



ISSN 1229-8565 (print) ISSN 2287-5190 (on-line)
한국지역사회생활과학회지 32(2): 175~187, 2021
Korean J Community Living Sci 32(2): 175~187, 2021
<http://doi.org/10.7856/kjcls.2021.32.2.175>

건조방법에 따른 부지깽이나물 추출물의 이화학적 성분 및 항산화 활성에 미치는 영향 연구

안 인 선 · 이 수 진 · 이 주 민^{†1)}

조선대학교 영양교육대학원 대학원생 · 조선대학교 식품영양학과 부교수¹⁾

Comparison of Nutritional Components and Antioxidant Activities of *Erysimum amurense* Kitag Extracts Using Different Drying Methods

In Seon An · Su-Jin Lee · Joomin Lee^{†1)}

Graduate Student, Dept. Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju, Korea
Associate Professor, Dept. Food and Nutrition, Chosun University, Gwangju, Korea¹⁾

ABSTRACT

We evaluated the effects of drying methods (hot air or freeze drying) on the nutritional components and antioxidant activities of *Erysimum amurense* Kitag (EK). The crude ash, crude fat and carbohydrate contents of the freeze dried EK extract (FEK) were higher than those of the hot air dried EK extract (HEK); but, the content of moisture and crude protein in the HEK was higher than in FEK. The contents of polyunsaturated fatty acids in FEK were higher than HEK. Total contents of organic acids in FEK were higher compared to HEK. The contents of essential amino acids and non-essential amino acids were higher in HEK than in FEK. Total mineral contents in HEK were higher than those in FEK. The major minerals were K and Ca in the two different drying methods. The total polyphenol and total flavonoid contents in FEK were higher than those in HEK. FEK showed the better activity to quench 2,2'-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) radicals, while HEK had the higher capacity against 2,2'-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid (ABTS). The reducing power and ferric reducing antioxidant power in FEK were higher than those in HEK. These results showed that the two different drying methods affected the nutrient contents and antioxidant activities of the EK.

Key words: *Erysimum amurense* Kitag, nutritional components, drying method, antioxidant activity

Received: 24 March, 2021 Revised: 11 May, 2021 Accepted: 13 May, 2021

[†]Corresponding Author: Joomin Lee Tel: +82-62-230-7722 E-mail: joominlee@chosun.ac.kr

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

현대인들은 평균수명의 증가와 함께 건강한 삶을 오래 유지하고자 하며 이에 따른 질병 예방에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 암, 심혈관 질환, 비만, 당뇨 등과 같은 만성 질환은 꾸준히 증가하고 있으며(Hue 1990), 활성산소(Reactive Oxygen Species)와 유리라디칼(free radical) 등이 질병 유발의 한 원인으로 알려져 있다(Pike & Chandra 1995). 활성산소의 종류는 초과산화물 라디칼(superoxide anion radical, $\cdot O_2^-$), 초과산화 음이온(superoxide anion), 과산화수소(H_2O_2), 수산화라디칼(hydroxyl radical, $HO\cdot$)이 있으며, 이들은 지질산화, 단백질분해, 세포막 손상 등 여러 가지 생리적 기능장애와 질환을 초래할 수 있다. 이러한 활성산소로부터의 인체를 보호를 위해 글루타치온 퍼옥시다아제(glutathione peroxidase), 카탈라아제(catalase), 슈퍼옥사이드 디스뮤타아제(superoxide dismutase) 등이 체내에 존재한다. 현재 사용되는 합성 항산화제로는 butylated hydroxyanisole(BHA), butylated hydroxytoluene(BHT), propyl gallate(PG) 등이 있으며 이들은 심혈관 및 위장관에 독성 및 암을 유발한다고 보고되어 좀 더 안정적이고 효과적인 항산화제의 개발이 요구되고 있다(Simic 1988). 천연 항산화제는 polyphenol, flavonoid, carotenoid, ascorbic acid, tocopherol 등으로(Huang et al. 1992) 식품으로 섭취 가능하며 항산화작용이 높은 여러 생리활성물질에 대한 관심이 높아지고 있어 이에 대한 연구가 더욱 필요한 실정이다.

부지깽이나물(*Erysimum amurense* Kitag)은 십자화과(Cruciferae)에 속한 두 해 살이 풀로 산비탈 메마른 모래자갈땅이나 암석지에 분포하며

여름, 가을철에 채취하여 그늘에 말려 이용한다. 부지깽이나물의 잎은 어긋나기하고 엽병이 거의 없고, 선형피침형이나 선상 피침형이다. 또 잎의 가장자리는 밋밋하지만 끝은 뾰족하고 잎의 밑부분은 얇은 물결 모양의 톱니가 있으며 길이 4 cm, 폭 5 mm로서 양면에 갈라진 털이 있다(Kim et al. 2012). 현재까지 부지깽이나물에 대한 연구는 매우 부족한 실정이며 본 연구에서는 건조방법에 따른 부지깽이나물 추출물의 일반성분과 항산화활성을 분석하고자 하며 식품으로의 이용 가능성에 대해 연구하고자 한다.

II. 연구방법

1. 실험재료

본 연구를 위해 사용한 부지깽이나물은 2020년 6월 경남 경주에서 구입하여 사용하였다. 세척한 부지깽이나물을 실온에서 1차 건조한 후, 열풍건조(hot air drying) 및 동결건조(freeze drying)로 나누어 2차 건조하였다. 열풍건조를 위해서 부지깽이나물을 열풍건조기(GNO12, Hanil GNCO, Jangseong, Korea)를 이용해 60℃에서 40시간 동안 건조시켰다. 동결건조를 위해서 -70℃에서 부지깽이나물을 냉동시킨 다음, 동결건조기(ED 8512, Ilshin, Yangju, Korea)를 이용해 72시간 동안 건조시켰다. 각각의 시료는 분쇄기(HR1378, Phillips, Karner, Slovenia)를 이용해 100 mesh로 분쇄하였으며, 분말상태가 된 시료를 -70℃ 초저온 냉장고(MDFU52V, Sanyo, Osaka, Japan)에 보관하며 사용하였다.

2. 시료추출

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 100 g에 80% 에탄올 1.5 L를 첨가하고, 환류 냉각관을 부

착한 65°C의 가열용 맨틀(Mtops ms-265, Seoul, Korea)에서 3시간씩 총 3회 반복하여 추출하였다. 이후 부지깽이나물 추출액을 Whatman paper (No.2)를 사용하여 여과하였다. 추출된 여액은 40°C 수욕 상에서 회전진공농축기(EYELA VACUUM NVC-1100, Tokyo, Japan)를 이용하여 용매를 제거하였고, 감압·농축하여 동결 건조시켰다. 시료는 산화 방지를 위해서 -70°C에 냉동 보관하며 본 실험을 위해 사용하였다.

3. 일반성분 분석

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 일반성분은 Association of Official Analytical Chemists(A.O.A.C 2005)을 이용하였다. 수분 함량은 상압가열(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 이용하여 전질소량을 정량하였고, 정량한 값에 6.25(질소계수)를 곱하여 조단백질로 하였다. 탄수화물은 100에서 수분, 조지방, 조회분, 조단백질의 값을 제외한 값으로 표시하였다.

4. 지방산 분석

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 지방산 조성 분석은 Wungaarden(1967)의 방법에 따라 분석하였다. 시료 2 g을 원통 여과지에 넣고 chloroform-methanol로 추출·여과한 후, 감압·농축시키고 중량법으로 함량을 측정하였다. 추출한 시료를 100 mg을 정용하여 가지형 플라스크에 취하고 1N-KOH·ethanol 용액 4 mL를 섞어서 교반하였다. 유지 방울이 없어질 때 14% BF₃·methanol 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 첨가하고 흔들어서 섞은 뒤 시험관에 옮겨 방지하였고, 상층을 분리하여 채취한 뒤 무수 Na₂SO₄를 넣어 탈수하여 0.5 mL를 유리병에 채취하였다. 이후 가스 크로마토그래피(GC-17A, Shimadzu, Kyoto, Japan)로 분석하였다.

5. 유기산 분석

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 유기산 분석 방법은 시료를 0.5 g 취해 cap이 달린 삼각플라스크에 넣은 후, 증류수 20 mL를 가하고 80°C 이상의 수욕 상에서 4시간 동안 가열시킨다. 그 후 Whatman paper(1 μm)를 이용하여 여과하고 30 mL로 정용한 후, 이를 Whatman paper(0.45 μm)로 여과하였다. 이후 Prominence HPLC(Shimadzu, Kyoto, Japan)를 사용하여 유기산을 분석하였다.

6. 구성 아미노산 분석

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 구성 아미노산의 분석방법은 단백질 분해관에 건조한 시료 0.5 g과 6N HCl 3 mL를 혼합하고 탈기 한 후, 121°C에서 24시간 동안 가수분해하였다. Glass filter로 여액을 여과한 후에 회전진공농축기(rotary vacuum evaporator)로 감압 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 분석하였다.

7. 무기질 분석

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 무기질 분석 방법은 A.O.A.C.방법(2005)에 준하여 실시하였다. 시료 0.5 g에 20% HNO₃ 10 mL와 60% HClO₄ 3 mL 가하여 이 시료가 투명하게 변할 때까지 가열하였다. 그 후 0.5 HNO₃을 이용하여 50 mL를 취하여 각 항목별로 나뉜 표준용액을 혼합하였고, 유리병에 8 mL씩 취하여 표준용액으로 하였다. 이후 0.5 M HNO₃을 대조군으로 하였고, 유도결합플라즈마 분광분석기(ICP-OES, Perkin Elmer, Massachusetts, USA)를 이용하여 측정하였다.

8. 총 flavonoid 함량

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 총 flavonoid 함량 측정은 Davis법을 변형하여 Chae 등의 방법(2002)에 따라 측정하였고, 추출물을 1.0 mg/mL 농도로 제조하여 사용하였다. 열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물 0.5 mL와 diethylene glycol 0.5 mL를 첨가한 후, 1 N 수산화나트륨 10 μ L을 넣고 37°C heating block에서 1시간 동안 반응시켰다. 그 후 자외선분광기(Bio-rad, Hercules, CA, USA)를 사용하여 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 rutin을 이용하여 표준 검량곡선을 적용하여 추출물의 총 flavonoid 함량을 산출하였다.

9. 총 polyphenol 함량

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 총 함량은 Folin-Denis법(1912)에 따라서 측정하였고, 추출물의 농도는 1.0 mg/mL 농도로 하여 사용하였다. 열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물 0.2 mL와 Folin reagent 0.2 mL를 혼합하여 실온에서 3분간 정차한 다음 10% Na₂CO₃ 0.4 mL를 첨가한 후 암소에서 40분간 정차하고, 자외선분광기(Bio-

rad, Hercules, CA, USA)를 이용하여 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 tannic acid를 이용하여 표준 검량곡선을 적용하여 추출물의 총 polyphenol 함량을 산출하였다.

10. DPPH 라디칼 소거 활성

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl(DPPH) 라디칼 소거능 측정방법은 Blois 방법(1958)에 따라 다음과 같이 측정하였다. 추출물은 농도별로 0.125 mg/mL, 0.25 mg/mL, 0.5 mg/mL, 1.0 mg/mL를 사용하였다. 0.2 mM DPPH 시약(Sigma, St. Louis, MO, USA)을 450 μ L와 농도별로 제조된 시료를 각 50 μ L 첨가하였다. 시료 무첨가 군은 0.2 mM DPPH 시약(Sigma, St. Louis, MO, USA) 450 μ L에 ethanol 50 μ L를 첨가하여 사용하였다. 대조군으로는 1.0 mg/mL의 농도로 희석한 butylated hydroxyanisole (BHA)와 ascorbic acid를 사용하였다. 만들어진 각 시료는 37°C 가열 블록에 30분간 반응시켰다. 이후 자외선 분광기(Bio-Rad, Hercules, CA, USA)를 사용해 흡광도를 측정하여 분석하였다.

11. ABTS⁺ 라디칼 소거능 측정

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 2,2'-Azinobis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS) radical 소거능 측정방법은 Re의 방법(1999)을 변형하여 다음과 같이 측정하였다. 추출물은 농도별로 0.125 mg/mL, 0.25 mg/mL, 0.5 mg/mL로 제조 하였고, 7 mM ABTS와 2.4 mM potassium persulfate를 각각 1:1로 혼합한 다음, 실온의 암소에서 24시간 동안 방치하고 라디칼의 생성을 유도하였다. 반응이 끝난 ABTS⁺ 라디칼 용액은 750 nm에서 측정한 흡광도 값이 0.7~1.0 \pm 0.02 정도가 되도록 희석하여 사용하였다.

희석한 ABTS⁺ 라디칼 용액 450 μ L와 열풍 및 동결 건조한 부지깽이나물 추출물을 각각 50 μ L 혼합하였고, 시료 무첨가 군은 ABTS⁺ 라디칼 용액 450 μ L에 methanol 50 μ L를 혼합하였다. 만들어진 각 시료는 heating block 37 $^{\circ}$ C에서 30분간 반응시킨 후 UV-spectrophotometer(Bio-rad, Hercules, CA, USA)를 사용하여 흡광도를 측정하여 ABTS⁺ 라디칼 소거능을 분석하였다.

12. Ferric reducing antioxidant power(FRAP) 활성

FRAP assay는 변형한 Benzie & Strain(1996)의 방법을 사용하여 다음과 같이 측정하였다. 열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물 10 mg/mL와 300 mM sodium acetate buffer(pH 3.6) (Sigma-Aldrich, Louis, MO, USA), 10 mM 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine(TPTZ)(Sigma-Aldrich, Louis, MO, USA), 20 mM FeCl₃ (Sigma-Aldrich, Louis, MO, USA)를 10:1:1 비율로 혼합하여 FRAP reagent로 사용하였다. 농도별 시료 10 μ L와 증류수 90 μ L, FRAP reagent 200 μ L 모두를 혼합하여 암소에서 30분 동안 반응시킨 후 595 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질은 iron sulfate hexahydrate(Sigma-Aldrich, Louis, MO, USA)를 사용하였으며, 표준 검량곡선을 적용하여 추출물 1 mg에 함유되어있는 iron sulfate hexahydrate의 μ M 함량으로 나타내었다.

13. Reducing power 측정

Reducing power는 Oyaizu(1986)의 방법을 변형하여 다음과 같이 측정하였다. 각각의 열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물(0.125mg/mL, 0.25mg/mL, 0.5mg/mL, 1.0 mg/mL) 200 μ L에 0.2 M phosphate buffer(pH 6.6) 200 μ L와

1% potassium ferricyanide 200 μ L를 첨가하여 50 $^{\circ}$ C에서 20분 동안 방치하였다. 그 후 10% trichloroacetic acid 200 μ L를 첨가하고 원심분리 하였다. 원심분리한 상층액 300 μ L, 증류수 300 μ L와 0.1% ferric chloride 40 μ L를 혼합하여 실온에서 10분 동안 반응시키고 655 nm에서 흡광도를 측정하였다.

14. 통계처리

본 연구에서 실시한 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 방법을 사용하였다. 실험에 사용한 각 시료들 간의 통계적인 유의성은 p<0.05 수준으로 Student *t*-test를 사용하여 유의성을 검증하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 일반성분 분석

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 일반성분은 Table 1과 같다. 열풍건조한 부지깽이나물 추출물의 일반성분 함량은 수분 4.34%, 조회분 10.19%, 조단백질 22.26%, 조지방 0.83%, 탄수화물 52.24%로 나타났고, 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 일반성분 함량은 수분 4.33%, 조회분 11.23%, 조단백질 16.90%, 조지방 1.78%, 탄수화물 59.54%로 나타났다. 부지깽이나물과 같은 십자화과 식물인 열풍건조한 적겨자잎의 경우, 수분 4.19%, 조회분 21.30%, 조단백질 37.06%, 조지방 3.57%, 탄수화물 31.78%로 나타났고, 동결건조한 적겨자잎은 수분 4.23%, 조회분 20.66%, 조단백질 43.09%, 조지방 3.25%, 탄수화물 27.00%

로 나타나 (Lee 2017) 본 연구와 다소 차이를 보였다.

Table 1. Proximate composition in *Erysimum amurense* Kitag extract induced by hot air and freeze-drying methods

Composition	(Dry Matter Basis, %)	
	Hot air drying	Freeze drying
Moisture	4.34 ± 0.09	4.33 ± 0.15
Crude ash	10.19 ± 0.16	11.23 ± 1.06
Crude protein	22.26 ± 0.67	16.90 ± 0.36*
Crude fat	0.83 ± 0.07	1.78 ± 0.20*
Carbohydrate	52.24 ± 0.97	59.54 ± 1.32*

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

*p<0.05; Significant differences by Student *t*-test between hot air drying and freeze-drying methods.

2. 지방산 분석

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 지방산 조성은 Table 2와 같다. 각각의 추출물 모두에서 포화지방산 7종, 단일불포화지방산 2종, 다가불포화지방산 2종으로 총 11종의 지방산이 검출되었다. 열풍 및 동결건조한 부지깽이 추출물의 포화지방산 중 palmitic acid 함량이 각각 25.78 g/100 g, 21.54 g/100 g 으로 가장 높았고, stearic acid, heptadecanoic acid 순으로 많이 검출되었다. 또한 myristic acid, palmitic acid, heptadecanoic acid는 부지깽이나물 동결건조 추출물에 비해 열풍건조 추출물에서 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. 단일불포화지방산의 함량은 oleic acid, cis-11-eicosenoic acid가 동결건조한 부지깽이나물 추출물에 비해 열풍건조 부지깽이나물 추출물에서 유의적으로 높은 함량을 나타내었다. 다가불포화지방산 중 linolenic acid는 동결건조한 부지깽이나물 추출물이 열풍건조한 부지깽이 추출물보다 유의적으로 높은 함량을 보였다. 유채박의 지방산 함량은 palmitic acid (3.1 g/100 g), oleic acid (36.7 g/100 g), linoleic acid (16.2 g/100 g) 등이 검출되어 본 연

구와 차이를 나타내었다(Kim & Na 2013).

Table 2. Content of fatty acids in *Erysimum amurense* Kitag extract induced by hot air and drying methods

Fatty acids	(g/100g total fatty acids)	
	Hot air drying	Freeze drying
Myristic acid (C14:0)	0.69 ± 0.03	0.33 ± 0.01*
Pentadecanoic acid (C15:0)	0.28 ± 0.04	0.35 ± 0.05
Palmitic acid (C16:0)	25.78 ± 0.47	21.54 ± 0.50*
Heptadecanoic acid (C17:0)	3.60 ± 0.10	3.13 ± 0.11*
Stearic acid (C18:0)	4.76 ± 0.24	4.59 ± 0.09
Arachidic acid (C20:0)	1.11 ± 0.12	0.92 ± 0.08
Lignoceric acid (C24:0)	0.84 ± 0.03	0.83 ± 0.03
Saturated	36.16	32.07
Oleic acid (C18:1n9c)	4.08 ± 0.07	3.67 ± 0.06*
cis-11-Eicosenoic acid (C20:1)	0.85 ± 0.05	0.71 ± 0.02*
Monounsaturated	5.02	4.46
Linoleic acid (C18:2n6c)	20.55 ± 0.48	21.02 ± 0.14
Linolenic acid (C18:3n3)	37.82 ± 0.28	42.43 ± 0.51*
Polyunsaturated	58.82	63.48
Total	100.00	100.01

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

*p<0.05; Significantdifferen by Student *t*-test between hot air drying and drying method

3. 유기산 분석

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 유기산 함량을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 총 유기산의 함량은 열풍건조한 부지깽이나물 추출물은 27,984.76 ppm, 동결건조한 부지깽이나물 추출

물은 32,038.07 ppm으로 나타났다. 열풍건조한 부지깽이나물 추출물에서 검출된 유기산은 malic acid, citric acid, tartaric acid, acetic acid, succinic acid, formic acid 순으로 많이 검출되었다. 동결건조한 부지깽이나물 추출물에서 검출된 유기산은 malic acid, citric acid, tartaric acid, succinic acid, formic acid, acetic acid 순으로 많이 검출되었다. 이는 Seon 등(2016)의 동결건조한 결구배추의 유기산 함량과 유사한 결과를 나타내었다.

Table 3. Content of organic acids in *Erysimum amurense* Kitag extract induced by hot air and drying methods

Organic acids	(ppm)	
	Hot air drying	Freeze drying
Citric acid	8,753.67 ± 4.04	10,040.61 ± 4.11*
Malic acid	13,019.41 ± 5.10	15,973.34 ± 8.50*
Succinic acid	971.98 ± 1.97	846.65 ± 6.10*
Formic acid	374.34 ± 6.65	436.69 ± 5.79*
Acetic acid	136.55 ± 2.69	80.80 ± 1.31*
Tartaric acid	4,728.80 ± 8.38	4,659.98 ± 9.98*
Total	27,984.76	32,038.07

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

*p<0.05; Significant differen by Student *t*-test between hot air drying and drying method

4. 구성 아미노산 분석

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 구성 아미노산 함량은 Table 4와 같다. 열풍건조한 부지깽이나물 추출물의 총 필수아미노산 함량은 5,244.31 mg/100 g이며, 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 총 필수아미노산 함량은 4,695.08 mg/100 g으로 나타났다. 필수아미노산의 함량은

lysine을 제외하고 동결건조한 부지깽이나물 추출물에 비해 열풍건조한 부지깽이 추출물이 높게 나타났다. 또한 열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물에서는 leucine 함량이 각각 1,051.25 mg/100 g, 928.52 mg/100 g으로 가장 많이 검출되었으며, methionine 함량이 각각 182.68 mg/100 g, 139.32 mg/100 g으로 가장 적게 검출되었다. 한편, 열풍건조한 부지깽이나물 추출물의 총 비필수아미노산 함량은 10,038.47 mg/100 g이며, 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 총 비필수아미노산 함량은 9,691.82 mg/100 g으로 나타났다. 비필수 아미노산의 함량은 glutamic acid와 proline을 제외하고 동결건조한 부지깽이나물 추출물에 비해 열풍건조한 부지깽이 추출물이 높게 나타났다. 또한 열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 proline 함량이 각각 2,333.83 mg/100 g, 2,655.56 mg/100 g으로 가장 많이 검출되었으며, tryosine 함량이 각각 428.01 mg/100 g, 379.91 mg/100 g으로 가장 적게 검출되었다. 열풍 및 동결건조한 적겨자잎의 경우 glutamic acid, aspartic acid 순으로 높은 함량을 보여 본 연구와 다소 차이를 나타내었다 (Lee 2017). 또한 갓김치의 경우 필수아미노산은 leucine, valine, lysine 순으로, 비필수아미노산은 glutamic acid, aspartic acid, alanine 순으로 많이 검출되어 본 연구 결과와 다소 차이를 보였다(Jang et al. 2016).

5. 무기질 분석

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 무기질 함량은 Table 5와 같다. 총 8종의 무기질이 검출되었으며 열풍건조한 부지깽이나물 추출물의 총 무기질의 함량은 5,763.90 mg/100 g, 동결건조한 부지깽이나물 추출물은 5,220.98

Table 4. Content of free amino acids in *Erysimum amurense* Kitag extract induced by hot air and drying method

Amino acid	(mg/100g)	
	Hot air drying	Freeze drying
Essential		
Threonine	722.58 ± 4.47	669.59 ± 16.97*
Valine	826.07 ± 5.33	730.74 ± 6.14*
Methionine	182.68 ± 5.53	139.32 ± 3.77*
Isoleucine	604.41 ± 4.15	546.37 ± 5.53*
Leucine	1,051.25 ± 5.98	928.52 ± 7.71*
Phenylalanine	818.45 ± 7.68	675.44 ± 13.73*
Histidine	349.92 ± 1.88	311.60 ± 3.08*
Lysine	688.95 ± 8.48	693.50 ± 1.32
Total EAA ¹⁾	5,244.31	4,695.08
Non-essential		
Aspartic acid	2,204.40 ± 12.57	2,011.00 ± 11.84*
Serine	674.81 ± 5.01	654.38 ± 8.18*
Glutamic acid	1,609.82 ± 9.72	1,662.14 ± 13.34*
Proline	2,333.83 ± 29.30	2,655.56 ± 18.95*
Glycine	747.23 ± 6.27	658.80 ± 8.27*
Alanine	791.58 ± 2.74	608.27 ± 2.84*
Trypsine	428.01 ± 2.65	379.91 ± 4.87*
Arginine	1,248.79 ± 7.83	1,061.76 ± 7.12*
Total AA ²⁾	10,038.47	9,691.82
EAA/AA(%)	52.24	48.44

¹⁾Total EAA: Total essential amino acids.

²⁾Total AA: Total amino acids.

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

*p<0.05; Significant differen by Student *t*-test between hot air drying and drying method

mg/100 g을 나타내었다. 열풍건조한 부지깽이나물 추출물의 경우, K 함량이 4,586.79 mg/100 g으로 가장 많이 검출되었고 Ca, Na, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu 순으로 검출되었다. 동결건조한 부지깽이나물 추출물은 K 함량이 4,308.90 mg/100 g으로 가장 많이 검출되었고 Ca, Na 순으로 검출되었다. 순무 싹(Ha et al. 2009)의 무기질 조성 및 함량을 측정된 결과, K(882.50 mg/100 g), Mg(342.85 mg/100 g), Ca(274.30 mg/100

g), Na(188.45 mg/100 g), Fe(7.52 mg/100 g), Zn(7.22 mg/100 g), Mn(2.75 mg/100 g), Cu(0.98 mg/100 g)의 함량을 나타내어 부지깽이나물의 건조 방법에 따른 무기질 조성차이가 있음을 알 수 있다. 브로콜리 싹(Lee et al. 2009)의 경우는 K(794.16 mg/100 g), Mg(369.96 mg/100 g), Na(16.24 mg/100 g), Fe(6.61 mg/100 g), Zn(5.43 mg/100 g), Mn (2.36 mg/100 g), Cu(0.34 mg/100 g)으로 보고하였다. Park & Lee(2015)의 연구 결과에 따르면 고추냉이 잎의 무기질 함량을 분석한 결과, K(5.96 mg/100g), Ca(1.79 mg/100)으로 본 연구 결과와 다소 차이를 보였다.

Table 5. Content of minerals in *Erysimum amurense* Kitag extract induced by hot air and drying methods

Minerals	(mg/100g)	
	Hot air drying	Freeze drying
Ca	844.67 ± 4.05	892.46 ± 2.13*
K	4,586.79 ± 5.88	4,308.90 ± 16.37*
Mg	158.35 ± 2.90	146.18 ± 5.35*
Fe	5.96 ± 0.08	6.11 ± 0.09
Na	163.62 ± 3.14	163.56 ± 5.68
Mn	1.09 ± 0.08	1.06 ± 0.14
Cu	0.75 ± 0.06	0.44 ± 0.03*
Zn	2.67 ± 0.21	2.27 ± 0.24
Total	5,763.90	5,520.98

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

*p<0.05; Significant differen by Student *t*-test between hot air drying and drying method

6. 총 polyphenol과 총 flavonoid 함량

식물에서 발견되는 대표적인 항산화성 물질인 polyphenol과 flavonoid는 항암 및 항균과 같은 다양한 생리 활성 기능을 한다고 알려져 있다 (Ames & Saul 1987). Polyphenol은 페놀 화합

물의 벤젠고리에 phenolic hydroxyl기를 가지고 있으며, hydroxy기(-OH)가 자유라디칼과 결합하여 공명 구조의 페녹시 라디칼(phenoxyl radical)을 형성하여 직접 자유라디칼을 제거하거나 항산화 효소와 함께 간접적으로 자유라디칼을 소거한다(Lee & Lee 1994). Flavonoid는 식물성 polyphenol의 가장 큰 화합물 부류이며 약 4000개의 화합물로 이루어진 노란색 계열의 항산화 물질 화합물이다. 천연에 존재하며, 화학적 구조 차이에 의해 flavonol, flavanone, flavone, isoflavone, anthocyanidin 등으로 분류되며, 생리 활성, 분포, 대사 및 효능에도 차이가 있다(Rice-Evans et al. 1996).

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 총 polyphenol과 총 flavonoid의 함량을 측정한 결과는 Table 6에 나타내었다. 총 polyphenol 함량은 열풍건조한 부지깽이나물 추출물이 143.74 mg TAE/g, 동결건조한 부지깽이나물 추출물은 159.07 mg TAE/g으로 나타났으며, 총 flavonoid의 함량은 열풍건조한 부지깽이나물 추출물은 120.50 mg RE/g, 동결건조한 부지깽이나물 추출물은 190.82 mg RE/g으로 나타나 동결건조한 부지깽이나물 추출물에 대비하여 동결건조한 부지깽이나물 추출물에서 총 polyphenol과 총 flavonoid

Table 6. Total polyphenol and total contents in *Erysimum amurense* Kitag extract induced by hot air and drying methods

	Hot air drying	Freeze drying
Total polyphenol (mg TAE ¹⁾ /g)	143.74 ± 2.35	159.07 ± 2.45*
Total flavonoid (mg RE ²⁾ /g)	120.50 ± 4.67	190.82 ± 4.33*

¹⁾TAE: Tannic acid equivalent

²⁾RE: Rutin equivalent

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

*p<0.05; Significant differen by Student *t*-test between hot air drying and drying method

의 함량이 유의적으로 높게 나타났다(p<0.05). 콜라비의 경우 총 polyphenol의 함량이 23.97 TAE/g, 총 flavonoid의 함량은 13.08 RE/g으로 나타나 본 논문과 다소 차이를 보였다(Shin et al. 2014).

7. DPPH 라디칼 소거능

열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 DPPH 라디칼 소거능은 Table 7과 같다. 열풍건조한 부지깽이나물 추출물은 0.125 mg/mL, 0.25 mg/mL, 0.5 mg/mL, 1 mg/mL 농도에서 각각 5.3%, 15.21%, 27.19%, 61.06%로 나타났다. 동결

Table 7. DPPH radical-scavenging activity in *Erysimum amurense* Kitag extract induced by hot air and drying methods

	Concentration (mg/mL)	DPPH radical scavenging activity (%)	IC ₅₀ ⁴⁾ (mg/mL)
Hot air drying ¹⁾	0.125	5.30 ± 2.76 ^a	0.84
	0.250	15.21 ± 1.06 ^b	
	0.500	27.19 ± 0.80 ^d	
	1.000	61.06 ± 0.40 ^f	
Freeze drying ²⁾	0.125	13.83 ± 1.06 ^b	0.62
	0.250	21.20 ± 0.69 ^c	
	0.500	44.47 ± 0.80 ^e	
	1.000	76.27 ± 2.88 ^g	
Positive control (ascorbic acid)	1.000	90.16	
BHA ³⁾	1.000	87.06	

¹⁾Hot air drying, 80% ethanol extract of *Erysimum amurense* Kitag

²⁾Freeze drying, 80% ethanol extract of *Erysimum amurense* Kitag

³⁾BHA: Butylated hydroxyanisole

⁴⁾IC₅₀: Half maximal inhibitory concentration

All values are expressed as the mean ± SD of triplicate determinations (n=3).

Means with the different letters (a-g) within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

건조한 부지깽이나물 추출물은 0.125 mg/mL, 0.25 mg/mL, 0.5 mg/mL, 1 mg/mL 농도에서 각각 13.83%, 21.2%, 44.47%, 76.27%로 나타났다. 50% 라디칼 소거능인 IC₅₀을 구한 결과, 열풍건조한 부지깽이나물 추출물의 IC₅₀은 0.84 mg/mL이며 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 IC₅₀은 0.62 mg/mL로 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 DPPH 라디칼 소거능이 우수함을 확인하였다. Kwon et al.(2019)의 연구에서 십자화과 식물인 청경채 및 경수채(1 mg/mL)의 DPPH 라디칼 소거능이 각각 45.47%, 47.37%로 나타나 건조법을 달리한 부지깽이나물 추출물의 우수함을 확인할 수 있었다.

8. ABTS⁺ 라디칼 소거능

ABTS⁺ 라디칼 소거능은 potassium persulfate를 암소에서 24시간 동안 반응시킴으로서 생성된 ABTS⁺ 유리 라디칼이 부지깽이나물 추출물 내의 항산화력 물질에 의해 환원되고 청록색으로 변화되는 것을 이용하여 측정하였다(Wursch 1979). 본 연구 결과, 열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 ABTS⁺ 라디칼 소거능은 Table 8과 같다.

동결건조한 부지깽이나물 추출물의 ABTS⁺ 라디칼 소거능은 0.125 mg/mL, 0.25 mg/mL, 0.5 mg/mL 농도에서 각각 37.65%, 60.65%, 94.90%로 나타났으며 IC₅₀은 0.22 mg/mL로 나타났다. 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 ABTS⁺ 라디칼 소거능은 0.125 mg/mL, 0.25 mg/mL, 0.5 mg/mL 농도에서 각각 30.49%, 52.16%, 84.57%로 나타났으며 IC₅₀은 0.26 mg/mL로 나타났다. 본 연구의 결과, 열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물 모두 항산화 물질에 의해서 농도 의존적으로 ABTS⁺ 라디칼이 제거되었음을 확인할 수 있다.

Table 8. ABTS⁺ radical-scavenging activity in *Erysimum amurense* Kitag extract induced by hot air and drying methods

	Concentration (mg/mL)	ABTS ⁺ radical scavenging activity (%)	IC ₅₀ ³⁾ (mg/mL)
Hot air drying ¹⁾	0.125	37.65 ± 0.44 ^b	0.22
	0.250	60.65 ± 0.98 ^d	
	0.500	94.90 ± 0.14 ^f	
Freeze drying ²⁾	0.125	30.49 ± 0.52 ^a	0.26
	0.250	52.16 ± 1.67 ^c	
	0.500	84.57 ± 0.50 ^e	

¹⁾Hot air drying, 80% ethanol extract of *Erysimum amurense* Kitag

²⁾Freeze drying, 80% ethanol extract of *Erysimum amurense* Kitag

³⁾IC₅₀: Half maximal inhibitory concentration

All values are expressed as the mean ± SD of triplicate determinations (n=3).

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 분석

환원력을 측정하는 방법은 항산화물질이 electron 또는 hydrogen을 제공하는 능력을 측정하기 위하여 이용되고 있다. 환원력은 reductone이 배출하는 수소 원자가 라디칼 사슬을 분해하여 시작되고 흡광도 수치가 시료의 환원력을 나타낸다(Lee et al. 2020). 열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 reducing power 측정 결과는 Table 9와 같다. 열풍건조한 부지깽이나물 추출물의 환원력은 0.125 mg/mL, 0.25 mg/mL, 0.5 mg/mL, 1 mg/mL 농도에서 각각 0.04, 0.05, 0.18, 0.66이었으며, IC₅₀은 0.85 mg/mL로 나타났다. 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 환원력은 0.125 mg/mL, 0.25 mg/mL, 0.5 mg/mL, 1 mg/mL 농도에서 각각 0.05, 0.07, 0.42, 1.1이었으며 IC₅₀을 구한 결과는 0.51 mg/mL로 나타났다.

Table 9. Reducing power in *Erysimum amurense* Kitag extract induced by hot air and drying methods

Concentration (mg/mL)	Reducing power	
	Hot air drying ¹⁾	Freeze drying ²⁾
0.125	0.04 ± 0.01 ^a	0.05 ± 0.01 ^a
0.250	0.05 ± 0.00 ^a	0.07 ± 0.00 ^a
0.500	0.18 ± 0.03 ^b	0.42 ± 0.05 ^c
1.000	0.66 ± 0.01 ^d	1.11 ± 0.03 ^e
2.000	1.44 ± 0.02 ^f	1.73 ± 0.05 ^g
IC ₅₀ ³⁾ (mg/mL)	0.85	0.51

¹⁾Hot air drying, 80% ethanol extract of *Erysimum amurense* Kitag

²⁾drying, 80% ethanol extract of *Erysimum amurense* Kitag

³⁾IC₅₀: Half maximal inhibitory concentration

All values are expressed as the mean ± SD of triplicate determinations (n=3).

Means with the different letters (a-g) within the same row are significantly different at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

10. FRAP 분석

FRAP은 항산화물질에 의해 ferric 2,4,6-tripyridyl-strizazine[Fe(III)-TRIZ]를 ferrous 2,4,6-tripyridyls-triazine[Fe(II)-TRIZ] 혼합물로 환원되는 원리로 고안된 방법으로 항산화력을 측정하는 방법으로 널리 이용되고 있다(Benzie & Strain 1996). FRAP의 흡광도 수치는 그 자체로서 시료의 환원력을 나타내 항산화 활성이 높을수록 흡광도의 수치가 높게 나타나게 된다(Kwon et al. 2019). 열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 reducing power를 측정한 결과는 Table 10과 같다. 열풍건조한 부지깽이나물 추출물의 FRAP 활성은 29.39 μM, 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 FRAP 활성은 51.85 μM로 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 FRAP 활성이 유의적으로 더 높음을 알 수 있다.

Table 10. Ferric reducing antioxidant power in *Erysimum amurense* Kitag extract induced by hot air and drying methods (FeSO₄·7H₂O eq μM)

Ferric reducing antioxidant power	
Hot air drying ¹⁾	29.39 ± 0.67
Freeze drying ²⁾	51.85 ± 2.96 [*]

¹⁾Hot air drying, 80% ethanol extract of *Erysimum amurense* Kitag

²⁾drying, 80% ethanol extract of *Erysimum amurense* Kitag

All values are expressed as the mean ± SD of triplicate determinations (n=3).

^{*}, p<0.05; Significant difference by Student *t*-test between hot air drying and drying method

IV. 요약 및 결론

본 연구는 열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 건조법에 따른 이화학적 성분과 총 polyphenol 함량, 총 flavonoid 함량 및 항산화력을 비교하고 분석하였다. 건조 방법에 따른 부지깽이나물의 일반성분을 분석한 결과, 조단백질, 조지방, 탄수화물 함량이 유의적인 차이를 나타내었다. 단일불포화지방산의 총 함량은 열풍건조한 부지깽이나물 추출물(5.02 g/100 g)에서 높게 나타났으며, 다가불포화지방산의 총 함량은 동결건조한 부지깽이나물 추출물(63.48 g/100 g)에서 높게 나타났다. 열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 주된 유기산은 malic acid로 나타났다. 열풍 및 동결건조한 부지깽이나물 추출물의 필수아미노산은 leucine 함량이 가장 높았으며, 비필수아미노산은 proline 함량이 가장 높았다. 또한, 필수아미노산과 비필수아미노산의 함량 모두 열풍건조한 추출물에서 높게 나타났다. 건조 방법에 상관없이 부지깽이나물 추출물의 주요 무기질은 칼륨, 칼슘, 나트륨 순으로 높은 함량을 보였으며, 무기질의 총 함량은 열풍

건조한 부지깽이나물 추출물이 5,763.90 mg/100 g, 동결건조한 부지깽이나물 추출물이 5,520.98 mg/100 g으로 나타났다. 총 polyphenol 및 총 flavonoid 함량은 열풍건조한 부지깽이나물 추출물보다 동결건조한 부지깽이나물 추출물이 높게 나타났다. 건조 방법에 따른 부지깽이나물의 DPPH 라디칼 소거능은 열풍건조한 부지깽이나물 추출물보다 동결건조한 부지깽이나물 추출물에서 라디칼 소거능이 높은 것이 관찰되었다. 반면 ABTS⁺ 라디칼 소거능은 동결건조한 부지깽이나물 추출물보다 열풍건조한 부지깽이나물 추출물에서 라디칼 소거능이 높은 것이 관찰되었다. Reducing power와 FRAP의 경우 열풍건조한 부지깽이나물 추출물보다 동결건조한 부지깽이나물 추출물이 보다 우수함을 나타내었다. 이상의 결과로부터 건조방법에 따라 부지깽이나물 추출물이 향후 식품소재로서의 연구에 활용될 것을 기대한다.

References

- Ames BN, Saul RL(1987) Oxidative DNA damage, cancer and aging. *Ann Inter Med* 107, 536-539. doi:10.1056/NEJMra0804615
- AOAC(2005) Official methods of analysis. 18th ed. Assoc of official analytical chemists, Washington, DC, USA
- Benzie IF, 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.
- Blois MS(1958) Antioxidant determination by the use of a stable free radical. *Nature* 181, 1199-1200. doi:10.1038/1811199a0
- Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH(2002) Standard good analysis. Paju: Jigu-Moonwha Sa, pp381-382
- Folin O, Denis W(1912) On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *J Biol Chem* 12(2), 239-249
- Ha JO, Ha TM, Lee JJ, Kim AR, Lee MY(2009) Chemical components and physiological functionalities of *Brassica campestris* ssp *rapa* sprouts. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 38(10), 1302-1309
- Huang MT, Ho CT, Lee CY(1992) Phenolic compounds in food. In *Phenolic compounds in food and their effects on health II*. New York: Maple Press, 99, 2-7
- Hue GB(1990) Pathology of obesity. *Korea J Nutr* 23, 333-336
- Jang HL, Park SY, Lee JH, Hwang MJ, Choi YM, Kim HR, Hwang JB, Seo DW, Kim SH, Nam JS(2016) Changes in nutritional composition and physicochemical properties of mustard leaf (*Brassica juncea*) kimchi during fermentation. *Korean J Food Nutr* 29(5), 706-715. doi:10.9799/ksfan.2016.29.5.706
- Kim KA, Han JS, Cheon KS, Jang JH, Ok GH, Yoo KO(2012) Folk plants in the inland of northern area in Gangwon-do(2012). *Korean J Plant Res* 25(1), 48-62. doi:10.7732/kjpr.2012.25.1.048
- Kim SM, Na MS(2013) Physicochemical properties and antioxidative activities of rapeseed meal. *KSBB J* 28(2), 92-98. doi:10.7841/ksbbj.2013.28.2.92
- Kwon HY, Lee SM, Choi SI, Cho BY, Choi SH, Sim WS, Han X, Jang GW, Lee OK, Park DH(2019) Antioxidant activities of *B. campestris* var. *chinensis* *B. juncea* L. Czern var. *Laciniata* Makino baby leaf extracts. *Korean J Food Preserve* 26(3), 336-342. doi:1.1102/kjfp.2019026.3.336
- Lee JH, Lee SR(1994) Some physiological activity of phenolic substances in plant foods. *Korean J Food Sci Technol* 26(3), 310-316
- Lee JJ, Lee YM, Kim AR, Lee MY(2009) Physicochemical composition of broccoli sprouts. *J Life Sci* 19(2), 192-197. doi:10.5352/JLS.2009.19.2.192
- Lee JM(2017) Physicochemical characteristics and antioxidant effects of red mustard (*Brassica juncea* L.) leaf using different drying methods. *Korean J Community Living Sci* 28(4), 515-524. doi:10.7586/kjcls.2017.28.4.515
- 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. *Korean J Community Living Sci* 31(3), 365-373. doi:10.7856/kjcls.2020.31.3.365

- 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
- Park SJ, Lee HY(2015) Component analysis and antioxidant activity of Wasabi japonica Matsum leaves. *Korean J Med Crop Sci* 23(3), 207-213. doi:10.7783/KJMCS.2015.23.3.207
- Pike J, Chandra R(1995) Effect of vitamin trace element supplementation on immune indices in healthy elderly. *Int J Vitam Nutr Res* 65(2), 117-121
- 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. doi:10.1016/S0891-5879(98)00315-3
- 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
- Seon GU, Hwang IW, Chung SK(2016) Physicochemical composition of head-type kimchi cabbage leaves. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 45(6), 923-928. doi:10.3746/jkfn.2016.45.6.923
- Shin GH, Lee YJ, Kim JH, Kim YH, Kim DB, Lee JS, Lim JH, Lee OH(2014) Antioxidant activities of commonly used Brassica spp. sprout vegetables in Korea. *Korea J Food Preserv* 21(4), 587-592. dx.doi:10.11002/kjfp.2014.21.4.587
- Simic MG(1988) Mechanisms of inhibition of free radical processes in mutagenesis and carcinogenesis. *Mutat Res* 202(2), 386-399. doi:10.1016/0027-5107(88)90199-6
- 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
- Wursch P(1979) Influence of tannin-rich Carob pod fiber on the cholesterol metabolism in the rat. *J Nutr* 109, 685