

## 건조방법에 따른 고구마 식물체 부위별 항산화특성

황엄지 · 김태화 · 박 원 · 이교휘 · 남상식\* · 박유진 ·  
김세희\* · 이형운 · 정미남\*\* · 하태정\*\* · †우관식\*\*

농촌진흥청 국립식량과학원 농업연구사, \*농촌진흥청 국립식량과학원 전문연구원, \*\*농촌진흥청 국립식량과학원 농업연구관

### Antioxidant Characteristics of Sweet Potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) according to Different Plant Parts and Drying Methods

Eom-ji Hwang, Tae Hwa Kim, Won Park, Kyo Hwui Lee, Sang-Sik Nam\*, You-jin Park, Sehee Kim\*,  
Hyeong-Un Lee, Mi Nam Chung\*\*, Tae Joung Ha\*\* and †Koan Sik Woo\*\*

Researcher, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Muan 58545, Korea

\*Post-Doctor, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Muan 58545, Korea

\*\*Senior Researcher, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Muan 58545, Korea

#### Abstract

This study investigated the antioxidant characteristics of sweet potato according to different plant parts and drying methods. The sweet potato plant parts were divided into root tubers, stems, stalks, leaves, and tips, and the drying methods were freeze-drying and hot air drying. Total polyphenol and flavonoid contents and radical scavenging activity of the sweet potato plant parts were significantly different depending on the plant parts and drying methods. The total polyphenol content of freeze-dried sweet potato leaves and tips were 52.76 and 46.19 mg chlorogenic acid equivalents/g sample, and the total flavonoid contents were 222.47 and 214.12 mg quercetin equivalents/g sample, respectively, and decreased with hot air drying. DPPH radical scavenging activity was higher in freeze-drying than hot air drying and was significantly different depending on the plant parts. The ABTS radical scavenging activity of freeze-dried sweet potato leaves and tips were 43.48 and 44.68 mg Trolox equivalents/g sample, respectively, and decreased with hot air drying. Therefore, additional studies on the functionality of using by-products from sweet potato cultivation are needed.

Key words: sweet potato, *Ipomoea batatas* (L.) Lam., phenolic compound, antioxidant activity

#### 서 론

고구마(*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)는 옥수수, 밀, 쌀, 감자와 함께 세계적으로 많이 재배되고 있는 작물로, 전분, 단백질, 식이섬유, 펙놀류, 비타민, 무기질 등 영양성분이 풍부한 것으로 알려져 있다(Hou 등 2019; Kim 등 2019). 고구마는 주로 괴근을 이용하고 있으며, 잎과 줄기 등 지상부는 일부만 이용이 되고 나머지는 대부분 농업부산물로 폐기되고 있는 실정이다. 고구마 지상부의 잎과 줄기에는 식이섬유가 풍부하고 루테인, 베타카로틴 등 유용성분을 다량 함유하고 있어

항고혈압활성(Ishiguro 등 2007), 항균 및 항돌연변이활성(Lee 등 2007), 항알레르기 및 항염활성(Kwak 등 2013), 항암활성(Shen 등 2018), 항궤양활성(Hermes 등 2013), 항산화활성(Jeong 등 2015; Kim 등 2015; Ogutu & Mu 2017) 등이 높은 것으로 보고되었다. 이러한 유용성분과 활성에 근거하여 고구마 잎과 줄기는 건강식품(Islam S 2006), 과자(Go N 2015) 등에 첨가하는 식품소재로 활용되고 있다.

기존 잎자루 채소용 고구마 품종들은 잎자루 껍질이 질겨 껍질을 벗겨 식용하기 때문에 껍질을 벗기는 비용이 발생하고 껍질에 함유되어 있는 유용성분을 이용하지 못하는 단점

† Corresponding author: Koan Sik Woo, Senior Researcher, National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Muan 58545, Korea. Tel: +82-61-450-0146, Fax: +82-61-453-0085, E-mail: wooks@korea.kr

이 있다(Lee 등 2022). 잎과 잎자루 전용으로 개발된 채소용 품종인 통채루(*Ipomoea batatas* (L.) Lam. cv. Tongchaeru)는 붉은색 잎의 유전자원(IT232314)과 MI2011-31-09(IT334865)를 인공교배하여 선발된 품종이다. 잎과 잎자루에 안토시아닌 등 기능성분이 풍부하고 잎자루 껍질째 섭취가 가능한 품종으로 2021년에 품종으로 등록되었다. 잎과 잎자루 껍질, 줄기가 자색을 띠며, 통채루 품종의 잎자루에는 루테인(6.9 mg/100 g), 베타카로틴(8.3 mg/100 g), 안토시아닌(180.2 mg/100 g), 비타민 C(15.9 mg/100 g)를 다량 함유하고 있으며, 잎자루 수량도 높은 품종이다(Lee 등 2022).

본 연구에서는 대부분 농업부산물로 폐기되는 고구마의 줄기와 잎, 잎자루 등의 활용성 증진을 위해 통채루 품종의 지상부에 대한 항산화특성을 검정하여 가공용 소재 등으로 활용을 위한 기초자료로 활용하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에 사용한 고구마는 통채루(cv. Tongchaeru) 품종으로 2022년 전라남도 무안군 소재의 국립식량과학원 바이오 에너지작물연구소 시험포장(위도 34° 58'N, 경도 126° 27'E)에서 생산된 것을 사용하였다. 고구마는 4월 5일 파종하여 55일 후 묘를 채취하였으며, 5월 30일에 재식거리를 70×20 cm로 하여 삼작하였다. 시험포의 비료는 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 5.5-6.3-15.6 kg/10a과 퇴비 1,000 kg/10a을 시비하였다. 분석용 시료의 채취는 삼작 후 120일인 9월 30일에 식물체 전체를 수확한 후 괴근(root tuber), 줄기(stem), 잎자루(stalk), 잎(leaf), 끝순(tip; 끝에서 5마디)으로 분류하여 사용하였다. 시료의 건조는 동결건조방법과 추후 산업적 활용성을 확보하기 위해 열

풍건조방법을 사용하였다(Li 등 2012; Yu 등 2020). 동결건조는 동결건조기(FDTA-5050, Operon, Gimpo, Korea)로 건조하였고 열풍건조는 농산물건조기(JW-500ED, Jinwoo Electronics Co., Ltd., Hwaseong, Korea)를 이용하여 40, 50, 60 및 80 °C로 24시간 건조하였으며, 건조 후 수분함량(Table 1)을 수분함량 측정기(MA-100, Sartorius, Sartorius Lab Instruments GmbH & Co., Goettingen, Germany)로 측정하였다. 시료의 수분함량은 전체적으로 동결건조와 고온으로 열풍건조한 시료에서 낮은 함량을 보였으며, 부위별로는 잎과 끝순에서 약간 높은 함량을 보였다. 수분함량 측정 결과는 페놀성성분의 함량과 radical 소거활성을 측정하여 수분함량을 제외하고 당량(equivalents)으로 함량 및 활성을 계산하였다. 건조된 시료는 Micro Hammer-Cutter Mill(Cullati MFC grinder CZ 13, Culatti AG, Zurich, Switzerland)을 이용하여 80 mesh로 분쇄하여 4 °C 냉장고에 저장하면서 분석용 시료로 사용하였다.

### 2. 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량 분석

건조방법에 따른 고구마 식물체 부위별 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량을 분석하기 위해 동결건조한 일정량의 시료를 취하여 80% 에탄올(Daejung Chemical & Metals, Siheung, Korea)을 넣고 homogenizer(HG-15A, Daihan Scientific Co., Ltd., Wonju, Korea)로 균질화시킨 후, 상온에서 24시간 동안 2회 진탕추출(Wise-Cube WIS-RL010, Daihan Scientific Co., Ltd.)한 다음 4 °C, 1,500×g에서 10분간 원심분리(Sorvall ST-40R, Thermo Fisher Scientific)하고 상등액을 취하여 -20 °C 냉동고에 보관하면서 분석용 시료로 사용하였다. 추출물에 대한 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량은 Kim 등(2018)의 방법으로 분석하였다. 총 폴리페놀 함량은 추출물 50 μL에 2% sodium carbonate(Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>; Sigma-Aldrich) 용액 1 mL를 가한 후 3분간

Table 1. Moisture contents of sweet potato according to different plant parts and drying methods

Plant parts	Drying methods (g/100 g sample)				
	Freeze-drying	Hot-air drying			
		40 °C	50 °C	60 °C	80 °C
Root tuber	0.38±0.01 <sup>dD</sup>	3.32±0.05 <sup>cA1)</sup>	1.17±0.01 <sup>dB</sup>	1.14±0.07 <sup>cB</sup>	0.57±0.04 <sup>dC</sup>
Stem	1.01±0.08 <sup>cD</sup>	4.16±0.10 <sup>bA</sup>	1.47±0.10 <sup>0<sup>b</sup>B</sup>	1.21±0.06 <sup>cC</sup>	1.25±0.09 <sup>bC</sup>
Stalk	1.25±0.10 <sup>bC</sup>	2.12±0.03 <sup>dA</sup>	2.16±0.09 <sup>bA</sup>	1.56±0.07 <sup>bB</sup>	0.96±0.02 <sup>dD</sup>
Leaf	0.19±0.00 <sup>aE</sup>	6.31±0.06 <sup>bA</sup>	2.44±0.08 <sup>aB</sup>	1.96±0.02 <sup>bC</sup>	1.16±0.02 <sup>bD</sup>
Tip	2.13±0.12 <sup>cC</sup>	4.06±0.09 <sup>aA</sup>	2.60±0.04 <sup>aB</sup>	1.51±0.04 <sup>aE</sup>	1.89±0.03 <sup>aD</sup>

1) All values are expressed as the mean±S.D. of triplicate determinations. Means with different letters within a column (<sup>a-c</sup> row, plant parts or <sup>A-E</sup> column, drying methods) are significantly different at  $p<0.05$  by a Duncan's multiple range test.

방치하여 50% Folin-Ciocalteu reagent(Sigma-Aldrich) 50  $\mu$ L를 가하였다. 30분 후, 반응액의 흡광도 값을 735 nm에서 측정하였고, 표준물질인 chlorogenic acid(Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하였으며, 시료 g 중의 mg chlorogenic acid equivalents(CAE, dry basis)로 나타내었다. 총 플라보노이드 함량은 추출물 250  $\mu$ L에 증류수 1 mL와 5% sodium nitrite ( $\text{NaNO}_2$ ; Sigma-Aldrich) 75  $\mu$ L를 가한 다음, 5분 후 10% aluminum chloride hexahydrate( $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ; Sigma-Aldrich) 150  $\mu$ L를 가하여 6분 방치하고, 1 N sodium hydroxide( $\text{NaOH}$ ; Sigma-Aldrich) 500  $\mu$ L를 첨가해 11분 후 반응액의 흡광도 값을 510 nm에서 측정하였다. 표준물질인 quercetin(Sigma-Aldrich)를 사용하여 검량선을 작성하였으며, 시료 g 중의  $\mu$ g quercetin equivalents(QE, dry basis)로 나타내었다.

### 3. Radical 소거활성 측정

건조방법에 따른 고구마 식물체 부위별 radical 소거활성은 DPPH(1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl, Sigma-Aldrich) 및 ABTS(2,2'-azino-bis-3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid, Sigma-Aldrich) radical 소거활성을 측정하였다(Kim 등 2018). DPPH radical 소거활성은 0.2 mM DPPH 용액(99.9% 에탄올에 용해) 0.8 mL에 시료 0.2 mL를 첨가한 후 520 nm에서 30분 후에 흡광도 감소치를 측정하였으며, trolox(Sigma-Aldrich)로 검량식을 작성하여 시료 g당 mg trolox equivalent antioxidant capacity (TE, dry basis)로 표현하였다. ABTS radical 소거활성은 ABTS 7.4 mM과 potassium persulphate(Sigma-Aldrich) 2.6 mM을 하루 동안 암소에 방치하여 ABTS 양이온을 형성시킨 후 이용액을 735 nm에서 흡광도 값이 1.4~1.5가 되도록 에탄올로 희석하여 사용하였다. 희석된 ABTS 용액 1 mL에 추출액 50  $\mu$ L를 가하여 흡광도의 변화를 정확히 30분 후에 측정하였으며, trolox(Sigma-Aldrich)로 검량식을 작성하여 시료 g당 mg trolox equivalent antioxidant capacity(TE, dry basis)로 표현하였다.

### 4. 통계분석

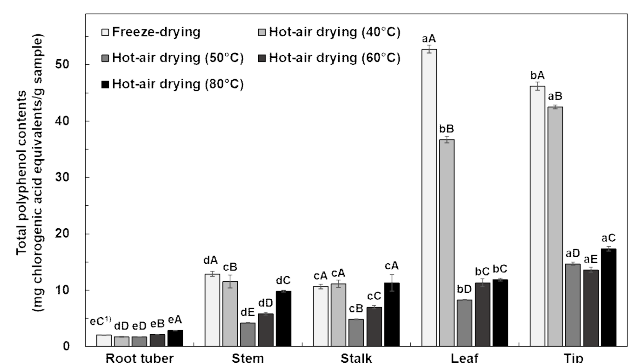
모든 데이터는 3회 반복 측정하였으며, 평균 $\pm$ 표준편차로 제시하였다. 또한 얻어진 결과는 통계프로그램(Statistical Analysis System; version 9.4, SAS Institute, Cary, NC, USA)을 이용하여 다중범위검정(Duncan's multiple range test)을 실시하였으며, 각 분석항목 간의 상관관계를 분석하였다(Woo 등 2021).

## 결과 및 고찰

### 1. 건조방법에 따른 고구마 식물체 부위별 항산화성분 함량

식물성 식품원료 유래 페놀성 화합물은 phenolic hydroxyl

그룹을 포함하고 있어 높은 항산화활성을 보유하고 있는 것으로 알려져 있다(Woo 등 2013). 동결건조 및 열풍건조 등 건조방법에 따른 통채루 고구마 품종의 식물체 부위별 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과 Fig. 1과 같이 건조방법 및 식물체 부위별로 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 건조방법에 따른 총 폴리페놀 함량은 전체적으로 동결건조에서 높은 함량을 보였고 열풍건조의 경우 낮은 온도(40°C)에서 건조한 시료에서 높게 나타났다. 통채루 고구마 품종의 식물체 부위별 총 폴리페놀 함량은 동결건조한 잎에서 52.76 $\pm$ 0.68 mg CAE/g sample로 가장 높은 함량을 나타내었으며, 끝순에서도 46.19 $\pm$ 0.71 mg CAE/g sample로 높은 함량을 보였다. 그리고 동결건조한 잎자루와 줄기는 각각 10.67 $\pm$ 0.42 및 12.89 $\pm$ 0.48 mg CAE/g sample이었으며, 괴근은 2.04 $\pm$ 0.05 mg CAE/g sample로 가장 낮았다. 열풍건조의 경우 40°C에서 건조한 잎과 끝순에서 각각 36.73 $\pm$ 0.55 및 42.55 $\pm$ 0.33 mg CAE/g sample로 비교적 높은 함량을 보였으며, 잎자루와 줄기는 유의적인 차이가 없었고 괴근이 1.76 $\pm$ 0.09 mg CAE/g sample로 가장 낮았다. 열풍건조 온도가 증가함에 따라 총 폴리페놀 함량은 전체적으로 감소하는 경향을 보였으며, 50°C에서 끝순을 제외한 부위의 총 폴리페놀 함량이 낮게 나타났다(1.72 $\pm$ 0.06~8.31 $\pm$ 0.05 mg CAE/g sample). 또한, 고온(80°C)으로 열풍건조한 시료의 경우 전체적으로 2.86 $\pm$ 0.03~17.38 $\pm$ 0.41 mg CAE/g sample로 약간 증가하는 경향을 보였다. 고온으로 건조한 시료에서 총 폴리페놀 함량이 약간 증가하는 것은 열처리 과정에서 고구마의 세포구조를 연화하거나 파괴되어 페놀성 화합물의 용출이 증가하고 페놀류 복합체의 분해에 기인한 것으로 생각된다(Huang 등 2006; Kim 등 2019).



**Fig. 1. Total polyphenol contents of sweet potato according to different plant parts and drying methods.** <sup>1)</sup> All values are expressed as the mean $\pm$ S.D. of triplicate determinations. Means with different letters within a column (<sup>a-c</sup> plant parts or <sup>A-E</sup> drying methods) are significantly different at  $p < 0.05$  by a Duncan's multiple range test.

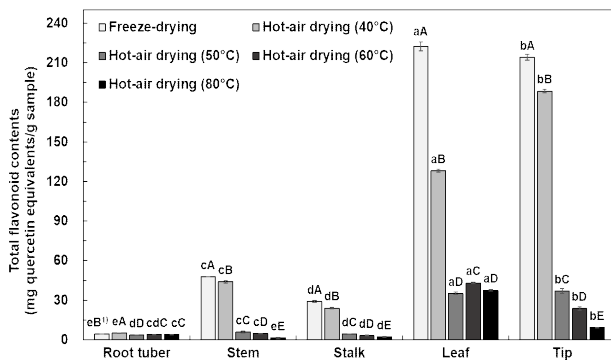
하얀미와 신향미 품종의 재배기간 및 마디별 끝순의 폴리페놀 함량을 비교한 연구에서 동결건조한 1~5마디 끝순의 총 폴리페놀 함량은 16.1~23.5 mg gallic acid equivalents/g으로 보고하였다(Park 등 2014). 또한, 지체부로부터 1 cm를 남겨두고 20 cm의 지상부를 수확하여 동결건조 후 총 폴리페놀 함량을 측정된 결과 고구마 품종별로 30.7~74.4 mg CAE/g로 보고하였는데(Yu 등 2020), 약간의 차이를 보이는 것은 재배년도의 기상, 온도, 강수량 등 재배환경에 기인한 것으로 보인다. 건조방법에 따른 고구마 식물체 부위별 총 폴리페놀 함량은 Table 2와 같이 총 플라보노이드 함량( $R=0.9655$ ), DPPH radical( $R=0.7081$ ) 및 ABTS radical( $R=0.9717$ ) 소거활성과 높은 상관성( $p<0.001$ )을 보이는 것으로 조사되었다.

통채루 고구마 품종의 식물체 부위별 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과 Fig. 2와 같이 건조방법 및 식물체 부위별로 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 건조방법에 따른 총 플라보노이드 함량은 전체적으로 동결건조에서 높은 함량을 보였고 열풍건조의 경우 낮은 온도(40°C)에서 건조한 시료에서 높게 나타났다. 통채루 고구마 품종의 식물체 부위별 총 플라보노이드 함량은 동결건조한 잎에서  $222.47\pm 3.31$  mg QE/g sample로 가장 높은 함량을 나타내었고 끝순에서도  $214.12\pm 2.22$  mg QE/g sample로 높은 함량을 보였으며, 괴근은  $4.55\pm 0.09$  mg QE/g sample로 가장 낮았다. 열풍건조의 경우 40°C에서 건조한 잎과 끝순에서 각각  $128.13\pm 1.17$  및  $188.52\pm 1.46$  mg QE/g sample로 비교적 높은 함량을 보였다. 열풍건조 온도가 증가함에 따라 총 플라보노이드 함량은 괴근을 제외하고 급격히 감소하는 경향을 보였으며, 80°C에서 열풍건조한 시료에서  $1.46\pm 0.62\sim 37.54\pm 0.71$  mg QE/g

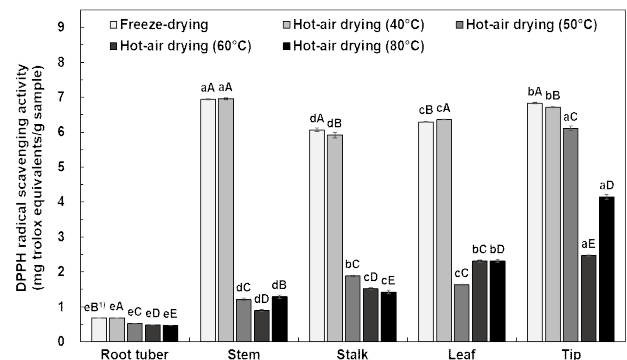
sample의 범위로 나타났다. 고구마 품종별 지상부 20 cm를 수확하여 동결건조 후 총 플라보노이드 함량을 측정된 결과  $99.4\sim 427.0$  mg QE/g로 보고하였는데(Yu 등 2020), 약간의 차이는 시료 채취 부위, 재배환경 등에 의한 것으로 생각된다. 건조방법에 따른 고구마 식물체 부위별 총 플라보노이드 함량은 Table 2와 같이 DPPH radical( $R=0.6773$ ) 및 ABTS radical( $R=0.9804$ ) 소거활성과 높은 상관성( $p<0.001$ )을 보이는 것으로 조사되었다. 식량작물에 함유된 페놀성 화합물은 항산화 활성이 높은 것으로 보고되었는데(Woo 등 2021), 특히 페놀성 화합물의 구조에 따라 항산화활성과 항균성 등 다양한 생리활성을 갖는 것으로 알려져 있다(Middleton & Kandaswami 1994). 고구마의 줄기, 잎, 잎자루 등 지상부를 식품소재 등으로 활용하기 위해서는 동결건조 또는 저온의 열풍건조 방법을 이용하여 시료를 전처리하는 것이 유리할 것으로 판단된다.

## 2. 건조방법에 따른 고구마 식물체 부위별 radical 소거활성

천연물 유래 추출물의 항산화활성은 식품의 산화 억제와 인체 내 활성 radical에 의한 노화 억제의 효과가 있어 질병과 노화를 예방하는 역할을 한다(Kim 등 2001; Kim 등 2018). 항산화성분에 의한 전자공여능을 측정하는 DPPH radical 소거활성법(Moreno 등 2000)으로 통채루 고구마 품종 추출물의 활성을 측정된 결과 Fig. 3과 같이 건조방법 및 식물체 부위별로 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다( $p<0.05$ ). 건조방법에 따른 통채루 품종의 DPPH radical 소거활성은 동결건조와 낮은 열풍건조(40°C)에서 높은 활성을 보이는 것으로 나타났다. 통채루 고구마 품종의 식물체 부위별 DPPH radical 소거활성은 동결건조한 줄기( $6.94\pm 0.01$  mg TE/g



**Fig. 2. Total flavonoid contents of sweet potato according to different plant parts and drying methods.** <sup>1)</sup> All values are expressed as the mean±S.D. of triplicate determinations. Means with different letters within a column (<sup>a-c</sup> plant parts or <sup>A-E</sup> drying methods) are significantly different at  $p<0.05$  by a Duncan's multiple range test.

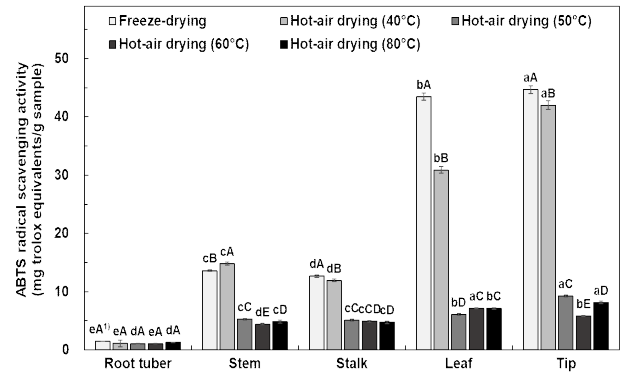


**Fig. 3. DPPH radical scavenging activity of sweet potato according to different plant parts and drying methods.** <sup>1)</sup> All values are expressed as the mean±S.D. of triplicate determinations. Means with different letters within a column (<sup>a-c</sup> plant parts or <sup>A-E</sup> drying methods) are significantly different at  $p<0.05$  by a Duncan's multiple range test.

sample), 잎자루( $6.07 \pm 0.05$  mg TE/g sample), 잎( $6.30 \pm 0.01$  mg TE/g sample), 끝순( $6.83 \pm 0.02$  mg TE/g sample)에서 높은 활성을 보였으며, 괴근은 낮은 활성을 보이는 것으로 나타났다. 열풍건조의 경우  $40^\circ\text{C}$ 에서 건조한 줄기( $6.96 \pm 0.02$  mg TE/g sample), 잎자루( $5.92 \pm 0.08$  mg TE/g sample), 잎( $6.37 \pm 0.01$  mg TE/g sample), 끝순( $6.72 \pm 0.01$  mg TE/g sample)의 활성이 동결건조와 유사한 값을 나타내었다. 열풍건조 온도가 증가할수록( $50\sim 60^\circ\text{C}$ ) DPPH radical 소거활성은 감소하는 경향을 보였고 고온( $80^\circ\text{C}$ )으로 건조한 경우 끝순에서 약간 증가하였는데, 이는 고온 건조에 따라 고구마의 세포구조의 변화 및 파괴로 활성 성분의 용출 증가로 기인한 것으로 생각된다 (Huang 등 2006; Kim 등 2019). Park 등(2014)은 하얀미와 신탄미 품종의 끝순을 1~5, 6~10 및 11~15마디로 구분하여 DPPH radical 소거활성을 측정된 결과 상위 마디일수록 높은 활성을 보인다고 보고하였고 Lee 등(2007)은 고구마 끝순의 DPPH radical 소거활성이 괴근보다 높다고 보고하였는데 이는 페놀성 화합물과 연관성이 높다고 하였다.

ABTS radical의 흡광도가 항산화성분에 의해 억제되는 특징을 활용한 ABTS radical 소거활성(Kim 등 2009)으로 통채루 고구마 품종 추출물의 활성을 측정된 결과 Fig. 4와 같이 건조방법 및 식물체 부위별로 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다( $p < 0.05$ ). 통채루 고구마 품종의 식물체 부위별 ABTS radical 소거활성은 동결건조한 잎과 끝순에서 각각  $43.48 \pm 0.58$  및  $44.68 \pm 0.66$  mg TE/g sample로 높은 활성을 보였으며, 괴근에서 가장 낮았다. 열풍건조의 경우  $40^\circ\text{C}$ 에서 건조한 잎과 끝순에서 각각  $30.89 \pm 0.59$  및  $42.00 \pm 0.74$  mg TE/g sample로 비교적 높은 활성을 보였으며, 열풍건조 온도가 증가함에 따라 ABTS radical 소거활성은 전체적으로 감소하는 경향을 보였다.

Yu 등(2020)은 고구마 품종별 끝순은 높은 ABTS radical 소거활성을 나타내는 것으로 보고하였고, Li 등(2012)은 고구마 품종별 잎과 줄기의 ABTS radical 소거활성이 각각  $30.72\sim 58.75$  및  $8.02\sim 14.95$  mg ascorbic acid equivalent/g으로 보고하



**Fig. 4. ABTS radical scavenging activity of sweet potato according to different plant parts and drying methods.** <sup>1)</sup> All values are expressed as the mean $\pm$ S.D. of triplicate determinations. Means with different letters within a column (<sup>a-e</sup> plant parts or <sup>A-E</sup> drying methods) are significantly different at  $p < 0.05$  by a Duncan's multiple range test.

였는데, 고구마 품종, 시료 채취 부위, 재배환경 등에 의해 약간의 차이가 있는 것으로 생각된다. 건조방법에 따른 고구마 식물체 부위별 ABTS radical 소거활성은 Table 2와 같이 DPPH radical( $R=0.7617$ ) 소거활성과 높은 상관성( $p < 0.001$ )을 보이는 것으로 조사되었다. 이상의 결과를 종합해 보면 고구마의 재배에서 발생하는 농업부산물인 지상부를 소재로 이용을 위한 건조방법으로 동결건조 방법이 가장 좋은 것으로 생각되며, 열풍건조를 할 경우 유용성분의 손실을 막기 위해 저온에서 건조하는 방법이 좋을 것으로 생각된다.

## 요약 및 결론

대부분 농업부산물로 폐기되는 고구마의 줄기와 잎, 잎자루 등의 활용성 증진을 위해 통채루 품종의 지상부에 대한 건조방법에 따른 고구마 부위별 항산화특성을 검증한 결과 총 폴리페놀 및 플라보노이드 함량과 radical 소거활성은 건

**Table 2. Correlation coefficients among total polyphenol and flavonoid contents, DPPH and ABTS radical scavenging activities of sweet potato according to different plant parts and drying methods**

Factor	Total polyphenol	Total flavonoid	DPPH radical	ABTS radical
Total polyphenol	1.0000	0.9655***	0.7081***	0.9717***
Total flavonoid	-	1.0000	0.6773***	0.9804***
DPPH radical	-	-	1.0000	0.7617***
ABTS radical	-	-	-	1.0000

Significant at \*\*\* $p < 0.001$ .

조방법과 식물체 부위별로 유의적인 차이를 보이는 것으로 나타났다. 동결건조한 통채루 고구마 품종의 잎과 끝순의 총 폴리페놀 함량은 각각  $52.76 \pm 0.68$  및  $46.19 \pm 0.71$  mg CAE/g sample로 높았으며,  $40^\circ\text{C}$ 에서 열풍건조한 시료는 각각  $36.73 \pm 0.55$  및  $42.55 \pm 0.33$  mg CAE/g sample로 비교적 높은 함량을 보였다. 동결건조한 잎과 끝순의 총 플라보노이드 함량은 각각  $222.47 \pm 3.31$  및  $214.12 \pm 2.22$  mg QE/g sample로 높은 함량을 보였으며,  $40^\circ\text{C}$ 에서 열풍건조한 시료는 각각  $128.13 \pm 1.17$  및  $188.52 \pm 1.46$  mg QE/g sample로 나타났다. 통채루 고구마 품종의 줄기, 잎자루, 잎 및 끝순의 DPPH radical 소거활성은 동결건조한 경우  $6.07 \pm 0.05 \sim 6.94 \pm 0.01$  mg TE/g sample이었으며,  $40^\circ\text{C}$  열풍건조 시료는  $5.92 \pm 0.08 \sim 6.96 \pm 0.02$  mg TE/g sample의 활성을 나타내었다. ABTS radical 소거활성은 동결건조한 잎과 끝순에서 각각  $43.48 \pm 0.58$  및  $44.68 \pm 0.66$  mg TE/g sample로 높은 활성을 보였으며,  $40^\circ\text{C}$ 에서 열풍건조한 시료는 각각  $30.89 \pm 0.59$  및  $42.00 \pm 0.74$  mg TE/g sample로 비교적 높은 활성을 보였다. 고구마 재배에서 발생하는 농업부산물인 지상부를 소재로 이용하기 위한 건조방법은 유용성분의 손실방지를 위해 동결건조와 저온의 열풍건조가 좋은 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 논문은 농촌진흥청 시험연구사업(과제번호: PJ017267 032023)의 지원에 의해 이루어진 것임.

## References

- Go N. 2015. Quality characteristic and antioxidant activity of cookies applying with sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) leaf powder. Master's Thesis. Sejong Univ. Seoul. Korea
- Hermes D, Dudek DN, Maria MD, Horta LP, Lima EN, Fátima Â, Sanches ACC, Modolo LV. 2013. *In vivo* wound healing and antiulcer properties of white sweet potato (*Ipomoea batatas*). *J Adv Res* 4:411-415
- Hou F, Mu T, Ma M, Blecker C. 2019. Optimization of processing technology using response surface methodology and physicochemical properties of roasted sweet potato. *Food Chem* 278:136-143
- Huang YC, Chang YH, Shao YY. 2006. Effects of genotype and treatment on the antioxidant activity of sweet potato in Taiwan. *Food Chem* 98:529-538
- Ishiguro K, Yoshimoto M, Tsubata M, Takagaki K. 2007. Hypotensive effect of sweetpotato tops. *Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi* 54:45-49
- Islam S. 2006. Sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) leaf: Its potential effect on human health and nutrition. *J Food Sci* 71:R13-R121
- Jeong DW, Park YK, Nam SS, Han SK. 2015. Effect of hot-air drying temperature on antioxidative activity of sweetpotato leaves. *Korean J Food Preserv* 22:708-713
- Kim HJ, Lee JH, Lee BW, Lee YY, Jeon YH, Lee BK, Woo KS. 2018. Quality and physicochemical characteristics of the Korean cowpea cultivars grown in different seeding periods. *Korean J Food Nutr* 31:502-510
- Kim JE, Joo SI, Seo JH, Lee SP. 2009. Antioxidant and  $\alpha$ -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
- Kim MY, Lee BW, Lee HU, Lee YY, Kim MH, Lee JY, Lee BK, Woo KS, Kim HJ. 2019. Phenolic compounds and antioxidant activity in sweet potato after heat treatment. *J Sci Food Agric* 99:6833-6840
- Kim OK, Nam DE, Yoon HG, Baek SJ, Jun W, Lee J. 2015. Immunomodulatory and antioxidant effects of purple sweet potato extract in LP-BM5 murine leukemia virus-induced murine acquired immune deficiency syndrome. *J Med Food* 18:882-889
- Kim SM, Cho YS, Sung SK. 2001. The antioxidant ability and nitrite scavenging ability of plant extracts. *Korean J Food Sci Technol* 33:626-632
- Kwak CS, Lee KJ, Chang JH, Park JH, Cho JH, Park JH, Kim KM, Lee MS. 2013. *In vitro* antioxidant, anti-allergic and anti-inflammatory effects of ethanol extracts from Korean sweet potato leaves and stalks. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 42:369-377
- Lee HU, Yu GD, Goh S, Chung MN, Kim JM, Han SK, Nam SS, Roh JH, Lee IB, Moon JY, Kang YS, Cho SH, Lee JW, Choi KH, Cho YM, Kim TH, Shin WC. 2022. Sweet potato variety "Tongchaeru" for leaf and stalk vegetables. In 2022 Korean Society of Breedig Science Conference. p.387. The Korean Society of Breedig Science
- Lee JS, Shin MJ, Park YK, Ahn YS, Chung MN, Kim HS, Kim JM. 2007. Antibacterial and antimutagenic effects of sweet potato tips extract. *Korean J Crop Sci* 52:303-310
- Li M, Jang GY, Lee SH, Woo KS, Sin HM, Kim HS, Lee J, Jeong HS. 2012. Chemical compositions and antioxidant activities of leaves and stalks from different sweet potato



- cultivars. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 41:1656-1662
- Middleton E, Kandaswami C. 1994. Potential health-promoting properties of citrus flavonoids. *Food Technol* 48:115-119
- Moreno MIN, Isla MI, Sampietro AR, Vattuone MA. 2000. Comparison of the free radical-scavenging activity of propolis from several regions of Argentina. *J Ethnopharmacol* 71: 109-114
- Ogutu FO, Mu TH. 2017. Ultrasonic degradation of sweet potato pectin and its antioxidant activity. *Ultrason Sonochem* 38:726-734
- Park JS, Lee KJ, Oh EB, Kim HY, Lee SY, Choi DS. 2014. Chemical compositions and antioxidative activities of sweet potato foliage harvested by the cultivation period and tips location. *Korean J Food Nutr* 27:897-905
- Shen Y, Sun H, Zeng H, Prinyawiwatukul W, Xu W, Xu Z. 2018. Increases in phenolic, fatty acid, and phytosterol contents and anticancer activities of sweet potato after fermentation by *Lactobacillus acidophilus*. *J Agric Food Chem* 66:2735-2741
- Woo KS, Bae HH, Jung GH, Son BY, Kim HJ. 2021. Quality and physicochemical characteristics of Korean maize hybrids according to the seed and pollen parent. *Korean J Food Nutr* 34:407-414
- Woo KS, Ko JY, Kim HY, Lee YH, Jeong HS. 2013. Changes in quality characteristics and chemical components of sweet potatoes cultivated using different methods. *Korean J Food Sci Technol* 45:305-311
- Yu GD, Lee HU, Nam SS, Chung MN, Goh S, Hwang EJ, Lee SY, Park JC, Han SK, Lee IB. 2020. Selection of excellent sweetpotato varieties suitable for tip vegetable use. *Korean J Breed Sci* 52:342-353

---

Received 27 June, 2023

Revised 18 July, 2023

Accepted 24 July, 2023