

조리방법을 달리한 구기엽의 저장기간별 항산화 효과 및 비타민 C 함량의 변화

김태수¹ · 박원종² · 강명화^{1*}

¹호서대학교 식품영양학과

²공주대학교 식품공학과

Effects of Antioxidant Activity and Changes in Vitamin C during Storage of *Lycii folium* Extracts Prepared by Different Cooking Methods

Tae-Su Kim¹, Won-Jeong Park², and Myung-Hwa Kang^{1*}

¹Dept. of Food Science & Nutrition, Hoseo University, Asan 336-795, Korea

²Dept. of Food Science & Technology, Kongju National University, Yeasan 340-802, Korea

Abstract

Contents in polyphenol and vitamin C and their antioxidant activities during storage of *Lycii folium* prepared by different treatment methods were investigated. The antioxidant activity of extracts prepared from 80% MeOH was evaluated using DPPH radical scavenging and SOD-like activities. Total phenolic acid contents were 1.34 mg/mL when dry, but extracts during 15-day storage after NaCl 0% treatment decreased. DPPH radical scavenging activity of extracts was 65.48% when dry and decreased during 15-day storage after dry and NaCl 0% treatment. SOD-like activity was 98.63% in NaCl 0% during 15-day storage after dry. Contents of vitamin C decreased during 15-day storage after dry and NaCl 0% treatment. Consequently, our results indicate that *Lycii folium* prepared from dry treatment could be a promising biomaterial for the production of functional food for total phenolic acid and vitamin C.

Key words: *Lycii folium*, dry, NaCl, DPPH radical scavenging, SOD-like activity, vitamin C

서 론

구기자(*Lycium chinensis* Mill.)는 가지과에 속하며, 충청남도 청양군과 전라남도 진도군이 주생산지인 생약재로 한 방에서는 인삼 등과 함께 독성이 없는 120종의 상약 군으로 취급하고 있다(1,2). 구기자는 달며 성질은 차고 간과 신장에 작용하여 시력을 개선하고 몸이 허약하여 생기는 병을 다스리며 근육과 뼈를 강하게 한다(3).

예로부터 지골피는 강장 해열약으로 폐결핵, 당뇨병에 쓰이고, 열매인 구기자는 술에 담가 역시 강장약으로 쓰며, 구기엽은 나물로 무쳐 먹거나 여린 잎을 말려 차로 달여 먹고, 또한 구기엽을 넣고 달인 물에 머리를 감으면 탈모예방에도 효과가 있으며, 차로 음용하면 위장이 튼튼해지면서 위장병이 완쾌된다고 전해져 왔다. 구기자(*Lycii fructus*)의 주성분으로는 carotenoid, cholin, meliscic acid, zeaxanthin physalien(dipalmityl-zeaxanthin), betaine, β -sitosterol, vitamin B₁과 불포화 지방산이 다량 있고, 지골피에는 지방산, cinnamic acid, diterpene sugiol, stteroid, β -sitosterol, 5 α -stigmastan-3,6-dione과 betaine, vitamin B, kukoamine A 등이 함유되어 있다. 또한 구기엽에는 glutamic acid, pro-

line, betaine, rutin, vitamin C 등을 함유하고 있으며, 총당이 0.029 mg/g, 환원당 0.010 mg/g, 탄닌산 12.10 mg/g, 조지방 1.25%, 조단백 3.00%, K(6.99%), Mg(0.64%), Ca(0.85%), Fe(286.67 ppm), Zn(27.30 ppm), Mn(440.00 ppm)의 성분으로 구성되어 있다(4). 구기엽(*Lycii folium*)에 10~20 mg/g 정도 함유되어 있는 betaine은 인체 내에서 산화된 형태로 변환되며 이는 메틸기의 공급원으로 작용하여, 동맥경화와 고혈압예방 특히, 간 기능과 시력을 보호하는 기능성분으로, 숙취를 해소해주는 데 탁월한 효능이 있으며, 혈관질환자 혈중의 단백질 대사과정에서 생기는 독성 단백질의 일종인 호모시스테인(homocystein)의 해독을 가속화 해주어 손상된 간을 보호해준다는 연구가 보고되었다(5). 최근 구기자, 구기엽 및 지골피를 첨가하여 요구르트를 가공 시 발효율이 향상되었다고(6) 보고되어 구기의 기능성 소재로서의 개발 가능성이 매우 큰 것으로 시사되었다.

구기엽은 순 또는 잎을 살짝 데쳐 무침 혹은 볶음 등 찬으로 식용하거나(7), 엽차 및 엑기스로의 개발이 이루어져 그 이용가치가 높아지고 있고(8) 기타 다양한 제품에서 구기자 성분을 첨가한 기능성 가공식품 개발에 관련된 연구가 진행되고 있다(9). 최근 육종 분야에서 기능성 성분을 다량 함유

*Corresponding author. E-mail: mhkang@office.hoseo.ac.kr
Phone: 82-41-540-5630, Fax: 82-41-548-0670

하거나 항산화 활성이 높은 작물을 개발하려는 시도가 다수의 작물에서 진행되고 있다(10,11). 구기엽의 개발 가치에 견주어 구기엽의 재배 및 생산 체계도 확립된다면 새로운 농가소득원으로 개발될 것으로 기대가 된다. 그러나 생업으로는 유통과정에 문제가 있어 생업의 전처리 방법의 개발이 요구되고 있다. 일반적으로 사용되고 있는 열풍건조법은 공정이 간단하며 경제적으로 사용할 수 있는 장점이 있으나, 기계를 사용한 건조 방법 중 다른 하나인 냉동 건조법에 비해 색, 맛, 조직 등의 변화가 심하고, 복원성이 적다. 또한 과채류의 전처리 방법 중 하나인 데치기는 여러 가지 산화효소를 불활성화시켜 품질을 유지할 뿐 아니라 펙틴 물질을 탈에스테르화시켜 물성에도 크게 영향을 미친다(12-14). 현재 우리나라 주재배지인 청양에서는 60°C 열풍으로 약 26~30시간 정도 건조를 하고 있으나(15), 열풍에 의한 건조를 통한 구기엽은 활성 및 성분변화에 대한 명확한 자료가 없어 최적의 건조조건으로 판단하기 어렵다 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 처리방법별 저장기간에 따른 구기엽의 추출물에 대한 보다 다양하고 구체적인 연구 및 제품화하기 위해서는 가장 효율적인 저장 조건을 확립할 필요가 있다고 판단하여 구기엽의 조리방법을 달리한 저장기간에 따른 생리활성, 가공적성 및 유효성분의 변화에 대한 연구를 실시하였다.

재료 및 방법

시료준비 및 저장

실험에 사용된 구기엽은 2006년 청양구기자 시험장의 시험포장에서 재배한 시료를 제공받아 6군으로 나누어 시료로 사용하였다. 시료는 생잎(Control 대조군), 40°C 건조기에서 4시간 건조한 것(dry), 생잎을 끓는물에 1~2분간 데친 것(NaCl 0%), 데친 후 데친 잎의 중량에 소금을 1%, 3%, 5% 첨가 후 버무려, 실온에서 보관하면서 1, 7, 15 day 별로 채취하고 냉동보관한 다음 실험에 사용하였다.

시료 추출

위의 방법으로 처리된 구기엽을 저장기간 경과 후 완전히 물기를 제거한 후 80% MeOH 용매로 40°C에서 shaking 하면서 2 반복 추출하였고 여과지에 거른 후 rotary evaporator(EYELA N-1000, Lab Corporation. Co., Japan)로 감압 농축하여 용매를 완전히 제거시킨 후 동결 건조기(FD8508 ilshin Lab Co., Ltd. Korea)로 건조 후 시료를 제조하였다. 건조된 잎을 1 mg/mL가 되도록 메탄올 용매로 녹여 각종 분석에 사용하였다.

총 페놀성 화합물 측정

조리방법을 달리한 저장기간에 따른 구기엽의 각 추출물에 대한 페놀성 화합물은 Folin Denis법(16)을 일부 변형하여 비색 정량하였다. 즉 각 시료 0.1 mL에 2% Na₂CO₃를 2.0 mL 가하고 2분간 실온에 방치하고 50%의 Folin Denis

시약을 2.0 mL 가한 후 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 0.1~1.0 mg/mL의 농도로 catechine을 희석하여 표준 곡선을 작성하였고 모든 과정은 3회 반복 측정하였다.

DPPH radical scavenging activity

각 추출물 0.5 mL에 DPPH(1,1-diphenyl-2-picryl hydrazyl) 시약 3.5 mL를 가하고, 실온에서 30분간 방치 후 UV-visible spectrophotometer(Pharmacia Biotech Ultraspec 3000, England)를 이용하여 517 nm에서 측정하여 다음과 같이 계산하였다(17).

Electron donating ability (EDA, %)=100-(A/B×100)

A: 시료 첨가군의 흡광도

B: 시료 무 첨가군의 흡광도

SOD-like activity

SOD 유사활성 측정은 각 추출물 0.2 mL에 tris-HCl buffer(pH 8.5) 3.0 mL와 0.2 mM pyrogallol 0.5 mL를 가하여 10분간 방치한 후 1 N-HCl로 반응을 정지시킨 후 420 nm에서 UV-visible spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu Co., Japan)로 측정하였다(18).

SOD-like Activity (%)=100-(A/B×100)

A: 시료 첨가군의 흡광도

B: 시료 무 첨가군의 흡광도

비타민 C 함량 측정

각 추출물을 0.2 µm membrane filter로 여과하여 HPLC (M930 YOUNG-LIN Instrument Co., Ltd., Korea)로 분석하였다. 분석기기는 HPLC(Young-Lin Associates)로, mobile phase는 Acetonitrile : 0.5%인산용액=60:40에서 ODS-5 Develosil 컬럼을 사용하였으며, 245 nm에서 20분간 측정하였다. 표준곡선은 L(+)-ascorbic acid(Shinyo Pure Chemicals Co., Ltd., Japan)을 표준시약으로 사용하여 최종농도가 25, 50, 75, 100 ppm이 되도록 하여 위와 같은 방법으로 측정하여 작성하였다.

통계처리

통계 분석은 SAS(Statistical Analysis System, V 9.0) 통계프로그램을 사용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하였고(19), 각 시료 간의 유의성 검증은 Duncan's multiple range test를 사용하였다(p<0.05).

결과 및 고찰

총 페놀성 화합물

식물들의 2차 대사산물로 생성되는 페놀성 화합물은 식물체에 널리 분포하며 다양한 화합물의 구조와 또한 구조에 따른 여러 가지 생리활성을 나타낸다. 특히 이 페놀성 화합물들은 생물체내에서 다양한 생리활성을 나타내며 이러한

물질들이 생리활성을 나타낸다고 알려지면서 천연물로부터 항산화 활성을 나타내는 물질을 개발하고 찾으려는 시도가 다양한 각도에서 이루어지고 있다(20,21). 본 연구에서는 구기엽의 조리방법을 달리한 저장기간에 따른 총 페놀성 화합물을 검토했던 결과는 Fig. 1과 같다. 1일째 Control 1.208 mg/mL, Dry 1.336 mg/mL, NaCl 0% 1.293 mg/mL, NaCl 1% 1.273 mg/mL, NaCl 3% 1.001 mg/mL, NaCl 5% 1.085 mg/mL로 건조한 구기엽과 데친 후 NaCl을 첨가하지 않은 시료에서 다른 시료보다 페놀함량이 높게 측정되었다. 15일째에는 Control 1.079 mg/mL, Dry 1.037 mg/mL, NaCl 0% 1.336 mg/mL, NaCl 1% 0.969 mg/mL, NaCl 3% 1.002 mg/mL, NaCl 5% 0.941 mg/mL로 측정되었으며, NaCl 0%에서 유의적으로 높은 함량을 나타냈으나, 1일째 높은 페놀함량을 보였던 Dry 군에서는 Control, NaCl 0%군에 비해 낮게 측정되었다.

대부분의 구기엽이 저장기간이 경과함에 따라 총 페놀성 화합물이 감소하는 경향을 보였다. Dry 처리한 것이 총 페놀함량이 1.34 mg/mL로 가장 높았으나, 저장기간이 지나면서 NaCl 0% 처리한 구기엽의 총 페놀함량 변화가 가장 적은 것으로 나타났다.

Kang 등(22)은 보리잎차와 녹차 침출액의 총 수용성 페놀 함량을 분석한 결과 보리잎차와 녹차 모두 총 수용성 페놀함량은 추출온도가 높을수록 많이 용출되었으며, Lee 등(23)은 울릉도산 산채류 추출물의 총 페놀함량을 측정된 결과 물엿 키크 잎과 섬고사리 잎 추출물에 각각 130.2와 130.7 µg/mg로 높은 폴리페놀 함량이 측정되었다. 이러한 결과는 Ahn과 Cho(24)의 결과와 비교하였을 때 높은 값을 보였고, 이는 추출방법과 조리방법에 따른 차이라고 생각되며, 활나물 잎(21) 0.71~0.99 mg/mL과 밤(25)의 페놀함량과 비교하였을 때 구기엽의 총 페놀함량은 아주 높은 함량을 나타냈다.

페놀화합물의 함량과 항산화 효과와는 밀접한 관계(26)가 있다는 보고와 비교하여 볼 때, 구기엽의 총 페놀화합물의 함량이 높은 것으로 보아 뛰어난 항산화 효과를 가지고 있을 것으로 생각되어진다.

전자공여능

전자공여능은 지질과산화 반응을 연쇄적으로 일으키는 반응에 관여하는 산화성 free radical에 전자를 제공하여 산화의 진행과정을 정지시킨다. 산화성 free radical은 생체내에 존재하는 단백질과 세포막의 지질 등을 산화시켜 막에 쌓인다거나 DNA 등에 손상을 일으켜 각종 질병을 일으키는 것으로 알려져 있다(27). 최근 다수의 연구자들은 식물에 존재하는 각종 항산화성 물질들이 free radical을 제거하는 능력이 있는 것으로 증명되면서 이러한 물질을 찾으려는 연구가 다각도에서 이루어지고 있다. 구기엽의 조리방법을 달리한 저장기간에 따른 전자공여능을 측정된 결과는 Fig. 2와 같다. 전자공여능 측정 결과도 마찬가지로 조리방법을 달리한 저장기간에 따라 감소하는 경향을 나타내었다. 1일째 Dry 처리한 것이 전자공여능이 65.48%로 가장 높았고, 저장기간이 경과한 후에도 26.98%로 가장 높은 전자공여능을 보였다. NaCl 0%, NaCl 1%는 Control에 비해 10% 이상 높은 활성을 보였으나, 15일 경과 후에는 그 활성이 Control보다 낮게 측정되어, 시료를 건조하여 보관하였을 때 활성 감소가 다른 처리를 했을 때보다 적을 것이라 사료된다.

Kang 등(22)은 추출온도와 시간을 달리한 보리잎차와 녹차 침출액의 DPPH 라디칼 소거능을 비교한 결과 녹차는 50.56%였으며, 보리잎차는 11.06%로 녹차에 비해 5배 정도 낮은 값을 나타냈다. 또한 밤꽃 추출물의 전자공여능을 비교한 결과 17.22%이었으며(28), 가죽나무를 에탄올 용매로 추출한 실험에서 잎의 전자공여능이 17.47%, 110°C의 고압,

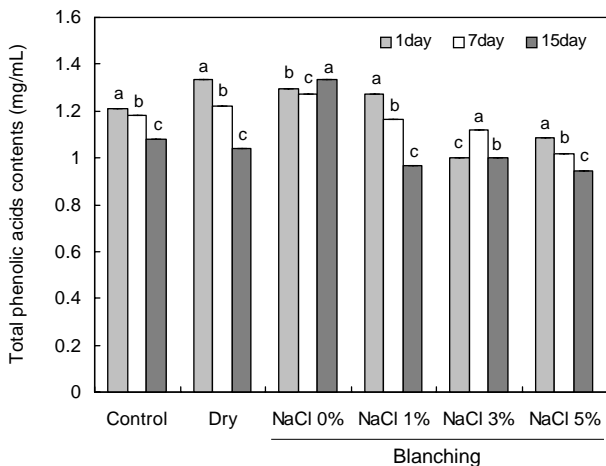


Fig. 1. Total phenolic acid contents of extracts prepared from *Lycii folium*. Values with different alphabets are significantly different among the groups by duncan's multiple range test (p<0.05).

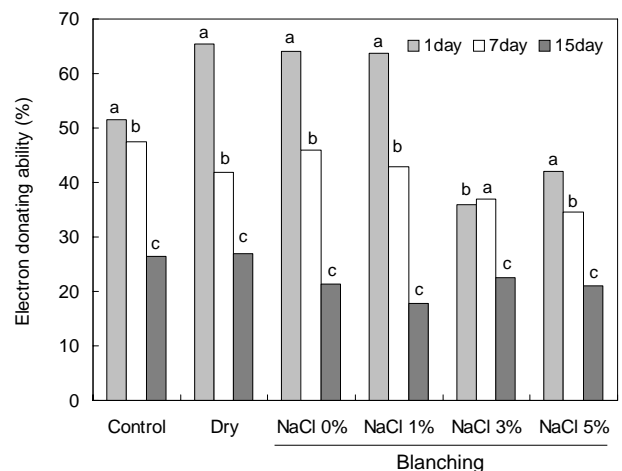


Fig. 2. Electron donating ability of extracts prepared from *Lycii folium*. Values with different alphabets are significantly different among the groups by duncan's multiple range test (p<0.05).

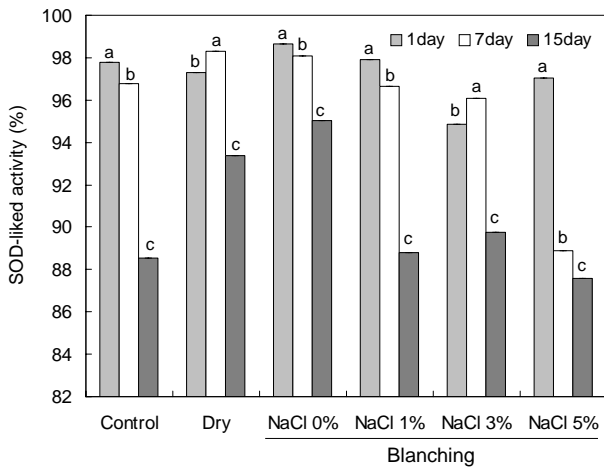


Fig. 3. SOD-liked activity of extracts prepared from *Lycii folium*.

Values with different alphabets are significantly different among the groups by duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

고온에서 추출한 열수 추출물에서의 전자공여능이 47.94%라는 보고(29)와 비교하면 유사하거나 높은 전자공여능을 나타내었다. 또한 한국 약용 및 식물자원의 항산화성 식물담색에 대한 결과에 의하면 식물자원이 20%미만의 활성을 보 고한 바와 유사한 결과(30)를 보여주고 있다.

Superoxide anion dismutase(SOD) 유사활성 측정

생체 내 항산화 효소중의 하나인 superoxide dismutase는 세포내 활성산소를 과산화수소로 전환시켜주는 반응을 촉매 하는 효소이다. 생체내 존재하는 산화환원 효소중의 하나인 SOD에 의해 생체 내에서 생성된 과산화수소(H₂O₂)는 catalase나 peroxidase에 의해 물과 산소로 쉽게 전환시키는 중요한 효소중이 하나이다. 이러한 SOD와 똑같은지 않지만 유사활성 측정 방법으로 superoxide anion의 활성을 억제시키는 물질 즉 SOD 유사활성이 널리 사용되고 있다. 구기엽의 조리방법을 달리한 저장기간에 따른 SOD 유사활성을 측정한 결과 Fig. 3과 같다. SOD 유사활성은 모든 시료에서 85% 이상의 높은 활성이 측정되었으나, 위의 실험 결과와 마찬가지로 저장기간이 경과함에 따라 SOD 유사활성도가 감소하는 경향을 보였다. NaCl 0%군에서 다른 시료에 비해 1일째 98.63%, 15일째 95.03%로 유의적으로 가장 높은 활성을 보였다. Kang 등(22)은 보리잎차와 녹차를 90°C 침출 온도로 3분간 침출시킨 침출액의 SOD 유사활성 결과 보리잎차와 ascorbic acid 150 ppm은 12.75%의 SOD 유사활성을 보인 반면, 녹차는 상대적으로 가장 낮은 값인 8.33%를 띠었으며 보리잎차는 12.99%로 가장 높은 SOD 유사활성을 보였다. 일반적으로 SOD는 70°C 이상 가열 시 불활성화되므로 시료의 침출 조건인 90°C에서는 SOD에 의한 효소적 반응 기작이 작용하지 않았으리라 추정된다. 위 결과와 비교하여 볼 때 구기엽 추출물의 SOD 유사활성이 높은 경향을 나타내었고, 구기엽 추출물은 superoxide anion 제거능이 높은 물

Table 1. Changes in vitamin C during storage periods of *Lycii folium* prepared by recipe treatment (%)

	1 day	15 day
Control	2.03 ± 0.007 ^a	1.26 ± 0.013 ^b
Dry	1.98 ± 0.021 ^b	1.70 ± 0.008 ^a
NaCl 0%	1.21 ± 0.008 ^d	1.01 ± 0.016 ^d
NaCl 1%	1.26 ± 0.004 ^c	1.03 ± 0.006 ^{cd}
NaCl 3%	1.26 ± 0.021 ^c	1.05 ± 0.005 ^c
NaCl 5%	1.25 ± 0.014 ^c	0.90 ± 0.006 ^e

Values with different alphabets are significantly different among the groups by duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

질을 함유하고 있음을 예상할 수 있다.

조리방법을 달리한 저장기간에 따른 비타민 C 함량

조리방법을 달리한 저장기간에 따른 비타민 C의 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 생리활성과 마찬가지로 비타민 C도 저장기간이 경과함에 따라서 감소하는 경향을 나타내었다. Control이 비타민 C 함량이 가장 높았으나, 저장기간이 경과하면서 모든 구기엽의 비타민 C 함량이 감소하였다. 월계수 잎과 올리브 잎의 비타민 C를 분석한 결과 월계수 잎은 13.86 mg/100 g, 올리브 잎은 36.64 mg/100 g으로 나타났고(31), 보리잎차와 녹차의 경우는 침출 온도가 높을수록 비타민 C의 함량이 보리잎차는 2.515%, 녹차 2.683%로 3분 침출시에 비타민 C 용출에 효과적임을 알 수 있었다(22). 1일째에는 Control에서 다른 시료군에 비해 유의적으로 높은 비타민 C 함량이 측정되었으며, NaCl 1, 3, 5%군에서는 비교적 낮은 함량을 나타냈다. 1일째 비타민 C 함량이 가장 높게 측정되었던 Control에서는 15일 경과 후 비교적 높은 감소량을 보였고, Dry 처리한 시료에서 가장 높은 값이 측정되었으며 저장기간에 따른 감소량 또한 다른 시료에 비해 적었다. 이 결과 생리활성 결과와 유사하게 Dry 처리한 것에서 저장기간에 따른 비타민 C의 함량이 가장 높았으며, Dry 처리 후 구기엽을 보관하는 것이 비타민 C 성분에 미치는 영향이 적을 것이라 사료된다.

요 약

본 연구는 구기엽(*Lycii folium*)의 조리방법을 달리한 저장기간에 따라 가공적성 및 구기엽의 생리활성, 유효성분 변화를 분석하기 위해서 구기엽 추출물을 제조하였다. 이 추출물들의 비타민 C 함량, 총 페놀화합물, 전자공여능 및 SOD 유사활성을 측정하였다. 조리방법을 달리한 저장기간에 따른 구기엽의 활성도는 총 페놀화합물 함량은 15일 경과 후 NaCl 0%에서 1.34 mg/mL로 유의적으로 높은 함량을 나타냈으나, 1일째 높은 페놀함량을 보였던 Dry군에서는 Control, NaCl 0%군에 비해 낮게 측정되었다. SOD 유사활성은 모든 시료에서 85% 이상의 높은 활성이 측정되었으나, 총 페놀화합물과 마찬가지로 NaCl 0%에서 95.03%로 15일의 저장기간이 경과한 후에도 가장 높은 활성을 나타내었고,

전자공여능에서는 1일째 Dry 처리한 것이 전자공여능이 65.48%로 가장 높았고, 저장기간이 경과한 후에도 26.98%로 가장 높은 전자공여능을 보였다. NaCl 0%, NaCl 1%는 Control에 비해 10% 이상 높은 활성을 보였으나, 15일 경과 후에는 그 활성이 Control보다 낮게 측정되어, 시료를 건조하여 보관하였을 때 활성 감소가 다른 처리를 했을 때보다 적을 것이라 사료된다. 비타민 C 함량에서도 15일의 저장기간이 경과한 후 Dry 처리한 시료에서 1.70%로 가장 높은 값이 측정되었으며 저장기간에 따른 감소량 또한 다른 시료에 비해 적었다. 위 실험 결과 구기엽의 가공적성에 적합한 처리방법은 Dry, NaCl 0% 처리한 후 보관하는 것이 생리활성도와 유효성분 함량을 유지하는데 좋은 방법이라 사료된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청 충남 구기자 특화 사업단의 지원에 의해서 이루어진 결과의 일부이며 이에 감사드립니다.

문헌

- You SY. 1988. *Medicinal plant culture*. Ohsung Press Co., Seoul. p 244-253.
- Lee BC, Park JS, Kwak TS, Moon CS. 1998. Variation of chemical properties in collected boxthorn varieties. *Korean J Breed* 30: 267-272.
- Mellor JD. 1978. *Fundamentals of freeze drying*. Academic Press, London, England. p 244-250.
- Barak AJ, Beckenhauer HC, Badkhsh S, Tuma DJ. 1997. The effect of betaine in reversing alcoholic steatosis. *Alcohol Clin Exp Res* 21: 1100-1102.
- Lee JC, Lee BC, Park OC, Kim SD, Cho LS, Back SW, Lee BH. 2003. *Lycium chinensis* Miller. Chungnam A.T.A. Chungyang Aoxthorn Experimental Station. p 19-21.
- Bae HC, Cho IS, Nam MS. 2005. Effects of the biological function of yogurt added with *Lycium chineese*/ Miller extract. *J Anim Sci Technol* 47: 1051-1058.
- Lee JC, Lee BC, Park OC, Kim SD, Cho LS, Back SW, Lee BH. 2003. *Lycium chinensis* Miller. Chungnam A.T.A. Chungyang Aoxthorn Experimental Station. p 113.
- Lee JC, Lee BC, Park OC, Kim SD, Cho LS, Back SW, Lee BH. 2003. *Lycium chinensis* Miller. Chungnam A.T.A. Chungyang Aoxthorn Experimental Station. p 113.
- Lim YS, Cha WJ, Lee SK, Lim YJ. 2003. Quality characteristics of wet noodle with *Lysii fructus* powder. *Korean J Food Sci Technol* 35: 77-83.
- Boushey CJ. 1995. A quantitative assesment of plasma homocystein as a risk factor for vascular disease. Probable benefits of increasing folic acid intakes. *JAMA* 274: 1049-1057.
- Kendler BS. 2006. Supplemental conditionally essential nutrients in cardiovascular disease therapy. *J Cardiovasc Nurs* 21: 9-16.
- Kim KO, Kim JM, Lee YC. 2003. Effects of convection oven dehydration conditions on the physicochemical and sensory properties of Ginkgo nut powder. *Korean J Food Sci Technol* 35: 393-398.
- Lee HG, Lee KS, Park KH, Lee SH, Choe EO. 2003. The quality properties of dried carrots as affected by blanching and drying methods during storang. *Korean J Food Sci Technol* 35: 1086-1092.
- Akyel C, Bosisio RG, Chahine R, Bose TK. 1983. Measurement of the complex permittivity of food products during microwave power heating cycles. *J Microwave Power* 18: 355-365.
- Lee BC. 1998. Physioecological characteristics and contents of components in boxthorn *Lycium chinense* Mill. *PhD Dissertation*. Sang Ji University. Korea.
- AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
- Kang MH, Park CG, Cha MS, Seong ES, Chung HK, Lee JB. 2001. Component characteristics of each extract prepared by different extract methods from by-products of glycyrrhizia uralensis. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 138-142.
- Tsuda T, Oshinori YF, Katsumi O, Yamamoto A, Kawakishi S, Osawa T. 1995. Antioxidative activity of tamarined extract prepared from the seed coat. *Nippon Shokuhin Kaishi* 42: 430-435.
- SAS. 2000. User's guide. SAS Institute, Cary, NC, USA.
- Kang MH, Choi CS, Kim JS, Chung HK, Min KS, Park CK, Park HW. 2002. Antioxidative activities of ethanol extract prepared from leaves, seed, branch and aerial part of *Crotalaria sessiflora* L. *Korean J Food Sci Technol* 34: 1098-1102.
- Kang MH, Naito M, Tshijihara N, Osawa T. 1998. Sesamol inhibits lipid peroxidation in rat liver and kidney. *J Nutr* 128: 1018-1022.
- Kang OJ, Jang JH, Choi HS, Cheong HS. 2007. A comparison of the antioxidant activity of barley leaf tea and green tea according to leaching conditions in distilled water. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 165-172.
- Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. 2005. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung Island. *Korean J Food Sci Technol* 37: 233-240.
- Ahn MS, Cho HS. 1999. Antioxidative effect of phenolic acids in defatted perilla flour on soybean oil. *Korean J Food Cookery Sci* 15: 55-61.
- Kim YC, Kim MY, Chung SK. 2002. Phenolic acid composition and antioxidative activity of chestnut endoderm. *Korean Soc Agric Chem Biotechnol* 45: 162-167.
- Ra KS, Suh HJ, Chung SH, Son JY. 1997. Antioxidant activity of solvent extract onion skin. *Korean J Food Sci Technol* 29: 595-600.
- Ames BN, Shigenaga MK, Hagen TM. 1993. Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging. *Proc Natl Acad Sci USA* 90: 7915-7922.
- Kang MJ, Shin SR, Kim KS. 2002. Antioxidative and free radical scavenging activity of water extract from dandelion *Taraxacum officinale*. *Korean J Food Preser* 9: 253-259.
- Lee YS. 2007. Physiological activities of hot water extract from *Ailanthus altissima*. *Korean J Food Preser* 14: 170-176.
- Kim YC, Chung SK. 2002. Relative oxygen radical species scavenging effects of Korean medicinal plant leaves. *Food Sci Biotechnol* 11: 407-411.
- Lee BY, Lee OH, Lee HB, Lee JS, Son JY, Rhee SK, Kim HD. 2005. Chemical properties of olive and bay leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 503-508.

(2007년 10월 5일 접수; 2007년 11월 20일 채택)