

건조 다래순의 조리 중 라디칼 소거 활성과 알파글루코시데이스 억제 활성의 변화

김정하 · 최은옥*
인하대학교 식품영양학과

Changes in Radical Scavenging Activity and α -Glucosidase Inhibitory Activity of Dried *Daraesoon* (Shoot of Hardy Kiwi, *Actinidia arguta*) during Cooking

Jeongha Kim and Eunok Choe*
Department Food and Nutrition, Inha University

Abstract This study evaluated the *in vitro* radical scavenging and α -glucosidase inhibitory activities of dried *daraesoon* (shoot of hardy kiwi) during cooking involving rehydration and subsequent heating at 180°C with or without perilla oil. Pigments and antioxidants were quantified by HPLC and spectrophotometry. Unlike the tocopherol content, the polyphenol, flavonoid, chlorophyll, and carotenoid contents as well as the DPPH radical scavenging and α -glucosidase inhibitory activities of *daraesoon* extract were significantly decreased by rehydration ($p < 0.05$). Heating the rehydrated *daraesoon* for 10 or 20 min increased its radical scavenging activity irrespective of perilla oil addition, whereas the α -glucosidase inhibitory activity increased significantly only after heating with perilla oil ($p < 0.05$). During cooking, changes in both activities showed a similar pattern to that showed by polyphenol content changes. These results suggest that the health functionality of *daraesoon* can be enhanced by an appropriate cooking process that retains polyphenols.

Keywords: DPPH radical scavenging activity, α -glucosidase inhibitory activity, *daraesoon* (shoot of hardy kiwi), cooking, antioxidant

서 론

산채는 논밭에서 재배되는 농작물이 아닌 자연 그대로 산에서 자라는 식물 중 식용할 수 있는 식물로, 기호성이 좋고 식품으로서 가치가 높은 산채는 약 90여종이다(1). 산채는 독특한 맛과 향은 물론 수용 식품섬유가 풍부하고 각종 비타민, 무기질, 기능성 물질들이 풍부한 저칼로리 식품이다(2). 산채는 폴리페놀 화합물과 플라보노이드 등의 산화 방지 화합물, 클로로필과 카로테노이드 등의 색소를 함유하는데 이들 화합물은 활성산소 소거 활성, 항암성, 항돌연변이성이 있는 것으로 보고되었다(3-5). 이들 화합물들은 조리 과정 중 분해되는데 클로로필은 가열 조리 중 에피머화에 의해 페오피틴, 클로로필라이드 등 여러 유도체를 생성하고(6), 베타카로텐은 조리과정 중 트랜스 형태에서 시스 이성질체로 전환되어 프로바이타민 A의 생리활성을 상실한다(7,8).

신선한 산채는 수분 함량이 높고 생산시기가 한정되어 있으므로 저장성이 낮으며 가용시기가 제한된다. 또한 산채의 신선도를

연장하기 위하여는 냉장 상태로 유통해야 하므로 가격을 상승시키는 요인이 되기 때문에 대개의 경우 신선한 산채보다는 신선한 산채를 끓는 물에 데쳐낸 후 건조시킨 묵나물로 저장, 유통하고 조리할 때 재수화시킨다. 다래(*Actinidia arguta*)는 주로 산지에서 자라며 다래의 잎은 식도암, 황달, 설사, 외상에 의한 출혈 치료 등에 쓰여왔다(4). 다래의 어린순은 채취해서 끓는 물에 데쳐낸 후 건조해 묵나물 형태로 저장하여 식품 자원으로 이용하여 왔으나, 다래순에 대한 연구는 생약 성분과 관련된 것(9,10)이 대부분이었으며, 식품 성분에 대한 연구는 최근 다래순이 건물 기준으로 지방질 2.26%, 단백질 26.42%, 무기질 7.10%, 식품섬유 36.26%로 구성되어 있다는 연구(2) 등이 있다. 또한 건강기능성으로는 제 2형 당뇨 동물 모델에서 다래순의 혈당 강하 작용(11)과 다래순 묵나물의 높은 라디칼 소거 활성과 알파글루코시데이스 억제 활성(2)이 보고되었다. 그러나 음식으로서의 다래순 나물은 묵나물을 다시 수화시켜 가열 조리하는 과정이 필요하므로 이 과정 중 산화방지제 등 유용 성분의 함량 변화와 함께 라디칼 소거활성 등 기능성이 변화될 것으로 예측된다. 이에 본 연구는 다래순 나물을 위한 다래순 묵나물의 재수화와 가열 조리 과정 중 라디칼 소거활성과 알파글루코시데이스 억제 활성을 평가하여 산화방지제와 혈당 강하 작용에 대한 다래순의 잠재력을 평가하고 산화방지 활성을 나타내는 산화방지제와 색소를 함께 분석함으로써 다래순 나물의 우수한 건강기능성을 식품과학적 측면에서 입증하고자 하였다.

*Corresponding author: Eunok Choe, Department of Food and Nutrition, Inha University, Incheon 22212, Korea
Tel: +82-32-860-8125
E-mail: eochoe@inha.ac.kr
Received April 13, 2016; revised May 24, 2016;
accepted May 30, 2016

재료 및 방법

실험재료 및 시약

다래순은 강원도 양양군에서 수확하여 자연건조한 묵나물 형태로 배다니식품(Yangyang, Korea)에서, 들기름은 (주)우리농촌살리네트웍(Seoul, Korea)에서 구입하였다. 질산알루미늄, 아세트산포타슘, 퀘세틴(querctetin), 디메틸설폭사이드(dimethylsulfoxide, DMSO), 알파글루코시데이스(from *Saccharomyces cerevisiae*; 4.5 U/mg), 소혈청알부민(bovine serum albumin, BSA), 4-nitrophenyl- α -D-glucopyranoside (pNPG), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), 폴린-시오칼토 페놀(Folin-Ciocalteu phenol)시약, 카페산(caffeic acid), 클로로필 *a*, 클로로필 *b*, 루테인, 베타카로텐, 알파-, 감마-, 델타-토코페롤은 Sigma-Aldrich사(St. Louis, MO, USA)의 제품이였다. HPLC 용 *n*-헥세인, 아세톤, 메탄올, 물, 아이소프로판올은 J.T. Baker사(Phillipsburg, NJ, USA)의 제품이였고, HPLC 용 에틸아세테이트, 에탄올, 톨루엔, 다이클로로메테인, 아세톤, 에탄올, 제1인산포타슘, 제2인산포타슘, 제2인산소듐은 대정화금사(Shihung, Korea), 아자이드화소듐, 시트르산은 Shinyo Pure Chemical 사(Osaka, Japan)에서 구입하였다.

시료의 준비

다래순 묵나물의 조리 전처리인 재수화를 위해 다래순 묵나물 50 g을 3 L의 찬물에 16시간 불리고 30분 삶은 후, 찬물에 1시간 동안 우려낸 후 손으로 꼭 짜주었다(12). 다래순을 팬에 볶는 일반적인 가열 조리를 simulation하기 위하여 재수화된 다래순 300 g을 팬에 골고루 편 뒤 모든 다래순에 균일한 열이 전달될 수 있도록 180°C 전기오븐(Woojung Co. Ltd., Seoul, Korea)에서 10분 또는 20분 동안 가열하였다. 이때 들기름 첨가군은 재수화하여 꼭 짜준 다래순에 들기름을 넣고(10:1, w/w) 1분간 골고루 섞은 후 180°C에서 10분 또는 20분 동안 가열하였다.

DPPH 라디칼 소거 활성 평가

시료를 냉동 건조하고 분쇄한 후 75% 에탄올(1:10, w/v)을 이용하여 추출물을 얻은 후 DPPH 라디칼 소거 활성을 평가하였다. 0.1 mM DPPH 1 mL와 추출물(1 mg/mL) 0.1 mL를 혼합하고 30분 후 분광광도계(HP 8453 UV-visible spectrophotometer, Hewlett Packard, Wilmington, DE, USA)로 517 nm에서 흡광도를 측정하고 다음 식에 의해 라디칼 소거 활성을 계산하였으며(2), 아스코브산과 알파토코페롤을 표준물질로 사용하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거 활성(\%)} = (A_{\text{control}} - A_{\text{sample}}) / A_{\text{control}} \times 100$$

A_{control} : 시료 추출물을 넣지 않고 측정한 흡광도

A_{sample} : 시료 추출물을 넣고 측정한 흡광도

알파글루코시데이스 억제 활성 평가

알파글루코시데이스 용액(알파글루코시데이스 0.0015 g, 0.2% BSA 0.02 g, 0.02% 아자이드화소듐 0.002 g, 0.1 M 인산완충용액(pH 7.0, 10 mL)과 시료 추출물(5 mg/mL)을 96-well plate에 넣고 Elisa (Power wave X, Bio Tek Instruments, Inc., Winooski, VT, USA)를 이용하여 405 nm에서의 흡광도(A_1)를 측정하였다(2). 5분 후 pNPG 용액(0.02 g in 0.1 M phosphate buffer 10 mL)을 첨가하고 다시 5분 후 흡광도(A_2)를 측정하여 다음 식에 의해 알파글루코시데이스 억제 활성을 계산하였다. 대조구는 시료 추출물 대신 DMSO를 사용하였고, 당뇨병 치료제인 아카보스를 표준물질로 사용하였다.

알파글루코시데이스 억제 활성(%)

$$= \{1 - (A_2 - A_1) / (A_2 - A_1)_B\} \times 100$$

S: 시료, B: 대조구

시료 추출물의 성분 분석

산화 방지 활성에 대한 잠재 성분으로 시료 추출물의 클로로필, 카로테노이드, 폴리페놀, 플라보노이드, 토코페롤 등의 색소와 산화방지제를 분석하였다. 클로로필 함량은 추출물에 다이클로로메테인을 첨가하고 4°C에서 12시간 후 소수성 막 거르개(hydrophobic membrane filter, PTFE 0.2 μ m, Toyo Roshi Kaisha Ltd., Tokyo, Japan)로 여과한 클로로필 추출액을 자동시료주입기가 부착된 HPLC (YL 9100 HPLC, Younglin, Anyang, Korea)에 주입하였다(5). 컬럼은 Symmetry C18 (5.0 μ m, 4.6 \times 250 mm, Waters, Milford, MA, USA), UV 검출기 파장은 438 nm이었다. 에틸아세테이트, 메탄올, 물의 혼합용액(50:37.5:12.5, v/v/v)을 이동상으로 하여 1분당 1.5 mL로 용출시켰다. 클로로필 함량은 표준 클로로필의 보정곡선($r^2 > 0.999$)을 이용하여 구하였다. 카로테노이드 함량은 AOAC법 970.64(13)에 의해 *n*-헥세인, 아세톤, 에탄올, 톨루엔(10:7:6:7, v/v/v/v)의 혼합용매, 물, 40% 수산화포타슘 용액을 이용하여 유기성분을 비누화 시킨 후 HPLC로 분리하고 정량하였다(5). 자동시료주입기와 μ -Porasil™ 컬럼(3.9 \times 300 mm, 10 μ m ID, Waters, Milford, MA, USA), UV 검출기(436 nm)가 부착된 HPLC (YL 9100 HPLC)를 사용하였고 *n*-헥세인과 아이소프로판올의 혼합용매(97:3, v/v)를 이동상으로 1분당 1 mL의 속도로 용출시켰다. 보정 곡선을 위한 표준 물질로는 베타카로텐과 루테인을 이용하였다($r^2 > 0.999$).

추출물의 폴리페놀 함량은 폴린-시오칼토 방법을 이용하여 725 nm에서 흡광도로 구하였다(5). 시료 추출물에 80% 아세톤 용액을 섞어, 수조(25°C)에서 진탕하고 6시간 후 484 \times g, 4°C에서 20분 원심분리(H-500R, Kokusan Ensinki Co. Ltd., Tokyo, Japan)하였다. 상층액에 폴린-시오칼토 페놀 시약, 포화 탄산소듐 용액을 차례로 넣고 증류수로 정용, 1시간 후 725 nm에서 흡광도(HP 8453 UV-visible spectrophotometer)를 측정하고 표준물질로 카페산을 사용하여 작성한 보정 곡선($r^2 > 0.999$)을 통해 함량을 구하였다. 시료 추출물의 플라보노이드 함량도 분광법에 의하여 구하였다(14). 시료 추출물에 10% 질산알루미늄 용액, 1 M 아세트산포타슘 용액, 에탄올을 차례로 가하여 혼합하고 40분 후 415 nm에서 흡광도를 측정하였으며 퀘세틴을 표준물질로 사용하여 작성한 보정 곡선($r^2 = 0.992$)을 통해 구하였다. 토코페롤 함량은 시료 추출물을 *n*-헥세인과 혼합하여 소수성 막 거르개(PTFE 0.2 μ m, Toyo Roshi Kaisha Ltd.)로 여과한 후, YL 9100 HPLC에 주입하였다. μ -Porasil™ 컬럼(3.9 \times 300 mm, 10 μ m ID, Waters)을 사용하였고, *n*-헥세인과 아이소프로판올의 혼합용매(99.8:0.2, v/v)를 이동상으로 1분당 2 mL의 속도로 용출시켰다(2). 형광검출기의 파장은 들뜸(excitation) 290 nm, 방출(emission) 330 nm이었으며 표준 알파-, 감마-, 델타-토코페롤의 보정곡선($r^2 > 0.999$)을 이용하여 정량하였다.

자료의 통계처리

시료는 duplicate로 준비하였으며 3반복 이상으로 측정하였다. 자료는 통계처리용 소프트웨어인 SAS/PC (SAS 9.2, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)를 사용하여 다중범위검정(Duncan's multiple range test)에 의해 분석하였고, 이 때 유의수준은 5%로 하였다.

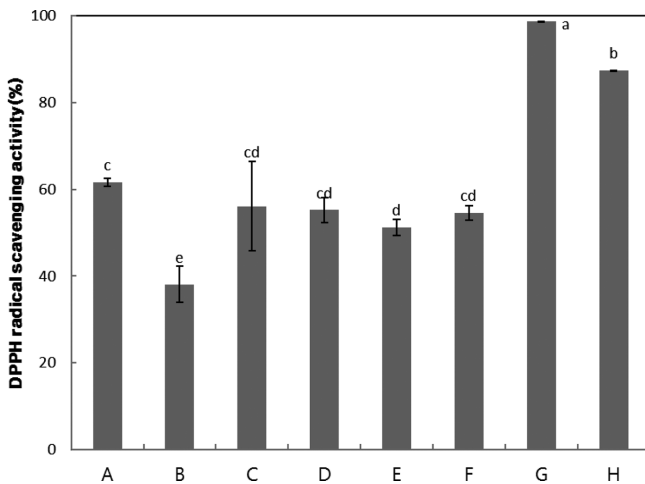


Fig. 1. DPPH radical scavenging activity of 75 % ethanol extract (1 mg/mL) of *daraesoon* (shoot of hardy kiwi: *Actinidia arguta*) during cooking (A; dried, *muknamul*, B; rehydration including soaking in water for 16 h, boiling for 30 min, and infusion for 1 h, C; 10 min heating at 180°C, D; 20 min heating, E; 10 min heating with perilla oil, F; 20 min heating with perilla oil, G; ascorbic acid as a reference, H; α -tocopherol as a reference). Different letters on the bar mean significant differences among samples by Duncan's multiple range test at 5% level.

결과 및 고찰

DPPH 라디칼 소거활성과 알파글루코시데이스 억제 활성

묵나물인 다래순을 재수화하고 가열 조리 했을 때 DPPH 라디칼 소거활성은 Fig. 1과 같다. 다래순 묵나물의 라디칼 소거 활성은 61.62%로 아스코브산(98.72%)의 62.4%의 활성을 나타냈으나 찬물에 16시간 불리고, 30분 삶은 후 1시간 찬물에 불리는 재수화 과정 후 38.07%로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 이것은 수용성 화합물 중 상당 비율이 라디칼 소거 활성과 관련 있음을 간접적으로 의미한다. 재수화된 다래순을 180°C에서 10분 또는 20분 동안 가열 조리하였을 때 라디칼 소거 활성은 유의하게 증가하여 각각 56.10, 55.22%이었는데($p < 0.05$), 이것은 재수화된 다래순의 세포 조직이 30분 삶은 과정 중 연화되어 라디칼 소거 활성을 나타내는 유용한 성분이 보다 용이하게 해리되어 활성을 나타냈을 것으로 사료된다. 그러나 들기름을 첨가하여 10분 또는 20분 가열하였을 때 라디칼 소거 활성은 각각 51.23, 54.61%로 들기름을 첨가하지 않고 가열한 경우와 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$) 들기름의 첨가는 다래순 나물을 위한 가열 조리에서 라디칼 소거 활성에 유의한 영향을 주지 않았음을 알 수 있었다. 들기름에는 폴리페놀과 토크페놀과 같은 유용한 산화방지제가 함유되어 있지만(15) 다래순 나물을 위한 가열(180°C) 조리 과정 중 이들이 분해되어 뚜렷한 효과를 나타내지 않은 것으로 보인다.

다래순 묵나물을 재수화, 가열 조리한 후 75% 에탄올로 추출한 추출물의 알파글루코시데이스 억제 활성은 Fig. 2와 같이 묵나물에 비해 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 묵나물의 알파글루코시데이스 억제 활성은 23.70%로 당노치료제인 아카보스의 51.6%의 활성을 나타냈으나, 찬물에 16시간 불리고, 30분 삶은 후 1시간 찬물에 불리는 재수화 과정 후 알파글루코시데이스 억제 활성은 18.85%로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 이것은 알파글루코시데이스 억제 활성을 나타내는 성분이 수용성임을 간접적으로 나타낸다. Kim 등(16)은 비수리의 알파글루코시데이스 억제 활성

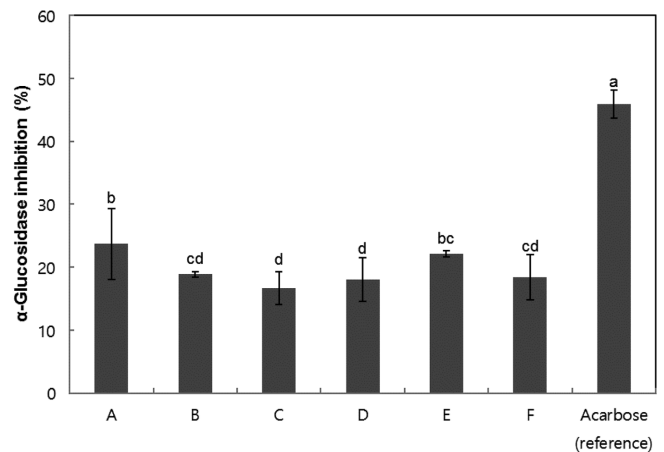


Fig. 2. α -Glucosidase inhibitory activity of 75 % ethanol extract (5 mg/mL) of *daraesoon* (shoot of hardy kiwi: *Actinidia arguta*) during cooking (A; dried, *muknamul*, B; rehydration including soaking in water for 16 h, boiling for 30 min, and infusion for 1 h, C; 10 min heating at 180°C, D; 20 min heating, E; 10 min heating with perilla oil, F; 20 min heating with perilla oil). Different letters on the bar mean significant differences among samples by Duncan's multiple range test at 5% level.

을 나타내는 물질이 수용성임을 보고하였으며, Kwon 등(17)은 피노레시놀 다이글루코사이드(pinoresinol diglucoside)와 페르타르산(fertaric acid)이 다래순의 알파글루코시데이스 억제 활성을 나타내는 주요 화합물임을 보고하였다. 재수화된 다래순을 180°C에서 10분 또는 20분 동안 가열 조리하였을 때 알파글루코시데이스 억제 활성은 각각 16.66, 18.09%로 유의한 변화를 보이지 않았으며($p > 0.05$), 가열시간에 따른 차이도 유의하지 않았다($p > 0.05$). 이것은 180°C에서의 20분간의 가열 조리는 다래순의 항당뇨 활성에 유의한 감소를 보이지 않았음을 의미한다. 재수화된 다래순을 가열 조리할 때 들기름을 첨가한 경우 알파글루코시데이스 억제 활성(22.10%)은 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 본 결과는 삼나물의 재수화, 가열 조리에 따른 알파글루코시데이스 억제 활성 변화 경향(14)과 유사하였다. Jung(18)은 들깨잎의 알파글루코시데이스 억제 활성이 높은 것을 보고하였으며 본 결과는 들깨를 압착하여 제조한 들기름 역시 알파글루코시데이스 억제 활성 효과가 있음을 시사한다.

다래순 묵나물의 재수화와 가열 조리에 따른 추출물의 색소 함량 변화

다래순 묵나물의 재수화와 가열 조리에 따른 다래순의 에탄올 추출물의 클로로필과 카로테노이드 함량은 Fig. 3과 같다. 다래순 묵나물 추출물의 클로로필 함량은 586.20 $\mu\text{g/g}$ 이었으나 찬물에 16시간 불리고, 30분 삶은 후 1시간 찬물에 불리는 재수화 후 클로로필 함량은 224.92 $\mu\text{g/g}$ 으로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 또한 다래순 묵나물 추출물의 총 카로테노이드 함량은 2,176.8 $\mu\text{g/g}$ 으로 베타카로텐과 루테인이 각각 1365.8, 810.99 $\mu\text{g/g}$ 함유되었으며, 다래순 묵나물을 찬물에 16시간 불리고, 30분 삶은 후 1시간 찬물에 불리는 재수화 후 다래순 추출물의 총 카로테노이드 함량은 2,006.7 $\mu\text{g/g}$ 으로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 이것은 재수화 과정 중 30분간 삶음에서 다래순에 있는 클로로필과 카로테노이드 일부가 분해되어 에탄올 추출물에는 적은 농도로 존재한 결과로 생각된다. 배추를 장시간 가열하거나(19) 브로콜리를 데치는 동안(20) 클로로필은 분해되며, Pellegrini 등(21)은 브

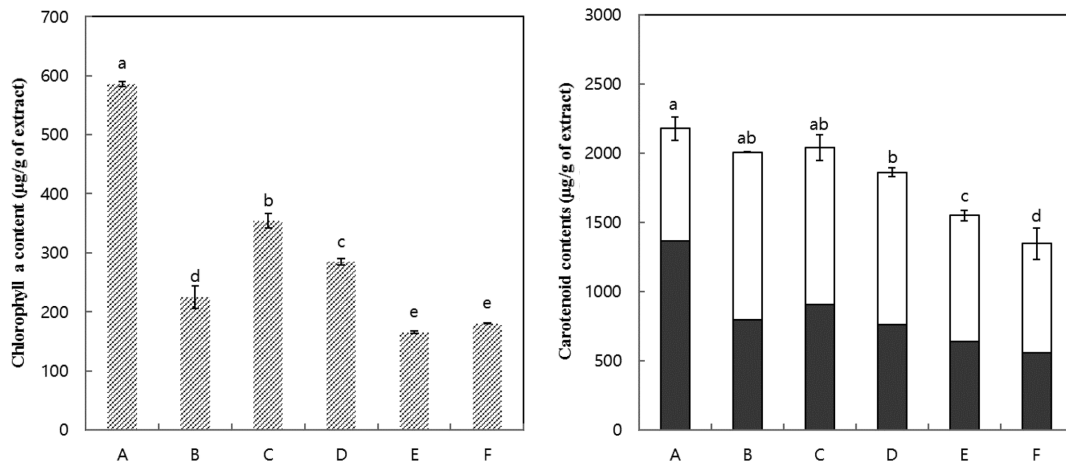


Fig. 3. Chlorophyll and carotenoid (■; β-carotene, □; lutein) content of 75% ethanol extract of *daraesoon* (shoot of hardy kiwi: *Actinidia arguta*) during cooking (A; dried, *muknamul*, B; rehydration including soaking in water for 16 h, boiling for 30 min, and infusion for 1 h, C; 10 min heating at 180°C, D; 20 min heating, E; 10 min heating with perilla oil, F; 20 min heating with perilla oil). Different letters on the bar mean significant differences among samples in each pigment by Duncan’s multiple range test at 5% level.

Table 1. Antioxidant contents (mg/kg) of 75 % ethanol extract of *daraesoon* (shoot of hardy kiwi: *Actinidia arguta*) during cooking (rehydration and heating at 180 °C)

	Dried (<i>muknamul</i>)	Rehydrated ¹⁾	Heated for		Heated with perilla oil for		
			10 min	20 min	10 min	20 min	
Polyphenol (mg/g)	44.26±0.07 ^{a2)}	13.32±0.11 ^f	17.70±1.71 ^d	16.06±0.37 ^c	23.46±0.41 ^b	21.31±1.11 ^c	
Flavonoid (mg/g)	6.63±0.47 ^{a1)}	1.15±0.09 ^b	1.32±0.17 ^b	1.09±0.11 ^{bc}	0.76±0.09 ^c	0.78±0.05 ^c	
Tocopherol (µg/g)	α-	366.74±35.26 ^c	501.90±19.42 ^b	702.18±30.10 ^a	704.40±35.11 ^a	414.51±21.10 ^c	391.46±51.16 ^c
	γ-	319.78±23.37 ^c	687.93±11.75 ^b	745.63±14.44 ^b	753.15±19.12 ^b	1232.6±20.9 ^a	1219.9±140.0 ^a
	δ-	96.30±15.48 ^c	163.69±18.43 ^{cd}	206.19±0.85 ^{bc}	212.40±3.79 ^b	274.21±35.45 ^a	147.58±4.63 ^d
Total	782.81±74.10 ^d	1,353.5±26.1 ^c	1,654.0±45.4 ^b	1,669.9±19.8 ^b	1,921.4±77.5 ^a	1,758.9±195.8 ^a	

¹⁾Rehydration included soaking the *muknamul* in water for 16 h, boiling for 30 min, and infusion for 1 h.

²⁾Different superscript means significantly different values among samples with different treatment in each antioxidant by Duncan’s multiple range test at 5%.

로콜리를 데치는 과정에서 33%의 베타카로텐 함량이 감소함을 보고하였다.

재수화된 다래순을 180°C에서 10분 가열 조리하여 제조한 추출물의 클로로필 함량은 유의하게 증가하였으나 가열시간이 20분인 경우는 10분 조리한 다래순의 추출물에 비해 클로로필 함량이 낮았다($p < 0.05$). 재수화된 다래순을 180°C에서 10분 동안 가열 조리한 다래순의 추출물 총 카로테노이드 함량은 2,039.4 µg/g으로 유의한 변화를 보이지 않았으나($p > 0.05$), 20분으로 가열시간이 증가한 경우 1,550.2 µg/g으로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 재수화된 다래순에 들기름을 첨가하고 10분 동안 가열 조리하였을 때 추출물의 클로로필과 카로테노이드 함량은 각각 165.08, 1,861.1 µg/g으로 유의하게 감소하였으며($p < 0.05$), 가열 시간이 20분으로 증가한 경우 클로로필 함량은 유의한 변화를 보이지 않았으나 카로테노이드 함량은 1,346.2 µg/g으로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 이와 같이 재수화된 다래순에 들기름을 첨가하여 가열 조리한 경우 클로로필과 카로테노이드 함량이 더욱 감소한 것은 클로로필과 카로테노이드의 지방질 산화 방지 작용과 관련있는 것으로 생각된다. 즉, 높은 온도에서 가열 조리하는 중 불포화도가 매우 높은 들기름은 쉽게 산화되어 과산화라디칼 등 활성산소종을 만들게 되는데 클로로필과 카로테노이드는 이들 라디칼을 소거함으로써(22) 분해가 더욱 높았을 것으로 생각된다. 재수화와 가열 조리, 들기름 첨가에 따른 다래순 추출물의 클로로필, 카로테노이드 함량 변화는 다래순의 라디칼 소거 활성과

알파글루코시데이스 억제 활성 변화와 상반되는 경향을 보여 클로로필, 카로테노이드의 라디칼 소거 활성이 보고되었음(23)에도 불구하고 다래순의 라디칼 소거 활성과 알파글루코시데이스 억제 활성에 대한 기여는 적은 것으로 생각된다.

다래순 묵나물의 재수화와 가열 조리에 따른 추출물의 산화방지제 함량 변화

다래순 묵나물의 재수화와 가열 조리에 따른 다래순 추출물의 산화방지제 함량은 Table 1과 같다. 다래순 묵나물 추출물의 폴리페놀 화합물과 플라보노이드 함량은 44.26, 6.63 mg/g이었으나 묵나물을 찬물에 16시간 불리고, 30분 삶은 후 1시간 찬물에 불리는 재수화 후 각각 13.32, 1.15 mg/g으로 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). 이것은 30분 삶음 과정에서의 이들 화합물의 분해는 물론 친수성이 비교적 높은 폴리페놀이 재수화 과정 중에서 물에 용출되어 손실된 결과로 생각된다. Hong과 Ahn(24)은 시금치, 근대, 아욱을 데치는 중 폴리페놀 화합물과 플라보노이드 함량이 각각 9-28, 15-30% 감소함을 보고하였다. 재수화된 다래순을 180°C에서 10분 동안 가열하였을 때 추출물의 폴리페놀 화합물 함량은 17.70 mg/g으로 유의하게 증가하였으나($p < 0.05$) 플라보노이드 함량은 1.32 mg/g으로 유의한 변화가 없었다($p > 0.05$). 다래순의 가열 조리 시간이 20분으로 증가한 경우 추출물의 폴리페놀 화합물과 플라보노이드 함량은 각각 16.06, 1.09 mg/g으로 감소 폭은 크지 않았다($p < 0.05$).

재수화된 다래순에 들기름을 첨가하고 180°C에서 10분 동안 가열 조리하였을 때는 폴리페놀 화합물 함량이 23.46 mg/g으로, 재수화된 다래순에 비해 유의하게 높았다($p < 0.05$). 이것은 들기름에 존재하는 폴리페놀 화합물이 부가된 결과로 생각된다. 들기름에는 53.3 mg/kg의 폴리페놀 화합물이 함유된 것으로 보고된 바 있다(15). 재수화된 다래순에 들기름을 넣고 가열 조리 시간을 20분으로 증가한 경우 추출물의 폴리페놀 화합물 함량은 21.31 mg/g으로, 들기름과 함께 10분 가열 조리한 다래순에 비해 낮았으나($p < 0.05$) 큰 차이는 없었으며, 재수화 또는 들기름을 첨가하지 않고 가열 조리한 다래순에 비해서는 유의하게 높았다($p < 0.05$). Crozier 등(25)은 토마토와 양파를 조리 가공하는 동안 폴리페놀 화합물 함량이 각각 82, 75%로 감소함을 보고하였다. 재수화와 가열 조리, 들기름 첨가에 따른 다래순 추출물의 폴리페놀 화합물 함량 변화는 다래순의 라디칼 소거 활성과 알파글루코시데이스 억제 활성 변화 경향과 유사하여 폴리페놀 화합물이 다래순의 이들 활성에 중요한 기여를 하고 있음을 시사하였다. 폴리페놀 화합물 함량이 높은 토후박 추출물(26)과 마전자 에탄올 추출물(27)에서의 높은 항당뇨 활성이 보고된 바 있다. 재수화된 다래순에 들기름을 첨가하고 10분 또는 20분 동안 가열 조리 하였을 때 추출물의 플라보노이드 함량은 각각 0.76, 0.78 mg/g으로 재수화된 다래순에 비해 유의하게 낮았으나($p < 0.05$), 가열 시간에 따른 차이는 유의하지 않았다($p > 0.05$). 들기름의 플라보노이드 함량은 현재까지 보고된 바 없으나 들개의 80% 에탄올 추출물의 플라보노이드 함량(196 µg/g)으로부터 예측할 때(28) 들기름의 폴리페놀 화합물 중 플라보노이드가 차지하는 비중은 매우 낮아, 들기름의 첨가가 가열 조리한 다래순의 플라보노이드 함량 증가에 기여하지 못하고 이와 함께 플라보노이드의 낮은 열 안정성에 의한 결과로 생각된다(29).

한편 지용성 산화방지제인 토코페롤은 다래순 묵나물 추출물에 알파토코페롤 366.74 µg/g, 감마토코페롤 319.78 µg/g, 델타토코페롤 96.30 µg/g 등 총 782.81 µg/g 농도로 함유되어 있었으나, 재수화 후 총 함량이 1,353.5 µg/g으로 유의하게 증가하였다($p < 0.05$). 이것은 재수화 과정 중 30분 삶음 과정에서 단백질 등 다른 성분과 결합되어 있던 토코페롤이 해리되어 조직 외부로 노출된 데서(30) 일부 기인한 것으로 생각된다. 토코페롤 함량이 증가하였음에도 불구하고 재수화된 다래순의 라디칼 소거, 알파글루코시데이스 억제 활성이 감소된 결과는 추출물에서의 토코페롤이 이들 활성에 대한 기여가 크지 않음을 간접적으로 시사한다. 재수화된 다래순을 180°C에서 10분 동안 가열 조리한 후 추출물의 토코페롤 총 함량은 1,654.0 µg/g으로 유의하게 증가하였으며($p < 0.05$), 가열 시간을 20분으로 증가하였을 때도 유의한 감소를 보이지는 않았다(1,606.3 µg/g). 가열 조리 후의 토코페롤 함량 증가도 가열 중 조직에서의 토코페롤의 해리에 의한 것으로 생각된다. 또한 들기름을 첨가하고 10분 가열 조리한 다래순의 토코페롤 총 함량은 더욱 유의하게 증가하여 1,921.4 µg/g이었으며($p < 0.05$) 가열 시간을 20분으로 증가하였을 때도 유의한 감소는 없었다. 들기름을 첨가한 경우 가열 조리한 다래순 추출물에서 들기름 토코페롤 중 높은 비중을 차지하는 감마토코페롤 함량 비중이 특히 높았다. 들기름에는 알파-, 감마-, 델타-토코페롤이 각각 121.2, 677.4, 29.8 mg/kg 함유되어 있다(31). 재수화된 다래순의 가열 조리과 들기름 첨가에 따른 다래순 추출물의 토코페롤 함량 변화는 재수화에서와 다르게 라디칼 소거와 알파글루코시데이스 억제 활성 변화와 유사한 경향을 보였는데 이것은 조리 과정 중 함량이 계속 감소되었던 클로로필과 카로테노이드는 물론 폴리페놀 화합물 등 라디칼 소거 활성을 가진 다른 화합물

과의 상호 작용에 의한 복합적인 결과일 것으로 생각된다. 이와 관련한 심도있는 연구가 요구된다.

요 약

다래순 묵나물을 찬물에 16시간 불리고, 30분 삶은 후 1시간 찬물에 불리는 재수화 과정을 거친 후 다래순의 라디칼 소거 활성과 알파글루코시데이스 억제 활성은 유의하게 감소하였으며 재수화된 다래순을 180°C에서 10분 또는 20분 동안 가열 조리한 경우 들기름 첨가와 관계없이 라디칼 소거 활성은 증가하였으나 알파글루코시데이스 억제 활성은 들기름을 첨가하고 가열 조리한 경우에만 증가하였다. 다래순의 라디칼 소거 활성과 알파글루코시데이스 억제 활성 변화는 색소보다는 산화방지제, 플라보노이드 또는 토코페롤보다는 폴리페놀 화합물 함량 변화와 더 유사한 경향을 보였다. 따라서 본 결과는 다래순 묵나물의 재수화 또는 가열 조리 시 산화 방지, 항당뇨 등 건강기능성 개선을 위해 폴리페놀 화합물의 손실을 줄이는 것이 바람직함을 시사하였다.

감사의 글

본 연구는 2015년 양양재단의 연구비 지원에 의해 수행 되었으며 이에 감사드립니다.

References

- Ahn SY, Kim JH, Choi SJ, Kim YJ. Current status and prospect of cultivation of wild vegetable crops. Korean J. Hort. Sci. Technol. 27:36-36 (2009)
- Ahn HC, Chung LN, Choe EO. *In vitro* antioxidant activity and α -glucosidase and pancreatic lipase inhibitory activities of several Korean *sanchae*. Korean J. Food Sci. Technol. 47: 164-169 (2015)
- Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Lee IS. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung island. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 233-240 (2005)
- Lim HW, Shim JG, Choi HK, Lee MW. Phenolic compounds from barks of *Actinidia arguta* Planchon growing in Korea and its anti-oxidative and nitric oxide production inhibitory activities. Kor. J. Pharmacog. 36: 245-251 (2005)
- Ahn HC, Choe EO. Effects of blanching and drying on pigments and antioxidants of *daraesoon* (shoot of the siberian gooseberry tree, *Actinidia arguta* Planchon). Food Sci. Biotechnol. 24: 1265-1270 (2015)
- Chen BH, Chen YY. Stability of chlorophylls and carotenoids in sweet potato leaves during microwave cooking. J. Agr. Food. Chem. 41: 1315-1320 (1993)
- Sweeney JP, Marsh AC. Effect of processing on provitamin A in vegetables. J. Am. Diet. Assoc. 59: 238-243 (1971)
- Chandler LA, Schwartz SJ. Isomerization and losses of trans-, beta-carotene in sweet potatoes as affected by processing treatments. J. Agr. Food. Chem. 36: 129-133 (1988)
- Park JH, Lee YJ, Choi JK. Pharmacognostical study on the Korean folk medicine *Da Rae Ip*. Kor. J. Pharmacogn. 36: 26-33 (2005)
- Yu YB. Inhibitory effects of *Actinidia arguta* on HIV-1 reverse transcriptase HIV-1 protease and alpha-glucosidase *in vitro* and *in silico*. Kor. J. Herbol. 21: 115-121 (2006)
- Lee AY, Kang MJ, Choe EO, Kim JI. Hypoglycemic and antioxidant effects of *Daraesoon* (*Actinidia arguta* shoot) in animal models of diabetes mellitus. Nutr. Res. Pract. 9: 262-267 (2015)
- Yang JE, Lee JH, Kim DY, Choe EO, Chung LN. Sensory properties and drivers of liking *sanchae namul* (seasoned dish with wild edible greens). Korean J. Food Cook. Sci. 30: 200-211 (2014)

13. AOAC. Official Methods of Analysis. 17th ed. Method 970.64. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA (2000)
14. Ahn HC, Kim JH, Kim JI, Auh JH, Choe EO. *In vitro* α -glucosidase and pancreatic lipase inhibitory activities and antioxidants of *sammamul* (*Aruncus dioicus*) during rehydration and cooking. Food Sci. Biotechnol. 23: 1287-1293 (2014)
15. Wang SY, Choe EO. Oxidative stability and antioxidant changes in perilla seeds and perilla oil affected by UV irradiation. Korean J. Food Sci. Technol. 44: 8-13 (2012)
16. Kim HY, Song SB, Kim JI, Seo HI, Lee JS, Kwak DY, Jung TW, Kim KY, Oh IS. Antioxidant and α -glucosidase inhibition activities of solvent fractions from methanolic extract of *Sericea Lespedeza* (*Lespedeza cuneata* G. Don). J. Korean. Soc. Food Nutr. 41: 1508-1514 (2012)
17. Kwon DD, Kim GD, Kang WS, Park JE, Kim SH, Choe EO, Kim JI, Auh JH. Pinoresinol diglucoside is screened as a putative α -glucosidase inhibiting compound in *Actinidia arguta* leaves. J. Korean Soc. Appl. Bi. 57: 473479 (2014)
18. Jung SY. Antidiabetic activity and protective effect on high glucose induced oxidative stress of *Perilla frutescens* leaf. MS Thesis, Busan University, Busan, Korea (2008)
19. Kim YS, Lee HS. The changes of chlorophylls in blanched and fermented Chinese cabbage. Korean J. Soc. Food Sci. 1: 27-32 (1985)
20. Van Loey A, Ooms V, Weemaes C, Van den Broeck I, Ludikhuyze L, Indrawati, Denys S, Hendrickx M. Thermal and pressure-temperature degradation of chlorophyll in broccoli (*Brassica oleracea* L. italica) juice: A kinetic study. J. Agr. Food Chem. 46: 5289-5294 (1998)
21. Pellegrini N, Chiavaro E, Gardana C, Mazzeo T, Contino D, Gallo M, Riso P, Fogliano V, Porrini M. Effect of different cooking methods on color, phytochemical concentration, and antioxidant capacity of raw and frozen brassica vegetables. J. Agr. Food Chem. 58: 4310-4321 (2010)
22. Cervantes-Paz B, Yahia EM, de Jesús Ornelas-Paz J, Victoria-Campos CI, Ibarra-Junquera V, Pérez-Martínez JD, Escalante-Minakata P. Antioxidant activity and content of chlorophylls and carotenoids in raw and heat-processed Jalapeño peppers at intermediate stages of ripening. Food Chem. 146:188-96 (2014)
23. Choe EO, Min DB. Mechanisms and factors for edible oil oxidation. Comp. Rev. Food Sci. Food Saf. 5: 169-186 (2006)
24. Hong JJ, Ahn TH. Changes in total flavonoid and total polyphenol contents of leafy vegetables (spinach, chard and whorled mallow) by blanching time. Korean J. Food Cook. Sci, 21: 190-194 (2005)
25. Crozier A, Lean MEJ, McDonald MS, Black C. Quantitative analysis of the flavonoid content of commercial tomatoes, onions, lettuce and celery. J. Agr. Food Chem. 45: 590-595 (1997)
26. Xu ML, Hu JH, Wang L, Kim HS, Jin CW, Cho DH. Antioxidant and anti-diabetes activity of extracts from *Machilus thunbergii* S. et Z. Korean J. Medicinal Crop Sci. 18: 34-39 (2010)
27. Lee JM, Park JH, Park HR, Park EJ. Antioxidant and alpha-glucosidase inhibitory activity of *Strychnos nux-vomica* extracts. J. Korean Soc. Food Nutr. 39: 1243-1248 (2010)
28. Kongkeaw S, Riebroy S, Chaijan M. Comparative studies on chemical composition, phenolic compounds and antioxidant activities of brown and white perilla (*Perilla frutescens*) seeds. Chiang Mai J. Sci. 42: 896-906 (2015)
29. Ewald C, Fjellkner-Modig S, Johansson K, Sjöholm I, Åkesson B. Effect of processing on major flavonoids in processed onions, green beans, and peas. Food Chem. 64: 231-235 (1999)
30. Hwang ES, Kim GH. Different cooking methods for Korean cabbage and their effect on antioxidant activity and carotenoid and tocopherol contents. Korean J. Food Cook. Sci. 27: 713-721 (2011)
31. Kim NK, Choe EO. Contribution of minor compounds to the singlet oxygen-related photooxidation of olive and perilla oil blend. Food Sci. Biotechnol. 22: 315-321 (2013)