



Research Article

# Physicochemical characteristics of hot-water leachate prepared from persimmon leaf dried after steaming or freezing treatment

## 스팀 및 동결 전처리가 건조 감잎 열수추출물의 이화학적 특성에 미치는 영향

Hun-Sik Chung<sup>1\*</sup>, Kwang-Sup Youn<sup>2</sup>, Jong-Kuk Kim<sup>3</sup>

정헌식<sup>1\*</sup> · 윤광섭<sup>2</sup> · 김종국<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Department of Food Science and Technology, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

<sup>2</sup>Department of Food Science and Technology, Daegu Catholic University, Gyeongsan 38430, Korea

<sup>3</sup>Department of Food and Food Service Industry, Kyungpook National University, Sangju 37224, Korea

<sup>1</sup>부산대학교 식품공학과, <sup>2</sup>대구가톨릭대학교 식품공학과, <sup>3</sup>경북대학교 식품의식산업학과

**Abstract** This study was conducted to develop a preservation technology that can induce changes in physicochemical properties to effectively utilize of persimmon leaves. The application effects of steaming or freezing technique were investigated. Astringent persimmon leaves were steam-blanching (100°C, 30 sec) or frozen (-20°C, 15 d), followed by hot-air drying (50°C). The physicochemical properties of the extract obtained by hot-water leaching from the dried leaves were compared. The extract of leaves dried without pretreatment was used as a control. L\* value was higher in steamed than in control and frozen. a\* value was highest in the control. The browning index was higher in the frozen and lower in the steamed than in the control. Soluble solids were the highest in the steamed and the lowest in the frozen. Sucrose content was relatively high in the steamed, and the glucose and fructose contents were relatively high in the frozen. Total polyphenol content and DPPH radical scavenging activity were higher in steamed and lower in frozen than in control. Thus, it was confirmed that steam or freeze pretreatment after harvesting persimmon leaves affects the extraction yield, color, antioxidant capacity and component changes of dried persimmon leaves. Unlike steaming, freezing pretreatment showed the effect of promoting decomposition and browning reactions, and it is considered useful when such an effect is needed.

**Keywords** *Diospyros kaki*, persimmon leaves, extract, steaming, freezing



OPEN ACCESS

**Citation:** Chung HS, Youn KS, Kim JK. Physicochemical characteristics of hot-water leachate prepared from persimmon leaf dried after steaming or freezing treatment. Korean J Food Preserv, 30(6), 983-990 (2023)

**Received:** July 19, 2023

**Revised:** October 23, 2023

**Accepted:** October 25, 2023

**\*Corresponding author**

Hun-Sik Chung

Tel: +82-55-350-5352

E-mail: hschung@pusan.ac.kr

Copyright © 2023 The Korean Society of Food Preservation. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

## 1. 서론

감나무(*Diospyros kaki* T.)는 동아시아 지역이 원산지와 주재배지인 활엽교목이며, 재배의 주목적이 과일 수확이지만 잎도 일부 활용된다. 감잎은 예전부터 음용 차의 원료로 사용되고 있으며, 근래 들어서는 항산화, 항미생물, 항고혈압, 항돌연변이, 항암, 항위궤양 및 항알레르기 등의 효능(Choo 등, 2000; Kameda 등, 1987; Kang 등, 1996; Kim과 Kim, 2003; Moon과 Park, 1995; Park 등, 2000; Yamada 등, 1999)이 과학적으로 규명되면서 건강 기능성 소재로서의 가치가 재인식되고 더불어 감잎의 활용성 증대를 위한 방안 마련이 요구된다.

감잎의 활용에 관한 연구로는, 제다용 채엽 적기 결정을 위한 성장 중 잎의 화학성분 변화를 조사한 연구(Chung 등, 1994), 감잎차의 제다 방법에 따른 품질을 비교한 연구(Joung 등, 1995; Kim과 Oh, 1999), 염장 농도가 감잎의 품질에 미치는 영향을 조사한 연구(Chung 등, 2020). 그리고 감잎을 첨가한 각종 가공식품 제조에 관한 연구(Kang 등, 2000; Kim 등, 1999; Lee 등, 2002; Nam 등, 2006) 등이 보고된 바 있다. 감잎은 활용성이 높은 채취 시기가 단기간이어서 수급 조절에 필요한 저장기술과 추출물, 분말 등의 1차 가공에 관한 연구도 필요한 실정이다.

식품원료의 대표적 저장기술로는 가열처리(heating)와 동결처리(freezing)가 있다. 가열처리는 효소실활과 미생물 생육을 억제시키는 저장효과를 가지는 것으로 잘 알려져 있다. 가열처리 중 steaming과 roasting은 비발효차의 제다에도 사용되고 제품 고유의 품질 특성을 가지게 하는 가공 효과도 얻을 수 있다(Kim과 Oh, 1999; Kim 등, 2009; Joung 등, 1995). 한편, 동결처리는 열 제거에 따른 조직내 액상 수분이 빙결정으로 전환되게 하여 저장효과를 가지게 하지만 이로 인해 조직구조가 파괴되어 해동시 효소가 기질과 접하게 되어 산화반응을 촉진하는 효과도 가진다(Chung 등, 2010; Delgado와 Rubiolo, 2005). 이러한 산화 촉진 효과는 일반적으로는 해로운 관리대상으로 취급하지만, 발효차 제다에서 행하는 숙성처리(wilting, rolling, fermentation)의 효과와 같이 유익할 수도 있을 것으로 생각된다. 상기한 가열처리와 동결처리의 이화학적 특성 변경 효과가 감잎에도 있을 것으로 보이며 그 정도는 품목 의존성이 있어 실제 적용에 앞서 품목별, 후속 공정별 처리효과의 규명이 선행되어야 할 것으로 생각된다. 그러나 이에 관한 연구는 거의 찾아보기 힘든 실정이다.

따라서, 본 연구에서는 감잎의 유효활용을 위한 가공저장 기술개발의 방편으로, 감나무 잎의 건조 전 스팀 열처리나 동결처리가 건조물의 열수 추출물의 이화학적 품질 특성에 미치는 영향을 조사하였다.

## 2. 재료 및 방법

### 2.1. 재료

감잎은 떫은 감 품종인 ‘청도반시’ 나무에서 5월 하순 채

취하여 즉시 실험실로 운반한 다음 실험에 사용하였다. 이때 감잎의 품종과 채취 시기 결정은 문헌(Chung 등, 1994; Roh 등, 2000)을 참고하였다. Folin-Ciocalteu reagent는 Junsei Chemical Co.(Tokyo, Japan)에서, sucrose, glucose, fructose, catechin 및 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH)는 Sigma-Aldrich Chemical Co. (St. Louis, MO, USA)에서, NaOH는 Samchun Pure Chemical Co.(Pyeongtaek, Korea)에서 각각 구매하여 사용하였다.

### 2.2. 전처리 및 추출 공정

감잎의 건조 전처리 방법으로 steaming이나 freezing을 적용하였다. 즉, 감잎을 찹쌀에서 100℃ 스팀으로 30초간 처리(ST)하거나, -20℃ freezer에서 15일간 처리(FT)하였다. 이러한 전처리 조건은 예비실험을 통하여 설정하였다. 전처리한 감잎은 50℃ 열풍건조기(JSOF-150, JSR Co., Gongju, Korea)에서 12시간 건조하였다. 한편, 전처리하지 않고 열풍건조만 한 경우를 대조구(control)로 하였다. 건조한 감잎은 밀봉 포장하여 -40℃에서 보관하면서 추출 실험에 사용하였다. 건조한 감잎은 추출 직전 mill(J-NCM, Jisico Co., Seoul, Korea)로 분쇄하고 체질(0.351 mm)한 다음 추출용 건조 분말 시료로 사용하였다. 추출은 건조 분말 시료 2 g에 80℃로 예열한 증류수 200 mL를 혼합하고 항온수조(80℃)에서 10분간 추출한 후 여과지(No.2, ADVANTEC, Tokyo, Japan)로 감압 여과하여 열수 추출물 시료를 얻고 이를 냉장(4℃) 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다.

### 2.3. 가용성 고형분 함량 측정

가용성 고형분 함량은 열수 추출물 5 mL를 칭량 접시에 담아 열풍건조기(JSOF-150, JSR Co.)로 105℃에서 항량 도달 때까지 건조 시킨 후 잔류물의 무게를 측정하여 시료액 양에 대한 백분율로써 나타내었다.

### 2.4. 유리당 함량 측정

유리당의 조성 및 함량은, 시료액을 Waters Sep-Pak C<sub>18</sub> cartridge에 통과시키고 0.45 μm membrane filter (Millipore Co., Bedford, MA, USA)로 여과한 후 HPLC

(600E, Waters Co., Milford, MA, USA)로 분석하였다. 이때 분석조건으로 컬럼은 Sugar-Pak I, 컬럼온도는 90°C, 이동상은 0.005% Ca-EDTA(0.5 mL/min), 검출기는 RI를 각각 사용하였다. 유리당의 분석은 각 물질(sucrose, glucose, fructose)의 표준품을 사용하여 외부 표준법으로 실시하였다.

### 2.5. 갈변도 측정

갈변도는 spectrophotometer(UV1800, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 420 nm에서 light absorbance를 측정하여 나타내었다.

### 2.6. 색도 측정

색도는 색차계(CR-400, Konica Minolta Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 CIE L\*, a\*, b\*값을 각각 측정하였다. L\*값은 lightness를, a\*값 중 +a\*와 -a\*는 redness와 greenness를, b\*값은 yellowness를 각각 나타낸다.

### 2.7. 총폴리페놀 함량 측정

총폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu법(Singleton과 Rossi, 1965)으로 측정하였다. 즉, 시료액 2 mL에 Folin-Ciocalteu reagent 2 mL를 가하고 3분간 정치한 다음 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 2 mL를 가하였다. 이를 1시간 정치시킨 후 spectrophotometer(UV1800, Shimadzu)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하고, catechin 표준품으로 검량선을 작성하여 정량하였다.

### 2.8. DPPH 유리기 소거능 측정

DPPH radical scavenging activity는 Blois법(Blois, 1958)으로 측정하였다. 즉, 시료액 2 mL에 에탄올에 용해한 0.2 mmol/L DPPH 용액 2 mL를 가하고 10초간 강하게 진탕하고 30분간 정치한 후에 spectrophotometer(UV1800, Shimadzu)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 유리기 소거능은 다음 식으로 계산하였다.

$$\text{DPPH 유리기 소거능(\%)} = [1 - (\text{시료액의 흡광도} / \text{DPPH 용액의 흡광도}) \times 100].$$

### 2.9. 통계처리

실험은 3회 반복하였고, 평균±표준편차로 나타내었다. IBM SPSS statistics(26, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 분산분석과 Duncan's multiple range test(p<0.05)를 실시하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3.1. 가용성 고형분 함량

가용성 고형분 함량은 일반적으로 추출 수율이나 당분 함량의 척도로 사용되며 식미 결정인자로 관리되기도 한다(Park 등, 2017). 스팀 열처리(ST)나 동결처리(FT) 후 열풍 건조한 감잎과 무처리(control) 열풍 건조한 감잎의 열수 추출물에 함유된 가용성 고형분을 각각 측정한 결과는 Table 1에 나타내었다. 가용성 고형분 함량은 대조구보다 ST에서는 유의적으로 높았으나 FT에서는 유의적으로 낮았다(p<0.05). 이로써 스팀에 의한 가열처리는 감잎 추출물의 가용성 고형분 함량을 높이지만 동결처리는 반대로 낮추는 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 가열에 의한 고형분 감소 반응 관여 효소의 불활성화 효과와 세포 조직구조의 변경에 따른 물질이동량 증가 효과(Fraeye 등, 2007; Rejano 등, 2007)에 기인된 것으로 생각된다. 또한, 동결처리에 의한 가용성 고형분 감소 효과는 조직파괴로 촉진된 반응이 관여한 것으로 보인다. FT에 의해 가용성 고형분 함량이 비교적 낮아져 차 음료인 경우에는 맛에 불리할 것으로 보이지만 실제 차의 기호도는 다수 향미성분의 복합작용으로 결정되므로(Joung 등, 1995; Kim과 Oh, 1999) 단순히 가용성

**Table 1.** Soluble solid content of hot-water extract from dried persimmon leaves treated with steaming and freezing

Sample <sup>1)</sup>	Soluble solids (mg/100 mL)
Control	312.00±6.00 <sup>2)</sup>
ST	324.23±6.00 <sup>a</sup>
FT	292.00±2.00 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Control, non-treated before drying for 12 h at 50°C; ST, treated with steam for 30 sec at 100°C; FT, treated with cold air for 15 days at -20°C. The dried persimmon leaf powder (2 g) was extracted with hot-water (200 mL).

<sup>2)</sup>Means±SD (n=3) in the same column followed by different letters are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

고형분 함량만으로 처리법의 양부를 결정하는 것은 문제가 있어 보인다.

### 3.2. 유리당 함량

유리당의 조성분 함량은 향미 결정과 품질 관리의 지표이며(Chung 등, 1994), 전처리 조건에 따른 건조 감잎 열수 추출물의 유리당을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 대조구와 ST에서는 sucrose, glucose 및 fructose가 검출되었으나 FT에서는 glucose와 fructose만이 검출되었다. 각 유리당별 전처리 효과를 살펴보면, sucrose는 대조구보다 ST에서 유의적으로 높았으며, glucose와 fructose는 FT에서 가장 높았고, 다음으로 대조구, ST 순이었다( $p < 0.05$ ). 이러한 결과는 감잎과 감잎차에 함유된 유리당 중 sucrose 함량이 가장 높았다는 보고(Chung 등, 1994; Joung 등, 1995)를 볼 때 sucrose 분해반응을 ST 처리는 억제하고 FT 처리는 촉진하는 효과를 가지기 때문으로 보이나(Lee 등, 2008) 각 처리법의 구체적인 반응별 작용기작에 관해서는 추가연구가 필요해 보인다.

### 3.3. 갈변도

갈변도는 갈색 색소의 함량을 나타내고 공정과 품질평가 지표로 활용되는데, 건조 감잎의 전처리 방법에 따른 열수 추출물의 갈변도를 측정된 결과는 Table 3에 나타내었다. 갈변도는 FT에서 유의적으로 가장 높았고 다음으로 대조구, ST 순이었다( $p < 0.05$ ). 이로써 건조 감잎 열수 추출물의 갈변에 대하여 스팀 전처리는 억제 효과를, 동결 전처리는

**Table 2.** Free sugar content of hot-water extract from dried persimmon leaves treated with steaming and freezing

Sample <sup>1)</sup>	Free sugar (mg/100 mL)		
	Sucrose	Glucose	Fructose
Control	19.97±0.15 <sup>b2)</sup>	18.27±0.15 <sup>b</sup>	40.00±0.87 <sup>b</sup>
ST	44.37±0.50 <sup>a</sup>	14.63±0.23 <sup>c</sup>	25.50±0.17 <sup>c</sup>
FT	ND <sup>3)</sup>	37.33±0.47 <sup>a</sup>	56.90±0.61 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Control, non-treated before drying for 12 h at 50°C; ST, treated with steam for 30 sec at 100°C; FT, treated with cold air for 15 days at -20°C. The dried persimmon leaf powder (2 g) was extracted with hot-water (200 mL).

<sup>2)</sup>Mean±SD (n=3) in the same column followed by different letters are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

<sup>3)</sup>ND, not detected.

**Table 3.** Browning index of hot-water extract from dried persimmon leaves treated with steaming and freezing

Sample <sup>1)</sup>	Browning index (Abs at 420 nm)
Control	0.45±0.00 <sup>b2)</sup>
ST	0.29±0.00 <sup>c</sup>
FT	0.54±0.01 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Control, non-treated before drying for 12 h at 50°C; ST, treated with steam for 30 sec at 100°C; FT, treated with cold air for 15 days at -20°C. The dried persimmon leaf powder (2 g) was extracted with hot-water (200 mL).

<sup>2)</sup>Mean±SD (n=3) in a column followed by different superscript letters are significantly different by Duncan's multiple range test ( $p < 0.05$ ).

촉진 효과를 각각 가지는 것으로 확인되었다. 이러한 갈변 억제 효과는 비발효차인 녹차의 경우와 같이 가열에 의한 갈변 관련 효소의 저해에 따른 결과이고(Tanaka, 2008), 갈변 촉진 효과는 차잎 발효차 제조원리인 갈변 효소의 활성화가 동결과 해동처리에 의해서 유도되었기 때문으로 생각된다(Chung, 2010; Tanaka, 2008). 발효법으로 만든 감잎차의 갈변도가 소비자 기호도와 비례 관계에 있다는 보고(Kim과 Oh, 1999)를 볼 때 동결처리는 앞서 언급한 감잎 열수 추출물의 가용성 고형분 함량은 낮추지만(Table 1), 갈변을 포함한 각종 반응 생성물을 만들어 기호도 향상에 영향을 미칠 것으로 생각된다.

### 3.4. 색도

색도는 차액의 품질평가 지표로 활용성이 있다고 알려져 있는데(Liang 등, 2005), 건조 감잎 열수 추출물의 전처리별 색도 값을 측정된 결과는 Table 4와 같다. 명도인 L\*값은 ST가 FT와 대조구보다 유의적으로 높았으나( $p < 0.05$ ), FT와 대조구간에는 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). a\*값 중 양의 값은 적색도를 의미하고 음의 값은 녹색도를 의미하는데, ST는 -a\*값을 대조구와 FT는 +a\*값을 각각 보였다. 반면에 b\*값은 전처리 방법별 유의적인 차이를 보이지 않았다( $p > 0.05$ ). 한편 녹차와 홍차의 차이는  $\Delta a$ 값이 지표인 것으로 알려져 있다(Liang 등, 2005). 이로써 스팀 전처리는 건조 감잎 열수 추출물의 명도와 녹색도 유지에 효과적이며, 동결처리는 명도를 낮추는 효과를 가지는 것으로 확인되었다. 이는 녹차 제조에서 열처리의 녹색유지 효과(Tanaka, 2008)와 과일 가공에서 동결처리의 갈변촉진 효

**Table 4.** Color value of hot-water extract from dried persimmon leaves treated with steaming and freezing

Sample <sup>1)</sup>	Color value		
	L*	a*	b*
Control	22.64±0.47 <sup>b2)</sup>	0.94±0.09 <sup>a</sup>	4.87±0.37 <sup>a</sup>
ST	24.34±0.62 <sup>a</sup>	-0.36±0.06 <sup>c</sup>	4.34±0.29 <sup>a</sup>
FT	23.10±0.08 <sup>b</sup>	0.63±0.03 <sup>b</sup>	5.11±0.67 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup>Control, non-treated before drying for 12 h at 50°C; ST, treated with steam for 30 sec at 100°C; FT, treated with cold air for 15 days at -20°C. The dried persimmon leaf powder (2 g) was extracted with hot-water (200 mL).

<sup>2)</sup>Means±SD (n=3) in the same column followed by different superscript letters are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

과(Chung 등, 2010; Park 등, 2020)로 설명할 수 있을 것으로 생각된다.

### 3.5. 총폴리페놀 함량

페놀성 화합물은 자연계에 널리 분포하며 다양한 건강 기능성을 가지고(Scalbert와 Williamson, 2000), 차의 경우에는 품종이나 제법별 품질 결정의 주요 인자로 알려져 있다(Joung 등, 1995). 감에 함유된 페놀성 화합물은 단백질 수렴성을 가져 떫은맛의 원인 물질인 탄닌이 대표적이며 산화 생성물과 더불어 건강 기능성의 원인 성분으로 알려져 있다(An 등, 2002). 감잎의 건조 전처리 방법별 열수 추출물의 총폴리페놀 함량을 측정한 결과는 Table 5에 나타내었다. 총폴리페놀 함량은 ST에서 유의적으로 가장 높았고 다음으로 대조구, FT 순이었다(p<0.05). 이러한 총폴리페놀 함량이 ST와 FT에서 비교적 각각 높고 낮은 것은 갈변 반응의 억제와 촉진(Table 3)에 따른 잔존 기질의 차이 때문으로 생각된다.

**Table 5.** Total polyphenol content of hot-water extract from dried persimmon leaves treated with steaming and freezing

Sample <sup>1)</sup>	Total polyphenols (mg/100 mL)
Control	45.71±1.56 <sup>b2)</sup>
ST	50.30±0.46 <sup>a</sup>
FT	32.43±0.60 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Control, non-treated before drying for 12 h at 50°C; ST, treated with steam for 30 sec at 100°C; FT, treated with cold air for 15 days at -20°C. The dried persimmon leaf powder (2 g) was extracted with hot-water (200 mL).

<sup>2)</sup>Means±SD (n=3) in a column followed by different superscript letters are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

문으로 생각된다. 또한, 이는 차나무 잎차의 경우에 비발효 차의 총폴리페놀 함량이 발효차보다 높다는 보고와 유사하였다(Shon 등, 2004).

### 3.6. 항산화능

항산화능의 척도로 DPPH 유리기 소거 활성을 측정한 결과는 Table 6에 나타내었다. 전처리 방법별 DPPH 유리기 소거 활성의 비교 결과는 앞서 언급한 총폴리페놀 함량의 결과(Table 5)와 유사하였다. 즉, ST가 가장 높았고 다음으로 대조구, FT 순이었다(p<0.05). 이러한 항산화능은 열수 추출물에 함유된 페놀성 물질, 비타민 C 등의 항산화 작용(Kim과 Oh, 1999; Lim 등, 2008)에 기인된 것이며, 또한 처리구별 차이는 차잎의 발효처리에 의해 항산화능이 낮아졌다는 보고(Oh 등, 2004)와 같이 동결처리의 산화촉진 효과 때문인 것으로 여겨진다.

이상의 결과를 종합해 보면, 감잎의 수확 후 스팀 가열처리는 건조 감잎 열수 추출물의 가용성 고형물 함량, 명도, 녹색도, 총폴리페놀 함량 및 항산화능은 높이고 sucrose 분해와 갈변도는 낮추는 효과를 가지는 것으로 확인되었다. 반면에, 동결처리는 가용성 고형물 함량, 총폴리페놀 함량 및 항산화능은 낮추고 sucrose 분해와 갈변도는 높이는 효과를 가지는 것으로 나타났다. 따라서 스팀이나 동결 전처리는 감잎의 활용성 확대를 위한 이화학적 특성 변화 유도가 필요한 경우에 유용할 것으로 보인다.

## 4. 요약

감나무(*Diospyros kaki* T.) 잎의 유효활용을 위한 가공

**Table 6.** DPPH radical scavenging activity of hot-water extract from dried persimmon leaves treated with steaming and freezing

Sample <sup>1)</sup>	DPPH radical scavenging activity (%)
Control	88.45±0.01 <sup>b2)</sup>
ST	91.82±0.14 <sup>a</sup>
FT	85.51±0.13 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup>Control, non-treated before drying for 12 h at 50°C; ST, treated with steam for 30 sec at 100°C; FT, treated with cold air for 15 days at -20°C. The dried persimmon leaf powder (2 g) was extracted with hot-water (200 mL).

<sup>2)</sup>Means±SD (n=3) in a column followed by different superscript letters are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

저장 기술개발의 방편으로, 생잎의 건조 전 스팀 열처리나 동결처리가 열수 추출물의 이화학적 품질 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 짧은 감잎을 무처리, 스팀 데치기(100°C, 30 sec) 또는 동결처리(-20°C, 15일)하고 열풍 건조(50°C, 12 h) 후 열수 추출(80°C, 10 min)하여 얻은 액의 이화학적 특성을 비교하였다. 기계적 색도 중 L\*값(lightness)은 무처리구와 동결 처리구보다 스팀 처리구에서 높았으며, a\*값(red)은 대조구에서 가장 높았고, 스팀 처리구는 가장 낮은 값을 보였다. 흡광도로 측정된 갈변도는 대조구보다 동결 처리구에서는 높았지만 스팀 처리구에서는 낮았다. 가용성 고형분 함량은 스팀 처리구에서 가장 높았고 동결처리구에서 가장 낮았다. 유리당으로 sucrose, glucose, fructose가 검출되었으며, 스팀 처리구에서는 sucrose 함량이 동결 처리구에서는 glucose와 fructose 함량이 상대적으로 높음을 보였다. 총폴리페놀 함량과 DPPH 유리기 소거능은 대조구보다 스팀 처리구에서는 높았고 동결 처리구에서는 낮았다. 이로써, 감잎의 수확 후 스팀 및 동결 전처리는 건조 감잎 열수 추출물의 수율, 색, 항산화능 및 성분 특성변화에 영향을 미치는 것이 확인되었다. 특히 동결처리는 분해와 갈변반응 촉진효과를 보였으며 이러한 효과가 필요한 경우에 유용할 것으로 판단된다.

### Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

### Author contributions

Conceptualization: Chung HS. Methodology: Chung HS, Kim JK. Formal analysis: Chung HS, Youn KS. Validation: Chung HS, Kim JK. Writing - original draft: Chung HS. Writing - review & editing: Chung HS, Youn KS, Kim JK.

### Ethics approval

This article does not require IRB/IACUC approval because there are no human and animal participants.

### ORCID

Hun-SiK Chung (First & Corresponding author)

<https://orcid.org/0000-0003-1990-9575>

Kwang-Sup Youn

<https://orcid.org/0000-0001-7451-0554>

Jong-Kuk Kim

<https://orcid.org/0000-0002-3405-159X>

## References

- An BJ, Bae MJ, Choi HJ, Zhang YB, Sung TS, Choi C. Isolation of polyphenol compounds from the leaves of Korean persimmon (*Diospyros kaki* L. *folium*). J Korean Soc Agric Chem Biotechnol, 45, 212-217 (2002)
- Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature, 181, 1199-1200 (1958)
- Choo MH, Choi HS, Shin KM, Jung ST, Kim KS, Lee MY. Effects of ethylacetate fraction of persimmon leaves on experimentally-induced gastric mucosal damage and gastric ulcers in rats. J Food Sci Nutr, 5, 37-41 (2000)
- Chung HS, Kim HS, Lee YG, Seong JH. Effects of freezing pretreatment on juice expression and drying characteristics of *Prunus mume* fruit. Korean J Food Preserv, 17, 507-512 (2010)
- Chung HS, Park HS, Kim HS, Youn KS, Moon KD. Physico-chemical properties of persimmon leaves brined in varying concentrations of sodium chloride. Int J Food Prop, 23, 599-608 (2020)
- Chung SH, Moon KD, Kim JK, Seong JH, Sohn TH. Changes of chemical components in persimmon leaves during growth for processing persimmon leaves tea. Korean J Food Sci Technol, 26, 141-146 (1994)
- Delgado AE, Rubiolo AC. Microstructural changes in strawberry after freezing and thawing processes. LWT-Food Sci Technol, 38, 135-142 (2005)
- Fraeye I, Roeck AD, Duvetter T, Verlent I, Hendrickx M, Loey AV. Influence of pectin properties and processing conditions on thermal pectin degradation. Food Chem, 105, 555-563 (2007)

- Joung SY, Lee SJ, Sung NJ, Jo JS, Kang SK. The chemical composition of persimmon (*Diospyros kaki* Thumb.) leaf tea. *J Korean Soc Food Nutr*, 24, 720-726 (1995)
- Kameda K, Takaku T, Okuda H, Kimura Y. Inhibitory effects of various flavonoids isolated from leaves of persimmon on angiotensin-converting enzyme activity. *J Natural Products*, 50, 680-683 (1987)
- Kang WW, Kim GY, Kim JK, Oh SL. Quality characteristics of the bread added persimmon leaves powder. *Korean J Soc Food Sci*, 16, 336-341 (2000)
- Kang WW, Kim GY, Park PS, Park MR, Choi SW. Antioxidative properties of persimmon leaves. *Food Sci Biotechnol*, 5, 48-53 (1996)
- Kim GY, Kang WW, Choi SW. A study on the quality characteristics of *Sulgiduk* added with persimmon leaves powder. *J East Asian Soc Diet Life*, 9, 461-467 (1999)
- Kim HJ, Kim MK. Anticancer effect of persimmon leaf extracts on Korean gastric cancer cell. *Korean J Nutr*, 36, 133-146 (2003)
- Kim MJ, Oh SL. Effect of pre-treatment methods on the quality improvement of persimmon leaf tea. *Korean J Postharvest Sci Technol*, 6, 435-441 (1999)
- Kim YK, Oh YJ, Chung JO, Lee SJ, Kim KO. Chemical composition of green teas according to processing methods and extraction conditions. *Food Sci Biotechnol*, 18, 1212-1217 (2009)
- Lee JR, Hah YJ, Lee JW, Song YM, Jin SK, Kim IS, Hah KH, Kwak SJ. Physico-chemical and sensory properties of emulsified sausages containing mulberry and persimmon leaf powder. *Korean J Food Sci Ani Resour*, 22, 330-336 (2002)
- Lee LS, Cha HS, Park JD, Yi SH, Kim SH. High quality green tea extract production from enzyme treated fresh green tea leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 37, 1025-1029 (2008)
- Liang Y, Lu J, Zhang L, Wu S, Wu Y. Estimation of tea quality by infusion colour difference analysis. *J Sci Food Agric*, 85, 286-292 (2005)
- Lim JH, Kim BK, Park CE, Park KJ, Kim JC, Jeong JW, Jeong SW. Antioxidative and antimicrobial activities of persimmon leaf tea and green tea. *J East Asian Soc Dietary Life*, 18, 797-804 (2008)
- Moon SH, Park KY. Antimutagenic effects of boiled water extract and tannin from persimmon leaves. *J Korean Soc Food Nutr*, 24, 880-886 (1995)
- Nam SG, Lee BS, Park JS, Lee WY. Quality characteristics of *Naengmyon* added with persimmon (*Diospyros kaki* L. *folium*) leaf powder. *Korean J Food Preserv*, 13, 337-343 (2006)
- Oh JH, Kim EH, Kim JL, Moon YI, Kang YH, Kang JS. Study on antioxidant potency of green tea by DPPH method. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 33, 1079-1084 (2004)
- Park HS, Kim DS, Kim HS, Lee YG, Chung HS. Effect of freezing pretreatment on the quality of osmotically extracted syrup from *Citrus junos* peel. *Korean J Food Preserv*, 27, 1-6 (2020)
- Park HS, Lee HJ, Youn KS, Kim DS, Kim HS, Lee YG, Seong JH, Chung HS. Quality comparison of hot-water leachate from teabags containing *Citrus junos* peels dried using different methods. *Korean J Food Preserv*, 24, 1088-1093 (2017)
- Park MH, Choi C, Son GM, An BJ, Bae MJ. Effect of polyphenol compounds from persimmon leaves (*Diospyros kaki folium*) on antiallergy. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 29, 116-119 (2000)
- Rejano L, Sanchez AH, Montano A, Casado FJ, de Castro A. Kinetics of heat penetration and textural changes in garlic during blanching. *J Food Eng*, 78, 465-471 (2007)
- Roh YK, Park SH, Jang SH, Sung JJ. Analysis of components and leaves yield by cultivar for persimmon leaf tea. *Korean J Postharvest Sci Technol*, 7, 99-102 (2000)
- Scalbert A, Williamson G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *J Nutr*, 130,

2073-2085 (2000)

Shon MY, Kim SH, Nam SH, Park SK, Sung NJ. Antioxidant activity of Korean green and fermented tea extracts. *J Life Sci*, 14, 920-924 (2004)

Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Viticult*, 16, 144-158 (1965)

Tanaka T. Chemical studies on plant polyphenols and formation of black tea polyphenols. *J Pharm Soc Japan*, 128, 1119-1131 (2008)

Yamada Y, Yamamoto A, Yoneda N, Nakatani N. Identification of kaempferol from the leaves of *Diospyros kaki* and its antimicrobial activity against *Streptococcus mutans*. *Biocontrol Sci*, 4, 97-100 (1999)