

Quality change of sliced ginseng depending on different drying methods

Jongjin Park¹, Daehee Park¹, Wonyoung Lee^{1,2*}

¹Department of Food Science and Technology Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

²Food and Bio-industry Research Institute, Kyungpook National University, Daegu 41566, Korea

건조방법에 따른 홍삼 절편의 품질 변화

박종진¹ · 박대희¹ · 이원영^{1,2*}

¹경북대학교 식품공학부, ²식품생물산업연구소

Abstract

This study investigated quality change of ginseng depending on far-infrared (FIR) drying methods. The ginseng was cut into 2 mm slices and measured moisture content (MC), color, total polyphenol content (TPC), total flavonoid content (TFC) and DPPH radical scavenging activity (DPPH). The color values (L, a, and b) were decreased after far-infrared (FIR) drying. As increase in drying time, color was changed. Considering quality parameters including MC, TPC, TFC, and DPPH, the optimum condition for drying was set at 65°C for 60 min. Furthermore, we compared color and functional compounds depending on drying process including FIR, freeze-, vacuum, and hot-air drying. The color values of ginseng were decreased when dried using vacuum and hot-air. While the color values of ginseng were increased after freeze drying. Comparison with another drying method, FIR drying presented the highest color difference. FIR and vacuum-dried ginseng indicate higher contents of TPC and TFC than freeze- and hot air-dried ginseng. And hot-air-dried ginseng present the highest DPPH when compared to another drying methods. On the other hand, freeze dried ginseng show the lowest TPC, TFC, and DPPH.

Key words : ginseng, far-infrared drying, quality, functional compound

서 론

인삼(*Panax ginseng* C.A. Meyer)은 식물 분류학상으로 (Araliaceae)에 속하는 식물을 말하며 뿌리를 약용으로 이용한다(1). 홍삼의 제조과정에서 발생하는 열에 의해 인삼에는 존재하지 않는 홍삼만의 특유 성분인 ginsenoside Rg₂, Rg₃, Rh₁, Rh₂ 등의 사포닌 성분이 새로이 생성되며, 이러한 홍삼 특유의 사포닌은 암예방 작용, 암세포 성장억제 작용, 뇌신경세포 보호 및 학습능력 개선작용, 항혈전 작용, 혈압강하작용, 항염증 작용, 콜레스테롤 개선 효과 등이 있다고

보고되고 있어 이에 대하여 인삼을 홍삼으로 이용하는 것이 홍삼 특유의 ginsenoside 성분을 이용함으로써 여러 효능을 나타낸다고 알려져 있다(2-9).

건조 시에는 일반적으로 열풍건조를 실시하고 있으나 열풍건조의 경우 열 손상 및 에너지 효율이 낮은 단점이 있다. 한편, 원적외선 건조는 복사에너지를 이용하여 열풍 건조보다 적은 에너지 소비량으로 빠른 건조속도를 보이며, 건조 품질도 우수하다는 장점이 있다(10-12). 그리고 진공 동결건조와 비교했을 때, 원적외선 건조는 시료의 원형 유지는 어렵지만 풍미를 낼 수 있고, 품질 유지 및 대량 생산이 가능하다는 내용도 보고된 바가 있다(13). 최근에 홍삼을 증자, 열처리, 건조 온도 및 시간에 따른 ginsenoside 및 기능성 성분의 변화에 대한 연구가 집중되고 있으나 건조 시간 증가에 따른 효율이 떨어짐에 따라 원적외선을 이용한 연구가 관심을 받고 있다.

따라서 본 연구는 원적외선 건조의 건조 온도 및 시간에

*Corresponding author. E-mail : wonyoung@knu.ac.kr
Phone : 82-53-950-7763, Fax : 82-53-950-6772
Received 10 November 2016; Revised 3 April 2017; Accepted 31 May 2017.
Copyright © The Korean Society of Food Preservation. All rights reserved.

따라 홍삼의 품질변화를 모니터링하여 최적 건조조건을 설정한 후, 최종적으로 원적외선 건조방법과 열풍, 감압, 동결 건조된 시료의 품질 특성을 비교 분석하였다.

재료 및 방법

실험 재료

실험 재료는 시판 제품 중 비냉동 수삼을 구매하여 사용하였다. 홍삼 제조를 위해 수삼을 세척한 후 홍삼제조기(HK-9600, J-tech Co., Seoul, Korea)에 넣어서 48시간동안 증삼하였다. 증삼 과정을 거친 홍삼은 2 mm slice로 자른 후 건조되었다.

홍삼 건조 및 추출 방법

제조된 홍삼은 자체제작한 제습식 원적외선 건조기(Jeongjin E&C, Gyeongsan, Korea), 대류형 열풍건조기(OTEC-004-m, Ilwon freezer, Namyangju, Korea), 감압열풍건조기(OV-12, JEIO TECH, Daejeon, Korea), 동결건조기(SFDSF12, Samwon, Busan, Korea)를 이용하여 건조되었다. 원적외선 건조기의 방사체로는 IR lamp를 사용하였으며 단열재로는 우레탄을 사용해 제작하였다. 홍삼 시료는 원적외선 건조기 내에 동일한 위치에 두어 실험하였으며 제조된 홍삼은 2 mm 두께로 일정하게 절단 후 aluminium dish에 약 5씩 둔 후 진행하였다. 원적외선 건조의 경우 45, 55, 65, 75, 85°C에서 15, 30, 45, 60, 75, 90분간 각 조건별로 건조되었으며, 건조 방법별 비교 실험에서는 원적외선, 열풍, 감압건조는 65°C에서 60분 간, 동결건조는 -65°C에서 60분 간 진행한 후 품질특성을 비교 분석하였다. 홍삼 추출물은 홍삼 분말 1 g에 70% 메탄올 용액 50 mL를 가한 후 80°C 수욕에서 1시간동안 환류 추출하였으며, 제조된 추출물은 냉각 후 60°C 수욕 중에서 용매가 모두 증발할 때까지 감압 농축하였다. 그리고 용매가 제거된 농축물은 증류수 2 mL에 용해한 후 분석 실험에 사용되었다.

수분측정

홍삼의 수분함량은 각 조건별로 건조한 샘플을 대류형 열풍건조기를 이용해 105°C에서 24시간 건조하여 측정하였다(14).

색도 측정

색도 측정에는 colorimeter(CR-300, Minolta Co., Osaka, Japan)가 사용되었으며, 측정 전 표준 백색판(L=97.78, a=0.39, b=2.05)으로 보정하였다. 색도는 조건별로 처리된 홍삼의 절단 표면을 측정하여 Hunter's color value인 L, a, b value와 ΔE value로 나타내었다. Hunter's color value는 6반복 후 평균과 표준편차로 나타내었으며, ΔE value는 아래 식을 사용하여 계산하였다.

$$= \Delta L + \Delta a^2 + \Delta b^2$$

L : Degree of lightness(light+100↔0 dark)

a : Degree of redness(red+100↔0↔100 green)

b : Degree of yellowness(yellow+100↔0↔100 blue)

총 폴리페놀 함량 측정

홍삼 추출액의 총 페놀성 화합물 함량(TPC, total polyphenol content)은 Folin-Denis법(15)에 의해서 비색 정량하였다. 먼저 4배 희석된 시료 100 μL에 Folin-Ciocalteu's reagent 50 μL를 첨가한 후 3분 동안 반응을 시켰다. 그리고 위 혼합물에 2% Na₂CO₃용액 300 μL를 첨가하여 실온에서 15분 반응시킨 다음 증류수 1 mL를 첨가하였다. 위 과정을 통해 만들어진 시료는 UV spectrophotometer(UV-2550, Shimadzu Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. TPC 함량은 gallic acid(Sigma-Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA)를 표준물질로 사용한 표준곡선으로부터 환산하였다.

총 플라보노이드 함량 측정

총 플라보노이드 함량(TFC, total flavonoid content)은 Teng 등(16)의 방법을 사용하여 측정하였다. 시료 70 μL와 5% NaNO₂ 50 μL 및 10% Al(NO₃)₃·9H₂O 50 μL을 넣고 6분 동안 반응시켰다. 그 후 1 N NaOH 용액 500 μL을 각 tube에 넣은 후 UV spectrophotometer를 이용하여 510 nm에서 흡광도를 측정하였다. 측정된 흡광도는 Rutin(Sigma-Aldrich Chemical Co.)을 표준물질로 사용한 표준곡선에 대입되어 TFC로 환산되었다.

DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH 라디칼 소거능 측정을 위해 Blois의 방법(17)을 변형하여 사용하였다. 에탄올으로 50배 희석한 추출물 100 μL에 DPPH 용액 900 μL를 가한 후 30분 동안 암실에서 반응시킨 후 반응액의 흡광도 값을 UV spectrophotometer(UV-2550, Shimadzu Co.)를 사용하여 517 nm에서 측정하였다. 측정된 흡광도 값은 아래 식을 이용하여 DPPH 값으로 산출하였다.

$$\text{DPPH 라디칼 소거능(\%)} = 1 - \left(\frac{A}{B} \right) \times 100$$

A : sample의 흡광도(nm)

B : control의 흡광도(nm)

통계처리

모든 실험은 3회 이상 반복 측정하였다. 그리고 조건 별 유의적 차이를 확인하기 위해 IBM SPSS Statistics 22(SPSS

Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 Duncan's multiple range test를 실시하였다($p < 0.05$).

결과 및 고찰

IR 건조 온도가 홍삼 절편의 색도에 미치는 영향

원적외선 건조 온도에 따른 홍삼 절편 표면의 색도 변화는 Table 1에 나타내었다. 원적외선 건조의 온도에 따른 홍삼의 색도에 미치는 영향을 측정하기 위하여 홍삼을 2 mm 두께의 slice로 일정하게 만든 후 건조를 진행하였다. 원적외선 건조는 시간을 90분으로 고정하고 45°C부터 85°C 범위 내에서 이루어졌다. ΔE 의 경우 45°C에서 9.31으로 가장 적었고 65°C에서 12.80으로 가장 높은 값을 나타내었다.

polyphenol oxidase는 90°C에서 99% 이상 실활된다고 보고하였다. 따라서 본 연구에서 사용된 홍삼의 polyphenol oxidase는 홍삼 제조 과정 중 대부분 제거되었을 것으로 사료되며, 원적외선 건조 중 발생한 색도 변화는 비효소적 갈변에 의한 것으로 예상되었다.

IR 건조 온도가 홍삼 절편의 기능성 성분과 항산화효과에 미치는 영향

원적외선 건조 온도에 따른 홍삼의 생리활성 성분 함량은 Table 2에 나타내었으며 생리 활성 성분 품질 지표로는 total polyphenol content(TPC), total flavonoid content(TFC) 및 DPPH radical scavenging activity(DPPH)가 측정되었다. TPC, TFC, DPPH의 경우 45°C에서 각각 9.51 mg GAE/g, 2.18 mg RE/g, 11.54%로 가장 낮은 값을 보였으며 65°C에서

Table 1. Color change of sliced ginseng depending on far-infrared drying temperatures

Treatment	Color	FIR drying temperature (°C)				
		45	55	65	75	85
Before drying	L	30.78±0.73 ^{2)h3)}	33.43±1.24 ^d	32.74±0.59 ^e	30.47±0.54 ^{ab}	30.16±0.43 ^a
	a	8.52±0.26 ^a	10.65±0.53 ^d	9.83±0.34 ^c	9.69±0.40 ^c	9.42±0.18 ^b
	b	15.33±0.38 ^a	19.15±1.45 ^e	17.94±0.94 ^d	16.55±0.62 ^c	15.89±0.20 ^b
After drying ¹⁾	L	25.48±0.40 ^b	27.27±1.32 ^c	24.81±0.90 ^a	25.11±1.14 ^{ab}	25.18±1.24 ^b
	a	5.41±0.34 ^b	8.50±0.95 ^d	7.07±0.72 ^c	4.46±0.30 ^a	4.54±0.36 ^a
	b	8.34±0.52 ^b	11.79±1.84 ^c	8.28±0.44 ^b	7.61±1.15 ^a	7.59±1.22 ^a
ΔE		9.31	8.94	12.80	11.66	10.84

¹⁾The sliced ginseng was dried for 90 min.

²⁾Values are mean±SD of 6 times determinations.

³⁾Means with in a row followed by the same letters are not significantly different based on Duncan's multiple range ($p < 0.05$).

그리고 건조 전 시료와 비교해 보았을 때 건조 온도에 상관 없이 건조 후에 L, a, b 값이 감소하였으며 표면에 갈변이 발생하는 것을 확인할 수 있었다. 갈변의 원인은 일반적으로 효소적 갈변과 비효소적 갈변으로 나눌 수 있다. Whang 등(18)은 polyphenol oxidase I, II가 수삼의 갈변을 유발시키는 것을 확인하였으며, Macrae 등(19)은 수삼 내의

12.16 mg GAE/g, 2.90 mg RE/g, 16.04%로 가장 높은 값이 측정되었다. 하지만 75°C부터 85°C 범위의 건조온도에서는 생리활성 성분 및 항산화효과가 감소하는 추세를 보였다. Yang 등(20)은 인삼 내 bound 형태의 polyphenol이 열처리에 의해 free형으로 전환, 고분자 phenolic compound의 저분자화, 또는 새로운 phenolic compound의 생성 등이 일어나기 때문에 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, 항산화능이 변할 수 있다는 보고를 하였는데, 본 연구에서 홍삼의 기능성 성분이 65°C를 기점으로 감소한 것도 이와 연관이 있는 것으로 사료되었다.

Table 2. Functional compounds change of sliced ginseng depending on far-infrared drying temperatures

Functional compounds	FIR drying temperature (°C) ¹⁾				
	45	55	65	75	85
TPC (mg GAE/g)	9.51±0.22 ²⁾	9.60±0.09 ^a	12.16±0.11 ^c	10.76±0.18 ^b	9.73±0.09 ^a
TFC (mg RE/g)	2.18±0.05 ^a	2.28±0.02 ^b	2.90±0.05 ^c	2.54±0.04 ^d	2.41±0.02 ^c
DPPH (%)	11.54±1.14 ^a	13.28±2.04 ^{ab}	16.04±0.66 ^b	13.62±0.30 ^{ab}	12.37±2.16 ^a

¹⁾The sliced ginseng was dried for 90 min.

²⁾Means±SD (n=3) within each row followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

IR 건조 시간에 따른 홍삼 절편의 수분함량 변화

원적외선 건조시간에 따른 홍삼의 수분함량 변화를 측정하기 위하여 65°C에서 건조시간을 달리하여 실험을 진행하였다(Fig. 1). 홍삼 절편의 초기 수분함량은 67.47%이었고 건조가 진행될수록 점점 수분함량은 감소되었다. 홍삼제품은 저장 중 품질 유지를 위해 15% 이하로 수분함량이 제한되어 있다(21). 본 연구에서는 65°C에서 2 mm 홍삼 절편을

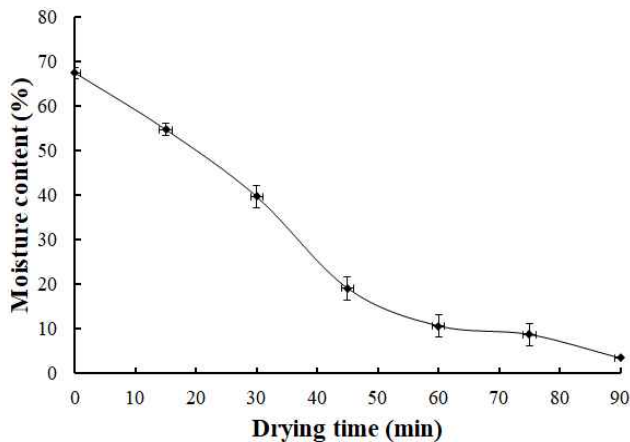


Fig. 1. Moisture content change of sliced ginseng depending on far infrared drying time.

The sliced ginseng was dried at 65°C.

Table 3. Color change of sliced ginseng depending on far infrared drying time

Time (min) ¹⁾	L	a	b	ΔE
0	34.67±3.26 ^(2,3)	9.22±0.84 ^{bc}	19.91±2.15 ^c	
15	33.77±4.18 ^c	9.37±1.00 ^{bc}	19.78±2.97 ^c	0.92
30	32.26±1.75 ^b	10.30±1.04 ^c	19.60±1.77 ^c	2.66
45	24.77±2.38 ^a	8.19±2.19 ^b	12.61±2.54 ^b	12.34
60	25.75±2.83 ^a	5.58±2.50 ^a	7.19±2.62 ^a	15.96
75	26.28±2.93 ^a	5.58±3.24 ^a	7.75±3.56 ^a	15.22
90	26.40±2.99 ^a	4.20±1.55 ^a	6.69±3.23 ^a	16.38

¹⁾The sliced ginseng was dried at 65°C.

²⁾Values are mean±SD of 6 times determinations.

³⁾Means with in a column followed by the same letters are not significantly different based on Duncan's multiple range ($p < 0.05$).

60분 이상 원적외선 건조하였을 때 수분함량이 15% 이하가 되는 것을 확인할 수 있었다.

IR 건조 시간이 홍삼 절편의 색도에 미치는 영향

원적외선 건조 시간에 따른 홍삼 절편 표면의 색도변화는 Table 3에 나타내었다. 건조 후 홍삼절편의 L, a, b 값은 모두 감소하는 추세를 보였다. ΔE 값은 건조 30분까지 2.66

Table 4. Functional compounds change of sliced ginseng depending on far infrared drying time

Functional compounds	FIR drying time (min) ¹⁾						
	0	15	30	45	60	75	90
TPC (mg GAE/g)	2.07±0.08 ⁽²⁾	2.18±0.05 ^a	2.53±0.03 ^b	2.98±0.24 ^c	3.47±0.02 ^d	3.56±0.03 ^d	3.54±0.04 ^d
TFC (mg RE/g)	0.66±0.04 ^a	0.86±0.01 ^b	1.44±0.03 ^c	2.30±0.01 ^c	4.14±0.05 ^e	2.49±0.05 ^f	2.04±0.03 ^d
DPPH (%)	4.99±0.68 ^a	8.13±1.18 ^b	11.70±0.71 ^c	15.35±0.30 ^c	12.09±0.27 ^c	18.69±0.85 ^d	12.17±0.25 ^c

¹⁾The sliced ginseng was dried at 65°C.

²⁾Means±SD (n=3) within each row followed by the same letter are not significantly different ($p < 0.05$).

으로 색 변화가 크지 않았지만 건조 45분부터는 ΔE 값이 12.34로 색 변화가 급격하게 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

IR 건조 시간이 홍삼 절편의 기능성 성분과 항산화효과에 미치는 영향

원적외선 건조 시간에 따른 홍삼 절편의 기능성 성분은 Table 4에 나타내었다. 건조 전 TPC, TFC, DPPH는 각각 2.07 mg GAE/g, 0.66 mg RE/g, 4.99%로 모두 건조 후 시료보다 낮은 값을 나타내었으며, 세 성분 모두 건조 과정을 거치면서 함량이 증가하는 추세를 보였다. TPC의 경우 건조시간 60분까지 유의적으로 값이 증가하였으며 60, 75, 90분 건조 시료를 비교했을 때는 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다($p < 0.05$). TFC는 건조시간 60분에서 4.14 mg RE/g, DPPH는 75분에서 18.69%로 각각 최대값을 나타내었고 그 이후에는 TFC와 DPPH 값 모두 서서히 감소하였다. 이는 Dewanto 등(22)에서 나타낸 건조 처리된 옥수수의 phenolic content에 대한 결과와 유사하다. 이는 인삼 내 bound형의 polyphenol이 열처리 시간이 길어짐에 따라 free형으로 전환되어 보다 높은 total phenolic content들을 나타낸 것으로 사료된다.

Table 5. Color change of sliced ginseng depending on different drying methods

Treatment	Color	Type of drying			
		FIR drying ¹⁾	Hot air drying ¹⁾	Vacuum drying ¹⁾	Freeze drying ²⁾
Before drying	L	30.89±0.95 ^(3,4)	26.95±0.69 ^a	27.39±1.67 ^a	29.75±2.49 ^b
	a	9.23±0.30 ^b	8.29±0.63 ^a	8.15±0.43 ^a	9.37±1.27 ^b
	b	15.74±0.93 ^c	13.71±0.92 ^a	13.72±1.31 ^a	14.86±2.60 ^b
After drying	L	24.47±.68 ^b	22.30±0.39 ^a	22.73±0.49 ^a	31.17±4.10 ^c
	a	4.95±0.53 ^b	5.54±0.44 ^c	3.25±0.26 ^a	11.98±1.98 ^d
	b	7.10±1.01 ^{ab}	8.12±0.75 ^b	5.73±0.98 ^a	17.90±4.25 ^c
ΔE		11.67	7.8	10.56	4.52

¹⁾Drying temperature, 65°C; Drying time, 60 min.

²⁾Drying temperature, -65°C; Drying time, 60 min.

³⁾Values are mean±SD of 6 times determinations.

⁴⁾Means with in a row followed by the same letters are not significantly different based on Duncan's multiple range ($p < 0.05$).

건조방법이 홍삼 절편의 색도에 미치는 영향

건조방법에 따른 색도 변화 비교는 Table 5에 나타내었다. 원적외선, 열풍, 감압 건조 후에는 홍삼 절편의 L, a, b 값이 감소하였다. ΔE를 비교해보았을 때, 열풍건조보다 감압 건조가 색 변화가 더 크게 나타났으며, 원적외선 건조는 ΔE 값이 11.67로 가장 높은 색차를 나타내었다. 이는 원적외선이 생물적으로 활성이 있으며, 물질의 중심까지 고르게 열을 전달하는 특성을 가지고 있기 때문에(23) 동일 온도에서 열풍, 감압 건조보다 색 변화가 더 많이 일어난 것으로 예상된다. 반면 동결 건조의 경우 건조 후 L, a, b 값이 증가하였고, ΔE 값은 4.52로 색 변화가 다른 건조방법에 비해 적게 나타났다. Lee 등(24)은 증삼 초기에는 효소적 갈변이 일어나고 증삼 후 건조 시에는 비효소적 갈변 반응이 일어난다고 보고한 바 있다. Hodge(25)는 비효소적 갈변의 주된 요인이 당과 아미노산의 농도, pH, 온도 등이라고 보고한 바가 있는데, 이 점으로 미루어볼 때, 동결 건조가 저온에서 진행되었고 이에 따라 비효소적 갈변이 적게 일어났기 때문에 동결건조 시료에서 가장 적은 색차를 나타내는 것으로 사료되었다.

Table 6. Comparison of functional compounds of sliced ginseng depending on drying methods

Functional compounds	Types of drying			
	FIR drying ¹⁾	Hot air drying ¹⁾	Vacuum drying ¹⁾	Freeze drying ²⁾
TPC (mg GAE/g)	3.63±0.01 ^(c)	3.57±0.01 ^b	3.65±0.04 ^c	3.45±0.04 ^a
TFC (mg RE/g)	3.18±0.03 ^c	2.78±0.03 ^b	3.23±0.03 ^c	2.62±0.14 ^a
DPPH (%)	16.49±0.73 ^b	20.84±1.79 ^c	17.72±0.75 ^b	12.85±1.23 ^a

¹⁾Drying temperature, 65°C; Drying time, 60 min.

²⁾Drying temperature, -65°C; Drying time, 60 min.

³⁾Means±SD (n=3) within each row followed by the same letter are not significantly different (p<0.05).

건조방법이 홍삼 절편의 기능성 성분과 항산화효과에 미치는 영향

건조 방법별 홍삼 절편의 기능성 성분과 항산화효과는 Table 6에 나타내었다. TPC는 원적외선 건조와 감압 건조에서 각각 3.63, 3.65 mg GAE/g으로 유의적으로 가장 높은 값이 검출되었으며, TFC도 원적외선 및 감압 건조에서 3.18, 3.23 mg RE/g으로 최고값을 나타내었다(p<0.05). 원적외선은 공유결합을 제거하고 flavonoid, carotene, tannin, polyphenol 등의 항산화물질을 고분자로부터 해방시키는 능력을 가지고 있으며, 감압 건조방법은 폐놀성 화합물을 포함한 인삼 내 방향성 물질의 손실을 최소화 할 수 있다(26,27). 이러한 이유로 본 실험에서 원적외선과 감압 건조가 동결, 열풍 건조보다 TPC, TFC가 더 많이 측정된 것으로 사료된다. 반면 DPPH의 경우 열풍건조에서 20.84%로 가장

높은 활성을 보였으며, 동결건조에서는 12.85%로 가장 낮은 값이 측정되었다.

요 약

본 연구에서는 원적외선 건조 조건에 따른 홍삼 절편의 품질 특성을 알아보았다. TPC, TFC, DPPH의 경우 65도에서 가장 높은 값을 보였으며 이후에 감소하는 추세를 나타내었다. 건조온도를 65도로 고정한 후 0-90분 간 원적외선 건조를 진행했을 때, 60분에 약 10% 수분함량을 보였으며 TPC는 60-90분, TFC는 60분, DPPH는 75분에서 최고값을 나타내었다. 그리고 홍삼 절편에 원적외선, 열풍, 감압, 동결건조를 60분 간 처리한 후 비교했을 때, TPC와 TFC는 감압 및 원적외선 건조에서 유의적으로 높은 값을 보였으며, DPPH의 경우 열풍건조를 했을 때 가장 높은 활성을 나타내었다. 건조 방법에 따른 홍삼 절편의 색도를 비교하였을 때, L, a, b 값은 원적외선, 열풍, 감압 건조 시 감소하였고, 동결 건조 시에는 증가하였다.

References

- Hu SY (1976) The genus *Panax* (Ginseng) in Chinese medicine. Econ Bot, 30, 11-28
- Yun TK, Lee YS, Lee YH, Yun HY (2001) Cancer chemopreventive compounds of red ginseng produced from *Panax ginseng* C.A. Meyer. J Ginseng Res, 25, 107-111
- Keum YS, Park KK, Lee JM, Chun KS, Park JH, Lee SK, Kwon HJ, Surh YJ (2000) Antioxidant and anti-tumor promoting activities of the methanol extract of heat-processed ginseng. Cancer Lett, 150, 41-48
- Kim DH, Kwak KH, Lee KJ, Kim SJ, Shin YC, Chun BG, Shin KH (2004) Effects of Korea red ginseng total saponin on repeated unpredictable stress-induced changes of proliferation of neutral progenitor cells and BDNF mRNA expression in adult rat hippocampus. J Ginseng Res, 28, 94-103
- Petkov VD, Mosharraf AH (1987) Effects of standardized ginseng extract on learning, memory and physical capabilities. Am J Clin Med, 15, 19-29
- Kim ND (2001) pharmacological action of red ginseng. J Ginseng Res, 25, 2-10
- Jeon BH, Kim CS, Park KS, Lee JW, Park JB, Kim KJ, Kim SH, Chang SJ, Nam KY (2000) Effect of Korea red ginseng on the blood pressure in conscious

- hypertensive rats. *Gen Pharmacol*, 35, 135-141
8. Yu SC, Li XY (2000) Effect of ginsenoside on IL-1 beta and IL-6 mRNA expression in hippocampal neurons in chronic inflammation model of aged rats. *Acta Pharmacol Sin*, 21, 915-918
 9. Choi HR, Lee SJ, Lee JH, Kwon JW, Lee HK, Jeong JT, Lee TB (2013) Cholesterol-lowering effects of unripe black raspberry water extract. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 42, 1899-1907
 10. Lee JH, Kim MY, Jo BH, Cho SC, Kang TH, Han CS (2014) Drying characteristics of seasoned red-pepper sauce using far infrared ray. *J of Biosystems Eng*, 19, 143-145
 11. Yeon GS, Kim MH, Han CS, Cho SC, Kang TH, Lee HC, Kim BC, Kim JG (2004) Drying characteristics of oak mushroom using conveyer far infrared dryer-down draft air flow type. *J of Biosystems Eng*, 29, 37-44
 12. Li H, Han CS, Kim YH, Choi JM, Kang TH, Cho SC (2005) Drying characteristics of fermented green tea using a far infrared heater. *Food Eng Prog*, 9, 171-176
 13. Han CS (1999) Characteristics and quality of far infrared drying on mushroom. *The Journal of Korea Far Infrared Association*, 4, 22-33
 14. AOAC (1990) *Official Methods of Analysis*. 15th the ed, Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA, p 124
 15. Amerine MA, Ough CS (1980) *Methods for analysis of musts and wine*. Wiley & Sons, New York, USA, p 176-180
 16. Teng H, Ghafoor K, Choi YH (2009) Optimization of microwave-assisted extraction of active components from Chinese quince using response surface methodology. *J Korean Soc Appl Biol Chem*, 52, 694-701
 17. Blois MS (1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200
 18. Whang JH, Yu KW, Park SS, Koh JH, Oh SH, Suh HJ, Lee SW (2008) Prevention of quality changes in the cultured wild ginseng during storage. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 37, 1312-1317
 19. Macrae R, Robinson, RK, Sadler MJ (1993) *Encyclopedia of food science*. Food technology and nutrition, Academic press Inc, San Diego, CA, USA, p 500
 20. Yang SJ, Woo KS, Yoo JS, Kang TS, Noh YH, Lee JS, Jeong HS (2006) Change of Korean ginseng components with high temperature and pressure treatment. *Korean J Food Sci Technol*, 38, 521-525
 21. National Agricultural Products Quality Management Service Public Announcement (2016) *Guide of ginseng inspection and management*, Korea, p 10
 22. Veronica D, Wu X, Liu RH (2002) Processed sweet corn has higher antioxidant activity. *J Agric Food Chem*, 50, 4959-4964
 23. Inoue S, Kabaya M (1989) Biological activities caused by far-infrared radiation. *Int J Biometeorol*, 33, 145-150.
 24. Lee JW, Lee SK, Do JH, Sung HS, Shim KH (1995) Browning reaction of fresh ginseng (*Panax ginseng* C. A. Meyer) as affected by heating temperature. *Korean J Ginseng Sci*, 19, 249-253
 25. Hodge JE (1953) Dehydrated foods, chemistry of browning reactions in model systems. *J Agric Food Chem*, 1, 928-943
 26. Niwa Y, Kanoh T, Kasama T, Negishi M (1988) Activation of antioxidant activity in natural medicinal products by heating, brewing and lipophilization. A new drug delivery system. *Drugs Exp Clin Res*, 14, 361 - 372
 27. Kim JS, Choi YB, Ko JR, Lee HY (2013) Enhancement of Biological Activities of Fresh Ginseng by Balanced Low Pressure Drying Processes. *Food Eng Prog*, 17, 325-332