



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](#)

2023년 08월

교육학석사(기술·가정교육)학위논문

건조방법에 따른 눈개승마의 영양성분 및 항산화효과

조선대학교 교육대학원

기술·가정교육전공

남 용 재

건조방법에 따른 눈개승마의 영양성분 및 항산화효과

Nutritional Components and Antioxidant Activity of
Aruncus dioicus var. *Kamtschaticus* by Different Drying
Method

2023년 8월

조선대학교 교육대학원

기술·가정교육전공

남 용 재

건조방법에 따른 눈개승마의 영양성분 및 항산화효과

지도교수 이 재 준

이 논문을 교육학석사(기술가정)학위 청구논문으로 제출함.

2023년 4월

조선대학교 교육대학원

기술·가정교육전공

남 용 재

남용재의 교육학 석사학위 논문을 인준함.

심사위원장 조선대학교 교수 이주민 (인)

심사위원 조선대학교 교수 판정훈 (인)

심사위원 조선대학교 교수 이재준 (인)

2023년 6월

조선대학교 교육대학

목 차

ABSTRACT

제1장 서 론	1
제2장 연구 방법	3
제1절 건조방법에 따른 눈개승마의 이화학적인 성분비교	3
1. 재료 및 방법	3
2. 일반성분 분석	3
3. 구성 아미노산의 분석	4
4. 지방산 분석	4
5. 유기산 분석	5
6. 비타민 분석	5
7. 무기질의 분석	6
8. 시료의 추출	6
9. 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량	6
10. DPPH radical 및 ABTS radical 소거활성 측정	7
11. 통계처리	8
제3장 결과 및 고찰	9
제1절 건조방법에 따른 눈개승마의 이화학적 성분 비교	9
1. 일반성분	9
2. 유리 아미노산	11

3. 지방산	14
4. 유기산	17
5. 비타민	20
6. 무기질	22
제2절 건조방법에 따른 눈개승마 분말 ethanol 추출물의 항산화 효과 ·	24
1. 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량	24
2. DPPH radical 및 ABTS radical 소거활성	27
 제4장 요약 및 결론	 29
 참 고 문 헌	 32

List of Tables

Table 1. Proximate compositions of <i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i> powder prepared by different drying methods	10
Table 2. Contents of free amino acids in <i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i> powder prepared by different drying methods	13
Table 3. Compositions of fatty acids in <i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i> powder prepared by different drying methods	16
Table 4. Contents of organic acids in <i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i> powder prepared by different drying methods	19
Table 5. Contents of vitamin C and E in <i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i> powder prepared by different drying methods	21
Table 6. Contents of minerals in <i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i> powder prepared by different drying methods	23
Table 7. Total polyphenol and total flavonoid contents of 80% ethanol extracts of <i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i> prepared by different drying methods	26
Table 8. DPPH and ABTS radical scavenging activities of 80% ethanol extracts of <i>Aruncus dioicus</i> var. <i>kamtschaticus</i> powder prepared by different drying methods	28

ABSTRACT

Nutritional Components and Antioxidant Activity of *Aruncus dioicus* var. *Kamtschaticus* by Different Drying Method

Nam Yong-Jae

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

Major in Technology and Home-economics Education

Graduate School of Education, Chosun University

The purpose of this study was investigated to compare the physicochemical components and antioxidative effects of hot air dried *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* (HAD) powder and freeze dried *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* (FAD) powder. The crude fat content in the FAD was higher than in the HAD. However, there were significant differences in the moisture, crude protein, crude ash, crude fiber, and carbohydrate contents depending on the drying methods. Total amino acid and essential amino acid contents was significantly higher in the FAD sample than in the HAD sample. The major amino acids of *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* powder were asparagine, aspartic acid, valine, glutamic acid, alanine, methionine, and γ -amino-n-butyric acid(GABA). Valine, phenylalanine, lysine, histidine, aspartic acid, asparagine, glutamic acid, arginine, ornithine, and GABA contents in the FAD were higher than in the HAD, while serine, phosphoserine, proline, glycine, alanine, tyrosine, and taurine contents in the HAD were higher than in the FAD.

The major fatty acids of *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* powder were linolenic acid, palmitic acid, linoleic acid, and oleic acid. There were no significant differences in saturated fatty acid, monounsaturated fatty acid, and polyunsaturated fatty acid contents depending on the drying methods; However, the pentadecanoic acid content in the HAD was higher than in the FAD, but the heptadecanoic acid and palmitoleic acid contents in the FAD were higher than in the HAD. The most abundant fatty acid in *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* powder was linolenic acid, but the linolenic acid content was similar, regardless of the drying methods. The contents of malic acid and total organic acid in the FAD were higher than the HAD, while the content of succinic acid was higher in the HAD than in the FAD. Vitamin C contents were 1487.43 mg% in the HAD and 4427.26 mg% in the FAD. Vitamin E contents were 110.86 mg% in the HAD and 154.73 mg% in the FAD. The total polyphenol contents of the *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* ethanol extract were 61.51 mg GAE/g in the HAD and 80.61 mg GAE/g in the FAD. The total flavonoid contents of the *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* ethanol extracts were 229.08 mg QE/g in the HAD and 313.42 mg QE/g in the FAD. Total polyphenol and flavonoid contents were significantly higher in the FAD than in the HAD. Moreover, the DPPH and ABTS radical scavenging activities of the FAD were significantly higher than those of the HAD. These results may provide the basic data for follow up studies seeking a better understanding of the functional properties and can be recommended as a functional food material of *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* powder.

제1장 서론

고령화 사회가 진행됨에 따라 건강유지 및 노화억제에 관한 관심이 급속도로 높아지고 있으며, 건강한 삶을 증진하기 위한 천연소재들의 생리활성 물질에 대한 연구가 다양하고 광범위하게 진행되고 있다(1). 현대에는 소비자들이 건강 지향적인 것에 관한 많은 관심을 가지게 되면서 항산화 및 항암 효능을 갖는 기능성 식품의 개발 연구가 활발하게 진행되고 있다. 산채식물에는 폴리페놀 화합물과 플라보노이드가 다량 함유되어 있기 때문에 매우 높은 항산화 효능을 가지고 있는 것으로 알려져 있다(2,3,4). 특히, 식품으로 이용이 가능한 채소 및 생약에 대한 연구들이 주를 이루어서 항암 및 항산화 그리고 항진균 등의 생리활성물질 및 유용성분에 대한 결과물들이 보고되고 있다(5).

산채식물 중에 하나인 눈개승마(*Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus*)는 장미과(Rosaceae)에 속하는 다년초이며, 우리나라에서는 고산 식물대에서 자생하는 식물이며, 전체 높이는 약 30~100 cm이며, 잎은 2회에서 3회 우상복엽이다. 그리고 꽃은 2가화로서 6월에서 8월 사이에 황록색으로 핀다(6). 주로 유럽과 아시아 그리고 북미 동부 및 서주 고산지역에서 발견된다. 눈개승마의 주성분은 사포닌(saponin)으로 이 물질은 성인병에도 탁월한 효능을 지니고 있는 것으로 알려져 있으며, 전초는 해독과 편도염에 효과가 있어서 약용으로도 사용되며 어린순은 탄수화물과 무기질의 함량이 매우 풍부하다. 우리나라의 울릉도에서는 눈개승마가 해독과 정력보강 효능이 있는 것으로 알려져 있어 옛날부터 명절에 소고기 국의 식재료로 많이 이용되고 있다(7). 한편, 유럽에서는 관상용과 약용 식물로서 재배되기도 한다(8). 최근에 눈개승마가 지닌 특유한 관능성이 산채자원도 중요하게 부각되면서 눈개승마의 재배(9)와 성분 연구(10, 11)가 시작되었다. 그러나 눈개승마의 생리활성 및 유용성분 관한 연구는 현재 기초적인 단계로서 전세계적으로도 학술문헌 자체가 거의 발표되지 않고 부족한 상황이다(12).

건조(Drying)는 식품 산업 현장에서 원료를 가공시키고 처리할 때 많이 사용

되며 많은 수분 함량을 가진 식품에서 이용되는 중요한 가공 방식이다. 식품을 건조한 가공식품은 저장과 유통이 매우 용이하며 품질의 수명을 보다 연장시키기 위한 하나의 수단으로 제시될 수 있다. 식품에 적용되는 건조 방법에는 열풍, 동결, 냉풍 및 진공 건조기 등과 같이 기계를 사용하여 건조시키는 방법과 태양 및 그늘에서 자연적으로 건조시키는 방법이 있다(13).

건조한 식품을 기능성 재료로 사용하거나 효율성을 높이기 위해서 영양 성분과 기능성 성분의 손실을 최소화 할 수 있는 방법으로 동결건조(freeze drying) 방식을 많이 이용한다고 한다(14). 그러나 동결건조는 생산 효율성이 떨어짐과 동시에 비용이 매우 비싸고 건조 속도 자체가 더딘 단점을 지니고 있다(15). 반면에 가장 보편화 되어 있는 건조 방법 중에 하나인 열풍건조(hot air drying)는 고온의 열을 이용해서 식품 내에서 수분을 증발시키는 방식으로 동결건조에 비해서 공정이 보다 간단하고 건조시간이 보다 빠르면서 경제적이고 균일한 건조가 이루어질 수 있다. 그렇지만 열풍건조는 맛과 품질적인 열화가 발생할 수 있으며, 수분 손실에 의해서 이루어지는 수축 현상과 빠른 건조에 의한 표면 경화 현상, 맛과 영양가 및 저하, 낮은 복원력을 가진 건조물, 색상변화를 가져오는 갈색화 반응 등의 문제점이 따른다(16).

따라서 본 연구에서는 산업적으로 사용되는 건조방법에 따른 눈개승마의 동결 건조 및 열풍건조 시에 이화학적 성분을 분석하고, 눈개승마 에탄올 추출물의 향산화 효과에 대해서 비교하고 분석하고자 한다. 건조방법을 달리한 눈개승마 (*Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus*)의 영양소 손실을 최소화시키기 위한 최적의 방법을 모색하고, 건강 기능성의 향상을 위한 성분 손실을 최소화 해 건강 식품으로 활용 가치 증진을 위한 기초 연구 자료로 제시하고자 한다.

제2장 연구 방법

제1절 건조방법에 따른 눈개승마의 이화학적인 성분비교

1. 재료 및 방법

본 실험에서 이용된 눈개승마(*Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus*)의 분말은 2019년 5월 국내에서 재배된 것을 구입하였으며, 흐르는 물에서 세척하고, salad spinner(Caous, WINDAX, Seoul, Korea)로 이용해서 물기를 완전히 건조시켰다. 열풍건조는 Drying Oven(GNO12, Hanil GNCO Co., Ltd., Jangseong, Korea)를 이용해서 40시간 동안 60℃의 온도에서 건조시켰다. 냉동건조는 -70℃인 초저온 냉동고(MDF-U52V, Sanyo, Osaka, Japan)를 냉동을 한 다음에 동결건조기(ED 8512, Ilshin, Yangju, Korea)를 사용해서 건조하였다. 열풍건조 및 동결건조 시킨 눈개승마는 분쇄기로 마쇄 후 분말로 만들어 냉동보관을 -70℃에서 하면서 시료로 이용했으며, 각 실험 항목들에 대한 sample 분석은 총 3회 반복했다.

2. 일반성분 분석

General Components의 분석 방법은 Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.)(17)에 준하여 실시하였다. 수분 함량은 105℃에서 상압건조를 시켜 감소되는 그 양을 수분량으로 하는 방법을 이용했으며, 조단백질 함량은 micro-kjeldahl법으로 분석하였다. 그리고 soxhlet 추출법을 사용하여 조지방 함량, 회화법을 이용해서 조회분 함량을 측정하였다. 탄수화물의 함량 분석은 100에서 수분과 조단백질, 조지방, 조회분의 함량을 제외한 값으로 측정하였다.

3. 구성 아미노산의 분석

눈개승마 분말의 구성 아미노산을 분석하기 위해서 분해관에서 0.5 g의 시료와 6 N 염화수소 수용액 3 mL로 건조시켜 확보했고, 후에 기체를 제거하여 121°C에서 약 24시간 가수분해하였다. 그런 다음에는 남아 있는 용액을 회전 농축 증발기(EYELA VACCUM NVC-1100, Tokyo, Japan)로 감압시키고 농축해서 sodium phosphate buffer(pH 7.0) 10 mL로 정용한 후에 solution 1 mL를 확보한 다음에 membrane filter(0.2 μ m)로 filtration하였다(18). 이어서 아미노산 자동분석기(Biochrom 20, Pharmacia, Cambridge, England)를 이용해 정량으로 분석을 실시하였다.

4. 지방산 분석

Wungaarden(19)의 방법을 변형하여 눈개승마 분말의 지방산 분석을 시행하였다. 시료는 2 g을 ether 용액으로 추출하고 여과하였다. 그리고 감압하여 농축을 시킨 지질의 약 100 mg을 가지형인 플라스크에 넣었다. 그런 다음 1 N KOH-ethanol solution 4 mL를 혼합 후 유지 방울이 사라질 때까지 교반시키면서 14% BF₃-methanol 5 mL를 첨가했다. 그런 다음 환류냉각기를 부착하고 5분 동안 80°C에서 끓인 다음에 methylester화 하였다. 얻어진 solution에 NaCl 포화solution 3 mL를 첨가한 다음 hexane 1 mL 첨가를 한 후에 잘 흔들어 혼합한 후에 test tube에 옮겨 실온에 방치하였다. 그리고 상층을 분취하고 무수 Na₂SO₄를 넣고 moisture을 완전히 없애고, Gas Chromatography(GC-10A, Shimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 검사하였고, 지방산이 총 26종이 검출되었다.

5. 유기산 분석

Kim et al.(20)의 방식에 따라서 유기산의 분석을 시행하였다. 증류수 50 mL 을 마쇄한 시료 1 g에 가하고 4시간 동안 80℃ 수조에서 끓인 후에 Whatman filter paper(No. 2)로 여과시켰다. 그리고 남아 있는 용액을 회전 농축 증발기로 감압시키고 Concentration한 다음 distilled water 10 mL 정용해서 Ion Chromatography(DX-600, Dionex Co, Sunnyvale, CA, USA)로 분석하여 malic acid을 포함한 총 7종의 organic acid이 검출되었다.

6. 비타민 분석

비타민 C와 비타민 E의 분석은 식품공전법이 개발한 시험방법을 기준(21)을 준하여 시행하였다. Rizzolo et al.(22)의 방법에 따라 비타민 C의 함량 분석은 다음과 같다. 5 g의 시료를 10% HPO₃ 용액 20 mL를 첨가하여 추출한 후 3,000 rpm에서 20분간 원심 분리하여 얻어진 sample 추출물을 0.2 μm membrane filter 를 이용해 여과한 다음에 HPLC(LC-10AVP, Shimadzu)를 사용해서 분석하였다. 비타민 E의 함량은 각각 시료는 0.5 g, ethanol은 5 mL, 0.1 g의 ascorbic acid 를 취해서 10분 가량 80℃로 가열한 후에 50% KOH 용액의 0.25 mL을 첨가했다. 그런 다음에 동일한 온도에서 20분 정도 가열하고 hexane 5 mL 및 증류수 24 mL를 가한 다음 20분 가량 1,150 ×g에서 원심분리를 하였다. 상정액을 분리해서 얻은 후에 hexane 40 mL를 더했다. 그리고 원심분리하여 다시 상정액을 취해서 distilled water를 넣은 다음 10분간 보관한 다음 하층부를 제거하고 상층부분만 얻었다. 이 과정을 통해서 3회를 반복 실시한 후 모든 용액을 합해서 Na₂SO₄로 탈수하였다. 그 후에 회전 농축 증발기를 사용해서 약 3 mL까지 hexane을 감압하여 농축시킨 후에 HPLC(LC-10AVP, Shimadzu)를 사용하였다.

7. 무기질의 분석

눈개승마 분말의 무기질은 Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C.)⁽¹⁷⁾을 방식을 사용하여 분석하였다. 시료 0.5 g에 60% HClO₄ 3 mL 와 20% HNO₃ 10 mL를 첨가한 다음 색이 투명해질 때까지 끓인 후에 0.5 M HNO₃로 50 mL을 적용하였다. 무기질의 분석항목별 표준 용액을 혼합하고, 8 mL 씩을 vial에 취해 표준 용액으로 사용했고, 0.5 M HNO₃을 대조군으로 하여 원자흡수분광광도계(AA-6501GS, Shimadzu)를 사용해 분석했다.

8. 시료의 추출

열풍건조 및 동결건조를 시킨 눈개승마 분말은 건조 별로 100 g 씩 80% ethanol 1,500 mL을 첨가했다. 이어서 환류냉각관을 부착한 65℃인 Heating mantle(WHM12016, Daihan-Scientific, Seoul, Korea)에서 3시간 정도 3회를 반복해 추출했다. 그런 다음에 정성여과지(Whatman No. 2)를 이용하여 여과를 한 후에 남은 용액을 40℃ 수욕에서 회전 농축 증발기를 이용해 용매를 없앤 다음 감압하고 농축했다. 그 후 동결기(ED8512, Ilshan)로 건조해 눈개승마 ethanol 추출물의 추출 수율을 구하였다. 산화의 방지를 위해서 시료는 -70℃에 냉동으로 저장하면서 분석에 이용하였다.

9. 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

눈개승마 분말의 에탄올 추출물 총 polyphenol 함량은 Folin-Denis reagent⁽²³⁾에 방법을 이용해 측정했다. 눈개승마 분말을 test tube에 ethanol 추출물 1 mL, Folin reagent 2 mL 넣고 섞은 다음에 room temperature에 3분 동안 정치하였다. 그 후에 10% Na₂CO₃ 2 mL을 가하고, mix한 후에 40분간 30℃에서 한 번

더 정치하였다. 혼합물들을 760 nm인 Absorbance에서 UV-spectrophotometer (Bio-Rad, Hercules, CA, USA)를 이용해서 측정했고, standard curve은 기준물질로 tannic acid를 사용하여 최종적 농도가 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0 mg/mL가 되게 하였다. 검량곡선을 이용하여 sample 중 총 polyphenol의 함량을 계산했다.

눈개승마 분말의 에탄올 추출물 총 flavonoid 함량은 Davis법을 변형한 Chae et al.(24)에 이용하여 측정하였다. 눈개승마의 분말 에탄올 추출물 각각 1 mL에 diethylene glycol 2 mL을 첨가시킨 후에 1N NaOH 20 μ L를 다시 첨가 한 다음 섞고 약 1시간 동안 37 $^{\circ}$ C water bath에서 반응시켰다. 그런 다음 UV-spectrophotometer(Bio-Rad)를 이용해서 Absorbance를 420 nm에서 측정하였고, Standard curve은 기준물질로 rutin을 이용해 최종 농도 0.0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 및 1.0 mg/mL가 되도록 혼합하였으며, 검량곡선을 이용해서 sample 중에 총 flavonoid의 함량을 측정하였다.

10. DPPH radical 및 ABTS radical 소거활성 측정

눈개승마 분말의 에탄올 추출물의 DPPH radical 소거능 활성을 측정하기 위해서 Blois의 방법(25)을 이용하였다. Test tube에 ethanol 추출물을 1 mL과 0.2 mM DPPH 1 mL을 취한 후에 잘 섞어서 30분간 37 $^{\circ}$ C에서 반응을 시켰다. 그 후 이 혼합물을 517nm에서 UV-spectrophotometer(UV-1601PC, Shimadzu)를 이용해서 absorbance를 측정을 했다. 이때, DPPH radical 소거능 활성의 비교를 위해서 양성대조군으로 BHT와 BHA(합성항산화제), 비타민 C(천연항산화제)를 이용해서 동일한 방식으로 측정했다. 눈개승마 분말 ethanol 추출물의 DPPH radical 소거활성은 $(1 - (Abs_{sample} / Abs_{blank})) \times 100$ 에 의해 계산한 후 값을 나타냈다.

Re et al.(26)의 방법을 응용해서 눈개승마 분말의 ethanol 추출물의 2,2-azino-bis-3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid(ABTS) radical 소거능을 측정하였다. 2.6 mM potassium persulfate 용액과 7.4 mM ABTS 용액을

제조한 후에 동일 비율로 mix하여 ABTS radical 양이온을 하루 동안 암소에서 반응을 시켰다. 그 후에 ABTS⁺ solution을 734 nm에서 0.7-1.0±0.02의 absorbance가 발견될 때까지 ethanol로 희석시켰다. 눈개승마의 ethanol 추출물 0.1 mL와 ABTS⁺ solution 0.9 mL를 mix한 후 30분 가량 37℃에서 반응을 시켰다. 무첨가군은 sample을 대신해 ethanol 만을 첨가해 반응시켰으며, ELISA microplate reader(Model 680, Bio-Rad Laboratories Inc)를 사용해서 absorbance를 734 nm에서 측정을 하였다. ABTS radical 소거능 활성의 비교를 위해서 양성대조군으로 BHT와 BHA(합성항산화제), 비타민 C(천연항산화제)를 이용해서 동일한 방식으로 측정했다. ABTS radical 소거능(%)은 $(1 - (Abs_{sample} / Abs_{blank})) \times 100$ 에 의하여 계산하여 측정했다.

11. 통계처리

통계처리 실험 결과는 SPSS program(SPSS version 17.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용해서 분석했고, 3번 이상 반복적으로 실시해서 측정해 낸 평균값(Mean)과 표준오차(S.E)로 나타내었다. 그리고 통계적 유의성에 대한 검증을 위해서 두 group 간에는 Student's t-test 실시하여 검증하였고, 세 개 이상의 group 간에는 일원배치 분산분석(one-way analysis of variance) 방식을 실시한 후, 유의적인 차이가 있을 경우 $p < 0.05$ 수준에서 Duncan's multiple range test를 사용하여 상호 검정(Post-Hoc test)하였다.

제3장 결과 및 고찰

제1절 건조방법에 따른 눈개승마의 이화학적 성분 비교

1. 일반성분

건조방법을 달리하여 열풍건조 혹은 동결건조한 눈개승마 분말의 일반성분 함량을 분석한 결과는 Table 1과 같다. 열풍건조 눈개승마 분말의 일반성분 함량은 수분 4.79%, 조단백질 30.69%, 조지방 2.23%, 조회분 9.01%, 조섬유소 15.71%, 탄수화물 37.25%으로 나타났다. 동결건조 눈개승마의 분말의 일반성분의 함량은 수분 5.23%, 조단백질 29.73%, 조지방 4.02%, 조회분 11.02%, 조섬유소 16.33%, 탄수화물 32.97%이었다.

모시잎을 열풍건조 혹은 동결건조하여 비교한 Kim et al.(26)한 연구의 경우는 건조방법에 따라 일반성분의 차이가 없었다고 보고하였으며, 세발나물을 열풍건조 혹은 동결건조하여 비교한 Park & Lee(27) 연구의 경우는 조지방 함량은 열풍건조시에 조회분 함량은 동결건조시에 높게 나타났다고 보고하여 본 연구와는 다른 결과를 나타내었다.

본 연구 결과 열풍건조 혹은 동결건조한 눈개승마 분말의 일반성분 함량은 조지방 함량은 동결건조한 분말이 열풍건조한 분말에 비하여 더 높은 함량을 보였다. 그 외 수분, 조단백질, 조회분, 조섬유소 및 탄수화물 함량은 건조 방법에 따른 차이가 나타나지 않았다.

Table 1. Proximate compositions of *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* powder prepared by different drying methods
(% dry basis)

Composition	Hot air drying	Freeze drying
Moisture (%)	4.79±0.27 ²⁾	5.23±0.39
Crude protein (%)	30.69±0.36	29.73±0.64
Crude fat (%)	2.23±0.18 ^{**3)}	4.02±0.21
Crude ash (%)	9.01±0.14	11.02±0.24
Crude fiber (%)	15.71±0.31	16.33±0.41
Carbohydrate ¹⁾ (%)	37.25±1.09	32.97±1.01

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

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

³⁾ Significant differences between hot air and freeze drying measured by Student's t-test at **p<0.01.

2. 유리 아미노산

건조 방법을 달리한 눈개승마 분말에 함유되어 있는 유리 아미노산 함량 분석 결과는 Table 2와 같다. 열풍건조와 동결건조한 눈개승마 분말에서 모두 총 24종 유리 아미노산이 검출되었으며, 필수아미노산은 tryptophane을 제외한 8종, 비필수아미노산은 16종이 검출되어 건조방법에 다른 유리 아미노산 조성은 차이가 없었다. 그러나 눈개승마의 총 구성 아미노산과 총 필수아미노산 함량은 동결건조 분말이 열풍건조 분말에 비해 높은 것으로 나타났다. 이와 유사하게 Kim et al.(26)이 모시잎을 열풍 혹은 동결건조한 연구에서도 건조방법에 따른 총 아미노산 함량을 비롯하여 필수아미노산 함량이 모두 동결건조한 모시잎이 열풍건조한 모시잎에서 비하여 유의하게 높게 나타났다고 보고하였다.

건조방법에 따른 아미노산 종류별 결과를 비교하여 살펴보면, 열풍건조 눈개승마의 분말에서는 asparagine이 1898.51 mg%로 가장 함량이 높았으며, 다음으로는 arginine이 401.73 mg%, ohosphoethanolamine 312.56mg% 순으로 나타났다. 동결건조 눈개승마 분말에서는 asparagine 2601.06mg%로 가장 함량이 높았고, arginine 473.84mg%, aspartic acid 326.95mg% 순으로 나타났다. 필수아미노산의 경우 valine, phenylalanine, lysine, hstidine 함량은 동결건조한 분말이 열풍건조한 분말에 비하여 유의하게 높게 나타났으며, 그 외의 필수아미노산은 건조방법에 따른 차이가 없었다. 비필수아미노산의 경우는 aspartic acid, asparagine, glutamic acid, arginine, ornithine 및 γ -amino-n-butyric acid(GABA) 함량은 동결건조한 분말이 유의하게 높게 나타났으며, serine, phosphoserine, proline, glycine, alanine, tyrisine, taurine 함량은 열풍건조한 분말이 유의하게 높게 나타났다.

눈개승마 분말에 가장 많이 함유되어 있는 비필수아미노산인 asparagine는 우리의 몸 안에 말산-아스파르트산 서틀에서 nicotinamide adenine dinucleotide를 만들어서 alcohol dehydrogenase가 합성하는 것을 촉진 시켜서 알코올 해독 능력이 뛰어나 숙취 해소에 좋은 기능을 가지는 것으로 밝혀져 있다(27). 숙취

해소 식품에 관심이 많은 한국인들에게 활용할 수 있는 가치가 있는 산채식품이 될 수 있을 것이다. 특히, 희귀적인 ornitine과 taurine가 검출되었는데 ornitine의 약용의 아미노산으로 약리적 연구를 통해 성장호르몬 분비를 촉진해서 항비만 효과의 기능을 가지고 있으며, 암모니아 해독을 간에서 작용해 피부를 재생하고 간을 보호하는 등의 기능을 가진 것으로 알려졌다(28,29). 그리고 taurine은 광범위하게 기능을 지니고 있다. 세포를 증식하고, 세포막 안정성, 당대사를 촉진하고, 신경 흥분성을 조절하며, 해독작용 및 삼투압 조절, 망막 색소 상피세포증식 등을 포함하고 있다(30,31,32). 이외에도 많은 양의 필수아미노산과 비필수아미노산이 대량으로 함유되어 있기 때문에 건강식품으로 활용될 수 있을 것이다. 또한 눈개승마 분말에 아미노산 중 GABA로 많이 검출되었는데 GABA는 자연계에 존재하는 비단백질 아미노산으로 중추신경계의 억제성 신경전달물질로 뇌기능 촉진, 혈압강화작용, 이노효과 등이 있는 것으로 보고되었다(33).

이상의 결과 총 유리아미노산과 총 필수아미노산 함량을 비롯하여 필수아미노산인 valine, phenylalanine, lysine 및 histidine 함량, 특수아미노산인 arginine, ornithine 및 GABA 함량이 동결건조 눈개승마 분말이 열풍건조 분말에 비하여 높게 나타났는데, 이는 열풍건조 시에 열처리로 인하여 아미노산 함량이 저하된 것으로 사료된다.

Table 2. Contents of free amino acids in *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* powder prepared by different drying methods (mg%)

Amino acids	Hot air drying	Freeze drying
Essential amino acid(EAA)		
Valine	259.21±6.40 ³⁾⁴⁾	301.85±10.52
Isoleucine	166.42±5.05	156.46±3.24
Leucine	119.41±1.64	114.54±2.79
Methionine	259.21±6.40**	301.85±10.52
Threonine	114.76±1.34***	150.33±6.26
Phenylalanine	141.65±1.45*	166.93±6.47
Histidine	42.02±0.95**	55.88±0.87
Lysine	96.03±1.70***	147.97±0.88
Total EAA	1,198.71	1,359.81***
Non-essential amino acid		
Aspartic acid	240.38±4.65***	326.95±2.44
Asparagine	1898.51±57.12*	2601.06±75.27
Serine	285.33±8.72***	190.34±1.98
Phosphoserine	20.01±0.63*	16.85±0.85
Glutamic acid	221.66±4.14*	298.96±6.44
Proline	116.65±1.40**	96.30±3.16
Glycine	46.02±1.49***	17.46±1.31
Alanine	231.99±5.22***	131.69±4.24
Tyrosine	66.19±1.45**	51.01±2.20
Cystine	ND	ND
Arginine	401.73±1.70**	473.84±9.98
Ornithine	16.51±0.65***	55.88±0.87
γ-Amino-n-butyric acid	191.81±1.36**	253.20±10.22
Taurine	12.31±0.29*	10.89±0.59
Phosphoethanolamine	312.56±5.37	308.55±7.02
α-Aminoadipic acid	12.30±0.38	14.74±0.88
Total EAA	4,073.96	4,847.72
EAA/AA (%)	29.42	28.05

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

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

3. 지방산

지방산은 포화 혹은 불포화 지방족 사슬을 지니고 있는 키복실산이며, 수소, 탄소, 산소 결합의 정도에 따라 포화 지방산과 불포화 지방산으로 크게 구분된다. 지방산 자체를 사람들은 나쁘게 인식하고 있지만 지방은 인체에 꼭 필요한 에너지원 중에 하나이며, 지용성 비티민을 운반하고 흡수하는데 사용되며, 생화학물질과 호르몬의 원천이기도 하다. 지방산은 포화지방산과 단일불포화지방산 그리고 다가불포화지방산 크게 3가지로 구분된다. 포화지방산은 모든 탄소원자들이 단일 결합으로 이루어져 있고 단일불포화지방산은 탄소 사슬에 단 하나의 이중결합을 이루며, 다가불포화지방산은 탄소 사슬에 두 개 이상의 이중결합을 가지고 있다(34).

건조 방법을 각각 달리한 눈개승마 분말에 함유되어 있는 지방산 함량의 분석 결과는 Table 3과 같다. 동결 혹은 열풍건조한 눈개승마 분말의 포화지방산이 8종, 단일불포화 지방산 3종, 다가불포화지방산이 2종이 검출되었다. 포화지방산 중 pentadecanoic acid 함량은 열풍건조한 것이 동결건조한 것에 비하여 유의하게 많이 검출되었으며, heptadecanoic acid 함량은 동결건조한 것이 열풍건조한 것에 비하여 유의하게 많이 검출되었다. 그 외의 포화지방산 조성 및 함량은 건조 방법에 따른 차이가 나타나지 않았다. 불포화지방산의 경우는 palmitoleic acid 함량은 동결건조한 것이 열풍건조한 것에 비하여 유의하게 많이 검출되었다.

그 외 불포화지방산 함량과 조성은 건조 방법에 따른 차이가 없었다. 동결건조한 눈개승마 분말의 지방산 함량은 linolenic acid 43.06%로 가장 높았고, palmitic acid 26.57%, linoleic acid 18.86% 순으로 나타났다. 열풍건조한 눈개승마 분말의 지방산은 linolenic acid 42.79%로 가장 높았고, palmitic acid 25.84%, linoleic acid 20.44% 순으로 나타났다. 즉 열풍건조 혹은 동결건조 눈개승마 분말의 함량을 살펴보면 모두 linolenic acid의 함량이 가장 많은 것으로 나타났다.

특히, 눈개승마 분말에서는 오메가-3 지방산인 linolenic acid가 많이 검출되

었다. 오메가-3 지방산은 항산화효과와 항염증으로 인해 대장암, 유방암, 전립선암 등의 예방에 도움이 되며 부족할 시에는 렙틴 호르몬이 떨어져서 비만이 생길 수 있다고 한다(35). 열풍건조한 눈개승마 분말의 포화지방산 비율은 33.43%, 동결건조한 눈개승마 분말의 포화지방산 비율은 35.52%로 나타났으며, 불포화지방산 비율은 열풍건조 65.73%, 동결건조 64.49%로 나타났다.

연구 결과에 따라 열풍건조와 동결건조 눈개승마의 지방산 함량은 유의미한 차이를 보였으나, 수치상으로는 큰 차이를 보이지 않았다.

Table 3. Compositions of fatty acids in *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* powder prepared by different drying methods
(% total fatty acids)

Fatty acids	Hot air drying	Freeze drying
Saturated		
Myristic acid (C14:0)	0.44±0.03 ¹⁾	0.40±0.02
Pentadecanoic acid (C15:0)	0.19±0.02 ^{**2)}	0.09±0.01
Palmitic acid (C16:0)	25.84±1.30	26.57±1.04
Heptadecanoic acid (C17:0)	0.09±0.06*	1.24±0.10
Stearic acid (C18:0)	3.92±0.21	3.85±0.09
Arachidic acid (C20:0)	1.84±0.07	2.00±0.05
Behenic acid (C22:0)	0.64±0.04	0.79±0.04
Lignoceric acid (C24:0)	0.47±0.03	0.58±0.03
Monounsaturated		
Palmitoleic acid (C16:1)	0.29±0.01**	0.58±0.05
Oleic acid (C18:1n9c)	1.64±0.11	1.34±0.10
cis-11-Eicosenoic acid (C24:1)	0.58±0.03	0.64±0.04
Polyunsaturated		
Linoleic acid (C18:2)	20.44±2.48	18.86±0.66
Linolenic acid (C18:3)	42.79±1.37	43.06±2.82
Saturated fatty acid (%)	33.43±1.78	35.52±1.23
Monounsaturated fatty acid (%)	2.50±0.15	2.56±0.18
Polyunsaturated fatty acid (%)	63.23±3.84	61.93±3.48

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

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

4. 유기산

유기산은 산성을 띠는 유기 화합물을 총칭하는 것을 의미하며 체내에서 신진대사를 촉진시키며 각 종의 피로물질들을 소멸시키는 기능을 가진다(36). 그리고 항균제로서 작용하여 식품을 보존하는 역할을 해준다. 유기산 중 사과산은 신맛을 띠는데 이것은 식욕을 돋우는 효과가 있으며 체내에서 노폐물을 없애는데 간접적으로 도움을 주는 성분으로 노폐물을 중성화시켜 몸의 순환주기를 자극해 피로를 풀어주는 역할을 한다(37). 구연산은 체내에서 TCA 사이클의 기능을 활성화하여 피로 해소에 도움을 주며 노폐물을 배출시키는 작용을 하고 Mg 및 Ca의 흡수를 촉진하며 숙취 해소 및 변비를 완화하여 장내 환경 개선에도 도움을 준다고 한다(38).

열풍건조 및 동결건조를 하여 분말화한 눈개승마의 유기산 조성과 함량을 분석한 결과는 Table 4와 같다. Malic acid, citric acid, succinic acid, formic acid, acetic acid, lactic acid와 같이 총 8종의 유기산을 분석하였는데, 그중 6종의 유기산이 검출되었으나, tataric acid와 lactic acid는 검출되지 않았다. 눈개승마 분말의 주요 유기산의 함량을 살펴보면 건조방법에 상관없이 malic acid와 citric acid를 가장 많이 함유하는 것으로 나타났다.

그리고 succinic acid와 formic acid, acetic acid 순이었다. 열풍건조를 시킨 눈개승마의 분말은 malic acid 23455.14 mg%, citric acid 11902.15 mg%, succinic acid 1566.39 mg%, acetic acid 280.71mg%, formic acid 275.44 mg%, 순으로 나타났다. 동결건조를 시킨 눈개승마의 분말은 malic acid 26789.09 mg%, citric acid 12285.67 mg%, succinic acid 1034.49 mg%, acetic acid 289.31 mg%, formic acid mg% 순으로 나타났다. 유기산 중 malic acid는 동결건조한 것이 유의하게 높았으나, succinic acid는 열풍건조한 것이 유의하게 나타났다.

그 외 유기산 함량은 건조방법에 따른 차이가 나타나지 않았다. 총 유기산 함량은 동결건조한 분말이 열풍건조한 분말에 비하여 높게 나타났다. 반면 세발나

물의 경우는 유기산 중 citric acid, oxalic acid, malic acid, tartaric acid, succinic acid 함량은 동결건조 한 분말이 높았으나, formic acid 함량은 열풍건조한 것이 높았으며, acetic acid 함량은 건조방법에 다른 차이가 없었다고, 보고하였다(27).

모시잎의 경우는 oxalic acid 함량은 건조방법에 따라 차이가 없었으나, succinic acid와 citric acid 함량과 더불어 총 유기산 함량은 열풍건조한 모시잎 분말이 높은 경향을 보였다고 Kim et al.(26)이 보고하였다.

본 연구 결과와 다르게 Aida et al.(39)에 의하면 열풍건조할 경우 유기산 함량이 증가한다고 보고하였는데, 이는 열풍건조 시 열처리로 인하여 당이 분해되면서 유기산을 생성하기 때문이라고 보고하였다.

Table 4. Contents of organic acids in *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* powder prepared by different drying methods (mg%)

Organic acid	Hot air drying	Freeze drying
Citric acid	11,902.15±240.29 ¹⁾	12,285.67±390.00
Tartaric acid	ND ²⁾	ND
Malic acid	23,455.14±951.83 ^{*3)}	26,783.09±432.25
Succinic acid	1,566.39±82.16 [*]	1,034.49±146.15
Lactic acid	ND	ND
Formic acid	275.44±9.03	276.61±13.79
Acetic acid	280.71±8.89	289.31±10.11
Total	37,479.83	40,669.17

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

²⁾ N.D.: Not detected.

³⁾ Significant differences between hot air and freeze drying measured by Student's t-test at *p<0.05.

5. 비타민

열풍건조 및 동결건조하여 분말화한 눈개승마는 Table 5와 같이 비타민 C와 비타민 E의 함량이 나타났다. 비타민 C의 함량은 열풍건조 시에 1487.43 mg%, 동결건조 시에 4427.26 mg%로 동결 건조한 것이 유의하게 높은 함량을 보였다. 비타민 E의 함량은 열풍건조 시에 110.86 mg%, 동결건조 시에 154.73 mg%의 함량을 보였다. 따라서 비타민 C의 함량은 동결건조 시에 약 3배 가량 높았으며, 비타민 E의 함량 또한 동결건조 시에 높은 함량을 보였다.

이와 유사하게 세발나물을 열풍건조 혹은 동결건조하여 비교한 Park & Lee(26) 연구의 경우도 비타민 C와 비타민 E 함량이 동결건조한 것이 열풍건조한 것에 비하여 유의하게 많이 검출되었다고 보고하였다. 반면 건조방법을 달리 한 모시잎의 비타민 C와 비타민 E 함량 변화를 비교한 Kim et al.(27) 연구 결과를 보면 비타민 E의 함량은 열풍건조한 분말과 동결건조한 분말 사이에 차이가 없었으나, 비타민 C 함량은 동결건조한 분말이 열풍건조한 분말에 비하여 유의하게 증가하였다고 보고하였다.

위의 결과에 따라 각각의 비타민의 함량은 건조방식에 따라서 큰 차이를 보였으며, 비타민 C와 E의 함량은 동결건조 시에 높았다. 이러한 결과는 동결건조한 방법이 비타민 손실을 적게 하는 것으로 보여진다.

특히, 비타민 C의 함량이 압도적으로 많았는데 비타민 C의 경우 다양한 생리적 기능을 한다. 대표적으로 콜라겐 생합성, 면역력 기능의 향상, 항산화제로의 작용 등이 있다(40).

Table 5. Contents of vitamin C and E in *Aruncus dioicus* var.

kamtschaticus powder prepared by different drying methods

(mg/100 g)

Vitamins	Hot air drying	Freeze drying
Vitamin C	1487.43±81.06 ^{1)***2)}	4427.26±117.60
Vitamin E	110.86±4.33**	154.73±5.18

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

²⁾ Significant differences between hot air and freeze drying measured by Student's t-test at **p<0.01, ***p<0.001.

6. 무기질

일반적으로 비타민은 빛과 열 그리고 공기 등과 같이 여러 처리들에 의해서 쉽게 손상되지만, 무기질은 빛이나 열 등에 있어 안정적이며 노출로 인해서 쉽게 손상되지 않는 영양소로 불리고 있다(41). 무기질은 우리의 건강과 생명을 유지하는 데 필수적 영양소로 인간의 체내의 약 4% 가량 소량으로 구성되어 있다.

열풍건조 그리고 동결건조 시에 분말화한 눈개승마의 Ca을 포함한 총 8가지 종류의 무기질 함량을 검사한 결과는 Table 6과 같이 나타났다. 열풍건조한 무기질 함량은 K가 3306.46 mg% 가장 높은 수치를 보였으며, 다음으로 Ca 645.78 mg%, Mg 242.79 mg%의 순으로 content가 나타났고, 나머지 무기질 Mn 15.33 mg%, Fe 10.34 mg%, Na 6.49 mg%, Zn 5.52 mg%, Cu 1.98 mg% 순으로 미량 함유되어 있음을 확인할 수 있었다.

동결 건조한 무기질 함량 또한 동일한 순으로 함량의 수치가 나타났다. K가 2961.72 mg% 가장 높은 수치를 보였고 그 다음으로 Ca 588.67 mg%, Mg 233.13 mg%, Mn 14.28 mg%, Fe 10.15 mg%, Na 6.00 mg%, Zn 5.07 mg%, Cu 1.79 mg%의 함량이 검출되었다. 가장 많은 성분이 함유된 K의 수치를 살펴보면 열풍건조 시에 3306.46 mg%, 동결건조 시에 2961.72 mg%이다.

분석 결과에 따라 무기질의 경우 종류 마다 함유량이 모두 열풍건조 시에 높았으나 유의성이 없는 것으로 나타났다.

일반적으로 산채식물류 및 엽채류의 무기질의 함량은 K 함량이 가장 높았다는 결과와 유사한 경향을 보여주었다(42). K은 대표적인 무기질로서 체내에서 Na과 삼투압을 정상적으로 유지시킴으로써 수분평형을 유지하며 세포액을 보전하는 기능을 하며, Na, H와 함께 세포 내외의 농도와 전압, 그리고 전위 및 전압차를 생기게 할 수 있는 산·염기 조절로 작용하고, 근육을 이완시키는 역할을 한다 (43, 44).

Table 6. Contents of minerals in *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* powder prepared by different drying methods (mg%)

Minerals	Hot air drying	Freeze drying
Ca	645.78±19.02 ^{1)NS2)}	588.67±20.28
K	3,306.46±124.10 ^{NS}	2961.72±149.79
Mg	242.79±15.73 ^{NS}	233.13±10.88
Fe	10.34±0.48 ^{NS}	10.15±1.16
Na	6.49±0.31 ^{NS}	6.00±0.56
Mn	15.33±0.60 ^{NS}	14.28±1.03
Cu	1.98±0.13 ^{NS}	1.79±0.07
Zn	5.52±0.31 ^{NS}	5.07±0.53
Total	4,234.69	3,820.81

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

²⁾ NS: Not significant.

제2절 건조방법에 따른 눈개승마 분말 ethanol 추출물의 항산화 효과

1. 총 폴리페놀 및 총 플라보노이드 함량

폴리페놀은 방향족 알코올 화합물의 일종으로 식물에서 발견되며 하나의 분자에 페놀기가 2개 혹은 그 이상이 있는 작용기이며, 수산기를 여러 개 가지고 있는 것이 특징이다. 많은 석탄산의 분자들이 식물성 식품에 주로 함유되어 있는데 이러한 화합물은 인체에서 항비만, 항염증 및 항산화 등과 같은 생리적인 활성을 가지고 있는 것으로 알려져 있다(45).

플라보노이드는 이차대사산물의 일종으로 식물이나 균류에서 발견되며 헤테로 사이클릭 고리 2개의 페닐 고리로 구성되었으며 15개의 탄소 골격의 구조를 가지고 있다. 플라보노이드는 식물에 의해서 합성된 석탄산 화합물로 적자색과 옅은 황색 및 노란색이 보이는 색소 화합물로서 식물 중에는 거의 당과 결합된 glycoside 형태로 존재한다(46,47). 이것들은 활성 산소종을 효율적으로 제거해서 항암과 항염, 심장질환 등의 생리기능을 역할을 하는 것으로 알려져 있다(48,49).

열풍건조 및 동결건조 시에 눈개승마의 에탄올 추출물의 총 polyphenol 함량 및 총 flavonoid 함량은 Table 7과 같이 분석되었다. 총 polyphenol의 함량은 열풍건조 추출물 61.51 mg GAE/g, 동결건조 추출물 80.61 mg GAE/g 함유되어 있는 것으로 나타났으며, 동결건조 추출물이 동결건조 추출물에 비하여 유의하게 함량이 높게 나타났다. 열풍건조 및 동결건조 눈개승마 분말 추출물의 총 flavonoid 함량은 열풍건조 시에는 229.08 mg QE/g 동결건조의 경우 313.42 mg QE/g로 건조방식에 따라 차이가 났으며, 총 polyphenol의 함량과 마찬가지로 동결 건조한 경우 보다 높게 나타났다.

이와 유사하게 건조방법을 달리한 세발나물의 총 polyphenol과 총 flavonoid 함량을 연구한 Park & Lee(27) 결과에서도 동결건조 추출물이 열풍건조 추출물

에 비하여 유의하게 높게 나타났다고 보고하였다.

본 연구 결과와 유사하게 높은 열처리에 의한 건조 시료들에 비해서 낮은 온도에서 건조된 시료가 가장 높은 총 폴리페놀 함량이 보고되었다(50). 눈개승마 분말추출물의 열풍건조에 비해 동결건조 시 총 polyphenol의 함량이 더 높았으며, 총 flavonoid 함량 또한 보다 높은 함량을 보여 동결건조 방법이 약 4배 가까이 항산화물질의 함량이 높게 나타나 동결건조하는 방법이 항산화 효과에 있어 보다 효율적일 것이라고 사료된다.

Table 7. Total polyphenol and total flavonoid contents of 80% ethanol extracts of *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* prepared by different drying methods

Drying method	Total polyphenol (mg TAE ³⁾ /g)	Total flavonoid (mg RE ⁴⁾ /g)
Hot air drying ¹⁾	61.51±3.67 ⁵⁾ * ⁶⁾	229.08±3.71 ^{***}
Freeze drying ²⁾	80.61±2.31	313.42±1.88

¹⁾ Hot air dried *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).

²⁾ Freeze dried *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* 80% ethanol extract 1,000 ppm (1 mg/mL).

³⁾ TAE = tannaic acid equivalent.

⁴⁾ RE = rutin equivalent.

⁵⁾ All values are expressed as mean±SE of triplicate determinations.

⁶⁾ Significantly different between hot air and freeze drying by Student's t-test at *p<0.05, ***p<0.001.

2. DPPH radical 및 ABTS radical 소거활성

DPPH radical 소거활성의 측정 방식은 항산화 활성을 지닌 물질들과 반응하여 hydrogen 전자를 받아서 환원되는 진한 자색화합물이며 짙은 자색이 탈색되는 특징이 있다(51, 52). 그래서 짧은 시간 내에 비교적 항산화능 측정이 가능해서 다양한 천연소재로부터 항산화 물질 탐색에 많이 사용되는 방법이다(51, 52). ABTS radical의 소거활성 측정 방식은 ABTS radical 양이온 탈색 정량법이라고도 하며, potassium persulfate와 ABTS의 반응으로 독특한 청록색을 띄게 되며 antioxidant를 가해서 그로 인해서 연한 녹색으로 탈색되는 정량법이다(53).

본 실험에서는 열풍 혹은 동결 건조방법으로 제조된 눈개승마 에탄올 추출물을 가지고 항산화능을 측정하였다. 시료 에탄올 추출물을 포함하여 양성대조군으로 합성항산화제인 BHT와 BHA 및 천연항산화제인 비타민 C 모두 1000 ppm 같은 농도에서 DPPH radical 소거능 및 ABTS radical 소거능을 측정하였는데 이는 Table 8과 같다.

DPPH radical 소거 활성을 측정한 결과는 열풍건조 시 66.98%, 동결건조 시 69.89%로 관찰되었다. ABTS radical 소거 활성의 측정 결과는 열풍건조 시 91.87%, 동결건조 시 92.66%로 관찰되었다.

따라서 건조방법에 따른 DPPH radical 및 ABTS radical의 소거활성의 측정 결과 동결건조 눈개승마 눈말이 열풍건조 눈개승마 분말보다 유의적으로 높은 것이 관찰되었다. 그러나 같은 농도에서 측정한 합성항산화제인 BHT와 BHA 및 천연항산화제인 비타민 C에 비해서는 DPPH radical 및 ABTS radical의 소거활성이 모두 떨어진 것으로 나타났다.

이상의 결과를 종합해 보면 눈개승마 추출물의 항산화능을 측정한 DPPH radical 및 ABTS radical 소거활성 모두 열풍건조 추출물에 비하여 동결건조 추출물이 우수하게 나타났는데, 이러한 결과는 동결건조 추출물에 항산화 물질인 총 polyphenol과 총 flavonoid 함량 상대적으로 높았으며, 항산화 비타민인 비타민 C와 E의 함량도 높았던 결과로 나타난 것이라 사료된다.

Table 8. DPPH and ABTS radical scavenging activities of 80% ethanol extracts of *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* powder prepared by different drying methods

Drying methods	DPPH radical scavenging activity (%)	ABTS radical scavenging activity (%)
Hot air drying	66.93±0.18 ^{1)c2)}	91.87±0.13 ^a
Freeze drying	69.89±1.56 ^b	92.66±0.13 ^b
BHT	94.13±0.00 ^a	92.74±0.13 ^a
BHA	94.28±0.42 ^a	92.66±0.13 ^a
Ascorbic acid	94.92±0.16 ^a	91.79±0.13 ^b

¹⁾ BHT: butylated hydroxytoluene, BHA: butylated hydroxyanisole.

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

³⁾ Different superscript letters indicate significant differences at p<0.05 by Duncan's multiple range test.

제4장 요약 및 결론

본 연구는 기능성 식재료이며 산채식물로 다양한 생리활성물질이 풍부하다고 알려진 눈개승마를 분말로 제조 시 열풍건조 혹은 동결건조하여 건조방법에 따른 영양성분과 항산화능이 미치는 영향을 알아보려고 실시하였다,

먼저 열풍건조 혹은 동결건조한 눈개승마 분말의 영양성분을 비교 분석한 결과는 다음과 같다. 열풍건조한 눈개승마 분말의 일반성분 함량은 수분 4.79%, 조단백질 30.69%, 조지방 2.23%, 조회분 9.01%, 조섬유 15.71%, 탄수화물 37.25%로 나타났다. 동결건조한 눈개승마 분말의 일반성분 함량은 수분 5.23%, 조단백질 29.73%, 조지방 4.02%, 조회분 11.02%, 조섬유 16.33%, 탄수화물 32.97%이었다. 일반성분 분석 결과, 수분, 조단백질, 조회분, 조섬유소 및 탄수화물 함량은 건조방법에 따른 차이가 나타나지 않았으나, 조지방 함량의 경우 동결건조한 것이 열풍건조한 것에 비하여 유의하게 높게 나타났다.

구성 아미노산의 조성을 살펴보면, 열풍건조와 동결건조한 눈개승마 분말에서 모두 총 24종 아미노산이 검출되었으며, 필수아미노산은 tryptophane을 제외한 8종이 모두 검출되었다. 열풍건조 눈개승마의 분말에서는 asparagine이 1898.51 mg%로 가장 함량이 높았으며, 다음으로는 arginine이 401.73 mg%, phosphoethanolamine 312.56 mg% 순으로 나타났다.

동결건조 눈개승마 분말에서도 asparagine 2601.06 mg%로 가장 함량이 높았고, 그 뒤로 arginine 473.8 4mg%, aspartic acid 326.95 mg% 순으로 나타났다. 총 아미노산과 필수아미노산 함량이 동결건조한 것이 열풍건조한 것에 비하여 유의하게 높았다. 동결건조 및 열풍건조 눈개승마 분말 모두 포화지방산 8종, 단일불포화지방산 3종, 다가불포화지방산 2종이 검출되었다. 동결건조한 눈개승마 분말의 지방산 중에 linolenic acid가 43.06%로 가장 높았고, palmitic acid 26.57%, linoleic acid 18.86% 순으로 나타났으며, 열풍건조한 눈개승마 분말도 linolenic acid 42.79%로 가장 높았으며, palmitic acid 25.84%, linoleic acid

20.44% 순으로 나타났다. 즉 열풍건조 혹은 동결건조 눈개승마 분말은 지방산 중 오메가-3 지방산인 linolenic acid 함량이 가장 높았다.

유기산 함량은 건조방법에 상관없이 malic acid, citric acid, succinic acid, formic acid, acetic acid 총 5종이 검출되었으며, 유기산 중 malic acid 함량이 가장 높았으며, 그 다음은 citric acid, succinic acid 함량 순이었다. Citric acid, formic acid 및 acetic acid 함량은 건조방법에 따른 유의차가 없었으나, malic acid 함량은 동결건조한 것이 열풍건조한 것에 비하여 유의하게 높았으며, succinic acid 함량은 열풍건조한 것이 유의하게 높게 나타났다. 비타민 C와 비타민 E의 함량도 동결건조한 것이 열풍건조한 것에 비하여 유의하게 높았다.

특히 비타민 C의 함량은 동결건조한 눈개승마 분말이 약 3배 가량 높은 것으로 나타났다. 무기질 조성 분석 결과, 열풍건조 혹은 동결건조한 눈개승마 분말의 경우 총 8종이 나타났으며, 총 무기질 함량은 열풍건조한 것이 동결건조한 것에 비하여 높게 나타났다. 열풍건조 혹은 동결건조한 눈개승마 분말 모두 무기질 중 K 함량이 가장 높았으며, 다음으로 Ca, Mg, Mn 순으로 나타났다. 그러나 각각의 무기질 조성은 건조방법에 따른 차이가 나타나지 않았다.

눈개승마 열풍건조 혹은 동결건조한 분말을 에탄올로 추출한 후 항산화 물질과 항산화능도 비교 분석하였다. 열풍건조 추출물의 총 polyphenol의 함량은 61.51 mg GAE/g, 동결건조 추출물은 80.61 mg GAE/g 함유되어 있는 것으로 나타나 동결건조 분말 추출물 함량이 유의하게 높았다. 또한 총 flavonoid 함량도 열풍건조 분말 추출물은 229.08 mg QE/g, 동결건조 분말 추출물은 313.42 mg QE/g로 동결건조한 분말 추출물이 열풍건조한 분말 추출물에 비하여 유의하게 높게 나타났다.

DPPH radical 소거 활성을 측정한 결과는 열풍건조 추출물은 66.98%, 동결건조 추출물은 69.89%로 관찰되었으며, ABTS radical 소거 활성 측정 결과도 열풍건조 추출물은 91.87%, 동결건조 추출물은 92.66%로 관찰되어 항산화능도 동결건조한 추출물이 열풍건조한 추출물에 비하여 우수한 것으로 나타났다, 그러나 양성대조군에 비해서는 낮은 활성을 나타내었다.

따라서 눈개승마의 영양성분 및 항산화효과 분석 결과를 종합해 보면 건조방법에 따라 차이가 나타남을 알 수 있었다. 건조방법에 따른 영양성분 각각의 조성은 유사하였으나, 함량에서의 차이가 나타났다. 영양성분의 경우 조지방, 총 아미노산, 총 필수아미노산, 특수 아미노산인 arginine, ornitine, GABA, 총 유기산, malic acid, 비타민 C, 비타민 E의 함량의 경우는 동결건조한 눈개승마 분말이 열풍건조한 눈개승마 분말에 비하여 유의하게 높게 나타났다.

또한 항산화 활성을 살펴보면, 총 polyphenol과 총 flavonoid 함량, DPPH radical 소거 활성과 ABTS radical 소거능 활성도 동결건조한 눈개승마 분말이 열풍건조한 눈개승마 분말에 비하여 유의하게 높게 나타났다.

따라서 눈개승마 분말을 기능성 식재료로 사용할 경우 동결건조하는 방법이 영양성분 보존과 더불어 항산화 활성 증대를 위한 최적의 방법으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Goldberg I. *Functional Foods*. Chapman & Hall Press;1994. pp.3-550.
2. Youn JS, Shin SY, Wu Y, Hwang JY, Cho JH, Ha YG, et al. Antioxidant and anti-wrinkling effects of *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* extract. *Korean J Food Preserv* 2012;19:393-399.
3. Lee SO, Lee HJ, Yu MH, Im HG, Lee IS. Total polyphenol contents and antioxidant activities of methanol extracts from vegetables produced in Ullung Island. *Korean J Food Sci Technol* 2005;37:233-240.
4. Park SB, Lee U, Kang JY, Kim JM, Park SK, Park SH, et al. Protective effects of *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* extract against hyperglycemic-induced neurotoxicity. *Korean J Food Sci Technol* 2017;49:668-675.
5. Han KS, Ham SS, Jeong EH, Lee HK. Anti-mutagenic effects of the edible mountain herb juices against Trp-P-1 and 2AF. *Korean J Food Hyg* 1992;7:161-168.
6. Lee TB. *Coloured Flora of Korea (上)*. Hyangmoonsa;2003. p.515.
7. Lee CB. *Coloured flora of Korea*. Hyangmoonsa;2003. pp.515-516.
8. Yuzepchuk SV. *Aruncus*. In *Flora of the U.S.S.R. Vol 4. Rosales and Sarraceniales*. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR;1939. pp.238-240.
9. Kwon JW, Park JH, Kwon KS, Kim DS, Jeong JB, Lee HK, et al. Effect of shading practices on the chemical compounds and antioxidant in *Arucus dioicus*. *Korean J Plant Res* 2006;19:1-7.
10. Choi BB, Lee HJ, Bang SK. Studies on the amino acid, sugar analysis and antioxidative effect of extracts from *Artemisia* sp. *Korean J Food Sci Technol* 2004;17:86-91.

11. Choi MG, Chung HS, Moon KD. Chemical components of *Solidago virgaurea* spp, *Aster glehni* var. *hondoensis* and *Aruncus dioicus* var. *kamtschaticus* grown on Ulleung island, Korea. *Korean J Food Preserv* 2008;16:578-581.
12. Colombo ML, Bugatti C, Davanzo F, Persico A, Ballabio C, Restani P. Analytical aspects of diterpene alkaloid poisoning with monkshood. *Nat Prod Commun* 2009;4:1551-1552.
13. Kim AR, Lee HJ, Jung HO, Lee JJ. Physicochemical composition of ramie leaf according to drying methods. *Korean Soc Food Science Nutrition* 2014;43:118-127.
14. Beak SE, Woo SK. Antioxidant activity of crude gingerol I. Thermal stability of gingerol from ginger and effect of its concentration on the oxidation of soybean oil. *J Korean Soc Food Sci* 1993;9:3336.
15. Park NH. General outline and status of application for freeze-drying. *Korean J Air-Cond. Refrig Eng* 1995;24:338-345.
16. Park YJ, Lee JJ. Comparison of nutritional components and antioxidative effects of *Spergularia marina* according to different drying methods. *Korean J Community Living Sci* 2020;31:51-63.
17. AOAC. *Official methods of analysis*. 18th ed. Association of official analytical chemists. 2005.
18. Water Associates. *Analysis of amino acid in waters*. PICO. TAG system. Young-in Scientific;1990. pp.41-46.
19. Van Wunngaarden D. Modified rapid preparation fatty acid esters from liquid for gas chromatographic analysis. *Anal Chem* 1967;39:848-850.
20. Kim DH, Lim DW, Bai S, Chun SB. Fermentation characteristics of whole soybean *meju* model system inoculated with 4 *Bacillus* strains. *Korean J Food Sci Technol* 1997;29:1006-1015.

21. Korea Food and Drug Association. *Food standards codex*. Korean Foods Industry Association;2005. pp.383-385, pp.367-368.
22. Rizzolo A, Formi E, Polesello A(1984) HPLC assay of ascorbic acid in fresh and processed fruit and vegetables. *Food Chem* 1984;14 :189-199.
23. Folin O, Denis W. On phosphotungstic-phosphomolybdic compounds as color reagents. *JBC* 1912;12:239-243.
24. Chae SK, Kang GS, Ma SJ, Bang KW, Oh MW, Oh SH. *Standard food analysis*. Jigu-Moonwha Sa;2002. pp.381-382.
25. Blois MS. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 1958;181:1199-1203.
26. Kim AR, Lee HJ, Jung HO, Lee JJ. Physicochemical composition of ramie leaf according to drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2014;43:118-127.
27. Park YJ, Lee JJ. Comparison of nutritional components and antioxidative effects of *Spergularia marina* according to different drying methods. *Korean J Community Living Sci* 2020;31:509-516
28. Re R, Pellegrini N, Proteggente A, Pannala A, Yang M, Rice-Evans C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radic Biol Med* 1999;26:1231-1237.
29. Park SC. Effect of bean sprout extracts on metabolism and biological functions of ethanol in vitro and in vivo. *Korea Soybean Digest* 1994;10:123-143.
30. Bucci L, Hickson JF, Pivarnik JM, Woimsky I, McMahon JC, Tumer SD. Ornithine ingestion and growth hormone release in body-builders. *Nutr Res* 1990;10:239-245.
31. Müting D, Kalk JF, Klein CP. Long-term effectiveness of high-dosed

- ornithine-aspartate on urea synthesis rate and portal hypertension in human liver cirrhosis. *Amino Acids* 1992;3:147-153.
32. Thurston JH, Hauhart RE, Dirgo JA. Taurine, a role in osmotic regulation of mammalian brain and possible clinical significance. *Life Sci* 1980;26:1561-1568.
 33. Ballanyi K, Grafe P. An intracellular analysis of γ -aminobutyric acid associated ion movements in rat sympathetic neurons. *J Physiol* 1985;365:41-46
 34. Gaull GE, Wrighe CE, Tallan HH. Taurine in human lymphoblastoid cells: uptake and role in proliferation. *Prog Clin Biol Res* 1983; 125:297-303.
 35. Sebring LA, Huxtable RJ. Taurine modulation of calcium binding to cardiac sarcolemma. *J Pharmacol Exp Ther* 1985;232:445-451.
 36. <https://stdict.korean.go.kr/main/main.do>.
 37. Viet Kong Kong. linoleic acid of efficacy and many foods. Saigon next door. 2017. Accessed Nov 30, 2022. <https://newsvn.tistory.com/486>
 38. Chun AR, Kim DJ, Yoon MR, Oh SK, Choi IS, Hong HC, et al. Effect of milling degree on the physicochemical and sensory quality of Sogokju. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 2012;41:136-142.
 39. Aida TM, Tajima K, Watanabe M, Saito Y, Kuroda K, Nonaka T, Hattori H, Smith Jr RL, Arai K. Reactions of d-fructose in water at temperature up to 400°C and pressures up to 100 MPa. *J Supercrit Fluid* 2007;42:110-119
 40. Enfees. Enfees CO.m Ltd. Malic acid. 2016. Accessed Dec 7, 2022. <https://m.blog.naver.com/enfees/220784139107>
 41. HiDoc. What is this effect on the sour taste of fruit? Health effects of 'citric acid'. postnaver HiDoc. 2018. Accessed Dec 20, 2022.

- <https://post.naver.com/viewer/postView.nhn?volumeNo=14039416&memberNo=3551273>
42. Maxfield L, Crane JS. *Vitamin C Deficiency*. Stat Pearls Publishing ;2020.
 43. Kim EM. Antioxidant and anticancer effects of extracts and components from *Artemisia princeps Pampanini* and *Cirsium setidens* Na-kai. *J East Asian Soc Dietary Life* 2011;21:871-876.
 44. Fennema OG. *Food Chemistry*. 3rd ed. Marcel Deckker;1996. pp.547-551.
 45. Institute of Medicine (US). *Dietary reference intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate*. National Academy Press ;2004.
 46. Young DB, McCabe RD. Endocrine control of potassium balance. In: Fray JCS, Goodman HM, eds. *Handbook of physiology*. Oxford university press;2000. pp.306-330.
 47. Kim YM, Choi MS, Bae JH, Yu SO, Cho JY, Heo BG. Physicochemical activity of bang-a, aster and lettuce greens by the different drying methods. *J Bio-Environm Cont* 2009;18:60-66.
 48. Williams RJ, Spencer JP, Rice-Evans C. Flavonoids: Antioxidants or signaling molecules? *Free Radic Biol Med* 2004;36:838-849.
 49. Jeong HY. Aging·fre radical·arteriosclerosis. *J Life Science* 1991;1 :2-14.
 50. Lee YJ, Han OT, Choi HS, Lee BY, Chung HJ, Lee OH. Antioxidant and anti-adipogenic effects of PineXol®. *Korean J Food Sci Technol* 2013;45:97-10.
 51. Que F, Mao L, Zhu C, Xie G. Antioxidant properties of Chinese yellow wine, its concentrate and volatiles. *LWT-Food Sci Technol*

- 2006;39:111-117. doi:10.1016/j.lwt.2005.01.001
52. Thongchai W, Liawruangrath B, Liawruangrath S. Flow injection analysis of total curcuminoids in turmeric and antioxidant capacity using 2,2' diphenyl-1-picrylhydrazyl assay. *Food Chem* 2009;112:494-499. doi:10.1016/j.foodchem.2008.05.083
53. Prior RL, Wu X, Schaich K. Standardized method for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplement. *J Agric Food Chem* 2005;48:115-119.