

건조방법에 따른 블루베리의 품질 및 생리활성

박성진¹⁾ · 최영범²⁾ · 고정림²⁾ · 나영아³⁾ · 이현용[¶]

한림성심대학교 관광외식조리과/ 한림성심대학교 생물소재연구소¹⁾ · 농업회사법인 (주)오'제주²⁾
을지대학교 식품산업외식학과³⁾ · 서원대학교 식품공학과[¶]

Effects of Drying Methods on the Quality and Physiological Activities of Blueberry(*Vaccinium ashei*)

Sung-Jin Park¹⁾ · Young-Bum Choi²⁾ · Jung-Rim Ko²⁾ ·
Young-Ah Rha³⁾ · Hyeon-Yong Lee[¶]

Dept. of Tourism Food Service Cuisine, Hallym Polytechnic University
Research Institute of Biomaterial, Hallym Polytechnic University, Chuncheon 200-711, Korea¹⁾
Agro Foodtech Holdings O'JEU, Jeju Special Self-Governing Province, 690-804, Korea²⁾
Dept. of Food Technology and Services, Eulji University, Seongnam, Gyeonggi-do, 461-713, Korea³⁾
Dept. of Food Science and Technology, Seowon University, Chungbuk 361-742, Korea[¶]

Abstract

This study was performed to determine the effects of drying methods on the quality and physiological activities of blueberry. Blueberries(*Vaccinium ashei*) were dried by hot-air (60°C), cyclic low pressure (50°C), and freeze drying methods. They contained high properties of carbohydrates(68.48~80.00%), crude protein(1.63~5.41%), crude fat(0.58~1.25%), and ash(0.71~1.11%) regardless of the drying methods. There were no differences in pH according to the drying methods. Browning index increased as the drying temperature increased. The L, a values of the freeze-dried sample were higher than those of the other dried samples, whereas the b value of the cyclic low pressure dried sample was higher than that of the other samples. The free sugar contents of the hot-air sample were higher than those of the other samples. Vitamin C content of the freeze dried sample was higher than that of either the hot-air or cyclic low pressure dried sample. The contents of total polyphenols and anthocyanins were higher in the freeze dried sample. The DPPH radical scavenging activity of freeze drying sample was higher than that of either the hot-air or cyclic low pressure dried sample. The result indicated that there were no differences in product quality depending on the freeze-drying and cyclic low pressure drying methods.

Key words: *Vaccinium ashei*, physicochemical, quality, cyclic low pressure drying

I. 서 론

생활수준이 향상됨에 따라 건강에 대한 관심이 커지면서 식생활의 중요성이 강조되고 있으며,

건강유지를 위해 매일 섭취하는 식품의 선택이 매우 중요한 인자로 인식되고 있다(Kim JP 등 2004). 오늘날의 식품은 단순히 맛이나 영양가뿐만 아니라 식품을 통해 기능성 물질을 섭취하려

¶ : 이현용, 010-8902-5700, hyeonl@seowon.ac.kr, 충북 청주시 흥덕구 무심서로 337-3 서원대학교 식품공학과

는 요구의 증가와 함께 건강기능성을 충족시키기 위한 노력이 이루어지고 있다. 블루베리는 진달래과(*Ericaceae*) 산앵두나무속(*Vaccinium*)에 속하는 관목성 식물로서, 전 세계적으로 400여종이 있으며, 주로 북미 지역에 분포되어 있다. 북미에서는 하이부시블루베리(*Vaccinium corymbosum*), 로우부시 블루베리(*Vaccinium myrtillos*) 및 래빗아이 블루베리(*Vaccinium ashei*) 등 세 종류가 상업적으로 중요한 과실로서 재배되고 있다(Westwood MN 1993). 최근 우리나라에서도 블루베리에 대한 관심이 높아진 상태이며, 블루베리 과실은 여러 가지 뛰어난 생체조절 기능을 갖는 고품질의 생리활성 소재를 함유하고 있고 각종 성인병을 예방하고 치유하는 훌륭한 기능성도 지니고 있다는 사실들이 최근 밝혀지고 있는 추세이다. 특히 지금까지의 블루베리에 대한 연구로는 항산화(Su MS · Chein PJ 2007), 항당뇨(Mantineau LC 등 2006), 항치매(Magdalini AP 등 2009) 활성 산소라디칼의 흡수 효과(Zheng W · Wang SY 2003), 블루베리 품종에 따른 성분의 변화(Connor AM 등 2002) 등 많은 연구들이 진행되고 있다.

블루베리는 성분의 대부분이 수분으로 이루어져 있어 미생물의 생육, 생화학적 변화, 화학반응 등 식품변질의 요인과 밀접한 관련이 있으며, 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 건조가 많이 이용되고 있다. 식품에 있어서의 건조는 수분함량이 많은 식품에서 수분을 제거하여 미생물 및 효소에 의한 부패나 변질을 방지하여 저장성 및 수송성을 부여함은 물론 새로운 식품개발에 있어서도 그 이용성이 확대되었다. 식품에 이용되는 건조방법으로는 천일건조를 비롯하여 열풍 건조가 있으며, 건조제품의 산업화로 인하여 동결건조, 진공건조, 마이크로파, 원적외선 및 냉풍 건조 등 방법이 다양화되어 이에 따른 여러 가지 제품이 개발되고 있다(Hong JH · Lee WY 2004). 천일건조는 기후의 영향을 받으며 장기간의 건조 시간이 필요하고 최종 수분함량의 조절이 어려운 문제점 뿐만 아니라 건조 도중에 산화반응이나

광화학 반응 등으로 인하여 제품의 색깔이 변색되거나 영양 성분이 파괴되어 경제적인 손실이 발생한다(Smoggi LP · Luh BS 1983).

열풍건조는 건조시간이 빠르고 간편하며 경제적인 뿐만 아니라 신속하고 균일하게 건조가 이루어지지만, 수분손실에 기인된 수축현상, 빠른 건조에 의한 표면경화 현상, 건조물의 낮은 복원력, 갈색화 반응으로 인한 색상, 조직감, 맛 및 영양가 저하 등의 문제점이 따르고 있다(Holdsworth SD 1971). 동결건조는 건조된 제품의 질감, 향기 및 성분의 변화가 적고 건조식품의 재수화가 빨라 많이 사용되고 있으나 건조 시간이 느리고 비용이 많이 든다(Litvin S 등 1998). 진공건조는 색조, 풍미, 보존성, 복원성 등이 우수하지만 동결건조와 마찬가지로 비용이 많이 드는 결점이 있으며, 냉풍건조는 냉풍, 제습을 이용한 건조방법으로 피건조물의 색상, 향이나 맛을 자연 그대로 유지시키는 장점이 있으나 건조시간이 긴 단점이 있다(Christopher GJ 1997; Yang ST 1997; Son SM 등 2011).

이와 같이 건조 시 발생하는 문제점을 보완하기 위하여 본 연구에서는 순환형 감압 건조 기술을 적용하여 40℃ 이하의 온도에서 건조시킴으로써 높은 온도로 건조 시 블루베리의 변형 및 영양소 파괴를 막고, 식품으로서의 효과를 유지하고, 800 hPa 이하의 기압에서 건조를 진행하여 건조 시간을 단축하여 생산효율을 향상시킬 수 있도록 하였으며, 이러한 감압 건조 기술의 특성을 연구하기 위하여 종래 건조 기술인 열풍 건조와 동결 건조의 비교를 통하여 각각의 건조 기술을 통해 건조한 블루베리의 품질특성 및 항산화활성을 연구하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 블루베리(*V. ashei*)는 2012년 제주도에서 재배된 것을 구입하였다. 세 가지 건

조방법 즉, 동결건조법, 열풍건조법, 순환형 감압 건조방법을 이용하여 블루베리를 건조하여 시료로 사용하였다. 동결건조는 동결건조기(FDS, Ilshin Bio Base, Korea)를 이용하여 0.07485 mmHg 진공도에서 행하였고, 열풍건조는 열풍건조기(C-DF2, Changsin Lab, Korea)를 이용하여 $60 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서, 순환형 감압건조는 감압건조장치(O'jeju Agro Food Tech Holdings, Inc., Korea)로 800 hPa, 건조온도는 $40 \pm 1^\circ\text{C}$ 에서 행하였으며 건조시간은 3일로 동일하게 실행하였다. 건조된 블루베리를 밀폐된 용기에 넣어 냉동보관하면서 실험에 사용하였다.

2. 일반성분 분석

일반성분은 AOAC 법(AOAC 1990)에 의하여 분석하였다. 즉, 수분함량은 105°C 상압건조법, 조회분 함량은 550°C 에서 직접회화법을 이용하여 분석하였다. 조단백질 함량은 micro-kjeldahl 법을 이용한 단백질 자동분석기(Kjeltec protein analyzer, Tecator Co., Hoeganaes, Sweden)로, 조지방 함량은 Soxhlet 법을 이용하여 분석하였다. 총 당질 함량은 위의 측정치를 합한 값을 100에서 뺀 값으로 하였다.

3. pH, 색도 및 갈변도 측정

pH는 시료에 10배 증류수를 가하여 균질화한 다음 pH meter (PHM 210, Radiometer Analytical, Lyon, France)를 이용하여 측정하였다. 건조 시료의 기계적 색도는 표준 색판($L=97.82$, $a=-0.39$, $b=+2.06$)으로 보정된 색차계(CR-200, Minolta Co., Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter color인 명도(lightness, L), 적색도(redness, a) 및 황색도(yellowness, b) 값을 측정하였다. 이때 측정은 10회 반복 측정하여 평균값으로 나타내었다. 갈변도는 시료 5.0 g에 50% 에탄올 50 mL를 가하여 실온에서 24시간 동안 추출한 다음 여과지(Whatman No.2)로 여과하여 UV-spectrophotometer(UV-1601, Shimadzu, Tokyo, Japan)를 이

용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다(Kim HK 등 1998).

4. 비타민 C 분석

비타민 C의 함량은 분말시료 2g에 5% metaphosphoric acid 용액 10mL를 가하여 원심분리 후 여과하여 20배 희석한 것을 시료로 2,4-dinitrophenylhydrazine (DNP) 비색법을 이용 540 nm에서 흡광도를 3회 반복 측정하였다(Hong JH · Lee WY 2004).

5. 안토시아닌 함량 분석

Anthocyanin 함량 분석은 Lee 등(Lee J 등 2005)의 방법을 조금 변형하여 측정하였으며 시료 1 g에 0.1% HCl이 포함된 methanol을 10 mL씩 가하여 교반(150 rpm, 2 hr, 25°C) 후 원심분리(3000 rpm, 20 min)한 상등액을 anthocyanin 분석 시료로 사용하였다. 위 추출물 1 mL에 0.025 M potassium chloride buffer(pH 1.0) 1 mL을 더해 510 nm와 700 nm에서 측정하였다. 총 안토시아닌 함량(mg/L)은 cyanidin-3-glucoside의 몰흡광계수($\epsilon=269000\text{-}1\text{ cm}^{-1}$)를 이용하여 아래 식에 의해 산출하였다.

$$\text{Anthocyanin content (mg/L)} = A \times MW \times 1000 / \epsilon \times V$$

$$A \text{ (Absorbance)} = (A_{510} - A_{700})_{\text{pH}1.0} - (A_{510} - A_{700})_{\text{pH}4.5}$$

$$MW \text{ (molecular weight of cyanidine-3-glucoside)} = 449.2$$

$$\epsilon = 26,900 \text{ M}^{-1} \text{ cm}^{-1}$$

$$V = \text{추출물의 부피}$$

6. 유리당 함량분석

유리당 함량은 HPLC 분석조건을 응용하였다. 즉, 시료 5 g을 칭량하여 80% methanol 100 mL를 넣고 13,000 rpm에서 3분 동안 균질화 하였다. 이 균질체를 환류냉각기를 부착한 추출장치에 옮긴 후 80°C 에서 2시간 동안 추출한 후 여과하였다. 이 추출조작을 2회 반복하여 모은 여액을 45°C 에서 감압·농축한 후 증류수를 넣어 100 mL로 정용하였다. 이렇게 조제한 시료용액은 -70°C 에서

냉동 보관하면서 분석하였다. 분석조건은 Sugar-Pak I column (Waters, USA, 300 mm X 6.5 mm)과 용출용매 Ca-EDTA(500 mg/L)를 조합하였다. 전처리된 시료 1 mL를 취하여 0.45 µm membrane filter로 여과한 후 column에 20 µL씩 주입하였다. 이때의 column의 온도는 90°C를 유지하였다. 용출용매는 0.5 mL/min로 흘려보냈으며 검출은 refractive index(RI) detector를 이용하였다. 표준품 용액과 시료의 유리당 peak를 직접 비교하여 확인하였다. 정량은 각 표준품의 검량 곡선을 따로 작성한 후 peak의 면적에서 산출하였다(Richmond ML 등 1981).

7. 총 페놀 함량 분석

총 폴리페놀 화합물 함량은 Folin-Ciocalteu's의 방법에 따라 측정하였다(Lee KW 등 2003). 각 시료를 methanol에 50 mg/mL로 각각 희석한 후 이 시료를 0.1 mL 취하고 증류수 8.4 mL와 50% Folin-Ciocalteu's 시약(2 N) 0.5 mL을 첨가하고 20% Na₂CO₃ 1 mL을 가하여 1시간 방치 후 725 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준곡선은 gallic acid를 이용한 표준 검량 식에 적용하여 시료 중 총 폴리페놀 함량을 구하였다.

8. DPPH radical에 대한 전자공여능 측정

추출물의 전자공여작용(electron donating abilities, EDA)은 각각의 추출물에 대한 DPPH (α,α-diphenyl-picrylhydrazyl)의 전자공여효과로 각

시료의 환원력을 측정하였다. 즉, 에탄올 1 mL, 시료 10 µL, 100 mM sodium acetate buffer (pH 5.5) 990 µL를 분주한 시험관에 0.5 mM DPPH 용액 (Abs. EtOH soln.) 0.5 mL를 넣어 교반하고, 암실에서 5분간 반응을 유도한 후, 잔존 radical의 농도를 UV spectrophotometer를 이용하여 517 nm에서 측정하였다(Lee HH · Lee SY 2008). 전자공여능(%)은 [(1-As/Ac)×100]으로 나타내었고, As와 Ac에 실험군과 대조군의 흡광도 값을 각각 대입하여 계산하였다.

$$EDA(\%) = (1 - \frac{As}{Ac}) \times 100$$

As : 추출물 첨가구의 흡광도

Ac : 추출물 무첨가구의 흡광도

9. 통계처리

모든 실험은 3회이상 반복 측정하였으며, 그 결과는 SPSS 14.0(Statistical Package for Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) software를 이용하여 평균과 표준편차로 나타내 비교하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분

건조 방법에 따른 블루베리의 일반성분을 분석한 결과는 <Table 1>에 나타내었다. 수분함량은 열풍이 13.10%, 순환형감압건조가 17.32%, 동결이 27.93%로 동결건조시료의 수분함량이 더 높

<Table 1> Proximate composition of *Vaccinium ashei* according to drying method

(Unit : %)

	Raw Blueberry	Hot air drying	Cyclic low pressure drying	Freeze drying
Moisture	86.52 ± 0.24 ^{1,a)}	13.10 ± 0.37 ^{1,d)}	17.32 ± 0.56 ^{c)}	27.93 ± 0.49 ^{b)}
Ash	0.20 ± 0.17 ^{d)}	0.91 ± 0.04 ^{b)}	1.11 ± 0.19 ^{a)}	0.71 ± 0.12 ^{c)}
Crude fat	0.13 ± 0.17 ^{d)}	0.58 ± 0.27 ^{c)}	0.71 ± 0.17 ^{b)}	1.25 ± 0.99 ^{a)}
Crude protein	1.64 ± 0.51 ^{c)}	5.41 ± 0.61 ^{a)}	3.84 ± 0.53 ^{b)}	1.63 ± 0.94 ^{c)}
Carbohydrate	68.61 ± 0.54 ^{c)}	80.00 ± 0.84 ^{a)}	77.02 ± 0.66 ^{b)}	68.48 ± 1.17 ^{c)}

¹⁾ Mean ± SD (n=3).

The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05

았고, 회분함량은 열풍이 0.91%, 순환형감압건조가 1.11%, 동결이 0.71%로 순환형감압건조시료의 회분함량이 더 높았으며, 조지방 함량은 열풍이 0.58%, 순환형감압건조가 0.71%, 동결이 1.25%로 동결건조시료의 조지방 함량이 약간 높았고, 조단백 함량은 열풍건조가 5.41%, 순환형감압건조가 3.84%, 동결건조가 1.63%로 열풍건조시료가 더 높은 함량을 나타냈다. 국내산 나무딸기류 6종 즉, black raspberry, Korean raspberry, mountain raspberry, blackberry, raspberry 및 boysenberry의 수분함량을 측정된 결과 82.0~90.3%의 범위를 보여 모든 품종이 80% 이상의 수분을 함유하고 있다 보고(Oh HH 등 2008)하였다. 또한, 생분자 딸기를 미숙과, 완숙과 및 잎으로 구분하여 일반성분을 분석한 결과 수분 60.63~87.09%, 단백질 1.37~8.41%, 조지방 1.52~3.39%, 조섬유 3.05~10.55% 및 조회분 0.59~2.55%였다고 보고(Cha HS 등 2001)하여 본 실험에 사용된 블루베리와 수분함량과 많은 차이를 보이는데 이는 건조공정에 따른 수분의 증발현상에 의한 것으로 생각된다.

2. pH, 갈변도 및 색도

건조방법에 따른 블루베리의 pH 및 갈변도, 색도 측정 결과를 <Table 2>에 나타내었다. 순환형감압건조 시료의 pH는 각 건조 방법에 따라 유의적인 차이가 없었다. 건조 방법별로 제조된 블루베리의 갈변도는 0.31 ~ 0.21의 값을 나타내었다.

특히, 열풍 건조된 블루베리의 경우 갈변도가 가장 높았으며 이는 열풍건조의 경우 비교적 고온에 장시간 노출되면서 열에 의한 갈변의 촉진이 원인이라고 사료된다. 일반적으로 가열 온도가 높고 가열시간이 길어질수록 갈변 기질물질의 감소와 갈변물질의 생성이 증가되는 것으로 알려져 있다(Chung SK 등 1996). 색도측정 결과, L값(명도)과 a값(적색도)은 동결 건조한 시료가 더 높게 나타난 반면, b값(황색도)의 경우 열풍 건조 시료에서 높은 값을 나타내었다. 건조처리 된 블루베리의 색도는 육안으로는 보이는 것과 마찬가지로 동결건조시료가 감압 및 열풍건조시료보다 색이 좀 더 밝고 붉은 색을 나타내었다. 건조조건이 오미자의 색도에 미치는 영향에 관한 연구(Kim YJ 등 2008)에서 열풍 및 동결건조 된 오미자의 색도를 측정된 결과 L값과 a값이 열풍건조시료에 비해 동결 건조한 시료에서 높았다고 보고하였다. 본 연구에서는 명도, 적색도가 높은 동결 및 순환형 감압건조 제품의 기호도가 열풍건조방법으로 제조된 제품에 비해 기호도가 높을 것이라 사료된다.

3. 비타민 C 및 안토시아닌 함량

건조방법에 따른 블루베리의 비타민 C 함량은 <Fig. 1>과 같다. 열풍건조한 시료의 비타민 C 함량은 5.6 mg/100g 이었으며, 순환형 감압건조 및 동결건조 시료의 비타민 C 함량은 6.9 mg/100g, 7.1 mg/100g으로 나타나, 경제적인 측면에서 본

<Table 2> pH, color value of *Vaccinium ashei* according to drying method

		Hot air drying	Cyclic low pressure drying	Freeze drying
pH		2.83 ± 0.07 ^{1,a)}	2.93 ± 0.04 ^a	2.90 ± 0.03 ^a
Browning index(abs. at 420 nm)		0.31 ± 0.01 ^a	0.23 ± 0.02 ^b	0.21 ± 0.02 ^b
Hunter's color value ²⁾	L	24.17 ± 0.02 ^c	29.31 ± 0.08 ^b	32.49 ± 0.02 ^a
	a	8.21 ± 0.12 ^c	13.24 ± 0.07 ^b	15.39 ± 0.10 ^a
	b	7.64 ± 0.03 ^a	6.04 ± 0.03 ^b	5.30 ± 0.02 ^c

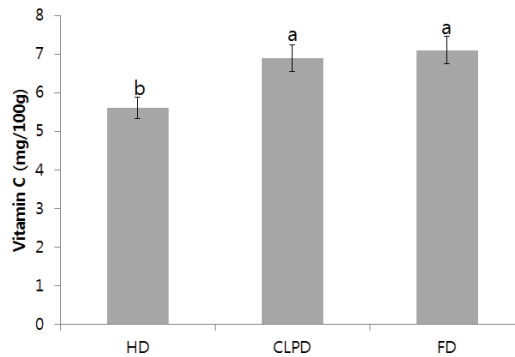
¹⁾ Mean ± SD (n=3).

The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05

²⁾ L : Degree of lightness (white +100 ↔ 0 black)

a : Degree of redness (red +100 ↔ -80 green)

b : Degree of yellowness (yellow +70 ↔ -80 blue)



〈Fig. 1〉 Total vitamin C contents of *Vaccinium ashei* according to drying method. HD: hot air drying, CLPD: Cyclic low pressure drying, FD: freeze drying. Statistical analysis was performed using the one-way ANOVA ($p < 0.05$).

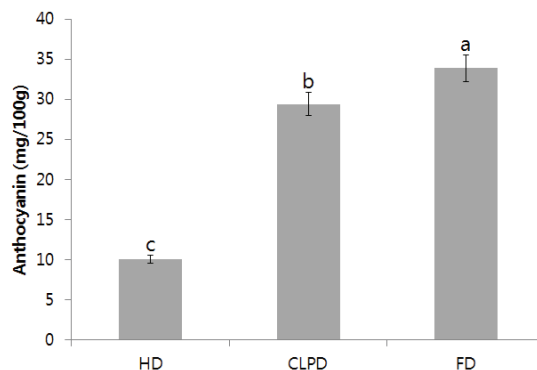
다면 순환형 감압건조의 방법도 우수하리라 생각된다. 동결건조 시 열에 의한 비타민 C의 파괴를 최소화 할 수 있는 것으로 나타났으며, 이는 비타민 C의 열에 의한 약한 성질에 기인하는 것으로 (Kim HR 등 2007), 건조방법을 달리하여 제조한 당근편(Lin TM 등 1998)의 연구결과와 일치하였다. 한편, 열풍건조 시 상대적으로 많은 양의 비타민 C의 손실은 열풍에 의한 ascorbic acid의 산화에 기인하는 것이며, 반면 동결 건조 시 비타민 C의 보존은 동결건조 공정이 매우 낮은 온도에서 진행되기 때문으로 사료된다.

안토시아닌은 식물에 매우 광범위하게 분포되

어 있는 수용성 적색색소의 일종으로서(Hong JH 등 2002) 건조방법에 따른 블루베리의 안토시아닌 함량 분석결과는 <Fig. 2>와 같다. 열풍건조, 순환형감압건조, 동결건조 시료가 각각 10.08 mg/100g, 29.41 mg/100g, 33.87 mg/100g의 함량을 나타내어 안토시아닌 함량 역시 동결건조시료에서 더 높은 수치를 나타내었다.

4. 유리당 함량

건조방법에 따른 유리당은 glucose, fructose, sucrose, maltose로 총 4종류가 있었으며, 그 함량 변화를 살펴보면 <Table 3>과 같다. 유리당 함량



〈Fig. 2〉 Anthocyanin contents of *Vaccinium ashei* according to drying method. HD: hot air drying, CLPD: Cyclic low pressure drying, FD: freeze drying. Statistical analysis was performed using the one-way ANOVA ($p < 0.05$).

<Table 3> Free sugar contents of *Vaccinium ashei* according to drying method

(Unit : mg/100g)

	Hot air drying	Cyclic low pressure drying	Freeze drying
Glucose	229.01 ± 0.14 ^{1,a)}	221.14 ± 0.44 ^{b)}	219.14 ± 0.11 ^{c)}
Fructose	212.74 ± 0.07 ^{a)}	200.14 ± 0.29 ^{b)}	196.37 ± 0.42 ^{c)}
Sucrose	152.51 ± 0.11 ^{c)}	157.51 ± 0.42 ^{b)}	158.51 ± 1.94 ^{a)}
Maltose	101.24 ± 1.01 ^{c)}	109.24 ± 1.08 ^{a)}	107.20 ± 1.57 ^{b)}
Total	594.26	578.79	574.02

¹⁾ Mean ± SD (n=3).

The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05

변화는 glucose, fructose, sucrose, maltose 순으로 Jeong 등(Jeong CH 등 2008)의 분석결과와 유사한 결과를 나타내었다.

5. 총 페놀 함량

블루베리 잎에 들어있는 flavonoid와 같은 phenolics는 식물성 천연물에 많이 함유되어 있는 성분으로 이들의 주요 역할은 free radicals를 소거하는 것이라는 연구가 많이 보고되고 있으며, 이러한 phenolics인 flavonoid, phenolic acids 및 anthocyanins 등의 총량인 total phenolics 함량은 ABTS/DPPH 라디칼 소거활성과 같은 항산화 활성에 중요한 인자로 작용한다(Jeong CH 등 2008). 총 페놀 함량의 경우 <Table 4>에 나타난 바와 같이 10.3~17.2 mg/g의 범위를 보이면서 동결건조, 순환형감압건조, 열풍건조의 순으로 나타났다. 폴리페놀 화합물의 함량은 효소적 갈변의 주된 원인으로 알려져 있다(Goupy P 등 1995). 식물성 식품 속에 함유되어 있는 많은 생리활성 물질 중 phenolics는 phenolic hydroxyl그룹에 의해 단백질 또는 효소 단백질, 기타 거대 분자들과 결합하는

성질 및 2가 금속이온과의 결합력으로 인하여 높은 항산화 효과를 가지는 것으로 알려져 있다(Kwak JH 등 2010).

6. 전자공여능

전자공여능 측정에 사용된 1,1-diphenyl-2-picryl-hydrazyl (DPPH)은 안정한 자유 라디칼로서 그것의 비공유전자로 인해 517 nm 부근에서 최대 흡수치를 나타내며, 전자 또는 수소를 받으면 517 nm 부근에서 흡광도가 감소하며 각 추출물에서 이러한 라디칼을 환원시키거나 상쇄시키는 능력이 크면 높은 항산화 활성 및 활성산소를 비롯한 다른 라디칼에 대하여 소거 활성을 기대할 수 있으며 인체 내에서 활성 라디칼에 의한 노화를 억제하는 척도로도 이용할 수 있다(Que F 등 2006).

건조방법에 따른 블루베리의 DPPH radical 소거능을 <Table 5>에 나타내었으며, 건조 방법에 따라 28.57~41.83%의 범위를 나타내었다. 이는 O JY 등(2010)이 보고한 블루베리 추출물의 항산화 활성과 유사한 결과를 나타내었다.

<Table 4> Total phenol contents of *Vaccinium ashei* according to drying method

	Hot air drying	Cyclic low pressure drying	Freeze drying
Total polyphenols (mg/g GAE ¹⁾)	10.3±0.39 ^{2,c)}	12.2±0.57 ^{b)}	17.2± 1.74 ^{a)}

The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05

¹⁾ GAE: gallic acid equivalents²⁾ Mean ± SD (n=3).

〈Table 5〉 DPPH radical scavenging activity of *Vaccinium ashei* according to drying method

(%)

Sample	Concentration (ug/mL)		
	100	500	1000
HD	28.57±0.15 ^{b,1)}	33.67±0.28 ^b	36.20±0.87 ^b
CLPD	28.66±0.11 ^b	32.83±0.84 ^b	36.77±0.58 ^b
FD	29.14±0.07 ^a	35.89±0.14 ^a	41.83±0.20 ^a

¹⁾ Mean ± SD (n=3).

The same superscripts in a column are not significantly different each other at p<0.05

IV. 요약 및 결론

블루베리를 열풍건조, 순환형 감압건조 및 동결건조의 방법으로 건조제품을 제조하여 품질특성과 생리활성을 비교조사 하였다. 건조 방법에 따른 블루베리의 일반성분을 분석한 성분함량은 열풍이 13.10%, 순환형감압건조가 17.32%, 동결이 27.93%로 동결건조시료의 수분함량이 더 높았고, 회분함량은 열풍이 0.91%, 순환형감압건조가 1.11%, 동결이 0.71%로 순환형감압건조시료의 회분함량이 더 높았으며, 조지방 함량은 열풍이 0.58%, 순환형감압건조가 0.71%, 동결이 1.25%로 동결건조시료의 조지방 함량이 약간 높았고, 조단백 함량은 열풍건조가 5.41%, 순환형감압건조가 3.84%, 동결건조가 1.63%로 열풍건조시료가 더 높은 함량을 나타냈다. 건조방법에 따른 블루베리의 pH 및 갈변도, 색도 측정 결과 순환형 감압건조 시료의 pH는 각 건조 방법에 따라 유의적인 차이가 없었다. 건조 방법별로 제조된 블루베리의 갈변도는 0.31 ~ 0.21의 값을 나타내었다. 열풍건조한 시료의 비타민 C 함량은 5.6 mg/100g 이었으며, 순환형 감압건조 및 동결건조 시료의 비타민 C 함량은 6.9 mg/100g, 7.1 mg/100g으로 나타났다. 건조방법에 따른 블루베리의 안토시아닌 함량 분석결과는 <Fig. 2>와 같다. 열풍건조, 순환형감압건조, 동결건조 시료가 각각 10.08 mg/100g, 29.41 mg/100g, 33.87 mg/100g의 함량을 나타내어 안토시아닌 함량 역시 동결건조시료에서 더 높은 수치를 나타내었다. 유리당 함량변화는 glucose, fructose, sucrose,

maltose 순으로 나타났다. 총 페놀 함량의 경우 10.3~17.2 mg/g의 범위를 보이면서 동결건조, 순환형감압건조, 열풍건조의 순으로 나타났다.

국문 초록

블루베리를 열풍건조, 순환형 감압건조 및 동결건조의 방법으로 건조제품을 제조하여 품질특성과 생리활성을 비교조사 하였다. 일반성분 중 가장 많이 함유하고 있는 성분은 건조방법과 무관하게 탄수화물(68.48~80.00%)이었으며, 다음으로 수분(13.10~27.93%), 조단백질(1.63~5.41%), 조지방(0.58~1.25%) 및 회분(0.71~1.11%) 순으로 나타났다. pH는 순환형 감압건조 시료의 pH가 유의적 차이가 없었으며, 갈변도의 경우 0.31~0.21의 값으로 건조 방법별로 차이가 많았다. 색도는 L값과 a값은 동결 건조한 시료가 더 높게 나타난 반면, b값의 경우 열풍, 순환형, 동결건조시료 순으로 높은 값을 나타내었다. 열풍 건조한 시료의 비타민 C 함량은 5.6 mg/100g 이었으며, 순환형 감압건조 및 동결건조 시료의 비타민 C 함량은 6.9 mg/100g, 7.1 mg/100g으로 나타났다. 안토시아닌 함량은 10.08 mg/100g, 29.41 mg/100g, 33.87 mg/100g의 함량을 나타내어 안토시아닌 함량 역시 동결건조시료에서 더 높은 수치를 나타내었다. 열풍건조시료의 유리당 함량이 695.5 mg/100g으로 가장 높게 나타났다. 페놀함량과 DPPH 라디칼 소거능은 순환형 감압건조 및 동결 건조가 높게 나타났다.

감사의 글

본 연구는 농림수산식품기술기획평가원에서 지원하는 2013년도 고부가가치 식품기술개발사업(112070-02-1-HD020)의 지원을 받아 수행된 연구결과로 이에 감사드립니다.

참고문헌

- A.O.A.C. (1990). Official Methods of Analysis. 15th ed., Association of official analytical chemists, Washington, D.C., p 788
- Cha HS, Lee MK, Hwang JB, Park MS, Park KM (2001). Physicochemical characteristics of *Rubus coreanus* Miquel. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30(6): 1021-1025
- Christopher GJ (1997). Industrial drying of food. Blackie Academic & Professional, New York, p 1-6
- Chung SK, Chung YY, Jeong WS (1996) Studies on the browning inhibition of yam(*Dioscorea animadoimo*) during hot air dehydration. *Agric Chem Biotechnol* 39(5): 384-388
- Connor AM, Ludy JJ, Hancock JF, Berkeimer S, Hanson EJ (2002). Changes in fruit antioxidant among blueberry cultivars during cold-temperature storage. *J Agric Food Chem* 50(4): 893-898
- Goupy P, Amiot MJ, Richard-forget F, Duprat F, Aubert S, Nicolas J (1995). Enzymatic browning of model solutions and apple phenolic extracts by apple polyphenoloxidase. *J Food Sci* 60(3): 497-501
- Holdsworth SD (1971). Dehydration of food products. *J Food Technol* 6(4): 331-336
- Hong JH, Lee WY (2004). Quality characteristics of osmotic dehydrated sweet pumpkin by different drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33(9): 1573-1579
- Hong JH, Chung HS, U H, Youn KS (2002). Storage stability of anthocyanin pigment isolated from a wasted grape peels. *Korean J of Food Preserv* 9(3): 327-331
- Jeong CH, Choi SG, Heo HI (2008). Analysis of nutritional compositions and antioxidative activities of Korean commercial blueberry and raspberry. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37(11): 1375-1381
- Kim HK, Kee BY, Shin DB, Kwon JH (1998). Effect of roasting conditions on physicochemical characteristics and volatile flavor components of chicory roots. *Korean J Food Sci Technol* 30(6): 1279-1284
- Kim JP, Chon IJ, Cho HK, Han IH, Whang WK. 2004. The antioxidant and the antidiabetic effects of ethanol extract from biofunctional foods prescriptions. *Kor J Pharmacogn* 35(1): 98-103
- Kim YJ, Lee TG, 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(8): 1066-1071
- Kim HR, Seog EJ, Lee JH, Rhim JW (2007). Physicochemical properties of onion powder as influenced by drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36(3): 342-347
- Kwak JH, Choi GN, Park JH, Kim JH, Jeong HR, Jeong CH, Heo HJ (2010). Antioxidant and neuronal cell protective effect of purple sweet potato extract. *J Agric Life Sci* 44(2): 57-66
- Lee KW, Kim YJ, Lee HJ, Lee CY (2003). Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *J Agric Food Chem* 51(25): 7292-7295
- Lee HH, Lee SY (2008). Cytotoxic and antioxidant effects of *Taraxacum coreanum* Nakai. and *T. officinale* WEB. extracts. *Korean J Medicinal*

- Crop Sci* 16(2): 79-85
- Lee J, Dutst RW, Wrolstad RE (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative Study. *J AOAC Int* 88(5): 1269-1278
- Litvin S, Mannheim CH, Miltz J (1998). Dehydration of carrots by a combination of freeze-drying, microwave heating and vacuum drying. *J Food Eng* 36(1): 103-111
- Lin TM, Durance TD, Scaman CH (1998). Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices. *Food Res Int* 31(2): 111-117
- Magdalini AP, Andriana D, Zacharoula IL, Paul C, Dorothy K, Marigoula M, Fotini NL (2009). Effect of a polyphenol-rich wild blueberry extract on cognitive performance of mice, brain antioxidant markers and acetylcholinesterase activity. *Behavioural Brain research* 198(2): 352-358
- Martineau LC, Couture A, Spoor D, Benhaddou-Andaloussi A, Harris C, Meddah B, Leduc C, Burt A, Vuong T, Le PM, Prentki M, Bennett SA, Arnason JT, Haddad PS (2006). Anti-diabetic properties of the Canadian lowbush blueberry *Vaccinium angustifolium* Ait. *Phytomedicine* 13(9-10): 612-623
- O JY, Kang NL, Kang SW, Song HY, Kim HA, Hwang EY, Jeon YJ (2010). Antioxidant activity of extracts from Blueberry. Proceedings of the KAIS Fall Conference, November 12, Jeju, Korea
- Oh HH, Hwang KT, Kim MY, Lee HK, Kim SZ (2008). Chemical characteristics of raspberry and blackberry fruits produced in Korea. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37(6): 738-743
- Que F, Mao L, Zhu C, Xie G (2006) Antioxidant properties of Chinese yellow wine, its concentrate and volatiles. *LWT-Food Sci Technol* 39: 111-117
- Richmond ML, Brandao SCC, Gray JI, Markakis P, Stine CM (1981). Analysis of simple sugar and sorbitol in fruit by HPLC. *J Agric Food Chem* 29(1): 4-7
- Smogyi LP, Luh BS (1983). Vegetable dehydration. In commercial fruit processing. 2nd ed. Luh BS, Woodroof JG, eds. AVI Pub Co., Westport. p 387-473
- Son SM, Kwon HO, Lee JH (2011) Physicochemical composition of *Capsosiphon fulvescens* according to drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40(11): 1582-1588
- Su MS, Chien PJ (2007). Antioxidant activity, anthocyanins, and phenolics of rabbiteye blueberry (*Vaccinium ashei*) fluid products as affected by fermentation. *Food Chem* 104(1): 182-187
- Westwood MN (1993). Temperate-zone pomology. Timber Press, Portland, OR, USA, p 100-101
- Yang ST. (1997). Preparation of seasoned and semi-dried horse mackerel by cold air drying and quality of its product during partially frozen storage. *Korean J Food Sci Technol* 29(5): 925-931
- Zheng W, Wang SY (2003). Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and ligoberries, *J Agric Food Chem* 51(2): 502-509

2013년 07월 16일 접수

2013년 08월 15일 1차 논문수정

2013년 10월 15일 2차 논문수정

2014년 01월 15일 3차 논문수정

2014년 01월 30일 논문게재확정