



가공용 소재로서 구기자나무 잎의 건조온도 조건

주정일*† · 이 정** · 백승우** · 윤덕상* · 박영춘* · 이보희* · 김현호* · 이희봉***

*충남농업기술원 인삼약초연구소 청양구기자시험장, **충남농업기술원 기술개발국, ***충남대학교 농업생명과학대학

Effect of Drying Temperature on High Quality Functional Processed Products of Chinese Matrimony Vine

Jung Il Ju*†, Jeong Lee**, Seung Woo Paik**, Tug Sang Yun*, Young Chun Park*,
Bo Hee Lee*, Hyun Ho Kim* and Hee Bong Lee***

*Cheongyang Boxthorn Experiment Station, Chungnam Agircultural Research and Extension Service, Cheongyang 33319, Korea.

**Research and Development Bureau, Chungnam Agircultural Research and Extension Service, Yesan 32418, Korea.

***College of Agriculture and Life Science, Chungnam National University, Daejeon 34134, Korea.

ABSTRACT

Background : Chinese matrimony vine (*Lycium chinense* Mill.) is a deciduous shrub belonging to the Solanaceae. The leaves are used as an alternative raw material replacing dried fruits associated with high production costs in many industries. The aim of this experiment was to determine the effect of drying temperature on the leaves used in the manufacture of functional products.

Methods and Results : The leaves of Chinese matrimony vine were harvested when the plant height reached 60 - 70 cm in the spring and treated at four different temperatures (40°C, 50°C, 60°C and 70°C). The time to reach the desiccation state of 20% was 63 h at 40°C, 37 h at 50°C, 17 h at 60°C and 11 h at 70°C. The drying rate per hour was 1.28% at 40°C, 2.25% at 50°C, 4.94% at 60°C and 7.60% at 70°C. No significant difference were observed in ash, crude fat, polyphenol or rutin content of treated samples. Crude protein and betaine content decreased with higher dry temperatures. Nitrogen free extract of the treated samples increased with higher drying temperatures.

Conclusions : Taking into consideration drying time, drying rate, color value, energy consumption and functional ingredients is advantageous to dry the leaves of the Chinese matrimony vine at 60°C using a hot air agricultural dryer.

Key Word : *Lycium chinense*, Chinese Matrimony Vine, Drying Temperature, Dry Rate

서 언

구기자나무 (*Lycium chinense* Mill.)는 가지과에 속하는 낙엽성 떨기나무로서 한국, 중국, 일본 등지에 분포하고, 열매 (구기자)와 뿌리껍질 (지골피)은 약용으로 이용된다. 구기자를 이용한 가공제품에는 주로 열매를 사용하였으나 상대적으로 수확이 쉽고 생산비가 저렴한 잎 (구기엽)으로 열매의 일정량을 대체하여 이용되고 있다. 구기자 잎은 이름 봄 또는 늦가을에 신초에 착생된 구기자 잎을 훑어서 햇빛에 건조 후 이용하고

있다. 건조된 구기자 잎은 건강기능성 식품을 제조하거나, 잎의 추출물을 이용하여 음식이나 주류 등을 제조하는데 이용되고 있다 (Bae *et al.*, 2004; Cho *et al.*, 2003; Jung *et al.*, 2011; Kim *et al.*, 2013).

Park (1995)은 angiotensin converting enzyme의 저해활성은 구기자, 구기순, 지골피에서 30 - 40% 활성을 나타내었고, superoxide dismutase의 활성은 구기엽 > 구기순 > 지골피 > 구기자 순이었다고 하였다. Park 등 (2007)에 따르면 항산화 활성은 구기엽이 86.1 ± 0.01에서 89.2 ± 0.01%이었고 '블로' 품

†Corresponding author: (Phone) +82-41-635-6384 (E-mail) cnswhbar@korea.kr

Received 2015 October 1 / 1st Revised 2015 October 12 / 2nd Revised 2015 October 20 / 3rd Revised 2015 November 2 / Accepted 2015 November 3

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.

종이 가장 좋았으며, 혈전 용해 활성과 HMG-CoA reductase 저해활성은 모두 10% 미만으로 활성이 낮았다고 보고하였다. Kim 등 (2011)은 열매와 잎 추출물의 미백효과를 검증한 결과 구기엽에서 미백활성이 가장 우수하여 식품 및 화장품의 기능성 소재로 이용이 가능하다고 보고하였다. Kim 등 (1994)과 Son (1993)은 고혈당증이 유발된 생쥐를 이용한 실험에서 구기엽과 지골과가 고혈당증 감소에 효과적이라고 보고하였으며, Kang 등 (2010)은 비만 유도 쥐에서 구기자 잎 분말을 투여하면 항비만 효과가 있다고 보고하였다.

이와 같이 구기자나무의 잎이 지닌 기능성은 다양하므로 추출물을 이용한 기능성 제품개발과 산업화 연구로 지역특화작목의 생산을 확대하고 지역연고산업을 활성화할 수 있는 기반을 마련해야 한다. 이를 위하여 가공용 구기자 잎을 대량으로 생산하고 부가 가치를 제고하는 기술개발의 기반연구로 건조온도가 구기자 잎의 건조특성 및 주요 성분함량에 미치는 영향을 분석하였다.

재료 및 방법

1. 실험재료

구기자나무 (*Lycium chinense* Mill.) 잎의 고품질화를 위한 건조온도 설정에 '명안' 품종을 사용하였고, 5월 12일, 5월 19일, 5월 26일, 6월 9일 등 4반복으로 시험하였다. 예취시기는 초장이 60 - 70 cm 정도 자란 시기에 채취하였는데 이때 생육은 줄기 직경 4.7 cm, 줄기 대 잎 비율 47 : 53, 잎 건물물 12.8%이었다.

2. 건조방법

가공용 구기자 잎을 건조하기 위한 온도는 40°C, 50°C, 60°C, 70°C 등 4 조건을 두었고, 8.5 kw/h 용량의 열풍건조기 (TJDE-105, Joongang precision Co., Ltd, Daegu, Korea)를 사용하였다. 잎의 건조는 생체중 1 kg 씩 양과 저장망에 넣어 6반복으로 준비하였고, 이중 3반복은 저녁 19시 30분에, 나머지 3반복은 아침 7시 30분에 건조기에 넣은 후 오전부터 2시간마다 무게를 측정 하였다. 2시간 마다 측정된 무게와 최초의 생체중에 대한 무게비율로 건조비율을 계산하였고 예취시기를 4회 반복하여 시험한 성적을 평균하였다.

3. 색도측정

색도는 색차계 (CR-200, Konica Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였으며 명도 (L, Lightness), 적색도 (a, Redness), 황색도 (b, Yellowness) 값으로 표시하였고, 각 시료당 3회 반복 측정하여 그 평균값을 나타내었다. 표준색판으로 백판 (Y-93.00, x-0.3135, y-3198)을 사용하였다.

4. 일반성분 분석

일반성분 분석은 AOAC 시험방법 (1990)에 준하여 실시하였다. 수분은 105°C 상압건조법, 회분은 직접회화법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조단백은 Kjeldahl법을 사용하여 측정하였다. 가공무질소물은 100에서 수분, 회분, 조지방, 조단백을 뺀 값으로 하였다. 이때 사용된 시약은 Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, USA)사로부터 구입하여 분석하였고, 모두 일급 이상의 등급을 사용하였다.

5. 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법 (Swain and Hillis, 1959)에 따라 비색 정량하였다. 즉 분말 1 g을 100배의 증류수로 실온에서 4시간 동안 추출, 여과한 용액 2 ml에 Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 2 ml를 가하여 혼합하였다. 3분 후 10% Na₂CO₃ (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 2 ml를 넣어 진탕하고 1시간 실온에서 방치하여 UV Spectrophotometer (UV-1601, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 이때 표준물질로는 tannic acid (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 5 - 50 µg/ml의 농도로 조제하여 검량곡선의 작성에 사용하였다.

6. 루틴

건조시료 1 g에 MeOH (J. T. Baker, Phillipsburg, NJ, USA) 20 ml 가하여 80°C에서 60분 동안 환류추출을 한 후 0.2 µm membrane filter (Whatman Co., Maidstone, England)로 여과한 것을 HPLC (Waters 2690, Milford, MA, USA)에 10 µl씩 주입하여 함량을 분석하였다(Yoon *et al.*, 2006). 분석에 사용한 칼럼은 LichroCART 250-4 (Merck, Darmstadt, Germany)이었고, 유출용매는 2.5% acetic acid : MeOH : acetonitrile (35 : 5 : 10)를 0.5 ml/min로 흘려보냈으며, 검출은 PDA detector (Waters 2998, Milford, MA, USA) 355 nm에서 분석하였다.

7. 베타인

지표성분인 베타인 함량분석은 건조시료 10 g에 증류수 100 ml를 가하여 95°C water bath에서 추출한 후 여과하여 HPLC (Waters 2690, Milford, MA, USA)로 분석하였다(Wolf *et al.*, 1989). 분석조건은 Sugar-pakTM I (6.5 × 300 mm, Waters Co., Milford, MA, USA)을 이용하여 칼럼온도는 85°C로 유지하고, 유출용매는 50 mg/l calcium disodium EDTA (Merck, Darmstadt, Germany)가 용해된 HPLC용 물 (J. T. Baker, Phillipsburg, NJ, USA)을 0.5 ml/min로 흘려보냈으며, 검출은 Refractive Index detector (Waters 2414, Milford, MA, USA)를 사용하여 분석하였다. 함량계산은 외부 표준법

에 의하여 정량하였다.

8. 통계처리

통계분석은 Statistical Analysis System (SAS, Version 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)을 이용하여 ANOVA를 실시한 후, Duncan's Multiple Range Test (DMRT)로 각 군의 평균차이에 대한 사후검정을 하였으며, 통계적 유의성을 5% 수준에서 분석하였다.

결과 및 고찰

구기자나무의 초장이 60 - 70 cm로 자랐을 때 채취한 구기자 잎에 대하여 40℃, 50℃, 60℃, 70℃ 등 건조온도에 따른 건조비율을 나타낸 것은 Fig. 1와 같다.

건조온도에 따른 구기자 잎의 무게 감소비율을 보면 40℃에서 건조속도가 가장 늦고, 70℃로 건조온도가 높아질수록 건조속도가 빨라졌다. 건조비율은 건조기에 시료를 넣은 지 2시간 후에 40℃ 11.1%, 50℃ 20.0%, 60℃ 30.8%, 70℃ 47.4% 감소되었다. 12시간이 지난 후에는 40℃ 36.9%, 50℃ 57.3%, 60℃ 76.1%, 70℃ 82.1% 감소되었으며, 24시간 후에는 40℃ 56.1%, 50℃ 71.5%, 60℃ 84.2%, 70℃ 83.0% 감

소되었다. 건조속도를 보면 건조온도 40℃에서는 건조시간 64시간까지, 50℃는 48시간까지 지속적으로 감소되었고, 건조온도 60℃에서는 건조시간 22시간 이후, 70℃에서는 18시간 이후에 무게 변화가 거의 없었다.

최종적으로 건조된 무게비율을 보면 40℃는 62시간 건조 후 20.7%, 50℃는 56시간 건조 후 16.6%, 60℃ 건조는 34시간 건조 후 16.1%, 70℃ 건조는 28시간 건조 후 16.4%로서 건조온도가 높을수록 함수율이 낮았다. 따라서 40℃나 50℃로 건조하면 60℃나 70℃로 건조하는 것보다 함수율이 상대적으로 높아 저장에 불리할 것으로 판단되었다. 한편 Ku 등 (2006)은 무청에서 열풍건조 최적조건은 약 70℃에서 5 - 6시간 정도로 예측된다고 하였는데, 작물마다 최적 건조조건이 다를 것으로 판단되었다. 또한 Lee 등 (2011)은 구기자 열매에 대하여 건조온도 45℃는 건조속도가 건조종료까지 균일하였지만 건조온도 50℃는 초기에 건조속도가 완만하다가 건조시간 16시간 이후 급격히 증가되었고, 건조온도가 낮을수록 에너지 소비량이 많았다고 하였다.

건조온도별 건조비율 20%에 도달하는 시간을 계산한 결과 (Fig. 2) 40℃는 63시간, 50℃는 37시간, 60℃는 17시간, 70℃는 11시간이 소요되는 것으로 계산되었다. 시간당 건조속도를 비교하여 보면 40℃에서는 1.28%, 50℃는 2.25%, 60℃는 4.94%, 70℃는 7.60%로 열풍온도가 높을수록 건조속도가 빨랐다. Lee 등 (2011)은 구기자 열매의 시간당 건조속도는 건조온도 45℃는 1.0%, 50℃는 2.07%, 55℃는 3.13% 그리고 60℃는 4.36%이었고, 열풍 건조온도가 5℃씩 상승할 때마다 시간당 건조속도는 약 1.0% 이상씩 빨라졌다고 하였는데, 구기자 잎에서도 비슷한 경향이였다. 또한 구기자 열매는 45℃에서 72시간 건조하는 것이 색도가 양호하지만 건조속도, 에너지 소비량 등을 감안할 경우 건조온도 50℃와 건조시간 36시간이 가장 적절하다고 하였고 (Lee et al., 2011), Cho 등 (1996)은 초기에 온도 50℃에서 2시간 건조하고 이후에 온도를 60℃로 올려서 24시간 건조하는 것이 구기자 품질과 경제적인 측면에서 최적의 건조조건이라고 하였다. 따라서 구기자 잎도 구기자 열매와 같이 건조기 종류에 따른 건조방법과 건조온도의 변환에 따른 품질, 색도, 기능성분 함량 등에 변화가 있는지 추후 규명할 필요가 있었다.

건조온도별로 최종적으로 건조된 구기자 잎을 가루로 분쇄하고 색도를 측정된 결과는 Table 1과 같다.

건조된 구기자 잎의 명도 (L)는 건조온도에 따라 52.6 - 54.8, 적색도 (a)는 -4.1에서 -4.7, 황색도 (b)는 17.0 - 18.6 범위 이었고, 구기자 잎의 색택은 유의적인 차이가 없었다. 한편 Lee 등 (2011)은 건조된 구기자 열매의 적색도는 건조온도 50℃ 이하일 때 선홍색으로 양호하였고, Joo 등 (1995)는 고추에서 50℃에서 48시간 건조하는 것이 색도가 가장 양호한 것으로 나타났다. Lee 등 (2000)은 참나물 건조 시 색도변화는 건조

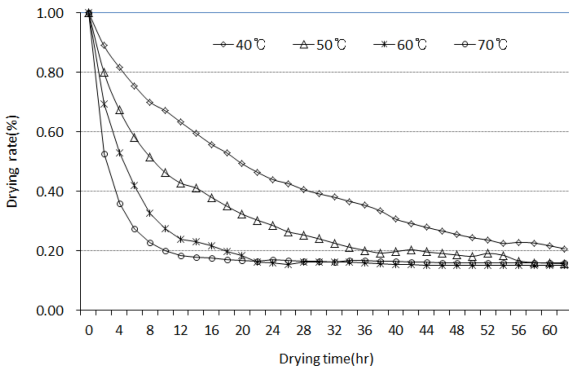


Fig. 1. Weight loss of leaves by different drying temperatures in Chinese matrimony vine (*L. chinense* Mill.).

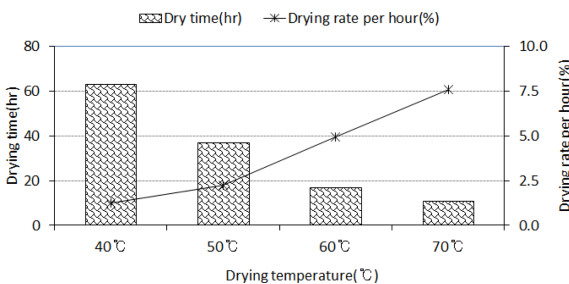


Fig. 2. Drying time and drying rate per hour arrived at drying rate 20% of leaves by different drying temperatures in Chinese matrimony vine (*L. chinense* Mill.).

Table 1. Color values of dried-leaf powder by drying temperatures in Chinese matrimony vine (*L. chinense* Mill.).

Drying temperature	L ¹⁾	a ²⁾	b ³⁾
40 °C	54.8 ± 3.36a	-4.1 ± 1.14a	17.0 ± 3.09a*
50 °C	53.8 ± 3.11a	-4.6 ± 1.82a	17.6 ± 2.32a
60 °C	52.6 ± 2.22a	-4.7 ± 1.92a	17.5 ± 2.22a
70 °C	53.8 ± 2.67a	-4.2 ± 1.12a	18.6 ± 1.56a

Mean values ± SD from triplicate separated experiments are shown. *Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT test ($p < 0.05$). ¹⁾L (Lightness); 0 (Black) ↔ 100 (White), ²⁾a (Redness); + (Red) ↔ - (Green), ³⁾b (Yellowness); + (Yellow) ↔ - (Blue).

온도가 높을수록 증가되었고 원적외선 진공건조가 원적외선보다 그 변화율이 작았다고 하였고, Lee 등 (2011)은 무청의 열풍건조시 클로로필 함량은 건조온도와 건조시간이 증가할수록 감소되었다고 하였다. 이와 같이 작물 종류나 구기자 열매에서는 건조온도에 따른 색도 변화가 나타났으나 구기자 잎에서는 뚜렷하지 않았다.

건조온도에 따른 구기자 잎의 일반성분을 분석한 결과는 Table 2와 같다.

건조온도에 따른 구기자 잎의 성분분석 결과를 보면 회분 17.3 - 20.1 mg/g, 조지방 3.6 - 4.8 mg/g 사이로서 건조온도에 따른 유의성은 없었다. 조단백질 함량은 26.3 - 38.6 mg/g, 가용성 무질소물은 39.0 - 44.1 mg/g 범위로서 고온에서 건조하였을 때 조단백질 함량은 감소되었고 가용성 무질소물 함량은 증가되는 경향이였다. Lee 등 (2008)은 구기자 열매의 경우 품종에 따라 조단백질 2.08 - 3.24%, 조지방 4.10 - 6.82%, 회분 5.07 - 5.83%, 가용성 무질소물 49.69 - 62.31%로 보고하였다. 이러한 경향은 구기자 잎이 열매에 비하여 조단백질, 회분 함량이 많고, 조지방과 가용성 무질소물 함량은 낮았음을 나타낸다.

구기자나무의 초장이 60 - 70 cm 정도 자랐을 때 채취한 잎의 건조온도에 따른 기능성분 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다.

건조온도에 따른 구기자 잎의 기능성분 분석결과를 보면 베타인 함량은 9.5 - 14.7 mg/g 사이로서 고온에서 건조하였을 때 감소되는 경향이었고, 폴리페놀은 3.4 - 3.8 mg/g, 루틴은 0.42 -

Table 3. Functional components of leaf by drying temperatures in Chinese matrimony vine (*L. chinense* Mill.). Unit; mg/g, dry basis.

Drying temperature	Betaine	Polyphenol	Rutin
40°C	14.7 ± 0.275a	3.6 ± 1.18a	0.49 ± 0.109a*
50°C	12.2 ± 0.453ab	3.6 ± 0.43a	0.57 ± 0.138a
60°C	10.4 ± 0.450ab	3.4 ± 0.46a	0.57 ± 0.160a
70°C	9.5 ± 0.442b	3.8 ± 1.55a	0.42 ± 0.007a

Mean values ± SD from triplicate separated experiments are shown. *Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT test ($p < 0.05$).

0.57 mg/g 범위로서 건조온도에 따른 유의성은 없었다. 구기자의 주요 지표성분인 베타인은 피로회복, 면역기능과 스테미나 향상 등에 효과가 있고 (Kim and Baek, 2014), 열매의 베타인 함량은 품종과 수확시기에 따라 5.1 - 10.7 mg/g 범위로 나타났다 (Lee *et al.*, 2008). 따라서 본 시험에서 구기자 잎의 베타인 함량 9.5 - 14.7 mg/g 범위에었던 것과 비교하여 보면 잎이 열매보다 베타인 함량이 높았다. 한편 구기자 열매에는 총 폴리페놀 함량이 1.58 - 2.13% 범위이었고, 루틴 함량은 0.35% 함유되었음이 보고되었다 (Park *et al.*, 2006; Park, 2002). 이는 구기자 잎에서 총 폴리페놀과 루틴 함량이 높았음을 알 수 있었다. 이외에도 Kim 등 (2007)은 열풍건조가 생잎, 또는 생잎을 데친 후 염장처리 하는 방법에 비하여 생리활성과 비타민 C 함량을 유지하는데 더 효과적인 방법이라고 하였다. 한편 건조온도에 따른 일반성분의 함량은 유의적인 차이가 없었지만 작물에 따라 일부 특정 기능성분 함량은 건조온도에 영향을 받는 것으로 보고되었는데 (Cho *et al.*, 1996; Kim *et al.*, 1992, 2006), 앞으로 구기자 열매와 잎에 대하여 건조온도에 따른 기능성분 변화에 대한 세밀한 연구가 필요하였다.

이상의 결과를 종합하면 구기자 잎을 식품소재용 보다 가공추출용으로 건조하고자 할 때 수분함량, 품질, 에너지 소비량, 색도, 기능성분 함량 등을 고려하여 고품질 건조온도를 설정할 필요가 있다. 구기자 잎은 건조온도가 높을수록 최종 건조율이 낮고 건조시간이 단축되는 경향이었는데 40 - 50°C보다

Table 2. Proximate chemical composition of leaf by drying temperatures in Chinese matrimony vine (*L. chinense* Mill.). Unit; mg/g, dry basis.

Drying temperature	Moisture	Ash	Crude fat	Crude protein	Nitrogen free extract
40°C	6.1 ± 0.38a	20.1 ± 2.67a	3.6 ± 0.97a	31.1 ± 5.88a	39.0 ± 2.56c*
50°C	5.5 ± 0.35a	19.0 ± 2.58a	4.3 ± 0.55a	38.6 ± 5.15ab	42.5 ± 3.46ab
60°C	6.0 ± 0.48a	17.3 ± 1.39a	4.5 ± 0.85a	30.5 ± 5.12ab	41.6 ± 4.05b
70°C	6.4 ± 0.09a	18.2 ± 1.25a	4.8 ± 0.52a	26.3 ± 3.46b	44.1 ± 2.73a

Mean values ± SD from triplicate separated experiments are shown.

*Means within a column followed by the same letter are not significantly different based on the DMRT test ($p < 0.05$).

60 - 70°C가 유리하였고, 지표성분인 베타인 함량으로 보면 60°C가 70°C에 비하여 높았다. 따라서 건조 후 수분함량과 기능성분 등을 고려한다면 건조온도는 60°C가 적합할 것으로 판단되었다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호: PJ009436012015)의 연구비 지원에 의해 이루어진 결과로 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Association of Official Analytical Chemists(AOAC).** (1990). Official method of analysis(15th ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C., USA. p.1110.
- Bae HC, Cho IS and Nam MS.** (2004). Fermentation properties and functionality of yogurt added with *Lycium chinense* Miller. *Journal of Animal Science and Technology.* 46:687-700.
- Cho IS, Bae HC and Nam MS.** (2003). Fermentation properties of yogurt added by *Lycii fructus*, *Lycii folium* and *Lycii cortex*. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources.* 23:250-261.
- Cho IS, No JG, Park JS and Li RH.** (1996). Effect of drying methods on the quality in *Lycii fructus*. *Korean Journal of Medicinal Crop Science.* 4:283-287.
- Joo HK, Kim SS and Sa TM.** (1995). Effect of drying condition on the colors and flavors change of fresh pepper. *Korean Journal of Plant Resources.* 8:115-125.
- Jung UJ, Lee JS, Bok SH and Choi MS.** (2011). Effects of extracts of persimmon leaf, buckwheat leaf, and Chinese matrimony vine leaf on body fat and lipid metabolism in rats. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition.* 40:1215-1226.
- Kang MH, Park WJ and Choi MK.** (2010). Anti-obesity and hypolipidemic effects of *Lycium chinense* leaf powder in obese rats. *Journal of Medicinal Food.* 13:801-807.
- Kim DH, Lee SY, Kim NK, Youn BK, Jung DS, Choi EY, Hong SR, Yoon JY, Kang MW and Lee JY.** (2011). Moderating effects of skin hyperpigmentation from *Lycii fructus* and *Lycii folium* extracts. *Journal of Applied Biological Chemistry.* 54:270-278.
- Kim HK, Jo KS, Kwon DY and Park MH.** (1992). Effects of drying temperature and sulfiting on the qualities of dried garlic slices. *Journal of the Korean Society of Agricultural Chemistry and Biotechnology.* 35:6-9.
- Kim NH and Baek SH.** (2014). Effects of *Lycium chinense* Miller fruit and its constituent betaine on immunomodulation in Balb/c mice. *Korean Journal of Environmental Agriculture.* 33:189-193.
- Kim NJ, Youn WY and Hong ND.** (1994). Pharmacological effects of *Lycium chinense*. *Korean Journal of Pharmacognosy.* 25:264-271.
- Kim SJ, Park JH, Choi SY and Kim KU.** (2006). Changes of phenolic compounds affected by different drying method in leaves and stems of peony(*Paeonia lactiflora* Pall.). *Korean Journal of Crop Science.* 51:251-254.
- Kim TS, Park WJ and Kang MH.** (2007). Effects of antioxidant activity and changes in vitamin C during storage of *Lycii folium* extracts prepared by different cooking methods. *Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition.* 36:1578-1582.
- Kim YH, Joo JI, Lee BC, Kim HH and Lee JS.** (2013). Screen of a novel yeasts for brewing of Gugija leaf Makgeolli and optimal alcohol fermentation condition. *The Korean Journal of Mycology.* 41:167-171.
- Ku KH, Lee KA, Kim YL and Lee YW.** (2006). Quality characteristics of hot-air dried radish(*Raphanus sativus* L.) leaves. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition.* 35:780-785.
- Lee HC, Lee BC, Kim SD, Paik SW, Lee SS, Lee KS and Kim SM.** (2008). Changes in composition of Gugija(*Lycii fructus*) species according to harvest time. *Korean Journal of Medicinal Crop Science.* 16:306-312.
- Lee MK, Kim SH, Han SS, Lee SY, Chung CK, Kang IJ and Oh DH.** (2000). The effect of far infrared ray-vacuum drying on the quality changes of *Pimpinella brachycarpa*. *Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition.* 29:561-567.
- Lee SK, Kim W, Kim H, Lee HJ and Han JW.** (2011). Determination of boxthorn drying conditions and using agriculture dryer. *Journal of Biosystems Engineering.* 36:273-278.
- Park SJ, Park WJ, Lee BC, Kim SD and Kang MH.** (2006). Antioxidative activity of different species *Lycium chinensis* Miller extracts by harvest time. *Journal of Korean Society of Food Science and Nutrition.* 35:1146-1150.
- Park WJ, Lee BC, Lee JC, Lee EN, Song JE, Lee DH and Lee JS.** (2007). Cardiovascular biofunctional activity and antioxiide activity of Gigija(*Lycium chinense* Mill.) species and its hybrids. *Korean Journal of Medicinal Crop Science.* 15:391-397.
- Park WJ.** (1995). Studies on chemical composition and biological activities of *Lycium chinense* Miller. Ph. D. Thesis. Konkuk University. p.1-101.
- Park YS.** (2002). Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of medicinal herb extracts. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life.* 12:23-31.
- Son YG.** (1993). Experimental studies of the effects of *Lycii fructus*, *Lycii cortex radiceis* and *Lycii folium* on hypertension, hyperglycemia and hyperlipidemia. Master Thesis. Kyunghee University. p.1-32.
- Swain T and Hillis WE.** (1959). The phenolic constituents of *Phunus domestica* I. Quantitative analysis of phenolic constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture.* 10:63-68.
- Wolff SD, Yancey PH, Stanton TS and Balaban RS.** (1989). A simple HPLC method for quantitating major organic solutes of renal medulla. *American Journal of Physiology.* 256:954-956.
- Yoon SJ, Cho NJ, Na SH, Kim YH and Kim YM.** (2006). Development of optimum rutin extraction process from *Fagopyrum tataricum*. *Journal of the East Asian Society of Dietary Life.* 16:573-577.