

Changes to the Anti-oxidative Activity and Amino Acid Content of *Arctium lappa* Tea by Heat Treatment

Do-Youn Im¹ and Kyoung-In Lee^{2*}

¹Division of Liberal Arts, Kwangju Women's University, Gwangju 62396, Korea

²Bio-center, Dongshin University, Naju 58205, Korea

Received August 20, 2019 / Revised October 18, 2019 / Accepted October 21, 2019

In this study, the effect on the free amino acid content and anti-oxidative activity of *Arctium lappa* samples by heat treatment were compared to obtain data on the conditions required for properly processing the root as a raw material for tea. The results of DPPH and ABTS radical scavenging activity assays showed that 180°C-4 min and 200°C-3 min treatments retained relatively high activity. All heat treatment conditions showed increased polyphenol content compared to the initial sample value of 42.72 mg/l, and the 180°C-4 min and 200°C-3 min treatments were higher than the others at 60.09 mg/l and 62.74 mg/l, respectively. In the free amino acid analysis of the *A. lappa* root tea, the tendency of the initial content was confirmed to decrease as temperature and time increased. Changes in phenylalanine, histidine, leucine, and isoleucine were found to be high, while aspartic acid and proline changes were relatively low. Overall, amino acid content decreased significantly under heating conditions above 180°C-3 min and 200°C-2 min. From these results, heat treatment of *A. lappa* root at 180°C-4 min was deemed optimal based on anti-oxidative activity and free amino acid content.

Key words : ABTS radical, amino acid, *Arctium lappa*, DPPH radical, heat treatment

서론

건강에 대한 관심이 증가되면서 각종 기능성 음료의 연구와 개발이 활발해 지고 있다. 특히 녹차나 한약재를 원료로 하는 건강 지향성 음료가 우리나라의 한약 이용 문화와 맞물려 지속적으로 관심을 받고 있으며, 음료 완제품뿐만 아니라 침출을 직접 수행해야 하는 원료 형태의 제품에 대한 수요도 지속적으로 발생되고 있다. 이는 대량 생산 체계에서 빈번하게 사용될 수 있는 다양한 첨가물의 사용에 대한 우려나 직접 차를 만들어 이용하는 단계에서 얻는 여러 가지 만족도 등에서 원인을 찾아볼 수 있을 것이다. 우리나라뿐 만이 아니라 세계적으로도 녹차나 홍차와 같은 전통적인 차잎 가공품 형태로서의 차와 함께 허브류나 다양한 식물성 생약 등을 원료로 하는 차의 이용이 증가되고 있으며, 그 범위가 기존의 식품의 원료로까지 확대되고 있다[10, 21].

우영(*Arctium lappa* L.)은 우리나라를 비롯한 아시아 지역에서 오랫동안 식품과 생약의 원료로서 사용되어 온 식물이다. 우영의 여러 부위에 대한 다양한 생리 활성에 대한 연구 보고

가 지속적으로 이루어지고 있는데, 항산화 활성이나 항염증 활성, 고혈압 관련 활성 등이 대표적이다[2, 6, 9, 14, 15, 18]. 주로 식품의 원료로만 사용되던 뿌리 부위의 경우, 최근 들어 증가되고 있는 다양한 기능성 음료의 수요와 맞물려 차의 원료로서 활용도가 높아지고 있다[3, 11].

차의 원료로 활용하기 위해 녹차와 같이 특유의 가공 공정을 거치는 경우도 있지만 우영의 뿌리와 같이 수세된 원료를 절단, 건조하여 볶음의 과정만으로 차의 원료를 완성하는 재료가 다수 존재한다. 이러한 경우, 볶음 과정 중 가열의 시간이 길어지면 탄화에 의한 외형적인 품질 저하뿐만 아니라 향과 맛을 저하시키게 되며, 기능성 성분과 일반 영양 성분의 파괴를 수반할 수 있다. 따라서 각각의 원료 특성에 맞추어 짧은 시간 안에 필요한 가열을 완료할 수 있는 조건의 설정이 품질을 결정하는 중요한 요인이 된다[5, 12, 17, 19].

본 연구에서는 우영의 뿌리 부위로 차를 만드는 과정에서 가장 중요한 열처리 단계에서의 가열 온도와 시간에 따른 변화 중 음료로서 중요한 성분군인 유리아미노산의 함량 변화 상태와 함께 항산화 활성수준을 검토함으로써 우영을 활용한 차 제조 시 적정한 가열처리 조건 설정에 대한 자료로서 활용하고자 하였다.

재료 및 방법

실험 재료

본 실험에 사용된 우영(*Radix of Arctium lappa*)은 2018년

*Corresponding author

Tel : +82-61-336-3104, Fax : +82-61-336-3118

E-mail : lki@dsu.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

경북 안동 지역에서 생산된 것으로 이물질을 제거하기 위해 세척을 실시한 후 절편의 두께가 5 mm가 되도록 절단 한 후 동결건조를 실시하였다. 가열처리에는 전기회화로(F48000, ThermoFisher scientific, USA)를 사용하였으며, 사전 실험을 통하여 가열 온도의 범위를 180~230°C로 설정하였다. 가열 처리 시간은 온도 조건별로 2~4 분을 적용하여 실험을 진행하였으며, Table 1과 같이 조건별 시료를 구분하였다.

추출물의 조제

열처리가 완료된 우영 시료를 blender (Warning, USA)로 분쇄 후 열수 추출을 실시하였다. 추출은 실제 차 음용 조건을 감안하여 분쇄된 시료 20 g에 100°C의 열수 380 ml를 혼합하여 20분간 실시하였다. 추출액은 원심분리기(CR-21G, Hitachi, Japan)를 이용하여 침전물을 제거한 후 No. 2여과지(Whatman Co., Buckinghamshire, UK)를 사용하여 여과를 실시하였으며, 여액을 4°C 이하로 냉장보관하면서 실험에 사용하였다.

DPPH 라디칼 소거능 측정

시료의 항산화 활성을 확인하기 위해 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)을 이용하여 라디칼 소거능을 측정하였다 [1]. 메탄올을 이용해 100 µM로 용해시킨 DPPH 용액 150 µl와 시료액 50 µl를 혼합한 후 암실에서 20분간 반응시켜 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료액 대신 증류수를 사용한 바탕시험을 기준으로 소거능을 산출하였다.

ABTS 라디칼 소거능 측정

2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulphonic acid) (ABTS) 라디칼 소거능은 Re 등[20]의 방법을 일부 변형하여 측정하였다. 7.4 mM ABTS와 2.6 mM potassium persulfate를 혼합 후 상온, 암소에서 4시간 동안 방치하여 라디칼을 형성하고, 실험 직전 735 nm에서 흡광도가 0.700±0.05가 되도록 증류수로 희석하였다. 시료액 50 µl와 ABTS용액 150 µl를 혼합하여 30분간 암소에서 방치한 후 735 nm에서 흡광도를 측정하였다. 시료액 대신 증류수를 사용한 바탕시험 흡광도를 기준으로 소거능을 산출하였다.

Table 1. Heat treatment conditions of *A. lappa* tea

	Temperature (°C)	Time (min)
Control	NT ¹⁾	NT
180-3	180	3
180-4	180	4
200-2	200	2
200-3	200	3
200-4	200	4
230-2	230	2
230-3	230	3

¹⁾No treated.

폴리페놀 용출함량 측정

Folin-Denis법을 이용하여 추출물의 폴리페놀 용출함량을 측정하였다[16]. 시료 추출액 80 µl와 Folin-Denis reagent 80 µl를 혼합하여 3분간 반응시킨 뒤 10% Na₂CO₃ 80 µl를 혼합하여 1시간동안 암실에서 반응시킨 후, 상등액 120 µl를 취하여 96well plate에 옮겨 700 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준 물질로 tannic acid를 0~500 µg/ml의 농도로 제조하여 표준 검량선을 작성하고 폴리페놀 용출함량을 mg/l로 나타내었다.

유리 아미노산 함량 측정

시료 추출물 중에 함유된 유리 아미노산을 분석하기 위해 LC-1200 series 액체크로마토그래피(Agilent Technologies, CA, USA)와 MRM(Multiple reaction monitoring) mode가 지원되는 A6410 질량분석기(Agilent Technologies, CA, USA)를 사용하여 분석을 실시하였다. Positive mode의 electrospray ionization (ESI) 조건으로 실시된 분석에서 각 아미노산의 MRM 조건은 Table 2에 나타내었다. 분석용 컬럼으로 YMC-Pack Pro C8 (150 x 4.6 mm, 3 µm, YMC, Japan)을 사용하였다. 이동상으로 A 용액은 5 mM ammonium formate가 혼합된 수용액이었고 B 용액은 5 mM ammonium formate 가 함유된 메탄올을 사용하였으며, 0.5 ml/min의 유속으로 2% B로 시작하여 15분까지 순차적으로 100% B로 올려준 후 다시 0% B로 낮춰서 총 30분 동안 분석을 실시하였다.

통계분석

모든 측정값은 3회 이상 반복 실험한 결과의 평균값과 표준편차(mean ± SD)로 표시하였고, 각 실험군 간의 통계학적 분

Table 2. Multiple reaction monitoring conditions of amino acid analysis

Amino acids	Retention time (min)	MRM (m/z)
Alanine	4.24	90.1>44.1 ¹⁾
Arginine	3.70	175.2>70.1
Asparagine	4.21	133.1>74.1
Aspartic acid	4.70	134.1>74.0
Cystine	4.13	241.0>152.0
Glutamic acid	4.60	148.1>84.1
Glycine	4.06	75.8>30.1
Histidine	3.56	156.2>110.1
Isoleucine	12.32	132.1>86.1
Leucine	11.29	132.1>86.1
Lysine	3.45	147.0>84.1
Methionine	7.73	150.1>56.1
Phenylalanine	18.64	166.1>120.1
Proline	5.05	116.1>70.1
Serine	4.17	106.1>60.2
Threonine	4.33	120.1>74.0
Tyrosine	15.33	182.1>136.2
Valine	6.08	118.1>72.1

¹⁾The conditions represent precursor ion > product ion.

석은 windows용 SPSS 12.0 (SPSS Inc, Chicago, USA)을 이용하였다. 각 군 간의 측정치 비교는 One-way analysis of variance (ANOVA)를 시행한 후 사후분석으로 Duncan's multiple range test를 실시하여 $p < 0.05$ 수준에서 유의성이 있는 것으로 판단하였다.

결과 및 고찰

가열 온도 및 시간에 따른 우엉차의 외부 변화

차와 같은 형태로 이용되는 식물 원료는 자체 효소의 불활성화 뿐만이 아니라 풍미나 색상의 개선을 목적으로 가열 처리를 하게 된다. 우엉과 같은 식물 원료에 대한 가열 과정은 필연적으로 갈변 반응을 수반하게 되며, 적정 수준의 가열 시간을 초과하게 되면 탄화나 회화의 과정이 표면적으로 나타날 수 있다. 본 연구에서 적정한 가열 조건의 탐색을 위해 선정된 가열 온도 및 가열 시간에 따른 외형 변화를 Fig. 1에 제시하였다. 열처리를 실시하지 않은 초기 시료에 비해 가열 온도 및

시간에 따라 노출 정도에 따라 갈변 양상의 차이를 확인할 수 있었는데, 180°C-3분 가열 처리 시료의 경우 아주 약한 갈변 현상이 나타났으며, 230°C-2분과 230°C-3분 가열 처리 시료의 경우는 갈변의 단계를 넘어 탄화가 일부 가열 시간에 비례하여 나타났다. 전반적으로 180°C-4분, 200°C-3분, 200°C-4분 가열 처리 시료가 비교적 양호한 갈변 양상을 가지는 것으로 판단되었다.

DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능의 변화

항산화 활성은 피부미백이나 항염증 등 다양한 생리활성과 관련성을 가지는 것으로 알려져 있다[7, 8]. 특히, 활성산소종에 대한 관심이 증가되면서 천연 항산화 성분에 대한 연구도 증가되고 있다[4]. 항산화 활성을 측정하기 위한 가장 일반적인 방법 중 하나인 DPPH 라디칼 소거능 측정 결과에서 초기의 우엉을 추출한 시료에 비해 모든 가열 조건에서 소거능이 증가된 것을 확인할 수 있었다. 230°C-3분 가열 처리 조건과 200°C-3분 가열 처리 조건, 그리고 180°C-4분 가열 처리 조건이

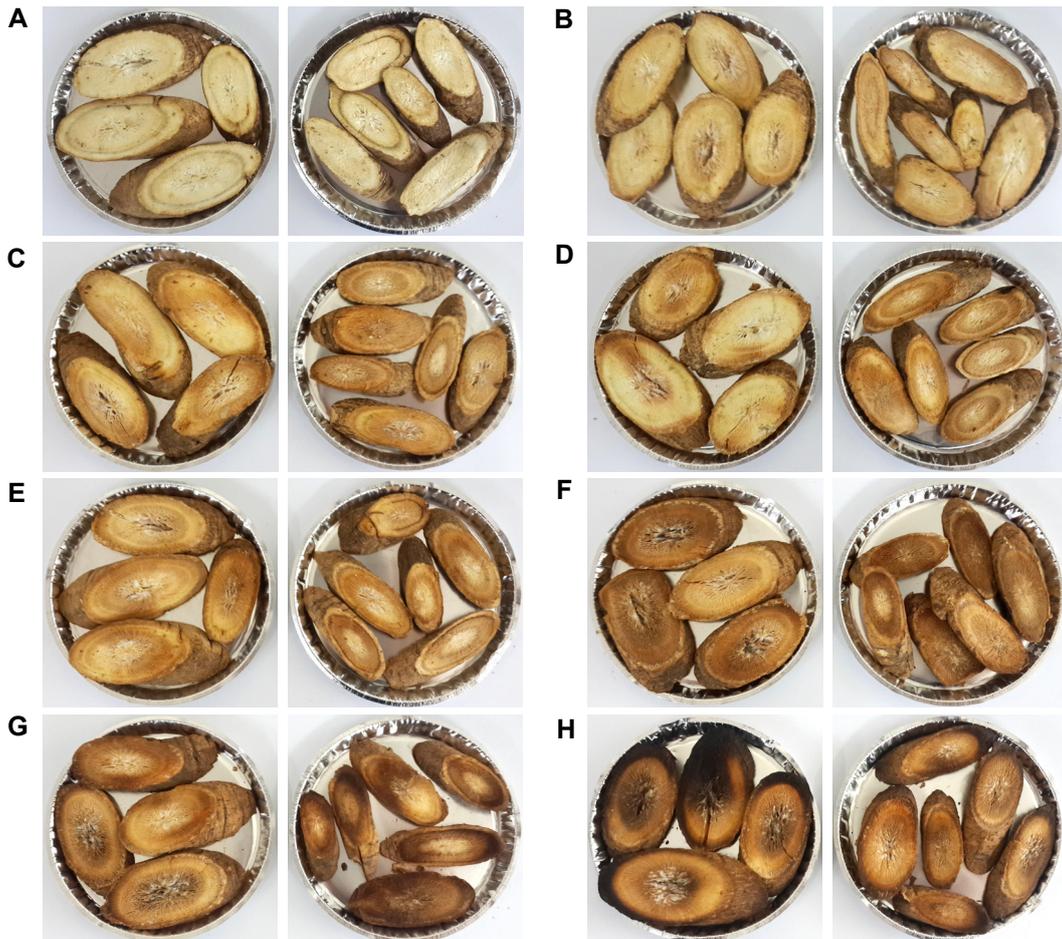


Fig. 1. Change in appearance of *A. lappa* tea by heat treatment condition. (A) Control, (B) 180°C-3 min treated sample, (C) 180°C-4 min treated sample, (D) 200°C-2 min treated sample, (E) 200°C-3 min treated sample, (F) 200°C-4 min treated sample, (G) 230°C-2 min treated sample, (H) 230°C-3 min treated sample.

Table 3. DPPH and ABTS radical scavenging activities of *A. lappa* tea

Sample	Radical scavenging activity (%)	
	DPPH	ABTS
Control	8.81±0.75 ^{1)C}	26.50±0.86 ^D
180-3	11.19±0.51 ^B	30.70±0.38 ^C
180-4	13.17±0.38 ^A	39.18±0.38 ^A
200-2	8.97±0.29 ^C	28.81±1.13 ^{CD}
200-3	13.25±0.43 ^A	38.11±0.71 ^A
200-4	12.84±0.49 ^{AB}	34.40±1.08 ^B
230-2	11.11±0.38 ^B	33.66±0.89 ^{BC}
230-3	13.32±0.89 ^A	35.64±1.49 ^B

¹⁾The values represent the mean ± SD (n=3). Means in the same column with different subscript letters are significant differences at *p*<0.05 by One-way ANOVA.

유사한 수준으로 비교적 높은 소거능을 나타내었다. ABTS 라디칼 소거능의 경우, 180℃-4분 가열 처리 조건과 200℃-3분 가열 처리 조건이 상대적으로 높은 소거능을 가지는 것으로 나타났다. 라디칼 소거능 결과를 종합해보면 180℃-4분과 200℃-3분 가열 조건이 가장 효과적인 것을 알 수 있었으며, 두 가지 라디칼 소거능 모두에서 가열 처리 시간이 짧은 조건에서는 상대적으로 낮은 소거능을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 이는 일정한 시간 범위 내에서의 가열이 항산화 활성을 나타내는 성분을 증가시킬 수 있음을 나타내는 것으로 판단되었다.

Table 4. Free amino acid contents of *A. lappa* tea

Amino acids	Free amino acid contents (mg/l)							
	Control	180-3	180-4	200-2	200-3	200-4	230-2	230-3
Alanine	5.0±0.2 ¹⁾	4.7±0.4	3.2±0.4	6.0±0.8	4.3±0.2	4.5±0.7	4.3±0.2	5.1±0.4
Arginine	639.8±9.7	610.2±10.1	604.2±8.2	641.3±12.9	532.1±9.4	393.6±12.2	523.4±14.7	345.3±10.5
Asparagine	ND ²⁾	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Aspartic acid	60.6±1.6	60.0±2.9	60.6±1.4	59.1±2.1	56.3±2.8	56.1±3.0	60.8±2.8	40.9±2.1
Cystine	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Glutamic acid	44.9±1.9	36.3±0.8	25.6±1.3	25.2±2.0	24.6±1.2	15.9±1.1	23.3±2.1	18.3±2.2
Glycine	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Histidine	20.6±1.1	17.5±0.4	18.8±1.2	16.8±1.7	12.9±0.9	9.1±0.7	12.0±1.1	7.9±0.8
Isoleucine	73.6±2.8	65.0±2.5	57.8±2.0	56.1±1.9	45.8±2.4	28.2±1.8	35.9±2.0	28.6±1.6
Leucine	75.3±4.1	70.3±2.9	63.0±3.2	65.0±4.0	48.1±2.5	25.7±2.6	34.7±1.9	29.0±2.5
Lysine	16.1±0.7	8.1±1.1	9.0±0.8	8.7±0.9	8.2±1.1	4.5±0.4	5.1±0.8	4.6±0.9
Methionine	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Phenylalanine	96.4±4.6	63.6±4.3	46.3±2.9	64.2±4.7	38.2±2.7	14.0±1.2	21.8±2.2	17.8±2.0
Proline	319.4±12.5	332.6±10.6	310.8±9.4	320.6±12.9	277.3±10.2	203.5±10.7	248.2±11.8	198.2±9.9
Serine	6.4±0.3	5.9±0.7	6.1±0.6	5.0±0.3	5.3±0.4	4.5±0.3	4.2±0.2	4.0±0.5
Threonine	14.6±1.2	12.9±0.9	13.7±0.9	13.2±1.1	12.0±0.6	9.6±0.9	10.3±1.0	7.3±0.9
Tyrosine	18.8±0.9	18.7±1.4	14.7±1.2	15.2±1.0	10.5±0.9	6.2±0.8	9.7±0.5	7.9±0.8
Valine	34.0±2.6	29.3±3.0	27.6±2.5	28.0±1.9	22.1±1.4	14.3±0.9	15.8±0.8	13.7±1.1

¹⁾The values represent the mean ± SD (n=3).
²⁾Not detected.

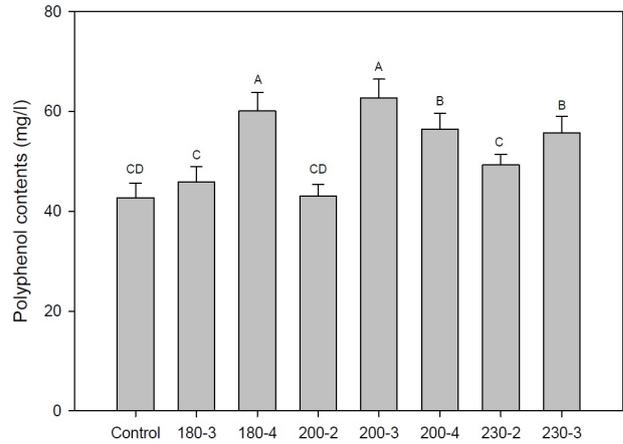


Fig. 2. Polyphenol contents of *A. lappa* tea. The values represent the mean ± SD (n=3). Means in each column with different subscript letters are significant differences at *p*<0.05 by One-way ANOVA.

폴리페놀 용출함량의 변화

각 조건별 추출액의 폴리페놀 용출함량 측정 결과를 Fig. 2에 나타내었다. 200℃-3분 가열 처리 조건과 180℃-4분 가열 처리 조건에서 각각 62.74 mg/l와 60.09 mg/l의 폴리페놀 용출함량을 나타냄으로써 다른 가열 조건보다 상대적으로 높은 결과를 보였다. 이는 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능에서 나타난 결과와도 연관성이 높은 것으로 가열 과정 중 증가된 폴리페놀 함량이 항산화 활성을 높이는 데 기여한 것으로 판단되었다. 실험이 진행된 모든 가열 조건에서 42.72 mg/l의 초기

시료 폴리페놀 용출함량에 비해 증가된 결과를 보였으며, 200℃-3분 가열 처리 조건과 200℃-4분 가열 처리 조건의 결과에서 나타난 감소 현상은 고온으로 가열 처리 시 탄화 등의 현상이 나타날 만큼 시간이 증가되면 오히려 폴리페놀 용출함량이 감소될 수 있음을 나타내는 결과로 판단되었다. 이와 같은 현상은 180℃ 이상의 고열에서만 아니라 우영을 대상으로 증숙과 건조를 반복하는 과정에서 폴리페놀 함량이 초기에는 증가하다가 열처리 횟수가 증가함에 따라 폴리페놀 함량이 점차 감소했다는 기존 연구 결과에서도 확인되는 내용이다[13].

유리 아미노산 함량의 변화

일반적으로 아미노산이 아닌 형태로 존재하였던 단백질 등의 성분이 분해나 발효 등의 과정을 통해 아미노산 함량이 증가되는 경우를 제외하면 가열과 같은 조건에 노출됨으로써 아미노산은 다양한 화학적 반응에 관여하게 되고 원래의 아미노산 형태는 감소하는 경향을 나타내게 된다. 본 연구에서도 Table 4에 나타난 바와 같이 가열 조건별 우영차의 유리 아미노산 분석 결과에서 가열온도와 시간이 증가됨에 따라 초기의 아미노산 함량보다 감소되는 경향을 확인할 수 있었다. 특히 phenylalanine의 경우, 초기 함량에 비해 230℃-3분의 가열 처리 조건에서 81.6%가 감소되었으며, 200℃-4분의 가열 처리 조건에서는 85.5%가 감소되는 것으로 나타났다. Histidine이나 leucine, isoleucine 등의 함량 변화에서도 phenylalanine의 감소비율보다 낮기는 했으나 유사한 경향을 확인할 수 있었다. 반면, aspartic acid, proline 등은 40% 미만의 비교적 낮은 감소 비율을 보였다. 전반적으로 180℃에서 3분~4분 가열 조건과 200℃의 2분 가열 조건을 넘어서는 온도와 시간 조건에서는 아미노산 감소가 현저히 증가됨에 따라 제품 개발이나 연구 단계에서의 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단된다.

이와 같은 유리아미노산 함량 변화 결과와 함께 180℃-4분과 200℃-3분 가열 조건이 가장 높은 수준의 결과를 나타낸 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능 과 폴리페놀 용출함량 결과, 그리고 가열 조건에 따른 외부 변화까지 감안하면 180℃-4분 수준의 가열 처리 조건이 가장 우수한 것으로 판단할 수 있었다.

References

- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* **181**, 1199-1200.
- Han, S. J. and Koo, S. J. 1993. Study on the chemical composition in bamboo shoot, lotus root and burdock. *Kor. J. Soc. Food Sci.* **9**, 82-87.
- Hwang, E. G., Lee, S. H., Kim, B. K., Kim, S. J., Ann, Y. G., Doryoon, M. and Oh, S. C. 2019. Functionality and components of burdock tea prepared by steaming and drying method. *J. Kor. Appl. Sci. Technol.* **36**, 23-33.
- Im, D. Y., Pyo, B. S., Kim, S. M. and Lee, K. I. 2017. Measurement of the anti-oxidative properties of extract from medicinal plants using an on-line HPLC-DPPH assay. *J. Life Sci.* **27**, 44-49.
- Joo, S. J., Choi, K. J., Kim, K. S., Park, S. G., Kim, T. S., Oh, M. H., Lee, S. S. and Ko, J. W. 2002. Characteristics of mixed tea prepared with several herbs cultivated in Korea. *Kor. J. Food Preserv.* **9**, 400-405.
- Kim, H. B., Park, H. U., Lee, J. Y. and Kwon, H. J. 2011. Lack of mutagenicity on green pigments in *Salmonella typhimurium*. *J. Fd. Hyg. Safety* **26**, 242-247.
- Kim, J. S. 2014. Antioxidant, α -glucosidase inhibitory and antimicrobial activities of extracts from *Maesa japonica* (Thunb.). *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* **22**, 289-294.
- Kim, J. Y., Kim, S. Y., Kwon, H. M., Kim, C. H., Lee, S. J., Park, S. C. and Kim, K. H. 2014. Comparison of antioxidant and anti-inflammatory activity on chestnut, chestnut shell and leaves of *Castanea crenata* extracts. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* **22**, 8-16.
- Kim, Y. J., Kang, S. C., Namkoong, S., Choung, M. G. and Sohn, E. H. 2012. Anti-inflammatory effects by *Arctium lappa* L. root extracts through the regulation of ICAM-1 and nitric oxide. *Kor. J. Plant Res.* **25**, 1-6.
- Ko, J. Y., Woo, K. S., Song, S. B., Seo, H. I., Kim, H. Y., Kim, J. I., Lee, J. S., Jung, T. W., Kim, K. Y., Kwak, D. Y. and Oh, I. S. 2012. Physicochemical characteristics of sorghum tea according to milling type and pan-fried time. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **41**, 1546-1553.
- Kwon, Y. R. and Youn, K. S. 2014. Physicochemical of burdock tea depending on steaming and roasting treatment. *Kor. J. Food Preserv.* **21**, 646-651.
- Lee, G. D., Yoon, S. R., Kim, J. O., Hur, S. S. and Seo, K. I. 2004. Monitoring on the tea with steaming and drying process of germinated buckwheat. *J. Kor. Soc. Food Sci. Nutr.* **33**, 212-217.
- Lee, G. Y., Son, Y. J., Jeon, Y. H., Kang, H. J. and Hwang, I. K. 2015. Changes in the physicochemical properties and sensory characteristics of burdock (*Arctium lappa*) during repeated steaming and drying procedures. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **47**, 336-344.
- Lee, M. S. 2011. Antioxidative and antimutagenic effects of *Arctium lappa* ethanol extract. *Kor. J. Food Nutr.* **24**, 713-719.
- Lim, J. H., Jeong, M. C. and Moon, K. D. 2005. Purification and characterization of polyphenol oxidase from burdock (*Arctium lappa* L.). *Kor. J. Food Preserv.* **12**, 489-495.
- Otto, F. and Denis, W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J. Biol. Chem.* **12**, 239-243.
- Park, J. H., Han, J. S. and Choi, H. K. 1999. Effect on quality of pan-fired green tea by 1st pan-firing time. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* **7**, 101-106.
- Park, K. Y., Lee, K. I. and Rhee, S. H. 1992. Inhibitory effect of green-yellow vegetables on the mutagenicity in Salmonella assay system and on the growth of AZ-521 human gastric cancer cells. *J. Kor. Soc. Food Nutr.* **21**, 149-153.
- Park, M. Y., Yu, C. G. and Park, Y. H. 2016. Effects of roasting and peeling process and extraction temperature on the

- antioxidant activity of burdock tea. *Kor. J. Medicinal Crop Sci.* **24**, 351-359.
20. Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M. and Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic. Biol. Med.* **26**, 1231-1237.
21. Song, S. B., Ko, J. Y., Kim, J. I., Lee, J. S., Jung, T. W., Kim, K. Y., Kwak, D. Y., Oh, I. S. and Woo, K. S. 2013. Changes in physicochemical characteristics and antioxidant activity of adzuki bean and adzuki bean tea depending on the variety and roasting time. *Kor. J. Food Sci. Technol.* **45**, 317-324.

초록 : 열처리 조건에 따른 우엉차의 항산화 활성과 아미노산 함량의 변화

임도연¹ · 이경인^{2*}

(¹광주여자대학교 교양과정부, ²동신대학교 바이오센터)

본 연구에서는 우엉의 뿌리를 차의 원료로 가공하는 과정에서 필요한 적절한 가열 처리 조건 설정에 대한 자료를 얻고자 열처리 단계의 가열 온도와 시간에 따른 유리아미노산의 함량 변화와 항산화 활성수준 등을 비교하였다. 항산화 활성을 비교하기 위해 실시한 DPPH와 ABTS 라디칼 소거능 측정 결과에서 180℃-4분 가열 처리 조건과 200℃-3분 가열 처리 조건이 비교적 높은 활성을 가지는 것으로 나타났다. 이는 폴리페놀 함량 측정에서 200℃-3분 가열 처리 조건과 180℃-4분 가열 처리 조건에서 각각 62.74 mg/l와 60.09 mg/l로 다른 가열 조건보다 상대적으로 높은 결과를 보인 것과 관련된 것으로 판단되었다. 가열 조건별 우엉차의 유리 아미노산 분석 결과에서 가열온도와 시간이 증가됨에 따라 초기의 아미노산 함량보다 감소되는 경향을 확인할 수 있었다. 특히 phenylalanine, histidine, leucine과 isoleucine 등의 함량 변화가 높은 비율로 나타났으며, aspartic acid, proline 등은 비교적 감소 비율이 낮았다. 전반적으로 180℃에서 3분~4분 가열 조건과 200℃의 2분 가열 조건을 넘어서는 온도와 시간 조건에서는 아미노산 함량이 급격히 감소되었다. 이상의 결과에서 실험이 실시된 항산화 활성과 유리 아미노산 함량을 기준으로 180℃-4분 수준의 가열 처리 조건이 가장 우수한 것으로 판단되었다.