p*<0.05 by *t*-test.

3. 색도 비교

붉은 열매 구기자와 검은 열매 구기자의 색도를 측정 한 결과는 Table 4와 같다. 밝기의 L값은 검은 열매 구기자는 28.38 ± 0.12 , 붉은 열매 구기자는 49.47 ± 0.11 로 측정되어 붉은 열매 구기자가 더 밝게 나타났다. 적색도(+)/녹색도(-)인 a값은 검은 열매 구기자는 6.27 ± 0.01 , 붉은 열매 구기자는 36.60 ± 0.01 로 측정되어 붉은 열매 구기자가 빨간색에 더 가깝게 나타났다. 황색도(+)/청색도(-)인 b값은 검은 열매 구기자는 -4.49 ± 0.04 , 붉은 열매 구기자는 44.66 ± 0.28 로 측정되어, 붉은 열매 구기자가 검은 열매 구기자 보다 더 높았다. 검은 열매 구기자의 값이 음수인 것으로 보아 황색과 멀고 청색에 가깝게 나타났다. Kim HK 등(2004)은 구기자를 추출하여 색도를 측정 한 결과 75% 에탄올 추출 시 L값과 b값이 높게 나타났고 a값은 변화가 없다고 보고한 바 있다.

Table 3. pH and total sugar of *Lycium ruthenicum* Murr. and *L. barbarum* L.

Sample	pH	Total sugar (%)
<i>L. ruthenicum</i>	5.00 ± 0.01	45.45 ± 0.01
<i>L. barbarum</i>	$5.08 \pm 0.02^{\text{NS}}$	$45.43 \pm 0.01^{\text{NS}}$

All values are mean \pm SD of triplicate determination.

^{NS} Not significant, $p < 0.05$ by *t*-test.

Table 4. Hunter's color value of *Lycium ruthenicum* Murr. and *L. barbarum* L.

Sample	L-value	a-value	b-value
<i>L. ruthenicum</i>	28.38 ± 0.12	6.27 ± 0.01	-4.49 ± 0.04
<i>L. barbarum</i>	$49.47 \pm 0.01^*$	$36.60 \pm 0.01^*$	$44.66 \pm 0.28^*$

All values are mean \pm SD of triplicate determination.

* $p < 0.05$ by *t*-test.

Table 5. Contents of ascorbic acid in *Lycium ruthenicum* Murr. and *L. barbarum* L.

Sample	Ascorbic acid (%)
<i>L. ruthenicum</i>	6.35 ± 1.40
<i>L. barbarum</i>	$50.86 \pm 3.63^*$

All values are mean \pm SD of triplicate determination.

* $p < 0.05$ by *t*-test.

Table 6. Mineral compositions of *Lycium ruthenicum* Murr. and *L. barbarum* L.

(Unit: mg/100 g)

Sample	K	Na	Mg	Fe	Zn	Mn	Cr	Cu	Se
<i>L. ruthenicum</i>	1.366	0.383	0.261	0.007	0.002	0.002	ND ¹⁾	ND	ND
<i>L. barbarum</i>	1.068	0.393	0.111	0.003	0.003	0.001	ND	ND	ND

¹⁾ ND: not detected.

4. 아스코르브산 함량 비교

붉은 열매 구기자와 검은 열매 구기자의 아스코르브산 함량 측정 결과는 Table 5와 같다. 붉은 열매 구기자의 아스코르브산 함량은 $50.86 \pm 3.63\%$ 로 검은 열매 구기자 $6.35 \pm 1.40\%$ 보다 7배 더 높게 측정되었고 통계적으로 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다. Ma JJ 등(2009)은 동결건조한 붉은 열매 구기자의 함량이 자연건조한 붉은 열매 구기자보다 비타민 C 함량이 8배 정도 더 높다고 보고하였다.

5. 무기질 조성 비교

검은 열매 구기자와 붉은 열매 구기자의 무기질 조성을 분석한 결과는 Table 6과 같다. 검은 열매 구기자와 붉은 열매 구기자의 무기질 조성은 Fe, K, Mg, Mn, Na 및 Zn이 측정되었고, Cr, Se와 Cu는 측정되지 않았다. 무기질 중 K, Mg, Fe, Mn, Cu 함량 모두 검은 열매 구기자가 붉은 열매 구기자보다 높았으나 Na와 Zn은 붉은 열매 구기자보다 낮았다. 특히, 붉은 열매 구기자와 검은 열매 구기자 모두 K 함량이 월등히 높았다. Zheng GQ 등(2010)에 의하면 검은 열매 구기자는 K, Na, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn, Zn, P이 다량 함유되어 있다고 보고된 바 있고, Endes Z 등(2015)은 붉은 열매 구기자는 K 13447.35 mg/Kg, Mg 806.88 mg/Kg, Fe 45.77 mg/Kg, P 1103.30 mg/Kg, Ca 1003.40 mg/Kg 그리고 Na이 28.27 mg/Kg 순으로 보고하여 본 연구결과와 일치하였다.

6. 총 안토시아닌 및 총 카로티노이드 함량 비교

검은 열매 구기자와 붉은 열매 구기자의 총 안토시아닌과 총 카로티노이드 함량 측정 결과는 Table 7과 같다. 검은 열매 구기자의 총 안토시아닌 함량은 462.22 ± 0.41 mg/100 g이었고 붉은 열매 구기자에서는 측정되지 않아 통계적으로 유의적인 차이가 있는 것으로 나타났다 ($p < 0.05$). Zheng J 등(2011)은 야생 검은 열매 구기자의 안토시아닌 조성을 HPLC로 분석한 결과 14종류의 안토시아닌 유도체를 확인하였고 그들은 petunidin 유도체이며 그들은 모두 coumaric acid의 acylated에 의해 형성되었다고 보고하였다. 붉은 열매 구기자의 총 카로티노이드 함량은 812.25 ± 6.01 mg/100 g이었고 검은 열매 구기자에서는 측정되지 않아 통계적으로 유의적인 차이가 있는

Table 7. Contents of total anthocyanin and total carotenoids in *Lycium ruthenicum* Murr. and *L. barbarum* L.

(Unit : mg/100 g)

Sample	Total anthocyanin	Total carotenoid
<i>L. ruthenicum</i>	462.22±0.41	ND
<i>L. barbarum</i>	ND	812.25±6.01

All values are mean±SD of triplicate determination.

ND: not detected.

것으로 나타났다. MA JJ 등(2009)에 의하면 붉은 열매 구기자의 총 카로티노이드 함량을 측정된 결과 자연 건조한 구기자의 총 카로티노이드 함량이 723.8 mg/100 g으로 보고하여 자연건조한 구기자가 동결건조한 구기자보다 카로티노이드 함량의 손실이 더 적었다고 한다. Peng G 등(1998)은 붉은 열매 구기자의 카로티노이드 중 98.6%가 에스테르 형태로 존재하며 그중에 지아잔틴 디팔미테이트(zeaxanthin dipalmitate)가 77.5%를 차지한다고 보고하였다. 식물성 카로티노이드는 생체 내에서 생물학적 기능을 증가시키기 위해 주요한 영양소로 제안되고 있다(Fraser PD & Bramley PM 2004, Rao AV & Rao LG 2007). 본 연구에서 붉은 열매 구기자는 카로티노이드가 높은 농도로 축적되는 것으로 나타났고 검은 열매 구기자에는 검출되지 않아 두 색깔이 다른 구기자의 기능성 성분 조성이 상이하게 다르게 나타났는데 이 결과는 Liu Y 등(2014)의 보고와 일치하였다.

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 색깔이 다른 두 구기자의 조단백질, 조지방 및 조회분을 분석하고 각각의 추출물을 제조하여 색도, 총당, pH, 총 안토시아닌과 총 카로티노이드를 분석하였다. 회분, 조지방 및 조단백질 함량 분석결과 붉은 열매 구기자는 검은 열매 구기자 보다 조지방과 조단백질이 높았으나 조회분은 검은 열매 구기자에서 높았다. 무기질 조성 분석결과, 검은 열매 구기자는 K, Mg, Mn, Na, Zn 및 Fe이 측정되었고 붉은 열매 구기자도 같은 종류가 측정되었는데 두 종류 모두 K 함량이 높았고 Cr, Se와 Cu는 측정되지 않았다. 검은 열매 구기자와 붉은 열매 구기자의 pH는 붉은 열매 구기자 5.00±0.01이었고 검은 열매 구기자는 5.08±0.02로 측정되었다. 총당 함량도 검은 열매 구기자는 45.45%, 붉은 열매 구기자는 45.43%로 측정되어 매우 유사하였다. 아스코르브산 함량은 붉은 열매 구기자는 50.86±3.63%, 검은 열매 구기자는 6.35±1.40%로 나타나 붉은 열매 구기자가 월등히 높았다. 검은 열매 구기자의 총 안토시아닌 함량은 462.22±0.41 mg/100 g으로 측정되었지만 붉은 열매 구기자에서는 측정되지 않았다. 총 카로티노이드는 붉은 열매 구기자는 812.25±6.01

mg/100 g이었지만 검은 열매 구기자에서는 측정되지 않았다.

본 연구결과, 색깔이 다른 두 구기자의 일반성분, 안토시아닌 및 카로티노이드 함량에 큰 차이가 있는 것으로 밝혀졌다. 검은 열매 구기자는 안토시아닌 함량이 높고 붉은 열매 구기자는 카로티노이드 함량이 높아 각각 다른 컬러 특성을 가진 기능성 식품 소재로의 개발 가능성이 시사되었다.

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

Acknowledgments

This work was supported by grants from Hoseo University (2015-0108).

References

- Altintas A, Kosar M, Kirimer N, Baser KH, Demirci B. 2006. Composition of the essential oils of *Lycium barbarum* and *L. ruthenicum* fruits. Chem Nat Compd 42(1):24-25.
- AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16th. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA. pp 69-74.
- Astadi IR, Astuti M, Santosob U, Nugraheni PS. 2009. *In vitro* antioxidant activity of anthocyanins of black soybean seed coat in human low density lipoprotein (LDL). Food Chem 112(3):659-663.
- Chan EWC, Soh EY, Tie PP, Law YP. 2011. Antioxidant and antibacterial properties of green, black, and herbal teas of *Camellia sinensis*. Pharmacogn Res 3(4):266-272.
- Chang RCC, So KF. 2008. Use of anti-aging herbal medicine, *Lycium barbarum*, against aging-associated diseases. What do we know so far?. Cell Mol Neurobiol 28(5):643-652.
- DuBois M, Gilles KA, Hamilton JK, Rebers PT, Smith F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Anal Chem 28(3):350-356.
- Endes Z, Uslu N, Özcan MM, Er F. 2015. Physico-chemical properties, fatty acid composition and mineral contents of goji berry (*Lycium barbarum* L.) fruit. J Agroalimnt Proc Technol 21(1):36-40.
- Francis FJ. 1982. Analysis of anthocyanins. pp 181-207. In: Anthocyanins as food colors. Markakis P (ed.). Academic Press, New York, NY, USA.
- Fraser PD, Bramley PM. 2004. The biosynthesis and nutritional uses of carotenoids. Prog Lipid Res 43(3):228-265.
- Giacalone M, Di Sacco F, Traupe I, Topini R, Forfori F, Giunta F.

2011. Antioxidant and neuroprotective properties of blueberry polyphenols: A critical review. *Nutr Neurosci* 14(3):119-125.
- Inbaraj BS, Lu H, Hung CF, Wu WB, Lin CL, Chen BH. 2008. Determination of carotenoids and their esters in fruits of *Lycium barbarum* Linnaeus by HPLC-DAD-APCI-MS. *J Pharm Biomed Anal* 47(4):812-818.
- Kim HK, Na GM, Ye SH, Han HS. 2004. Extraction characteristics and antioxidative activity of *Lycium chinense* extracts. *Korean J Food Preserv* 11(3):352-357.
- Lee BY, Kim EJ, Choi HD, Kim YS, Kim IH, Kim SS. 1995. Physicochemical properties of boxthorn (*Lycii fructus*) hot water extracts by roasting conditions. *Korean J Food Sci Technol* 27(5):768-772.
- Lee HC, Lee BC, Kim SD, Lee KS, Paik SW, Lee SS, Kim SM. 2008. Changes in composition of *Gugija (Lycii Fructus)* species according to harvest time. *Korean J Med Crop Sci* 16(5):306-312.
- Liu Y, Zeng S, Sun W, Wu M, Hu W, Shen X, Wang Y. 2014. Comparative analysis of carotenoid accumulation in two goji (*Lycium barbarum* L. and *L. ruthenicum* Murr.) fruits. *BMC Plant Biol* 14(1):269-283.
- Ma JJ, Zhou T, Zhu LX. 2009. Comparison of chemical composition and nutritional components of genuine traditional *Lycium barbarum* L. produced from different habitat. *China Veg* 12:11-14.
- Mok CK. 2005. Quality characteristics of instant tea prepared from spray-dried *Omiija (Schizandra chinensis* Baillon) extract/grape juice mixture. *Food Eng Prog* 9(3):226-230.
- Peng G, Li Z, Zhang S. 1998. Separation and identification of carotenoids in *Fructus lycii* by thin-layer chromatography. *Acta Nutrimenta Sinica* 20(1):76-78.
- Peng Q, Song J, Lv X, Wang Z, Huang L, Du Y. 2012. Structural characterization of an arabinogalactan-protein from the fruits of *Lycium ruthenicum*. *J Agric Food Chem* 60(37):9424-9429.
- Rao AV, Rao LG. 2007. Carotenoids and human health. *Pharmacol Res* 55(3):207-216.
- Shon HK, Lee YS, Park YH, Kim MJ, Lee KA. 2008. Physicochemical properties of *Gugija (Lycii fructus)* extracts. *Korean J Food Cook Sci* 24(6):905-911.
- Wang CC, Chang SC, Inbaraj BS, Chen BH. 2010. Isolation of carotenoids, flavonoids and polysaccharides from *Lycium barbarum* L. and evaluation of antioxidant activity. *Food Chem* 120(1):184-192.
- Wang YC, Chuang YC, Hsu HW. 2007. The flavonoid, carotenoid and pectin in peels of citrus cultivated in Taiwan. *Food Chem* 106(1):277-284.
- Yao X, Peng Y, Xu LJ, Li L, Wu QL, Xiao PG. 2011. Phytochemical and biological studies of *Lycium* medicinal plants. *Chem Biodivers* 8(6):976-1010.
- Zeng S, Wu M, Zou C, Liu X, Shen X, Hayward A, Liu C, Wang Y. 2014. Comparative analysis of anthocyanin biosynthesis during fruit development in two *Lycium* species. *Physiol Plant* 150(4):505-516.
- Zheng GQ, Zheng ZY, Xu X, Hu ZH. 2010. Variation in fruit sugar composition of *Lycium barbarum* L. and *Lycium chinense* Mill. of different regions and varieties. *Biochem Syst Ecol* 38(3):275-284.
- Zheng J, Ding C, Wang L, Li G, Shi J, Li H, Wang H, Suo Y. 2011. Anthocyanins composition and antioxidant activity of wild *Lycium ruthenicum* Murr. from Qinghai-Tibet Plateau. *Food Chem* 126(3):859-865.

Received on Jan.12, 2017/ Revised on Jan.24, 2017/ Accepted on Jan.30, 2017