



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2021년 2월

교육학석사(기술·가정교육) 학위논문

건조방법에 따른 핑거루트의 영양 성분 및 항산화 효과

조선대학교 교육대학원

기술·가정교육전공

임 승 연

건조방법에 따른 핑거루트의 영양 성분 및 항산화 효과

Nutritional Composition and Antioxidant Activity of
Finger Root According to Drying Methods

2021년 2월

조선대학교 교육대학원

기술·가정교육전공

임 승 연

건조방법에 따른 핑거루트의 영양 성분 및 항산화 효과

지도교수 이 재 준

이 논문을 교육학석사(기술·가정교육) 학위 청구논문으로 제출함

2020년 10월

조선대학교 교육대학원

기술·가정교육전공

임 승 연

임승연의 교육학 석사학위 논문을 인준함

위 원 장 조선대학교 교수 김복희 (印)

위 원 조선대학교 교수 이재준 (印)

위 원 조선대학교 교수 이주민 (印)

2020년 12월

조선대학교 교육대학원

목 차

| | |
|-----------------------------------|-----|
| LIST OF TABLE | iv |
| LIST OF FIGURE | vi |
| ABSTRACT | vii |
| | |
| 제1장 서 론 | 1 |
| | |
| 제2장 실험 재료 및 방법 | 4 |
| 제1절 건조방법에 따른 핑거루트의 이화학적 성분 비교 ... | 4 |
| 1. 실험재료 | 4 |
| 2. 일반성분 분석 | 4 |
| 3. 유리 아미노산 분석 | 5 |
| 4. 지방산 분석 | 7 |
| 5. 유기산 분석 | 9 |
| 6. 비타민 분석 | 11 |
| 7. 무기질 분석 | 13 |
| 8. 색도, PH 및 당도 | 15 |
| 9. 통계처리 | 15 |

| | |
|---|----|
| 제2절 건조 방법에 따른 핑거루트 추출물의 항산화 효과 | 16 |
| 1. 추출수율 | 16 |
| 2. 총 polyphenol 함량 측정 | 16 |
| 3. 총 flavonoid 함량 측정 | 17 |
| 4. DPPH radical 소거능 측정 | 17 |
| 5. ABTS radical 소거능 측정 | 18 |
| 6. 통계처리 | 18 |
| | |
| 제3장 실험 결과 및 고찰 | 19 |
| 제1절 건조 방법에 따른 핑거루트의 이화학적 성분 비교 | 19 |
| 1. 일반성분 | 19 |
| 2. 유리 아미노산 | 22 |
| 3. 지방산 | 25 |
| 4. 유기산 | 27 |
| 5. 비타민 | 29 |
| 6. 무기질 | 31 |
| 7. 색도, pH 및 당도 | 34 |
| 제2절 건조 방법에 따른 핑거루트 에탄올 추출물의 항산화 효과 | 37 |
| 1. 추출수율 | 37 |
| 2. 총 polyphenol 함량 | 40 |
| 3. 총 flavonoid 함량 | 42 |
| 4. DPPH radical 소거능 | 44 |
| 5. ABTS radical 소거능 | 47 |

제4장 요약 및 결론 50

참 고 문 헌 53

LIST OF TABLES

| | |
|--|----|
| Table 1. Operating conditions of free amino acid auto-analyzer | 6 |
| Table 2. Operating conditions of gas chromatography for fatty acids | 8 |
| Table 3. Operating conditions of Ion chromatography for organic acids | 10 |
| Table 4. Operating conditions of HPLC for vitamin A and E | 12 |
| Table 5. Operating conditions of HPLC for vitamin C | 12 |
| Table 6. Operating conditions of atomic absorption spectrophotometer for minerals | 14 |
| Table 7. Proximate compositions of Fingerroot (<i>Boesenbergia pandura</i>) treated with hot air and freeze drying | 21 |
| Table 8. Contents of free amino acids in Fingerroot (<i>Boesenbergia pandura</i>) treated with hot air and freeze drying | 24 |
| Table 9. Compositions of fatty acids in Fingerroot (<i>Boesenbergia pandura</i>) treated with hot air and freeze drying | 26 |
| Table 10. Contents of organic acids in Fingerroot (<i>Boesenbergia pandura</i>) treated with hot air and freeze drying | 28 |
| Table 11. Contents of vitamins in Fingerroot (<i>Boesenbergia pandura</i>) treated with hot air and freeze drying | 30 |
| Table 12. Contents of minerals in Fingerroot (<i>Boesenbergia pandura</i>) treated with hot air and freeze drying | 33 |
| Table 13. Color value of Fingerroot (<i>Boesenbergia pandura</i>) treated with hot air and freeze drying | 35 |
| Table 14. pH value of Fingerroot (<i>Boesenbergia pandura</i>) treated with hot air and freeze drying | 36 |
| Table 15. Extraction yield of Fingerroot (<i>Boesenbergia pandura</i>) ethanol extracts | 39 |
| Table 16. Total polyphenol contents in ethanol extract powder of Fingerroot | |

(*Boesenbergia pandura*) obtained by different drying methods 41

Table 17. Total flavonoid content in ethanol extract powder of Fingerroot
(*Boesenbergia pandura*) obtained by different drying methods
..... 43

Table 18. DPPH radical scavenging activity of Fingerroot (*Boesenbergia
pandura*) extract powder obtained by different drying methods
..... 46

Table 19. ABTS radical scavenging activity of Fingerroot (*Boesenbergia
pandura*) extract powder obtained by different drying methods
..... 49

LIST OF FIGURES

Fig. 1. Photographs of Fingerroot (*Boesenbergia pandura*) powder dried
by different methods 35

ABSTRACT

Nutritional Composition and Antioxidant Activity of Fingerroot According to Drying Methods

Lim Seung-Yeun

Advisor : Prof. Lee, Jae-Joon, Ph. D.

Major in Technology and Home-economics Education

Graduate School of Education, Chosun University

The purpose of this study was investigated to effects of drying methods (hot-air or freezing drying) on the physicochemical properties and antioxidative effects of fingerroot (*Boesenbergia pandura*) powder. This study compared the nutritional components, quality characteristics, and antioxidative effects between hot-air dried and freeze-dried fingerroot powder. There was no significant difference in carbohydrate content depending on the drying methods; however, the moisture, crude protein, crude fat, and ash contents were significantly higher than in freeze-dried fingerroot than in hot-air dried fingerroot. Total amino acid contents was significantly higher in freeze-dried sample than in hot-air dried sample. The major amino acids of fingerroot powder were alanine, lysine, and cysteine. The contents of saturated fatty acid in hot-air dried sample were higher than those in freeze-dried sample, while the contents of polyunsaturated fatty acid in freeze-dried sample were higher than those in hot-air dried sample. The contents of unsaturated fatty acids in finger root powder were higher than those of saturated fatty acids and the major fatty acids in fingerroot powder were palmitic acid and linolenic acid. The

contents of citric acid, malic acid, and acetic acid in freeze-dried sample were higher than those of in hot-air dried sample, while the content of formic acid was higher in hot-air dried sample than in freeze-dried sample. Vitamin E contents was 12.64 mg% in hot-air dried sample and 35.93 mg% in freeze-dried sample. Vitamin C contents was 90.21 mg% in hot-air dried sample and 98.32 mg% in freeze-dried sample. Regardless of the drying method, the mineral contents, K was the highest followed by Mg, Ca, Na and the contents of Mn, Fe, Zn, and Cu were trace. With regard to the color value measurement results, there were no significant differences in the b value. Value of L of freeze dried sample were higher than those of hot-air dried sample, but value of b of hot-air dried sample were higher than those of freeze dried sample. pH and Brix were higher than those of hot-air dried sample. Regarding yield of ethanol extracts, the yields of hot air drying fingerroot powder was 22.14%, and freeze drying fingerroot powder was 23.23%. The total polyphenol and total flavonoid contents of freeze dried sample were significantly higher than those of hot-air dried sample. The DPPH and ABTS radical scavenging activities of freeze dried sample were higher than those of hot-air dried sample. These results suggest that comparatively, freeze drying is a better method for preserving the nutritional components and antioxidant activities of fingerroot. Furthermore, these results may provide the basic data for future studies for a better understanding of the functional activities of fingerroot.

제1장 서론

우리나라는 1990년대 이후로 꾸준한 경제 성장을 통해(1) 의학 기술의 발전에도 영향을 끼쳤으며 그 결과 현대인들은 평균 수명이 증가되었지만 고령화 사회를 초래하게 되었다. 한국개발연구원의 고령화 사회, 경제 성장 전망과 대응 방향 연구에 따르면 현재 우리나라의 발전 속도를 기반으로 분석한 결과, 2017년 고령사회에 이미 들어섰으며 전 세계에서 가장 빠른 속도로 고령화가 지속될 전망이다. 65세 이상 인구 비중이 2067년에는 유례를 찾아볼 수 없는 47%까지 증가하여 노인 비중이 세계 최고가 될 것이라고 예상하였다. 우리나라의 경우 15세 이상의 인구를 기준으로 2000년 60세 이상의 인구가 차지하는 비중은 14.4%에서 2018년에는 24.4%로 18년의 기간 중 10%가 치솟았으며, 이러한 속도로 미루어보아 2050년에는 인구부양비가 약 70%를 넘어설 것으로 예상되며 이는 OECD 평균보다 약 20% 높은 수준이다(2). 따라서 최근에는 식이조절이나 생활습관개선을 통해 건강관리를 하며 질병을 예방하기 위해 많은 사람들이 자신의 신체에 관심을 가지고 있다. 또한 고령 인구가 증가함에 따라 건강한 신체를 유지할 수 있는 천연 식품과 기능성 식품에 대한 연구도 많이 진행되고 있다.

에너지를 생산해내는 산화 과정 중 생물체 안에서 만들어지는 물질인 활성산소는 신체 내에 있는 항산화 방어기전에 의해 대부분 없어지게 된다. 그러나 항산화 방어기전의 밸런스에 문제가 발생하면 활성산소가 늘어나 체내 다양한 정상 세포와 반응을 쉽게 하여 생체 내의 기관과 조직을 위협에 빠트린다. 이러한 상태가 계속 반복되면 체내의 세포와 조직에 돌연변이, 손상과 발암과 여러 가지 염증 등을 초래할 수 있다(3, 4). 우리가 자연으로부터 얻을 수 있는 식품들은 천연 항산화 성분이 함유되어 있으며 일부 성분들은 체내 활성산소를 줄여서 질병을 예방할 수 있는 것으로 연구가 보고되고 있다.(5) 그 중 phenolic 화합물은 식물의 2차 대사산물로서 여러 종류가 있고 채소, 과일, 약초 등의 천연식물에 많이 포함되어 있다.

이러한 성분들은 항산화, 항종양, 항균활성, 항염 등과 같이 다양한 생리활성 효과를 나타내는 것으로 건강에 지대한 도움을 주는 것으로 보고된다(6-8).

그중에서 핑거루트(Finger root)는 생강과 뿌리식물이며 학문적 이름은 *Bosenbergia pandurata*이다. 핑거루트는 크기는 50cm까지 자라고, 약 12cm 길이의 3~4개의 잎을 가지고 있으며 주로 자생하는 곳은 인도네시아 열대우림으로 사람의 손가락과 비슷한 모양을 가져 핑거루트라는 이름으로 불리게 되었다(9). 핑거루트는 생강과 비슷한 맛과 풍미로 인해 태국, 미얀마, 인도네시아 등 아시아 국가들에서 사용되고 있다. 또한 오래전부터 감기, 근육통, 관절염, 위장장애 등의 질병 치료에 민간요법으로 사용된다(10). 우리나라에서는 핑거루트의 다양한 성분과 효능들로 인해 식품의약품안전처(Ministry of Food and Drug Safety 2015)에서 건강기능식품의 기능성 식품 원료로 핑거루트를 2013년에 채택을 하였다(11).

핑거루트에는 panduratin A, pinocembrin, quercetin, naringin, alpinetin, cadamonin 및 kaempferol과 같은 다양한 생리활성 성분이 존재하며, 이러한 성분들에 의해 항산화, 항설사, 항진균, 항균, 항염, 항암 및 항비만 효과 등이 보고되었다(4). 그 중 핑거루트의 주요 성분인 Panduratin A는 세포 조직 구조를 유지하는데 필수적인 AMPK(AMP activated protein kinase)의 활성화를 통해 체지방 감소를 돕고 체중조절에 효과적이며 건강한 피부를 만드는 데 효과가 있으며 항암 작용을 갖는 것으로 알려졌다(9).

건조는 식품 산업에서 원료를 가공하고 처리할 때 많이 이용되며 수분 함량이 많은 식품에 매우 중요한 가공 방법이다. 식품 건조를 통한 가공 식품은 저장 및 유통이 용이하며 품질 수명을 연장시키기 위한 하나의 방법으로 제시될 수 있다. 식품에 적용되는 건조 방법에는 동결, 냉풍, 열풍 및 진공건조 등과 같이 기계를 이용하여 건조하는 방법과 태양이나 음지에서 자연 건조하는 방법이 있다(12). 건조한 식품의 효율성을 높이거나 기능성 재료로 사용하기 위해서는 영양 성분이나 기능성 성분의 손실을 최소화 할 수 있는 동결건조 방법을 많이 사용한다(13). 동결건조는 건조하고자 하는 재료를 동결시키고 나서 진공 장치에서 기체 상태의 증

기로 승화시켜 건조하는 방법으로, 낮은 온도에서 건조가 되므로 영양 성분 및 기능성 성분의 손실이 적고, 향기 및 색, 식품 원료의 조직 등이 대체적으로 잘 보존되며 다공성 구조로 건조되기 때문에 복원성이 뛰어나다는 장점이 있다(12). 하지만 동결건조의 경우 생산효율이 떨어지며 비용이 비싸고 건조속도가 더딘 단점이 있다(14). 반면 가장 보편화 된 건조 방법인 열풍건조는 뜨거운 열을 이용하여 식품 내의 수분을 증발시키는 방법으로 동결건조에 비해 공정이 간단하고 건조시간이 신속하며 경제적이고 균일한 건조가 이루어진다. 그러나 수분손실에 의한 수축 현상, 건조물의 낮은 복원력, 빠른 건조에 의한 표면 경화 현상, 갈색화 반응으로 인한 색상변화, 맛, 조직감 및 영양가 저하 등의 문제점이 따른다. 그리고 맛과 품질적 열화가 발생 될 수 있다(15). 현재까지 핑거루트에 대한 연구는 주로 영양학적, 기능성 평가에 관한 연구이나 가공 적성을 높인 건조 방법이나 분말에 대한 연구는 전무한 상황이다.

따라서 본 연구에서는, 다양한 기능성을 보유하고 있는 핑거루트가 영양학적 가치가 높으나 가공성을 높이는 연구가 필요하므로 다양한 건조 방법을 통해 분말의 이화학적 및 영양학적, 품질적 특성을 파악하고 핑거루트 분말 추출물의 항산화 활성을 평가하여 건강식품으로의 이용가치 향상을 위한 기초 자료로 제시하고자 한다.

제2장 실험 재료 및 방법

제1절 건조방법에 따른 핑거루트의 이화학적 성분 비교

1. 실험재료

본 실험에서 사용한 핑거루트는 2020년 3월 경기 시흥시에 있는 열대 작물 재배 온실에서 생산한 것을 구입하였다. 핑거루트를 미물질을 제거하면서 깨끗하게 수세하고 물기제거를 위해 salad spinner(Caous, WINDAX, Seoul, Korea)를 이용하여 제거시켰다. 건조는 열풍건조과 동결건조 방법으로 진행하였다. 열풍건조는 60℃ 열풍건조기(GNO12, Hanil GNCO Co., Ltd., Jangseong, Korea)에서 40시간 동안 건조하였다. 동결건조는 -70℃에서 72시간 동안 냉동시킨 후 동결건조기(ED 8512, Ilshin, Yangju, Korea)로 건조하였다. 열풍 혹은 동결 건조된 핑거루트는 다시 분쇄기(HR2904, Philips Co., Amsterdam, Netherlands)로 분쇄 하였으며, -70℃에서 보관하며 실험의 시료로 사용했다.

2. 일반성분 분석

열풍 혹은 냉동건조된 핑거루트 분말의 일반성분 분석 방법은 Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.)(16)을 이용하였다. 105℃ 상압가열건조법으로 수분, soxhlet 추출법으로 조지방, micro-kjeldahl법으로 조단백질, 회화법으로 조회분 함량을 각각 분석하고 탄수화물 함량은 100에서 수분, 조회분, 조지방 및 조단백질 함량을 제외한 값으로 계산하였다.

3. 유리 아미노산 분석

핑거루트 분말의 유리 아미노산을 분석하기 위하여 분해관에서 시료 0.5 g, 6 N HCl 3 mL를 칭량한 후 탈기하고 121℃에서 24시간 정도 가수분해하였다. 이때 남은 여액을 rotary vaccum evaporator(EYELA VACUUM NVC-110, Tokyo, Japan)로 감압하고 농축하였다. pH 7.0 sodium phosphate buffer) 10 mL 가지로 정용했다(17). 용액 1 mL membrane filter(0.2 μ m)로 여과한 후 아미노산 자동분석기(S430, SYKAM Co., Gewerbering, Germany)로 분석을 실시하였다. 이때 분석 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Operating conditions of free amino acid auto-analyzer

| Item | Condition |
|--------------------|---|
| Instrument | S430(SYKAM Co., Germany) |
| Column | Cation separation column(LCA K07/Li) |
| Column size | 4.6×150 mm |
| Column temperature | 37~74℃ |
| Buffer pH range | Buffer 0.45 mL/min, reagent 0.25 mL/min |
| Wave length | 440 nm and 570 nm |

4. 지방산 분석

Wungaarden(18) 방법으로 지방산을 분석하였는데 핑거루트 분말 시료 약 2 g 을 클로로포름-메탄올로 추출하고 여과하였다. 그 후 감압하여 농축한 100 mg 정도의 지방을 가지형 플라스크에 넣은 다음 1N-KOH·ethanol 용액 3 mL와 혼합하여 유지 방울이 사라질 때까지 교반하면서 14% BF₃-Methanol 3 mL 를 첨가하였다. 이후 환류냉각기에 부착해서 80°C에서 5분 동안 가열한 후 methylester화 하였다. 이를 통해 얻어진 용액에 NaCl 포화용액(3 mL)을 첨가하여 vortexing 후에 시험관에 옮겨 담아 방치하였다. 상층액을 분리하여 취하여 무수 Na₂SO₄를 넣어 수분을 없앤다음 vial에 이중 0.5 mL를 채취하였다. 분석하기 전 5배 희석한 뒤 Gas Chromatography(GC-17A, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 통하여 분석하였다. 분석에 주어진 조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Operating conditions of gas chromatography for fatty acids

| Item | Condition |
|------------------|---|
| Instrument | GC-17A(Shimadzu Co., Japan) |
| Column | SP TM -2560 capillary column (100 m length×0.25 mm I.d. × 0.25 μm film thickness) |
| Oven temperature | 140°C(10min)→4°C→240°C(30min) |
| Injection temp. | 260°C |
| Detector temp. | 260°C |
| Split ratio | 1:100 |
| Detector | Flame ionization detector |
| Injection volume | 2 μL |

5. 유기산 분석

Kim 등의 방법(19)에 따라 핑거루트 분말의 유기산을 분석하였다. 먼저 각각의 분말 시료 1 g에 증류수 50 mL를 넣어 80℃ 수조에서 4시간 가열하였다. 가열한 시료는 Qualitative Filter paper No. 2 (Advantec, Toyo, Japan)를 사용하여 여과하였다. 여과액은 rotary vacuum evaporator(Rotary vacuum evaporator, EYELA, Tokyo, Japan)로 감압하면서 농축하였다. 그 후 증류수로 10 mL로 첨가한 다음 Ion chromatography (DX-600, Dionex, CA, USA)로 분석하였으며, 분석조건은 Table 3과 같다.

Table 3. Operating conditions of Ion chromatography for organic acids

| Item | Condition |
|--------------|--|
| Instrument | DX-600 (Dionex, USA) |
| Column | Supelcogel tm C-610H column (300 × 3.9 mm, 4 μm) |
| Detector | Photodiode array detector (M990, Waters, MA, USA) |
| Mobile phase | 0.1% phosphoric acid |
| Flow rate | 0.5 mL/min |
| Inj. volume | 15 μL |
| Wave length | 200-300 nm (main 210 nm) |

6. 비타민 분석

비타민 A와 비타민 E 분석을 위한 시험방법은 식품공전 미량영양성분 시험법 (20)을 기준으로 실시하였다. 시료 0.5 g, 에탄올 5 mL, ascorbic acid 0.1 g을 각각 취한 후 10분간 80℃로 가열하였다. 50% KOH 용액 0.25 mL를 더 넣고 20분간 끓인 다음, hexane 5 mL와 증류수 24 mL를 첨가하여 혼합하였다. 이들 혼합물을 20분 동안 1,900 ×g에서 원심분리했다. 상징액 분리하여 얻은 다음 이곳에 다시 hexane 40 mL를 더하고 원심분리하여 다시 상징액을 분리한 후 증류수를 넣어 10분간 보관한 후 상층부분만을 얻었다. 이 과정을 3회 반복하여 실시한 다음, 모든 용액을 합쳐서 Na₂SO₄로 탈수하였다. 그 후 rotary vacuum evaporator를 이용하여 hexane을 감압하고 농축한 다음 HPLC (LC-10AVP, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 성분을 분석하였고, 분석조건은 Table 4와 같다.

Rizzolo 등의 방법(21)에 따라 비타민 C 함량을 분석하였다. 시료 5 g에 metaphosphoric acid(HPO₃) 용액 20 mL를 첨가하여 추출한 후 1,900 ×g에서 20분간 원심분리하였다. 0.45 μm membrane filter로 여과한 다음 HPLC (LC-10AVP, Shimadzu, Kyoto, Japan)을 이용하여 비타민 C를 분석하였고, 분석을 한 조건은 Table 5와 같다.

Table 4. Operating conditions of HPLC for vitamin A and E

| Item | Condition |
|-------------|--|
| Instrument | LC-10AVP (Shimadzu, Japan) |
| Column | Shim-pack GLC-ODS (M) 250 mm |
| Eluent | acetonitrile : isopropanol = 95 : 5 |
| Flow rate | 1 mL/min. |
| Inj. volume | 10 μ L |
| Detection | Retinol : SPD-10A (UV-VIS Detector 254 nm) Tocopherol : RF-10A (Spectrofluorometric Detector) |

Table 5. Operating conditions of HPLC for vitamin C

| Item | Condition |
|------------------|--|
| Instrument | LC-10AVP (Shimadzu, Japan) |
| Column | μ Bondapak C ₁₈ (3.9 \times 300 mm, 10 μ m) |
| Mobile phase | 0.05 M KH ₂ PO ₄ : acetonitrile(60:40) |
| Detector | UV-VIS Detector(254nm) |
| Flow rate | 10 mL/min |
| Injection volume | 20 μ L |

7. 무기질 분석

A.O.A.C. 방법(16)에 따라 무기질 분석을 하였다. 시료 0.5 g에 20% HNO_3 10 mL 와 60% HClO_4 3 mL 를 첨가하여 혼합한 후 색이 투명하게 될 때까지 끓였다. 그 후 0.5 M HNO_3 50 mL로 적용하였다. 무기질 분석 항목별 표준 용액을 혼합한 후 8 mL씩 다른 vial에 취해서 표준용액으로 사용하였으며, 0.5 M HNO_3 을 대조구로 해서 원자흡수분광광도계(AA-6501GS, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 분석했고 이때 분석조건은 Table 6과 같다.

Table 6. Operating conditions of atomic absorption spectrophotometer for minerals

| Item | Condition | | | | | | | |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|---------|--------------------|
| Instrument | AA-6501GS (Shimadzu, Japan) | | | | | | | |
| Lamp Item | Ca | Fe | K | Mg | Mn | Cu | Na | Zn |
| Wave length (nm) | 422.7 | 248.3 | 766.5 | 285.2 | 279.5 | 324.8 | 330.2 | 213.9 |
| Current (mA) | 10 | 12 | 10 | 8 | 10 | 6 | 10 | 8 |
| Slit Width (nm) | 0.5 | 0.2 | 0.5 | 0.5 | 0.2 | 0.5 | 0.2 | 0.5 |
| Lighting Mode | BGC-D ₂ | BGC-D ₂ | Non-BGC | BGC-D ₂ | BGC-D ₂ | BGC-D ₂ | Non-BGC | BGC-D ₂ |
| Burner height (mm) | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| Fuel gas Flow (mL/min.) | 2.0 | 2.2 | 2.0 | 1.8 | 2.0 | 1.8 | 1.8 | 2.0 |

8. 색도, pH 및 당도

색차계(Spectro Colormeter JX-777, Color Techno. System Co., Tokyo, Japan)로 핑거루트 열풍 혹은 동결분말의 색도를 각각 측정했다. 색도는 명도(lightness, L값), 적색도(+redness/-greenness, a값) 및 황색도(+yellowness/-blueness, b값)를 통해 계측하였다. 사용한 표준 백판 보정값은 L값은 89.39이었고, a값 0.13이었으며, b값 -0.51로 설정해서 이용했다.

pH는 분말 시료 5 g에 증류수 45 mL를 넣고 희석하여 균질화한 후, 40°C에서 30분간 sonication(Powersonic 420, Hwashin Technology, Gwangju, Korea)으로 교반하였다. 다시 3,000 rpm으로 20분간 원심분리(Combi-514R, Hanil, Hwaseong, Korea)한 다음 얻어진 상층액을 pH meter(420 Benchtop, Orion Research, Beverly, MA, USA)를 이용하여 pH를 측정하였다.

당도(°Brix)는 각각의 분말 시료 5 g에 증류수 45 mL를 넣고 희석한 후, 40°C에서 30분간 sonication(Powersonic 420, Hwashin Technology, Gwangju, Korea)으로 교반하고 3,000 rpm으로 20분간 원심분리(Combi-514R, Hanil, Hwaseong, Korea)하여 얻어진 상층액을 당도계(SCM-1000, HM Digital, Seoul, Korea)로 측정하였다.

9. 통계처리

본 실험에서는 SPSS 17.0 P/C package (Statistical Package for Social Science, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 통계를 분석했고 3회 동안 반복하여 측정한 평균값±표준오차로 표시하였으며 Student's *t*-test를 실시하여 통계적 유의성을 검정하였다.

제2절 건조방법에 따른 핑거루트 추출물의 항산화 효과

1. 추출 수율

열풍건조 및 동결건조한 핑거루트를 분말화하여 각각 100 g 당 80% 에탄올 1,500 mL을 첨가하였다. 혼합물은 환류냉각관이 붙어 있는 65°C의 Heating mantle(Mtops ms-265, Seoul, Korea)에서 3시간 정도 각각 3회 추출한 후 Qualitative filter paper No.2 (Advantec, Tokyo, Japan)로 여과하였다. 남은 용액은 40°C 수욕 상에서 rotary vacuum evaporator(EYELA VACUUM NVC-1100 Tokyo, Japan)로 용매를 없애고 감압하고 농축하였다. 그 후 동결건조시켜 무게를 측정하여 다음 고형물 함량의 추출 수율을 구하였다(26). 추출시료의 산화 방지를 위해 -70°C에서 냉동 보관하여 사용했다. 추출 용매가 다양한데, 본 연구에서 에탄올 추출을 실시한 이유는 80% 에탄올 추출물이 열수 추출물보다 항산화 활성이 높게 나타났다고(27) 하여 본 실험에서 에탄올을 사용하여 추출하였다.

2. 총 polyphenol 함량 측정

Folin-Denis법(28)에 따라 건조방법을 달리한 핑거루트 에탄올 추출물 안의 총 polyphenol 함량을 측정하였다. 튜브에 핑거루트 열풍 또는 동결 건조 분말 에탄올 추출물을 각각 1 g과 Folin reagent 2 mL을 넣어 섞은 다음 실온에서 3분간 정치하였다. 그 후 10% Na_2CO_3 2 mL을 가하여 잘 섞은 다음 40분 동안 30°C에서 다시 정치하였다. 이들 혼합물은 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)를 이용해 760 nm 에서 흡광도를 잰다. 표준곡선은 gallic acid를 사용해 최종 농도가 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mg/mL가 되게 하

여 기록했으며, 이러한 검량곡선을 이용하여 시료 중의 함유된 총 polyphenol 함량 값을 구하였다.

3. 총 flavonoid 함량 측정

Davis법을 변형한 방법(29)으로 총 flavonoid 함량을 측정하였다. 핑거루트 열풍 혹은 냉동건조 분말 에탄올 추출물을 각각 1 g에 diethylene glycol 2 mL을 더한 다음 잘 섞어주었다. 1N NaOH 20 μ L을 다시 넣어 섞은 다음에 37°C water bath에서 1시간 반응시켰다. 그 후 혼합물은 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)로 420 nm에서 흡광도를 측정하여 총 flavonoid 함량을 측정하였다. 이 때 표준곡선은 quercetin을 사용하였으며, 최종 농도가 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL가 되도록 조제했으며, 이 검량곡선을 통해 시료 중의 총 flavonoid 함량을 계측했다.

4. DPPH radical 소거능 측정

핑거루트 열풍 혹은 동결 건조 분말 에탄올 추출물을 각각 1 g과 0.2 mM 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) 1 mL을 튜브에 넣어 잘 섞은 후 30분 동안 37°C에서 반응킨다. 그후 이들 혼합물을 UV-spectrophotometer(Shimadzu UV-1601PC, Kyoto, Japan)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정했다. 이때 활성의 비교를 위하여 양성대조군으로 비타민 C(Sigma Co., St. Louis, MO, USA)와 합성 항산화제인 butylated hydroxyanisole(BHA) 및 butylated hydroxytoluene (BHT)(Sigma Co., St. Louis, MO, USA)를 이용하여 동일한 방법으로 측정하여 비교하였다. 핑거루트 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능은 $(1 - \text{시료첨가구의 흡광도} / \text{무첨가구의 흡광도}) \times 100$ 에 의하여 계산하여 나타냈다.

5. ABTS radical 소거능 측정

핑거루트 열풍 혹은 동결건조 분말 에탄올 추출물의 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS) radical 소거능은 Re 등(25)의 방법을 응용하여 측정 하였다. 7.4 mM ABTS 용액과 2.6 mM potassium persulfate 용액을 제조한 다음 동일한 비율로 혼합시켰다. 그 후 ABTS radical 양이온(ABTS⁺)의 생성을 위해서 24시간 동안 암소에서 반응시켰다. 그 다음에 ABTS⁺ 용액을 0.7~1.0±0.02의 흡광도가 나올 때까지 734 nm에서 에탄올을 이용하여 희석하였다. 핑거루트 건조 분말 에탄올 추출물 0.1 mL와 ABTS⁺ 용액 0.9 mL를 섞은 후 30분 동안 37°C에서 반응시켰다. ABTS radical 소거능(%) = $[1 - (\text{Abs sample} / \text{Abs blank})] \times 100$ 계산법을 사용하여 백분율로 나타내었다.

6. 통계처리

SPSS(Statistical Package for Social Science)를 이용하여 본 실험에서 얻어진 결과를 통계 분석하였다. 실험군당 평균±표준오차로 표기했고, 영광 모싯잎 사업단의 ‘모싯잎의 생리활성 연구’보고서와 같이 “세 집단 이상의 평균치 분석은 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance)을 한 후 통계적 유의성 검정은 $p < 0.05$ 수준에서 Turkey's test를 사용하여 상호 검정(Post-Hoc test)했으며, 두 집단 사이의 통계적 유의성 검정은 Student's *t*-test”를 통하여 유의성을 확인했다.

제3장 실험결과 및 고찰

제1절 건조방법에 따른 핑거루트의 이화학적 성분 비교

1. 일반성분

핑거루트를 다양한 식품소재로 활용하기 위해서는 분말의 형태로 적용되는 것이 생채로 적용되는 것에 비해 바람직함에도 불구하고 건조 특성에 대한 연구와 그에 따른 이화학적 성분 비교는 전무한 편이다. 따라서 건조방법에 따른 핑거루트의 이화학적 특성을 파악하기 위하여 본 연구를 실시하였다.

열풍건조 및 동결건조한 핑거루트 분말의 일반성분 함량은 Table 7과 같다. 열풍건조 핑거루트 분말의 일반성분 함량은 수분 5.75%, 탄수화물 78.92%, 조단백질 8.1%, 조지방 2.84%, 조회분 4.31%로 나타났다. 동결건조 핑거루트 분말의 일반성분 함량은 수분 2.62%, 탄수화물 80.30%, 조단백질 8.9%, 조지방 3.24%, 조회분 4.94%이었다. 본 연구 결과에서 수분을 제외한 일반성분 함량의 경우 조단백질, 조지방, 조회분 함량이 열풍건조에서 더 높은 함량을 보여 유의미한 차이가 나타났다. 일반적으로 핑거루트 분말은 조지방 함량이 낮은 반면, 탄수화물의 함량이 상당히 높다는 것을 알 수 있었다.

Lee 등(33)의 연구 결과에 의하면 생강 뿌리 분말은 수분 6.4%, 탄수화물 65.4%, 조지방 3.2%, 조단백 6.8%, 조회분 18.2%, 조섬유 7.3% 함량을 나타낸 결과는 본 연구 결과와 유사한 결과를 나타내었다. 이를 통해 생강과 식물인 핑거루트의 주요한 성분은 많은 식물체의 구성성분인 탄수화물로 구성되어 있으며 이는 생강 뿌리와도 유사함을 알 수 있다.

건조방법을 달리한 적하수오의 일반성분을 비교한 연구(34)에서는 동결건조 적

하수오가 열풍건조 적하수오에 비해 조단백질 함량과 조지방 함량이 높게 나타났다. 본 연구에서는 동결건조 핑거루트 분말보다 열풍건조 핑거루트 분말에서 높은 조단백질 및 조지방 함량을 나타내어 상이한 경향을 보였다.

Yoon 등(2019)에 의하면 가용성 무질소물은 soluble sugar, starch 뿐만 아니라 일부 cellulose, hemicellulose 및 lignin 등으로, 탄수화물은 가용성 무질소물과 조섬유의 합으로 표현 할 수 있다고 보고한 바 있다. 적하수오의 경우 가용성 무질소물 함량은 동결건조 적하수오가 열풍건조 적하수오에 비해 높은 함량을 보였으며 이는 본 연구와 상반된 결과를 보여주었다(34).

식용 뿌리식물인 적하수오 연구에 의하며 열풍건조 적하수오 및 동결건조 적하수오의 수분 함량 결과는 각각 7.35% 와 3.18%로 동결건조한 적하수오의 수분함량이 더 낮게 나타났다(34). 열풍건조 핑거루트와 동결건조 핑거루트의 수분 함량은 5.75%와 2.62%로 역시 동결건조 핑거루트의 수분 함량이 적게 나타난 결과와 유사하였다. Lee 등의 연구에 의하면 아로니아의 수분 함량은 진공 동결건조 시험구가 가장 적은 수분 함량을 나타냈다고 하여 본 연구 결과와 같은 경향을 나타내었다.

열풍건조 및 동결건조로 인한 핑거루트의 일반성분 함량은 동결건조 분말에서 유의미한 차이를 보였으나 수치적으로 큰 차이를 보이지 않았다. 따라서 이러한 결과를 통해 수분 함량, 조지방, 조단백, 탄수화물의 일반성분 함량을 통해 살펴본 결과 원가가 높고 건조시간이 긴 동결건조를 사용하기보다는 원가가 싸고 편리한 열풍건조를 사용하는 것이 더욱 효율적인 방법이라 생각된다.

Table 7. Proximate compositions of Fingerroot (*Boesenbergia pandura*) treated with hot air and freeze drying

(% dry basis)

| Composition | Fingerroot | |
|----------------------------|------------------------------|----------------|
| | Freeze drying | Hot air drying |
| Moisture | 2.62±0.05 ^{2)***3)} | 5.75±0.17 |
| Carbohydrate ¹⁾ | 80.30±0.51 | 78.92±0.70 |
| Crude Protein | 8.90±0.13 ^{**} | 8.18±0.23 |
| Crude Fat | 3.24±0.16 [*] | 2.84±0.12 |
| Ash | 4.94±0.17 [*] | 4.31±0.18 |

¹⁾Carbohydrate = 100 - (moisture + crude protein + crude fat + crude ash).

²⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

³⁾Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

2. 유리아미노산

건조 방법을 각각 다르게 한 핑거루트 분말에 함유된 유리 아미노산 함량을 분석한 결과는 Table 8과 같다. 열풍건조 및 동결건조 핑거루트 분말에서 각각 20종, 18종의 유리 아미노산이 검출되었다. 동결건조 핑거루트 분말에서는 나오지 않은 유리 아미노산은 Methionine, β -aminoisobutyric acid이었다. 열풍건조 핑거루트 분말에서는 Arginine이 216.68 mg%로 가장 높았고, 다음으로는 Alanine이 153.84 mg%, Glutamic acid 104.44 mg% 순으로 나타났다. 동결건조 핑거루트 분말에서는 Arginine이 396.15 mg%로 가장 높았고, Lysine이 99.28 mg%, Cystine이 85.71 mg% 순으로 나타났다. 특히 Arginine 함량은 동결건조의 경우 열풍건조 분말에 비해 약 3배 높은 값을 보였다. 이와 마찬가지로 열풍건조와 동결건조는 건조방법에 따라 유리아미노산의 조성 및 함량에 차이가 있음을 알 수 있었다.

아미노산은 아미노산 자체의 다양한 기능을 가지고 있다(35-39). 아미노산 중 맛에 관여하는 성분으로는 Glutamic acid는 감칠맛이 있으며, Aspartic acid는 신맛이 있어 아미노산이 갖는 역가 중에 가장 낮은 3~5 mg/dL 농도에서도 그 맛을 느낄 수 있는 것으로 알려졌다(35). γ -amino-n-butyric acid는 혈류 개선(38)뿐만 아니라 신경 안정효과, 고혈압 저하 등의 생리활성 기능(39)을 하는 것으로 알려져 있으며, ornithine은 간에서 암모니아 해독을 통한 간 보호 기능(36, 37)을 하는 것으로 알려져 있다. 이러한 아미노산들이 동결건조 및 열풍건조 핑거루트 분말에서 다량 검출되었으므로 건강 기능성 식품 소재로서 사용 가능성이 클 것으로 생각된다. 뿐만 아니라 동결건조 및 열풍건조 핑거루트 분말에서 다량의 Lysine이 검출었는데 이는 우리의 주식인 쌀에 부족한 Lysine의 부족함을 보충할 수 있을 것으로 생각된다.

죽순, 연근 및 우엉에 함유하고 있는 아미노산은 총 15종이 검출되었다. 죽순의

아미노산 조성은 Tyrosine이 12.2%로 가장 많이 함유되어 있었으며, Aspartic acid, Glutamic acid, Lysine의 함량 순으로 검출되었다. 연근의 아미노산 조성은 Aspartic acid가 28.8%, 우영의 아미노산 조성은 Arginine이 33.6%로 가장 높은 함량을 나타내었다. Serine, Glutamic acid, Alanine, Threonine, Valine, Lysine 등과 같이 단맛을 내는 아미노산인의 함량이 죽순, 연근 및 우영에 각각 51.6%, 42.0% 및 31.9%으로 나타났으며, Phenylalanine, Arginine, Leucine과 같이 쓴맛을 내는 아미노산인의 함량은 죽순, 연근 및 우영에 각각 17.0%, 15.4% 및 39.4%로 우영에서 가장 높았다고 보고하였다(40). 핑거루트서는 열풍 혹은 동결건조 분말 둘 다 높은 Arginine 함량이 나타났으며, 이로 인해 쓴 맛이 느껴지는 것이라 생각된다. 죽순, 연근 및 우영의 아미노산 조성과 마찬가지로 핑거루트의 분말도 Aspartic acid, Glutamic acid 및 Lysine 함량이 높게 나타났다.

Table 8. Contents of free amino acids in Fingerroot (*Boesenbergia pandura*) treated with hot air and freeze drying

(mg%)

| Amino acid | Fingerroot | |
|------------------------|-------------------------------|---------------------|
| | Freeze drying | Hot air drying |
| Aspartic acid | 59.25±0.81 ^{1)***2)} | 29.22±0.43 |
| Threonine | 24.50±0.23*** | 17.59±0.18 |
| Serine | 29.24±0.77* | 25.64±0.41 |
| Asparagine | 23.52±0.36*** | 42.77±0.56 |
| Glutamic acid | 85.62±1.04** | 104.44±1.72 |
| α-amino adipic acid | 29.71±0.53* | 26.51±0.35 |
| Glycine | 13.11±0.23 | 12.52±0.19 |
| Alanine | 52.37±0.57*** | 153.84±0.17 |
| Cystine | 85.71±0.54*** | 66.95±0.33 |
| Methionine | - | 15.04±0.26 |
| Isoleucine | 33.39±0.38*** | 16.58±0.24 |
| Leucine | 43.05±0.47*** | 26.34±0.36 |
| Tyrosine | 19.54±0.25** | 27.58±0.25 |
| phenylalanine | 34.08±0.40*** | 10.51±0.17 |
| β-aminoisobutyric acid | - | 48.60±0.92 |
| γ-amino-n-butyric acid | 65.77±1.01* | 69.39±1.67 |
| Histidine | 36.98±0.43*** | 19.26±0.30 |
| Ornithine | 0.87±0.04*** | 5.11±0.83 |
| Lysine | 99.28±1.19*** | 61.03±0.59 |
| Arginine | 396.15±3.97*** | 216.68±2.13 |
| Total | 11322.14±12.46** | 995.59±12.25 |

¹⁾All values are expressed as mean ± SE of triplicate determinations.

²⁾Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$.

3. 지방산

건조 방법을 달리한 핑거루트 분말에 포함된 지방산의 함량을 분석한 결과는 Table 9와 같다. 열풍건조 핑거루트 분말에서는 포화지방산이 4종, 불포화지방산이 4종 검출되었으며 동결건조 핑거루트 분말에서는 포화지방산이 3종, 불포화지방산이 4종 검출되었다.

열풍건조 핑거루트의 지방산 함량은 구성 지방산 중에서 Palmitic acid가 40.08%로 가장 높았고 Linoleic acid 23.30%, Oleic acid 11.58% 순으로 나타났다. 동결건조 핑거루트는 Palmitic acid가 34.19%로 가장 높았고, Linoleic acid 29.97%, Linolenic acid 10.22% 순으로 나타났다. 따라서 본 연구에서는 열풍건조와 동결건조 핑거루트의 지방산 함량은 유의미한 차이를 보였다. 핑거루트의 주요 지방산은 항암 효과(41)가 있다고 보고된 연구결과에 의하면 불포화지방산인 Linoleic acid의 함량이 높아 기능성 식품 소재로 활용 가능성을 시사하였으며, 이는 본 연구와 유사한 경향을 보였다.

또한 본 연구에서는 핑거루트의 주요 지방산은 Palmitic acid와 linoleic acid였고 불포화지방산의 함량이 포화지방산보다 높았으며, 건조별로는 동결건조의 불포화지방산 함량이 높게 나타났다. 열풍건조를 통해 불포화지방산의 함량은 줄어들고 포화지방산의 함량은 증가하였다. 이와 같은 결과는 불포화지방산은 불안정한 구조로 되어 있어서 공기 중에 있는 산소, 빛, 열 등을 통해 산화되기 쉬우며, 열풍건조시 불포화지방산에 의한 산화로 인한 감소를 통해 상대적으로 포화지방산의 비율이 증가된 것으로 사료된다. 산화되기가 쉬운 지방산들의 변화를 줄이기 위해서는 열풍 건조에 비해 동결건조가 적합한 방법이라 생각된다(42).

열풍건조 및 동결건조에 의한 마에 포함된 지방산 조성을 분석한 Kwon 등(43)의 결과에서는 동결건조를 할 경우에는 지방산 조성의 변화가 거의 없었으나, 열풍건조를 할 경우에는 Linolenic acid 함량은 감소하고, 포화지방산 함량은 증가하였다는 연구 결과는 본 연구 결과와 유사하게 나타났다.

Table 9. Compositions of fatty acids in Fingerroot (*Boesenbergia pandura*) treated with hot air and freeze drying

(g/100g, total fatty acids)

| Fatty acid | Fingerroot | |
|---|-----------------------------|----------------|
| | Freeze drying | Hot air drying |
| Palmitic acid (C16:0) | 34.19±0.19 ^{1)*2)} | 40.08±0.55 |
| Stearic acid (C18:0) | 9.46±0.25* | 11.50±0.22 |
| Behenic acid (C22:0) | - | 1.59±0.32 |
| Lignoceric acid (C24:0) | 1.70±0.23* | 2.24±0.27 |
| Saturated | 45.35±0.66* | 55.41±0.82 |
| Oleic acid (C18:1n9c) | 11.09±0.13 | 11.58±0.19 |
| Monounsaturated | 11.09±0.13 | 11.58±0.19 |
| Linoleic acid (C18:2n6c) | 29.97±0.28* | 23.30±0.18 |
| Linolenic acid (C18:3n3) | 10.22±0.29** | 5.42±0.14 |
| cis-11,14,17-Eicosatienoic acid (C20:3n3) | 3.37±0.64 | 4.28±0.84 |
| Polyunsaturated | 43.56±1.03** | 33.00±0.61 |

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

²⁾Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$.

4. 유기산

유기산은 일반적으로 산성을 띠는 유기화합물의 총칭하는 것으로 카복시기와 설 폰기가 들어 있는 유기화합물을 일컫는다. 팔미트산, 옥살산, 아세트산, 뷰티르산, 타타르산 등이 포함되며, 그 중 많은 부분은 카복실산이므로 협의적인 의미로는 카복실산을 가리킨다. 그러나 요산(uric acid)이나 아스코르브산(ascorbic acid)을 포함해 카복실산이 아닌 산성 물질도 굉장히 많이 있고, 넓게는 설핀산, 페놀, 설폰산 등도 포함시켜서 말하는 경우가 대부분이다(44).

열풍건조 및 동결건조하여 분말화한 핑거루트의 유기산 함량은 Table 10과 같다. 유기산을 분석한 결과 6종의 유기산이 검출되었다. 핑거루트의 주요 유기산은 Citric acid, Malic acid, Lactic acid와 Acetic acid였다. 열풍건조 핑거루트는 Lactic acid, Acetic acid, Malic acid, Formic acid, Succinic acid 순으로, 동결건조 핑거루트는 Citric acid, Malic acid, Lactic acid, Acetic acid, Formic acid, Succinic acid 순으로 나타났다. 열풍 및 동결건조 핑거루트 분말의 유기산 함량을 살펴보면, Malic acid, Lactic acid, Acetic acid 함량은 건조 방법과 관계없이 유의적 차이를 보이지 않았고, Citric acid, Malic acid 함량은 동결건조 시에 유의미한 정도로 높았으며, Formic acid는 동결건조 핑거루트에서 낮은 함량을 보였다.

돼지감자에 함유된 유기산의 종류로는 Citric acid, Malic acid, Succinic acid였으며, 함량은 Malic acid가 가장 높았고, Citric acid의 순으로 나타났으며, 이들 유기산은 품종과 저장기간 및 온도 등에 따라 차이가 있는 것으로 보고하였다. 본 연구에서도 핑거루트의 주된 유기산은 돼지감자의 주된 유기산과 마찬가지로 Citric acid, Malic acid, Lactic acid, Acetic acid의 순으로 나타나 유사한 경향을 보였다. Citric acid는 하이드록시기(-OH)를 가지는 다염기 카복실산의 하나로 구연산이라고도 하며 과즙이나 다양한 식물의 씨 안에 유리 상태의 산으로 함유되어 있다.

Table 10. Contents of organic acids in Fingerroot (*Boesenbergia pandura*) treated with hot air and freeze drying

(mg%)

| Organic acid | Fingerroot | |
|---------------|----------------------------------|----------------|
| | Freeze drying | Hot air drying |
| Citric acid | 9950.21±39.57 ^{1)***2)} | 6766.98±6.78 |
| Malic acid | 1167.59±24.89 ^{***} | 642.94±16.67 |
| Succinic acid | 19.88±0.36 | 18.23±0.13 |
| Lactic acid | 1002.32±27.62 [*] | 1218.86±33.59 |
| Formic acid | 65.63±0.65 ^{***} | 146.54±0.27 |
| Acetic acid | 1001.89±11.76 [*] | 981.13±5.24 |

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

²⁾Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at ^{*} $p < 0.05$, ^{***} $p < 0.001$.

5. 비타민

주요 에너지원은 아니지만, 신체 기능 조절에 있어서 필수적인 영양소인 비타민은 하루에 필요로 하는 양양섭취 기준이 매우 적기 때문에 균형 잡힌 정상식사를 하는 사람이라면 비타민을 식사 이외에 섭취할 필요는 없는 것으로 나타났다.

열풍건조 및 동결건조하여 분말화한 핑거루트의 비타민 E 와 C 함량은 Table 11과 같다. 비타민 E의 함량은 동결건조에서 90.21 mg%, 검출되었고, 열풍건조에서 35.93 mg% 검출되었다. 비타민 E는 구조상 공기 중의 자외선과 산소와의 접촉으로 불안정하게 되면서 산화가 되기 쉽다는 연구 결과가 있다(12). 따라서 본 연구에서도 동결건조한 핑거루트 분말이 열풍건조한 분말에 비하여 비타민 E의 함량높은 것으로 사료된다. 비타민 C의 함량은 열풍건조에서 90.21 mg%, 검출되었고 동결건조에서 98.32 mg% 검출되었다. 동결건조 핑거루트 분말에서 유의적으로 더 높게 검출되었다. Jin 등(42)의 실험 결과에서도 당근 및 양배추 분말의 비타민 C의 함량 분석 결과, 동결건조를 통해 얻어진 시험구가 열풍건조를 이용하여 얻어진 시험구 보다 높은 것으로 나타났다. 열풍건조할 경우 건조 온도가 높아져 비타민 C 함량이 낮아지는데, 이러한 감소현상은 비타민 C가 열풍건조 과정 중에 ascorbate oxidase의 작용을 받아서 산화가 빠르게 진행되어 그로 인해 비타민 C 손실이 생긴 것으로 여겨진다. 이와 같이 비타민 C는 빛과 열 등에 의해서 쉽게 파괴되어 지며, 산소 존재 하에 가열을 할 경우 비타민 C의 분해 속도가 온도에 비례하여 산화가 촉진된다고 알려져 있다(43). 본 연구에서도 비타민 C 함량이 열풍건조일 때 동결건조에 비해 훨씬 더 적은 수치가 나왔다.

동결건조 방법은 낮은 온도로 건조가 진행되어 비타민 C가 열풍건조 방법에 비해 보존이 잘된 것으로 생각된다. 따라서 동결건조 방법이 핑거루트 분말의 비타민 C와 E 함량이 높다. 그러므로 본 연구에서는 동결건조 방법이 열풍건조 방법에 비해 비타민 유지율을 높이고, 손실율을 감소시킬 수 있는 방법이라 생각된다(42).

Table 11. Contents of vitamins in Fingerroot (*Boesenbergia pandura*) treated with hot air and freeze drying

(mg%)

| Vitamin | Fingerroot | |
|-----------|-------------------------------|----------------|
| | Freeze drying | Hot air drying |
| Vitamin E | 35.93±2.56 ^{1)***2)} | 12.64±0.26 |
| Vitamin C | 98.32±6.20 [*] | 90.21±2.98 |

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

²⁾Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at ^{*} $p < 0.05$, ^{***} $p < 0.001$.

6. 무기질

열풍건조 및 동결건조하여 분말화한 핑거루트의 총 8가지 종류의 무기질 함량을 분석한 결과는 Table 12와 같다. 건조한 핑거루트의 무기질 함량은 K가 가장 높았으며, Mg, Ca, Na의 순으로 함량이 나타났으며 Mn, Fe, Zn, Cu의 함량은 미량 함유되어 있음을 확인하였다. 가장 많은 성분인 K의 함량은 열풍건조 시 1,785.00 mg% 동결건조 시 1,608.00 mg%으로 열풍건조 핑거루트 분말에서 가장 높은 함량을 나타내었다. Lee 등(9)의 의하면 생강 분말의 경우 무기질 함량은 K 함량이 가장 높았으며, Fe, Ca, Mg 순으로 많은 함량을 차지한 다는 연구 결과와 같은 생강과인 핑거루트와 유사한 결과를 보였다.

무기질 성분 중 하나인 K은 근육에서 에너지를 생성에 촉매 역할을 하고, 부족할 경우 손발 저림, 경련, 뇌졸중, 신부전증, 변비 등을 발생시키며, 체액의 전해질 균형에 중요한 역할을 함으로써 정상적인 삼투압 유지, 산과 알칼리 균형 유지에 관여하며, Na과의 균형을 통해 신경계 자극이나 골격근 수축 또는 이완 등의 다양한 생리적인 기능을 담당한다(45). 또한, Mg 및 Fe은 ATP의 합성, 아미노산의 활성화, 단백질 합성 및 에너지대사에도 중요한 역할을 수행한다(9). 따라서 핑거루트는 K의 함량이 높아서 체내의 Na 배출에 도움을 줄 수 있는 기능성 식품으로의 역할을 수행할 수 있다고 판단된다.

한편, 우리 몸의 세포 재생이나 성장에 도움을 주는 무기질 성분 중 Ca은 골 손실을 최대한 적게 하고, 골격 성장기에 최대 골 질량 형성을 도와서 골다공증 예방 효과가 좋은 무기질로 알려져 있다(44). 천연의 진정제인 무기질 성분 중 Ca과 Mg은 2가 양이온으로 서로 길항작용을 통하여 스트레스를 흥분 혹은 억제시키는 기능이 있다. 특히 Mg은 항 스트레스 무기질로 정신적인 흥분을 가라앉히고 침착하게 하며, 다양한 생리적, 생화학적 과정에서 중대한 기능을 수행하고 있다. 마그네슘은 신경과 근육의 세포막 전위의 유지 및 신경근 연결부에서 충격 전도에도 중요한 역할을 한다(46). Mg은 300종 이상의 효소 체계에서 촉매역할 즉 보조인

자로 작용하며, 탄수화물 대사를 통해 에너지 생성 과정에 중요한 역할을 한다. 이외에 지방, 단백질 및 핵산의 합성, 근육의 수축 등에 관여하는 필수 무기질이다.

핑거루트와 같은 생과과인 생강 뿌리 분말의 무기질 함량을 측정한 Lee 등(9)의 연구 결과, K 함량은 2,150 mg/kg, Ca 함량은 257 mg/kg, Na 함량은 50 mg/kg, Mg 함량은 50 mg/kg, Fe 함량은 35 mg/kg, Zn 함량은 0.4 mg/kg, Mn 함량은 0.02 mg/kg, Cu 함량은 0.01 mg/kg 순으로 보고하였다. 본 연구와 비교한 결과, 핑거루트 분말이 Ca 함량은 더 낮았으나, Mg 함량은 더 높게 나타났다.

채소와 과일 등의 식물은 비타민뿐만 아니라 다양한 무기질도 다량 함유되어 있다(47). 하지만 이들 함량은 재배 지역과 품종에 따라서 성분 차이가 발생하며, 이들 성분들은 온도, 저장, 조리 시간, 가공 등의 조건의 차이에 의해서 변화 및 파괴 가능성이 크다고 보고하였다(48-50). 그러나 무기질은 빛이나 열 등의 노출에 의해 쉽게 변화하지 않는 영양소로 알려져 있다(49).

Table 12. Contents of minerals in Fingerroot (*Boesenbergia pandura*) treated with hot air and freeze drying

(mg%)

| Mineral | Fingerroot | |
|---------|-----------------------------|----------------|
| | Freeze drying | Hot air drying |
| Ca | 165.74±17.73 ¹⁾ | 176.53±13.53 |
| K | 1608.00±25.11 | 1785.49±11.85 |
| Mg | 187.86±11.80 ^{*2)} | 203.75±10.74 |
| Fe | 7.25±0.66 | 6.90±0.39 |
| Na | 35.63±0.44 [*] | 39.43±0.42 |
| Mn | 14.89±0.12 ^{**} | 16.56±0.21 |
| Cu | 0.07±0.02 | 0.11±0.02 |
| Zn | 2.57±0.24 | 2.82±0.14 |

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

²⁾Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at ^{*} $p<0.05$, ^{**} $p<0.01$.

7. 색도, pH 및 당도

건조 방법에 따른 핑거루트 분말의 색도를 측정한 결과는 Table 13과 같으며, 분말의 색깔은 Fig 1과 같이 나타났다. 건조방법을 달리한 핑거루트 분말 색도 측정 결과는 건조방법에 따라 L값, a값, b값 모두 유의적인 차이를 보였다. 밝기를 표현하는 L값은 동결건조 및 열풍건조 분말에서 각각 39.85, 39.07로 동결건조 핑거루트 분말의 L값이 유의미하게 더 높게 나타났다. 적색도를 나타내는 a값은 동결건조 -0.07, 열풍건조 2.54으로 열풍건조의 a값이 유의미하게 더 높았다. 황색도를 나타내는 b값은 동결건조 21.44, 열풍건조 21.47으로 차이가 거의 없었다. 이러한 색도 결과 값은 분말의 모습을 육안으로 확인하였을 때와 같은 경향을 보였다. Kwon 등(51)의 연구에 따르면 동결건조한 마 분말이 열풍건조한 마 분말보다 높은 명도와 낮은 적색도를 보여 본 연구와 유사한 결과를 보였다. 이러한 결과는 열풍건조할 경우 열에 의하여 갈변반응이 발생하여 명도는 낮아지고, 적색도 및 황색도는 증가되어진 것으로 사료된다(52)

건조방법에 따른 핑거루트의 pH와 당도를 분석한 결과는 Table 14와 같다. 동결건조한 핑거루트의 pH는 5.92로 나타났으며, 열풍건조한 핑거루트의 pH는 6.29로 열풍건조 핑거루트 분말의 pH 값이 유의미하게 더 높았다. 이는 열풍 및 동결건조 초석잠 분말의 pH를 분석한 결과(53)와 동일한 결과를 보였다. 또한 당도를 나타내는 °Brix 수치는 동결건조 분말에서 2.03, 열풍건조 분말에서 2.77로 나타나 열풍건조 분말에서의 값이 유의미하게 높았다.

Table 13. Color value of Fingerroot (*Boesenbergia pandura*) treated with hot air and freeze drying

| | | Fingerroot | |
|----------------------|---|-----------------------------|----------------|
| | | Freeze drying | Hot air drying |
| Hunter's color value | L | 39.85±0.19 ^{1)*2)} | 39.07±0.25 |
| | a | -0.07±0.16 ^{***} | 2.54±0.08 |
| | b | 21.44±0.26 | 21.47±0.45 |

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

²⁾Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at * $p < 0.05$, *** $p < 0.001$.

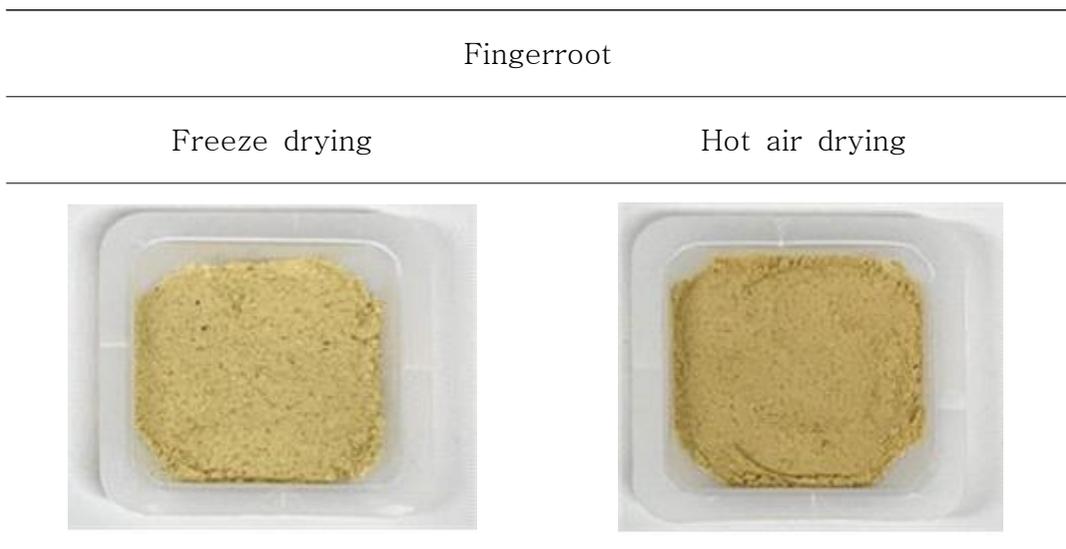


Fig.1. Photographs of Fingerroot powder dried by different methods.

Treatment : See the legend of Table 7.

Table 14. pH value of Fingerroot (*Boesenbergia pandura*) treated with hot air and freeze drying

| Items | Fingerroot | |
|-------|------------------------------|----------------|
| | Freeze drying | Hot air drying |
| pH | 5.92±0.01 ^{1)***2)} | 6.29±0.01 |
| °Brix | 2.03±0.06 ^{***} | 2.77±0.06 |

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

²⁾Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at ^{***} $p < 0.001$.

제2절 건조방법에 따른 핑거루트 에탄올 추출물의 항산화 효과

1. 추출수율

핑거루트의 항산화 활성을 알아보기 위해 열풍건조 및 동결건조하여 시료를 마쇄한 후 80% 에탄올로 추출하여 감압하고 농축한 다음 고형분 함량으로 추출수율을 계산한 결과는 Table 15에 제시하였다. 열풍건조 및 동결건조 핑거루트의 에탄올 추출물의 추출수율은 각각 42.14%와 43.23%로 건조방법에 따른 추출수율의 유의적인 차이는 거의 나타나지 않았다. 이는 Park 등(54)의 보리잎의 추출수율을 연구한 결과와 마찬가지로 건조방법 간에 유의적인 차이를 보이지 않았던 결과와 비슷한 경향이었다.

Kim에 따르면 식물성 polyphenolic 화합물에는 수용성 또는 지용성 성분이 있으며, 추출 조건에 따른 차이에 의한 성분들이 다르기 때문에 추출 수율이 다르다고 하였다. 또한 추출 부위에 따라서도 추출수율이 다른데, 흰 민들레 에탄올 추출물의 경우 부위에 따라 추출수율이 꽃은 32.15%, 잎은 31.63%, 뿌리는 27.48%의 순으로 나타났다(55). 서양 민들레(*T. officinale*)의 부위별 추출수율을 연구한 Han 등의 경우도 추출수율이 뿌리는 29.73%, 잎은 24.66%로 차이가 잇는 것으로 보고하였다. 또한, 산채의 일종인 우산나물 에탄올 추출물의 부위별 추출수율의 연구한 Lee 등(56)의 보고에 따르면 지상부는 18.64%, 뿌리21.29%라고 보고하였다. 이를 종합해 보면 추출수율은 추출용매의 종류, 추출 방법과 시료와의 비율, 추출시간 및 추출온도, 추출용매의 농도 등 추출조건에 따라 그 수율이 달라지는 것으로 생각할 수 있다.

식물 추출물의 생리활성 효과가 우수하다고 해도 추출수율이 낮아지면 경제적인 효율성이 낮아져 실질적으로 식품산업에 적용하기가 어려워 추출수율은 식물 추출물의 제형화와 산업화를 위해 고려되어야 할 중요 요인 중에 하나이다. 추출수율이 최

소한 10% 이상이 되어야 경제성이 좋다고 하는데, 본 실험결과 열풍건조와 동결건조 핑거루트 추출수율은 각각 42.14%와 43.23%로 매우 높아서 경제적으로 활용 가능성이 높은 소재라고 여겨진다.

Table 15. Extraction yield of Fingerroot (*Boesenbergia pandura*) ethanol extracts

| | Fingerroot | |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------|
| | Freeze drying | Hot air drying |
| Extraction yield (%, dry basis) | 23.23±0.42 ^{1)*2)} | 22.14±0.54 |

¹⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

²⁾Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at * $p < 0.05$.

2. 총 polyphenol 함량

식물계에 널리 분포되어 있는 항산화물질로 알려진 폴리페놀은 체내 활성산소종(Reactive oxygen species, ROS)의 발생을 억제하여 대사증후군 예방, 노화의 방지 및 지연효과가 있는 것으로 알려져 있다(57-60). 따라서 최근에는 폴리페놀의 기능성과 연관된 연구 보고가 다양하게 보고되었다(57-62).

본 실험에서 측정된 핑거루트 에탄올 추출물의 건조방법별 총 polyphenol 함량은 Table 16과 같다. 열풍건조 및 동결건조 핑거루트의 총 polyphenol 함량은 각각 71.82 mg GAE/g, 74.13 mg GAE/g, 함유하고 있는 것으로 나타나 건조방법에 따른 유의적 차이를 보였다. 총 polyphenol 함량은 동결건조가 더 높았다.

더덕의 경우 건조방법에 따른 총 polyphenol 함량을 분석한 결과, 열풍건조(50℃, 60℃)한 경우 온도에 의해서는 유의적 차이는 없었으나, 열풍건조 시료는 동결건조 시료에 비하여 유의적으로 낮았다고(61) 하여 본 연구 결과와 비슷한 결과였다. 이러한 결과와 연관하여 식품 중 과일 및 채소류의 경우 열처리 시 열에 민감하게 반응하는 성분의 손실이 발생하는 것으로 볼 수 있다(62).

Table 16. Total polyphenol contents in ethanol extract powder of Fingerroot (*Boesenbergia pandura*) obtained by different drying methods

| | Fingerroot | |
|---|-----------------------------|----------------|
| | Freeze drying | Hot air drying |
| Total polyphenol (mg GAE ¹ /g DM) | 74.13±0.89 ^{2)*3)} | 71.82±0.93 |

¹)GAE: gallic acid equivalent.

²)All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

³)Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at * $p < 0.05$.

3. 총 flavonoid 함량

Flavonoid의 경우도 다양한 생리활성 작용 중 가장 중요한 것이 항산화능인 것으로 알려져 있다(Havsteen, 1983). Flavonoid는 특히 polyphenol 화합물의 한 종류로 알려져 있으며, Flavonoid는 C6-C3-C6를 기본 골격으로 이루어진 물질로 노란색 또는 담황색을 나타내며, 화학 구조에 따라 catechins, isoflavones, flavonols, flavones 등으로 분류되어 진다. 광합성을 하는 식물세포에서는 Flavonoid가 합성 되어 지나, 동물은 체내에서 합성할 수 없다고 한다. 따라서 사람은 주로 차, 과일, 적포도주 및 채소 등으로 부터 flavonoid를 섭취해야 한다고 알려 있다. Flavonoid는 항산화 효과 이외에도 순환기계 질환의 예방, 항박테리아 효과, 항바이러스작용, 항암작용, 항염효과, 산화효소활성 작용 억제능, 면역증강 작용, 지질저하 작용 및 모세혈관 강화작용 등 여러 가지 생물학적 활성을 지니는 것으로 보고되었다(63,64). 또한 암, 뇌와 심장의 허혈성 손상 및 AIDS 등을 예방 내지는 치료제로의 이용을 위한 연구도 활발히 진행되고 있다. 따라서 핑거루트 분말의 라디칼 소거활성을 검토하여 flavonoid 함량을 알아보았고 향후 이를 이용한 기능성 식품 개발을 위한 기초자료를 제시하고자 분석하였다.

본 실험에서 측정된 핑거루트 에탄올 추출물의 건조방법별 총 flavonoid 함량은 Table 17과 같다. 핑거루트 에탄올 추출물의 총 flavonoid 함량은 quercetin을 기준물질로 측정하여 함량을 삼출하였다. 열풍건조 및 동결건조 핑거루트의 총 flavonoid 함량은 각각 2.04 mg QE/g, 7.71 mg QE/g 함유하고 있는 것으로 나타나 건조방법에 따른 유의적인 차이가 나타나 동결건조한 경우가 더 높게 나타났다.

Table 17. Total flavonoid content in ethanol extract powder of Fingerroot (*Boesenbergia pandura*) obtained by different drying methods

| | Fingerroot | |
|--|----------------------------|----------------|
| | Freeze drying | Hot air drying |
| Total flavonoid (mg QE ¹⁾ /g DM) | 7.71±2.16 ^{2)*3)} | 2.04±0.32 |

¹⁾QE: Quercetin equivalent.

²⁾All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

³⁾Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at * $p < 0.05$.

4. DPPH radical 소거능

DPPH radical 소거능의 측정법은 실제 항산화 활성과 관련이 있는 측정방법으로 항산화 물질이 free radical에 전자를 공여함으로써 지질의 산화 억제 척도 방법으로 널리 사용되어 지고 있으며, 체내에서 free radical에 의한 노화 억제 작용의 척도로 이용되고 있다(66). 많은 연구에서 폴리페놀과 플라보노이드 성분의 함량이 많을수록 DPPH 라디칼 소거능도 비례하여 높게 나타난다고 하였다(67). 즉 항산화 활성 측정 방법 중 DPPH radical을 이용한 소거활성 측정법은 비교적 안정된 free radical인 DPPH를 제거하는 항산화물질 활성을 측정하는 것이다(68). DPPH radical 소거능 측정의 원리는 항산화 비타민인 비타민 C 및 비타민 E, polyhydroxy기를 가지고 있는 물질, 방향족 화합물 및 방향족 아민류 등이 대부분 항산화 활성이 있는 물질이므로 이들 물질로부터 전자를 받아서 안정한 분자를 생성하여 free radical이 소거됨에 따라 색깔이 짙은 자색이 탈색되는 원리를 이용한 방법 된다(69). 517nm 부근에서 최대 흡광도를 나타내는 DPPH는 전자를 얻게 되면 흡광도가 줄어들고 일단 환원되어지면 다시 산화되기 어렵기 때문에 free radical을 환원시키는 능력이 높다면 항산화 활성이 우수하고, 활성산소와 free radical 제거 능력이 크다고 볼 수 있다(66).

본 실험에서 측정한 핑거루트 에탄올 추출물의 항산화효과를 알아보기 위하여 핑거루트 에탄올 추출물을 농도를 달리하여 DPPH radical 소거 활성을 측정한 결과는 Table 18과 같다. 열풍건조 및 동결건조한 핑거루트 추출물의 DPPH radical 소거능은 250 µg/mL에서 각각 3.56%, 8.18%를 나타내었으며, 추출물의 첨가 농도가 증가할수록 DPPH radical 소거능도 함께 증가하여 500 µg/mL에서 각각 8.28%, 16.32%를 나타냈고, 1,000 µg/mL에서 각각 18.26%, 29.26%를 나타내었다. 2,000 µg/mL에서는 각각 18.2%, 29.26%를 나타냈다.

각각의 농도별 열풍건조와 동결건조 처리를 하였을 경우 모든 농도에서 DPPH radical 소거능 수치가 열풍건조보다 동결건조가 높게 측정되었다. IC₅₀는 DPPH

radical 소거능의 50%에 해당하는 농도를 의미하는데, 열풍건조 추출물은 IC₅₀ 2602.89 µg/mL 이었으며, 동결건조 추출물은 IC₅₀은 1721.23 µg/mL으로 나타났다. 이러한 수치 비교를 통해 동결건조가 열풍건조보다 항산화 활성이 높은 것을 알 수 있었다.

Table 18. DPPH radical scavenging activity of Fingerroot (*Boesenbergia pandura*) extract powder obtained by different drying methods

| Sample | Concentration ($\mu\text{g/mL}$) | DPPH radical scavenging activity (%) | IC ₅₀ ¹⁾ ($\mu\text{g/mL}$) | |
|-------------------|---------------------------------------|---|--|-------------------------------|
| Fingerroot | 2,000 | 57.93 \pm 0.70 ^{3)a4)} | 1721.23 | |
| | Freeze drying | 1,000 | | 29.26 \pm 0.73 ^c |
| | 500 | 16.32 \pm 1.25 ^a | | |
| | 250 | 8.18 \pm 0.48 ^a | | |
| | 4,000 | 77.72 \pm 0.42 | 2602.89 | |
| | Hot air drying | 2,000 | | 38.14 \pm 1.11 ^b |
| | 1,000 | 18.26 \pm 0.97 ^d | | |
| | 500 | 8.28 \pm 1.25 ^b | | |
| | 250 | 3.56 \pm 0.85 ^b | | |
| BHT ²⁾ | 1,000 | 81.69 \pm 0.28 ^b | | |
| BHA ²⁾ | 1,000 | 81.60 \pm 0.16 ^b | | |
| Ascorbic acid | 1,000 | 89.37 \pm 0.16 ^a | | |

¹⁾IC₅₀: Concentration required to reduce 50% of DPPH radical scavenging activity.

²⁾BHT: butylated hydroxytoluene, BHA: butylated hydroxyanisole.

³⁾All values are expressed as mean \pm SE of triplicate determinations.

⁴⁾Values with different letters in the same concentration are significantly different at $p < 0.05$.

5. ABTS radical 소거능

항산화효과를 측정하는 또 다른 방법인 ABTS+ radical 소거능도 색 반응을 이용한 편리하고 효율적인 항산화효과 측정 방법으로 식품뿐만 아니라 약학, 농업 분야 등에서 널리 이용되고 있다(Alam 등, 2013,). Re 등은 ABTS+ 가 734 nm에서 최고의 흡광도를 나타내며, 시료의 반응시간은 1분 이상이면 충분하며, 항산화 물질의 농도가 증가할수록 ABTS+ 라디칼 소거능도 증가한다고 하였다. ABTS+ 라디칼 소거능은 친수성뿐만 아니라 소수성 화합물의 항산화력 측정에도 사용이 가능하고, 추출물 자체가 가지고 있는 고유의 색소에 의한 영향도 최소한으로 작용하기 때문에 DPPH radical 소거능 측정방법보다 보다 정확하게 항산화력을 측정할 수 있다고 하였다(Arnao 등, 2001a; Boligon 등, 2014.).

ABTS를 이용한 건조 방법을 달리한 핑거루트 분말 에탄올 추출물의 radical 소거능은 Table 19와 같다. 열풍건조 및 동결건조 핑거루트 분말 에탄올 추출물의 ABTS radical 소거능은 각각 125 μ g/mL에서 14.03%, 19.87%, 250 μ g/mL에서 34.33%, 33.01%, 500 μ g/mL에서 42.78%, 53.82%, 1000 μ g/mL에서 60.95%, 79.12%로 건조 방법에 따른 유의적인 차이를 보였으며, 추출물의 농도 함량이 증가할수록 radical 소거능이 높아짐을 나타내었다. 합성 항산화제인 butylated hydroxy anisole(BHA), dibutylhydroxy touene(BHT) 및 ascorbic acid는 각각 96.09%, 96.02%, 98.41%를 나타내 핑거루트 분말 에탄올 추출물이 합성 항산화제의 ABTS radical 소거능보다 다소 낮게 나타났다. ABTS radical 소거능의 IC₅₀은 열풍건조가 707.79 μ g/mL 이고 동결건조가 522.71 μ g/mL이다. 이러한 수치 비교를 통해 동결건조가 열풍건조보다 항산화 활성이 높은 것을 알 수 있었다.

황정승의 연구에 따르면 삼채 각 부위별 ABTS radical 소거능을 측정한 결과는 잎, 인경 및 뿌리의 경우 각각 78.7-103.4 mg VCE/100 g FW, 35.8-51.1 mg VCE/100 g FW, 42.0-55.9 mg VCE/100 g FW의 항산화능을 나타나 잎이 가장 높게 나타났다. 이 결과는 하우스 재배 삼채의 항산화능이 잎에서 가장 높게 나타

났다(70). 또한 용매에 따른 결과는 삼채의 모든 부위에서 물 또는 무수 메탄올 추출물보다는 20-80% (v/v) 메탄올-물 혼합용매 추출물에서 항산화능이 가장 높게 나타났다.

Table 19. ABTS radical scavenging activity of Fingerroot (*Boesenbergia pandura*) extract powder obtained by different drying methods

| Sample | Concentration ($\mu\text{g/mL}$) | ABTS radical scavenging activity (%) | $\text{IC}_{50}^{1)}$ ($\mu\text{g/mL}$) |
|-------------------|---------------------------------------|---|---|
| Fingerroot | 1000 | $79.12 \pm 0.44^{3)c4)}$ | 522.71 |
| | Freeze | 53.82 ± 0.60^a | |
| | drying | 33.01 ± 0.66^a | |
| | 125 | 19.87 ± 0.82^a | |
| | 1000 | 60.95 ± 0.23^d | |
| Hot air | 500 | 42.78 ± 0.60^b | 707.79 |
| | drying | 34.33 ± 1.34^a | |
| | 125 | 14.03 ± 1.16^b | |
| BHT ²⁾ | 1000 | 96.02 ± 0.17^b | |
| BHA ²⁾ | 1000 | 96.09 ± 0.11^b | |
| Ascorbic acid | 1000 | 98.41 ± 0.06^a | |

¹⁾ IC_{50} : Concentration required to reduce 50% of DPPH radical scavenging activity.

²⁾BHT: butylated hydroxytoluene, BHA: butylated hydroxyanisole.

³⁾All values are expressed as mean \pm SE of triplicate determinations.

⁴⁾Values with different letters in the same concentration are significantly different at $p < 0.05$.

제4장 요약 및 결론

본 연구에서는 다양한 기능성을 보유하고 있는 핑거루트가 영양학적 가치가 높으나 가공성을 높이는 연구가 필요하므로 동결건조 및 열풍건조를 통해 핑거루트 분말의 이화학적 및 영양학적, 품질적 특성을 비교분석하였으며, 핑거루트 분말 추출물의 항산화 활성 평가를 실시하였다.

건조방법을 달리한 핑거루트 분말의 일반성분 결과는 다음과 같다. 동결건조 핑거루트 분말의 일반성분 함량은 수분 5.75%, 탄수화물 78.92%, 조단백질 8.1%, 조지방 2.84%, 조회분 4.31%로 나타났으며, 열풍건조 핑거루트 분말의 일반성분 함량은 수분 2.62%, 탄수화물 80.30%, 조단백질 8.9%, 조지방 3.24%, 조회분 4.94%이었다. 본 연구 결과 수분을 제외한 일반성분 함량의 경우 조단백질, 조지방, 조회분이 동결건조에서 더 높은 함량을 보여 유의미한 차이가 나타났다. 또한 수분 함량은 동결건조에서 5.75%, 열풍건조에서 2.62%로 나타나 열풍건조 핑거루트 수분 함량이 낮게 나타났다. 열풍건조 및 동결건조한 핑거루트 분말의 영양학적 차이를 분석하기 위해 유리아미노산을 분석한 결과, 각각 20종, 18종의 유리 아미노산이 검출되었다. 동결건조 핑거루트 분말에서는 검출되지 않은 유리 아미노산은 Methionine, β -aminoisobutyric acid이었다. 열풍건조 핑거루트 분말에서는 Arginine이 216.68 mg%로 가장 높았고, 다음으로는 Alanine이 153.84 mg%, Glutamic acid 104.44 mg% 순으로 나타났다. 동결건조 핑거루트 분말에서는 Arginine이 396.15 mg%로 가장 높았고 Lysine이 99.28 mg%, Cystine이 85.71 mg% 순으로 나타났다. 특히 Arginine 함량은 동결건조의 경우 열풍건조 분말에 비해 약 3배 높은 값을 보였다. 따라서 이러한 수치를 통해 열풍건조 및 동결건조의 건조 방법에 따라 유리 아미노산의 조성과 함량에 차이가 있음을 알 수 있었다. 지방산 분석 결과, 열풍건조 핑거루트 분말에서는 포화지방산이 4종, 불포화지방산이 4종 검출되었으며 동결건조 핑거루트 분말에서는 포화지방산이 3종, 불포화지

방산이 4종 검출되었다. 특히 열풍건조 핑거루트의 지방산 함량은 구성 지방산 중 Palmitic acid가 40.08%로 가장 높았고 Linoleic acid 23.30%, Oleic acid 11.58% 순으로 나타났다. 동결건조 핑거루트는 Palmitic acid가 34.19%로 가장 높았고, Linoleic acid 29.97%, Linolenic acid 10.22% 순으로 나타났다. 결과적으로 본 연구에서는 열풍건조 및 동결건조 핑거루트의 지방산 함량은 의미 있는 차이를 보였다. 열풍건조 및 동결건조하여 분말화한 핑거루트의 유기산을 분석한 결과 총 6종의 유기산이 검출되었으며, 주요 유기산은 Malic acid, Citric acid, Lactic acid와 Acetic acid였다. 열풍건조 핑거루트는 Lactic acid, Acetic acid, Malic acid, Formic acid, Succinic acid 순으로, 동결건조 핑거루트는 Citric acid, Malic acid, Lactic acid, Acetic acid, Formic acid, Succinic acid 순으로 나타났다. 그러나 열풍 및 동결건조 핑거루트 분말의 유기산 함량을 살펴보면, Malic acid, Lactic acid, Acetic acid 함량은 건조방법에 상관없이 유의적 차이를 보이지 않았고, Citric acid, Malic acid 함량은 동결건조 시에 유의하게 높았으며, Formic acid는 동결건조 핑거루트에서 낮은 함량을 보였다. 핑거루트의 비타민 E와 C 함량 측정 결과, 비타민 E의 함량은 열풍건조에서 12.64 mg%, 검출되었고 동결건조에서 35.93 mg% 검출되었다. 동결건조 핑거루트 분말에서 유의적으로 더 높게 검출되었다. 비타민 C의 함량은 열풍건조에서 90.21 mg%, 검출되었고 동결건조에서 98.32 mg% 검출되었다. 동결건조 핑거루트 분말에서 유의적으로 더 높게 검출되었다. 무기질 함량의 경우 건조 방법의 관계없이 K 함량이 가장 높았으며, Mg, Ca, Na 함량 순으로 함량이 나타났으며 Mn, Fe, Zn, Cu의 함량은 미량 함유되어 있음을 확인하였다. 가장 많은 성분인 K 함량은 열풍건조 시 1,785.00 mg% 동결건조 시 1,608.00 mg%으로 열풍건조 핑거루트 분말에서 가장 높은 함량을 나타내었다. 핑거루트 건조분말의 이화학적 품질특성을 위하여 색도, pH 및 당도를 측정하였으며, 색도의 경우 밝기를 나타내는 L값은 동결건조 및 열풍건조 분말에서 각각 39.85, 39.07로 동결건조 핑거루트 분말의 L값이 유의미하게 더 높게 나타났다. 적색도를 나타내는 a값은 동결건조 -0.07, 열풍건조 2.54으로 열풍

건조의 a값이 유의미하게 더 높았다. 황색도를 나타내는 b값은 동결건조 21.44, 열풍건조 21.47으로 차이가 거의 없었다. 이러한 색도 결과 값은 분말의 모습을 육안으로 확인하였을 때와 같은 경향을 보였다. 동결건조한 핑거루트의 pH는 5.92로 나타났으며, 열풍건조한 핑거루트의 pH는 6.29로 열풍건조 핑거루트 분말의 값이 유의미하게 더 높았다. 당도를 나타내는 °Brix 수치는 동결건조 분말에서 2.03, 열풍건조 분말에서 2.77로 나타나 열풍건조 분말에서의 값이 유의미하게 높았다.

건조방법에 따른 핑거루트 분말의 항산화 활성을 평가하기 위하여 용매 중 에탄올을 사용하여 추출을 실시하였으며 그 결과 추출수율은 열풍 건조 분말이 22.14%, 동결건조 분말이 23.23%로 나타났다. 열풍건조 및 동결건조를 실시한 핑거루트 분말 추출물의 총 polyphenol 함량을 분석한 결과, 각각 71.82 mg GAE/g, 74.13 mg GAE/g 함유하고 있는 것으로 나타나 동결건조할 경우 유의하게 높았다. 총 flavonoid 함량도 총 polyphenol 함량과 유사하게 동결건조할 경우 높게 나타났다. 열풍건조 및 동결건조 핑거루트 추출물의 DPPH radical 소거능은 250 µg/mL에서 각각 3.56%, 8.18%를 나타냈고, 추출물의 농도가 증가할수록 DPPH radical 소거능도 함께 증가하여 500 µg/mL에서 각각 8.28%, 16.32%를 나타냈고 1,000 µg/mL에서 각각 18.26%, 29.26%를 나타냈다. 2,000 µg/mL에서 각각 18.2%, 29.26%를 나타냈다. 건조방법에 따른 DPPH radical 소거능은 유의적 차이를 나타냈다. 열풍건조 및 동결건조 핑거루트 분말 에탄올 추출물의 radical 소거능은 각각 125µg/mL에서 14.03%, 19.87%, 250 µg/mL에서 34.33%, 33.01%, 500µg/mL에서 42.78%, 53.82%, 1000µg/mL에서 60.95%, 79.12%로 건조 방법에 따른 유의적인 차이를 보였으며 농도함량이 증가할수록 radical 소거능이 높아짐을 나타내었다.

따라서, 이러한 연구 결과를 종합해 보면 열풍건조 및 동결건조의 건조방법에 따라 핑거루트의 일반성분과 영양성분 및 항산화 활성의 함량 및 활성 차이가 있음을 알 수 있었으며 이는 사용 목적에 따라 효율적인 건조 방법의 선택이 필요하다는 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. Kim DS, Kim MS, Kim YJ, Kim SJ. 2012. Accounting for economic growth in Korea:1970~2010. Korea Development Institute: 3-4.
2. Jung YH, Lee SH. 2019. The impact of workforce aging on labor productivity: Using the regional panel dataset in Korea. Journal of Digital Convergence 17: 1-7.
3. Cho YJ, Ju IS, Kwon OJ, Chun SS, An BJ. & Kim. JH. 2008. Biological and antimicrobial activity of *Portulaca oleracea*. Journal of Korean Biology Chemistry 51: 49-54.
4. Albertazzi P, Steel SA, Clifford E, Bottazzi M. 2002. Attitudes towards and use of dietary supplementation in a sample of postmenopausal women. Climacteric 5(4): 374.
5. Cho YJ, Ju IS, Chun SS, An BJ, Kim JH, Kim MW, Kwon OJ. 2008. Screening of biological activities of extracts from *Rhododendron mucronulatum* Turcz. flowers. Journal of Korean Food Science Nutrition 37: 276-281.
6. J. Kedziora & G. Bartosz. (1988). Down's syndrome: a pathway involving the lack of blance of reactiveoxygen species. Free Radical Biology Medicine 4(5): 317-319.
7. Huang MT, Ho CT, Lee C. 1992. Phenolic compounds in food and their effects on health (II), antioxidants and cancer prevention.
8. Kang MA, Kim MB, Kim JH, Ko YH, Lim SB. 2010. Integral antioxidative capacity and antimicrobial activity of pressurized liquid extracts from 40 selected plant species. Journal of Korean Social Food Science Nutrition

- 39: 1249-1256.
9. Lee KH, Shin ES, Sim EJ, Bae YJ. 2020. Comparison of Antioxidant and Antimicrobial Activities of Fingerroot and Ginger. *Korean Journal of Food Nutrition* 33: 105-106.
 10. Lee WH, Cho JC. 2018. Quality Characteristics of Takju added with Finger Root. Dept. of Culinary and Foodservice Management, Sejong University: 40.
 11. Kwon BJ. 2018. Instuctor Product Characteristics of Organic Muffins added with freexe dried edible flower and finger root powder. Major in Food Service Management Dept. of Hotel, Tourism and Restaurant Management Graduate School of Business Administration Hansung University: 5.
 12. Kim Ah-Ra, Lee Hyun-Joo, Jung Hae-Ok, Lee Jae-Joon. 2014. Physicochemical Composition of Ramie Leaf According to Drying Methods. *Korean Soc Food Science Nutrition* 43(1): 118-127.
 13. Baek SE, Woo SK. Antioxidant Activity of Crude Gingerol I. Thermal Stability of Gingerol (rom Ginger and Effect of its Concentration on the Oxidation of Soybean Oil. 1993. *Korean Journal of Social Food Science*: 33.
 14. Park NH. 1995. General outline and status of application for freeze-drying. *Journal of Air-Condition Refrigerator Eng* 24: 338-345.
 15. Park YJ, Lee JJ. 2020. Comparison of Nutritional Components and Antioxidative Effects of *Spergularia marina* According to Different Drying Methods. *Korean J Community Living Sci*: 53.
 16. Lee SJ, Park JH, Lee C, Moon BK. 2013. Quality characteristics of jook

- prepared with *Hericium erinaceum* Powder. Journal Of Korean Food Culture 30: 227-232.
17. Water Associates. 1990. Analysis of amino acid in waters. PICO. TAG system. Young-in Scientific Co. Seoul, Korea: 41-46.
 18. Van Wungaarden D. 1967. Modified rapid preparation fatty acid esters from liquid for gas chromatographic analysis. *Anal Chem* 39: 848-850.
 19. Park BH, Ko GM, Jeon ER. 2015. Quality characteristics of jook prepared with *Hericium erinaceus* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 24: 631-640.
 20. Yang SW, Kim BR, Park GH, Lee GW, Yeon SH, Lee D, Son GH, Kang GH, Kim SH, Moon BG. 2014. Quality characterists of cream soup with *Hericium erinaceus* powder. *J East Asian Soc Dietary Life* 24: 631-640.
 21. AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Association of official analytical chemists. Washington, DC, USA, 788.
 22. Kim DH, Lim DW, Bai S, Chun SB. 1997. Fermentation characteristics of whole soybean meju model system inoculated with 4 *Bacillus* strains. *Korean J Food Sci Technol* 29: 1006-1015.
 23. Korea Food and Drug Association. 2005. Food standards codex. Korean Foods Industry Association, Seoul, Korea: 383-385, 367-368.
 24. Rizzolo A, Formi E, Polesello A. 1984. HPLC assay of ascorbic acid in fresh and processed fruit and vegetables. *Food Chem* 14: 189-199.
 25. 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 Biololy Medicine* 26: 1231-1237.
 26. Jung GT. Ju IO, Choi JS. Hong JS. 2000. The antioxidative, antimicrobial and nitrite scavenging effects of *Schizandra chinensis*

- RUPRECHT(Omija)seed. Korean Journal of Food Science Technology 32: 928-935.
27. Lee KI, Kim SM. 2009. Antioxidative and antimicrobial activities of *Eriobotrya japonica* Lin. leaf extracts. Journal of Korean Food Science Nutrition 38: 276-273.
 28. Folin O. Denis W. 1912. On phosphotngastic phosphomolybdic compounds as color regents. Journal of Biology Chemistry 12: 239-249.
 29. Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH. 2002. Standard food analysis. Jig-moon wha sa: 381-382.
 30. Biois MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 181: 1199-1203.
 31. Ahn SI, Heuing BJ, Son JY. 2007. Antioxidative activity and nitrite-scavenging abilities of some phenolic compounds. Korean Journal of Food Cookery Science 23: 19-24.
 32. Kim YT, Lee MS. 2014. Changes in antioxidative activities and general composition of Mung beans according to roasting temperature. Journal of East Asian Dietary Life 24(2): 217-223.
 33. Lee HR, Lee JH, Park CS, Ra KR, Ha JS, Cha MH, Kim SN, Choi Y, Hwang J, Nam JS. 2014. Physicochemical properties and antioxidant capacities of different parts of ginger(*Zingiber officinale* Roscoe). Journal of Korean Food Science Technology 43: 469-474.
 34. Oh JS, Hong JH, Park TY, Yun KW, Kang KY, Jin SW, Kim KJ, Ban SE, Im SB, Koh YW, Seo KS. 2018. Chemical Constituents in *Polygonum multiflorum* Thunberg Root Based on Various Dry methods. Korean Journal of Plant 31: 283-293.

35. Kato H, Rhue MR, Nishimura T. 1989. Role of amino acids and peptides food taste. ACS Symposium series-American Chemical Society. USA.
36. Muting D, Kalk JF. 1992. Long-term effectiveness of high-dosed ornithine-aspartate on urea synthesis rate and portal hypertension in human liver cirrhosis *Amino Acids* 3: 147-153.
37. Shi HP, Fishel RS, Efron DT, William JZ, Foshel MH, Barbul A 2002. Effect of supplemental ornithine on wound healing. *Journal of Surgical* 106: 299-302.
38. Ryu BH, Jeon JH. 2004. Continuous production of γ -aminobutyric acid by immobilization of *Lactobacillus brevis*. *Journal of life Science* 14: 167-173.
39. Difiglia M, Aronin N. 1990. Synaptic interactions between GABAergic neurons and trigemiothalamic cells in the rat trigeminal nucleus caudalis. *Synapse* 6: 358-363.
40. Han SJ, Gu SJ. 1993. Study on the Chemical Composition in Bamboo Shoot Lotus Root and Burdock-Free Sugar, Fatty Acid, Amino Acid and Dietary Fiber Contents. *Korean Journal of Food Science*: 86.
41. Joo LJ, Kim JJ. 2002. Oxidative stability and flavor compounds of sesame oils blended with vegetable oils. *Korean Joournal of Food Science Technology* 34: 499-502.
42. Kim AR. 2013. Physicochemical composition and physiological activities of Ramie leaf according to drying methods. Graduate School of Chosun University: 40-41.
43. Kwon JH, Lee GD, Lee SJ, Chung JU. 1998. Changes in chemical components and physical properties with freeze drying and hot air-drying of *Dioscorea batatas*. *Journal of Korean Social Food Science Nutrtrion* 27: 908-913.

44. Choi HM. 2011. 21th nutrition(4th edition), kyomunsa, paju, Korea: 276.
45. 표준국어대사전 국립국어원
46. Na JH, Lee SE, Jeong CY, Park SS, Ahn KY. 2001. Morphological adaptive responses of intercalated cell of renal collecting duct to chronic changes of potassium diet. *Korean Journal of Nephrology* 20: 802-814.
47. Nieves JW, Komar L, Cosman F, Lindsay R. 1998. Calcium potentiates the effect of estrogen and calcitonin on bone mass: review and analysis. *Am J Clin Nutr* 67: 18-24.
48. Park MY, Lee GS, Park SJ. 2010. Magnesium. *Power Food Super Food*
49. Cho JS. 1984. *Food materials* 8th ed. Moonwoondang, Seoul, Korea: 139-184.
50. Lee YC. 1984. Effect of ethephon treatment on vitamin and mineral contents of fresh tomatoes. *Korean J Food Sci Technol* 15: 409-413.
51. Lee YC. 1984. Effect of ripening methods and harvest time on vitamin content of tomatoes. *Korean Journal of Food Science Technology* 16: 59-65.
52. Park WB, Kim DS. 1995. Changes of contents of β -carotene and vitamin C and antioxidative activities of juice of *Angelica keiskei* Koidz stored at different conditions. *Korean Journal of Food Science Technology* 27: 375-379.
53. Fennema OG. 1996. *Food Chemistry*. 3rd ed. Marcel Dekker, New York: 547-551.
54. Kwon JH, Lee GD, Lee SJ, Chung SK, Choi JU. 1998. Changes in chemical components and physical properties with freeze drying and hot air-drying of *dioscorera batatas*. *Journal of Korean Food Science*

- Nutrition 27: 908-918.
55. Kim HJ, Lee JH. 2009. Physicochemical properties of salicornia herbacea powder as influenced by drying methods. Food Engineering Progress 13: 105-109.
 56. Tae MH. 2016. Physicochemical characteristics and development liquid food of Stachys sieboldii Miq root powder according to drying methods. Chungnam National University, Daejeon, Korea
 57. Park SJ, Joung YM, Choi MK, Kim YK, Kim JG, Kim KH, Kang MH. 2008. Chemical Properties of Barley Leaf Using Different Drying Methods. Journal of Korean Food Science Nutrition: 60-65.
 58. Yoo KM, Kim SH, Chang JH, Hwang IK, Kim KI, Kim SS, Kim YC. 2005. Quality Characteristics of Sulgidduk Containing Different Levels of Dandelion(*Taraxacum officinale*) Leaves and Roots Powder. Korean Journal of Food Cookery Science: 110-115.
 59. Lee YS, Ahn DS, Joo EY, Kim NW. 2009. Antioxidative Activities of *Syneilesis palmata* Extracts. Journal of Korean Food Science Nutrition: 1471-1477.
 60. Kim JP, Chon IJ, Cho HK, Ham IH, Whang WK. 2004. The antioxidant and the antidiabetic effects of ethanol extract from biofunctional foods prescriptions. Korean Journal of Pharmacogn 35: 98-103.
 61. Kim HR, Seog EJ, Lee JH, Rhim JW. 2007. Physicochemical properties of onion powder as influenced by drying methods. Journal of Korea Food Science Nutrition 36: 342-347.
 62. Nicoli MC, Anese M, Parpinel M. 1999. Influence of processing enhances the nutritional value of tomatoes by increasing total antioxidant activity. Journal of Agric Food Chemistry 50: 3010-3014.

63. cha JY, Cho YS. 2001. Biofunctional activities of citrus flavonoids. Journal of Korean Agricultural Chemistry Biothchnol 44: 122-128.
64. Kawaguchi K, Mizuno T, Aida K , Uchino K. 1997. Hesperidin as an inhibitor of lipases from porcine pancreas and pseudomonas. Biosci Biotechnol Biochem 61: 102-104.
65. Blios MS.1958. Antioxidant deterninations by the use of a stable free radical. Nature 1818: 1199-1203.
66. Kim OS. 2010. Physiological and quality characteristics of bakery products added with mosi leaf powder. Ph.D. Thesis, Sejong University, Korea.
67. Paik JE, Bae HJ, Joo NM, Lee SJ, Jung HA, Ahn EM. 2010. The quality characteristics of cookies with added boehmeria nivea. Korean Journal of Food Nutrition 23: 446-452.
68. KimJH, Kim JK, Kang WW, Ha YS, Choe SW, Moon KD. 2003. Chemical composition and DPPH radical scavenger activity in different section of safflower. Journal of Korean Food Science Nutrition 32: 733-738.
69. Cho MS. 2003. A study of intakes of vegetables in Korea. Korean Jurnal of Food Culture 18: 601-612.
70. 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 Biology Medicine 26: 1231-1237.