



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(영양교육)학위논문

건조방법에 따른 오크라의 영양성분 및 항산화활성 비교

조선대학교 교육대학원

영양교육전공

배진경

건조방법에 따른 오크라의 영양성분 및 항산화활성 비교

*Comparison of Nutritional components and
Antioxidant Activities of Abelmoschus esculentus
using Different Drying Methods*

2021년 2월

조선대학교 교육대학원

영양교육전공

배진경

건조방법에 따른 오크라의 영양성분 및 항산화활성 비교

지도교수 이 주 민

이 논문을 교육학석사(영양교육)학위 청구논문으로 제출함

2020년 10월

조선대학교 교육대학원

영양교육전공

배 진 경

배진경의 교육학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 조선대학교 교수 김복희 인

심사위원 조선대학교 교수 이재준 인

심사위원 조선대학교 교수 이주민 인

2020년 12월

조선대학교 교육대학원

< 목 차 >

ABSTRACT

I. 서 론	1
II. 연구방법	3
1. 실험재료	3
2. 시료추출	3
3. 일반성분 분석	4
4. 구성 아미노산 분석	4
5. 유기산 분석	5
6. 지방산 분석	6
7. 무기질 분석	7
8. 총 polyphenol 함량 측정	7
9. 총 flavonoid 함량 측정	8
10. ABTS ⁺ 라디칼 소거능	8
11. DPPH 라디칼 소거능	9
12. Reducing Power	9
13. FRAP	9
14. 통계처리	10

Ⅲ. 연구결과 및 고찰	11
1. 일반성분 분석	11
2. 구성아미노산 분석	12
3. 유기산 분석	14
4. 지방산 분석	16
5. 무기질 분석	18
6. 총 Polyphenol 및 총 Flavonoid 함량	20
7. ABTS ⁺ 라디칼 소거능	22
8. DPPH 라디칼 소거능	23
9. Reducing Power	25
10. FRAP	26
Ⅳ. 요약 및 결론	27
참 고 문 헌	29

LIST OF TABLES

Table 1. Operating conditions of amino acid auto-analyzer	4
Table 2. Analytical condition of HPLC	5
Table 3. Operating conditions of gas chromatography for fatty acids	6
Table 4. Instrument and Analysis conditions	7
Table 5. Proximate compositions of <i>Abelmoschus esculentus</i> treated with hot air dried or freeze dried methods	11
Table 6. Contents of free amino acids in hot air dried or freeze dried <i>Abelmoschus esculentus</i>	13
Table 7. Contents of organic acids in hot air dried or freeze dried <i>Abelmoschus esculentus</i>	15
Table 8. Contents of free acids in hot air dried or freeze dried <i>Abelmoschus esculentus</i>	17
Table 9. Contents of minerals in hot air dried or freeze dried <i>Abelmoschus esculentus</i>	19
Table 10. Total polyphenol and total flavonoid contents of hot air dried or freeze dried <i>Abelmoschus esculentus</i>	21

Table 11. Ferric reducing antioxidant power of ho tair dried and freeze dried *Abelmoschus esculentus* 26

LIST OF FIGURES

Figure 1. ABTS⁺ radical-scavenging activity of hot air dried or freeze dried *Abelmoschus esculentus* 22

Figure 2. DPPH⁺ radical-scavenging activity of hot air dried or freeze dried *Abelmoschus esculentus* 24

Figure 3. Reducing power of hot air dried or freeze dried *Abelmoschus esculentus* 25

ABSTRACT

Comparison of Nutritional components and Antioxidant Activities of Abelmoschus esculentus using Different Drying Methods

by. Bae Jin-Kyung

Advisor : Prof. Joomin Lee, Ph.D.

Mjor in Physics Education

Graduate School of Chosun University

This study compares proximate analysis and antioxidant activity of hot-air dried and freeze-dried *Abelmoschus esculentus*.

Based on the result of the proximate analysis, hot-air dried samples contained higher contents of carbohydrates and crude ash while freeze-dried samples were higher in crude fat and azoprotein. Both dried samples of *Abelmoschus esculentus* contained high content of Leucine, an essential amino acid, and Glutamic acid, a non-essential amino acid. Additionally, essential and non-essential amino acid contents in freeze-dried samples were higher. In hot-air dried samples, contents of organic acid was highest in Malic acid followed by Citric acid, Acetic acid, and Succinic acid in respective order while Malic acid contents was highest in freeze-dried samples followed by Acetic acid, Citric acid, and Succinic acid in respective order. The total amount of organic acids was higher in freeze-dried sample than in hot-air dried sample. 16 different types of fatty acids were found in the dried samples of *Abelmoschus esculentus*. Freeze-dried samples were indicated to have higher contents of fatty acid and minerals. The total amount of polyphenol was higher in freeze-dried sample while that of flavonoid was higher in hot-air dried sample. The ABTS⁺ assay IC50 value of *Abelmoschus esculentus* was higher in

freeze-dried sample, and DPPH radical scavenging also indicated that freeze-dried sample has more effective antioxidant effect. Based on the analysis conducted on Reducing power and FRAP activation in dried samples of *Abelmoschus esculentus*, both were better in hot-air dried sample compared to freeze-dried ample. According to the result of comparative study on nutrient components and antioxidant activity in *Abelmoschus esculentus* depending on drying methods amino acids, organic acids, fatty acids, total polyphenol contents and values of ABTS⁺ radical scavenging, DPPH radical scavenging, Reducing power, and FRAP were higher in freeze-dried okra compared to hot-air dried sample while mineral and flavonoid contents were higher in hot-air dried sample. Therefore it can be said that drying methods affects nutrient contents and antioxidant activity of *Abelmoschus esculentus* and freeze-drying methods results in less nutrient destruction and higher antioxidant activity compared to hot-drying methods.

Key words: *Abelmoschus esculentus*, drying method, nutritional components, antioxidant activity

제1장 서론

오크라는 쌍떡잎식물 이관화군 아욱과 식물이며 줄기는 곧게 50~200cm 자란다. 원산지는 아프리카로 알려져 있으며 아열대 기후에서 잘 자란다. 여자 손가락과 모양이 비슷하다고 하여 레이디핑거로도 불린다. 유사한 식물로는 한국의 풋고추와 비슷하게 생겼으나 오크라는 표면에 잔털이 있고 각이 있다. 또한 일부 국가에서는 오크라의 씨를 커피 대용품으로 이용하기도 하는데 이러한 오크라는 칼슘과 철 등의 무기질, 비타민C, β-카로틴 등이 함유돼 있고 당질이 많아 피로회복에 좋다. 잘랐을 때 단면에서 나오는 점액에는 갈락틴, 펙틴, 검보, 아라반 등의 혼합물이 있어 혈중 콜레스테롤을 낮추는 작용이나 정장작용을 한다. 또한 뮤신은 소화기관의 점막을 보호한다. 동양에서는 잎과 털 익은 열매를 이용하여 찜질약으로서 고통을 줄여주는 것으로 오랫동안 사용해 왔다.

위와 같이 영양가가 높은 채소인 오크라에는 flavonoid, Catechin 등 여러 생리 활성 물질이 높은 함량으로 함유되어 있다고 알려졌다. Ellong 등(6)은 총 polyphenol 함량이 브로콜리보다 오크라가 2배 이상 높다는 결과를 보고했다. 또한 Khosrozadeh 등(9)은 오크라 추출물이 혈당 수준을 낮추고, 콜레스테롤 흡수를 억제해 혈액 내의 지질을 줄여 준다고 보고했다(18). 이에 따라 오크라는 항산화 효과 및 그 외 여러 합병증에 대해 효능이 있을 것이라 기대된다.

현대 사회는 점차 생활 수준의 향상으로 인해 건강한 식품에 대한 관심 또한 지속적으로 높아지고 있다. 또한 채식에 대한 관심도가 높아지고 있고 이를 실제로 실천하는 채식주의자 또한 늘어나고 있는 추세이다. 오크라는 우리나라에서는 생소할 수도 있는 채소이지만 점차 섭취가 늘어나는 중이고 이미 외국에서는 다양한 방법으로 섭취를 하고 있다. 그 섭취 방법으로는 샐러드나 튀김을 해서 먹고 수프 등에 넣어 먹는 방법도 있으며 피클을 만들어 섭취하기도 한다. 또한 일부 국가에서는 오크라의 씨를 커피 대용품으로 이용하기도 하고 있다. 이렇게 이미 오크라는 국외에서는 다양하게 섭취하며 연구되고 있으나 국내 연구는 아직 많이 부족하며 오크라에 대한 연구 또한 필요하다고 사료된다. 따라서 오크라의 건조방법에 따른 영양성분을 분석하여 항산화 활성을 비교하고자 한다. 건조는 식품을 보존하는 수단으로서 사용되어 왔으며 현재 열풍건조, 진공건조, 동결건조의

방법이 사용되고 있다. 열풍건조법은 공정이 간단하고 경제적이며 건조 온도 및 시간 조절을 해 사용할 수 있는 장점이 있지만, 식품 고유의 맛과 색, 조직감 등의 변화가 심하며 낮은 복원성 등이 단점이다. 동결건조는 열풍건조에 비하여 영양성분의 손실이 적으며 미생물에 대한 부패를 억제할 수 있다. 이러한 건조 방법 중 본 연구에는 열풍건조와 동결건조 방법을 사용하였다. 이를 통해 오크라가 가진 성분을 유지시키면서 항산화활성에 도움이 될 수 있는 적절한 건조 방법을 알아보고자 한다.

제2장 연구방법

1. 실험재료

본 연구에 사용된 아열대 식물인 오크라는 2019년 7월에 아삽야콘농원에서 구입하였고 원산지는 충청남도 당진이다. 오크라는 세척 후 실온에서 하루 정도 1차 건조하여 열풍건조 시료는 60℃에서 40시간 동안 열풍건조기(GNO12, Hanil GNCO, Jangseong, Korea)를 이용하여 건조하였다. 동결건조는 물기가 마른 시료를 deep freezer에 넣어 냉동시켰다. 그 후에 동결건조기에서 -70℃로 동결건조 한다. 시료에 따라 4일 정도 건조 후 분쇄기(HR1378, Phillips, Karner, Slovenia)로 100 mesh로 마쇄하여 -70℃ 초저온냉동고에 보관해 사용하였다.

2. 시료추출

환류냉각관을 4℃가 될 때까지 미리 켜둔 상태로 두고 2L 둥근 플라스크에 오크라 시료 50g과 750mL의 80% ethanol을 넣는다. heating mantle(Mtops ms-265, Seoul, Korea)에 flask를 넣고 냉각기를 연결시킨 후 4단계로 3시간 동안 추출한다. 추출액은 Whatman 여과지(Whatman No.2)를 사용하여 여과시키고 남은 시료에 다시 80% ethanol을 750mL를 넣고 3시간 동안 추출한다. 앞의 과정을 3회 반복한다. 약 2.25L의 추출물을 whatman 여과지 NO 2로 여과시킨다. 여액을 40℃ 수욕 상에서 회전진공농축기로 용매를 제거한 다음 감압 농축하였다. 그 후 동결 건조시키고, 시료의 산화 방지를 위해 -70℃의 냉동 보관한 후 본 실험에 사용하였다.

3. 일반성분 분석

건조방법에 따른 오크라의 일반성분은 AOAC(Association of Official Analytical Chemists)법(1)에 따라 시행하였다. 회분은 550℃ 회화법, 조지방은 Soxhlet법, 수분함량은 105℃ 건조법으로 분석하였고 조단백질은 원소분석기(DKSH사, vario MA CRO cube)를 사용하여 전질소량을 일정한 양으로 나누고 질소계수 6.25를 곱하여 조단백질로 하였다. 탄수화물은 100에서 조단백질, 수분, 회분, 조지방의 값을 제한 값으로 하였다.

4. 구성 아미노산 분석

구성 아미노산의 분석방법으로 분해관에 열풍 및 동결 건조된 시료 0.5g에 3 mL의 6N HCl 를 섞어서 탈기한 후 121℃에서 24시간 동안 가수분해 시킨다. 그 후 glass filter로 여액을 여과하고 회전진공농축기(EYELA VACUUM NVC-1100, Tokyo, J apan)로 감압하고 농축한 뒤에 sodium phosphate buffer (pH 7.0) 10mL로 정용하였다. 용액 1mL를 취하여 membrane filter (0.2µm)로 걸러낸 후에 아미노산 자동분석기를 이용해 분석하였다. 분석 조건은 Table 1과 같다.

Table 1. Operating conditions of amino acid auto-analyzer

Instrument	S433-H(SYKAM)
Column	Cation separation column(LCA K06/Na)
Column size	4.6 × 150mm
Column temperature	57 ~ 74℃
Flow rate	Buffer 0.45mL/min, reagent 0.25mL/min
Buffer pH range	3.45 ~ 10.85
Wavelength	fluorescence spectrophotometer (440nm and 570nm)

5. 유기산 분석

유기산 시료 0.5 g에 증류수 20 mL을 넣은 후, 80°C 이상의 water bath에서 4시간 동안 가열시켜 추출한 용액을 Whatman membrane filter paper(1 μm)를 이용해 여과시키고 30 mL로 정용하였다. 이를 Whatman membrane filter(0.45 μm)로 걸러낸 다음 Prominence HPLC(Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용해 분석하였다. 분석 조건은 Table 2와 같다.

Table 2. Analytical condition of HPLC

Organic acid	
Model	Prominence HPLC, Shimadzu Co., JAPAN
Column	Two Shim-pack SCR-102H(300×8.0 mm)
Guard column	Shim-pack Guard Column SCR-102H(50×6.0 mm)
Mobile phase	4 mM <i>p</i> -toluenesulfonic acid
Oven temp.	40°C
Flow rate	0.8 mL/min
Reaction reagent	16 mM Bis-Tris aqueous solution containing 4 mM <i>p</i> -toluenesulfonic acid and 100 μM EDTA
Detection	Electroconductivity
Inj. Volume	20 μl

4. 지방산 분석

오크라의 지방산 조성 분석은 Wungaarden의 방법(16)에 따라 분석하였다. 시료 2 g을 chloroform-methanol로 추출 및 여과한다. 그 후에 감압하고 농축한 지방질을 약 100 mg을 채취하고 4 mL의 1N-KOH-ethanol 용액을 혼합해 유지방질이 없어질 때까지 교반 시킨다. 그 후 5 mL의 14% BF₃-Methanol을 첨가한다. 환류냉각기를 붙여 5분간 80°C에서 가열하여 methylester 화하고 이 용액에 NaCl 포화용액 3ml와 hexane 1 mL를 넣어 흔들어서 섞은 후에 시험관에 옮겨 두고 상층을 분리해서 취한 뒤 무수 Na₂SO₄를 넣어 수분을 제거한 다음 0.5 mL를 유리병에 채취한 후 GC(gas chromatography)로 분석하였다. 분석 조건은 Table 3 과 같다.

Table 3. Operating conditions of gas chromatography for fatty acids

Instrument model	Shimadzu GC-17A(Shimadzu Co.,Kyoto, Japan)
Column	SP [™] -2560 capillary column (100m length x 0.25mm I.d. x 0.25µm film thickness)
Oven temperature	140°C(10 min) → 4°C/min → 240°C(30min)
Injection temp.	260°C
Detector temp.	260°C
Split ratio	1 : 80
Detector	Flame ionization detector
Injection volume	2 µl

5. 무기질 분석

오크라의 구성 무기질 분석은 A.O.A.C. 방법(2005)(1)에 준하여 실시하였다. 시료 0.5 g에 10 mL의 20% HNO₃, 3 mL의 60% HClO₄를 취하여 투명하게 변할 때까지 가열하였다. 그다음 0.5 M HNO₃로 50 mL를 정용하였다. 각각의 항목별 표준용액을 혼합하였다. 그 후 유리병에 8 mL씩 취하여 표준용액으로 한 후 0.5 M HNO₃를 대조군으로 하여 유도결합플라스마 spectrum analyzer(ICP-OES, PerkinElmer, Massachusetts, USA)로 측정하였다. 분석 조건은 Table 4과 같다.

Table 4. Instrument and Analysis conditions

Item	Condition							
Instrument	ICP-OES (PerkinElmer, Massachusetts, USA)							
Lamp Item	Ca	K	Mg	Fe	Na	Mn	Cu	Zn
Wavelength	317.93	766.49	285.21	238.20	589.59	257.61	327.39	206.20
Plasma	RF Power 1.4 Kw							
Unit	Gas Flow Rate 15 L/min							

6. 총 polyphenol 함량 측정

오크라 열풍건조 에탄올 추출물과 오크라 동결건조 에탄올 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis 법(Folin-Denis, 1912)에 따라 측정하였고 추출물의 농도를 10mg/mL 농도로 하여 사용하였다. 1.5ml Eppendorf tube에 시료 200 μ l과 Folin reagent 200 μ l을 넣은 후 실온에서 3분간 반응시킨 다음 10% Na₂CO₃ 400 μ l을 첨가한 후 40분간 방치하면 청남색이 된다. 96 well plate에 200 μ l씩 넣은 후 UV-spectrophotometer(Bio-rad, Hercules, CA, USA)를 사용하여 흡광도는 760 nm에서 측정하였다. 표준물질은 탄닌산을 이용하여 표준 검량곡선을 적용시켜 추출물의 총 폴리페놀 함량을 산출하였다.

7. 총 flavonoid 함량 측정

총 flavonoid 함량은 Davis 법을 변형한 방법 Chae et al.의 방법(2002)(5)에 따라 측정하였다. 5개의 시료를 10mg/mL 농도로 맞추어 시료로 사용하였다. 1.5ml Eppendorf tube에 시료, standard 용액 500 μ l에 diethylene glycol 500 μ l를 첨가한다. 10 μ L의 1N NaOH를 넣고 37 $^{\circ}$ C 고온반응기에서 1시간 동안을 반응시키고, 96well plate에 200 μ l씩 넣은 후 자외선분광기(Bio-rad, Hercules, C A, USA)를 사용하여 420 nm로 흡광도를 측정한다. rutin을 표준물질로 설정해 표준 검량곡선을 적용시켜 추출물의 총 flavonoid 함량을 산출하였다.

8. ABTS⁺ radical 소거능

오크라의 2,2'-Azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS) radical 소거능은 Re 등의 방법(Re.1999.)을 변형하여 다음과 같이 분석하였다. 7mM ABTS와 2.4mM potassium persulfate를 1 : 1로 섞은 후에 실온인 암소에서 24시간 동안 방치하여 라디칼의 생성을 유도하였다. 그 후, 반응이 끝난 ABTS 시약을 734nm에서 흡광도 값이 0.7에서 1.0 \pm 0.02 정도가 되도록 메탄올로 희석하여 이용하였다. 희석한 ABTS⁺ 라디칼 용액 900 μ L와 0.125, 0.25, 0.5, 1mg/ml 농도의 오크라 동결건조 시료와 오크라 열풍건조 시료 추출물을 각각 100 μ L을 혼합하여 heating block 37 $^{\circ}$ C에서 30분간 반응시킨 후 자외선 분광기(Bio-rad, Hercules, CA, USA)를 사용하여 734 nm로 흡광도를 측정하여 라디칼 소거능을 분석하였다.

9. DPPH radical 소거능

오크라 건조 방법에 따른 추출물의 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) radical 소거능은 Blois의 방법(1958)(4)에 따라 다음과 같이 측정하였다. 시료 추출액 100 μ l과 0.2mM DPPH 900 μ l 첨가한 후, vortexing 한다. 시료 무첨가 군은 ethanol 150 μ l에 0.2mM DPPH 1350 μ l 첨가하였다. 이 시료들을 37 $^{\circ}$ C heating block에 30분간 반응시켰다. 96 well plate에 200 μ L씩 분주하고 UV-spectrophotometer를 이용하여 517 nm로 흡광도를 분석하였고 대조군으로는 1000ppm BHA와 Ascorbic acid를 사용하였다

10. Reducing power

Reducing Power는 Oyaizu(1986)(13)의 방법을 변형하여 다음과 같이 측정하였다. 오크라 열풍건조 시료와 오크라 열풍건조 시료 추출물 각각 200 μ L에 0.2M phosphate buffer(pH 6.6) 200 μ L와 1% potassium ferricyanide 200 μ L를 첨가한 후 vortexing 한다. 그 후 50 $^{\circ}$ C에서 20분 동안 incubation 한다. 10% trixhloroacetic acid 200 μ L를 첨가한 뒤 14,000 rpm에서 5분 동안 원심분리 하였다. 원심분리한 상층액 300 μ l를 다른 1.5ml tube에 옮긴 후 DW 300 μ l와 0.1% FeCl 40 μ l를 첨가한 후 RT에서 10분 동안 방치시키고 700nm에서 흡광도를 측정하였다.

11. FRAP(Ferric reducing antioxidant power) 측정

FRAP(Ferric reducing antioxidant power) assay는 Benzie&Strain(1996)의 방법(3)을 변형하여 다음과 같이 측정하였다. 300mM sodium acetate buffer(ph 3.6)(Sigma-Aldrich, Louis, MO, USA), 10mM 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine (TPTZ)(Sigma-Aldrich, Louis, MO, USA), 20mM ferric chloride(Sigma-Aldrich, Louis, MO, USA)를 각각 10:1:1의 비율로 섞어 FRAP reagent로 사용하였다. 각각 시료10 μ L, FRAP reagent 200 μ L, 증류수 90 μ L를 섞어서 30분 동안 암소에서 반응시킨 후 593 nm에서 흡광도를 측정하였다. Iron sulfate hexahydrate를 표준물질로 설정하고 표준 검량곡선을 적용시켜 추출물 1mg에 들어있는 iron sulfat

e hexahydrate의 μM 함량으로 나타내었다.

12. 통계처리

모든 실험은 독립적으로 3회 반복을 시행하였다. 측정 결과는 평균(mean)과 표준편차(SD)로 나타내도록 하였다. 각 실험군 간의 유의성 검사 및 증명은 GraphPad Prism 5 program (GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA, USA)을 사용하였다. 각 시료 간의 통계적 유의성은 $p < 0.05$ 수준에서 Student t -test를 이용하여 유의성을 조사하였다.

제3장 실험결과 및 고찰

1. 일반성분 분석

열풍 및 동결 건조에 따른 오크라의 일반성분을 분석한 결과는 Table 5 과 같다. 열풍 및 동결 건조한 오크라에서 가장 많은 일반성분은 탄수화물이었으며, 각각 64.31%와 64.47%를 차지하였으며 건조 방법에 따라 유의미를 나타내지 않았다. 또한 열풍건조한 오크라의 일반성분 함량은 수분 3.53%, 조회분 7.86%, 조단백질 22.02%, 조지방 0.91%이었고 동결건조한 오크라의 일반성분 함량은 수분 3.11%, 조회분 7.37%, 조단백질 22.26%, 조지방 1.34%으로 나타났다. 본 연구에서 조회분, 조지방 함량은 동결건조 오크라에서 유의적인 차이를 나타냈다.

Table 5. Proximate compositions of *Abelmoschus esculentus* treated with hot air dried or freeze dried methods

(Dry Matter Basis, %)

Composition	Hot air drying	Freeze drying
Moisture	3.53 ± 0.02	3.11 ± 0.09 [*]
Crude ash	7.86 ± 0.05	7.37 ± 0.03 [*]
Crude protein	22.02 ± 0.68	22.26 ± 0.97
Crude fat	0.91 ± 0.04	1.34 ± 0.05 [*]
Carbohydrate	64.31 ± 0.86	64.47 ± 0.64

All values are expressed as the mean ± SD of triplicate determinations.

^{*}*p*<0.05; Significantly different by Student's *t*-test between hot air drying and freeze drying method

2. 구성 아미노산 분석

열풍건조와 동결건조에 따른 오크라의 구성 아미노산 함량은 Table6 과 같다. 오크라의 건조 방법에 따른 구성 아미노산은 열풍건조와 동결건조 시료에서 필수아미노산 8종 및 비필수 아미노산 중 Cystine을 제외하여 8종이 검출되어 도합 16종의 아미노산이 검출되었다. 동결 건조한 오크라의 총 필수 아미노산 함량이 열풍건조한 오크라보다 더 높게 나타났으며, 동결건조한 오크라의 필수아미노산의 총 함량은 4957.65 mg/100g이고 열풍 건조한 오크라의 필수아미노산 총 함량은 4697.58 mg/100g이다. 열풍 건조한 오크라의 필수아미노산은 Leucine(840.82mg/100g), Valine, Lysine, Histidine 순으로 높게 나타났고, 동결건조 오크라에서는 Leucine(888.06mg/100g), Lysine, Valine, Phenylalanine 순으로 높은 함량을 나타냈다. 또한, 비필수 아미노산의 열풍건조 오크라의 총 함량은 11315.75mg/100g이고 동결건조 오크라의 총 함량은 13433.20mg/100g이었다. 비필수 아미노산 함량이 동결건조한 오크라에서 유의미하게 높았다. 두 건조 방법 모두 Glutamic acid의 함량이 비필수 아미노산 중 가장 높았으며, 그 다음으로는 Aspartic acid와 Arginine 순으로 높은 함량으로 나타났다. 열풍건조와 동결건조한 오크라에서 모두 Cystine의 함량이 검출되지 않았다. Cystine은 황을 함유하는 α-아미노산이다. 또 Cystine은 열처리 과정에서 갈색 색소반응과 향기성분에 큰 역할을 한다(nam et al.2010).

총 구성 아미노산에 대한 필수아미노산과 비필수 아미노산 함량 비율은 모두 동결건조를 통한 오크라에서 높게 나타난 것으로 보아 본 연구 결과 오크라의 구성 아미노산 분석을 위한 건조 방법으로는 동결건조를 하는 것이 적합할 것이라 본다.

Table 6. Contents of free amino acids in hot air dried or freeze dried *Abelmoschus esculentus*

(mg/100g)

Amino acid	Hot air drying	Freeze drying
Essential		
Threonine	577.60 ± 6.72	609.29 ± 8.27*
Valine	747.65 ± 6.64	779.97 ± 9.96*
Methionine	113.30 ± 5.81	218.57 ± 7.95*
Isoleucine	507.87 ± 6.87	583.44 ± 5.96*
Leucine	840.82 ± 3.31	888.06 ± 7.28*
Phenylalanine	590.33 ± 5.50	621.03 ± 6.60*
Histidine	611.88 ± 1.64	407.93 ± 6.87
Lysine	708.14 ± 7.05	849.36 ± 9.06*
Total EAA1)	4697.58	4957.65
Non-essential		
Aspartic acid	2533.79 ± 11.96	2492.00 ± 8.19*
Serine	656.20 ± 5.42	717.15 ± 2.57*
Glutamic acid	4876.35 ± 10.99	5577.39 ± 16.24*
Proline	782.21 ± 6.60	1700.28 ± 10.43*
Glycine	578.57 ± 7.72	576.08 ± 6.68
Alanine	787.39 ± 7.54	757.76 ± 2.65*
Tryosine	282.22 ± 3.84	352.15 ± 8.44*
Arginine	818.42 ± 7.75	1260.38 ± 10.58*
Total AA2)	11315.75	13433.20
EAA/AA(%)	41.51	36.91

¹⁾Total EAA: Total essential amino acids.

²⁾Total AA: Total amino acids.

³⁾N.D.: Not detected.

All values are expressed as the mean ± SD of triplicate determinations.

* $p < 0.05$; Significantly different by Student's t -test between hot air drying and freeze drying method

3. 유기산 함량 분석

열풍, 동결건조의 오크라 유기산 함량은 Table7 과 같다. 두 가지 방법으로 건조한 오크라에서 검출된 유기산은 총 6가지이다. 6가지의 건조 방법에 따른 오크라는 유기산 종류는 Citric acid, Malic acid, Succinic acid, Formic acid, Acetic acid, Tartaric acid이며 열풍건조 오크라 유기산 함량은 21192.04ppm 동결건조한 오크라의 유기산 함량은 32120.92ppm이다. 두 가지 건조 방법 모두 Malic acid이 가장 많이 검출되었으며 열풍건조는 12652.19ppm, 동결건조는 14257.38ppm으로 나타났다. 그다음으로 열풍건조한 오크라 유기산 함량이 높은 것은 Citric acid, Acetic acid, Succinic acid 순으로 높게 나타났다. 또한 동결건조한 오크라 유기산 함량은 첫 번째는 Acetic acid, 두 번째로 Citric acid, 세 번째로는 Succinic acid 순으로 높게 검출되었다. 두 가지의 건조 방법에서 가장 높게 나타난 Malic acid는 능금산, 사과산이라고도 하며 이 이성질체는 이산화탄소를 함유하는 음료에 신맛을 내게 하는 데 사용된다. 또한 이 나트륨염은 신장병을 가진 환자의 식사에 무염간장으로 사용되고 있다. 또한 두 가지 건조 방법에 따른 오크라에서 두 번째로 높게 검출된 Acetic acid는 대표적인 카복실산 중 하나이며 식초의 주성분으로 식초에 함유된 신맛을 내기 때문에 초산이라고도 한다. 본 연구에 따라 건조 방법에 따른 오크라의 유기산 중 Malic acid가 주요한 유기산이라는 점을 확인할 수 있다.

Table 7. Contents of organic acids in hot air dried or freeze dried *Abelmoschus esculentus*

(ppm)

Organic acids	Hot air drying	Freeze drying
Citric acid	5705.17 ± 13.33	6807.78 ± 6.75*
Malic acid	12652.19 ± 5.62	14257.38 ± 5.55*
Succinic acid	572.56 ± 2.59	429.94 ± 1.91*
Acetic acid	2262.11 ± 4.55	10625.82 ± 1.41*
Total	21192.04	32120.92

All values are expressed as the mean ± SD of triplicate determinations.

* $p < 0.05$, ** $p < 0.001$; Significantly different by Student's *t*-test between hot air drying and freeze drying method

4. 지방산 분석

열풍 및 동결 건조에 의한 오크라 지방산 분석은 Table8 과 같다. 두 가지 방법으로 인한 오크라에서는 포화지방산 9종, 단일불포화지방산 2종, 다가불포화지방산 5종을 포함해 총 16종의 지방산이 검출되었다. 두 가지 건조 방법 모두 포화지방산은 Palmitic acid이 열풍건조는 25.78g/100g, 동결건조는 30.81g/100g으로 가장 높았으며 그다음으로 열풍건조한 오크라는 Stearic acid, Behenic acid, Pentadecanoic acid, Heptadecanoic acid, Arachidic acid 순으로 포화지방산이 나타났으며, 동결건조한 오크라는 Stearic acid, Behenic acid, Pentadecanoic acid, Heptadecanoic acid, Lignoceric acid, Myristic acid, Arachidic acid, Heneicosanoic acid 순으로 나타났다. 불포화지방산은 Oleic acid의 함량이 열풍건조 오크라는 5.62g/100g, 동결건조 오크라는 6.26g/100g으로 나타났으며 cis-11-Eicosenoic acid는 동결건조에서 cis-11-Eicosenoic acid는 0.37g/100g으로 검출되었다. 이로써 단일불포화지방산의 경우 동결건조가 열풍건조에 비해 높게 나타났다. 또한 다가불포화지방산 함량 중 두 가지 건조 방법 모두 Linoleic acid가 열풍건조는 36.11g/100g, 동결건조는 27.98g/100g으로 가장 높게 검출되었다. 따라서 오크라의 주요 지방산은 포화지방산 중 Palmitic acid, Oleic acid, Linoleic acid로 나타났다.

Table 8. Contents of free acids in hot air dried or freeze dried *Abelmoschus esculentus*

(g/100g total fatty acids)

Free acids	Hot air drying	Freeze drying
Myristic acid (C14:0)	N.D.	0.45 ± 0.05 ¹⁾
Pentadecanoic acid (C15:0)	0.90 ± 0.05	1.02 ± 0.02 [*]
Palmitic acid (C16:0)	25.78 ± 0.26	30.81 ± 0.73 [*]
Heptadecanoic acid (C17:0)	0.70 ± 0.05	0.99 ± 0.04 [*]
Stearic acid (C18:0)	2.57 ± 0.05	5.01 ± 0.10 [*]
Arachidic acid (C20:0)	0.58 ± 0.03	0.38 ± 0.24 [*]
Heneicosanoic acid (C21:0)	N.D.	0.30 ± 0.05 ¹⁾
Behenic acid (C22:0)	0.90 ± 0.10	1.65 ± 0.05 [*]
Lignoceric acid (C24:0)	N.D.	0.83 ± 0.03 ¹⁾
Saturated	31.43	41.44
Oleic acid (C18:1n9c)	5.62 ± 0.14	6.26 ± 0.25 [*]
cis-11-Eicosenoic acid (C20:1)	N.D.	0.37 ± 0.06 ¹⁾
Monounsaturated	5.62	6.63
Linoleic acid (C18:2n6c)	36.11 ± 0.67	27.98 ± 0.47 [*]
Linolenic acid (C18:3n3)	20.09 ± 0.64	17.94 ± 0.41 [*]
cis-11,14,17-Eicosatrienoic acid (C20:3n3)	1.50 ± 0.06	1.00 ± 0.10 [*]
Arachidonic acid (C20:4n6)	N.D.	0.37 ± 0.03 ¹⁾
cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic acid (C22:6n3)	N.D.	2.28 ± 0.06 ¹⁾
Polyunsaturated	57.7	49.57
Total	94.75	112.57

¹⁾N.D.: Not detected.

All values are expressed as the mean ± SD of triplicate determinations.

**p*<0.05; Significantly different by Student's *t*-test between hot air drying and freeze drying method

5. 무기질 분석

건조 방법에 따른 오크라의 무기질 함량은 Table9와 같다. 열풍건조 오크라의 총 무기질은 3846.71mg/100g이며 동결건조에 의한 오크라의 총 무기질 함량은 3799.00mg/100g으로 8종의 무기질이 검출되었다. 8종 중 K의 함량이 열풍건조는 2650.43mg/100g, 동결건조는 2636.98mg/100g으로 가장 높게 검출되었다. 그다음으로는 열풍건조 오크라의 무기질 함량은 Ca, Mg, Zn, Mn, Fe 순으로 나타났고 동결건조 오크라의 무기질 함량은 Ca, Mg, Mn, Zn, Fe 순으로 높게 검출되었다. 무기질은 체내 여러 생리 기능의 조절 및 유지에 필수적이고 식품을 통한 섭취가 중요한 영양소이다(2). K은 혈압저하 효과 및 세포내액에서 Na과 함께 체액의 수분평형, 수축이완, 산염기 평형 등에 관련하여 중요한 생리적인 작용을 한다고 보고 되었다(12). 이에 따라 본 연구는 무기질 급원 식품으로서의 오크라가 이용될 수 있음을 나타낸다.

Table 9. Contents of minerals in hot air dried or freeze dried *Abelmoschus esculentus*

(mg/100g)

Minerals	Hot air drying	Freeze drying
Ca	743.31 ± 2.77	713.93 ± 3.52 [*]
K	2650.43 ± 5.06	2636.98 ± 6.07 [*]
Mg	434.89 ± 8.57	428.69 ± 3.24
Fe	5.29 ± 0.26	6.23 ± 0.25 [*]
Mn	5.88 ± 0.34	6.46 ± 0.41
Cu	0.28 ± 0.03	0.25 ± 0.05
Zn	6.63 ± 0.14	6.45 ± 0.39
Total	3846.71	3799.00

All values are expressed as the mean ± SD of triplicate determinations.

^{*}*p*<0.05; Significantly different by Student's *t*-test between hot air drying and freeze drying method

6. 총 polyphenol 및 총 flavonoid 함량

열풍 및 동결건조 방법에 따른 오크라의 총 polyphenol과 총 flavonoid 함량은 Table10과 같다. 열풍건조한 오크라의 총 polyphenol 함량은 30.11mg/g이며 총 flavonoid 함량은 33.13mg/g이다. 또한 동결건조한 오크라의 총 flavonoid 함량은 91.75mg/g이며 총 flavonoid 함량은 100.52mg/g 이다. 열풍건조한 오크라보다 동결건조한 오크라에서 유의적으로 높게 나타났다. polyphenol은 광합성에 의해 생성된 식물의 쓴맛과 색소의 성분이므로, 포도처럼 뚝은맛이나 쓴 맛이 나고 색이 선명한 식품에 많다. 또한 우리 몸에 있는 유해산소를 무해한 물질로 교체해주는 항산화 효과가 있어 노화를 방지하게 해준다. (17) 또한 활성 산소에 노출되어 손상되는 세포 구성 단백질 효소를 보호하거나 DNA를 보호하는 기능이 뛰어나 다양한 질병에 대한 위험성을 낮춘다고 보고된다. 또한 심장 질환과 항암 작용을 함께 막아주는 효과가 있는 것으로 알려져 있다(19).

K.T. Kyung et al.(2019)(11)의 연구에 따르면 오크라와 같은 아욱과 식물인 목화의 다래겉질 및 잎, 종자 환류 에탄올 추출물에 함유된 총 polyphenol과 총 flavonoid 함량을 측정해본 결과, 목화 잎의 총 polyphenol 함량은 72.62 mg/g, 총 flavonoid 함량은 34.51 mg/g이고 목화 다래겉질에서는 총 polyphenol은 39.40 mg/g이며 총 flavonoid 함량은 4.48 mg/g을 함유한 것으로 나타났고 종자의 총 polyphenol의 함량은 23.56mg/g으로 나타났고 총 flavonoid 함량은 3.65 mg/g으로 화합물을 함유하는 것으로 분석되었다.(Kyung,2019). 이로써 총 flavonoid 함량이 가장 많은 목화 부위별 추출물은 목화 잎인 것을 확인할 수 있었고 이런 연구 결과에 따라 동결건조한 오크라가 목화의 잎보다 항산화 효과가 높다는 것을 알 수 있었다.

식물체에 존재하는 flavonoid 류는 노란색 계열을 띠는 항산화 물질로 약 4000개의 화합물로 이루어진 화합물이며 대표적인 항산화성 물질이다. 또한 항균·항암·항바이러스 등을 지니며, 독성은 거의 나타나지 않다고 알려지고 있다. 또한 생체 내 산화작용을 억제한다는 사실 또한 알려지면서 flavonoid 종류 물질을 개발하고 활용을 할 것인가에 대한 관심이 계속적으로 커지고 있다. 따라서 본 연구로 오크라가 향후 항산화제로서의 역할을 할 수 있을 것이라 판단된다.

Table 10. Total polyphenol and total flavonoid contents of hot air dried or freeze dried *Abelmoschus esculentus*

	Hot air drying	Freeze drying
Total polyphenol (mg TAE/g)	24.95 ± 0.47 [*]	30.11 ± 0.15
Total flavonoid (mg RE/g)	100.52 ± 3.15	33.13 ± 0.17 ^{**}

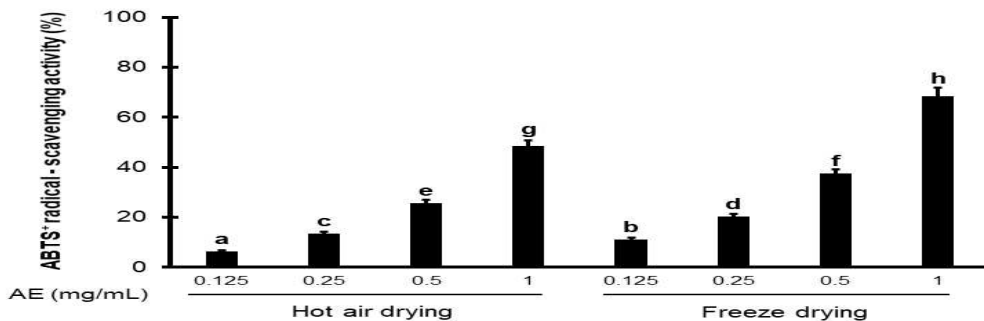
All values are expressed as the mean ± SD of triplicate determinations.

^{*} $p < 0.05$; Significantly different by Student's *t*-test between hot air drying and freeze drying method

7. ABTS⁺ radical 소거능

열풍 및 동결건조에 의한 오크라의 ABTS radical 소거능은 Figure 1 과 같다. ABTS⁺ 라디칼 소거능은 potassium persulfate를 암소에서 24시간 반응시켜 생성된 ABTS⁺ 유리 라디칼이 항산화력 물질에 의해 환원되고 색이 변화되는 것을 이용하여 측정하였다(Hong.2019). 오크라 열풍건조의 ABTS⁺ radical 소거능은 0.125 mg/mL 농도에서 6.45%, 0.25 mg/mL 농도에서 13.48%, 0.5 mg/mL 농도에서 25.63%, 1 mg/mL 농도에서 48.36%로 나타났고 동결건조의 ABTS⁺ radical 소거능은 0.125 mg/mL 농도에서는 11.15%, 0.25 mg/mL 농도에서 20.24%, 0.5 mg/mL 농도에서 37.37%, 1 mg/mL 농도에서 68.39%로 나타났다. 50%의 radical 소거능의 값인 IC₅₀을 구한 결과, 열풍건조에 의한 오크라 ABTS⁺의 IC₅₀은 1.03 mg/mL로 나타났으며 동결건조에 의한 오크라 ABTS⁺의 IC₅₀은 0.71 mg/mL로 나타났다. 본 연구의 결과로 오크라의 ABTS radical 소거능은 열풍건조보다 동결건조에서 유의적으로 높게 나타났다.

Figure 1. ABTS⁺ radical-scavenging activity of hot air dried or freeze dried *Abelmoschus esculentus*

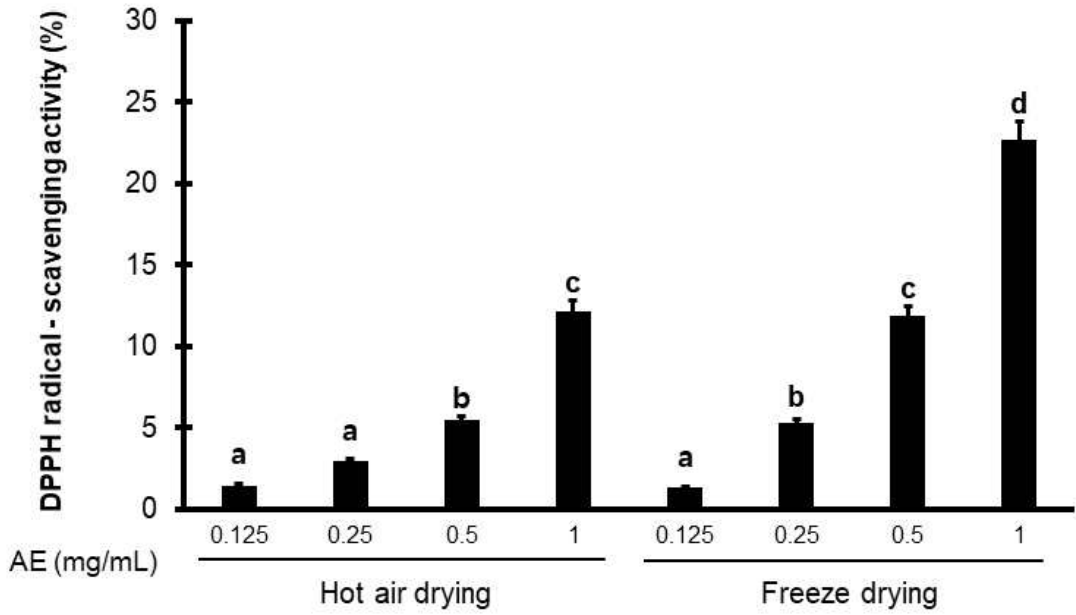


Data are the mean \pm SD of triplicate experiments. Means with the different letters (a-f) within the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

8. DPPH radical 소거능

건조 방법에 따른 오크라의 DPPH 라디칼 소거능은 Figure 2와 같다. 열풍건조에 의한 오크라의 DPPH 라디칼 소거능은 0.125 mg/mL농도에서 1.45%, 0.25 mg/mL에서 2.91%, 0.5 mg/mL농도에서 5.47%, 1 mg/mL 농도에서는 12.28%로 나타났고 50% 라디칼 소거능인 IC₅₀을 구한 결과, DPPH의 IC₅₀은 4.14 mg/mL로 나타났다. 또한 동결건조에 의한 오크라는 0.125 mg/mL, 0.25 mg/mL, 0.5 mg/mL, 1 mg/mL 농도에서 각각 1.31%, 5.26%, 11.83%, 22.70%로 나타났으며 50% 라디칼 소거능인 IC₅₀을 구한 결과 DPPH의 IC₅₀은 2.15mg/mL 나타났다. 활성산소는 에너지 생성을 위한 산화 과정 등에서 나타나게 되고, 이로 인해 과증가된 활성산소는 체내 방어기전에 작용하게 되어 암 및 노화 등의 원인이 된다.(8) 그렇기 때문에 질병을 막기 위해서 중요한 것은 항산화 기능을 가지고 있는 생리활성 물질에 대한 확인이다. DPPH는 실험 연구에서는 두 가지의 주요 응용 분야를 가지고 있는데 그 중 하나가 바로 항산화 분석이다. 자유 라디칼 소거 작용은 항산화 효과의 척도로 사용되고 있으며 DPPH는 이 검사에서 대표적으로 쓰이고 있다. DPPH 첨가 시 화학 반응의 속도 감소는 해당 반응의 라디칼 특성의 지표로 사용된다. 본 연구의 결과로 오크라의 DPPH radical 소거능은 열풍건조보다 동결건조에서 유의적으로 높게 나타났다. 또한 대조군으로 사용한 BHA와 Ascorbic acid 의 값은 각각 87.06%, 90.16%로 나타나 오크라와 비교 시 차이를 보였다. 또한 Shin et al.(2016)의 연구에 의하면 오크라와 같은 아욱과에 속하는 무궁화를 발효 원료와 비발효 원료를 비교하여 DPPH radical 소거능을 실험한 결과, 발효한 무궁화는 농도별로 각각 94.34±0.74%, 64.13±1.06%, 36.13±0.82%, 20.01±1.60%이며, 비발효 무궁화의 추출물은 농도별로 각각 84.68±5.56%, 64.92±1.87%, 42.85±0.89%, 24.52±1.97%로 나타났다(Shin.2016). 이로써 무궁화의 추출물은 비발효보다 발효 무궁화 추출물이 소거능이 더 높게 나타났으며 오크라의 연구 결과와 동일하게 농도에 의존적으로 감소하여 나타났다.

Figure 2. DPPH⁺ radical-scavenging activity of hot air dried or freeze dried *Abelmoschus esculentus*

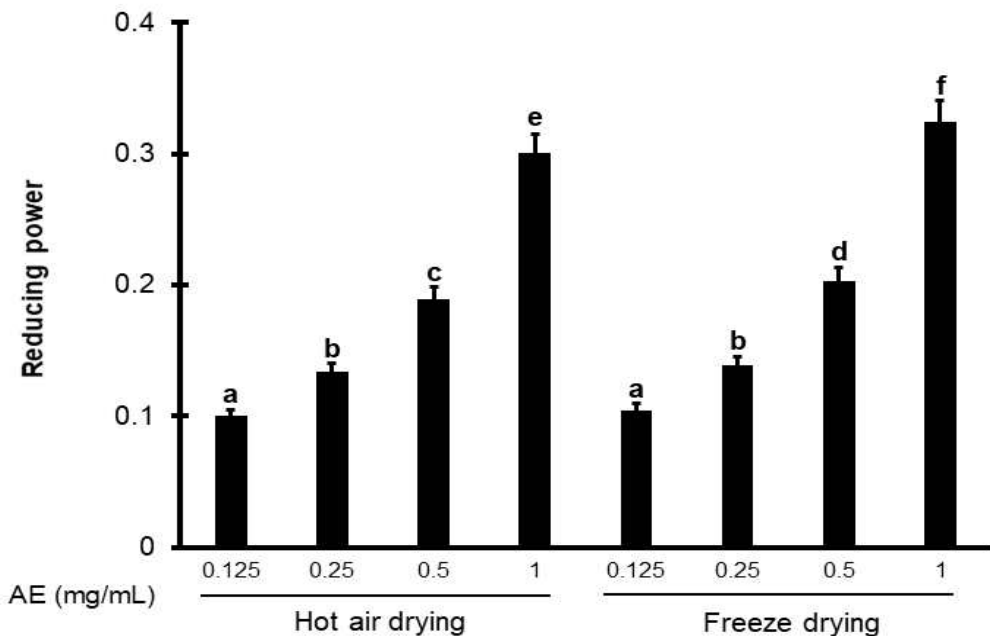


Data are the mean \pm SD of triplicate experiments. Means with the different letters (a-f) within the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

9. Reducing power

건조 방법에 따른 오크라의 reducing power 측정 결과는 Figure 3와 같다. 열풍건조에 의한 오크라를 이용한 700 nm에서 측정한 환원력은 0.125 mg/mL 농도에서 10, 0.25 mg/mL 농도에서 13.3, 0.5 mg/mL 농도에서 18.9, 1mg/mL 농도에서는 30.03으로 나타났다. 또한 동결건조에 의한 오크라의 측정 환원력은 0.125 mg/mL 농도에서 10.4, 0.25 mg/mL 농도에서 13.83, 0.5 mg/mL 농도에서 20.33, 1mg/mL 농도에서는 32.43으로 나타났다. 환원력은 시료가 Fe³⁺에 수소를 공여하여 라디칼을 안정화시킴으로써 Fe²⁺로 환원되는 것을 이용한 방법으로 널리 이용된다(Lee.2018). 본 연구의 결과로 건조 방법에 따른 환원력은 0.5 mg/mL, 1mg/mL 농도에서 유의성을 가진다는 것을 나타낸다.

Figure 3. Reducing power of hot air dried or freeze dried *Abelmoschus esculentus*



Data are the mean ± SD of triplicate experiments. Means with the different letters (a-f) within the same row are significantly different at $p < 0.05$ by Duncan's multiple range test.

10. FRAP 분석

FRAP은 철이온의 산화 상태 변화를 이용하여 항산화력을 측정하는 방법으로 널리 쓰이고 있다. 건조 방법에 따른 오크라의 FRAP 활성은 Table과 같다. 열풍건조에 의한 오크라 1.0mg/mL 농도에서 FRAP 활성을 측정한 결과 0.12 μ M, 동결건조에 의한 오크라는 0.17 μ M으로 동결건조에 의한 FRAP 활성이 유의미하게 더 높은 것을 알 수 있었다.

Table 11. Ferric reducing antioxidant power of ho tair dried and freeze dried Abelmoschus esculentus

(FeSO₄·7H₂O eq μ M)

Ferric reducing antioxidant power	
Hot air drying	0.12 \pm 0.01*
freeze drying	0.17 \pm 0.01

All values are expressed as the mean \pm SD of triplicate determinations.

* p <0.05; Significantly different by Student's t -test between SM 80%EtOH and SM H₂O

제4장 요약 및 결론

본 연구는 오크라를 열풍건조와 동결건조를 통한 건조 방법에 따라 영양학적 성분 및 항산화 활성에 대해 비교를 위해 일반성분 분석, DPPH와 ABTS⁺ radical 소거능, reducing power 및 FRAP 분석을 이용한 free radical 소거능을 측정하였으며 항산화 물질의 함량을 측정하였다. 오크라의 열풍 및 동결건조에 따른 일반성분 분석 결과, 두 가지 건조 방법이 일반성분 중 탄수화물을 가장 높게 차지하고 있었고 탄수화물과 조지방은 열풍 건조한 오크라에서 함량이 높게 나타났고 조단백질, 조지방은 동결건조에서 함량이 높게 나타났으며 조지방의 함량은 동결건조한 오크라에서 유의적으로 높았다. 건조 방법에 따른 오크라의 구성 아미노산은 열풍건조와 동결건조 모두 비필수 아미노산 중 Cystine을 제외하여 8종과 필수아미노산 8종이 검출되어 모두 합쳐 16종의 아미노산이 검출되었다. 필수 아미노산 중 건조 방법에 관계없이 Leucine이 가장 높게 나타났으며 비필수 아미노산의 경우 Glutamic acid이 가장 높게 나타났고 오크라의 필수 아미노산과 비필수 아미노산 총 함량 모두 동결건조 오크라에서 더 높게 나타났다. 두 가지 건조 방법 모두 Citric acid, Malic acid, Succinic acid, Formic acid, Acetic acid, Tartaric acid 종류의 총 6가지의 유기산이 검출되었다. 두 건조 방법 모두 Malic acid이 가장 많은 함량을 지니고 있었으며 열풍건조한 오크라 유기산 함량이 Citric acid, Acetic acid, Succinic acid 순으로 높게 나타났으며 동결건조한 오크라 유기산 함량은 Acetic acid, Citric acid, Succinic acid 순으로 높게 검출되었다. 열풍건조보다 동결건조에 의한 오크라의 유기산 함량이 더 높았다. 오크라의 지방산은 포화지방산 9종, 단일불포화지방산 2종, 다가불포화지방산 5종을 포함해 총 16종의 지방산이 검출되었다. 주요 지방산으로는 Linoleic acid, Oleic acid, Palmitic acid이며 오크라의 지방산 함량은 열풍건조 방법보다 동결건조 시 더 높게 나타났다. 건조 방법에 따른 오크라의 무기질은 총 8종이 검출되었으며 열풍건조가 동결건조보다 더 높게 검출되었다. 두 가지 건조 방법 모두 K가 가장 높게 나타났고 나머지의 열풍건조 오크라의 무기질 함량은 Ca, Mg, Zn, Mn, Fe 순으로 나타났고 동결건조 오크라의 무기질 함량은 Ca, Mg, Mn, Zn, Fe 순으로 높게 검출되었다. 총 polyphenol은 동결건조한 오크라에서 유의적으로 높았으며 총 flavonoid 함량은

열풍 건조한 오크라에서 유의적으로 높게 나타났다. 50%의 ABTS⁺ radical 소거능의 값인 IC₅₀을 구한 결과, 열풍건조에 의한 오크라는 1.03 mg/mL, 동결건조에 의한 오크라는 0.71 mg/mL로 나타나 동결건조에 의한 오크라가 ABTS⁺ radical 소거능이 더 우수한 항산화 효과를 나타내었다. 열풍 건조한 오크라 DPPH의 IC₅₀은 4.14 mg/mL로 나타났으며 동결건조한 오크라 DPPH의 IC₅₀은 2.15mg/mL로 나타나 동결건조한 오크라의 DPPH radical 소거능이 더 우수한 항산화 효과가 있는 것으로 나타났다. 오크라의 Reducing power와 FRAP 활성을 분석한 결과로 열풍건조보다 동결건조 시 더 우수하다는 것을 나타내었다. 위와 같은 결과에 따라 건조 방법에 따른 오크라의 영양성분 및 항산화 활성을 비교해본 결과 구성 아미노산, 유기산, 지방산, 총 polyphenol 함량, ABTS⁺ radical 소거능, DPPH radical 소거능, Reducing power 및 FRAP는 동결 건조법에 의한 오크라가 열풍건조에 비해 높게 나타났고 무기질 및 총 flavonoid 함량은 열풍건조법이 더 높게 나타났다. 따라서 건조 방법이 오크라의 영양성분 함량과 항산화 활성에 영향을 주며 열풍건조 방법보다 동결건조 방법이 오크라의 영양성분의 파괴를 적게 하고 항산화 활성이 더 높다고 여겨진다.

참 고 문 헌

1. AOAC. 2005. Official methods of analysis. 18th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA.
2. Bae YK, Cho MS(2008) Analysis of hair tissue mineral contents according to body mass index. Korean J Food Nutr 21(2), 256-262
3. Benzie IFF, Strain JJ(1996) The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. Anal Biochem 239(1), 70-76. doi:10.1006/abio.1996.0292
4. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. Nature. 181: 1199-1200.
5. Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH. 2002. Standard good analysis. 381-382.
6. Ellong EM, billard C, Adenet S, Rochefort K. 2015. Polyphenols, carotenoids, vitamin C content in tropical fruits and vegetables and impact of processing methods. Food and nutrition Sciences(Online) 10.4236/fns.2015.63030)
7. Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. J Biol Chem 12(2): 239-249.
8. Hong SW, Kim HA, Lee JM. 2019. Nutritional Compositions of Lysimachia Christinae Hance and Mentha Canadensis and Effect of Lysimachia Christinae Hance on Antioxidant Properties. 8.
9. Khosrozadeh 등(Khosrozadeh M, Heydari N, Abootalebi M. 2016. The effect of Abelmoschus Esculentus on blood levels of glucose in diabetes mellitus. Iran J Med Sci 41(3): 63.
10. Kyung KT, Lee YS, NW KimNW, Seo1 SJ(2019) Antioxidant Activities of Ethanolic Extracts from Gossypium arboreum L. 140.
11. Lee SJ, Lee JM. 2020. Comparative Study of Litsea japonica Fruit and Leaf Extract on the Antioxidant and Anti-proliferation Effects in Breast Cancer Cells. 6.
12. Lee JM. 2018. Comparison of Nutritional Components and Antioxidant Activities of Eclipta prostrata (L.) L. using Different Drying Methods. Korean J Community Living Sci. 29(1): 59~68.
13. Oyaizu M(1986) Studies on products of browning reaction: antioxidative

- activities of products of browning reaction prepared from glucosamine. *Jpn J Nutr* 44, 307-315
14. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radial cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 26(9-10): 1231-1237.
 15. Shin YB, Ha BJ(2016) Effects of Hibiscus syriacus Extracts on Antioxidant Activities and Blood Circulation Improvement. 26(12), 1415-1421.
 16. Wungaarden DV. 1967. Modified rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal Chem* 39(7): 848-849.
 17. wikipedia. 2020. <https://ko.wikipedia.org/>
 18. Yun GE. 2018. Effects of Okra supplementation on serum lipids and antioxidant enzymes activity in diabetic rats. 10.
 19. 2020 Korean Chemical Society. All Rights Reserved. <http://new.kcsnet.or.kr>