

팥 품종별 볶음시간에 따른 팥과 팥차의 이화학적 특성 및 항산화활성의 변화

송석보 · 고지연 · 김정인 · 이재생 · 정태욱 · 김기영 · 광도연 · 오인석 · 우관식*
농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부

Changes in Physicochemical Characteristics and Antioxidant Activity of Adzuki Bean and Adzuki Bean Tea Depending on the Variety and Roasting Time

Seuk Bo Song, Jee Yeon Ko, Jung In Kim, Jae Saeng Lee, Tae Wook Jung, Ki Young Kim,
Do Yeon Kwak, In Seok Oh, and Koan Sik Woo*

Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration

Abstract This study investigated the changes in physicochemical characteristics of adzuki bean (*Vigna angularis* var. nipponensis) tea depending on the variety and roasting times, for the development of functional foods. The levels of total polyphenol, flavonoids, and tannin contents were 12.72 mg gallic acid equivalent (GAE)/g, 3.01 mg catechin equivalent (CE)/g, and 3.56 mg tannic acid equivalent (TAE)/g, respectively, for the Jeolgangsung-ipat sample roasted for 16 min. The highest DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) radical scavenging activity was 7.81 mg Trolox equivalent (TE)/g in Bulgeun-ipat sample that was roasted for 14 min. The highest total polyphenol content in the hot water-leached liqueur of adzuki bean tea was 26.55 µg GAE/100 mL in Yungum-pat that was roasted for 12 min. The total flavonoids and tannin contents of Whin-ipat and Jeolgangsung-ipat roasted for 10 min were 15.10 µg CE/100 mL and 14.60 µg TAE/100 mL, respectively. The highest DPPH and ABTS (2,2'-azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid) radical scavenging activities of hot water-leached liqueur of adzuki bean tea were 488.72 and 728.25 mg TE/100 mL, respectively, in Yungum-pat roasted that was for 12 min. The results of this study show that roasted adzuki bean tea has notable antioxidant activity and is considered to have significant health benefits.

Keywords: adzuki bean (*Vigna angularis* var. nipponensis), roasting, polyphenolics, antioxidant activity

서 론

건강 음용차에 대한 대중의 관심 증가로 녹차효능에 관한 연구와 더불어 다양한 식물체를 침출차로 개발하고자 하는 연구가 수행되고 있는데 이때 볶음 과정을 통해 차의 풍미와 기능성을 높이고자하는 연구가 많이 수행되어 왔다(1-3). 볶음이란 물기가 조금 있는 약재나 곡식을 물을 더하지 않고 타지 않을 정도로 볶아서 익히는 과정으로 차의 제조 과정 중에서는 살청(殺淸)과정에 해당된다(4). 침출차의 제조에 있어서 볶음 처리는 식품의 화학적 성분조성, 물리적 성질, 그리고 색깔, 향기, 조직감과 같은 관능적 품질요소에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(4-7). Yoon과 Kim(7)은 보리의 볶음 조건이 보리차의 점도 및 맛과 냄새 등 관능적 특성에 미치는 영향을 연구하였으며, Ha 등(8)과 Lee 등(9)은 승냥제조용 찐백미, 미숙보리 곡립의 볶음 조건에 따른 색도, 환원당 및 아미노산 함량의 변화를 보고하였다. 또한 옥

수수의 볶음 과정 중 일반성분, 무기질, 아미노산함량 변화에 대하여 연구하였으며, 밥의 볶음 과정 중 환원당, 지방산함량 변화를 측정하고 이들 성분변화와 관능평가와의 상관관계에 대하여 연구하였다(10,11).

팥(*Adzuki bean*, *Vigna angularis* var. nipponensis)은 우리나라에서 콩 다음으로 중요한 두류작물로 콩에 비해 수량은 낮으나, 기후 및 토양에 적응성이 양호하여 작부체계에 유용하게 이용될 수 있다(12). 콩 다음으로 수요가 많은 팥은 단백질과 지방질 함량이 낮고 탄수화물이 높은 두류로 구성성분의 대부분은 전분으로 이루어져 있으며(13), 팥은 100 g당 337 kcal의 열량을 내는 것으로 보고되어 있다(14). 보통 밥발용으로 이용되며, 팥죽, 떡이나 빵의 앙금, 빙과제조용 등으로 많이 이용되고 있다(15). 비타민 B1이 풍부하여 쌀에 혼반할 경우 쌀밥에 부족하기 쉬운 비타민을 공급하여 주며, 각기병뿐만 아니라 피로회복에도 효과가 있다(16). 단백질의 대부분은 글리시닌이고 발린을 제외한 필수아미노산이 풍부하며, 특히 쌀의 제한아미노산인 라이신 함량이 높아 혼식하면 아미노산 보충효과로 단백질의 질을 향상시켜 준다(17). 팥에 함유된 사포닌은 섬유질과 함께 변동을 돕는 효과가 있고 독을 풀고 배변을 촉진하여 장을 깨끗이 해주며, 신장병, 각기병, 숙취 등에도 이용된다(18). 팥의 색소는 anthocyanin계의 cyanidin으로 알려져 있으며(19), 이들 색소는 항산화(20) 및 항종양효과(21)를 나타내는 것으로 보고되었다. 그 외에 팥 단백질에 대한 연구보고(22-24)가 많이 있으며, 팥 껍질의 색소에 관한 연

*Corresponding author: Koan Sik Woo, Department of Functional Crop, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Miryang, Gyeongnam 627-803, Korea
Tel: 82-55-350-1269
Fax: 82-55-352-3059
E-mail: wooks@korea.kr
Received March 14, 2013; revised April 15, 2013;
accepted April 16, 2013

구(19,21), 팔의 수화속도에 대한 연구(25), 국산과 중국산 팥 전분의 이화학적 특성에 대한 연구(15) 등이 있다.

이처럼 팥은 항산화활성 등 생리적 기능성이 높은 식량자원으로 가공식품으로 개발하기에 이용가치가 높음에도 불구하고, 밥 밀용, 팥죽이나 떡, 빵, 과자 등의 속재료 등으로 사용하는 것 이외에 새로운 이용기술에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 팥의 생리적 기능성을 높일 수 있는 식품가공기술을 개발함으로써 새로운 소비수요를 창출하고자 품종에 따라 볶음차를 제조하고, 이러한 팥차 제조과정 중 품종별로 볶음시간이 팥의 항산화성분 및 항산화활성에 미치는 변화를 살펴보았다.

재료 및 방법

시험재료 및 볶음처리 방법

시험에 사용된 팥은 2011년 농촌진흥청 국립식량과학원 기능성작물부에서 생산된 충주팥(Chungju-pat), 아라리(Arari), 칠보팥(Chilbo-pat), 검구슬(Geomguseul), 연금팥(Yungum-pat), 금실팥(Kumsil-pat), 절강성이팥(Jeolgangsung-ipat), 붉은이팥(Bulgeun-ipat), 흰이팥(Whin-ipat) 등 총 9종을 사용하였으며, 충주팥, 아라리, 절강성이팥 및 붉은이팥의 종피색은 붉은색이며, 칠보팥과 검구슬은 검정색, 연금팥과 흰이팥은 연녹색, 금실팥은 노란색의 종피색을 띤다. 원료들은 수확 후 병해충 및 다른 물질에 의한 오염이 없도록 냉장보관된 시료를 이용하였다. 볶음처리는 가정용 커피로스터(N-905CR, Coffee Roaster Korea Co., Bucheon, Korea)를 이용하여 제조하였다. 팥 80g을 기기에 넣고 180°C에서 2분에서 16분까지 매 2분간격으로 볶음처리하여 냉각시킨 후 분석용 시료로 사용하였다. 또한 차로 이용하기 위하여 붉은 팥을 커피밀(N-902M, Coffee Roaster Korea Co.)로 조분쇄하여 티백에 포장하였다. 이때 16분을 초과하여 팥을 볶을 경우 탄 냄새와 탄 맛이 강하여 차나 음료 등의 식품으로서의 가치가 상당히 감소하는 것으로 나타나 16분까지 볶음을 실시하였으며, 볶음온도는 200°C를 초과하는 고온에서 볶음과정이 이루어지면 단시간에 볶을 수 있으나 쉽게 타고 150°C보다 낮으면 시간이 오래 걸리는 단점이 있었기 때문이다.

총 polyphenol, flavonoid 및 tannin 함량 분석

볶음시간에 따른 팥 품종별 항산화성분 및 항산화활성을 측정하기 위하여 동결건조하여 분쇄된 시료 5g을 취하여 80% 에탄올을 50 mL을 첨가하여 50°C에서 24시간동안 진탕추출(SK-71 Shaker, JEIO Tech, Kimpo, Korea)을 2회 실시한 다음 여과하여 감압농축기(Eyela N-1000, Tokyo Rikakikai Co., Ltd., Tokyo, Japan)로 40°C에서 용매를 완전히 제거하였다. 여기에 80% 에탄올을 이용하여 재용해한 후 50 mL로 정용하여 제조된 각각의 볶음 팥 에탄올 추출물을 -20°C 냉동고에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다. 총 polyphenol 함량은 Folin-Ciocalteu phenol reagent가 추출물의 폴리페놀성 화합물에 의해 환원된 결과 몰리브덴 청색으로 발색하는 것을 원리로 분석하였다(26). 각 추출물 50 µL에 2% Na₂CO₃용액 1 mL를 가한 후 3분간 방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA) 50 µL를 가하였다. 30분 후 반응액의 흡광도 값을 750 nm에서 측정하였고 표준물질인 gallic acid (Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하고 mg gallic acid equivalent (GAE)/g (dry basis)로 나타내었다. 총 flavonoid 함량은 Dewanto 등(26)의 방법에 따라 추출물 250 µL에 증류수 1 mL와 5% NaNO₂ 75 µL를 가한 다음, 5분 후 10% AlCl₃·6H₂O 150 µL를 가하여 6분간 방치하고 1N

NaOH 500 µL를 가하였다. 11분 후, 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였다. 표준물질인 (+)-catechin (Sigma-Aldrich)을 사용하여 검량선을 작성하였고 mg catechin equivalent (CE)/g (dry basis)로 나타내었다. 총 tannin 함량은 Duval과 Shetty(27)의 방법에 따라 측정하였다. 즉, 시료 용액 1 mL에 95% ethanol 1 mL과 증류수 1 mL를 가하여 잘 흔들어 주고 5% Na₂CO₃용액 1 mL과 1 N Folin-ciocalteu reagent (Sigma-Aldrich) 0.5 mL를 가한 후 실온에서 60분간 발색시킨 다음 725 nm에서 흡광도를 측정하였으며, tannic acid (Sigma-Aldrich)를 표준물질로 검량선을 작성하여 mg tannic acid equivalent (TAE)/g (dry basis)로 나타내었다.

DPPH 및 ABTS radical 소거활성 측정

볶음시간에 따른 팥 품종별 에탄올 추출물의 2,3-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 및 2,2'-Azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS) radical 소거활성은 Choi 등(28)의 방법을 변형하여 측정하였다. DPPH radical 소거활성은 전자공여능(electron donating ability, EDA)을 측정하여 표준물질로서 Trolox (Sigma-Aldrich)를 동량 첨가하여 g (dry basis)당 mg Trolox equivalent (TE)로 표현하였다. 즉, 시료 0.2 mL에 0.2 mM DPPH (Sigma-Aldrich) 용액(99% methanol에 용해) 0.8 mL를 가한 후, vortex mixer로 10초간 진탕하고 30분 후에 525 nm에서 흡광도를 측정하였다. 흡광도를 측정할 때 셀에 분주되는 각 시료에 의한 흡광도의 차이는 용해한 용매만의 흡광도를 측정하여 보정해 주었다. ABTS radical 소거활성은 7.4 mM ABTS (Sigma-Aldrich)와 2.6 mM potassium persulphate (Sigma-Aldrich)을 혼합하고 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이 용액을 734 nm에서 흡광도 값이 1.0이 되도록 물 흡광계수($\epsilon=3.6 \times 10^4 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)를 이용하여 메탄올로 희석하였다. 희석된 ABTS용액 1 mL에 추출액 20 µL를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였으며, 표준물질로서 Trolox를 동량 첨가하였고 mg TE/g(dry basis)으로 표현하였다.

팥 볶음차 열수침출액의 색도, 탁도, 항산화성분 및 활성 검정

팥 볶음차의 차로로서의 품질을 살펴보기 위하여 전분의 호화가 일어나고 차로로서의 풍미가 생기는 10-14분간 볶음처리한 팥차 시료 20g을 티백에 포장하여 끓인 증류수 500 mL에 3분간 침출시킨 후 팥 볶음차 열수침출액의 색도 및 탁도를 분석하였다. 열수 침출액의 색도는 색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하여 명암도를 나타내는 L값(lightness), 적색도의 정도를 나타내는 a값(redness), 황색도의 정도를 나타내는 b값(yellowness)으로 나타내었으며, 사용한 표준판의 색도는 각각 98.90, -0.10 및 -0.36이었다. 탁도는 UV-VIS Spectrophotometer (Multiskan Spectrum Microplate Photometers, Thermo Fisher Scientific, Waltham, MA, USA)를 이용하여 600 nm에서 투과도를 측정하였다. 또한, 볶음 처리에 따른 팥차 열수침출액의 성분변화를 살펴보기 위하여 색도 및 탁도 분석시와 동일하게 팥 볶음차 열수침출액을 제조하여 항산화성분 및 항산화활성을 분석하였다.

통계분석

모든 데이터는 3회 반복 측정하였으며, 통계분석은 SAS version 9.2 (statistical analysis system, SAS Institute, Cary, NC, USA) program을 이용하여 각 처리의 평균과 표준편차를 산출하고 Duncan's multiple range test ($p < 0.05$)를 이용하여 유의성을 검정하였다.

결과 및 고찰

볶음시간에 따른 팥 품종별 항산화성분 함량의 변화

페놀성 화합물은 식물체에 널리 분포되어 있는 물질로 다양한 구조와 분자량을 가지며 페놀성 화합물의 phenolic hydroxyl기가 단백질과 같은 거대분자와의 결합을 통해 항산화, 항암 및 항균 등의 생리기능을 가지는 것으로 알려져 있다(29). 곡류에 함유되어 있는 항산화 물질 중 polyphenolic 화합물들은 우수한 항산화력을 가지는 것으로 알려져 있으며, 이는 free radical을 안정화시킬 수 있는 phenolic ring의 존재 때문인 것으로 보고되어져 있다(30). 볶음시간에 따른 팥 품종별 총 polyphenol 함량을 80% 에탄올로 추출하여 분석한 결과 Table 1과 같이 충주팥, 아라리, 칠보팥, 검구슬, 연금팥, 금실팥, 절강성이팥, 붉은이팥 및 흰이팥 무처리에서 각각 3.86, 4.45, 4.02, 5.44, 6.00, 5.59, 6.74, 6.93 및 6.24 mg GAE/g sample로 나타났다. 볶음시간에 따라 팥 품종별 총 polyphenol 함량은 대체적으로 초반에는 약간 감소하였으나 볶음시간이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 충주팥, 아라리, 칠보팥, 검구슬 및 금실팥은 10분 이후 증가하여 16분에 각각 11.21, 9.17, 9.23, 9.09 및 10.70 mg GAE/g sample로 높은 함량을 보였으며, 연금팥은 12분 이후 증가하여 14분에 8.79 mg GAE/g sample로 높은 함량을 보였다. 이팥류의 경우 절

강성이팥은 10분 이후 증가하여 16분에 12.72 mg GAE/g sample로 높은 함량을 보였고 붉은이팥은 8분 이후 증가하여 12, 14 및 16분에 각각 9.46, 9.51 및 9.60 mg GAE/g sample로 나타났고 흰이팥은 10분 이후 증가하여 14 및 16분에 각각 10.28 및 10.59 mg GAE/g sample로 비교적 높은 함량을 보이는 것으로 나타났다. Woo 등(31)은 팥의 항산화성분 함량을 측정된 연구에서 품종별 팥 80% 메탄올 추출물의 총 polyphenol 함량은 19.00-34.75 mg/g으로 보고하였는데 이러한 차이를 보이는 것은 작물의 생산년도, 추출용매의 차이에 기인한 것으로 보인다.

Flavonoid는 주로 anthocyanidins, flavonols, flavones, catechins 및 flavanones 등으로 구성되어 있으며, 그 구조에 따라 특정 flavonoid는 항산화 및 항균성 등 다양한 생리활성을 갖고 있는 것으로 보고되고 있다(30). 볶음시간에 따른 팥 품종별 총 flavonoid 함량을 분석한 결과 Table 2와 같이 충주팥, 아라리, 칠보팥, 검구슬, 연금팥, 금실팥, 절강성이팥, 붉은이팥 및 흰이팥 무처리에서 각각 1.18, 1.53, 1.62, 1.91, 2.14, 1.46, 2.35, 3.06 및 3.43 mg CE/g sample로 나타났다. 볶음시간에 따라 팥 품종별 총 flavonoid 함량은 붉은이팥과 흰이팥을 제외하고 대체적으로 초반에는 약간 감소하였으나 볶음시간이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 충주팥, 칠보팥, 금실팥 및 절강성이팥은 16분에 각각 2.15, 2.45, 2.43 및 3.01 mg CE/g sample로 높은 함

Table 1. Change of total polyphenol contents¹⁾ of adzuki beans by roasting time

Roasting time (min)	Varieties of adzuki beans								
	Chungju -pat	Arari	Chilbo -pat	Geomguseul	Yungum -pat	Kumsil -pat	Jeolgangsungi -pat	Bulgeuni -pat	Whini -pat
0	3.86±0.00 ^{2)(de3)}	4.45±0.08 ^c	4.02±0.23 ^d	5.44±0.46 ^c	6.00±0.07 ^c	5.59±0.19 ^d	6.74±0.29 ^{cd}	6.93±0.41 ^{cd}	6.24±0.26 ^c
2	4.15±0.09 ^{cd}	4.58±0.26 ^c	3.72±0.43 ^{def}	5.45±0.42 ^c	4.78±0.05 ^d	3.81±0.13 ^c	5.89±0.29 ^{de}	6.54±0.37 ^{cd}	5.23±0.24 ^c
4	4.47±0.14 ^c	4.29±0.24 ^c	3.31±0.29 ^f	4.43±0.30 ^d	4.89±0.05 ^d	3.48±0.04 ^c	6.05±0.43 ^{de}	5.71±0.29 ^d	5.10±0.07 ^c
6	3.77±0.09 ^{de}	4.02±0.20 ^c	2.65±0.13 ^g	5.37±0.24 ^c	4.03±0.03 ^c	3.83±0.08 ^c	5.44±0.29 ^c	6.42±0.27 ^{cd}	5.56±0.10 ^c
8	3.49±0.07 ^c	4.44±0.24 ^c	3.52±0.08 ^{ef}	4.77±0.30 ^d	4.78±0.06 ^d	3.85±0.07 ^c	6.45±0.87 ^{de}	7.75±0.62 ^{bc}	5.84±0.38 ^c
10	5.97±0.23 ^b	7.57±0.51 ^b	3.90±0.06 ^{de}	5.44±0.32 ^c	3.73±0.12 ^c	7.06±0.37 ^c	7.53±1.37 ^c	9.01±0.85 ^{ab}	8.56±1.06 ^b
12	5.94±0.31 ^b	8.85±0.60 ^a	5.67±0.14 ^c	7.46±0.09 ^b	6.31±0.11 ^c	7.25±0.31 ^c	9.88±0.08 ^b	9.46±1.07 ^a	9.97±0.81 ^{ab}
14	6.33±0.53 ^b	7.63±0.62 ^b	6.89±0.07 ^b	6.97±0.23 ^b	8.79±0.54 ^a	8.42±0.26 ^b	9.52±0.36 ^b	9.51±0.90 ^a	10.28±1.26 ^a
16	11.21±0.14 ^a	9.17±0.90 ^a	9.23±0.39 ^a	9.09±0.07 ^a	8.21±0.44 ^b	10.70±0.46 ^a	12.72±0.30 ^a	9.60±1.80 ^a	10.59±1.60 ^a

¹⁾mg gallic acid equivalent/g sample (dry basis)

²⁾Each value is mean±SD (n=3).

³⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

Table 2. Change of total flavonoid contents¹⁾ of adzuki beans by roasting time

Roasting time (min)	Varieties of adzuki beans								
	Chungju -pat	Arari	Chilbo -pat	Geomguseul	Yungum -pat	Kumsil -pat	Jeolgangsungi -pat	Bulgeuni -pat	Whini -pat
0	1.18±0.06 ^{2)(f3)}	1.53±0.06 ^c	1.62±0.05 ^b	1.91±0.05 ^c	2.14±0.01 ^c	1.46±0.01 ^c	2.35±0.24 ^b	3.06±0.05 ^a	3.43±0.02 ^a
2	1.05±0.04 ^g	1.83±0.04 ^d	1.67±0.09 ^b	1.97±0.07 ^{bc}	2.19±0.05 ^c	1.04±0.03 ^d	2.27±0.12 ^b	2.95±0.06 ^b	2.75±0.06 ^d
4	1.20±0.02 ^f	1.53±0.02 ^e	1.39±0.04 ^{bc}	1.53±0.06 ^d	2.30±0.03 ^b	0.99±0.00 ^d	2.87±0.19 ^a	2.33±0.01 ^e	2.57±0.02 ^e
6	1.29±0.05 ^e	1.33±0.01 ^f	1.21±0.09 ^c	1.45±0.01 ^d	1.60±0.07 ^f	1.06±0.01 ^d	1.65±0.06 ^c	2.16±0.04 ^f	2.43±0.03 ^f
8	1.32±0.00 ^e	1.38±0.03 ^f	1.16±0.04 ^c	1.92±0.03 ^c	1.83±0.03 ^{de}	1.05±0.00 ^d	2.31±0.02 ^b	2.29±0.06 ^c	2.39±0.01 ^f
10	1.49±0.05 ^d	2.52±0.06 ^a	1.44±0.05 ^{bc}	2.07±0.00 ^b	1.46±0.05 ^g	1.65±0.12 ^b	2.43±0.37 ^b	2.76±0.03 ^c	3.23±0.04 ^{bc}
12	1.78±0.01 ^c	2.23±0.05 ^b	1.43±0.29 ^{bc}	2.19±0.02 ^a	1.74±0.05 ^e	1.63±0.03 ^b	2.36±0.02 ^b	2.69±0.01 ^{cd}	3.11±0.05 ^c
14	2.02±0.05 ^b	1.85±0.08 ^d	1.58±0.02 ^b	2.23±0.08 ^a	2.55±0.04 ^a	1.43±0.07 ^c	2.16±0.01 ^b	2.88±0.06 ^b	3.26±0.11 ^b
16	2.15±0.02 ^a	1.99±0.05 ^c	2.45±0.12 ^a	2.27±0.01 ^a	1.93±0.03 ^d	2.43±0.09 ^a	3.01±0.05 ^a	2.63±0.01 ^d	2.75±0.06 ^d

¹⁾mg catechin equivalent/g sample (dry basis)

²⁾Each value is mean±SD (n=3).

³⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

량을 보였으며, 아라리는 10분에 2.52 mg CE/g sample, 연금팔은 14분에 2.55 mg GAE/g sample로 높은 함량을 보였고 검구슬은 12-16분에 2.19-2.27 mg CE/g sample로 높은 함량을 보였다. 붉은 이팔과 흰이팔은 대조군이 가장 높은 함량을 보였으며, 볶음시간에 따라 약간 감소하는 경향을 보였다. Woo 등(31)은 팥의 항산화성분 함량을 측정된 연구에서 품종별 팥 80% 메탄올 추출물의 총 polyphenol 함량은 12.97-28.95 mg/g으로 보고하였는데 이러한 차이를 보이는 것은 polyphenol 함량과 마찬가지로 작물의 생산년도, 추출용매의 차이에 기인한 것으로 보인다.

Tannin은 차의 가장 중요한 성분의 하나로 차의 맛, 향기 및 색에 깊이 관여하며, 여러 가지 생리작용을 가지는 성분으로 알려져 있다(32). 볶음시간에 따른 팥 품종별 총 tannin 함량을 분석한 결과 Table 3과 같이 충주팥, 아라리, 칠보팥, 검구슬, 연금팔, 금실팥, 절강성이팔, 붉은이팔 및 흰이팔 무처리에서 각각 0.87, 1.06, 1.14, 1.59, 1.21, 1.41, 1.97, 2.50 및 2.40 mg TAE/g sample로 나타났다. 볶음시간에 따라 팥 품종별 총 tannin 함량은 대체적으로 초반에는 약간 감소하였으나 볶음시간이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 충주팥, 아라리, 칠보팥, 검구슬 및 금실팥은 10분 이후 증가하여 16분에 각각 2.44, 2.49, 2.91, 2.52 및 2.53 mg TAE/g sample로 높은 함량을 보였으며, 연금팔은 12분 이후 증가하여 14분에 2.59 mg TAE/g sample로 높은 함량을 보였다. 이팔류의 경우 절강성이팔은 10분 이후 증가하여 12-16분에 3.06-3.56 mg TAE/g sample로 높은 함량을 보였고 붉은이팔은 8분 이후 증가하여 14분에 3.18 mg TAE/g sample로 나타났고 흰이팔은 10분 이후 증가하여 12 및 14분에 각각 3.24 및 3.34 mg TAE/g sample로 비교적 높은 함량을 보이는 것으로 나타났다.

볶음처리에 의하여 페놀성 화합물의 함량이 높아지는 것은 가열현상으로 일어나는 Maillard 반응에 의해 생성되는 amino-carbonyl 반응생성물인 melanoidin에 의한 것으로 보고되고 있으며, amino-carbonyl 반응생성물은 유리라디칼 소거능이 높고, 이들 반응생성물 중에서는 고분자화합물이 저분자화합물보다 소거능이 높은 것으로 알려져 있다(33-36). 또한 열처리과정 중 발생하는 갈변반응에 의해 생성되는 중간산물인 melanoidin은 지질의 산화율을 낮추고 금속이온 제거를 뿐만 아니라 라디칼 소거활성이 높아 항산화 능력이 높은 것으로 알려져 있다(37,38). 따라서 본 연구에서도 팥을 볶음처리하는 과정에서 여러 화학적 반응에 의해 항산화성분의 함량이 증가한 것으로 생각된다.

볶음시간에 따른 팥 품종별 DPPH 및 ABTS radical 소거활성의 변화

천연물의 항산화활성은 활성 radical에 전자를 공여하고 식품 중의 지방질 산화를 억제하는 특성을 가지고 있고 인체 내에서는 활성 radical에 의한 노화를 억제시키는 역할을 하고 있으며, radical 소거작용은 인체의 질병과 노화를 방지하는데 대단히 중요한 역할을 한다(39). 전자공여능은 지질과산화의 연쇄반응에 관여하는 산화성 활성 free radical에 전자를 공여하여 산화를 억제시키는 척도가 되며, free radical은 인체 내에서 각종질병과 세포의 노화를 일으키므로 식물 추출물 등에서 항산화제로 작용할 수 있는 물질을 확인할 필요성이 있다(40). 항산화물질의 전자공여능을 측정할 때 사용되고 있는 DPPH radical 소거활성법(41)을 표준물질인 Trolox와 비교하여 mg TE/g sample로 나타낸 결과 Table 4와 같이 충주팥, 아라리, 칠보팥, 검구슬, 연금팔, 금실팥, 절강성이팔, 붉은이팔 및 흰이팔 무처리에서 각각 2.96, 3.15, 4.87, 4.85, 3.72, 4.96, 4.66, 5.60 및 5.43 mg TE/g sample로 나타났다. 볶음시간에 따라 팥 품종별 80% 메탄올 추출물의 DPPH radical 소거활성은 대체적으로 초반에는 약간 감소하였으나 볶음시간이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 충주팥, 칠보팥, 검구슬 및 금실팥은 16분에 각각 6.62, 6.45, 6.00 및 5.67 mg TE/g sample로 높은 활성을 보였으며, 아라리는 10분에 5.52 mg TE/g sample로 높은 활성을 보였고 연금팔은 12분 이후 증가하여 14분에 6.13 mg TE/g sample로 높은 활성을 보였다. 이팔류의 경우 절강성이팔은 10분 이후 증가하여 16분에 7.07 mg TE/g sample로 높은 활성을 보였으며, 붉은이팔과 흰이팔은 10-16분에 각각 7.08-7.81 및 6.60-7.30 mg TE/g sample의 높은 활성을 보였으나 유의적인 차이를 보이지 않았다.

ABTS radical 소거활성법은 ABTS와 potassium persulfate를 암소에 방치하여 ABTS^{•+}이 생성되면 추출물의 항산화 활성에 의해 ABTS^{•+}이 소거되어 radical 특유의 색인 청록색이 탈색되는데 이를 흡광도 값으로 나타내어 추출물의 ABTS^{•+}의 소거활성을 측정할 수 있다(40). 혈장에서 ABTS radical의 흡광도가 항산화제에 의해 억제되는 것에 기초하여 개발된 ABTS radical 소거활성법(40)을 표준물질인 Trolox와 비교하여 mg TE/g sample로 나타낸 결과 Table 5와 같이 충주팥, 아라리, 칠보팥, 검구슬, 연금팔, 금실팥, 절강성이팔, 붉은이팔 및 흰이팔 무처리에서 각각 8.28, 11.77, 11.36, 14.57, 9.78, 11.07, 10.74, 14.13 및 14.72 mg TE/g sample로 나타났다. 볶음시간에 따라 팥 품종별 ABTS radical 소거

Table 3. Change of total tannin contents¹⁾ of adzuki beans by roasting time

Roasting time (min)	Varieties of adzuki beans								
	Chungju -pat	Arari	Chilbo -pat	Geomguseul	Yungum -pat	Kumsil -pat	Jeolgangsungi -pat	Bulgeuni -pat	Whini -pat
0	0.87±0.01 ²⁾³⁾	1.06±0.04 ^{cd}	1.14±0.13 ^d	1.59±0.05 ^{cd}	1.21±0.04 ^d	1.41±0.08 ^d	1.97±0.05 ^c	2.50±0.08 ^c	2.40±0.01 ^c
2	0.99±0.00 ^f	1.17±0.02 ^c	1.13±0.02 ^d	1.46±0.02 ^{de}	1.12±0.04 ^{de}	0.52±0.08 ^f	1.58±0.00 ^{cd}	2.28±0.03 ^d	1.64±0.02 ^d
4	1.23±0.13 ^e	0.92±0.01 ^{de}	0.83±0.00 ^e	1.10±0.03 ^f	1.18±0.05 ^d	0.39±0.02 ^e	1.97±0.01 ^c	1.62±0.01 ^c	1.36±0.00 ^e
6	0.75±0.03 ^e	0.72±0.02 ^c	0.31±0.00 ^e	1.54±0.08 ^d	0.77±0.07 ^f	0.64±0.03 ^c	1.34±0.03 ^d	1.75±0.01 ^c	1.45±0.03 ^c
8	0.70±0.02 ^e	0.97±0.03 ^{cd}	0.70±0.01 ^f	1.36±0.04 ^c	1.01±0.05 ^e	0.59±0.05 ^{ef}	1.87±0.08 ^{cd}	2.30±0.05 ^d	1.64±0.06 ^d
10	1.81±0.04 ^b	2.29±0.13 ^{ab}	0.91±0.02 ^e	1.60±0.12 ^{cd}	0.66±0.03 ^f	1.70±0.03 ^{bc}	2.52±0.19 ^b	2.97±0.09 ^b	3.05±0.02 ^b
12	1.42±0.01 ^d	2.52±0.10 ^a	1.49±0.06 ^c	2.31±0.10 ^b	1.48±0.10 ^c	1.62±0.03 ^c	3.06±0.38 ^a	3.00±0.00 ^b	3.24±0.11 ^a
14	1.66±0.02 ^c	2.16±0.11 ^b	1.86±0.03 ^b	1.74±0.08 ^c	2.59±0.05 ^a	1.77±0.01 ^b	3.09±0.52 ^a	3.18±0.14 ^a	3.34±0.05 ^a
16	2.44±0.05 ^a	2.49±0.20 ^a	2.91±0.01 ^a	2.52±0.01 ^a	1.93±0.07 ^b	2.53±0.05 ^a	3.56±0.07 ^a	2.99±0.06 ^b	3.03±0.10 ^b

¹⁾mg tannic acid equivalent/g sample (dry basis)

²⁾Each value is mean±SD (n=3).

³⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

활성은 대체적으로 초반에는 약간 감소하였으나 볶음시간이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 충주팥, 칠보팥, 검구슬 및 금실팥은 16분에 각각 16.74, 18.77, 16.70 및 21.26 mg TE/g sample로 높은 활성을 보였으며, 아라리는 10-16분에 16.62-18.11 mg TE/g sample의 높은 활성으로 유의적인 차이를 보이지 않았고 연금팥은 6분 이후 증가하여 14분에 16.60 mg TE/g sample로 높은 활성을 보였다. 이팔류의 경우 절강성이팥은 4분 이후 증가하여 16분에 21.24 mg TE/g sample로 높은 활성을 보였고 붉은이팥은 8분 이후 증가하여 14 및 16분에 각각 21.10 및 20.79 mg TE/g sample로 나타났으며, 흰이팥은 10분 이후 증가하여 12-16분에 20.15-21.32 mg TE/g sample로 비교적 높은 활성을 보였으나 유의적인 차이를 보이지 않는 것으로 나타났다. 추출물의 DPPH 및 ABTS radical 등의 소거활성은 페놀류나 플라보노이드 물질에 기인하여 항산화활성을 나타내는 것으로 볼 때(42,43), 볶음시간이 증가함에 따라 radical 소거활성이 증가하는 것은 볶음시간에 따라 항산화성분의 함량 증가에 기인된 것으로 판단된다. Kim 등(44)이 등글레의 볶음처리에 의하여 항산화성을 조사한 결과 볶음처리에 따라 항산화성분 및 항산화활성이 증가한다고 보고한 바 있어 본 시험의 결과와 유사한 경향이였다. 이러한 생리활성의 증가는 열처리과정 중 발생하는 갈변반응에 의한 것으로 알려져 있으며(45), 갈색중합체인 melanoidin은 항산화활성

이 높은 것으로 알려져 있다(37,38). 본 연구에서 볶음시간이 경과함에 따라 팥의 항산화활성이 증가하는 것은 갈색화 반응 생성물인 melanoidin의 증가로 인한 것으로 생각되며, Kiligaya 등(36) 또한 갈색화반응 생성물인 melanoidin에 의한 항산화력과 환원력은 갈색도와 비례관계가 있다고 보고한 바 있다.

팥 볶음차 열수침출액의 색도 및 탁도

팥 볶음차의 차로서의 품질을 살펴보기 위하여 10-14분간 볶음처리한 팥 볶음차 열수침출액의 색도 및 탁도를 측정한 결과 Table 6과 같이 대조구로 사용한 시판 유통 현미차의 명도(L-value), 적색도(a-value) 및 황색도(b-value)는 각각 38.46, -0.11 및 -0.52로 나타났다. 팥 볶음차 열수침출액의 명도는 충주팥, 아라리, 칠보팥, 검구슬, 연금팥, 금실팥 및 흰이팥은 볶음시간이 증가할수록 대체적으로 감소하는 경향을 보였으며, 절강성이팥과 붉은이팥은 증가하는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 적색도와 황색도는 충주팥, 아라리, 칠보팥, 검구슬, 연금팥, 금실팥 및 흰이팥은 볶음시간이 증가할수록 대체적으로 증가하는 경향을 보였고 절강성이팥과 붉은이팥은 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 볶음시간이 증가할수록 Maillard 반응에 의해 갈색도가 증가한 것에 기인하여 열수침출액의 색도가 변화하는 경향을 보였다(34). 탁도의 경우 대조구인 현미차가 0.0076

Table 4. Change of DPPH radical-scavenging activity¹⁾ of adzuki beans by roasting time

Roasting time (min)	Varieties of adzuki beans								
	Chungju -pat	Arari	Chilbo -pat	Geomguseul	Yungum -pat	Kumsil -pat	Jeolgangsungi -pat	Bulgeuni -pat	Whini -pat
0	2.96±0.24 ^{2)cd3)}	3.15±0.19 ^c	4.87±0.61 ^b	4.85±0.30 ^{cd}	3.72±0.23 ^c	4.96±0.18 ^b	4.66±0.51 ^{cd}	5.60±0.02 ^b	5.43±0.41 ^b
2	3.30±0.27 ^{cd}	3.40±0.49 ^c	5.04±1.07 ^b	4.05±0.19 ^e	3.31±0.47 ^{cd}	2.23±0.24 ^d	4.39±1.08 ^{cd}	5.88±0.91 ^b	4.05±0.15 ^c
4	3.91±0.22 ^{bc}	3.15±0.03 ^c	3.79±0.62 ^{bc}	3.73±0.28 ^e	3.51±0.53 ^{cd}	1.89±0.21 ^d	5.13±0.49 ^{cd}	4.37±0.18 ^c	3.75±0.41 ^c
6	2.84±0.07 ^{cd}	2.61±0.18 ^c	1.62±0.23 ^e	4.26±0.57 ^{de}	2.66±0.60 ^d	2.21±0.17 ^d	4.06±0.26 ^d	4.86±0.31 ^c	3.98±0.49 ^c
8	2.37±0.14 ^d	3.06±0.21 ^c	2.43±0.18 ^{de}	5.07±0.47 ^c	3.30±0.54 ^{cd}	2.10±0.25 ^d	4.61±0.12 ^{cd}	6.15±0.40 ^b	4.37±0.16 ^c
10	5.91±1.14 ^a	5.52±0.34 ^a	3.14±0.28 ^{cd}	5.08±0.29 ^c	2.65±0.45 ^d	4.12±0.24 ^c	5.31±0.26 ^{bc}	7.08±0.08 ^a	6.60±0.13 ^a
12	4.01±0.69 ^{bc}	5.44±0.40 ^{ab}	3.77±0.33 ^{bc}	5.17±0.25 ^{bc}	4.09±0.54 ^{bc}	3.81±0.23 ^c	5.52±0.12 ^{bc}	7.32±0.16 ^a	7.10±0.67 ^a
14	4.59±0.75 ^b	4.70±1.02 ^b	4.48±1.10 ^b	5.71±0.18 ^{ab}	6.13±0.59 ^a	3.80±0.32 ^c	6.36±1.08 ^{ab}	7.81±0.38 ^a	7.30±0.35 ^a
16	6.62±1.04 ^a	5.01±0.22 ^{ab}	6.45±1.06 ^a	6.00±0.38 ^a	4.77±0.49 ^b	5.67±0.18 ^a	7.07±0.63 ^a	7.56±0.54 ^a	6.71±0.30 ^a

¹⁾mg Trolox equivalent antioxidant capacity/g sample (dry basis)

²⁾Each value is mean±SD (n=3).

³⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

Table 5. Change of ABTS radical-scavenging activity¹⁾ of adzuki beans by roasting time

Roasting time (min)	Varieties of adzuki beans								
	Chungju -pat	Arari	Chilbo -pat	Geomguseul	Yungum -pat	Kumsil -pat	Jeolgangsungi -pat	Bulgeuni -pat	Whini -pat
0	8.28±0.28 ^{2)cd3)}	11.77±1.30 ^b	11.36±1.80 ^{cd}	14.57±1.43 ^{abc}	9.78±0.30 ^d	11.07±0.21 ^d	10.74±0.35 ^{cd}	14.13±1.82 ^{de}	14.72±0.32 ^c
2	8.64±0.47 ^{de}	11.40±0.83 ^b	11.05±2.03 ^{cde}	15.23±1.24 ^{ab}	7.45±0.52 ^f	7.12±0.44 ^f	10.12±0.71 ^d	15.16±1.34 ^{cd}	11.16±0.20 ^e
4	8.33±0.47 ^e	11.08±2.59 ^b	9.21±0.83 ^{ef}	11.16±0.80 ^d	8.67±0.33 ^e	7.60±0.44 ^f	12.22±0.99 ^c	12.12±1.18 ^e	11.13±0.82 ^e
6	7.77±0.05 ^e	9.26±0.69 ^b	5.89±0.66 ^g	12.31±0.85 ^{cd}	10.00±0.34 ^d	9.25±0.63 ^e	11.40±0.63 ^{cd}	13.80±0.67 ^{de}	12.72±0.19 ^d
8	10.37±0.69 ^d	9.58±0.90 ^b	7.95±0.71 ^f	13.12±1.66 ^{bcd}	10.12±0.67 ^d	7.97±0.31 ^{ef}	12.39±0.32 ^c	17.25±1.29 ^{bc}	11.84±0.55 ^{de}
10	12.53±1.90 ^c	16.62±1.92 ^a	9.77±0.77 ^{def}	13.57±1.44 ^{bc}	10.21±0.21 ^d	14.24±0.46 ^c	15.33±0.98 ^b	18.52±1.23 ^{ab}	18.42±0.70 ^b
12	13.72±1.17 ^{bc}	18.11±1.66 ^a	12.15±0.33 ^c	14.10±1.48 ^{bc}	11.97±0.39 ^c	15.71±0.85 ^b	16.56±1.94 ^b	18.73±1.45 ^{ab}	20.79±0.65 ^a
14	14.84±1.69 ^b	16.84±1.80 ^a	14.73±0.48 ^b	14.33±0.22 ^{bc}	16.60±1.20 ^a	16.55±1.14 ^b	16.10±0.20 ^b	21.10±1.64 ^a	21.32±0.88 ^a
16	16.74±1.40 ^a	17.30±1.58 ^a	18.77±0.41 ^a	16.70±0.81 ^a	14.95±0.65 ^b	21.26±1.44 ^a	21.24±1.33 ^a	20.79±1.64 ^a	20.15±1.49 ^a

¹⁾mg Trolox equivalent antioxidant capacity/g sample (dry basis)

²⁾Each value is mean±SD (n=3).

³⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

Table 6. Chromaticity and turbidity of processed adzuki bean tea leaching liquer by hot water

Variety	Roasting time (min)	Chromaticity			Turbidity
		L-value	a-value	b-value	
Chungju -pat	10	36.35±0.01 ^{1)d2)}	0.21±0.01 ^s	4.72±0.03 ^q	0.0338±0.0013 ^m
	12	34.18±0.08 ^m	0.97±0.01 ^{kl}	7.86±0.09 ^l	0.0573±0.0016 ^g
	14	33.37±0.02 ^r	1.48±0.00 ^{ef}	9.31±0.01 ^e	0.0745±0.0036 ^b
Arari	10	35.51±0.01 ^g	0.43±0.01 ^r	6.60±0.04 ^o	0.0439±0.0010 ^k
	12	34.39±0.03 ^{kl}	0.99±0.01 ^k	8.58±0.03 ^j	0.0535±0.0006 ^h
	14	33.76±0.02 ^o	1.32±0.02 ^h	8.88±0.05 ^g	0.0588±0.0008 ^g
Chilbo -pat	10	37.71±0.07 ^c	0.02±0.01 ^t	0.54±0.03 ^s	0.0232±0.0021 ⁿ
	12	35.83±0.03 ^f	0.44±0.00 ^f	4.94±0.03 ^p	0.0574±0.0004 ^g
	14	33.51±0.03 ^q	1.57±0.01 ^d	8.72±0.04 ^{hi}	0.0750±0.0021 ^{ab}
Geomguseul	10	36.05±0.01 ^c	0.43±0.01 ^r	4.04±0.04 ^r	0.0457±0.0009 ^{jk}
	12	34.03±0.02 ⁿ	1.35±0.01 ^g	7.73±0.04 ^m	0.0584±0.0005 ^g
	14	33.74±0.02 ^o	1.46±0.01 ^f	8.64±0.01 ^{ij}	0.0647±0.0013 ^{cde}
Yungum -pat	10	37.86±0.01 ^b	0.04±0.01 ^t	0.48±0.01 ^s	0.0171±0.0008 ^o
	12	33.98±0.02 ⁿ	1.37±0.01 ^g	8.10±0.05 ^k	0.0767±0.0016 ^{ab}
	14	33.10±0.20 ^s	1.80±0.07 ^a	9.12±0.30 ^f	0.0787±0.0022 ^a
Kumsil -pat	10	35.09±0.03 ^h	0.68±0.01 ^p	7.24±0.06 ⁿ	0.0484±0.0008 ^{ij}
	12	34.65±0.01 ⁱ	0.91±0.01 ^m	7.77±0.02 ^{lm}	0.0482±0.0013 ^{ij}
	14	33.65±0.02 ^p	1.49±0.01 ^c	9.12±0.00 ^f	0.0662±0.0017 ^{cd}
Jeolgangsungi -pat	10	34.04±0.02 ⁿ	1.08±0.01 ^j	9.57±0.04 ^c	0.0516±0.0003 ^{hi}
	12	34.35±0.01 ^l	0.84±0.01 ⁿ	9.81±0.06 ^b	0.0475±0.0033 ^{jk}
	14	35.05±0.02 ^h	0.47±0.01 ^q	8.68±0.01 ^{ij}	0.0400±0.0080 ^l
Bulgeuni-pat	10	33.05±0.06 ^s	1.76±0.01 ^b	10.30±0.07 ^a	0.0683±0.0008 ^c
	12	33.76±0.02 ^o	1.22±0.02 ⁱ	9.87±0.07 ^b	0.0590±0.0013 ^{fg}
	14	34.44±0.01 ^k	0.79±0.01 ^o	8.92±0.01 ^g	0.0464±0.0012 ^{jk}
Whini -pat	10	34.53±0.01 ^j	0.95±0.01 ^l	8.82±0.05 ^{gh}	0.0468±0.0005 ^{jk}
	12	33.53±0.01 ^q	1.58±0.01 ^d	9.63±0.06 ^c	0.0628±0.0032 ^{def}
	14	33.35±0.01 ^r	1.71±0.01 ^c	9.44±0.01 ^d	0.0613±0.0005 ^{efg}
Brown rice tea		38.46±0.01 ^a	-0.11±0.01 ^u	-0.52±0.01 ^t	0.0076±0.0026 ^p

¹⁾Each value is mean±SD (n=3).

²⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different ($p<0.05$) by Duncan's multiple range test.

으로 가장 작았고 볶음시간이 증가할수록 충주팻, 아라리, 칠보 팻, 검구슬, 연금팻, 금실팻 및 흰이팻은 증가하였고 절강성이팻과 붉은이팻은 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타났다.

팻 볶음차 열수침출액의 항산화성분 및 radical 소거활성

팻 볶음차 열수침출액의 총 polyphenol, flavonoid 및 tannin 등 항산화성분 함량을 분석한 결과는 Table 7과 같이 나타났다. 팻 품종별 볶음차 열수침출액의 총 polyphenol 함량은 충주팻, 칠보 팻, 검구슬 및 금실팻은 14분에 23.89, 15.01, 24.27 및 23.81 µg GAE/100 mL로 볶음시간에 따라 증가하는 경향을 보였고 아라리, 절강성이팻, 붉은이팻 및 흰이팻은 10분에 22.11, 21.71, 24.08 및 24.71 µg GAE/100 mL로 감소하는 경향을 보였으며, 연금팻은 12분(26.55 µg GAE/100 mL)에 가장 높은 함량을 보이는 것으로 나타났다. 총 flavonoid 함량은 충주팻, 칠보팻, 검구슬 및 금실팻은 14분에 8.73, 7.99, 13.27 및 10.32 µg CE/100 mL로 볶음시간에 따라 증가하는 경향을 보였고 아라리, 절강성이팻, 붉은이팻 및 흰이팻은 10분에 12.02, 12.54, 12.24 및 15.10 µg CE/100 mL로 감소하는 경향을 보였으며, 연금팻은 12분(14.32 µg CE/100 mL)에 높은 함량을 보여 흰이팻을 10분 볶은 시료에서

가장 높은 함량을 보이는 것으로 나타났다. 총 tannin 함량은 충주팻, 칠보팻, 검구슬 및 금실팻은 14분에 11.05, 10.48, 12.53 및 11.37 µg TAE/100 mL로 볶음시간에 따라 증가하는 경향을 보였고 아라리, 절강성이팻 및 붉은이팻은 10분에 11.19, 14.60 및 14.51 µg TAE/100 mL로 감소하는 경향을 보였으며, 연금팻은 12분(13.44 µg TAE/100 mL)에 높은 함량을 보였고 흰이팻은 13.39-13.90 µg TAE/100 mL로 유의적인 차이를 보이지 않았으며, 절강성이팻과 붉은이팻이 가장 높은 함량을 보이는 것으로 나타났다.

팻 볶음차 열수침출액의 DPPH 및 ABTS radical 소거활성을 검정한 결과는 Table 7과 같이 나타났다. 팻 품종별 열수침출액의 DPPH radical 소거활성은 충주팻, 칠보팻, 검구슬 및 금실팻은 14분에 393.76, 353.84, 467.81 및 362.16 mg TE/100 mL로 볶음시간에 따라 증가하는 경향을 보였고 아라리, 절강성이팻, 붉은이팻 및 흰이팻은 10분에 439.44, 406.58, 451.67 및 460.77 mg TE/100 mL로 감소하는 경향을 보였으며, 연금팻은 12분(488.72 mg TE/100 mL)에 가장 높은 radical 소거활성을 보이는 것으로 나타났다. ABTS radical 소거활성은 충주팻, 칠보팻, 검구슬 및 금실팻은 14분에 477.13, 417.77, 612.75 및 510.97 mg TE/100 mL로 나타났고 아라리, 절강성이팻, 붉은이팻 및 흰이팻은 10

Table 7. Antioxidant compounds and radical-scavenging activity of processed adzuki bean tea leaching liquer by hot water

Variety	Roasting time (min)	Antioxidant compounds			Radical-scavenging activity ⁴⁾	
		Total polyphenol ¹⁾	Total flavonoid ²⁾	Total tannin ³⁾	DPPH radical	ABTS radical
Chungju -pat	10	16.55±4.47 ^{5)defg6)}	7.71±0.30 ^{jk}	7.48±0.79 ^k	293.07±13.02 ^j	361.59±9.17 ^{lm}
	12	15.94±0.62 ^{defg}	8.74±0.18 ^{fehij}	9.84±0.29 ^{ghi}	391.38±18.98 ^{ef}	450.73±0.36 ^{ehij}
	14	23.89±0.18 ^{abc}	8.73±0.05 ^{fehij}	11.05±0.81 ^{defgh}	393.76±8.98 ^{ef}	477.13±10.52 ^{fgh}
Arari	10	22.11±5.06 ^{abcd}	12.02±0.27 ^c	11.19±0.50 ^{defgh}	439.44±13.94 ^{bc}	618.87±30.86 ^{bc}
	12	19.39±0.06 ^{abcdefg}	9.53±0.29 ^{defgh}	10.32±0.58 ^{fghi}	390.21±19.07 ^{ef}	498.16±14.23 ^{fg}
	14	17.97±0.55 ^{bcdefg}	9.13±0.13 ^{efghij}	9.64±0.88 ^{hij}	404.10±23.87 ^{de}	459.25±22.16 ^{ghi}
Chilbo -pat	10	13.83±3.00 ^g	6.81±0.72 ^k	5.89±0.07 ^l	226.22±15.71 ^l	277.02±11.59 ⁿ
	12	14.45±1.46 ^{efg}	7.86±0.14 ^{ijk}	8.26±0.11 ^{jk}	313.54±20.54 ^{ij}	376.96±14.27 ^{klm}
	14	15.01±0.14 ^{defg}	7.99±0.52 ^{ijk}	10.48±0.87 ^{fghi}	353.84±18.78 ^{gh}	417.77±10.84 ^{ijk}
Geomguseul	10	15.38±2.85 ^{defg}	9.74±0.60 ^{defg}	10.13±0.78 ^{fghi}	421.91±3.54 ^{cde}	556.48±14.86 ^{de}
	12	21.16±1.05 ^{abcdef}	10.68±0.08 ^d	12.15±0.28 ^{cde}	435.43±20.92 ^{bcd}	607.09±22.43 ^{bcd}
	14	24.27±0.33 ^{abc}	13.27±3.29 ^{bc}	12.53±0.94 ^{bcd}	467.81±20.22 ^{ab}	612.75±35.75 ^{bc}
Yungum -pat	10	16.16±4.24 ^{defg}	9.04±0.65 ^{efghij}	5.68±0.57 ^l	258.34±20.06 ^k	339.55±19.90 ^m
	12	26.55±9.27 ^a	14.32±0.85 ^{ab}	13.44±1.28 ^{abc}	488.72±19.15 ^a	728.25±46.76 ^a
	14	15.57±0.35 ^{defg}	9.95±0.16 ^{defg}	10.89±0.50 ^{efgh}	391.72±7.25 ^{ef}	486.84±45.94 ^{fg}
Kumsil -pat	10	17.51±5.25 ^{bcdefg}	8.93±0.20 ^{efghij}	11.23±1.30 ^{defgh}	346.14±16.02 ^{gh}	399.75±17.18 ^{ijkl}
	12	17.09±0.61 ^{cdefg}	9.27±0.25 ^{defghi}	10.74±0.78 ^{efgh}	349.04±6.77 ^{gh}	430.02±18.25 ^{hij}
	14	23.81±0.17 ^{abc}	10.32±0.47 ^{de}	11.37±0.45 ^{defg}	362.16±30.18 ^{fgh}	510.97±23.33 ^{ef}
Jeolgangsung -ipat	10	21.71±0.29 ^{abcde}	12.54±0.61 ^c	14.60±0.54 ^a	406.58±24.04 ^{de}	597.12±35.89 ^{bcd}
	12	19.62±5.04 ^{abcdefg}	10.22±0.43 ^{def}	11.56±0.56 ^{def}	367.02±4.74 ^{fg}	456.53±23.62 ^{ghi}
	14	13.95±0.56 ^{fg}	8.68±0.02 ^{ghij}	8.97±0.58 ^{ij}	290.89±9.98 ^j	358.39±16.48 ^{lm}
Bulgeun -ipat	10	24.08±6.88 ^{abc}	12.24±0.14 ^c	14.51±0.12 ^a	451.67±15.47 ^{bc}	635.91±25.83 ^b
	12	21.62±1.84 ^{abcde}	12.09±0.62 ^c	10.36±0.83 ^{fghi}	442.26±27.16 ^{bc}	604.60±47.10 ^{bcd}
	14	12.96±0.65 ^g	8.19±0.44 ^{hijk}	9.81±0.60 ^{ghi}	330.28±18.30 ^{hi}	400.85±10.03 ^{ijkl}
Whin -ipat	10	24.71±8.06 ^{ab}	15.10±0.94 ^a	13.90±1.06 ^{ab}	460.77±16.21 ^{ab}	688.73±12.48 ^a
	12	19.28±6.06 ^{bcdefg}	14.57±1.10 ^{ab}	13.39±2.29 ^{abc}	452.72±31.01 ^{bc}	636.06±61.59 ^b
	14	21.11±0.65 ^{abcdef}	12.69±0.14 ^c	13.83±0.06 ^{ab}	460.51±20.39 ^{ab}	570.94±55.92 ^{cd}
Brown rice tea		6.23±0.26 ^h	3.30±0.27 ^l	3.66±1.40 ^m	22.66±5.39 ^m	44.21±6.78 ^o

¹⁾µg gallic acid equivalent/100 mL sample (dry basis)
²⁾µg catechin equivalent/100 mL sample (dry basis)
³⁾µg tannic acid equivalent/100 mL sample (dry basis)
⁴⁾mg Trolox equivalent antioxidant capacity/100 mL sample (dry basis)
⁵⁾Each value is mean±SD (n=3).
⁶⁾Any means in the same column followed by the same letter are not significantly different (p<0.05) by Duncan's multiple range test.

분에 618.87, 597.12, 635.91 및 688.73 mg TE/100 mL으로 이후 감소하는 경향을 보였으며, 연금팥은 12분(728.25 mg TE/100 mL)에 가장 높은 radical 소거활성을 보이는 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 팥을 볶아 차로 제조할 경우 항산화활성이 우수한 볶음 팥차의 제조가 가능할 것으로 생각된다.

요 약

팥의 생리적 기능성을 높일 수 있는 식품가공기술을 개발함으로써 새로운 소비수요를 창출하고자 볶음차를 제조하고 이러한 팥차 제조과정이 팥의 항산화성분 및 항산화활성에 미치는 변화를 살펴본 결과 볶음시간에 따른 팥 품종별 총 polyphenol, flavonoid 및 tannin 등의 항산화성분 함량은 대체적으로 초반에는 약간 감소하였으나 볶음시간이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. 항산화성분 함량은 16분 볶음처리한 절강성이팥이 각각 12.72 mg GAE/g sample, 3.01 mg CE/g sample 및 3.56

mg TAE/g sample로 높은 함량을 보였다. DPPH 및 ABTS radical 소거활성은 대체적으로 초반에는 약간 감소하였으나 볶음시간이 증가할수록 유의적으로 증가하는 경향을 보였다. DPPH radical 소거활성은 14분 볶음처리한 붉은이팥 추출물에서 7.81 mg TE/g sample로 가장 높은 활성을 보이는 것으로 나타났고 ABTS radical 소거활성은 16분 볶음 금실팥과 절강성이팥, 14분 볶음 붉은이팥에서 21.26, 21.24 및 21.10 mg TE/g sample로 높은 활성을 보였다. 타도는 충주팥, 아라리, 칠보팥, 검구술, 연금팥, 금실팥 및 흰이팥은 증가하였고 절강성이팥과 붉은이팥은 감소하는 경향을 보이는 것으로 나타났다. 팥 품종별 볶음차 열수 침출액의 총 polyphenol 함량은 12분 볶음 연금팥(26.55 µg GAE/100 mL)이 가장 높았고 총 flavonoid 함량은 10분 볶음 흰이팥(15.10 µg CE/100 mL), 총 tannin 함량은 10분 볶음 절강성이팥(14.60 µg TAE/100 mL)이 가장 높게 나타났다. 팥 볶음차 열수 침출액의 DPPH 및 ABTS radical 소거활성은 12분 볶음 연금팥에서 각각 488.72 및 728.25 mg TE/100 mL로 가장 높은 활성을 보

였다. 이상의 결과에서 팥을 볶아 차로 제조할 경우 항산화활성이 우수한 볶음 팥차의 제조가 가능할 것으로 생각된다.

References

- Lee GD, Yoon SR, Kim JO, Hur SS, Seo KI. Monitoring on the tea with steaming and drying process of germinated buckwheat. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 33: 212-217 (2004)
- Yoo KM, Kim CE, Kim DI, Huh D, Hwang IK. Antioxidant activity and physicochemical characteristics of tangerine peel tea with *Citrus unshiu* cultivated in Cheju. Korean J. Food Cookery Sci. 21: 354-359 (2005)
- Joo SJ, Choi KJ, Kim KS, Park SG, Kim TS, Oh MH, Lee SS, Ko JW. Characteristics of mixed tea prepared with several herbs cultivated in Korea. Korean J. Food Preserv. 9: 400-405 (2002)
- Park JH, Han JS, Choi HK. Effect on quality of pan-fired green tea by 1st pan-firing time. Korean J. Med. Crop Sci. 7: 101-106 (1999)
- Chung HS, Kim KJ, Youn KS. Effects of roasting temperature on physicochemical properties of Job's tears (*Coix lachryma jobi* L. var. *ma-yeun*) powder and extracts. Korean J. Food Preserv. 13: 477-482 (2006)
- Yu JS, Hwang IG, Woo KS, Chang YD, Lee CH, Jeong JH, Jeong HS. Physicochemical characteristics of *Chrysanthemum indicum* L. flower tea according to different pan-firing times. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 297-302 (2008)
- Yoon SK, Kim WJ. Effects of roasting conditions on quality and yields of barley tea. Korean J. Food Sci. Technol. 21: 575-582 (1989)
- Ha TY, Chun HS, Lee C, Kim YH, Han O. Changes in physicochemical properties of steamed rice for Soong-Neung during roasting. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 171-175 (1999)
- Lee YT, Seog HM, Kim SS, Kim KT, Hong HD. Changes in physicochemical characteristics of immature barley kernels during roasting. Korean J. Food Sci. Technol. 26: 336-342 (1984)
- Ayatse JO, Eka OU, Ifon ET. Chemical evaluation of the effect of roasting on the nutritive value of maize (*Zea mays*, Linn). Food Chem. 12: 135-147 (1983)
- Kunsch U, Scharer H, Patrian B, Hhn E, Conedera M, Sassella A, Jermini M, Jelmini G. Effects of roasting on chemical composition and quality of different chestnut (*Castanea Sativa* Mill) varieties. J. Sci. Food Agr. 81: 1106-1112 (2001)
- Rho CW, Son SY, Hong ST, Lee KH, Ryu IM. Agronomic characters of Korean adzuki beans (*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi). Korean J. Plant Res. 16: 147-154 (2003)
- Koh KJ, Shin DB, Lee YC. Physicochemical properties of aqueous extracts in small red bean, mung bean and black soybean. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 854-859 (1997)
- Hwang CS, Jeong DY, Kim YS, Na JM, Shin DH. Effects of enzyme treatment on physicochemical characteristics of small red bean percolate. Korean J. Food Sci. Technol. 37: 189-193 (2005)
- Kim CK, Oh BH, Na JM, Sin DH. Comparison of physicochemical properties of Korean and Chinese red bean starches. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 551-555 (2003)
- Chang KY, Han KS, Park JC. Studies on the selection in adzuki bean breeding. III. Phenotypic and genotypic correlations among some characters in the population of adzuki bean varieties. Res. Bul. Chinju Agr. Col. 7: 39-44 (1968)
- Chang HG. Information on food for the health of modern people. Shinkwang Publishing Co., Seoul, Korea. pp. 46-50 (1999)
- Choi SY, Jeong YJ, Lee SJ, Chi OH, Chegal SA. Food and health for modern people. Dongmyungsa, Seoul, Korea. pp. 244-246 (2002)
- Yoshida K, Sato Y, Okuno R, Kameda K, Isobe M, Kondo T. Structural analysis and measurement of anthocyanin from colored seed coats of *Vigna*, *Phaseolus*, and *Glycine Lugumes*. Biosci. Biotechnol. Biochem. 60: 589-593 (1996)
- Ariga T, Koshiyama I, Fukushima D. Antioxidative properties of procyanidins B-1 and B-3 from azuki beans in aqueous systems. Agr. Biol. Chem. 52: 2717-2722 (1988)
- Koide T, Hashimoto Y, Kamei H, Kojima T, Hasegawa M, Terabe K. Antitumor effect of anthocyanin fractions extracted from red soybeans and red beans *in vitro* and *in vivo*. Cancer Biother. Radio. 12: 277-280 (1997)
- Kim HJ, Sohn KH, Park HK. Emulsion properties of small red bean protein isolates. Korean J. Soc. Food Sci. 6: 9-14 (1990)
- Meng GT, Ma CY. Flow property of globulin from red bean (*Phaseolus angularis*). Food Res. Int. 34: 401-407 (2001)
- Meng GT, Ma CY. Thermal properties of *Phaseolus angularis* (red bean) globulin. Food Chem. 73: 453-460 (2001)
- Abu-Ghannam N. Modelling textural changes during the hydration process of red beans. J. Food Eng. 38: 341-352 (1998)
- Dewanto V, Wu X, Liu RH. Processed sweet corn has higher antioxidant activity. J. Agr. Food Chem. 50: 4959-4964 (2002)
- Duval B, Shetty K. The stimulation of phenolics and antioxidant activity in pea (*Pisum sativum*) elicited by genetically transformed anise root extract. J. Food Biochem. 25: 361-377 (2001)
- Choi Y, Lee SM, Chun J, Lee HB, Lee J. Influence of heat treatment on the antioxidant activities and polyphenolic compounds of Shiitake (*Lentinus edodes*) mushroom. Food Chem. 99: 381-387 (2006)
- Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. Antioxidant properties of phenolic compounds. Trends Plant Sci. 2: 152-159 (1997)
- Middleton E, Kandaswami C. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. Food Technol. 48: 115-119 (1994)
- Woo KS, Song SB, Ko JY, Seo MC, Lee JS, Kang JR, Oh BG, Nam MH, Jeong HS, Lee J. Antioxidant components and antioxidant activities in methanolic extract from adzuki beans (*Vigna angularis* var. *nipponensis*). Korean J. Food Sci. Technol. 42: 693-698 (2010)
- Nakagawa M, Amano I. Evaluation method of green tea grade by nitrogen analysis. J. Japanese Food Sci. Technol. 21: 57-63 (1974)
- Monti SM, Ritieni A, Geaziani C, Randazzo G, Mannina L, Segre AL, Fogliano V. LC/MS analysis and antioxidative efficiency of Maillard reaction products from a lactose-lysine model system. J. Agric. Food Chem. 47: 1506-1513 (1999)
- Jing H, Kitts DD. Antioxidant activity of sugar-lysine Maillard reaction products in cell free and cell culture systems. Arch. Biochem. Biophys. 429: 154-163 (2004)
- Choi KJ, Kim MW, Hong SK, Kim DH. Effects of solvents on the yield, brown color intensity, UV absorbance, reducing and antioxidant activities of extracts from white and red ginseng. J. Korean Agr. Chem. Soc. 26: 8-18 (1983)
- Kirigaya N, Kato H, Fujimaki M. Studies on antioxidant activity of non-enzymatic browning reaction products (I), reaction of color intensity and reductones with antioxidant activity of browning reaction products. Agr. Biol. Chem. 32: 287-290 (1968)
- Lim WY, Kim JS, Moon GS. Antioxidative effect and characteristics of different model melanoidins with same color intensity. Korean J. Food Sci. Technol. 29: 1045-1051 (1997)
- Kim HY, Woo KS, Hwang IG, Lee YR, Jung HS. Effects of heat treatments on the antioxidant activities of fruits and vegetables. Korean J. Food Sci. Technol. 40: 166-170 (2008)
- Kim SM, Cho YS, Sung SK. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 626-632 (2001)
- Kim JE, Joo SI, Seo JH, Lee SP. Antioxidant and α -glucosidase inhibitory effect of tartary buckwheat extract obtained by the treatment of different solvents and enzymes. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 38: 989-995 (2009)
- Nieva MM, Lsla M, Sampietro AR, Vattuone MA. Comparison of the free radical-savenging activity of propolis from several regions of Argentina. J. Ethnopharmacol. 71: 109-114 (2000)
- Kang YH, Park YK, Lee GD. The nitrite scavenging and electron donating ability of phenolic compounds. Korean J. Food Sci. Technol. 28: 624-630 (1996)
- Choi Y, Jeong HS, Lee J. Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea. Food Chem. 103: 130-138 (2007)
- Suh CS, Chun JK. Relationship among the roasting conditions, colors and extractable solid content of roasted barley. Korean J. Food Sci. Technol. 13: 334-339 (1981)
- Gomyo T, Miura M. Melanoidin in foods, chemical, and physiological aspects. J. Jpn. Soc. Nutr. Food Sci. 36: 331-340 (1983)