



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](#)

2024년 2월

교육학석사(영양교육)학위논문

건조 방법에 따른 근대  
(*Beta vulgaris*)의  
일반성분 분석 및 항산화 효과

조선대학교 교육대학원

영양교육전공

윤지원

건조 방법에 따른 근대  
(*Beta vulgaris*)의  
일반성분 분석 및 항산화 효과

Nutritional Components and Antioxidative  
Properties of  
*Beta vulgaris* According to Drying Methods

2024년 2월

조선대학교 교육대학원

영양교육전공

윤지원

건조 방법에 따른 근대  
(*Beta vulgaris*)의  
일반성분 분석 및 항산화 효과

지도교수 이 주 민

이 논문을 교육학석사(영양교육)학위 청구논문으로  
제출함.

2023년 10월

조선대학교 교육대학원

영양교육전공

윤 지 원

윤지원의 교육학 석사학위 논문을  
인준함.

위원장            이 재 준    (인)

위    원            이 주 민    (인)

위    원            최 지 영    (인)

2023년 12월

조선대학교 교육대학원

## <목 차>

### ABSTRACT

제 1장 서 론 ..... 1

제 2장 연구방법 ..... 3

1. 실험재료 ..... 3

2. 시료추출 ..... 3

3. 일반성분 분석 ..... 4

4. 구성 아미노산 분석 ..... 4

5. 유기산 분석 ..... 5

6. 지방산 분석 ..... 5

7. 무기질 분석 ..... 6

8. 총 polyphenol 함량 측정 ..... 6

9. 총 flavonoid 함량 측정 ..... 7

10. ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능 ..... 7

11. 통계처리 ..... 8

<b>제 3장 연구결과 및 고찰</b> .....	<b>9</b>
1. 일반성분 분석 .....	9
2. 구성아미노산 분석 .....	11
3. 유기산 분석 .....	13
4. 지방산 분석 .....	15
5. 무기질 분석 .....	17
6. 총 Polyphenol 및 총 Flavonoid 함량 .....	19
7. ABTS <sup>+</sup> 라디칼 소거능 .....	20
<b>제 4장 요약 및 결론</b> .....	<b>22</b>
<b>참 고 문 헌</b> .....	<b>24</b>

## LIST OF TABLES

Table 1. Proximate compositions of <i>Beta vulgaris</i> treated with hot air dried or freeze dried methods .....	10
Table 2. Contents of free amino acids in hot air dried or freeze dried <i>Beta vulgaris</i> .....	12
Table 3. Contents of organic acids in hot air dried or freeze dried <i>Beta vulgaris</i> .....	14
Table 4. Contents of fatty acids in hot air dried or freeze dried <i>Beta vulgaris</i> .....	16
Table 5. Contents of minerals in hot air dried or freeze dried <i>Beta vulgaris</i> .....	18
Table 6. Total polyphenol and total contents of freeze dried and hot air dried <i>Beta vulgaris</i> .....	20
Table 7. ABTS <sup>+</sup> radical-scavenging activity of freeze dried and hot air dried <i>Beta vulgaris</i> .....	21



# ABSTRACT

## Comparison of Nutritional components and Antioxidant Activities of *Beta vulgaris* using Different Drying Methods

Yun Ji Won

Advisor : Prof. Joomin Lee PhD.

Major in Nutrition Education

Graduate School of Education Chosun University

This study compared and analyzed the physicochemical components, total polyphenol content, total flavonoid content, and antioxidant power according to the drying methods of hot air drying and freeze drying using *Beta vulgaris*. As a result of analyzing the general components of Swiss chard according to the drying method, ash, crude protein, and crude fat were found to be significantly higher in the freeze-dried extract of Swiss chard, and the crude fat content was significantly higher in the freeze-dried extract of chard. However, moisture and carbohydrates were higher in hot air drying than in freeze drying. Among the constituent amino acids of Swiss chard, leucine showed the highest content among the essential amino acids in the hot air dried extract of chard and the freeze drying extract of chard, and among the non-essential amino acids, glutamic acid had the highest content in both the hot air dried extract of chard and the freeze drying extract of chard. In addition, the contents of both essential and non-essential amino acids were found to be high in the hot air dried extract of Swiss chard. A total of 6 types of organic acids were detected, and the total organic acid content was higher in the freeze drying extract of Swiss chard (28345.91 ppm) than in the hot air drying

extract of chard (22881.41 ppm). The main organic acid in the hot air dried extract of Swiss chard and the freeze dried extract of chard was citric acid. The saturated fatty acids in the Swiss chard extract were Heneicosanoic acid, Palmitic acid, and Capric acid regardless of the drying method. The total content of monounsaturated fatty acids was high in the Hot air dried extract of the Swiss chard (5.64 g/100g), and the total content of polyunsaturated fatty acids was high. The content was also high in the hot air dried extract of Swiss chard (8.37 g/100g). The main mineral content of the Swiss Swiss chard extract according to the drying method showed the highest content in the order of potassium, sodium, and magnesium. The total mineral content was 86,673.70 mg/100g for the hot air dried extract of the Swiss chard and 93,304.30 mg/100g for the freeze-dried Swiss chard extract. It showed high content in the extract. The total polyphenol content was higher in the Freeze drying extract of Swiss chard (5.93 mg TAE/g) than in the Hot air drying extract of chard (6.08 mg TAE/g), and the total flavonoid content was also higher in the Hot air drying extract of chard (24.70 mg RE/g). It was higher than this modern Freeze drying extract (24.89 mg RE/g). ABTS+ radical scavenging activity showed a higher IC50 value in the Hot air drying extract of Swiss chard (1.23 mg/mL) than in the Freeze drying extract of chard (1.19 mg/mL). From the above results, as a result of confirming the changes in physicochemical and nutritional components according to the drying method of Swiss chard, the hot air dried extract of chard was found to be superior to the freeze drying extract of chard, including organic acids, fatty acids, and antioxidant components. It is expected to have high usability.

Key words : *Beta vulgaris*, physiological activities, drying method, antioxidant activity

# I. 서론

현대사회에서는 의학 발전으로 점차 노령화 사회로 변화되고 있고, 이에 따른 노화의 방지와 질병 예방을 추구하는 개인의 의약품 및 식품 섭취에 대한 욕구가 상승되는 추세이다 (1). 아울러 불규칙적인 식생활과 외부적 환경요인으로 인한 산화적 스트레스 (oxidative stress)가 상승하고 있으며, 산화적 스트레스로 인하여 체내 안에 과량 생성된 활성산소는 강한 산화력으로 세포의 구성성분인 핵산, DNA, 단백질, 지질 등에 과산화 반응을 일으켜 효소 기능 상실, 세포막 손상, 지질 및 핵산의 손상 등 세포 내의 정상적인 대사과정을 방해시킨다 (2). 이와 같이 산화적 스트레스가 계속적으로 지속되면 뇌졸중, 당뇨병, 암, 동맥경화 등의 각종 질병을 유발 하는것으로 보여지며 생체 내 자유 라디칼 생성을 막음으로써 질병 예방에 핵심적인 중요한 숙제이다 (3). 식품의 가공 또는 저장 중 화학변화에 의하여 나타나는 지방의 산화는 식품의 품질을 저해시키게 되는데 특히 식품성분에 여러 가지의 산화적 열화를 일으키는 활성산소는 산화력이 매우 강하고 안정하지 못하여 식품의 품질 및 영양적 가치를 저하되는 주된 원인 물질이 된다고 알려져 있다 (4). 인간과 동식물을 포함한 모든 생명체는 모든 산소가 존재하는 환경을 선호하는 세포는 산소를 사용하여 에너지를 대사하며 생명을 유지하고 있다. 산소는 대사과정 중 활성염소(active chlorine species), 활성질소(reactive nitrogen species) 또는 활성산소(reactiveoxygen species),를 가지는 반응성이 높은 자유 라디칼을 형성한다. 자유 라디칼은 한 개 이상의 홀 전자를 가지는 모든 분자단편 또는 분자를 말하는 것이며, 생체내의 정상적인 대사반응에서 만들어진다.이러한 자유 라디칼 중 hydroperoxyl radical, peroxy, superoxide, hydroxyl, alkoxy들은 다시 비 라디칼 반응종인 lipid peroxide, hydrogen peroxide, peroxyxynitrite hypochlorous acid로 변환되는데 이런 반응은 또 다른 자유 라디칼과 결합하여 전자쌍을 생성하거나 항산화제와 반응할 때까지 계속적으로 일어난다 (5). 또한 생성된 활성산소와 이를 제거하려는 방어 체계의 불균형은 산화적 질병을 유발시킴으로서, 체내 항산화 작용과 질병 예방에 대한 연구가 적극적으로 진행되어지고 있다. 또한 현대사회는 생활요인 및 서구화된 식습관의 증가함으로써 인해 암 발생률이 상승하고 있으나, 아직도 발생과정과 치료에 대해 뚜렷한 답을 구하지 못하고 있는 상황이다 (6).

우리가 자연으로부터 얻을 수 있는 식품들은 천연 항산화 성분이 함유되어 있으며 일부 성분들은 체내 활성산소를 줄여서 질병을 예방할 수 있는 것으로 연구가 보고되고 있다.(7) 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(8-10).

근대의 꽃은 6월에 포(苞) 겨드랑이 부분에 노란빛깔의 초록색으로 피는데 작은 꽃들이 모여 1개의 덩어리처럼 보여지며, 원형의 뿔 모양으로 생겼다. 화피(花被)는 5개로 나뉘지며 그 조각은 긴 타원형 모양이며 꽃이 지고 난 후 열매를 감싸고 있다. 열매는 크게 자란 꽃턱[花托]과 화피로 된 단단한 껍질 안에 1개씩 들어 있다. 수술의 개수는 총 5개이며, 암술대의 갯수는 2~3개이다. 잎의 용도는 국거리·나물로 쓴다. 근대국은 장과 위가 건강하지 못한 사람에게 식이요법 용도로 이용된다. 유럽의 원산지 동일 원종으로부터 생채(生菜)를 얻게 할수 있도록 개발하여 개량한 채소작물이다. 근동의 지방에서 생성된 것으로 추정되나 지중해의 연안 지방에서도 예로부터 재배되었다. 근대나물(Beta vulgaris)은 피부 미용 뿐만 아니라 체중감량에 효과적인 식품으로 식이섬유, 수분 함유량이 많을 뿐 아니라 무기질 또한 많이 들어 있어 혈액순환과 소화 기능을 원활하게 한다. 또한 비타민 A가 풍부하게 들어있어 야맹증인 사람에게 긍정적인 효과를 보이며, 단백질 함량은 부족하지만 페닐알라닌(phenylalanine), 류신(leucine), 라이신(lysine) 등 필수 아미노산이 풍부해 성장기에 발육을 촉진하기 때문에 성장기에 좋은 영향력이 있는 농산물이다. 근대의 뿌리 안에는 베타인(Betaine)이라는 성분을 많이 함유하고 있는데 베타인은 이노자용 촉진의 효과를 보여지고 있으며 체내안의 노폐물 배출을 원활하게 도와주고 암, 동맥경화 등을 예방에 효과적으로 보여지고 있다 (11). 현재까지 근대의 항산화 성분에 관한 연구는 아직 부족한 실정이다. 본 연구에서는 건조방법에 따른 근대 추출물의 식품으로의 이용가능성에 대한 연구의 일환으로서 일반 성분과 항산화활성에 대해 알아보 고자 한다.

## II. 연구방법

### 1. 실험재료

본 연구를 위해 사용한 근대는 2023년 4월 전북 남원 공설시장에서 구입하여 사용하였다. 깨끗이 세척한 근대를 실온에서 1차 건조한 후, 열풍건조(hot air drying) 및 동결건조(freeze drying)로 나누어 2차 건조하였다. Hot air drying을 위해서 근대를 열풍건조기(GNO12, Hanil GNCO, Jangseong, Korea)를 이용해 60°C에서 40시간 동안 건조하였다. freeze drying을 위해서 -70°C 동결건조기(deep freezer)에 근대를 냉동시킨 다음, 동결건조기(ED 8512, Ilshin, Yangju, Korea)를 이용해 72시간에 걸쳐 건조하였다. Hot air drying 및 freeze drying 된 시료는 분쇄기(HR137 8, Phillips, Karner, Slovenia)를 이용해 100 mesh로 분쇄하였으며, 분말상태가 된 시료를 -70°C 초저온 냉장고(MDFU52V, Sanyo, Osaka, Japan)에 보관하며 이용하였다.

### 2. 시료추출

Hot air drying 및 freeze drying 된 근대 100 g에 80% 에탄올(ethanol) 1.5 L를 첨가하고, 환류 냉각관을 붙인 65°C의 가열용 맨틀(Mtops ms-265, Seoul, Korea)에서 3시간마다 총 3회에 걸쳐 반복하여 추출한다. 이후 근대 추출액을 와트만 거름종이(Whatman No.2)를 사용하여 여과시켰다. 추출된 여과액은 40°C 수욕 상에서 회전진공농축기 (EYELA VACUUM NVC-1100, Tokyo, Japan)를 사용하여 용매를 제거하였고, 농축·감압하여 동결 건조시켰다. 시료는 산화 방지를 위해서 -70°C에 얼려 보관하며 본 실험을 위해 사용됐다.

### 3. 일반성분 분석

근대 hot air drying 추출물과 근대 freeze drying 추출물의 일반성분은 Association of Official Analytical Chemists 법(12)을 적용하였다. 수분 함량에서는 상압 가열(105°C) 건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550~600°C 직접회화법으로 분석하였다. 조단백질의 분석은 원소분석기(Thermo Quest, Flash 2000, Milan, Italy)를 이용하였다. 조단백질은 원소분석기를 사용하여 전질소량을 정량하였고, 정량한 값에 6.25(질소계수)를 곱해 조단백질로 하였다. 탄수화물은 100에서 조회분, 수분, 조지방, 조단백질의 값을 제외한 값으로 나타냈다.

### 4. 구성 아미노산 분석

근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물의 구성 아미노산의 분석방법은 단백질 분해관에 건조한 시료 0.5 g과 6N HCl 3 mL를 혼합하고 탈기한 후, 121°C에서 1일(24시간) 동안 가수분해하였다. 글라스 필터로 여액을 여과한 후에 회전진공농축기(rotary vacuum evaporator)로 감압 한 후 농축하고 나트륨 인산염 완충액 (pH 7.0)을 이용하여 10 mL로 정용하였다. 이 중 용액 1 mL를 정용하여 membrane filter (0.2 µm)로 여과하고 amino acid autoanalyzer(S433-H, SYKAM, Eresing, Germany)를 이용해 분석을 실시하였다.

## 5. 유기산 분석

근대 동결건조 추출물과 근대 열풍건조 추출물의 유기산 분석 방법은 유기산 시료를 0.5 g 취해 캡이 달린 삼각플라스크에 넣은 후, 증류수 20 mL을 첨가 후 80°C 이상의 수욕 상에서 4시간 동안 가열시킨다. 그 후 와트만 여과지(1  $\mu\text{m}$ )를 이용하여 여과하고 30 mL로 정용을 한 후, 이를 와트만 여과지(0.45  $\mu\text{m}$ )로 여과하였다. Prominence HPLC(Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 유기산을 분석하였다.

## 6. 지방산 분석

근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물의 지방산 조성 분석은 Wungaarden(13)의 방법으로 실시하였다. 시료 2 g을 원통 여과지에 넣은 후 클로로포름(chloroform)-메탄올(methanol)로 추출.여과한 후, 감압.농축시키고 중량법으로 함량을 측정하였다. 추출한 시료를 약 100 mg을 정용하여 가지 모양의 플라스크에 취하고 1N-수산화칼륨.에탄올 용액 4 mL를 섞어서 교반하였다. 유지 방울이 사라질 때 14% 삼불화붕소-메탄올 5 mL를 가한 뒤 환류냉각기(reflux condenser)를 부착하여 5분간 80°C에서 가열하여 메틸에스테르(methylester)화 하였다. 용액에 NaCl 포화용액 3 mL를 첨가하고, 다시 hexane 1 mL를 가하고 섞은 뒤 시험관에 옮기고 보관하였고, 상층을 분리하고 채취한 뒤 무수  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 를 넣어 탈수하여 0.5 mL를 유리병에 채취하였다. 이것을 시험 용액으로 하였고, 가스 크로마토그래피(GC-17A, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였다.

## 7. 무기질 분석

근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물의 구성 무기질 분석 방법은 A.O.A.C.방법(14)을 이용하였다. 시료 0.5 g에 20% 질산(HNO<sub>3</sub>) 10 mL와 60% HClO<sub>4</sub> 3 mL 가하여 이 시료가 투명하게 바뀔 때 까지 가열하였다. 그 후 0.5 M 질산(HNO<sub>3</sub>)을 이용하여 50 mL를 취하여 각 항목별로 나눠진 표준 용액을 혼합하였고, 유리병에 8 mL씩 취하여 표준용액으로 하였다. 그 후 0.5 M 질산(HNO<sub>3</sub>)을 대조군으로 하였고, 유도결합플라즈마 분광분석기(ICP-OES, Perkin Elmer, Massachusetts, USA)를 이용하여 측정하였다.

## 8. 총 polyphenol 함량 측정

근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물의 총 폴리페놀의 (polyphenol) 함량은 Folin-Denis법(15)을 이용해 분석하였고, 추출물의 농도는 10 mg/mL 농도로 하여 실시하였다. 근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물에 각각 0.2 mL와 Folin reagent 0.2 mL를 혼합하여 실온상 3분간 정차한 다음 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.4 mL을 첨가한 후 암소에서 40분간 정차하고, 96 well plate에 0.2 mL씩 넣은 뒤 자외선분광기(Bio-rad, Hercules, CA, USA)를 이용하여 750 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 tannic acid를 이용하여 표준 검량곡선을 이용하여 추출물의 총 폴리페놀의 함량 산출하였다.



## 9. 총 flavonoid 함량 측정

근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물의 총 플라보노이드 (flavonoid) 함량 측정은 Davis법을 변형하여 Chae et al.의 방법(16)에 따라 측정하였고, 추출물의 농도는 10 mg/mL 농도로 하여 사용하였다. 근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물에 각각 0.5 mL와 디에틸렌글리콜(diethylene glycol)을 0.5 mL를 첨가한 후, 1 N 수산화나트륨 10  $\mu$ L을 넣고 37°C 가열블록 (heating block)에서 60분 동안을 반응시켰다. 그 후 96 well plate에 0.2 mL 씩 넣은 후 자외선분광기(Bio-rad, Hercules, CA, USA)를 사용하여 415 nm로 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 루틴(rutin)을 이용한 후 표준 검량곡선을 적용하여 추출물의 총 폴리페노이드 함량을 산출하였다.

## 10. ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능

근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물의 2,2'-Azinobis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS) radical 소거능 측정방법은 Re의 방법(17)을 바꾸어 아래와 같이 실시하였다. 추출물은 농도별로 0.125 mg/mL, 0.25 mg/mL, 0.5 mg/mL 로 하였고, 7 mM ABTS와 2.4 mM potassium persulfate를 각각 1 : 1 비율로 혼합한 후, 실온의 암소에서 1일(24시간) 동안 방치하고 라디칼 생성을 유인하였다. 반응을 나타낸 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 용액을 750 nm에서 측정한 흡광도 값이  $0.7 \sim 1.0 \pm 0.02$  정도가 될 수 있게 희석시킨 다음 사용하였다. 희석한 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 용액 450  $\mu$ L와 근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물을 각각 50  $\mu$ L을 혼합하여 사용하였고, 시료 무첨가 군은

ABTS<sup>+</sup> 라디칼 용액 450  $\mu\text{L}$ 에 methanol 50  $\mu\text{L}$ 을 혼합하여 사용하였다. 만들어진 각 시료는 heating block 37°C에서 30분간 반응시킨 UV-spectrophotometer(Bio-rad, Hercules, CA, USA)를 사용하여 750 nm로 흡광도를 측정하여 ABTS 라디칼 소거능을 분석하여 실시하였다.

## 11. 통계처리

본 연구에서 실시했던 모든 실험은 3회 반복하여 독립적으로 시행하였다. 각 실험의 측정을 통한 결과는 평균(mean)과 값에 따른 표준 편차(SD)로 나타내었고, 각 실험군에 따른 유의성 검증에 사용한 방법은 GraphPad Prism 6 program (GraphPad Software, Inc., La Jolla, CA, USA)의 방법으로 실시하였다. 실험에 사용한 각 시료들 간의 통계적인 유의성은  $p < 0.05$  수준으로 Student *t*-test를 사용하여 유의성을 측정하여 검정하였다.

### Ⅲ. 연구결과 및 고찰

#### 1. 일반성분 분석

근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물의 일반성분을 분석한 결과값은 Table 1과 같다. 근대 Hot air drying 추출물의 일반성분의 함량은 수분 3.55%, 조회분 22.61%, 조단백질 1.97%, 조지방 29.14%, 탄수화물 39.77%로 나타났다. 근대 Freeze drying 추출물의 일반성분의 함량은 수분 3.48%, 조회분 22.96%, 조단백질 2.01%, 조지방 30.51%, 탄수화물 39.73%로 나타났다. 조단백질 함량은 동결건조가 열풍건조한 것에 비하여 유의하게 높게 나타났다.

Table 1. Proximate compositions of *Beta vulgaris* treated with hot air dried or freeze dried methods

(Dry Matter Basis, %)		
Composition	Hot air drying	Freeze drying
Moisture	3.55 ± 0.05	3.48 ± 0.07
Crude ash	22.62 ± 0.58	22.96 ± 0.58
Crude fat	1.97 ± 0.03	2.01 ± 0.09
Crude protein	29.14 ± 0.31*	30.51 ± 0.42
Carbohydrate	39.77 ± 0.67	39.73 ± 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

근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물의 구성 아미노산 함량은 Table 2와 같다. 근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물의 구성 아미노산 검출은 8종의 필수아미노산과 9종의 비필수 아미노산이 검출되어 총 아미노산 17종이 검출되었다. 근대 Hot air drying 추출물의 필수아미노산 비율은 77.5%으로 추출물은 6.97 mg/100g이며, 근대 Freeze drying 추출물의 필수아미노산 비율은 63.2%으로 6.93 mg/100g 으로 나타났다. 필수아미노산의 함량은 Histidine을 제외하고 근대 Freeze drying이 근대 Hot air drying 추출물 보다 높게 나타났으나 유의차는 없었다. 또한 근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물에서는 Leucine의 함량이 각각 1.47 mg/100g, 1.21 mg/100g 으로 가장 많이 나타났고, Methionine이 각각 0.04 mg/100g, 0.05 mg/100g 으로 가장 적게 나타났다. 비필수 아미노산의 총 함량은 근대 Hot air drying 추출물은 8.99 mg/100g이며, 근대 Freeze drying 추출물은 10.97 mg/100g 으로 나타났다. 비필수 아미노산의 함량은 Alanine, Cystine을 제외하고 근대 Freeze drying 추출물이 근대 Hot air drying 추출물 보다 높게 나타났다. 또한 근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물에서는 Glutamic acid의 함량이 각각 2.26 mg/100g, 3.65 mg/100g 으로 가장 높은 결과를 보였고, Cystine이 각각 0.02 mg/100g, 0.01 mg/100g 으로 가장 낮게 검출되었다.

Table 2. Contents of free amino acids in hot air dried or freeze dried *Beta vulgaris*

(mg/100g)

Amino acid	Hot air drying	Freeze drying
Essential		
Threonine	0.76 ± 0.01	0.80 ± 0.02
Valine	1.01 ± 0.04	1.09 ± 0.08
Methionine	0.04 ± 0.02	0.05 ± 0.01
Isoleucine	0.77 ± 0.02	0.84 ± 0.06
Leucine	1.47 ± 0.03	1.21 ± 0.61
Phenylalanine	0.91 ± 0.02	0.93 ± 0.03
Histidine	0.89 ± 0.01**	0.84 ± 0.01
Lysine	1.12 ± 0.06	1.17 ± 0.06
Total EAA <sup>1)</sup>	6.97	6.93
Non-essential		
Aspartic acid	1.57 ± 0.01***	1.79 ± 0.03
Serine	0.77 ± 0.02***	0.92 ± 0.01
Glutamic acid	2.26 ± 0.10***	3.65 ± 0.11
Proline	0.90 ± 0.02***	1.11 ± 0.03
Glycine	0.94 ± 0.03	0.96 ± 0.02
Alanine	1.34 ± 0.02**	1.06 ± 0.05
Cystine	0.02 ± 0.02	0.01 ± 0.01
Tryosine	0.25 ± 0.0****	0.41 ± 0.01
Arginine	0.94 ± 0.03*	1.06 ± 0.05
Total AA <sup>2)</sup>	8.99	10.97
EAA/AA(%)	77.5	63.2

<sup>1)</sup>Total EAA: Total essential amino acids.

<sup>2)</sup>Total AA: Total amino acids.

<sup>3)</sup>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 분석

근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물의 유기산 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물 모두 succinic acid, tartaric acid, malic acid, acetic acid, citric acid, formic acid의 총 6가지 종류의 유기산이 검출되었다. 총 6가지의 유기산의 함량은 근대 Hot air drying 추출물은 22881.41 ppm, 근대 Freeze drying 추출물은 28345.91 ppm 이었다. 근대 Hot air drying 추출물에서 검출된 주요 유기산은 citric acid 15923.23 ppm, tartaric acid 2461.62 ppm, formic acid 223.61 ppm 이었으며, acetic acid는 검출되지 않았다. 근대 Freeze drying 추출물에서 검출된 주요 유기산은 citric acid 18534.73 ppm, tartaric acid 6133.35 ppm, acetic acid 1082.46 ppm 이었으며, malic acid, Formic acid 는 검출되지 않았다.

Table 3. Contents of organic acids in hot air dried or freeze dried *Beta vulgaris*

(ppm)

Organic acids	Hot air drying	Freeze drying
Citric acid	15923.23 ± 5.77****	18534.73 ± 4.04
Tartaric acid	2461.62 ± 5.03****	6133.35 ± 6.93
Malic acid	3948.01 ± 5.51	N.D. <sup>1)</sup>
Succinic acid	324.94 ± 3.46****	2595.38 ± 1.73
Formic acid	223.61 ± 1.15	N.D.
Acetic acid	N.D.	1082.46 ± 2.08
Total	22881.41	28345.91

<sup>1)</sup>N.D.: Not detected.

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

\*\*\*\*  $p < 0.0001$ ; Significantly different by Student's *t*-test between hot air drying and freeze drying method



## 4. 지방산 분석

근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물의 지방산 조성은 Table 4와 같다. 근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물 모두에서 지방산의 조성은 포화지방산 8종, 다가불포화지방산 4종, 단일불포화지방산 3종으로 총 15종의 지방산이 나타났다. 근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물의 포화지방산은 Heneicosanoic acid의 함량이 각각 53.95 g/100g, 56.77 g/100g 로 가장 높았고, Palmitic acid, Caprylic acid 순으로 많이 검출되었다. 전반적으로 Hot air drying에 비해 Freeze drying 추출물에서 비교적 높은 함량을 나타내었다. 단일불포화지방산의 함량은 oleic acid, cis-11-eicosenoic acid가 근대 Freeze drying 추출물에 비해 근대 Hot air drying 추출물에서 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. 다가불포화지방산 함량은 근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물에서 모두 linolenic acid (C18:2n6c), linoleic acid (C18:3n3) 순으로 검출되었고, Hot air drying 추출물에서는 Linolenic acid (C18:2n6c)가 높았고, Freeze drying 추출물에서 linoleic acid (C18:3n3)이 유의적으로 높은 함량을 보였다. cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20:2)는 Hot air drying의 결과값이 추출되지 않았다.

Table 4. Contents of fatty acids in hot air dried or freeze dried *Beta vulgaris* (g/100g total fatty acids)

Free acids	Hot air drying	Freeze drying
Caprylic acid (C8:0)	1.01 ± 0.10	1.23 ± 0.20
Capric acid (C10:0)	0.17 ± 0.02	0.18 ± 0.02
Pentadecanoic acid (C15:0)	0.10 ± 0.01	0.12 ± 0.02
Palmitic acid (C16:0)	5.65 ± 0.13**	6.09 ± 0.06
Stearic acid (C18:0)	0.43 ± 0.02**	0.58 ± 0.03
Heneicosanoic acid (C21:0)	53.95 ± 0.91**	56.77 ± 0.20
Behenic acid (C22:0)	0.12 ± 0.02*	0.16 ± 0.02
Lignoceric acid (C24:0)	0.68 ± 0.02****	0.98 ± 0.02
<b>Saturated</b>	<b>62.11</b>	<b>66.11</b>
cis-10-Heptadecenoic acid (C17:1)	0.04 ± 0.01	N.D. <sup>1)</sup>
Oleic acid (C18:1n9c)	5.43 ± 0.14***	3.82 ± 0.16
cis-11-Eicosenoic acid (C20:1)	0.17 ± 0.01*	0.13 ± 0.02
<b>Monounsaturated</b>	<b>5.64</b>	<b>3.95</b>
Linoleic acid (C18:2n6c)	7.21 ± 0.08****	5.97 ± 0.02
Linolenic acid (C18:3n3)	0.68 ± 0.02****	0.98 ± 0.02
cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20:2)	N.D.	0.15 ± 0.01
cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid (C20:5n3)	0.48 ± 0.02***	0.76 ± 0.03
<b>Polyunsaturated</b>	<b>8.37</b>	<b>7.86</b>
<b>Total</b>	<b>76.12</b>	<b>77.92</b>

<sup>1)</sup>N.D.: Not detected.

All values are expressed as the mean  $\pm$  S.D. of triplicate determinations.

\* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$ , \*\*\*\* $p < 0.0001$ ; Significantly different by Student's  $t$ -test between hot air drying and freeze drying method

## 5. 무기질 분석

무기질은 체내 여러 생리 기능의 조절 및 유지하는데 필수적이다. 또 무기질은 식품을 통하여 섭취하는 것이 매우 중요한 영양소다(18). 근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물의 무기질의 함량은 Table 5와 같다. 총 8종의 무기질이 검출되었고, 총 무기질의 함량은 근대 Hot air drying 추출물은 86,673.70 mg/100g, 근대 Freeze drying 추출물은 93,304.30 mg/100g 으로 근대 Freeze drying 추출물에서 높은 함량을 나타내었다. 근대 Hot air drying 추출물의 경우, K(칼륨) 함량이 48,117.99 mg/100g으로 가장 많이 검출되었다. 그 밖의 무기질은 Na(나트륨), Na(나트륨), Mg(마그네슘), Ca(칼슘), Mn(망간), Zn(아연), Fe(철), Cu(구리) 순으로 검출되었다. 근대 Freeze drying 추출물의 경우도 K 함량이 53,955.65 mg/100g으로 가장 많이 검출되었다. 그 밖의 무기질은 Na, Mn 순으로 검출되었다.

Table 5. Contents of minerals in hot air dried or freeze dried *Beta vulgaris*

(mg/100g)		
Minerals	Hot air drying	Freeze drying
Ca	8,347.47 ± 5.77****	6,980.64 ± 4.04
K	48,117.99 ± 5.77****	53,955.65 ± 8.66
Mg	12,398.02 ± 6.35****	8,850.97 ± 5.77
Fe	63.02 ± 1.15	57.39 ± 5.77
Na	17,484.93 ± 5.77****	23,412.07 ± 10.00
Mn	175.19 ± 2.89****	8.25 ± 0.58
Cu	7.33 ± 0.58	6.59 ± 0.58
Zn	79.75 ± 1.15****	32.74 ± 1.00
Total	86,673.70	93,304.30

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

\*\*\*\* $p < 0.0001$ ; Significantly different by Student's *t*-test between hot air drying and freeze drying method

## 6. 총 Polyphenol 및 총 Flavonoid 함량

식물에서 발견되는 대표적인 항산화성 물질인 Polyphenol과 flavonoid는 항암과 항균과 같은 다양한 생리 활성 기능을 한다고 알려져 있다(19). Polyphenol은 페놀 화합물의 벤젠고리에 phenolic hydroxyl기를 가졌으며, hydroxy기(-OH)가 Free radical과 결합하여 공명 구조의 페녹시 라디칼(phenoxy radical)을 형성하여 직접 자유라디칼을 제거하거나 항산화 효소와 함께 간접적으로 자유라디칼을 소거한다(20). 폴리페노이드는 식물성 폴리페놀의 가장 큰 화합물의 종류이며 약 4000개의 화합물로 이루어진 노란색 계열의 항산화 물질 화합물이다. 천연에 존재하며, 화학적인 구조의 차이에 의해 flavonol, flavanone, flavone, isoflavone, anthocyanidin 등으로 분류되며, 생리 활성, 분포, 대사에 차이가 있으며 효능에도 차이가 있다(21).

본 연구에서는 근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물의 총 폴리페놀(polyphenol)과 총 플라보노이드(flavonoid)의 함량 측정을 위해 기준물질로 각각 타닌산(tannic acid)와 루틴(rutin)을 이용하였으며, 그 결과를 Table 6에 나타내었다. 총 폴리페놀 함량은 근대 Hot air drying 추출물은 6.08 mg TAE/g, 근대 Freeze drying 추출물은 5.93 mg TAE/g으로 나타났으며, 총 플라보노이드의 함량은 근대 Hot air drying 추출물은 24.70 mg RE/g, 근대 Freeze drying 추출물은 24.89 mg RE/g으로 근대 Hot air drying 추출물에서는 Total polyphenol이 근대 Freeze drying 추출물보다 높게 나타났고, Total flavonoid는 Freeze drying이 Hot air drying 보다 높게 나타났다. 폴리페놀(polyphenol) 화합물은 식물류에 널리 분포되어 있으며 대다수 phenolic hydroxyl(-OH)를 포함하여 여러개의 화합물과 쉽게 결합하여 항균 효과와 항암 및 항산화효과를 보인다.(22,23). 플라보노이드(flavonoid)는 폴리페놀에 속하는 성분으로 C6-C3-C6를 기본 구조로 페놀계 화합물의 명칭이며, 활성산소종을 제거하는 역할이 효과적이라고 나타나져 있다(24).

Table 6. Total polyphenol and total contents of freeze dried and hot air dried *Beta vulgaris*

	Hot air drying	Freeze drying
Total polyphenol (mg TAE <sup>1</sup> /g)	6.08 ± 0.29	5.93 ± 0.29
Total flavonoid (mg RE <sup>2</sup> /g)	24.70 ± 0.29	24.89 ± 0.29

<sup>1</sup>TAE: Tannic acid equivalent

<sup>2</sup>RE: Rutin equivalent and freeze drying method

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

## 7. ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능

ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능은 과황산칼륨을 암소에서 1일(24시간) 동안 반응시킴으로서 생성된 ABTS<sup>+</sup> 유리 라디칼이 근대 추출물 내의 항산화력 물질에 의해 환원이 되고 청록색으로 변화하는 것을 이용하여 검사하였다(25). 본 연구 결과, 근대 Freeze drying 추출물과 근대 Hot air drying 추출물을 사용한 ABTS 라디칼 소거능은 Table 7과 같다. 근대 Hot air drying 추출물의 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능은 0.250 mg/mL, 0.500 mg/mL, 1.000 mg/mL, 2.000 mg/mL 농도에서 각각 26.70%, 30.13%, 50.21%, 72.01%로 나타났다. 또한 50%의 라디칼 소거능 값인 IC<sub>50</sub>을 구한 결과, 근대 Hot air drying 추출물의 ABTS<sup>+</sup>의 IC<sub>50</sub>은 1.23 mg/mL로 나타났다. 근대 Freeze drying 추출물의 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능에서는 0.250 mg/mL, 0.500 mg/mL, 1.000 mg/mL, 2.000 mg/mL 농도에서 각각 15.67%, 30.30%, 49.70%, 73.93%로 나타났다. 50%의 라디칼 소거능 값인 IC<sub>50</sub>을 구한 결과, 근대 Freeze drying 추출물의 ABTS<sup>+</sup>의 IC<sub>50</sub>은 1.19 mg/mL로 나타났다. 본 연구를 통해 근대 Freeze drying 추출물과 근대 Hot air drying 추출물의 IC<sub>50</sub> 값은 근대 Hot air drying 추출물이 근대 Freeze drying 추출물보다 높게 나타났다는 것을 알 수 있었다. 본 실험의 결과에서 근대 Freeze drying 추출물과 근대 Hot air drying 추출물 모두 추출물 내의 항산화 물질에 의해서 ABTS free 라디칼이 제거됨으로써 농도 의존적으로 항산화의 활성이 증가되는 것을 확인할 수 있다.



Table 7. ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging activity of freeze dried and hot air dried *Beta vulgaris*

	Concentration (mg/mL)	ABTS <sup>+</sup> radical scavenging activity (%)	IC <sub>50</sub> <sup>1)</sup> (mg/mL)
Hot air drying	0.250	26.70 ± 0.82 <sup>2)b3)</sup>	1.23
	0.500	30.13 ± 0.70 <sup>c</sup>	
	1.000	50.21 ± 0.44 <sup>d</sup>	
	2.000	72.01 ± 0.87 <sup>e</sup>	
Freeze drying	0.250	15.67 ± 0.79 <sup>a</sup>	1.19
	0.500	30.30 ± 0.60 <sup>c</sup>	
	1.000	49.70 ± 0.68 <sup>d</sup>	
	2.000	73.93 ± 0.52 <sup>f</sup>	

<sup>1)</sup>IC<sub>50</sub> is the concentration of sample required for scavenging radical by 50%

<sup>2)</sup>All values are expressed as mean ± S.D. of triplicate determinations

<sup>3)</sup>Means with the different letters(a-f) within the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's test

## IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 근대를 사용하여 Hot air drying 과 Freeze drying의 건조법에 의한 이화학적 성분과 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량과 항산화력을 비교하고 분석하였다. 건조 방법에 따른 근대의 일반성분을 분석한 결과, 조회분, 조단백질, 조지방은 근대 Freeze drying 추출물에서, 조지방 함량은 근대 Freeze drying 추출물에서 유의적으로 높게 나타났다. 그러나 수분, 탄수화물은 열풍건조가 동결건조보다 높게 나타났다. 근대의 구성 아미노산 중, 근대 Hot air drying 추출물과 근대 Freeze drying 추출물에서 필수아미노산 중 가장 높은 함량을 나타낸 것은 leucine 이었으며, 비필수 아미노산에서도 근대 동결건조 추출물과 근대 열풍건조 추출물 모두 글루탐산(Glutamic acid)가 가장 많은 함량으로 나타났다. 또한, 비필수아미노산과 필수 아미노산의 함량 모두 근대 Hot air drying 추출물에서 높았다. 유기산에서는 총 6가지가 나타났으며, 총 유기산 함량에서는 근대 Hot air drying 추출물(22881.41 ppm)보다 근대 Freeze drying 추출물(28345.91 ppm)에서 높은 함량을 보였다. 근대 Hot air drying 추출물 및 근대 Freeze drying 추출물의 주된 유기산은 Citric acid였다. 근대 추출물의 포화지방산은 건조 방법에 상관없이 Heneicosanoic acid, Palmitic acid, Capric acid 였으며, 단일불포화지방산의 총 함량은 근대 Hot air drying 추출물(5.64 g/100g)에서 높게 나타났으며, 다가불포화지방산의 총 함량 또한 근대 Hot air drying 추출물(8.37 g/100g)에서 높게 나타났다. 건조 방법에 따른 근대 추출물의 주요 무기질은 칼륨, 나트륨, 마그네슘 순으로 높은 함량을 나타내었으며, 무기질의 총 함량은 근대 Hot air drying 추출물 86,673.70 mg/100g, 근대 Freeze drying 추출물 93,304.30 mg/100g로 근대 Freeze drying 추출물에서 높은 함량을 나타냈다.

총 polyphenol 함량은 근대 Hot air drying 추출물(6.08 mg TAE/g) 보다 근대 Freeze drying 추출물(5.93 mg TAE/g)에서 높게 나타났으며, 총 flavonoid 함량 또한 근대 Hot air drying 추출물(24.70 mg RE/g)이 근대 Freeze drying 추출물(24.89 mg RE/g)보다 높게 나타났다. ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능은 IC<sub>50</sub> 값이 근대 Hot air drying 추출물(1.23 mg/mL)이 근대 Freeze drying 추출물(1.19 mg/mL)보다 높은 것으로 확인 되었다. 이에 따른 결과로부터 근대의 건조방법에 따른 이화학적 성분과 영양성분의 변화를 확인한 결과, 유기산, 지방산, 항산화 성분 등 근대 Hot air drying 추출물이 근대 Freeze drying 추출물보다 우수적으로 나타나므로 근대 Hot air drying 추출물의 활용 가능성이 높은 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

1. Hue GB. 1990. Pathology of obesity. *Kor J Nutr* 23: 333-336.
2. Yosida Y, N Ito, Shimakawa, E Niki. 2003. Susceptibility of plasma lipids to peroxidation. *Biochemical and Biophysical Research Communications* 305:474-753.
3. Hileman EO, J Liu, Albitar, MJ Keating, P Huang. 2004. Intrinsic oxidative stress in cancer cells: a biochemical basis for therapeutics electivity. *Cancer Chemotherapy and Pharmacology* 53:209-219.
4. AguirrezabalMM, MateoJ, DominguezMC, ZumalacarreguiJM. 2000. The effect of paprika, garlic and salt on rancidity in dry sausage. *Meat Sci* 54: 77-81.
5. Eui Kwang Park, Taek Goo Jeong, Min Jeong Lee, Jae Seong Park, Seong Taek Hong. 2018. Changes of Fresh Sprout Characteristics as Affected by Tunnel Covering Methods of Chayote in Middle Area of Korea. *HORTICULTURE ABSTRACTS* 77-77.
6. National Cancer Information Center. 2015. Cancer fact and figures 2015 in the Republic of Korea. Available from <https://www.cancer.go.kr> [cited 2018 April 23]
7. 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.
8. J. Kedziora & G. Bartosz. (1988). Down's syndrome: a pathway involving the lack of balance of reactive oxygen species. *Free Radical Biology Medicine* 4(5): 317-319.
9. Huang MT, Ho CT, Lee C. 1992. Phenolic compounds in food and their effects on health (II), antioxidants and cancer prevention.

10. 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.
11. 위키백과. 2023. <https://ko.wikipedia.org>
12. AOAC. 2005. Official methods of analysis. 18th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA.
13. Wungarden DV. 1967. Modified rapid preparation of fatty acid esters from lipids for gas chromatographic analysis. *Anal Chem* 39(7): 848-849. doi:10.1016/0021-9673(85)80015-7.
14. Korea National Arboretum. 2020. [www.nature.go.kr/](http://www.nature.go.kr/)
15. Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12(2): 239-249.
16. Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH. 2002. Standard good analysis. 381-382.
17. 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 Radic Biol Med* 26(9-10): 1231-1237. doi:10.1016/S0891-5879(98)00315-3.
18. Lee SJ, Shin SR, Yoon KY. 2013. Physicochemical Characteristics of Black Doragi (*Platycodon grandiflorum*). *Korean J Food Sci Technol* 45(4): 422-427.
19. Ames BN, Saul RL. 1987. Oxidative DNA damage, cancer and aging. *Ann Inter Med* 107: 536-539. doi:10.1056/NEJMra0804615.
20. Lee JH, Lee SR. 1994. Some physiological activity of phenolic substances in plant foods. *Korean J Food Sci Technol* 26(3): 310-316.
21. Rice-Evans CA, Miller NJ, Paganga G. 1996. Structure antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. *Free Radic Biol Med* 20(7), 933-956. doi:10.1016/0891-5849(95)02227-9.
22. Cha JY, Kim HJ, Chung CH, Cho YS. 1999. Antioxidative activities and contents of polyphenolic compound of *Cudrania tricuspidata*. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 28(6), 1310-1315.
23. Lu Y, Foo LY. 2000. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. *Food Chem* 68(1), 81-85.

24. Lu Y, Foo LY. 2000. Antioxidant and radical scavenging activities of polyphenols from apple pomace. *Food Chem* 68(1), 81-85.
25. Wursch P. 1979. Influence of tannin-rich Carob pod fiber on the cholesterol metabolism in the rat. *J Nutr* 109: 685.