

## 건조방법을 달리한 늙은 호박의 품질 특성 및 항산화 효과

허유정 · 김경지\* · 송다혜\*\* · 윤진아\*\*\* · 정강현\*\*\*\* · †안정희\*\*\*\*\*

건국대학교 식품생명과학부 학생, \*건국대학교 식품생명과학부 연구원, \*\*서울과학기술대학교 식품공학과 석사, \*\*\*케이씨대학교 식품과학부 조교수, \*\*\*\*서울과학기술대학교 식품공학과 교수, \*\*\*\*\*건국대학교 식품생명과학부 부교수

### Effects of Drying Methods on the Quality Characteristics and Antioxidant Activity of Pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.)

Yoo Jeong Hur, Gyeong-Ji Kim\*, Da hye Song\*\*, Jin-A Yoon\*\*\*, Kang-Hyun Chung\*\*\*\* and †Jeung Hee An\*\*\*\*\*

Student, Division Food Bioscience, Konkuk University, Chungju 27478, Korea

\*Researcher, Division Food Bioscience, Konkuk University, Chungju 27478, Korea

\*\*Master's Student, Dept. of Food Science and Technology, Seoul National University of Science & Technology, Seoul 01811, Korea

\*\*\*Assistant Professor, Division of Food Science, KC University, Seoul 07661, Korea

\*\*\*\*Professor, Dept. of Food Science and Technology, Seoul National University of Science & Technology, Seoul 01811, Korea

\*\*\*\*\*Associate Professor, Division Food Bioscience, Konkuk University, Chungju 27478, Korea

#### Abstract

The objective of this study was to determine the effects of drying methods on the quality characteristics and antioxidant activities of pumpkin (*Cucurbita moschata* Duch.). Pumpkins were dried naturally (25°C), hot-air drying (60°C), and through freeze drying (-40°C) methods. The moisture activities were highest in the freeze dried group. The soluble solid showed no significant differences among all groups. The pH was highest in the freeze dried group. The L values were increasing in freeze dried group, whereas the b values were increased in hot-air dried group. The free sugar was highest in freeze dried group. The DPPH radical scavenging activity of hot-air dried group was higher than those of the other groups. The ABTS radical scavenging activities were highest with hot-air dried group and freeze dried group. It was established that hot-air dried group is the most effective drying method for the production of high quality dried pumpkin.

Key words: *Cucurbita moschata* Duch, drying methods, quality characteristics, antioxidant activity

#### 서 론

건조는 상변화를 일으키는 질량과 열량 이동이 동시에 발생하는 공정으로써, 건조에 의해 발생하는 수분 활성도 감소와 수분함량의 감소는 미생물에 의한 부패 위험을 낮추어 식품을 장기적으로 저장할 수 있다(Shin 등 2012). 건조방법으로는 열풍건조, 동결건조, 진공건조, 마이크로파, 원적외선, 냉풍건조 등의 방법이 있다(Shin 등 2015). 그 중 열풍건조는 건조 시 맛과 성분이 변화할 수 있으나, 건조 시간이 빠르고 간편하며, 균일하게 건조 가능하고 경제적이다(Holdsworth SD

1971). 또한, 동결건조는 건조시간이 느리고 비용이 많이 들지만 제품의 질감과 향기, 성분의 변화를 줄일 수 있다는 장점이 있다(Litvin 등 1998). 현재 열풍건조, 동결건조, 냉풍건조, 원적외선 건조 등의 건조방법을 이용한 연구로 기능성 식품으로써 알려진 블루베리(Shin 등 2015), 아로니아(Lee & Kim 2015), 사과(Kim 등 2011), 복숭아(Lee & Youn 2012) 등의 건조과일의 품질 특성 연구가 보고됐다.

늙은 호박(*Cucurbita moschata* Duch.)은 박과에 속하는 일년생의 덩굴식물이며, 동양계 호박(*Cucur bita* spp.)으로 seine과 aspartic acid와 같은 아미노산 함량이 높아, 위장보호, 부종

† Corresponding author: Jeung Hee An, Associate Professor, Division of Food Bioscience, Konkuk University, Chungju, Chungbuk 27478, Korea. Tel: +82-43-840-3584, Fax: +82-43-840-3585, E-mail: anjhee@kku.ac.kr

완화, 회복기의 환자에게 좋은 식품으로 알려져 있다(Lee 등 2010). 또한, 늙은 호박에는  $\beta$ -carotene의 함량이 높아 항암효과가 있으며, 식이섬유, 전분, 자당, 포도당 등의 성분이 다량 함유되어 있고, 성숙함에 따라 당질과 lycopene, vitamin A의 함량이 증가하여 기능성 식품으로써 가치가 높아지고 있는 추세이다(Whang 등 1999; Do 등 2012). 그 뿐만 아니라, 늙은 호박이 체지방에 미치는 영향으로 지방세포의 분화를 억제하여 다이어트 효과가 있는 것으로 보고됐다(Do 등 2012; Lee 등 2012). 그러나 호박의 주성분은 수분으로 이루어져 있어 미생물의 생육과 생화학적 변화가 일어나기 쉬우며, 저장성이 약해 유통이 용이하지 않아 가공법에 대한 연구의 필요성이 있다(Shin 등 2012). 늙은 호박의 가공식품에 관한 연구로 호박을 첨가한 요구르트, 호박케이크, 호박 양갱 등의 연구가 이루어졌으며, 늙은 호박의 특성 연구로 늙은 호박추출물의 전자공여 효과와 항산화 효과, 영양 분석, 추출물에 따른 생리활성 등의 연구결과가 보고되었다(Lee 등 2010). 늙은 호박의 건조방법을 달리하여 품질 특성과 항산화 효과에 대한 연구는 미비한 실정이다.

본 연구는 늙은 호박을 자연건조, 열풍건조 및 동결건조의 방법으로 품질 특성과 항산화 효과를 비교 분석함으로써, 늙은 호박의 최적 건조 조건을 확립하여 새로운 건강식품으로 활용하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 재료

본 실험에 사용된 늙은 호박은 경동시장에서 구입하여 4°C 냉장고에 진공 포장하여 보관하면서 시료로 사용하였다.

### 2. 시료 전처리 및 건조 시료 제조

늙은 호박을 세척 후 껍질과 씨를 제거하고, 2×2×1 cm의 크기로 절단한 후 100°C에서 5분 동안 블랜칭하여 전처리하였다. 대조군은 블랜칭 후 건조하지 않은 늙은 호박으로 하였다. 자연건조는 25°C에서 24시간 건조하였고, 열풍건조는 열풍건조기(LD-528CT, Lequip, Korea)를 이용하여 50°C에서 7시간 동안 건조하였으며, 동결건조는 동결건조기(FDU-1200, Tokyo Rikakikai Co., LTD, Japan)를 이용하여 -50°C에서 72시간 동안 건조하였다. 건조한 늙은 호박은 믹서기로 5분간 분쇄 후 분석용 시료로 사용하였다.

### 3. 수분함량 및 가용성 고형분 측정

늙은 호박의 수분함량은 시료 2 g을 수분측정기(PMB-53 Adam Equipment, UK)를 이용하여 105°C에서 측정하였다. 가용성 고형분의 측정은 0~54% 범위를 갖는 당도계(RHB-

32ATC, Link, China)를 사용하여 측정하였다. 분석을 위해 5 g의 시료와 10배의 증류수를 넣고, 5 min 동안 hot plate & stirrer에 교반시켜 3회 반복 측정하였다.

### 4. pH 측정

pH는 시료 5 g을 증류수 50 mL에 넣고 5분간 섞어 현탁액으로 만든 후, pH meter(HI 8014, Hanna instruments, Seoul, Korea)를 이용하여 측정하였다.

### 5. 적정 산도

적정 산도는 시료 5 g을 취해 50 mL의 증류수를 가한 후 homogenizer(Nissei AM-12, Nohonseiki Kaisha Ltd., Osaka, Japan)로 10,000 rpm에서 10분간 분쇄하여 20°C에서 3시간 방치한 다음, 여과하여 0.01 N NaOH로 적정하여 소비된 양을 citric acid로 환산하였다.

### 6. 색도

색도 측정은 색차계(CR-400 Konica Minolta, Osaka, Japan)를 이용하여 측정하였다. 먼저 기기의 측정경에 표준색판을 이용하여 보정하였고, 시료를 원형 cell에 넣어 측정한 후 L(명도, Lightness), a(적색도, Redness), b(황색도, Yellowness)값으로 나타내었다.

### 7. 갈변도

갈변도는 늙은 호박 2 g에 증류수 40 mL를 가하고, 10% trichloroacetic acid 10 mL를 가하여 상온에서 2시간 방치한 후, 여과하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 8. 총당

총당 함량측정은 phenol-sulfuric acid법으로 측정하였다. 건조 시료 1 g을 증류수로 1,000배 희석한 후 그 중에서 2 mL를 취한 후 5% phenol 용액 1 mL를 넣고 혼합시켰다. 여기에 95% 황산 5 mL 천천히 가하여 발열시킨 후, 30분 동안 암실에서 상온방치하여 spectrometer(UV-2101(PC)S, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)를 이용해 470 nm에서 흡광도를 측정하였다. 당 정량은 glucose를 표준물질로 사용하여 표준곡선으로 환산하였다.

### 9. 유리당

시료를 균질화한 후, 시료 중의 지방을 제거하고 시료에 증류수 25 mL를 가하여 85°C 수조에서 25분간 가온하여 당류를 추출하고 실온에서 냉각하였다. 0.45  $\mu$ m의 나일론 막 여과지로 여과하여 시험용액으로 하였다. 유리당 분석은 HPLC(Agilent 1100 series, Varian, PaloAlto, CA, US)를 이용하여 분

석하였다. 사용한 이동상은 acetonitrile과 증류수를 80:20(v/v)의 비율로 혼합하여 사용하고, column은 carbohydrate column (250 mm×4.6 mm, Waters, Millipore Co-operative, Milford, MA, USA)을 사용하여 1.0 mL/min의 유속으로 분석을 실시하고, detector는 Agilent 1100 RID를 사용하였다.

### 10. Texture 측정

Texture 측정은 texture analyzer(TAXTplus/50 stablemicro-systems, UK)를 사용하여 탄력성(Springiness), 응집성(Cohesiveness), 겹성(Gumminess), 씹힘성(Chewiness), 부착성(Adhesiveness)을 측정하였다. 이 때 모든 측정조건은 pre-test speed 2.0 cm/sec, test speed 3.0 cm/sec, post-test speed 2.0 cm/sec으로 원통 probe를 사용하여 측정하였다.

### 11. DPPH 라디칼 소거능 측정

DPPH에 대한 수소공여 효과로 측정하는 라디칼 소거능은 Blois MS(1958)의 연구 방법을 변형하여 측정하였다. 시료에 에탄올을 가한 후 10분간 수화시켰으며, 5분간 균질화시킨 다음 15,000 rpm에서 30분간 원심 분리하였다. 일정 농도로 희석된 시료에 0.2 mM DPPH solution(Sigma-Aldrich Co.)을 가하여 혼합 후, 암소에서 30분간 반응 후 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능 결과 값은 추출물 첨가구와 무첨가구를 비교하여 백분율(%)로 나타내어 농도에 따른 DPPH 라디칼 소거능을 확인하였다.

### 12. ABTS 라디칼 소거능 측정

ABTS ·<sup>+</sup>라디칼 소거능은 Armao 등(2001), Re 등(1999)의 방법을 변형하여 사용하였다. 7 mM ABTS ·<sup>+</sup>용액에 2.45 mM potassium persulfate를 혼합하여 암소에서 약 24시간 반응시킨 ABTS ·<sup>+</sup>solution을 시료와 혼합하여 암소에서 6분간 반응시켜 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. 결과 값은 추출물 첨가구와 대조군을 비교하여 라디칼의 소거활성을 백분율(%)로 나타내었다.

### 13. 통계처리

본 연구에서 실험값에 대한 통계분석은 SPSS 18.0(SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 이용하여 분산분석(ANOVA)법을 실행하였으며, 실험군 간의 유의성은 Duncan의 다중범위 시험법(Duncan's multiple range test)으로  $p<0.05$  수준에서 유의적 차이를 검증하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 건조방법을 달리한 늪은 호박의 수분함량, 가용성 고형분, pH 및 적정산도

건조방법을 달리하여 제조한 늪은 호박의 수분함량, 가용성 고형분, pH 및 적정산도는 Table 1에 나타내었다. 수분함량은 식품의 식감이나 품질을 좌우하는 지표가 된다. 수분함량은 건조처리를 하지 않은 대조군이 91.60%의 수분함량을 나타냈으며, 건조 조건을 달리한 늪은 호박 중 동결건조 방법을 사용한 늪은 호박이 13.04%로 수분함량이 가장 높았고, 자연건조와 열풍건조는 각각 8.33%, 8.08%의 수분함량을 보여 유의적 차이가 나타나지 않았다. 건조방법을 달리한 늪은 호박의 수분함량의 차이는 건조 온도와 시간에 따른 수분의 증발현상에 의한 것으로 생각된다. 열풍건조를 시킨 블루베리(Shine 등 2015)의 결과, 건조 온도와 건조 시간에 따라 수분이 증발하여 건조 온도가 높을수록 수분함량이 낮아진다고 보고되었다. 또한, 열풍건조, 감압건조, 동결건조로 건조방법을 달리한 블루베리(Park 등 2014)의 연구 결과, 동결 건조 시 수분함량이 더 높은 것으로 나타나 본 연구와 유사한 경향을 나타냈다.

건조방법을 달리한 늪은 호박의 가용성 고형분(°Brix)은 1.00 °Brix로 군 간의 유의적 차이는 나타나지 않았으나, 건조한 늪은 호박이 건조하지 않은 늪은 호박에 비해 높은 함량을 보였다. 본 연구 결과는 건조방법을 달리한 감 말랭이 연구(Kim 등 2009)와 전처리 조건에 따른 냉풍감압건조 복숭아 연구(Kwon 등 2013)에서 수분함량이 낮을수록 가용성 고형분

Table 1. Moisture, pH, soluble solid and titratable acidity of *Cucurbita moschata* Duch according to drying method

Property	Drying method			
	Control	Natural dry	Hot-air dry	Freeze dry
Moisture (%)	91.60±1.70 <sup>1)2)a</sup>	8.33±0.67 <sup>c</sup>	8.08±0.37 <sup>c</sup>	13.04±1.71 <sup>b</sup>
Soluble solid (°Brix)	0.00±0.00 <sup>c</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>	1.00±0.00 <sup>a</sup>
pH	7.08±0.01 <sup>b</sup>	6.85±0.01 <sup>c</sup>	7.04±0.14 <sup>b</sup>	7.20±0.01 <sup>a</sup>
Titratable acidity	0.19±0.03 <sup>d</sup>	2.24±0.14 <sup>b</sup>	2.69±0.12 <sup>a</sup>	0.58±0.02 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Each value is mean±S.D.

<sup>2)</sup> Values are mean±standard deviations of triplicate determination, different superscript in row are significant differences ( $p<0.05$ ).

이 높아졌다는 결과와 유사했다. 이러한 결과는 수분함량이 낮을수록 가용성 고형분 함량은 높아지고 수분함량이 높을수록 가용성 고형분 함량이 낮아지는 경향을 보여 수분함량과 가용성 고형분간의 연관성을 확인할 수 있다(Shin 등 2015).

pH는 동결건조 시료에서 7.20으로 가장 높았으며, 대조군(7.08)과 열풍건조(7.04)는 두 군 간의 차이가 나타나지 않았고, 자연건조에서 6.85로 가장 낮은 경향을 보였다. 반면, 적정 산도는 열풍건조(2.69)에서 가장 높았고, 자연건조(2.24), 동결건조(0.58), 대조군(0.19) 순으로 낮아지는 경향을 보여 대체로 pH와 반비례하는 결과를 보였다. 이러한 결과는 pH가 높을 경우 적정산도 값이 낮아지는 경향을 보인 건조 복숭아의 연구와 유사했고(Kwon 등 2013), 이는 높은 호박 건조 시 수분이 빠져나가면서 일부 수용성 유기산이 빠져나가 pH와 적정산도가 반비례한 경향을 보인 것으로 생각된다.

## 2. 건조방법을 달리한 늙은 호박의 색도 및 갈변도

건조 조건을 달리하여 제조한 늙은 호박의 색도와 갈변도는 Table 2에 나타냈다. 건조방법을 달리한 늙은 호박의 명도(L값)는 동결건조에서 69.07로 가장 높았으며, 자연건조(62.24)와 대조군(58.38)은 두 군 간의 유의적 차이가 나타나지 않았고, 열풍건조는 49.02로 가장 낮은 수치를 나타냈다. 적색도(a값)는 열풍건조에서 23.68로 가장 높았으며, 자연건조(19.10), 동결건조(14.73), 대조군(9.41) 순으로 감소하는 경향을 보였다. 황색도(b값)는 열풍건조(35.55)에서 대조군(31.38)보다 높았으며, 동결건조(30.09)는 대조군과 유사한 결과를 보였다. 그러나 자연건조(26.01)는 대조군보다 낮은 수치를 나타냈다. 건조 조건에 따른 블루베리와 오미자의 연구 결과 명도가 동

결건조 시료에서 높게 나타났으며(Kim 등 2008; Shin 등 2015), 전처리 조건을 달리한 단호박을 열풍건조시킨 시료에서 적색도와 황색도가 증가된 경향을 보인 결과는 본 연구와 유사했다(Shin 등 2012).

일반적으로 갈변도는 가열시간이 길어지고 가열온도가 높아질수록 갈변 기질 물질은 감소되고, 갈변물질은 증가되는 것으로 알려져 있다. 또한, 가열시 생성되는 일부 갈변물질은 항산화 활성을 지니기도 한다(Kim 등 1981; Chung 등 1996). 갈변도는 대조군(0.09), 동결건조(0.19), 자연건조(0.24)에 비해 0.44로 열풍건조에서 가장 높게 나온 것을 보아, 열풍건조가 갈변도에 영향을 가장 많이 미치는 것을 알 수 있다. 이는 열풍건조의 경우 고온에서 장시간 노출되어 열에 의해 갈변이 촉진된 것으로 생각된다.

## 3. 건조방법을 달리한 늙은 호박의 총당

건조방법을 달리한 늙은 호박의 총당을 측정된 결과는 Table 3에 나타내었다. 총당은 환원성을 갖지 않는 비환원당과 환원성을 갖는 환원당을 합한 것을 의미하며, 과실에서 당분은 향기 생성과 감미에 영향을 미친다(Kwon 등 2013). 총당을 분석한 결과로 동결건조에서 3.20 mg/g으로 가장 높았고, 열풍건조는 3.12 mg/g으로 두 번째로 높았으며, 자연건조는 2.59 mg/g으로 건조방법을 달리한 늙은 호박 중 가장 낮은 함량을 보였다. 그러나, 건조방법을 달리한 늙은 호박은 대조군에 비해 높은 총당 함량을 나타냈다. 건조 방법을 달리한 호박 분말 연구의 총당 결과는 동결건조에서 가장 높은 함량을 보여 본 연구와 유사했으며(Hwang 등 2006), 건조방법에 따라 총당이 다르게 나타난 이유는 건조방법에 따라 고분자

Table 2. Color values brown degree of *Cucurbita moschata* Duch according to drying method

Property	Drying method			
	Control	Natural dry	Hot-air dry	Freeze dry
L (lightness)	58.38±3.05 <sup>1)2)b</sup>	62.24±3.48 <sup>b</sup>	49.02±0.74 <sup>c</sup>	69.07±0.76 <sup>a</sup>
a (redness)	9.41±0.69 <sup>c</sup>	19.10±2.13 <sup>ab</sup>	23.68±3.50 <sup>a</sup>	14.73±4.39 <sup>bc</sup>
b (yellowness)	31.38±1.49 <sup>b</sup>	26.01±2.66 <sup>c</sup>	35.55±2.04 <sup>a</sup>	30.09±2.32 <sup>bc</sup>
Brown degree (O.D. 420nm)	0.09±0.00 <sup>d</sup>	0.24±0.02 <sup>b</sup>	0.44±0.01 <sup>a</sup>	0.19±0.02 <sup>c</sup>

<sup>1)</sup> Each value is mean±S.D.

<sup>2)</sup> Values are mean±standard deviations of triplicate determination, different superscript in row are significant differences ( $p<0.05$ ).

Table 3. Total sugar contents of *Cucurbita moschata* Duch according to drying method

Property	Drying method			
	Control	Natural dry	Hot-air dry	Freeze dry
Total sugar content (mg/g)	0.165±0.01 <sup>1)2)d</sup>	2.59±0.06 <sup>c</sup>	3.12±0.08 <sup>ab</sup>	3.20±0.04 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Each value is mean±S.D.

<sup>2)</sup> Values are mean±standard deviations of triplicate determination, different superscript in row are significant differences ( $p<0.05$ ).

탄수화물의 저분자화 정도의 차이에 의한 것으로 생각된다 (Hwang 등 2006).

#### 4. 건조방법을 달리한 늙은 호박의 유리당 함량

건조방법을 달리한 늙은 호박의 유리당 함량은 Table 4와 같이 나타내었다. 대조군의 당 함량은 glucose와 fructose에서 0.77%로 측정되었으며, maltose, lactose, sucrose는 검출되지 않았다. Glucose는 동결건조(26.87%)에서 가장 높았으며, 자연건조(4.36%)에서 가장 낮은 함량을 보였다. 또한, 자연건조의 fructose와 sucrose의 함량은 각각 20.26%와 2.63%로 건조방법을 달리한 늙은 호박 중 가장 높았으며, 자연건조의 fructose (3.94%)와 sucrose(0.26%)가 가장 낮은 결과를 보였다. 늙은 호박을 부위별로 성분을 측정된 연구에서 늙은 호박의 유리당 조성은 sucrose, glucose, fructose로 구성되어 있으며, 부위에 따라 다른 유리당 함량을 보인 것으로 보고되었다. Lenart는 건조 후에 sucrose가 증가한다고 보고하여 본 연구와 유사하였으며, 동결건조가 자연건조나 열풍건조보다 더 높은 유리당을 함유하여 동결건조가 유리당 보존에 더 유리하다고 생각된다.

#### 5. 건조방법을 달리한 늙은 호박의 texture 측정

건조방법을 달리한 늙은 호박의 texture를 측정한 결과는 Table 5에 나타내었다. 경도(Hardness)는 대조군에서 1,522.17 g으로 가장 낮았으며, 자연건조에서 5,663.23 g, 열풍건조에서 5,412.72 g, 동결건조에서 4,833.21 g의 수치를 나타내어 대조군보다 높았으며, 건조 방법을 달리한 시료 간의 유의적 차이는 없었다. 탄력성(Springiness)과 응집성(Cohesiveness)은 군간의 유의적 차이가 나타나지 않았다. 점성(Gumminess)은 대조군(1,151.78 g/s)에서 가장 낮았으며, 자연건조, 열풍건조, 동결건조에서 각각 2,631.15, 2,447.15, 2,084.46 g/s의 수치를 보여 건조 방법을 달리한 시료 간의 유의적 차이는 없었다. 씹힘성(Chewiness)에서도 자연건조 시료에서 2,214.14 g으로 가장 높은 수치를 보였으나, 열풍건조(2,145.47 g)와 동결건조(2,041.12 g)와 비교했을 때, 유의적 차이를 나타내지 않았다. 부착성(Adhesiveness)은 대조군(-4.72 gs)에서 가장 낮았으며, 건조방법을 달리한 시료 간의 유의적 차이는 나타나지 않았다. 건조방법을 달리한 늙은 호박의 texture 차이는 건조과정에서의 온도 및 시간 등의 건조 방법에 따라 나타난 수분함량의 차이와 상관관계가 있을 것으로 생각된다.

Table 4. Sugar contents of *Cucurbita moschata* Duch according to drying method

(unit: %)

Property	Drying method			
	Control	Natural dry	Hot-air dry	Freeze dry
Glucose	0.77±0.03 <sup>1)2)d</sup>	4.36±0.07 <sup>c</sup>	5.22±2.31 <sup>bc</sup>	26.87±1.06 <sup>a</sup>
Fructose	0.77±0.02 <sup>d</sup>	3.94±0.31 <sup>c</sup>	4.62±0.57 <sup>bc</sup>	20.26±0.37 <sup>a</sup>
Maltose	-	-	-	-
Lactose	-	-	-	-
Sucrose	-	0.26±0.08 <sup>c</sup>	0.61±0.06 <sup>bc</sup>	2.63±0.09 <sup>a</sup>
Total	1.54±0.05 <sup>d</sup>	8.56±0.46 <sup>c</sup>	10.45±2.94 <sup>bc</sup>	49.76±1.51 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Each value is mean±S.D.

<sup>2)</sup> Values are mean±standard deviations of triplicate determination, different superscript in row are significant differences ( $p<0.05$ ).

Table 5. Texture characteristics of muffins prepared with *Cucurbita moschata* Duch according to drying method

Text characteristics	Drying method			
	Control	Natural dry	Hot-air dry	Freeze dry
Hardness (g)	1,522.17±301.63 <sup>1)2)b</sup>	5,663.23±432.21 <sup>a</sup>	5,412.72±321.89 <sup>a</sup>	4,833.21±458.66 <sup>a</sup>
Springiness (mm)	0.33±0.12	0.36±0.11	0.39±0.07	0.35±0.12
Cohesiveness (g/s)	0.77±0.24	0.72±0.43	0.81±0.25	0.78±0.17
Gumminess (g/s)	1,551.78±240.47 <sup>b</sup>	2,631.15±493.77 <sup>a</sup>	2,447.15±202.50 <sup>a</sup>	2,084.46±264.78 <sup>a</sup>
Chewiness (g)	1,487.10±350.42 <sup>b</sup>	2,214.14±371.45 <sup>a</sup>	2,145.47±194.69 <sup>a</sup>	2,041.12±112.79 <sup>a</sup>
Adhesiveness (gs)	-4.72±0.45 <sup>b</sup>	-0.05±0.02 <sup>a</sup>	-0.05±0.04 <sup>a</sup>	-0.06±0.02 <sup>a</sup>

<sup>1)</sup> Each value is mean±S.D.

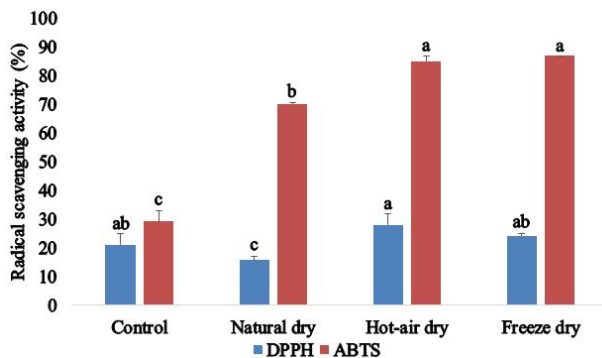
<sup>2)</sup> Values are mean±standard deviations of triplicate determination, different superscript in row are significant differences ( $p<0.05$ ).

## 6. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거활성 측정

건조방법을 달리한 늙은 호박의 DPPH 라디칼 소거능과 ABTS 라디칼 소거능의 결과는 Fig. 1과 같다. DPPH 라디칼 소거능은 열풍건조에서 27.96%로 대조군(21.13%)에 비해 높은 활성을 보였으며, 동결건조는 24.17%로 대조군과 유의적 차이가 나타나지 않았고, 자연건조는 15.67%의 활성을 보였다. ABTS 라디칼 소거능은 열풍건조(85.01%)와 동결건조(86.84%)가 유의적 차이 없이 가장 높은 활성을 보였으며, 자연건조에서 70.19%를 보였고, 대조군에서 29.244%로 가장 낮은 결과를 나타냈다. 본 연구에서 ABTS 라디칼 소거능과 DPPH 라디칼 소거능의 결과가 차이를 보인 이유는 ABTS 라디칼은 DPPH 라디칼과 달리 극성과 비극성 물질 모두와 반응하여 소거되고(Re 등 1999), ABTS 라디칼과 반응하는 항산화 물질이 DPPH 라디칼과는 반응하지 않아 DPPH 라디칼 소거활성과 ABTS 라디칼 소거활성간의 차이를 보였다고 판단된다(Chung 등 2014). DPPH 소거능과 ABTS 소거능 결과, 모두 높은 활성을 보인 열풍건조 시료는 갈변 과정 중 갈변물질로 인해 항산화력이 증가하였다고 보이며(Kim 등 2009), 늙은 호박 건조 시 열풍건조 방법을 사용한다면 고품질 제품의 생산에 기여할 수 있을 것이라 생각된다.

## 요약 및 결론

건조방법을 달리한 늙은 호박의 품질 특성 및 항산화력을 비교하기 위하여 건조하지 않은 늙은 호박을 대조군으로 하였고, 자연건조, 열풍건조, 동결건조의 조건에서 늙은 호박을 제조하였다. 건조한 늙은 호박의 수분함량은 건조한 늙은 호박 중 동결건조에서 가장 높았고, 자연건조와 열풍건조는 유의적 차이를 나타내지 않았다. 가용성 고형분은 대조군에서 가



**Fig. 1. DPPH scavenging activities and ABTS scavenging activities in *Cucurbita moschata* Duch according to drying method.** Values with different letters above the bars were significantly different at  $p < 0.05$  by Duncan's multiple range test. Each value is mean $\pm$ S.D. (n=3).

장 낮았으며, 건조 방법을 달리한 늙은 호박 간의 유의적 차이가 없었다. pH의 결과는 동결건조에서 가장 높았으며, 자연건조에서 낮았다. 적정산도는 열풍건조에서 가장 높았고, 자연건조에서도 높은 경향을 보였으나, 동결건조에서 낮은 경향을 나타냈다. 색도 측정 결과, 명도는 동결건조에서 증가했고, 적색도와 황색도는 열풍건조에서 높은 결과를 보였으며, 갈변도 또한 열풍건조에서 높은 값을 나타냈다. 총당의 분석한 결과, 동결건조에서의 함량이 가장 높았으며, 대조군에서 낮은 함량을 나타냈다. Texture를 측정한 결과, 경도, 응집력, 점성, 씹힘성은 대조군에 비해 건조한 시료에서 높은 수치를 보였으며, 건조방법을 달리한 시료 간의 유의적 차이는 나타나지 않았다. DPPH 및 ABTS 라디칼 소거능 측정 결과는 열풍건조와 동결건조가 높은 수치를 보여 열풍건조와 동결건조시킨 늙은 호박이 기능성에 좋은 영향을 나타낼 것으로 판단된다. 본 연구 결과, 열풍건조와 동결건조시킨 늙은 호박이 품질 특성과 기능성이 전반적으로 우수하다고 판단되나, 경제적 측면을 고려했을 때, 열풍건조 방법이 건조 늙은 호박의 제조 방법으로 적합할 것으로 생각된다.

## 감사의 글

본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림수산식품기술기획평가원의 농생명산업기술개발사업의 지원을 받아 연구되었음을 밝힙니다(2016-429).

## References

- Arnao MB, Cano A, Acosta M. 2001. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chem* 73:239-244
- Blois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200
- Chung KH, Jo HJ, Yoon JA, Song BC, An JH. 2014. Free radical-scavenging activities of amaranth (*Amaranthus* spp. L.) seed extracts. *Food Eng Prog* 18:116-123
- Chung SK, Chung YY, Jeong WS. 1996. Studies on the browning inhibition of yam (*Dioscorea aimadoimo*) during hot air dehydration. *Agric Chem Biotechnol* 39:384-388
- Do GP, Lee HJ, Do JR, Kim HK. 2012. Antiobesity effect of the *Cucurbita moschata* Duch extracts in 3T3-L1 adipocytes. *Korean J Food Preserv* 19:138-143
- Holdsworth SD. 1971. Dehydration of food products A review. *Int J Food Sci Technol* 6:331-370

- Hwang SH, Chung HS, Youn KS. 2006. Quality characteristics of ripened pumpkin powder and gruel in relation to drying methods. *J East Asian Soc Diet Life* 16:180-185
- Kim GC, Lee SY, Kim KM, Kim Y, Kim JS, Kim HR. 2011. Quality characteristics of hot-air and freeze dried apples slices after osmotic dehydration. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40:848-852
- Kim SD, Do JH, Oh HJ. 1981. Antioxidant activity of *Panax ginseng* browning products. *J Korean Agric Chem Soc* 24:161-166
- Kim YJ, Lee SJ, Kim MY, Kim GR, Chung HS, Park HJ, Kim MO, Kwon JH. 2009. Physicochemical and organoleptic qualities of sliced-dried persimmons as affected by drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 41:64-68
- Kim YJ, Lee YG, Choi YW, Kim YC. 2008 Effects of drying conditions on the profile of volatile terpenoid and colour of schizandra fruit (*Schizandra chinensis fructus*). *J Life Sci* 18:1066-1071
- Kwon GM, Kim JW, Youn KS. 2013. Effect of different pretreatments on the physicochemical and antioxidant activities of cold-vacuum dried peaches. *Korean J Food Sci Technol* 45:466-472
- Lee HJ, Do JR, Kwon JH, Kim HK. 2010. Physiological activities of *Cucurbita moschata* Duch. extracts with different extraction conditions. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39:165-171
- Lee HL, Youn KS. 2012. Quality characteristics of cold-air and infrared-dried peaches. *Korean J Food Preserv* 19:485-491
- Lee KW, Sung KS, Kim SS, Lee OH, Lee BH, Han CK. 2012. Effects of *Cucurbita moschata*, adlay seed, and *Cudrania tricuspidata* leaf mixed-powder diet supplements on the visceral fat, fecal amount, and serum lipid levels of the rats on a high-fat diet. *Korean J Food Nutr* 25:990-998
- Lee S, Kim JK. 2015. Quality characteristics of *Aronia melanocarpa* by different drying method. *Korean J Food Preserv* 22:56-62
- Lenart A. 1993. Minimal Processing of Food and Process Optimization: An Interface Osmotic Dehydration of Fruits Before Drying. pp.87. CRC Press. Inc
- Litvin S, Mannheim CH, Miltz J. 1998. Dehydration of carrots by a combination of freeze drying, microwave heating and air or vacuum drying. *J Food Eng* 36:103-111
- Park SJ, Choi YB, Ko JR, Rha YA, Lee HY. 2014. Effects of drying methods on the quality and physiological activities of blueberry (*Vaccinium ashei*). *Culin Sci Hos Res* 20:55-64
- Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biol Med* 26:1231-1237
- Shin DS, Yoo SM, Hwang Y. 2012. Effect of sugar infusions and pretreatment conditions on quality characteristics of dried sweet pumpkin. *Korean J Food Cook Sci* 28:857-863
- Shin DS, Yoo YM, Kim HY, Han GJ. 2015. Determine the effects of drying temperature on the quality change and antioxidant activity characteristics of blueberry. *Korean J Food Preserv* 22:505-511
- Whang HJ, Park YK, Seog HM. 1999. Carotenoid pigment of pumpkin cultivated in Korea. *Korean J Food Nutr* 12:508-512

---

Received 17 August, 2017  
 Revised 30 November, 2018  
 Accepted 11 December, 2018