



Research Article

Comparison of color and water extracts of *Caragana sinica* flowers dried at different air temperatures

열풍건조 온도를 달리한 골담초 꽃의 색과 추출물 특성

Hye-Jung Choi¹, Kwang-Sup Youn², Hun-Sik Chung^{1*}

최혜정¹ · 윤광섭² · 정헌식^{1*}

¹Department of Food Science and Technology, Pusan National University, Miryang 50463, Korea

²Department of Food Science and Technology, Daegu Catholic University, Gyeongsan 38430, Korea

¹부산대학교 식품공학과, ²대구가톨릭대학교 식품공학과

Abstract This study aimed to investigate the drying characteristics of *Caragana sinica* Rehder flowers, which are basic data necessary for increasing utilization. The flowers were harvested in mid-April and dried at different hot-air temperatures (50-90°C), and the physicochemical properties of the dried flowers were analyzed. It was found that the drying rate was proportional to the air temperature. The visual color of dried flowers was relatively strong in green when dried at 50°C, while browning was relatively severe when dried at 90°C. The greenness (-a* value) of the mechanical color of the powder decreased with increasing temperature, and the yellowness (b* value) decreased with increasing temperature above 70°C. The soluble solids of the hot water extract were maintained at a certain level after increasing up to 70°C, and the pH decreased with increasing temperature. The total polyphenol contents tended to increase with increasing temperature, and DPPH radical scavenging activity did not show a significant change after increasing up to 70°C. These results suggest that the hot-air drying temperature had a significant effect on the physicochemical characteristics of the *C. sinica* flower. The appropriate hot-air drying temperature was judged to be less than 50°C for maintaining the unique color, and approximately 70°C considering the high hot-water extraction yield and antioxidant capacity.

Keywords *Caragana sinica*, flowers, air drying, water extracts, color



OPEN ACCESS

Citation: Choi HJ, Youn KS, Chung HS. Comparison of color and water extracts of *Caragana sinica* flowers dried at different air temperatures. Korean J Food Preserv, 30(5), 868-874 (2023)

Received: July 07, 2023

Revised: September 22, 2023

Accepted: September 24, 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

골담초는 콩과에 속하는 낙엽관목으로 동북아시아 지역이 원산지이며, 예전부터 가정에서 꽃과 뿌리를 약재나 식혜, 약술, 차, 나물, 떡 등의 제조에 사용하고 있지만 가공식품화 사례는 보기 힘들다. 근래 들어서는 골담초 꽃의 건강 기능성과 유효성분 규명에 관한 연구가 수행되어 페놀성 물질에 의한 항산화 효과와 피부 미백 효과(Jeon 등, 2012) 및 tilianin에 의한 연골 보호 및 염증 억제 효과(Park 등, 2022) 등이 보고되었다. 이에 따라 골담초 꽃의 고부가가치

화와 활용도 증대에 관한 관심도 고조되고 있어 골담초 꽃의 식품 소재화 및 가공특성 파악에 관한 연구가 필요해 보인다. 특히, 신선원료의 수확 후 변질을 억제하고 분쇄와 추출을 하기 위한 전 단계로서 일반적으로 적용되는 건조공정의 효과 규명에 관한 연구수행이 우선시되어야 할 것으로 생각된다.

건조는 식품 내의 액상 수분을 기체 상태로 제거하여 보존성과 수송성 등을 향상시키는 공정으로 열풍건조법과 동결건조법이 대표적인 방법이다. 이 중 열풍건조는 열전달과 물질전달의 매체로 열풍을 이용하는 방법으로 경제적인 측면에서 비교적 유리하여 가장 많이 사용된다(Cohen과 Yang, 1995). 열풍건조 시에 제어 대상의 외부조건 중 온도가 피건조물의 이화학적 특성에 가장 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 이러한 열풍건조 온도의 영향이 산국(Bae와 Lee, 2008), 마늘(Kim 등, 1992), 블루베리(Shin 등, 2015), 고구마잎(Jeong 등, 2015), 호박(Shin 등, 2013), 고추(Chung 등, 1992), 다래(Jin 등, 2015) 및 무청(Ku 등, 2006) 등에 대해서 보고된 바 있다. 여기서 열풍건조가 피건조물의 품질특성에 미치는 영향이 품목마다 달라 적용에 앞서 효과 검증과 조건 최적화가 선행되어야 함을 제시하고 있다. 골담초 꽃도 열풍건조 조건의 영향을 받을 것으로 생각되지만 이에 관한 정보는 부족한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 골담초 꽃의 열풍건조 특성을 파악하고 더불어 적합한 온도조건을 결정하기 위하여, 열풍 온도를 달리하여 건조한 골담초 꽃과 이의 열수 추출물의 이화학적 특성을 조사하였다.

2. 재료 및 방법

2.1. 재료

실험용 골담초(*Caragana sinica* Rehder) 꽃은 만개한 4월 중순에 경남지역 민가의 뜰에서 꽃받침이 붙은 상태로 채취하여 실험실로 운반하고 외관이 청결하고 균일한 것만 선별한 다음 냉장(4℃) 보관하면서 사용하였다. 이때 골담초 꽃의 무게는 0.21±0.01 g, 수분함량은 85.4±0.3%(wet basis, WB)이었다.

2.2. 건조 및 분말 제조

건조는 골담초 꽃을 트레이에 단층으로 편 다음 캐비닛

형식 열풍건조기(JSOF-150, JSR Co., Gongju, Korea)에 넣고 온도(50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃)가 조절된 조건에서 피건조 시료의 무게 변화가 없을 때까지 행하였고, 수분함량은 105℃ 상압건조법으로 분석하였다. 각 온도에서 건조한 골담초 꽃은 분쇄기(J-NCM, Jisico Co., Seoul, Korea)로 마쇄하고 체질하여 0.35 mm 이하의 분말 형태로 제조하여 색도 측정 및 열수 추출 시료로 하였다.

건조 중 골담초 꽃의 moisture ratio(MR)는 아래 식으로 계산하였다.

$$MR = \frac{M_t - M_e}{M_0 - M_e}$$

여기서, M_t 는 건조시간 t 에서의 수분함량(dry basis, DB, g/g), M_0 는 초기 수분함량(DB, g/g), M_e 는 평형 수분함량(DB, g/g)이다.

2.3. 열수 추출물 제조

골담초 꽃 건조분말 2 g에 증류수 200 mL를 붓고 80℃ 항온수조에서 60분간 추출한 후 여과지(No.2, ADVANTEC, Tokyo, Japan)로 감압 여과하여 열수 추출물을 얻고 이를 분석용 시료로 사용하였다.

2.4. 색도 측정

건조분말의 색도는 colorimeter(CR400, Konika Minolta Inc., Tokyo, Japan)를 사용하여 CIE L^* , a^* , b^* , h° , C^* 값을 각각 측정하였다. L^* 값은 lightness를, a^* 와 $-a^*$ 값은 redness와 greenness를, b^* 와 $-b^*$ 값은 yellowness와 blueness를 각각 나타낸다. h° 값은 색상(red-purple: 0°, yellow: 90°, bluish-green: 180°, blue: 270°)을 나타내고, $a^* > 0$, $b^* > 0$ 이면 $h^\circ = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ 로, $a^* < 0$, $b^* > 0$ 이면 $h^\circ = 180^\circ + \tan^{-1}(b^*/a^*)$ 으로 각각 계산된다. C^* 값은 채도를 나타내고, $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ 로 계산된다.

2.5. 투명도 측정

열수 추출물의 투명도는 spectrophotometer(UV1800, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 650 nm에서 light transmittance를 측정하여 % transmittance로 나

타내었다.

2.6. 가용성 고형분 함량 측정

열수 추출물의 가용성 고형분 함량은 휴대용 굴절계 (Master- α , Atago Co., Tokyo, Japan)를 사용하여 측정하였다.

2.7. pH 측정

열수 추출물의 pH는 pH meter(S220, Mettler-Toledo, Shanghai, China)를 사용하여 측정하였다.

2.8. 총폴리페놀 함량 측정

열수 추출물의 총폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu법 (Singleton과 Rossi, 1965)으로 측정하였다. 즉, 추출물을 증류수로 10배 희석한 시료 액 2 mL에 Folin-Ciocalteu reagent(Junsei Chemical Co., Tokyo, Japan) 2 mL를 가하고 3분간 정치한 다음 10% Na_2CO_3 용액 2 mL를 추가하였다. 이 혼합액을 1시간 동안 정치한 후 spectrophotometer (UV1800, Shimadzu)를 이용하여 760 nm에서 흡광도를 측정하였고, catechin 표준품(Sigma-Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA)으로 검량선을 작성하여 정량하였다.

2.9. DPPH 라디칼 소거능 측정

열수 추출물의 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거능은 Blois법(Blois, 1958)으로 측정하였다. 즉, 추출물 2 mL에 에탄올에 용해한 0.20 mmol/L DPPH 용액 2 mL를 가하고 10초간 강하게 진탕하고 30분간 정치한 후에 spectrophotometer(UV1800, Shimadzu)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 다음 식으로 계산하였다. DPPH 라디칼 소거능(%) = $[1 - (\text{시료액의 흡광도} / \text{DPPH 용액의 흡광도}) \times 100]$.

2.10. 통계처리

실험결과는 3회 반복실험의 평균 \pm 표준편차로 나타내었고, 실험구간 차이 검정은 IBM SPSS statistics(23, IBM Corp., Armonk, NY, USA)를 이용하여 분산분석과 Duncan's multiple range test($p < 0.05$)를 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 건조온도별 건조속도 비교

골담초 꽃의 열풍건조 온도별 평형 수분함량(WB)을 측정한 결과는 50°C에서 $7.15 \pm 0.21\%$, 60°C에서 $6.71 \pm 0.35\%$, 70°C에서 $5.64 \pm 0.18\%$, 80°C에서 $3.49 \pm 0.24\%$, 90°C에서 $2.38 \pm 0.36\%$ 를 각각 보여서 고온일수록 낮은 평형 수분함량을 보였다(data not shown). 호박(Shin 등, 2013)이나 블루베리(Shin 등, 2015)의 경우에서도 건조온도가 높을수록 낮은 평형 수분함량을 보이는 것으로 알려져 있다. 골담초 꽃의 열풍건조 온도에 따른 건조 중 MR을 구한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. MR은 시간이 지남에 따라 지속적으로 감소하였으며 그 정도는 온도가 높을수록 급격한 경향을 보였으나 80°C 이상에서는 차이가 크지 않았다. 이상의 결과를 볼 때 골담초 꽃의 열풍건조 속도는 온도에 비례하지만 80-90°C가 임계온도인 것으로 판단된다. 이러한 열풍건조 속도가 온도에 비례하는 결과는 고구마잎(Jeong 등, 2015)에 대한 연구보고에서도 찾아볼 수 있다. 한편, 다래의 열풍건조 속도는 60°C 이상에서는 거의 일정한 것으로 보고된 바 있다(Jin 등, 2015).

3.2. 건조온도별 외관 및 색도 비교

열풍 온도를 달리한 조건에서 건조한 골담초 꽃의 외관은 Fig. 2와 같다. 골담초 꽃의 형태는 모든 온도조건 사이에

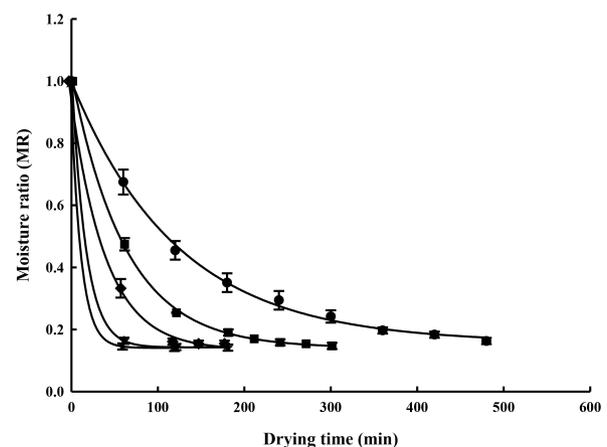


Fig. 1. Drying curves for flower of *Caragana sinica* at different hot-air drying temperatures (●, 50°C; ■, 60°C; ◆, 70°C; ★, 80°C; ×, 90°C). Values represent mean \pm SD (n=3).



Fig. 2. Photographs of *Caragana sinica* flowers dried at different air temperatures.

뚜렷한 차이를 보이지 않았지만, 색상은 다소 차이를 보였다. 즉, 다른 온도에 비해 50°C에서 건조한 것은 꽃받침 부위의 녹색이 강하였고, 반면에 90°C에서 건조한 것은 꽃잎의 황색이 보다 어두운 감을 띠었다. 이러한 결과는 녹색 색소인 클로로필보다 황색 색소인 카로티노이드의 높은 열안정성에 기인된 것으로 여겨진다(Shin, 2013). 이를 볼 때, 50°C 이하의 온도에서 건조는 꽃의 녹색색유지에 유효한 것으로 보이고, 90°C 이상의 온도에서 건조는 꽃 전체의 갈변을 더욱 촉진하는 것으로 생각된다. 한편, 건조 고구마 잎의 경우에서도 열풍온도(40-70°C) 중 40°C에서 생잎의 색이 가장 잘 유지되었다고 하였고(Jeong 등, 2015), 무청의 고유 초록색 유지에는 70°C가 적합한 것으로 알려져 있다(Ku 등, 2006).

열풍건조 온도별 기계적 색도를 측정된 결과는 Table 1과 같다. 명도를 의미하는 L*값은 온도에 따른 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 음의 a*값은 낮을수록 높은 녹색도를 나타내는데 건조온도가 높아짐에 따라 유의적으로 증가함을

보였다($p < 0.05$). 또한, 황색도를 의미하는 b*값은 50°C에서 70°C까지는 유의적인 차이를 보이지 않았으나 그 이상의 온도에서는 승온에 따라 낮아짐을 보였다. 채도를 나타내는 C*값의 건조온도별 차이는 b*값의 경우와 유사하였다. 색상을 나타내는 h°값은 건조온도가 높아짐에 따라 감소하는 경향을 보여 50°C에서 106.98, 90°C에서 98.83을 각각 보였다. h°값 90°와 180°가 각각 yellow와 bluish-green의 기준점인 것을 감안하면 건조온도가 높아짐에 따라 녹색에서 녹색이 소실되어 황색화되는 것으로 여겨진다. 이는 앞서 언급한 결과(Fig. 1)와 같이 꽃받침 부위의 녹색 색소인 클로로필의 열분해가 주원인인 것으로 여겨진다(Yamauchi, 1999). 한편, 산국의 경우는 열풍건조 온도가 40°C에서 60°C까지 상승함에 L*값과 b*값은 감소하고, a*값은 증가하는 경향을 보였다고 하였다(Bae와 Lee, 2008). 반면에 호박의 경우는 열풍건조 온도가 높을수록 L*값, a*값 및 b*값이 낮은 것으로 알려져 있다(Shin 등, 2013).

이상을 볼 때 열풍 온도가 피건조물의 색에 미치는 영향은 품목에 따라 상이한 것으로 나타났다. 골담초 꽃의 경우는 50°C 이하의 열풍 온도가 고유 색 손실이 가장 적은 것으로 확인되었다.

3.3. 건조온도별 추출액의 투명도, 가용성 고형분 및 pH 비교

열풍 건조온도를 달리한 골담초 꽃으로부터 얻은 열수 추출액의 투명도, 가용성 고형분 함량 및 pH를 측정된 결과는 Fig. 3과 같다.

골담초 열수 추출액의 투명도는 열풍 건조온도가 50°C에서 70°C까지는 승온됨에 따라 증가하였으나 70°C 이상의 온도에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다($p > 0.05$). 이로

Table 1. Comparison of the color values of powder prepared from *Caragana sinica* flower dried at different drying temperatures

Drying temperature (°C)	Color value				
	L*	a*	b*	C*	h°
50	69.97±0.34 ^{b1)}	-9.30±0.90 ^d	30.47±0.66 ^a	31.86±0.66 ^a	106.98±0.19 ^a
60	70.77±0.25 ^{ab}	-6.50±0.12 ^c	30.73±0.49 ^a	31.41±0.50 ^a	101.95±0.13 ^b
70	71.82±0.55 ^{ab}	-6.34±0.21 ^c	30.87±0.75 ^a	31.52±0.78 ^a	101.60±0.16 ^c
80	72.23±0.39 ^a	-5.89±0.05 ^b	29.37±0.22 ^b	29.95±0.23 ^b	101.35±0.08 ^c
90	69.92±2.38 ^b	-4.29±0.22 ^a	27.57±0.67 ^c	27.90±0.69 ^c	98.83±0.23 ^d

¹⁾Mean±SD (n=3) in the same column followed by different letter are significantly different by Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

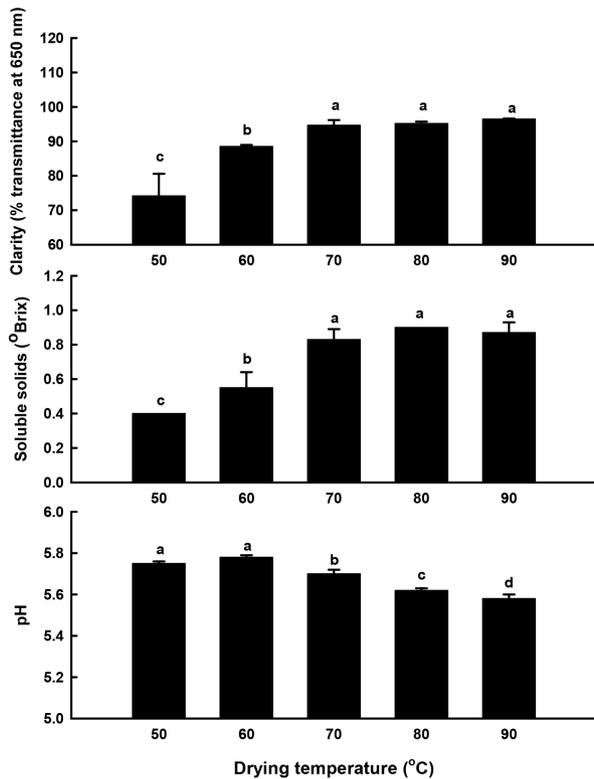


Fig. 3. Comparison of the clarity, soluble solids, and pH of hot-water extract prepared from *Caragana sinica* flower dried at different drying temperatures. Mean±SD (n=3) with the different letter above the bar are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

써 열풍 온도가 건조물의 열수 추출액이 가지는 투명도에 영향을 미치는 것이 확인되었고, 70°C 이상의 열풍건조는 비교적 높은 투명도를 가진 열수 추출물을 얻을 수 있는 것으로 판단된다. 이러한 열풍건조 온도에 따른 열수 추출액의 투명도 차이는 건조 시 조직의 열분해 정도와 분쇄 시 불용성 미립자의 존재 정도에 기인된 결과로 추측되나 이에 관한 추가연구가 필요해 보인다.

가용성 고형분 함량은 식물체 건조 분말로부터 수용성 성분의 추출 수율과 밀접한 관계에 있으며 추출액의 품질특성에도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Park 등, 2017). 골담초 꽃 열수 추출물의 가용성 고형분 함량의 측정결과를 보면(Fig. 3), 열수 추출물의 가용성 고형분 함량은 열풍 온도 70°C까지는 승온에 따라 증가하였으나 그 이상의 온도에서는 유의적인 차이를 보이지 않고 유지되는 경향이였다 (p>0.05). 이러한 온도의 영향은 앞서 언급한 투명도의 결

과(Fig. 3)와 유사함을 보여 투명도 차이 유발 원인으로 보이는 미립자의 분해 정도가 가용성 고형분 함량에 영향을 미친 결과로 생각된다(Kim 등, 1983). 이로써 골담초 꽃을 70°C 이상의 온도에서 건조하면 보다 높은 가용성 고형분 함량을 가진 열수 추출물을 얻을 수 있는 것으로 여겨진다.

열풍건조 온도에 따른 pH는 Fig. 3과 같이 60°C부터 승온에 따라 유의적으로 낮아짐을 보였다(p<0.05). 이러한 건조온도 증가에 따른 pH 저하 현상은 고온 건조에 따른 피건조물의 낮아진 평형수분 함량 때문에 상대적으로 산성 물질이 더욱 농축된 결과로 보인다(Son 등, 2020).

3.4. 건조온도별 총폴리페놀 함량 및 DPPH 라디칼 소거능 비교

열풍건조 온도를 달리한 골담초 꽃의 열수 추출액에 함유된 총폴리페놀 함량과 DPPH 라디칼 소거능을 측정된 결과는 Fig. 4와 같다.

페놀성 물질은 자연계에 널리 존재하며 품질과 항산화성을 포함한 다양한 건강 기능성에 기여하는 것으로 알려져 있다(Scalbert와 Williamson, 2000). 골담초 꽃 열수 추출물의 총폴리페놀 함량은 건조온도 80°C까지 고온일수록 높

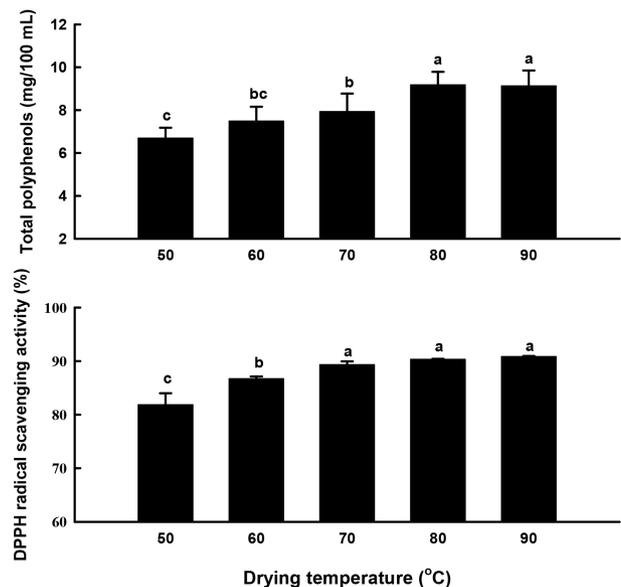


Fig. 4. Comparison of the total polyphenol contents and DPPH radical scavenger activity of hot-water extract prepared from *Caragana sinica* flower dried at different drying temperatures. Mean±SD (n=3) with the different letter above the bar are significantly different by Duncan's multiple range test (p<0.05).

은 함량을 보였다. 이와 유사한 결과가 고온가열 처리한 옥수수(Youn과 Chung, 2012)의 열수 추출물에서도 확인된 바 있으며, 이는 비효소적 갈변 반응에 따른 페놀 유형 구조를 가지는 물질의 생성과 관계가 있는 것으로 알려져 있다 (Durmaz와 Alpaskan, 2007).

항산화능의 척도로 DPPH 라디칼 소거능을 측정한 결과를 보면, 70℃까지는 고온일수록 높은 활성을 보였으나 그 이상의 온도에서는 유의적인 차이를 보이지 않았다($p>0.05$). 이러한 온도에 따른 DPPH 라디칼 소거능의 관계가 앞서 언급한 총폴리페놀 함량의 결과와 유사함을 보였다. 따라서 건조 온도에 따른 골담초 꽃 열수 추출물의 항산화성은 다래(Jin 등, 2015)의 경우에 확인된 바와 같이 페놀성 물질의 생성 정도와 밀접한 비례 관계가 있는 것으로 보인다.

이상의 결과를 종합하면, 골담초 꽃의 열풍 건조속도는 온도에 비례하는 것으로 확인되었다. 그리고 건조 분말의 색도 및 열수 추출물의 투명도, 가용성 고형분 함량, pH, 총폴리페놀 함량 및 항산화능 등도 열풍 온도의 영향을 각기 다르게 받는 것으로 나타났다. 따라서 골담초 꽃의 열풍 건조에 적합한 온도는 목적에 따라 달리 선택되어야 할 것으로 여겨진다.

4. 요약

골담초(*Caragana sinica* Rehder) 꽃의 고부가가치화와 활용도 증대에 필요한 기초 자료인 건조특성을 파악하기 위하여, 만개한 골담초 꽃을 4월 중순에 채취하여 각기 다른 온도(50℃, 60℃, 70℃, 80℃, 90℃)에서 열풍건조하고 분쇄하여 얻은 분말과 이의 열수 추출물의 이화학적 성질을 조사하였다. 골담초 꽃의 건조속도는 열풍온도와 비례함을 보였다. 건조 꽃의 시각적인 색상은 50℃에서 건조한 것이 꽃받침 부위의 녹색이 비교적 강하였고, 반면에 90℃에서 건조한 것은 갈변이 비교적 심하였다. 분말의 기계적 색도 중 녹색도인 $-a^*$ 값은 온도가 높아질수록 증가함을 보였다. 또한, 황색도인 b^* 값은 70℃ 이상의 온도에서는 승온에 따라 낮아짐을 보였다. 열수 추출물의 가용성 고형분 함량은 70℃까지 증가한 후 일정 수준을 유지하였고, pH는 승온에 따라 감소함을 보였다. 열수 추출물의 총폴리페놀 함량은 승온에 따라 증가하는 경향을 나타내었고, DPPH 소거능은

70℃까지 증가한 후 뚜렷한 변화를 보이지 않았다. 이로써 열풍건조 온도가 골담초 꽃의 이화학적 특성에 유의적인 영향을 미치는 것이 확인되었고, 적합한 열풍건조 온도는 고유색 유지 목적이면 50℃ 이하가, 높은 열수 추출수율과 항산화능을 고려하면 70℃인 것으로 판단되었다.

Acknowledgements

이 과정은 부산대학교 기본연구지원사업(2년)에 의하여 연구되었음.

Conflict of interests

The authors declare no potential conflicts of interest.

Author contributions

Conceptualization: Chung HS. Methodology: Choi HJ, Chung HS. Formal analysis: Choi HJ, Chung HS. Validation: Yoon KS, Chung HS. Writing - original draft: Chung HS. Writing - review & editing: Yoon KS, Chung HS.

Ethics approval

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

ORCID

Hye-Jung Choi (First author)

<https://orcid.org/0009-0002-7984-6457>

Kwang-Sup Youn

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

Hun-Sik Chung (Corresponding author)

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

References

- Blois MS. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature*, 181, 1199-1200 (1958)
- Chung HS, Youn KS, Seong JH, Moon KD. Quality properties of tea extracts prepared with

- persimmon flowers. *Korean J Food Preserv*, 14, 148-153 (2007)
- Chung SK, Shin JC, Choi JU. The blanching effects on the drying rates and the color of hot red pepper. *J Korean Soc Food Nutr*, 21, 64-69 (1992)
- Cohen JS, Yang TCS. Progress in food dehydration. *Trends Food Sci Technol*, 6, 20-25 (1995)
- Jeon YS, Jo BS, Park HJ, Kang SA, Cho YJ. Screening of biological activity of *Caragana sinica* extract. *J Korean Soc Food Sci Nut*, 41, 1211-1219 (2012)
- Jeong DW, Park YK, Nam SS, Han SK. Effect of hot-air drying temperature on nutritional components and rehydration rate of sweetpotato leaves. *Korean J Food Preserv*, 22, 498-504 (2015)
- Jin CR, Cho CH, Nam TG, Cho YS, Kim DO. Effects of hot air drying on the antioxidant capacity of *Actinidia arguta* × *A. deliciosa* cv. Mansoo, a hardy kiwifruit. *Korean J Food Sci Technol*, 47, 539-543 (2015)
- Kim HK, Jo KS, Kwon DY, Park MH. Effects of drying temperature and sulfiting on the qualities of dried garlic slices. *J Korean Agric Chem Soc*, 35, 6-9 (1992)
- Ku KH, Lee KA, Kim YL, Lee YW. Quality characteristics of hot-air dried radish (*Raphanus sativus* L.) leaves. *J Korean Soc Food Sci Nut*, 35, 780-785 (2006)
- Park D, Lee HG, Ko CH, Park H, Jin MH, Cho HS. Study on chondro-protective and anti-inflammatory effects of *Caraganae sinicae* Flos extract. *Korean J Herbol*, 37, 1-8 (2022)
- 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)
- Scalbert A, Williamson G. Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *J Nutr*, 130, 2073-2085 (2000)
- Shin DS, Yoo SM, Park BR. Effect of different steaming and drying temperature conditions on physicochemical characteristics of pumpkin powder. *Korean J Food Sci Technol*, 45, 742-746 (2013)
- Shin DS, Yoo YM, Kim HY, Han GJ. Determine the effects of drying temperature on the quality change and antioxidant activity characteristics of blueberry. *Korean J Food Preserv*, 22, 505-511 (2015)
- Singleton VL, Rossi JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am J Enol Vitic*, 16, 144-158 (1965)
- Son HK, Jeong Y, Ha JH. Effects of freeze and hot-air drying methods on contents of physicochemical components and antioxidant activities of *Eruca sativa* Mill. *J Korean Soc Food Sci Nutr*, 49, 759-767 (2020)
- Yamauchi N. Mechanism of chlorophyll degradation in harvested fruits and vegetables. *Food Preserv Sci*, 25, 175-184 (1999)
- Youn KS, Chung HS. Optimization of the roasting temperature and time for preparation of coffee-like maize beverage using the response surface methodology. *LWT-Food Sci Technol*, 46, 305-310 (2012)