



## 저작자표시-비영리 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 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 유채의 영양성분 및 항산화 효과

조선대학교 교육대학원

영양교육전공

문 가 경

# 건조 방법에 따른 유채의 영양성분 및 항산화 효과

Nutritional Components and  
Antioxdative Properties of *Brassica napus*  
According to Drying Methods

2024년 2월

조선대학교 교육대학원

영양교육전공

문 가 경

# 건조 방법에 따른 유채의 영양성분 및 항산화 효과

지도교수 이 주 민

이 논문을 교육학석사(영양교육)학위 청구논문으로 제출함

2023년 10월

조선대학교 교육대학원

영양교육전공

문 가 경

문가경의 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 서론 .....	1
제 2장 연구방법 .....	4
1. 실험재료 .....	4
2. 시료추출 .....	4
3. 일반성분 분석 .....	5
4. 구성 아미노산 분석 .....	5
5. 유기산 분석 .....	6
6. 지방산 분석 .....	6
7. 무기질 분석 .....	7
8. 총 polyphenol 함량 측정 .....	7
9. 총 flavonoid 함량 측정 .....	8
10. DPPH 라디칼 소거능 .....	8
11. ABTS <sup>+</sup> 라디칼 소거능 .....	9
12. 환원력 .....	9
13. 통계처리 .....	10

제 3장 연구결과 및 고찰 .....	11
1. 일반성분 분석 .....	11
2. 구성아미노산 분석 .....	13
3. 유기산 분석 .....	15
4. 지방산 분석 .....	17
5. 무기질 분석 .....	20
6. 총 Polyphenol 및 총 Flavonoid 함량 .....	22
7. DPPH 라디칼 소거능 .....	23
8. ABTS <sup>+</sup> 라디칼 소거능 .....	25
9. 환원력 .....	27
제 4장 요약 및 결론 .....	29
참 고 문 헌 .....	31

## LIST OF TABLES

Table 1. Proximate compositions of <i>Brassica napus</i> treated with hot air dried or freeze dried methods .....	12
Table 2. Contents of free amino acids in hot air dried or freeze dried <i>Brassica napus</i> .....	14
Table 3. Contents of organic acids in hot air dried or freeze dried <i>Brassica napus</i> .....	16
Table 4. Contents of fatty acids in hot air dried or freeze dried <i>Brassica napus</i> .....	18
Table 5. Contents of minerals in hot air dried or freeze dried <i>Brassica napus</i> .....	21
Table 6. Total polyphenol and total contents of freeze dried and hot air dried <i>Brassica napus</i> .....	22



Table 7. DPPH radical-scavenging activity of hot air dried and freeze dried *Brassica napus* ..... 24

Table 8. ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging activity of hot air dried and freeze dried *Brassica napus* ..... 26

Table 9. Reducing power of hot air dried and freeze dried *Brassica napus* ..... 28

# ABSTRACT

## Nutritional Components and Antioxdative Properties of *Brassica napus* According to Drying Methods

Moon Ga Kyung

Advisor : Prof. Joomin Lee PhD.

Major in Nutrition Education

Graduate School of Education Chosun University

This study compared and analyzed the biochemical components, total polyphenol content, total flavonoid content, and antioxidant power according to the drying method of hot air drying and freeze drying using rapeseed. When analyzing the general components of rapeseed according to the drying method, moisture and carbohydrates were high in rapeseed hot air dry extracts, and the content of quencher, crude fat, and crude protein was significantly high in rapeseed lyophilized extracts. Looking at the essential amino acids among the constituent amino acids of rapeseed, the highest content of rapeseed hot air dry extract is Lysine, and the highest content of rapeseed lyophilized extract is Leucine. In nonessential amino acids, glutamic acid was highest in both rapeseed hot-dried and rapeseed lyophilized extracts. The contents of both total essential and nonessential amino acids were high in rapeseed lyophilized extracts. A total of 17 things were detected in the organic acid analysis. The total organic acid content was higher in rapeseed lyophilized extract (26.31g/100g) than in rapeseed hot air dry extract (17.99g/100g).

Glutamic acid was found to be the main organic acid in rapeseed hot air dry extract and rapeseed lyophilized extract. As for the fatty acids of rapeseed extract, the saturated fatty acids in both hot and freeze-dried extracts had the highest content of Heenicosanoic acid (18.28g and 38.38g). Total monounsaturated fatty acids were high in rapeseed lyophilized extracts (2.94 g/100 g), and total polyunsaturated fatty acids were high in rapeseed hot air dry extracts (77.13 g/100 g). The main minerals of rapeseed extract according to the drying method showed the highest contents in the order of potassium, magnesium, and calcium. The total content of minerals was 5763.90 ppm of rapeseed hot air dry extract and 5520.98 ppm of rapeseed freeze dry extract, showing a high content in rapeseed hot air dry extract.

Key words : *Brassica napus*, physiological activities, drying method, antioxidant activity

# I. 서론

산소는 우리가 살아가는 데 매우 중요한 성분이다. 5분만 산소 공급이 되지 않아도 사람은 살기 어렵다. 하지만 우리 신체에서 발생하는 활성산소는 신체의 여러 세포에 손상을 유발한다. 예를 들면, 신경세포 손상, 세포 기능 감퇴 등을 유발하여 마지막에는 수명 감소를 유발한다. 우리 신체는 음식을 소화하는 과정에서도, 또 운동하는 과정 중에도 신체에 유해한 활성산소를 만들어낸다. 따라서 노화를 예방하기 위해서는 이 활성산소를 없앨 수 있는 장치 또는 물질이 필요하다. 항산화 작용이란 음식물과 산소를 이용해 세포에서 에너지를 만들 때마다 새롭게 만들어지는 활성 산소를 없애는 작용을 말한다. 활성 산소는 매우 불안정한 상태의 산소로 다른 세포의 전자를 탈취하는 능력이 있어 우리 신체의 여러 세포(혈관 세포, 신경 세포, 눈 세포, 귀 세포)에서 전자를 탈취해 온다. 이를 통해 자신은 안정되지만, 전자를 빼앗긴 세포는 손상을 받아 죽거나 기능이 떨어진다. 이런 활성 산소에 의한 손상을 막을 수 있는 물질이 바로 항산화 물질이다. 항산화 능력은 채소와 과일이 내는 색깔 물질과 매우 연관성이 있다. 식물과 과일이 색깔 물질을 만들어내는 이유는 바로 어렵고 힘든 척박한 환경에서 자신을 지키기 위한 노력으로 생성되는 것이다(1). 활성 산소로부터 인체는 자신을 보호하기 위해 글루타티온 퍼옥시다제(glutathione peroxidase), 카탈라아제(catalase), 슈퍼옥사이드 디스무타아제(superoxide dismutase) 등의 방어기전 시스템을 이용하여 활성 산소를 제거하며, 항산화 효소들은 산소, 과산화수소, 유기 과산화수소, 그리고 수산기 등을 제거 또는 약화시킴으로써 항산화 기능을 나타낸다. 하지만 사람의 인체 내에서 활성 산소는 빠르게 생성되는데 이것을 전부 제거할 수는 없으며, 체내 항산화 작용과 식품 속에 존재하는 생리 활성을 하는 물질에 관한 관심이 증가하는 추세이다(2).

인체에 좋지 않은 활성산소종 중에는 hydroxyl radical(HO)과 같은 전자가 홀수인 자유 라디칼을 포함한다. 일반적으로 전자는 한 쌍으로 존재하려는 성질이 있어서 홀수로 홀로 있으면 옆에 있는 다른 분자들과 반응성이 높아진다. 시료의 항산화 활성은 이러한 홀로 존재하는 전자에 전자를 제공하여 라디칼을 소거하는 능력인 환원력을 통하여 측정할 수 있다(3)

천연항산화제가 이러한 활성 산소를 비활성화하여 산화적 손상을 지연시키거나 예방할 수 있다는 것이 증명되면서 BHA, BHT와 같은 합성 항산화제를 개발하였다. 하지만 합성 항산화제는 장기적으로 섭취하였을 때 부작용이 있기에 인체에 무해하지 않고 효과적인 천연 항산화제를 찾으려는 연구가 활발히 이루어지고 있다(4).

천연 항산화제로서 가장 널리 이용되고 있는 것이 tocopherol이나, 이는 식물성 기름에 효과가 낮다(5). 일반적으로 식물 잎의 추출물에는 상당량의 tocopherol이 존재하여 이들이 항산화 효과를 나타내는데 항산화 효과는 tocopherol 함량과 비례하는 것으로 보고 된 바 있다(6,7).

유채(油菜)는 십자화과(十字花科 ; Cruciferae) 운대속(Brassica)에 속하는 1~2년생 초본이다. 십자화과 식물은 꽃잎이 4장으로서 십자(十字) 모양을 하고 있는 식물을 말하는데 무, 배추, 양배추류(양배추, 브로콜리, 콜리플라워, 케일 등) 그리고 순무(Turnip), 겨자(Mustard)등이 모두 여기에 속한다. 흔히 유채라고 하면 이른 봄 성긴 돌담으로 둘러진 검은 밭을 노랗게 채우며 봄소식을 알리는 제주의 유채를 생각한다. 이들은 가을에 파종하고 이듬해 이른 봄부터 꽃대가 올리고 화려한 봄소식을 전해주며 열매가 익으면 그 열매로 기름을 짜서 이용하는 것이 주 재배 목적이었기 때문에 이름도 ‘유채(油菜, 기름나물, Rape 또는 Rapeseed)’이다. 물론 이른 봄 훌륭한 밀원도 되고 종자가 적당히 익었을 때 수확하여 가축 사료로도 이용할 수 있다. 십자화과는 360속, 3,700여종으로 되어 있는데 이 중 브라시카(Brassica 속의 B. napus 와 B. campestris 종)의 함유 종실을 유채 또는 채종이라고 부르며 이로부터 착유하고 남은 부산물을 ‘채종박’이라 한다. 유채가 한국에 전래된 시기는 확실하지 않지만, 중국 명나라로부터 전래된 것으로 추정된다. 그 당시에 아욱이나 겨자 등과 혼동돼 재배됐으며 이것이 유료작물로 재배되기는 비교적 후세의 일이다. 유채는 북위 58도의 한지로부터 남쪽으로는 인도에까지 재배되며, 남반구로는 아르헨티나에까지 분포하고 있다. 유럽에서는 스웨덴, 폴란드, 프랑스 등지에 많고 캐나다에서도 재배된다. 세계 생산량의 대부분을 차지하는 아시아에서는 중국, 인도 순으로 생산량이 많다. 유채의 주 용도는 기름이다. 부산물인 유채박(粕)은 가축 사료와 비료로 사용한다. 그리고 봄철 단경기 채소용, 개화기의 밀원이나 관상용, 또 축산에서는 청예를 위해서, 사일 레지 사료용 등 다양한 용도가 있다. 유채 기름은 튀김, 샐러드 등에 많이 쓰이며, 버터, 마가린, 제과용, 마요네즈 등으로 이용한다. 식품 이외에는 윤활유, 디젤엔진 연료(Biodiesel), 페인트,

인쇄 잉크, 화장품 등 공업용 목적으로도 이용한다. 이른 봄 채소 단경기에 나물이나 김치에 이용하기도 하고, 축산 농가에서는 다즙질의 청예사료나 사일 레지 용으로 이용되고 있다(8). 유채의 발아 적정온도는 15~25℃이며, 최저온도 0℃ ~ 2℃, 최고온도는 38℃ ~ 40℃다. 파종 후에는 약 3cm 정도 복토 하면 발아가 양호하다. 그런데 그보다 깊게 파종하면 발아가 불량해진다. 우리나라에서의 유채 재배는 가을 파종의 경우 1월 최저 평균기온이 -5℃ 이상인 지역에서 안정적인 월동이 가능하다. 유채는 토심이 깊은 양토가 재배에 적합하나 보리와 밀의 재배가 어려운 남부지역의 휴경 논이나 제주의 화산회토 등에 재배가 가능하다. 토양 산도는 pH 5 ~ 7에 적응하여 적정 산도는 5.6 정도이다. 1년생 또는 2년생 초본으로 봄에 노란색 꽃이 피고, 꼬투리 속에 20개 정도의 종자가 맺힌다. 유채 종실의 주성분은 지방(35 ~ 47%)과 단백질(15 ~ 32%)이며, 기타 탄수화물, 섬유, 회분 및 비타민 등을 함유한다(9).

주로 유채, 겨자 등 십자화과 식물 씨에 함유되어 있는 에루스산(Erucic acid)은 체내 존재하는 지방산의 일종으로 위해성이 거의 없으나, 과량 섭취 시 장기에 축적되어 각종 질병을 일으킬 수 있다. 한국산업표준 KS H 2103에서는 유채씨에서 채유한 것으로 식용에 적합하도록 처리한 유채에 대해 규정한다. 유채유, 유채 샐러드유, 저에루스산 유채유(총 지방산 중 2%이하) 등의 정의와 시험 방법 등을 제시하고 있다(10)

식물은 활성 산소를 생성하는 다양한 환경에 대해 방어하는 목적으로 superoxide dismutase, perooxidase, catalase 등 같은 항산화 효소계를 가지며, 비타민 C, 비타민 E, glutathione과 같은 식물체 활성 산소 제거 시스템이 잘 발달됨이 보고된 바 있다(11).

현재까지 유채에 관한 연구는 유채의 생리적 특성 조사 및 내한성 유채 품종 선별(12), 국내산 유채종자의 품종별 지방조성 및 페놀 추출물의 항산화 활성(13), 유채 전초 추출물의 유래 항산화 및 항염 활성 성분에서는 항염 활성에 있어 유채 추출물이 세포에 독성 없이 NO 생성 저해 확인, 유채 전초 추출물 주성분인 isorhamnetin 3,7-O-diglucoside 확인(14)에 대해 연구되었으나, 유채의 건조 방법에 따른 항산화 성분에 관한 연구는 아직 부족한 실정이다. 본 연구에서는 건조 방법에 따른 유채 추출물의 일반성분과 항산화 활성에 대해 알아보고자 하였다.

## II. 연구방법

### 1. 실험재료

본 연구에 사용한 유채는 2023년 3월 제주시에서 구매, 사용하였다. 유채의 잎을 사용하였으며, 세척한 유채를 열풍건조(hot air drying), 동결건조(freeze drying)로 나누어 건조했다. 열풍건조 방법에는 열풍건조기(GNO12, Hanil GNCO, Jangseong, Korea)를 이용해 60℃에서 40시간 동안 건조했다. 동결건조 방법에는 -70℃ 동결건조기(deep freezer)에 유채를 냉동시킨 다음, 동결건조기(ED8512, Ilshin, Yangju, Korea)를 이용해 72시간 동안 건조했다. 열풍 건조, 동결 건조 된 시료를 분쇄기(HR1378, Phillips, Karner, Slovenia)를 이용해 100mesh로 분쇄하였으며, 분말 시료를 -70℃ 초저온 냉장고(MDFU52V, Sanyo, Osaka, Japan)에 보관하며 사용하였다.

### 2. 시료추출

열풍건조 및 동결건조 된 유채 20g에 80% 에탄올(ethanol) 300mL를 첨가하고, 환류 냉각관을 부착하여 65℃의 가열용 맨틀(Mtops ms-265, Seoul, Korea)에서 3시간 동안 총 3번 반복 추출 하였다. 그 후, 유채 추출액을 냉장 보관 후 filter paper(Whatman No.2, GE Healthcare, Buckinghamshire, UK)로 여과하였다. 추출된 여액은 40℃ 수욕 상에서 회전진공농축기 (EYELA VACUUM NVC-1100, Tokyo, Japan)를 이용해 용매를 제거하였고, 감압하고 농축하여 동결건조하였다. 시료는 산화를 방지할 목적으로 -70℃에 냉동 보관하며 실험을 위해 사용했다.

### 3. 일반성분 분석

유채 열풍건조 추출물과 유채 동결 건조 추출물의 일반성분은 Association of Official Analytical Chemists(AOAC) 법(15)을 이용하였다. 수분 함량은 상압가열(105℃) 건조법, 조지방은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550~600℃ 직접회화법으로 분석하였다. 조단백질의 분석은 원소 분석기(Thermo Quest, Flash 2000, Milan, Italy)를 이용하였다. 조단백질은 원소분석기를 이용해 전 질소량을 정량하였고, 정량한 값에 6.25(질소계수)를 곱해서 조단백질로 하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조지방, 조회분, 조단백질의 값을 뺀 값으로 나타내었다.

### 4. 구성 아미노산 분석

유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의 구성 아미노산 분석방법은 단백질 분해관에 건조한 시료 0.5 g과 6N HCl 3 mL를 혼합하고 탈기 한 후, 121℃에서 24시간을 거쳐 가수분해하였다. glass filter로 여액을 여과하고, 회전진공농축기(rotary vacuum evaporator)를 이용해 감압 후 농축 하고 나트륨 인산염 완충액 (pH 7.0)을 이용하여 10 mL로 정용하였다. 이 중 용액 1 mL 용량을 정용하여 membrane filter (0.2 μm)로 여과하고 amino acid autoanalyzer(S433-H, SYKAM, Eresing, Germany)를 이용해 분석하였다.



## 5. 유기산 분석

유체 열풍건조 추출물과 유체 동결건조 추출물의 유기산 분석은 유기산 시료 0.5g을 cap달린 삼각플라스크에 넣었다. 그 후 증류수 20 mL을 가하고 80°C 이상의 수욕에서 4시간을 거쳐서 가열시킨다. 그 후 와트만 여과지(1  $\mu\text{m}$ )를 이용하여 여과하고 30 mL로 정용한 후, 이를 와트만 여과지(0.45 $\mu\text{m}$ )로 여과하였다. Prominence HPLC(Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 유기산을 분석했다.

## 6. 지방산 분석

유체 열풍건조 추출물과 유체 동결건조 추출물의 지방산 조성 분석은 Wungard en(16)의 방법에 따라 분석하였다. 시료 2g을 원통 여과지에 넣고 클로로포름(chloroform)-메탄올(methanol)로 추출·여과한 후, 감압·농축시키고 중량법으로 함량을 측정하였다. 추출한 시료를 약 100mg을 정용하여 가지 형 플라스크에 취하고 1N-수산화칼륨·에탄올 용액 4 mL를 섞어서 교반 하였다. 유지 방울이 없어진 후 14% 삼불화붕소-메탄올 5 mL를 가한 뒤 환류냉각기(reflux condenser)를 부착 하여 5분간 80°C에서 가열하여 메틸에스테르화 하였다. 용액에 NaCl 포화용액 3 mL를 첨가하고, 다시 hexane-1 mL를 첨가하고 흔들어서 섞고, 시험관으로 옮겨 방치했다. 그 후 상층을 분리하여 채취한 뒤 무수  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ 를 넣어 탈수하여 0.5 mL를 유리병에 채취하였다. 이것을 시험 용액으로 하였고, 가스 크로마토그래피(GC-17 A, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였다.

## 7. 무기질 분석

유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물 구성 무기질 분석방법은 A.O.A.C. 방법(17)을 따라 실시했다. 시료 0.5 g에 20% 질산(HNO<sub>3</sub>) 10mL와 60% HClO<sub>4</sub> 3 mL 가하여 이 시료가 투명하게 될 때까지 가열했다. 그 후 0.5 M 질산(HNO<sub>3</sub>)을 이용하여 50 mL를 취하여 각 항목별로 나뉜 표준 용액을 혼합하였고, 유리병에 8 mL씩 취하여 표준 용액으로 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

유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의 총 폴리페놀 함량은 Folin-Denis법 (18)을 따라서 측정했고, 추출물의 농도는 10 mg/mL 농도로 사용하였다. 유채 동결건조 추출물과 유채 동결건조 추출물에 각각 0.2 mL와 Folin reagent 0.2mL를 혼합하여 실온에서 3분간 정차하였다. 그 후 10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0.4 mL을 첨가한 후 암소에서 40 분간 정차하고, 96 well plate에 0.2 mL씩 넣고, 자외선분광기(Bio-rad, Hercules, CA, USA)를 이용해 750nm에서 흡광도 측정하였다. 표준물질은 tannic acid를 이용하여 표준 검량 곡선을 적용하여 총 폴리페놀 함량을 측정하였다.

## 9. 총 flavonoid 함량 측정

유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의 총 flavonoid 함량 측정은 Davis법을 변형하여 Chae et al.의 방법(19)을 사용하여 측정하였다. 추출물의 농도는 10 mg/mL 농도로 하여 사용했다. 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물에 각각 0.5 mL와 디에틸렌글리콜(diethylene glycol)을 0.5 mL를 첨가한 후, 1N 수산화나트륨 10 $\mu$ L을 넣고, 37 $^{\circ}$ C 가열블록에서 1시간 동안을 반응시켰다. 그 후 96 well plate에 0.2 mL씩을 넣은 후 자외선 분광기(Bio-rad, Hercules, CA, USA)를 사용하여 415nm 흡광도 측정을 했다. 표준물질은 rutin을 이용하여 표준 검량 곡선을 적용하여 추출물 속 총 플라보노이드 함량을 산출하였다.

## 10. DPPH 라디칼 소거능

유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거능 측정방법은 Blois 방법(20)을 이용해 다음과 같이 측정하였고, 추출물은 농도별로 0.500 mg/mL, 1.000 mg/mL, 2 mg/mL, 4 mg/mL로 하여 사용하였다. 0.2mM DPPH 시약(Sigma, St. Louis, MO, USA)을 450 $\mu$ L 취하에 농도별 시료를 각 50 $\mu$ L를 첨가하였고, 시료 무첨가 군은 0.2mM DPPH시약(Sigma, St. Louis, MO, USA) 450 $\mu$ L에다 ethanol 50 $\mu$ L를 첨가하여 사용하였다. 대조군으로는 1000ppm BHA와 Ascorbic acid를 사용하였다. 만들어진 각 시료는 37 $^{\circ}$ C 가열 블록에 30분 간 반응했다. 96 well plate에 200 $\mu$ L 씩 분주하여 자외선 분광기(Bio-Rad, Hercules, CA, USA)를 사용해 595nm로 흡광도를 분석 하였다.

## 11. ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거 능

유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의 2,2'-Azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS) 라디칼 소거 능 측정방법은 Re의 방법(21)을 변형하여 다음과 같이 측정하였다. 추출물은 농도별로 0.125 mg/mL, 0.250 mg/mL, 0.500 mg/mL, 1 mg/mL로 하였고, 7mM ABTS와 2.4 mM potassium persulfate를 각각 1:1로 혼합한 다음, 실온의 암소에서 24시간 동안 방치한 후에 라디칼 생성을 유도했다. 그 후, 반응이 끝난 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 용액을 750nm에서 측정한 흡광도 값 0.7 ~ 1.0 ± 0.02가 되도록 희석해서 사용했다. 희석한 ABTS<sup>+</sup>라디칼 용액 450μL과 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물을 각각 50μL을 혼합하여 사용하였고, 시료 무첨가 군은 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 용액 450μL에 methanol 50μL을 혼합하여 사용하였다. 만들어진 각 시료는 heating block 37°C 온도에서 30분 간 반응 시킨 UV-spectrophotometer(Bio-rad, Hercules, CA, USA)를 사용해 750nm로 흡광도를 측정 하여 ABTS 라디칼 소거 능을 분석했다.

## 12. 환원력

환원력은 Oyaizu(22)의 방법을 변형해서 측정하였고, 추출물은 농도별로 0.250 mg/mL, 0.500 mg/mL, 1 mg/mL, 2 mg/mL로 하여 사용하였다. 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물 각각 200μL에 0.2M 인산 완충액(pH 6.6) 200μL, 1% potassium ferricyanide 200μL 첨가하여 20분 동안 50°C에서 방치 했다. 10% 트라이클로로아세트산(trichloroacetic acid) 200μL 첨가하고 5분 동안 14,000 rpm에서 원심 분리 하였다. 원심 분리한 상층액 300μL, 증류수 300μL, 0.1% ferric chloride 40μL 용액을 혼합하여 실온에서 10분 동안 반응하게 하고, 655nm에서 흡광도 측정했다.

## 13. 통계처리

본 연구에서 실시한 모든 실험은 3회 반복하여 독립적으로 시행하였다. 각 실험의 측정값을 통한 결과는 평균(mean)과 값에 따른 표준 편차(SD)로 나타내었고, 각 실험군에 따른 유의성 검증에 사용한 방법은 Graph Pad Prism 6 program (Graph Pad Software, Inc, La Jolla, CA, USA)의 방법을 사용했다. 실험에 사용한 시료들 간 통계적인 유의성은  $p < 0.05$  수준으로 Student  $t$ -test 사용하여 유의성 검정했다.

### Ⅲ. 연구결과 및 고찰

#### 1. 일반성분 분석

유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의 일반성분 분석 결과는 Table 1에 나타냈다. 유채 열풍건조 추출물의 일반 성분 함량은 수분 3.97%, 조회분 10.91%, 조지방 2.91%, 조단백질 24.53%, 탄수화물 52.77%로 나타났고, 유채 동결건조 추출물의 일반성분 함량은 수분 3.10%, 조회분 12.31%, 조지방 3.40%, 조단백질 31.09%, 탄수화물 47.77%로 나타났다. 유채와 같은 십자화과 식물인 부지깽이의 일반성분 분석은 부지깽이 열풍건조 추출물의 일반 성분 함량은 수분 4.34%, 조회분 10.19%, 조지방 0.83%, 조단백질 22.26%, 탄수화물 52.24%로 나타났고, 부지깽이 동결건조 추출물의 일반성분 함량은 수분 4.33%, 조회분 11.23%, 조지방 1.78%, 조단백질 16.90%, 탄수화물 59.54%로 나타났다. 유채와 같은 십자화과 식물에 해당하는 부지깽이의 조지방은 각각 0.83%, 1.78%로 유채의 조지방 함량이 더 높은 것으로 나타났으며, 조단백질 또한 유채가 더 높은 것으로 나타났다. 부지깽이의 수분, 조회분, 탄수화물의 함량은 본 연구와 차이를 보였다(12).

Table 1. Proximate compositions of *Brassica napus* treated with hot air dried or freeze dried methods

(Dry Matter Basis, %)		
Composition	Hot air drying	Freeze drying
Moisture	3.97 ± 0.15**	3.10 ± 0.10
Crude ash	10.91 ± 0.08	12.31 ± 0.98
Crude fat	2.91 ± 0.80***	3.40 ± 0.01
Crude protein	24.53 ± 0.41***	31.09 ± 0.94
Carbohydrate	52.77 ± 0.67	47.77 ± 0.20

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

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

## 2. 구성 아미노산 분석

유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의 구성 아미노산 함량은 Table 2와 같다. 유채 열풍 건조 추출물과 유채 동결 건조 추출물의 구성 아미노산 검출은 8종의 필수 아미노산, 그리고 9종의 비필수 아미노산이 검출되었으며, 총 아미노산 17종이 검출되었다. 유채 열풍건조 추출물의 필수아미노산 비율은 63.3%이며, 유채 동결건조 추출물의 필수아미노산 비율은 69.00%로 나타났다. 필수아미노산의 총 함량은 유채 열풍건조 추출물은 6.46 g/100g이며, 유채 동결건조 추출물은 9.97 g/100g으로 나타났다. 필수아미노산의 함량은 모두 유채 열풍건조 추출물에 비해 유채 동결건조 추출물이 높게 나타났다. 또한, 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물에서는 leucine의 함량이 각각 1.21 g/100g, 2.05 g/100g 으로 가장 많이 검출되었으며, methionine이 각각 0.11 g/100g, 0.22 g/100g 으로 가장 적게 검출되었다. 비필수 아미노산의 총 함량은 유채 열풍건조 추출물은 10.21 g/100g이며, 유채 동결건조 추출물은 14.45 g/100g 으로 나타났다. 비필수 아미노산의 함량도 모두 유채 열풍건조 추출물에 비해 유채 동결건조 추출물이 높게 나타났다. 또한, 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물에서는 glutamic acid의 함량이 각각 3.08 g/100g, 4.44 g/100g 으로 가장 많이 검출되었으며, cystine이 각각 0.05 g/100g, 0.07 g/100g 으로 가장 적게 검출되었다. 유채와 같은 십자화과인 부지깽이는 열풍건조 및 동결건조 한 필수아미노산 함량이 각각 5.24431 g(5244.31 mg)/100g과 4.69508 g(4695.08 mg)/100g이었다. 구성 아미노산을 분석한 결과, 필수아미노산의 함량은 lysine을 제외하고 부지깽이 동결건조 추출물에 비해 유채 열풍건조 추출물이 높아 본 연구결과와 차이가 있었다(12).



Table 2. Contents of free amino acids in hot air dried or freeze dried *Brassica napus*

( g / 100g )

Amino acid	Hot air drying	Freeze drying
Essential		
Threonine	0.84 ± 0.03*	1.23 ± 0.20
Valine	1.06 ± 0.05**	1.46 ± 0.13
Methionine	0.11 ± 0.03**	0.22 ± 0.02
Isoleucine	0.75 ± 0.05**	1.09 ± 0.08
Leucine	1.21 ± 0.18**	2.05 ± 0.05
Phenylalanine	0.86 ± 0.05***	1.34 ± 0.04
Histidine	0.54 ± 0.04**	0.73 ± 0.03
Lysine	1.09 ± 0.08***	1.85 ± 0.04
Total EAA <sup>1)</sup>	6.46	9.97
Non-essential		
Aspartic acid	1.75 ± 0.05*	2.51 ± 0.44
Serine	0.86 ± 0.05*	1.23 ± 0.20
Glutamic acid	3.08 ± 0.07**	4.44 ± 0.38
Proline	1.19 ± 0.16	1.22 ± 0.19
Glycine	0.81 ± 0.08*	1.14 ± 0.16
Alanine	1.01 ± 0.61	1.52 ± 0.01
Cystine	0.05 ± 0.01*	0.07 ± 0.01
Tryosine	0.44 ± 0.04****	0.80 ± 0.01
Arginine	1.02 ± 0.02***	1.52 ± 0.10
Total EAA <sup>2)</sup>	10.21	14.45
EAA/AA(%)	63.3	69.00

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

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

All values are expressed as the mean ±SD 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 method and freeze drying method.

### 3. 유기산 분석

유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의 유기산 함량을 분석한 값은 Table 3에 나와 있다. 유채나물 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물 모두 citric acid, malic acid, succinic acid, formic acid, acetic acid의 총 5가지 유기산이 검출되었다. 총 유기산의 함량은 유채 열풍건조 추출물은 30,712.95g, 유채 동결건조 추출물은 36,288.18g이었다. 유채 열풍건조 추출물에서 검출된 주요 유기산은 malic acid 17373.28, citric acid 13683.54g이었으며, succinic acid, formic acid, acetic acid 순으로 검출되었다. 유채 동결건조 추출물에서 검출된 주요 유기산은 malic acid 20564.01, citric acid 16281.89g이었으며, succinic acid, formic acid, acetic acid 순으로 검출되었다. 본 연구에서는 유채 열풍건조 추출물의 유기산 함량에 비해 유채 동결건조 추출물의 유기산 함량이 유의적으로 높게 나타난 점을 확인할 수 있었다.

Table 3. Contents of minerals in hot air dried or freeze dried *Brassica napus*

( g / 100g )

Organic acids	Hot air drying	Freeze drying
Citric acid	13683.54 ± 2.89****	16281.89 ± 1.73
Malic acid	17373.28 ± 5.51****	20564.01 ± 3.51
Succinic acid	1385.38 ± 1.73****	1806.07 ± 4.62
Formic acid	1305.60 ± 4.62****	1505.67 ± 8.66
Acetic acid	654.88 ± 3.46****	412.66 ± 1.73
Total	30,712.95	36,288.18

<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

유채 열풍 건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의 지방산 조성은 Table 4와 같다. 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물 모두에서 지방산 조성은 포화지방산 10종, 단일불포화지방산 6종, 다가불포화지방산 8종으로 총 24종의 지방산이 검출되었다. 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의 포화지방산은 heneicosanoic acid의 함량이 각각 18.28g, 38.38g으로 가장 높았고, palmitic acid, heptadecanoic acid 순서로 많이 검출 되었다

. 또한 caprylic acid, capric acid, behenic acid는 유채 동결건조 추출물에 비해 유채 열풍건조 추출물 추출물에서 높았다. 단일 불포화지방산의 함량은 oleic acid, erucic acid, cis-10-heptadecenoic acid가 유채 열풍건조 추출물 추출물에 비해 유채 동결건조 추출물에서 높았다. 다가불포화지방산 함량은 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물에서 모두 linolenic acid, linoleic acid 순으로 검출되었고, 유의적으로 높은 함량을 보였다. 또한, 유채 동결건조 추출물보다 유채 열풍건조 추출물에서 cis-11,14,17-eicosatienoic acid, cis-11,14-eicosadienoic acid, cis-4,7,10,13,16,19-docosahexaenoic acid가 높은 함량을 나타냈고, 유채 열풍건조 추출물보다 유채 동결건조 추출물에서  $\gamma$ -linolenic acid, cis-5,8,11,14,17-eicosapentaenoic acid가 유의적으로 높은 함량을 보였다. 본 연구 결과, 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물 각각 불포화지방산의 비율이 총 지방산의 비율 중 77%, 51% 이상을 차지하므로, 건조법에 상관없이 유채가 영양적으로 우수함을 보여주었다.

Table 4. Contents of fatty acids in hot air dried or freeze dried  
*Brassica napus*

(% total fatty acids)

Free acids	Hot air drying	Freeze drying
Caprylic acid (C8 : 0)	0.52 ± 0.06**	0.33 ± 0.02
Capric acid (C10 : 0)	0.07 ± 0.02	0.05 ± 0.01
Myristic acid (C14 : 0)	N.D. <sup>1)</sup>	0.05 ± 0.01
Pentadecanoic acid (C15 : 0)	0.06 ± 0.01***	0.22 ± 0.02
Palmitic acid (C16 : 0)	2.00 ± 0.02****	7.28 ± 0.24
Heptadecanoic acid (C17 : 0)	0.91 ± 0.01	1.27 ± 0.23
Stearic acid (C18 : 0)	0.33 ± 0.03****	0.85 ± 0.05
Heneicosanoic acid (C21 : 0)	18.28 ± 0.24****	38.38 ± 0.33
Behenic acid (C22 : 0)	0.28 ± 0.02****	0.02 ± 0.01
Lignoceric acid (C24 : 0)	N.D.	0.43 ± 0.06
<b>Saturated</b>	<b>22.45</b>	<b>48.88</b>
cis-10-Heptadecenoic acid (C17 : 1)	0.04 ± 0.01***	0.14 ± 0.01
Elaidic acid (C18 : 1n9t)	0.01 ± 0.01	N.D.
Oleic acid (C18 : 1n9c)	0.40 ± 0.02****	2.43 ± 0.06
cis-11-Eicosenoic acid (C20 : 1)	N.D.	0.23 ± 0.06
Erucic acid (C22 : 1n9)	0.06 ± 0.01	0.08 ± 0.01
Nervonic acid (C24 : 1)	N.D.	0.06 ± 0.01
<b>Monounsaturated</b>	<b>0.51</b>	<b>2.94</b>

Linoleic acid (C18 : 2n6c)	2.04 ± 0.03 <sup>****</sup>	5.71 ± 0.25
γ-Linolenic acid (C18 : 3n6)	0.41 ± 0.01 <sup>**</sup>	0.48 ± 0.02
Linolenic acid (C18 : 3n3)	72.38 ± 0.54 <sup>****</sup>	40.47 ± 0.46
cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20 : 2)	0.25 ± 0.04	0.19 ± 0.01
cis-11,14,17-Eicosatrienoic acid (C20 : 3n3)	1.73 ± 0.02 <sup>***</sup>	0.77 ± 0.14
cis-13,16-Docosadienoic acid (C22 : 2)	N.D.	0.09 ± 0.01
cis-5,8,11,14,17-Eicosapentaenoic acid(C20 : 5n3)	0.14 ± 0.06 <sup>*</sup>	0.37 ± 0.12
cis-4,7,10,13,16,19-Docosahexaenoic acid(C22:6n3)	0.18 ± 0.01 <sup>*</sup>	0.11 ± 0.03
<b>Polyunsaturated</b>	<b>77.13</b>	<b>48.19</b>
<b>Total</b>	<b>100.09</b>	<b>100.01</b>

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

All values are expressed as the mean ±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 인간의 조직, 골격, 체액 등 여러 구성 성분으로 생명 유지에 매우 중요하다. 생물체나 식품이 함유한 원소 중 탄소, 수소, 산소, 질소를 제외한 다른 원소들은 모두 무기질이라 칭하며, 식품이나 생물체를 태운 후에는 ‘회분’이라 정의한다(23).

유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물 속 무기질은 Table5에 나타냈다. 총 8개의 무기질이 검출되었다. 총 무기질의 함량은 유채 열풍건조 추출물은 46,602.98ppm, 유채 동결건조 추출물은 52,458.64ppm으로 유채 열풍건조 추출물에 비해 동결건조 추출물에서 비교적 높은 함량을 나타내었다. 유채 열풍건조 추출물의 경우, K(칼륨) 함량이 32748.59ppm으로 가장 많이 검출되었다. 그 밖의 무기질은 Ca(칼슘), Mg(마그네슘), Na(나트륨), Fe(철), Zn(아연), Mn(망간) 순으로 검출되었고, Cu(구리)는 검출되지 않았다. 유채 동결건조 추출물의 경우도 K(칼륨) 함량이 35024.42ppm으로 가장 많이 검출되었다. 그 밖의 무기질은 Ca, Mg 순으로 검출되었다.

같은 십자화과 식물인 부지깽이(12)의 무기질 조성 및 함량을 측정한 결과, 열풍건조의 경우 K 4586.79 mg/100g, Ca 844.67 mg/100g, Na 163.62 mg/100g, Mg 158.35mg/100g, Fe 5.96 mg/100g, Zn 2.67 mg/100g, Mn 1.09 mg/100g, Cu 0.75 mg/100g 함량이 검출되었다. 부지깽이 동결건조의 경우 역시 K 함량이 4308.90 mg/100g으로 가장 높았고, Ca, Na, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu 순으로 높은 함량을 나타내어 본 연구 결과와 다소 차이를 보였다.

Table 5. Contents of minerals in hot air dried or freeze dried *Brassica napus*

(ppm)

Minerals	Hot air drying	Freeze drying
Ca	10861.74 ± 5.77****	15008.52 ± 5.03
K	32748.59 ± 2.89****	35024.42 ± 3.46
Mg	2082.23 ± 1.73****	1820.87 ± 1.15
Fe	72.40 ± 1.73**	81.40 ± 1.21
Na	793.95 ± 3.42****	475.19 ± 2.76
Mn	20.30 ± 0.60**	22.56 ± 0.38
Cu	N.D. <sup>1)</sup>	0.94 ± 0.04
Zn	23.77 ± 0.66	24.74 ± 0.23
Total	5763.90	5520.98

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

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

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



## 6. 총 Polyphenol 및 총 Flavonoid 함량

본 연구에서는 유채 열풍 건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의 총 폴리페놀 함량과 총 플라보노이드 함량 결과를 Table 6에 나타내었다. 측정을 위해 사용된 기준물질은 각각 타닌산(tannic acid)과 루틴(rutin) 이다.

총 polyphenol의 함량은 다음과 같다. 유채 열풍건조 추출물은 16.09 mg TAE/g, 유채 동결건조 추출물은 15.67 mg TAE/g으로 나타났다. 총 flavonoid의 함량은 유채 열풍건조 추출물은 52.41 mg RE/g, 유채 동결건조 추출물은 44.22mg RE/g으로 나타났다.

유채 동결건조 추출물에 대비하여 유채 열풍건조 추출물에서 총 폴리페놀 (polyphenol), 총 플라보노이드(flavonoid) 함량 모두 유의적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.01$ ). 유채와 같은 십자화과인 부지깽이 추출물에 따른 함량은 부지깽이 열풍 건조 추출물에 대비하여 부지깽이 동결건조 추출물에서 총 폴리페놀(polyphenol) 과 총 플라보노이드(flavonoid)의 함량이 유의적으로 높게 나타났다( $p < 0.05$ ).

Table 6. Total polyphenol and total contents of hot air dried or freeze dried *Brassica napus*

	Hot air drying	Freeze drying
Total polyphenol (mg TAE/g)	16.09 ± 0.70	15.67 ± 0.69
Total flavonoid (mg RE/g)	52.41 ± 0.54	44.22 ± 0.47**

1) TAE : Tannic acid equivalent

2) RE : Rutin equivalent

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

\*  $p < 0.01$ ; Significantly different by Student's *t*-test

between hot air drying and freeze drying method

## 7. DPPH 라디칼 소거능

본 연구에서는 항산화 능력을 측정하는데 자유 라디칼인 DPPH 라디칼 소거능을 이용하였다. 유채 동결건조 추출물과 유채 열풍건조 추출물을 이용한 DPPH 라디칼 소거능은 Table 7에 나타내었다. 유채 열풍건조 추출물은 0.500 mg/mL, 1.000 mg/mL, 2.000 mg/mL, 4.000 mg/mL 농도에서 각각 7.66%, 23.40%, 48.04%, 71.52%로 나타났다. 유채 동결건조 추출물은 0.500 mg/mL, 1.000 mg/mL, 2.000 mg/mL, 4.000 mg/mL 농도에 각각 10.07%, 24.31%, 52.96%, 75.35%로 나타났다.

또한, 50% 라디칼 소거능인  $IC_{50}$ 을 구한 결과는 다음과 같다. 유채 열풍건조 추출물의 DPPH의  $IC_{50}$ 은 2.11mg/mL로 나타났다. 유채 동결건조 추출물의 50% 라디칼 소거능인  $IC_{50}$ 을 구한 결과는 2.46mg/mL로 나타났다.

본 연구를 통해 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의  $IC_{50}$  값이 유채 열풍건조 추출물보다 유채 동결건조 추출물이 높으므로, DPPH 라디칼 소거능이 유의하게 높은 것을 알 수 있었다.

대조군으로 사용한 BHA와 Ascorbic acid 의 값은 각각 78.35%, 93.59%로 나타나므로 유채와 비교하였을 때 차이를 보였다. 본 실험의 결과에서 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물 모두 DPPH 라디칼 소거 활성이 농도에 비례하여 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

Table 7. DPPH radical-scavenging activity of hot air dried and freeze dried *Brassica napus*

	Concentration (mg/mL)	DPPH radical scavenging activity (%)	IC <sub>50</sub> <sup>1)</sup> (mg/mL)
Hot air drying	0.500	7.66 ± 0.38 <sup>3)a4)</sup>	2.11
	1.000	23.40 ± 3.87 <sup>b</sup>	
	2.000	48.04 ± 2.18 <sup>d</sup>	
	4.000	71.52 ± 1.30 <sup>e</sup>	
Freeze drying	0.500	10.07 ± 2.78 <sup>a</sup>	2.46
	1.000	24.31 ± 0.90 <sup>b</sup>	
	2.000	52.96 ± 0.14 <sup>c</sup>	
	4.000	75.35 ± 1.38 <sup>e</sup>	
BHA <sup>2)</sup>	1.000	78.35 ± 0.95	
Ascorbic acid	1.000	93.59 ± 0.14	

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

<sup>2)</sup> BHA: butylated hydroxyanisole

<sup>3)</sup> All values are expressed as mean ± S.D. of triplicate determinations

<sup>4)</sup> Means with the different letters(a-e) within the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's test

## 8. ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능

본 연구 결과, 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물을 이용한 ABTS 라디칼 소거능은 Table 8에 나타내었다. 유채 열풍건조 추출물의 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능은 0.125 mg/mL, 0.25 mg/mL, 0.5 mg/mL, 1.0 mg/mL 농도에서 각각 18.05%, 33.71%, 57.91%, 90.53%로 나타났다. 50% 라디칼 소거 능 값인 IC<sub>50</sub>을 구한 결과, 유채 열풍건조 추출물의 ABTS<sup>+</sup>의 IC<sub>50</sub>은 0.47 mg/mL로 나타났다. 유채 동결건조 추출물의 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능은 0.125 mg/mL, 0.25 mg/mL, 0.5 mg/mL 1.0 mg/mL 농도에서 8.97%, 20.35%, 42.23%, 77.74%로 나타났다. 50%의 라디칼 소거 능 값인 IC<sub>50</sub>을 구한 결과, 유채 동결건조 추출물의 ABTS<sup>+</sup>의 IC<sub>50</sub>은 0.65 mg/mL로 나타났다. 본 연구를 통해 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의 IC<sub>50</sub> 값이 유채 열풍건조 추출물이 유채 동결건조 추출물보다 낮으므로 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능이 유의하게 높은 것을 확인할 수 있었다. 본 실험의 결과에서 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물 모두 추출물 내의 항산화 물질에 의해서 ABTS free 라디칼이 제거되고 농도 의존적으로 항산화의 활성이 증가되는 것을 알 수 있었다.

유채와 같은 십자화과 채소인 부지깽이의 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능을 측정한 An (12)의 연구 결과의 항산화 활성을 측정한 보고된 결과가 본 실험 결과와 유사함을 확인할 수 있었다.

Table 8. ABTS<sup>+</sup> radical-scavenging activity of hot air dried and freeze air dried *Brassica napus*

	Concentration (mg/mL)	ABTS <sup>+</sup> radical scavenging activity (%)	IC <sub>50</sub> <sup>1)</sup> (mg/mL)
Hot air drying	0.125	18.05 ± 0.54 <sup>2)b3)</sup>	0.47
	0.250	33.71 ± 0.48 <sup>d</sup>	
	0.500	57.91 ± 0.30 <sup>f</sup>	
	1.000	90.53 ± 0.37 <sup>h</sup>	
Freeze drying	0.125	8.97 ± 0.25 <sup>a</sup>	0.65
	0.250	20.35 ± 0.50 <sup>c</sup>	
	0.500	42.23 ± 0.33 <sup>e</sup>	
	1.000	77.74 ± 0.81 <sup>g</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-h) within the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's test

## 9. 환원력

유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의 환원력 측정 결과는 Table 9에 나타내었다. 유채 열풍건조 추출물을 이용한 700nm에서 측정한 환원력은 0.250 mg/mL, 0.500 mg/mL, 1 mg/mL, 2 mg/mL 농도에서 각각 0.17, 0.26, 0.41, 0.59로 나타났다. 50%의 라디칼 소거능 값인  $IC_{50}$ 을 구한 결과, 유채 열풍건조 추출물의 환원력  $IC_{50}$ 은 1.54 mg/mL로 나타났다. 유채 동결건조 추출물의 환원력은 0.250 mg/mL, 0.500 mg/mL, 1 mg/mL, 2 mg/mL 농도에서 각각 0.21, 0.31, 0.50, 0.65 나타났다. 50% 라디칼 소거능 값인  $IC_{50}$ 을 구했을 때, 유채 동결건조 추출물의 환원력  $IC_{50}$ 은 1.30 mg/mL로 나타났다.

본 연구를 통해 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물 환원력은 농도 의존적으로 증가하였다. 또한, 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의 환원력  $IC_{50}$  값이 유채 동결건조 추출물이 유채 열풍건조 추출물보다 낮으므로 환원력이 유의하게 높은 것을 알 수 있었다.

유채와 같은 십자화과 채소인 부지깽이의 환원력을 측정한 An (12)의 연구 결과의 항산화 활성을 측정한 보고된 결과가 본 실험 결과와 유사함을 확인할 수 있었다.

Table 9. Reducing power of hot air dried and freeze air dried *Brassica napus*

	Concentration (mg/mL)	Reducing power	IC <sub>50</sub> <sup>1)</sup> (mg/mL)
Hot air drying	0.250	0.17 ± 0.00 <sup>2)a3)</sup>	1.54
	0.500	0.26 ± 0.00 <sup>c</sup>	
	1.000	0.41 ± 0.01 <sup>e</sup>	
	2.000	0.59 ± 0.01 <sup>g</sup>	
Freeze drying	0.250	0.21 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.30
	0.500	0.31 ± 0.01 <sup>d</sup>	
	1.000	0.50 ± 0.01 <sup>f</sup>	
	2.000	0.65 ± 0.01 <sup>h</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-h) within the same column are significantly different at p<0.05 by Tukey's test

## IV. 요약 및 결론

본 연구는 유채를 이용해 열풍건조와 동결건조의 건조법에 따른 이화학적 성분과 총 polyphenol 함량, 총 flavonoid 함량과 항산화력을 비교하고 분석하였다. 건조 방법에 따른 유채의 일반성분 분석 결과, 수분과 탄수화물은 유채 열풍건조 추출물에서 높게 나타났고, 조회분, 조지방, 조단백질 함량은 유채 동결건조 추출물에서 유의적으로 높게 나타났다. 유채의 구성 아미노산 중 필수아미노산을 살펴보면, 유채 열풍건조 추출물의 가장 높은 함량을 나타낸 것은 lysine이고, 유채 동결건조 추출물에서 가장 높은 함량을 나타낸 것은 leucine이다. 비필수 아미노산에서는 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물 모두 glutamic acid가 가장 높았다. 전체 필수아미노산과 비필수 아미노산의 함량은 모두 유채 동결건조 추출물에서 높게 나타났다. 유기산 분석에서는 총 17가지가 검출되었다. 총 유기산 함량은 유채 동결건조 추출물(36,288.18 g/100g)이 유채 열풍건조 추출물(30,712.95 g/100g)보다 높은 함량을 보였다. 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물의 주된 유기산은 malic acid로 나타났다. 건조 방법에 따른 유채 추출물의 주요 무기질은 칼륨, 마그네슘, 칼슘 순으로 높은 함량을 나타냈다. 무기질의 총 함량은 유채 열풍건조 추출물 5763.90ppm, 유채 동결건조 추출물은 5520.98ppm으로 유채 열풍건조 추출물에서 높은 함량을 나타냈다.



총 polyphenol 함량은 유채 열풍 추출물(16.09mg TAE/g)이 유채 동결건조 추출물(15.67 mg TAE/g)보다 높게 나타났다. 또한, 총 flavonoid 함량도 유채 열풍건조 추출물(52.41 mg RE/g)에서 유채 동결건조 추출물(44.22 mg RE/g) 보다 높게 나타났다. 유채의 DPPH 라디칼 소거능은 IC<sub>50</sub> 값이 유채 열풍건조 추출물(2.11 mg/mL)보다 유채 동결건조 추출물(2.46 mg/mL)이 높으므로 유채 열풍건조 추출물의 DPPH 라디칼 소거능이 유의하게 높은 것을 알 수 있었다. ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능은 IC<sub>50</sub> 값이 유채 열풍건조 추출물(0.47 mg/mL)이 동결건조 추출물(0.65 mg/mL)보다 낮으므로 ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거능이 유의하게 높은 것을 알 수 있었다. 건조 방법에 따른 Reducing Power는 유채 열풍건조 추출물과 유채 동결건조 추출물 환원력이 농도와 비례하여 증가하였다. IC<sub>50</sub> 값이 유채 열풍건조 추출물(1.54 mg/mL)이 유채 동결건조 추출물(1.30 mg/mL)보다 높으므로 유채 동결건조 추출물의 환원력이 비교적 높았다.

건조 방법에 따른 유채의 이화학적 성분 및 영양성분을 확인한 결과, 다가불포화 지방산, 총 무기질 함량, 총 폴리페놀 함량, 총 플라보노이드 함량, DPPH 라디칼 소거 능, ABTS<sup>+</sup> 라디칼 소거 능 등 유채 열풍 건조 추출물이 유채 동결 건조 추출물보다 우수적으로 나타나므로 유채 열풍 건조 추출물의 활용 가능성이 높은 것으로 기대된다.

## 참 고 문 헌

1. 오한진 (2011). Health & Life 활성 산소와 건강. Journal of Electrical World Monthly Magazine,, 110-111.
2. Huang MT, Ho CT, Lee CY. 1992. Phenolic compounds in food. In Phenolic compounds in food and their effects on health II. Maple Press, New York, USA. 99: 2-7.
3. Yeom, H. S., Lee, N. H. and Hyun, J. M. (2018) Anti-oxidative activities for the flavonoids of the *Syzygium aqueum* Burm.f. Alston branches from Jeju island. J. Soc. Cosmet. Sci. Korea 44: 151-159.
4. Kang, M. H., Choi, C. S., Kim, Z. S., Chung, H. K., Min, K. S., Park, C. G., and Park, H. W. (2002) Antioxidative Activities of Ethanol Extract Prepared from Leaves, Seed, Branch and Aerial Part of *Crotalaria sessiflora* L. Korean J. Food Sci. Technol. 34(6): 1098-1102. Paik NS. 2014. Current status of breast cancer in Korea. Ewha Med J 37(2): 69-74.
5. Corl, M.M.: Antioxodant activity of tocopherols and ascorbyl palmitate and their mode of action. JAOCS, 51, 321(1974)
6. Mallet, J.F., Cerrati, C., Ucciani, E., Gamisans, J. and Gruber, M. : Antioxidant activity of plant leaves in relation to their alpha-tocopherol content. Food Chem-istry, 49, 61(1994)
7. Chevolleau, S., Mallet, J.F. Debal, A. and Ucciani : Antioxidant activity of Mediterranean plant leaves: occurrence and antioxidative importance of a-tocoph-erol. JAOCS, 70, 807(1993)
8. 농촌진흥청. 유채-농업기술길잡이 167. 농촌진흥청. 10, 11, 14(2018)
9. 농촌진흥청 국립식량과학원 바이오에너지작물연구소. 국내 유채 품종 및 재배기술. 농촌진흥청 국립식량과학원 바이오에너지작물연구소. 7,8(2018)

10. 한국소비자원. 에루스산 함유 식품 안전실태조사. 한국소비자원 안전감시국 식의약안전팀. (2021)
11. Noctor, G. and C.H. Foyer. 1998. Ascorbate and glutathione: keeping active oxygen under control. *Annu Rev Plant Physiol Plant Mol Biol.* 49:249-279.
12. 김보빈. 유채의 생리적 특성 조사 및 내한성 유채 품종 선별. 국내석사학위논문 목포대학교 대학원. 전라남도.(2015)
13. 이아영, 홍순택, 장영석, 이정희. 국내산 유채 종자의 품종별 지방 조성 및 폐놀 추출물의 항산화 활성. *한국식품영양과학회지.*(2014)
14. 조연정, 현주미, 강지미, 김창윤, 이남호. 유채 전초 추출물 유래 항산화 및 항염 활성 성분. *생약학회지(Korean Journal of Pharmacognosy)*, 53(3), 125-132.(2022)
15. An IS. Comparison of Nutritional components and Antioxidant Activities of *Erysimum amurense* Kitag using Different Drying Methods. Graduate School of Education Chosun University. Gwangju.(2021)
16. AOAC. 2005. Official methods of analysis. 18th ed. Association of official analytical chemists, Washington, DC, USA.
17. Wungaarden 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.
18. Korea National Arboretum. 2020. [www.nature.go.kr/](http://www.nature.go.kr/) Folin O, Denis W. 1912. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12(2): 239-249.
19. Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH. 2002. Standard good analysis. 381-382.
20. Blois MS. 1958. Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature.* 181: 1199-1200. doi:10.1038/1811199a0.

21. 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.
22. 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.
23. Ji SH, Kang JH, Jo GS, Lee SK, Kim HR, Choi YM, Lee YS. Comparison of ash and mineral contents in local agricultural products. *Korean J Food Nutr*, 29, 1015-1022 (2016)