

밤의 품종에 따른 Gallic acid 함량 비교분석

전홍남¹, 박혜원², 김동현^{2*}

¹공주시 농업기술센터 축산과
²호서대학교 안전환경기술융합학과

Comparative Analysis of Gallic Acid Content by Chestnut Varieties

Hong Nam Jeon¹, Hye Won Park², Dong Hyun Kim^{2*}

¹Department of Livestock, Agricultural Technology Center, Gongju City, Korea

²Department of Safety and Environmental Technology Convergence, Hoseo University

요약 본 연구에서는 밤의 품종(대보, 옥광, 촉파, 삼조생)에 따른 Gallic acid 함량을 알아보았다. 밤나무 종류별로 알밤, 내피, 외피, 가지, 밤송이, 수꽃, 낙화수꽃의 추출물을 사용하여 HPLC로 정량분석하였다. Gallic acid의 동정은 표준품인 Gallic acid를 물에 녹여 100, 200, 250, 500ppm의 농도 범위에서 3회씩 분석하였고, 각 농도에서 피크면적 비로 직선성을 확인하였다. 실험 기간은 2018년 5월부터 2019년 7월까지 진행했으며 밤 품종과 부위별 Gallic acid 함량을 확인한 결과는 다음과 같다. 밤에서 Gallic acid 함량은 촉파가 0.0863%로 가장 높았고, 대보, 옥광, 삼조생 순이었다. 밤나무의 부위별 Gallic acid 평균 함량에서는 낙화 수꽃에서 1.2100%로 가장 높았으며, 밤나무 잎, 밤송이, 가지의 순이었다. 내피에서는 대보 품종이 0.7463%로 가장 높았고, 촉파, 옥광, 삼조생 순이었다. 외피에서는 삼조생 품종이 0.4918%로 가장 높았고, 촉파, 대보, 옥광 순이었다. 밤송이에서는 삼조생 품종이 1.3035%로 가장 높았고 대보, 촉파, 옥광 순이었다.

Abstract In this study, the gallic acid content of various varieties of chestnuts (Daebo, Okgwang, Chukpa, Samjosaeng) was investigated during the period between May 2018 to July 2019. A quantitative analysis was performed by HPLC using extracts of chestnut, inner skin, outer skin, branches, chestnut, male flower, and the male flower for each type of chestnut tree. Gallic acid was identified by dissolving standard gallic acid in water and analyzed three times in the concentration range of 100, 200, 250, and 500ppm. Linearity was confirmed by the peak area ratio at each concentration. Among the different chestnut varieties, the gallic acid content was highest at 0.0863% in Chukpa, followed by Daebo, Okgwang, and Samjosaeng. While comparing the average gallic acid content of each part of the chestnut tree, it was observed that the falling male flower had the highest content at 1.2100%, followed by chestnut leaves, chestnut pines, and branches. In a comparison of the inner skins, the Daebo variety had the highest gallic acid content at 0.7463% followed by Chukpa, Okgwang, and Samjosaeng. The outer skin of Samjosaeng had the highest content at 0.4918%, followed by Chukpa, Daebo, and Okgwang. The pines of the Samjosaeng chestnut had the highest content at 1.3035%, followed by Daebo, Chukpa, and Okgwang.

Keywords : Chestnut, Gallic acid, HPLC, Chestnut pines, Male flower

본 연구는 환경부 “화학물질 안전관리 전문인력 양성사업”의 지원을 받아 수행하였으며 이에 깊은 감사를 드립니다.

*Corresponding Author : Dong-Hyun Kim(Hoseo Univ.)

email: thomasdh@naver.com

Received November 11, 2020

Accepted December 4, 2020

Revised December 1, 2020

Published December 31, 2020

1. 서론

밤나무는 (*Castanea crenata Siebold & Zucc*) 쌍떡잎식물 참나무목 (Fagaceae) 참나무과의 낙엽교목으로 아시아, 유럽, 북아메리카, 북부아프리카 등지의 온대 지역에 13종이 있으며, 그 중 과실생산을 위해 일본밤/한국밤 (*Castanea crenata*) 등이 국내에서 재배되고 있다.[1] 국내 밤 생산량은 충남 1,802kg/ha 전남 1,186kg/ha, 경남 1,219kg/ha 등이다. 밤의 주성분은 수분 65.3%, 조단백질 6.6%, 조지방 0.9%, 조섬유 2.3%, 조회분 1.7% 내로 구성되어 있으며 밤의 탄닌 조성은 밤에 존재하는 Polyphenol 화합물 중에 Gallic acid가 가장 많은 것이라는 연구 결과가 있다[2]. 그 외 성분으로 밤의 과육(flesh)에는 caffeic acid, sinapic acid, salicylic acid, ρ -coumaric acid, 등이 함유되어 있다 [3]. 밤의 외피(껍질)에는 syringic acid, ellagic acid, protocatechuic acid 등의 phenolic acids가 다량 함유되어 있으며[4], 11.0~12.3%의 축합형 탄닌이 함유되어 있다[5]. 이 때 밤송이의 탄닌 함량은 12.3~15.3%이고 이중 가수분해형 탄닌이 3.2%, 축합형 탄닌이 2.2% 함유하고 있으며, 유효성분 중 gallic acid는 3.3~3.9%, ellagic acid는 2.8~3.0% 함유되어 있다[6]. Gallic acid는 많은 식물에 유리된 상태로 또는 갈로타닌 상태로 결합되어 있는 물질로 수용성이며 물에 잘 녹는 성질을 가지고 있다. Gallic acid와 그 유도체들은 다양한 암세포에서 항암활성을 나타내었다[7~9]. Gallic acid는 사람 전골수구백혈병(promyelocytidukemia)HL-60세포에서 apoptosi를 유도한다고 보고하였고[10], 사람 leukemia63(HK-63)세포에서 세포독성을 나타낸다고 보고하였으며[11], HOS-1세포에서도 잠재적인 세포독성을 나타낸다고 보고하였다[12]. 특히 밤과 도토리에는 탄닌 성분을 많이 함유하고 있는 것으로 알려졌는데 흰쥐에게 과육 및 내피의 수준을 달리한 사료를 급여했을 때 흰쥐의 체내 지방대사, 항산화능, 항혈전능에 미치는 영향과 같은 동물 실험 연구들이 다양하다[13]. 또한 민의 계수나무 가수분해형 탄닌의 생리활성 평가, 김의 옻나무 껍질에서 분리한 항산화물질의 성분 등의 연구들이 있다[14~15]. 하지만 식품과학 분야에서는 천연 생물자원으로부터 항산화력이 우수한 물질을 탐색하는 연구가 활발히 행해지고 있으며, 추출된 생리활성 소재를 기능성 식품에 첨가하는 식품개발에 대한 연구가 많은 관심을 받고 있지만 밤을 이용한 기능성식품 개발에 필요한 기능성분 추출에 대한 연구는 아직 미진하다. 현재 밤에

관한 연구로는 주로 저장, 가공식품 제조, 밤 껍질에 의한 중금속 흡착에 관한 연구[16], 밤 열매와 밤 내피, 외피 추출물의 항균 효과[17], 연구가 이루어졌으며, 최근에는 밤껍질과 밤송이로부터 항산화 활성, 밤 과육과 밤껍질의 항혈전 효과[18]의 가능성이 보고되었다. 밤과 밤나무의 기능성 식품으로 인정받을만한 자료가 없는 실정이기 때문에 밤의 다양한 활용을 위해서는 기능 성분 추출에 대한 다방면의 연구가 필요한 실정이다. 이에 연구를 시작하게 되었다. 따라서 밤의 다양한 활용을 위해서는 기능 성분 추출에 대한 다양한 연구가 필요한 실정이다.

이에 본 연구에서는 밤의 품종과 부위별Gallic acid의 함량을 알아보기 위해 밤(옥광, 삼조생, 축파, 대보)을 사용하여 밤 부위별로 Gallic acid의 함량을 HPLC로 분석하였다. 이러한 밤의 품종과 부위별 Gallic acid 성분 분석으로 밤의 기능성 식품과 사료 등의 재료로서의 연구 자료로 사용하고자 한다.

2. 재료 및 방법

2.1 품종별 밤 추출물 제조

본 실험에서 사용된 밤 품종은 국내에서 소비되는 품종으로서 대보, 축파, 옥광, 삼조생 품종을 이용하여 부위별로 각각 분리한 뒤 시료 1에 주정(31.7%) 3의 중량비로 추출하여 그 추출물을 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 실험재료

본 실험에서 사용된 밤은 2018년 5월부터 2019년 7월까지 공주시 인근에 재배되고 있는 농가에서 제공받아 사용하였다. 실험에 사용된 밤 품종은 국내에서 소비되는 품종으로서 대보(Daebo), 축파(Chugpa), 옥광(Oggwang), 삼조생(Samjosaeng)품종을 이용하여, 냉장보관(4℃)하였으며 알밤, 외피, 밤송이, 내피, 잎, 수꽃, 낙화 수꽃, 가지로 부위를 분리하여 실험을 진행하였다.

2.2.2 HPLC에 의한 정량

각각의 추출물을 0.45 μ m membrane filter로 여과하여 이를 HPLC 분석시료로 사용하였다. 사용한 HPLC는 Agilent사의 1260Infinity G1311C 1260 Quat Pump VL, 1260Infinity IIG7129A 1260 vial sampler, 1260Infinity G7129A 1260DAD VL을 사용

하였으며, UV 254, 280nm 파장에서 측정하였다. HPLC 분석조건은 Table 1과 같다. Gallic acid의 동정은 표준품인 Gallic acid를 물에 녹여 100, 200, 250, 500ppm의 농도범위에서 3회씩 분석하였고, 각 농도에서 피크면적비로 직선성을 확인하였다. 직선범위는 LOQ 10배 범위까지 설정하여 상관계수(R^2) 0.95 이상의 직선성을 나타내었다. 정확성은 직선성 범위 내의 최저정량한계(저), 중, 고농도에서 3번 반복시행하여 그 평균값을 확인하였고, 그 결과, 최저 정량한계에서 이론값의 $\pm 20\%$ 이내 나머지는 $\pm 15\%$ 이내임을 확인하였다. 정밀성은 직선성 범위 내의 최저정량한계(저), 중, 고농도에서 3번 반복시행하여 변동계수를 확인하였고, 그 결과, 최저 정량한계에서 이론값의 $\pm 20\%$ 이내 나머지는 $\pm 15\%$ 이내임을 확인하였다. 검출한계(limit of detection, LOD)는 신호 대 잡음(signal of noise) 비율 $S/N > 3$ 을 기준으로 설정하였다. Noise level은 바탕 피크가 나타나는 경우에 해당하는 피크의 높이로 하였다. 정량한계(limit of quantitation, LOQ)는 신호 대 잡음(signal of noise) 비율 $S/N > 10$ 을 기준으로 설정하였다. Noise level은 바탕 피크가 나타나는 경우에 해당하는 피크의 높이로 하였다. 분석에 사용되는 인산, Methanol, water는 HPLC grade로 DAEJUNG 제품을 사용하였고, Gallic acid는 Sigma-Aldrich(St. Louis, Mo, USA)에서 구입하였다.

Table 1. HPLC conditions for quantitative analysis of Gallic acid

Item	Operating condition
HPLC system	1260Infinity G1311C 1260 Quat Pump VL, 1260Infinity IIG7129A 1260 vial sampler, 1260Infinity G7129A 1260DAD VL
Solvent	Sol. A: 0.05% H_3PO_4 in H_2O Sol. B: 100% MeOH
Detector	UV 254 & 280 nm
Flow rate	1 mL/min

3. 결과 및 고찰

3.1 Gallic acid 분석 결과

각 밤 추출물들의 Gallic acid를 측정된 결과는 다음과 같다.(표 2 ~ 9)

전체적으로 살펴보면 Gallic acid 함량이 대보의 수꽃이 2.2227%로 가장 많은 함량을 보였고, 그 다음으로 삼조생의 낙화수꽃, 대보의 낙화수꽃 순으로 Gallic acid 함량을 보였다.

밤나무의 부위별 Gallic acid 평균 함량에서는 낙화수꽃에서 $1.2100 \pm 0.1955\%$ 로 가장 높았으며, 밤나무 잎 $1.1125 \pm 0.1756\%$, 밤송이 $0.8988 \pm 0.1349\%$, 내피 $0.5133 \pm 0.1134\%$ 의 순이었다.

3.2 부위별 밤 추출물의 Gallic acid 함량

밤 부위별 Gallic acid 함량을 확인한 결과 알밤에서는 측파 품종이 $0.0863 \pm 0.0076\%$ 로 가장 높았고, 대보 $0.0524 \pm 0.0028\%$, 옥광 $0.0601 \pm 0.0042\%$, 삼조생 $0.0560 \pm 0.0048\%$ 순이었다. 내피에서는 대보 품종이 $0.7463 \pm 0.2621\%$ 로 가장 높았고 측파 $0.6476 \pm 0.1547\%$, 옥광 $0.4838 \pm 0.0255\%$, 삼조생 $0.1755 \pm 0.0114\%$ 순이었다. 외피에서는 삼조생 품종이 $0.4918 \pm 0.2211\%$ 로 가장 높았고, 측파 $0.3203 \pm 0.0093\%$, 대보 $0.1741 \pm 0.0101\%$, 옥광 $0.0906 \pm 0.0147\%$ 순이었다. 밤송이에서는 삼조생 품종이 $1.3035 \pm 0.3008\%$ 로 가장 높았고 대보 $1.0746 \pm 0.1536\%$, 측파 $0.6198 \pm 0.0276\%$, 옥광 $0.5975 \pm 0.0576\%$ 순이었다. (표 2)

Table 2. Gallic acid content by part and variety of chestnut [Unit: %]

Area	Variety	Gallic acid content (Mean \pm S.D.)
Chestnut	Daebo	0.0524 ± 0.0028
	Chugpa	0.0863 ± 0.0076
	Oggwang	0.0601 ± 0.0042
	Samjosaeng	0.0560 ± 0.0048
	Total	0.0637 ± 0.0048
Inner shell	Daebo	0.7463 ± 0.2621
	Chugpa	0.6476 ± 0.1547
	Oggwang	0.4838 ± 0.0255
	Samjosaeng	0.1755 ± 0.0114
	Total	0.5133 ± 0.1134
Shell	Daebo	0.1741 ± 0.0101
	Chugpa	0.3203 ± 0.0093
	Oggwang	0.0906 ± 0.0147
	Samjosaeng	0.4918 ± 0.2211
	Total	0.2692 ± 0.0638
Chestnut bur	Daebo	1.0746 ± 0.1536
	Chugpa	0.6198 ± 0.0276
	Oggwang	0.5975 ± 0.0576
	Samjosaeng	1.3035 ± 0.3008
	Total	0.8988 ± 0.1349

Table 3. Gallic acid content by male flower, leaf, fallen male flower [Unit: %]

Area	Variety	Gallic acid content (Mean ± S.D.)
Male flower	Daebo	2.2227 ± 0.1435
	Chugpa	0.4040 ± 0.0182
	Oggwang	0.9477 ± 0.2296
	Samjosaeng	0.8756 ± 0.3113
	Total	0.5478 ± 0.0116
Leaf	Daebo	0.4783 ± 0.0131
	Chugpa	0.4446 ± 0.0115
	Oggwang	0.6620 ± 0.0073
	Samjosaeng	0.6066 ± 0.0144
	Total	1.1125 ± 0.1756
Falling male flower	Daebo	1.6818 ± 0.2343
	Chugpa	0.5159 ± 0.0156
	Oggwang	0.9477 ± 0.2296
	Samjosaeng	1.6948 ± 0.3027
	Total	1.2100 ± 0.1955

수꽃에서는 대보 품종이 $2.2227 \pm 0.1435\%$ 로 가장 높았고 옥광 $0.9477 \pm 0.2296\%$, 삼조생 $0.8756 \pm 0.3113\%$, 촉파 $0.4040 \pm 0.0182\%$ 순이었다. 잎에서는 옥광 품종이 $0.6620 \pm 0.0073\%$ 로 가장 높았고 삼조생 $0.6066 \pm 0.0144\%$, 대보 $0.4783 \pm 0.0131\%$, 촉파 $0.4446 \pm 0.0115\%$ 순이었다.

낙화수꽃에서는 삼조생 품종이 $1.6948 \pm 0.3027\%$ 로 가장 높았고 대보 $1.6818 \pm 0.2343\%$, 옥광 $0.9477 \pm 0.2296\%$, 촉파 $0.5159 \pm 0.0156\%$ 순이었다. (표 3)

가지에서는 삼조생 품종이 $0.6048 \pm 0.3555\%$ 로 가장 높았고 대보 $0.5553 \pm 0.0378\%$, 옥광 $0.5373 \pm 0.0319\%$, 촉파 $0.5198 \pm 0.5799\%$ 순이었다. (표 4)

Table 4. Gallic acid content by branch [Unit: %]

Area	Variety	Gallic acid content (Mean ± S.D.)
Branch	Daebo	0.5553 ± 0.0378
	Chugpa	0.5198 ± 0.5799
	Oggwang	0.5373 ± 0.0319
Total	Samjosaeng	0.6048 ± 0.3555
	Total	0.5543 ± 0.2513

전체 평균을 보면 낙화수꽃이 가장 높은 Gallic acid 함량을 가지고 있는 것을 알 수 있었고, 다음으로 잎, 밤송이, 가지, 수꽃, 내피, 외피, 알밤의 순이었다. (그림 1)

본 연구는 밤과 밤나무의 Gallic acid의 함량을 알아 보기 위해 진행되었다. 실험을 진행하기 전 밤의 외피와 내피 중 어떤 부분에 더 많은 Gallic acid가 함유되어 있는지, 밤나무의 종류별로 확인했을 때 어떤 종류에서 더 많은 Gallic acid가 함유되어 있는지 본질적인 궁금증을

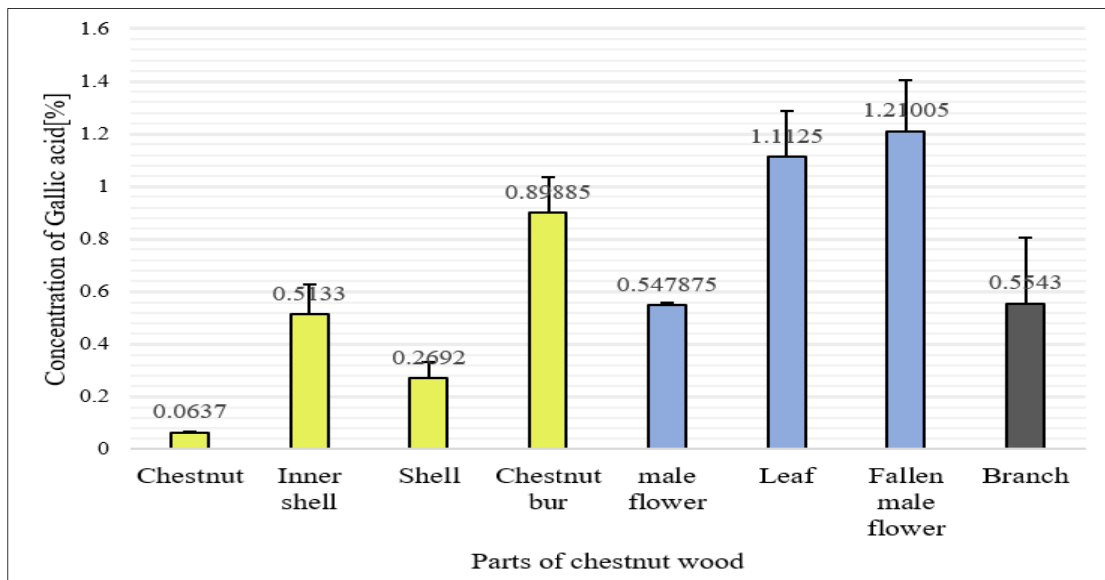


Fig. 1. Total Gallic acid concentrations in parts of chestnut wood

결과를 확인하고 알 수 있었다. 이(2008)등은 Gallic acid의 경우 밤의 내피 부분과 과육 등에 모두 함유되어 있으며, 밤의 모든 품종이 과육 내 함유량에 비해 내피가 함유하고 있는 양이 더 많았다는 결과는 본 연구와 일치하는 내용을 보였다[19].

밤의 내피(속껍질)가 외피(겉껍질)보다 대부분 Gallic acid 함량이 높았으며, 조사된 모든 품종이 과육에 비해 내피(속껍질)에서 Gallic acid 함량이 더 높았다. 이는 이(2008)등의 연구와 일치하는 결과를 보였다. Kwon 등은 밤 내피의 용매분획별 항산화물질을 GC로 분석하여 Gallic acid를 확인하였다. 이러한 결과는 본 실험에서 사용한 국내산 주요 4품종 밤의 내피와 외피, 과육 등에서 Gallic acid가 검출되었다는 것과 일치하는 결과를 보였다[20]. 밤나무 부위별 Gallic acid 함량에 대한 연구는 대부분 내피와 과육 등에 국한되었으나 본 연구에서 품종별, 부위별로 구분하여 실험을 진행한 결과 대보 품종의 수꽃이 가장 많은 Gallic acid를 함유하고 있는 것으로 분석되었다. 실험 시작 전에 예상했던 결과로는 밤의 과육이 가장 많은 Gallic acid를 함유할 것이라고 예측하였는데 결과를 보니 낙화수꽃, 밤나무 잎, 밤송이 순으로 많은 Gallic acid를 함유한다는 사실을 새롭게 알게 되었다. 이를 바탕으로 앞으로 밤나무의 낙화수꽃이나 잎을 이용해 항염증, 항산화에 도움을 주는 Gallic acid를 추출하여 여러 연구를 진행할 것이고 이러한 밤의 품종과 부위별 Gallic acid 성분은 향후 밤의 기능성 사료와 식품 및 제약 등의 재료로서 의미 있는 연구 자료로 향후 지속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다.

4. 결론

밤과 밤나무의 Gallic acid 함유량을 알아보기 위해 밤의 품종과(대보, 옥광, 촉파, 삼조생), 밤나무 부위(가지, 꽃, 잎, 뿌리, 밤송이, 알밤)에 대하여 Gallic acid 함량을 분석한 결과는 다음과 같다. 밤 품종과 부위별 Gallic acid 함량을 확인한 결과 알밤에서는 촉파 품종이 $0.0863 \pm 0.0076\%$ 로 가장 높았고, 대보 $0.0524 \pm 0.0028\%$, 옥광 $0.0601 \pm 0.0042\%$, 삼조생 $0.0560 \pm 0.0048\%$ 순이었다. 밤나무의 부위별 Gallic acid 평균 함량에서는 낙화 수꽃에서 $1.2100 \pm 0.1955\%$ 로 가장 높았으며, 밤나무 잎 $1.1125 \pm 0.1756\%$, 밤송이 $0.8988 \pm 0.1349\%$, 가지 $0.5543 \pm 0.2513\%$ 순이었다. 내피에서는 대보 품종이 $0.7463 \pm 0.2621\%$ 로 가장 높았고 촉파 $0.6476 \pm 0.1547\%$,

옥광 $0.4838 \pm 0.0255\%$, 삼조생 $0.1755 \pm 0.0114\%$ 순이었다. 외피에서는 삼조생 품종이 $0.4918 \pm 0.2211\%$ 로 가장 높았고, 촉파 $0.3203 \pm 0.0093\%$, 대보 $0.1741 \pm 0.0101\%$, 옥광 $0.0906 \pm 0.0147\%$ 순이었다. 밤송이에서는 삼조생 품종이 $1.3035 \pm 0.3008\%$ 로 가장 높았고 대보 $1.0746 \pm 0.1536\%$, 촉파 $0.6198 \pm 0.0276\%$, 옥광 $0.5975 \pm 0.0576\%$ 순이었다. 수꽃에서는 대보 품종이 $2.2227 \pm 0.1435\%$ 로 가장 높았고 옥광 $0.9477 \pm 0.2296\%$, 삼조생 $0.8756 \pm 0.3113\%$, 촉파 $0.4040 \pm 0.0182\%$ 순이었다. 잎에서는 옥광 품종이 $0.6620 \pm 0.0073\%$ 로 가장 높았고 삼조생 $0.6066 \pm 0.0144\%$, 대보 $0.4783 \pm 0.0131\%$, 촉파 $0.4446 \pm 0.0115\%$ 순이었다. 가지에서는 삼조생 품종이 $0.6048 \pm 0.3555\%$ 로 가장 높았고 대보 $0.5553 \pm 0.0378\%$, 옥광 $0.5373 \pm 0.0319\%$, 촉파 $0.5198 \pm 0.5799\%$ 순이었다. 지금까지 국내에서 밤의 기능성분 추출에 대한 연구가 미진하였으나, 본 연구를 통하여 밤의 부위별, 종류별의 Gallic acid 함량을 비교할 수 있는 사실을 확인할 수 있었다. 본 연구는 항염증, 항산화에 효과가 있는 Gallic acid의 밤과 밤나무 속 함량에 관한 구체적인 자료로 향후 밤을 기능성 소재로 사용될 때 필요한 연구자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다. 이러한 밤나무의 품종과 부위별 Gallic acid 성분은 밤나무의 기능성 사료와 식품 및 제약 등의 재료로서 사용이 가능할 것으로 기대된다.

References

- [1] Eun Ho Lee, Shin Hyub Hong, and Young Je Cho, "Biological Activities of Extracts from Okkwang(*Castanea crenata*) Chestnut Bur", Korean Journal of Food Science and Nutrition. 2017. DOI : <https://doi.org/10.3746/jkfn.2017.46.5.572>
- [2] Jun DH. 2015. The study on verification of protection mechanisms of skin aging caused by UVB and major compounds purification from fermentation by *Lactobacillus casei* in chestnut (*Castanea crenata*) bur. PhD Dissertation. Daegu Haany University, Daegu, Korea. p 1-9.
- [3] Yoon KY, Moon KD, Sohn TH. 1991. Polyphenol compounds and biochemical characteristics of polyphenol oxidase in Chinese chestnut. *Agric Res Bull Kyungpook Natl Univ* 9: 51-59.
- [4] Jeong CH, Hur JY, Shim KH. 2002. Chemical components, antioxidative and antimicrobial activities of chestnut (*Castanea crenata*) leaves. *Korean J Food Preserv* 9: 234-239.

- [5] Cho YJ, Chun SS, Choi C. 1993. Inhibitory effect of condensed tannins isolated from Korean green tea against xanthine oxidase. *J Korean Soc Food Nutr* 22: 418-422.
- [6] Kim JK, Kong YT, Jo JM. 1987. Studies on the utilization of chestnut bur (1). *Wood Sci & Tech* 15: 59-63..
- [7] Serrano A.Palcios C.Roy G.Cespon C.Vilar ML.Nocito M.Gonzalz-Porque P. Derivatives of gallic acid induce apoptsi in tumoralcelllinesand inhibtlymphocyteproliferation.Arch.Biochem.1998;35 0:49-54.
DOI : <https://doi.org/10.1006/abbi.1997.0474>
- [8] YoshikaK, Katoka, HayashiT, HasegawaM, IhiY, HibasamiH. Induction of apoptsi by gallicacid in human stomachcancerKATO llandcolnadenocarciomaCOLO 205celllines. *Oncol.Rep.*2000;7:1221-1223.
DOI : <https://doi.org/10.3892/or.7.6.1221>
- [9] SalucciM, Stval IA, MainiG, BugianesiR, VanniiV. Flavonoids uptake and theirfecton cellcycle of human coln adenocarcioma cels(Caco2. *Br.J.Cancer.*2002;86:1645-1651.
DOI: <https://doi.org/10.1038/si/bic/6600295>
- [10] Farnesol and Geranylgeraniol Induce Actin Cytoskeleton Disorganization and Apoptosis in A549 Lung Adenocarcinoma Cells. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 1996;225:869-876.
DOI : <https://doi.org/10.1006/bbrc.1996.1265>
- [11] IshiaraM.SakagamiH. Application of semiempirical method to estimate the cytotoxic activity of gallic acid and its related compounds. *Anticancer Res.*2003;23:2549-2552.
- [12] SalemA,HusheemM,HarkonenP,PihlajaK. Inhibition of cancer cell growth by crude extract and the phenolics of Terminalia chebula retz. fruit. *J.Ethnopharmacol.*2002;81:327-336.
DOI : [https://doi.org/10.1016/S0378-8741\(02\)00099-5](https://doi.org/10.1016/S0378-8741(02)00099-5)
- [13] Geun Jeong Yug, "Effect of Powders of Chestnut and Acorn on Lipid metabolism, Antioxidative Capacity and Antithrombotic Capacity in rats", Ewha Womans University Graduate School. 2001.
- [14] Hee Jeong Min, Min Sung Lee, Youg Kyoon Kim, Young Soo Bae.Evaluation of Biological Activity on The Hydrolyzable Tannins of Katsura Tree. *J.Korean Wood Sci. Technol.* 2017,45(3): 250-257
DOI : <https://doi.org/10.5658/WOOD.2017.45.3.250>
- [15] Jung Bae Kim . Identification of Antioxidative Co mponent from Stem Bark of Rhus verniciflua. *Korean J. Food&Nutr.* 2003. Vol. 16. No.1, 60-65
- [16] Shin SE, Cha WS, Seo JJ, Kim JS. 1999. A study on the adsorption of heavy metals by chestnut shell. *Korean J BiotechnolBioeng* 14: 141-145.
- [17] Cha BC, Lee HW, Choi MY. 1998. Antioxidative and antimicrobial effects of nut species. *Kor J Phamacogn* 29: 28-34.
- [18] Yook GJ, Lee HJ, Kim MK. 2002. Effect of chestnut and acone on lipid metabolism, antioxidative capacity and antithrombotic capacity in rats. *J Nutr* 35: 171-182.
- [19] Hyeon-Ju Lee, Mi Ja Chung, Jae Youl Cho, Seung-Shi Ham, and Myeon Choe, Antioxidative and Macrophage Phagocytic Activities and Functional Component, Analyses of Selected Korean Chestnut (Castanea crenata S. et Z.) Cultivars J Korean Soc Food Sci Nut 37(9), 1095 ~ 1100, 2008.
DOI : <https://doi.org/10.3746/jkfn.2008.37.9.1095>
- [20] J. Y. Kim et al., "Comparison of Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity on Chestnut, Chestnut Shell and Leaves of Castanea crenata Extracts," Korean Journal of Medicinal Crop Science, vol. 22, no. 1, pp. 8-16, Feb. 2014.
DOI : <https://doi.org/10.7783/KJMCS.2014.22.1.8>

전 흥 남(Hong-Nam Jeon)

[정회원]



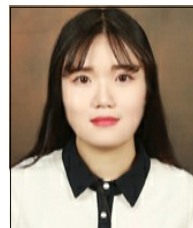
- 1990년 2월 : 충남대학교 축산학과(농학사)
- 1997년 2월 : 충남대학교 축산학과(농학석사)
- 2020년 2월 : 호서대학교 식품생명공학과(이학박사)

<관심분야>

환경독성, 축산, 기능성 사료

박 혜 원(Hye-Won Park)

[준회원]



- 2019년 2월 : 선문대학교 BT융합 제약공학과 졸업 (공학사)
- 2020년 8월 ~ 현재 : 호서대학교 안전환경기술융합학과 대학원생

<관심분야>

일반독성, 환경독성

김 동 현(Dong-Hyun Kim)

[종신회원]



- 1990년 2월 : 충남대학교 생물학과(학사)
- 1992년 8월 : 충남대학교 보건대학원 (환경보건학 석사)
- 2004년 8월 ~ 현재 : 호서대학교 대학원 (공학박사)

〈관심분야〉

환경독성, 환경위해성평가, GLP SDS