

건조방법에 따른 매생이의 이화학적 성분

손석민¹ · 권한을² · 이준호^{2*}

¹호서대학교 식품생물공학과

²대구대학교 식품공학과

Physicochemical Composition of *Capsosiphon fulvescens* According to Drying Methods

Seok Min Son¹, Han Ol Kwon², and Jun Ho Lee^{2*}

¹Dept. of Food and Biotechnology, Hoseo University, Chungnam 336-795, Korea

²Dept. of Food Science and Engineering, Daegu University, Gyeongbuk 712-714, Korea

Abstract

Capsosiphon fulvescens was dried by the hot-air (50°C), vacuum (50°C), and freeze drying methods. The green alga contained high proportions of carbohydrates (38.10~41.54%), ash (31.86~33.28%), and crude proteins (17.46~23.03%) regardless of the drying methods used to prepare the sample. The total sugar contents of the hot-air and vacuum dried samples were higher than that of the freeze dried sample ($p<0.05$). Vitamin C content of the freeze dried sample was higher than that of either the hot-air or vacuum dried samples ($p<0.05$). The major amino acids were glutamic acid, proline, and aspartic acid, which amounted to 33.34~34.80% of the total amino acid content depending on the drying methods used. Total mineral content of either the hot-air or vacuum dried samples was significantly higher than that of the freeze dried sample ($p<0.05$). Regardless of the drying methods, Na, K, Mg, Ca, and P were the most abundant elements in the samples while trace elements were identified as Fe, Mn, Zn, and Cu.

Key words: *Capsosiphon fulvescens*, drying methods, physicochemical composition

서 론

매생이(*Capsosiphon fulvescens*)는 갈파래목 갈파래과 매생이속에 속하는 일년생 녹조식물로(1) 세계적으로 널리 분포하고 있으며 우리나라에서는 주로 남해안 일대 청정해역의 상부 바위에서 서식한다(2). 매생이는 무기물, 비타민, 단백질, 아미노산 등이 풍부하며 특유의 향기와 맛을 지니고 있고, 예로부터 숙취해소에 좋다고 알려져 있어 그 수요가 점차적으로 증가하고 있다(3). 더욱이 매생이의 간독성 예방 효과(4), 지질대사 개선효능(5,6), immunostimulating activity 및 항암효과(7), 흰쥐의 필수아미노산 흡수에 미치는 영향(8), 항산화 활성(9) 등 다양한 생리·화학적 효과가 검증되면서 새로운 건강 기능성식품으로 평가되고 있다.

과거 매생이는 생산량이 그리 많지 않은데다 보관·운반이 용이치 않아 보통 채취된 지역에서 모두 소비되는 편이었으나, 근래 large-scale 양식의 성공으로 대량 공급이 가능해졌으나, 수확 후 생체 또는 냉동상태로 유통, 판매되고 있고 생체의 경우 수확 후에도 호흡, 증산작용 등의 생리활동을 계속하게 되고 이들 생리활동은 저장 및 유통 중 식품의 품

질을 저하시키는 요인이 되어왔다.

한편 매생이의 식품 신소재로의 활용은 매우 제한적이었는데 이는 채취시기가 제한적이고 매생이의 높은 수분함량이 기인하는 것으로 사료된다. 따라서 건조공정을 거쳐 제조된 매생이 분말은 식품소재로서 간편성을 부여하고 식품산업에서 다양한 가공소재로 활용될 수 있을 것으로 기대된다(10). 매생이를 건조하기 위해서는 다양한 건조방법에 적용될 수 있는데 해조류의 건조에 주로 사용돼왔던 천일건조는 기후에 영향을 쉽게 받고, 수분함량을 조절하기 어렵고, 건조시간이 길고, 주위로부터 오염이 쉽고, 노동집약적인 단점이 있다(11).

이와 비교하여 열풍건조는 가장 보편적으로 사용되고 있는 건조공정으로 건조온도 및 열풍속도를 조절함으로써 건조물의 품질을 조절할 수 있으며, 위생적이고 균일한 품질의 제품을 제조할 수 있다(11). 한편 진공건조는 낮은 압력 하에서 공정을 진행함으로써 건조속도를 증가시키고 이에 따라 건조시간을 단축할 수 있으며 낮은 온도에서 건조를 수행할 수 있는 장점이 있다(12). 동결된 시료에 승화과정을 거쳐 진행되는 동결건조는 타 건조방법에 비해 고품질의 최종제

*Corresponding author. E-mail: leejun@daegu.ac.kr
Phone: 82-53-850-6535, Fax: 82-53-850-6539

품을 생산할 수 있다(13). 낮은 온도에서 공정이 진행되고 액체상태의 수분이 존재하지 않는다는 점은 대부분의 미생물에 의한 부패 및 물리적 변성(구조적 변화 또는 파괴감소) 등을 억제함으로써 고품질을 유지할 수 있다(14).

매생이가 식품소재로서 활용되기 위해서는 생체보다 분말의 형태로 적용되는 것이 바람직함에도 건조공정의 적용에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 최근 매생이는 스펀지케이크(15), 두부(16), 식빵(17,18), 쌀국수(19) 및 쿠키(20) 등의 제조에 성공적으로 적용된 바 있으나 소재활용 시 필수적인 매생이의 성분자체의 대한 연구는 미미한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 열풍, 진공 및 동결건조법을 이용해 매생이를 건조하고 이들 건조방법이 건조 매생이의 이화학적 성분에 미치는 영향을 분석하여 매생이 분말의 식품소재로의 활용에 필요한 실험적 기초자료를 제공하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 연구에 사용한 매생이는 남해안의 완도부근에서 채취하여 바닷물로 수차례 수세한 것을 광주광역시 소재 (주)유기마켓으로부터 구입하여 -35°C 냉동고에서 저장하면서 사용하였다. 냉동된 시료는 25°C 항온수조에서 2.5시간 해동한 후 다음 3가지 방법에 의해 건조한 후 실험에 사용하였다. 열풍건조 시료는 50°C로 설정된 열풍건조기(DMC-122SP, Daeil Engr. Co., Seoul, Korea)에서 48시간 건조하여 최종수분함량이 약 5~7%(d.b.)인 것을 사용하였으며, 진공건조의 경우 내부온도 50°C 및 진공도는 0.1 MPa로 설정된 진공건조기(VOS-301SD, Tokyo Rikakikai Co., Tokyo, Japan)에서 18시간 건조 후 시료로 사용하였다. 한편 동결건조는 -35°C 심온냉동고(VLT 1450-3-D-14, Thermo Electron Corp., Asheville, NC, USA)에서 동결된 시료를 진공도가 8.5 Pa로 설정된 동결건조기(PPU-1100, Tokyo Rikakikai Co.)를 이용하여 건조한 후 시료로 사용하였다. 각각의 건조시료는 분쇄기(M20, IKA, Staufen, Germany)를 이용하여 분쇄한 후 망체(D-55743, FRITSCH, Idar-Oberstein, Germany)를 이용하여 입자의 크기가 425 µm 이하인 분말을 선별한 후 데시케이터에 보관하면서 최종시료로 사용하였다.

일반성분 분석

수분함량은 105°C 상압 건조 후 항량을 측정하여 산출하였고, 조단백질은 micro-Kjeldahl법, 조지방은 Soxhlet 추출장치로 추출하여 측정하였으며, 조회분은 550°C 직접회화법으로 3회 반복하여 측정하였으며, 탄수화물은 전체 100%에서 수분, 조단백질, 조지방과 조회분 함량을 제외한 값으로 나타내었다(21).

총당 분석

매생이 건조시료의 총당은 Phenol-H₂SO₄법에 준하여 시

료 2 g을 100 mL 증류수로 희석한 후 희석된 용액 2 mL를 5%(v/v) phenol 용액 1 mL와 혼합하였다. 여기에 95% 황산 5 mL를 첨가한 후 30분 동안 상온에 방치하고 470 nm에서 흡광도를 3회 반복하여 측정하고 포도당 표준곡선(glucose standard curve)으로부터 총당 함량(%)을 계산하여 정량하였다(22).

비타민 C 분석

비타민 C의 함량은 분말시료 2 g에 5% metaphosphoric acid 용액 10 mL를 가하여 원심분리 후 여과하여 20배 희석한 것을 시료로 2,4-dinitrophenylhydrazine(DNP) 비색법을 이용 540 nm에서 흡광도를 3회 반복하여 측정하여 정량하였다(23).

구성 및 유리아미노산 분석

구성아미노산 조성은 시료 100 mg에 6 N HCl을 첨가하여 105°C에서 24시간 가수분해 시킨 후 0.22 µm membrane filter로 여과하고 Sep-Pak[®] C₁₈ cartridge(Waters Corp., Milford, MA, USA)로 정제한 후 분석용 시료용액을 제조하였다. 시료용액을 sodium 전용 buffer를 이용하여 10 mL로 정용하고 10배 희석 후 아미노산 전용 분석기(Biochrom 30, Pharmacia Biotech., Cambridge, England)를 이용하여 분석하였다(24).

유리아미노산 조성은 시료 100 mg에 동량의 25% TCA 용액을 가하여 단백질을 침전시킨 후 원심분리한 상등액에 ethyl ether를 가하고 separate funnel로 TCA 층을 분리 제거하고, 다시 상등액을 취한 다음 0.22 µm membrane filter로 여과하고 Sep-Pak[®] C₁₈ cartridge로 정제한 후 분석용 시료용액을 제조하였다. 시료용액을 lithium 전용 buffer를 이용하여 10 mL로 정용하고 10배 희석 후 아미노산 자동분석기(Biochrom 30, Pharmacia Biotech.)를 이용하여 분석하였다(24).

무기성분 분석

일정량의 시료를 건식분해법으로 550°C에서 20시간 회화시킨 다음 65% HNO₃ 용액으로 녹인 후 ICP-OES(Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer, Optima 7300 V, Perkin-Elmer, Waltham, MA, USA)를 사용하여 분석하였다(25).

통계처리

실험결과는 평균과 표준편차로 나타내었으며, 각 실험군 간의 유의성 검증은 SAS(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA) version 9.2를 이용하여 5% 수준에서 Duncan's multiple range test를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

일반성분

매생이의 건조방법에 따른 일반성분을 분석한 결과는

Table 1. Proximate compositions of *C. fulvescens* powders as influenced by drying methods (Unit: %)

Drying method	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	Carbohydrate
Hot-air	6.23±0.00 ^{a1)}	21.30±0.02 ^b	1.39±0.00 ^a	32.70±0.17 ^a	38.39±0.16 ^c
Vacuum	6.21±0.01 ^a	17.46±0.08 ^c	1.49±0.06 ^a	33.16±0.23 ^a	41.70±0.09 ^a
Freeze	4.52±0.36 ^b	23.03±0.39 ^a	1.03±0.02 ^b	31.71±0.30 ^b	39.73±0.35 ^b

¹⁾Means with different letters in the same column are significantly different according to Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 1과 같다. 일반성분 중 가장 많이 함유하고 있는 성분은 건조방법과 무관하게 탄수화물(38.10~41.54%)이었으며, 다음으로 조회분(31.86~33.28%), 조단백질(17.46~23.03%), 수분(4.14~6.25%) 및 조지방(1.01~1.51%) 순으로 조지방의 함량이 상대적으로 낮은 반면 탄수화물, 조회분 및 조단백질 함량이 매우 높게 나타났다. Yang 등(1)은 생매생이의 이화학적 성분을 분석한 결과 탄수화물과 조단백질 함량이 매우 높은 반면 조지방의 함량이 상대적으로 낮았다고 보고하여 본 실험의 결과와 유사한 경향을 보였다. 한편 식품성분표(26)에 제시된 매생이의 성분함량을 건조 중량비로 환산하면 탄수화물 48.1%, 조단백질 24.4%, 회분 26.9% 및 조지방 0.59%로 본 실험 결과와 근소한 차이를 보이고 있다. 이러한 차이는 건조에 따른 수분함량의 변화에 기인하는 것으로 사료된다.

조단백질 함량은 동결건조 분말의 경우 가장 높게 나타났으며, 조지방 및 조회분 함량은 진공건조 분말이 가장 높은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 열풍건조된 시료는 동결건조된 시료에 비해 조단백질 함량은 낮고, 조지방 및 조회분 함량은 높게 나타났는데($p < 0.05$), 이는 건조방법을 달리한 보리 잎의 일반성분 분석결과와 일치하였다(10). 한편 단백질 함량은 타 해조류(미역 18.8%, 톳 16.0%, 다시마 12.2%, 모자반 13.0%)에 비해 상대적으로 높은 함량을 나타내었다(26,27).

총당

건조방법에 따른 매생이 분말의 총당 함량은 열풍건조 시료가 19.53%로 가장 높게 나타났으며($p < 0.05$), 다음으로 진공건조 시료가 19.22%, 동결건조 시료가 18.18% 순으로 나타났다(Fig. 1). 열풍건조와 진공건조 시료의 총당 함량 사이에는 유의적으로 차이가 발견되지 않았다($p > 0.05$). 위와 같은 유사한 실험 결과는 건조방법을 달리하여 제조한 차가버섯 분말(28)과 양파 분말(29)에서도 보고되었다. 열풍건조 하여 제조한 보리 잎의 총당 함량은 동결건조 또는 음건하여 제조한 시료보다 유의적으로 높은 값이 보고된 바 있다(10).

한편 일반성분 분석결과와 비교하여 볼 때 총당 함량은 탄수화물에 비해 낮은 수준을 나타내었는데 이는 탄수화물 함량이 $C_nH_mO_n$ 의 구조식을 가진 전체 화합물의 총량을 의미하므로 즉, 이 값에는 총당 함량뿐만 아니라 유리당(환원당) 및 그 외 당알콜 등 모든 $C_nH_mO_n$ 구조식의 화합물이 포함된 것이므로 총당과 탄수화물 함량이 다르게 나타나게 되는 것으로 사료된다.

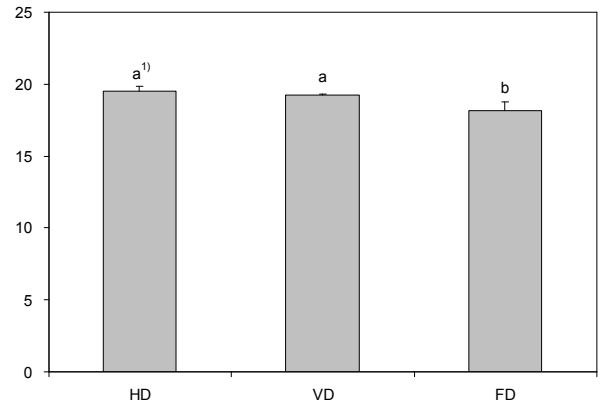


Fig. 1. Total sugar content of *C. fulvescens* powders as influenced by drying methods. HD: hot-air drying, VD: vacuum drying, FD: freeze drying. ¹⁾Means with different letters are significantly different according to Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

비타민 C

건조방법에 따른 매생이 분말의 비타민 C 함량은 Fig. 2와 같다. 열풍건조한 시료의 비타민 C 함량은 11.65 mg/100 mL로 진공건조한 시료의 11.69 mg/100 mL와는 유의적인 차이가 없었지만($p > 0.05$), 동결건조 시료의 12.43 mg/100 mL보다는 유의적으로 낮은 값을 나타내어($p < 0.05$), 동결건조 시료에 의한 비타민 C의 파괴를 최소화할 수 있는 것으로 나타났다. 이는 비타민 C의 열에 약한 성질에 기인하는 것으로(29-34), 건조방법을 달리하여 제조한 당근편(30), 키위(35), 천마(36) 및 양파 분말(29)에 미치는 영향과도 일치하였다. 한편 열풍건조 시 상대적으로 많은 양의 비타민 C의 손실은

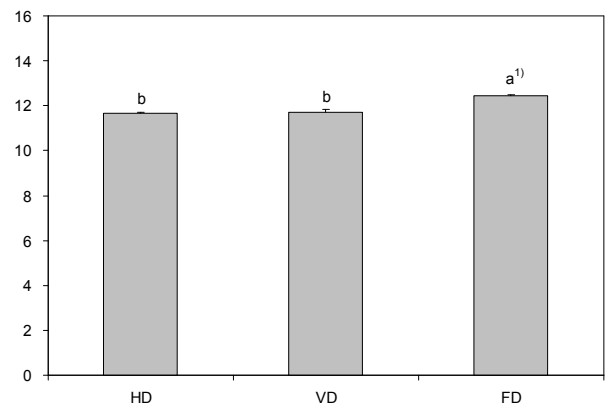


Fig. 2. Total vitamin C content of *C. fulvescens* powders as influenced by drying methods. HD: hot-air drying, VD: vacuum drying, FD: freeze drying. ¹⁾Means with different letters are significantly different according to Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

Table 2. Amino acids composition of *C. fulvescens* powders as influenced by drying methods (Unit: mg/100 g)

Amino acids	Drying method		
	Hot-air	Vacuum	Freezing
L-Glutamic acid	2,781.85 ± 41.35 ^{aA1)}	2,800.60 ± 46.55 ^{bA}	2,814.94 ± 3.90 ^{aA}
L-Proline	2,585.72 ± 145.28 ^{bA}	3,039.94 ± 261.87 ^{aA}	2,825.27 ± 33.98 ^{aA}
L-Aspartic acid	2,425.65 ± 247.19 ^{cA}	2,583.47 ± 24.00 ^{cA}	2,587.46 ± 6.12 ^{bA}
L-Alanine	1,971.34 ± 20.79 ^{dA}	2,000.29 ± 57.01 ^{dA}	2,025.68 ± 24.57 ^{cA}
L-Leucine	1,667.22 ± 7.89 ^{eA}	1,683.30 ± 38.04 ^{eA}	1,699.60 ± 1.99 ^{dA}
Ammonium chloride	1,317.18 ± 13.64 ^{fA}	1,308.77 ± 20.61 ^{fA}	1,317.46 ± 49.74 ^{cA}
Glycine	1,270.21 ± 32.68 ^{fgA}	1,271.22 ± 31.45 ^{fgA}	1,269.43 ± 6.64 ^{efA}
L-Lysine	1,223.69 ± 38.25 ^{fgA}	1,263.72 ± 31.79 ^{fgA}	1,243.80 ± 50.14 ^{fgA}
L-Threonine	1,198.15 ± 34.95 ^{fgA}	1,196.96 ± 24.42 ^{fgA}	1,219.14 ± 2.32 ^{fgA}
L-Valine	1,174.20 ± 30.46 ^{fgA}	1,180.79 ± 29.42 ^{fgA}	1,201.45 ± 6.01 ^{ghA}
L-Serine	1,150.19 ± 16.54 ^{fgA}	1,165.82 ± 18.95 ^{fgA}	1,166.48 ± 1.67 ^{hiA}
L-Arginine	1,143.19 ± 3.70 ^{ghA}	1,148.63 ± 13.24 ^{ghA}	1,153.64 ± 14.17 ^{hiA}
L-Phenylalanine	1,096.93 ± 21.03 ^{hA}	1,113.66 ± 21.32 ^{ghA}	1,119.23 ± 9.35 ^{ia}
L-Isoleucine	800.32 ± 23.66 ^{ia}	807.54 ± 12.52 ^{hA}	819.18 ± 7.65 ^{ia}
L-Tyrosine	581.65 ± 6.41 ^{ia}	593.66 ± 4.81 ^{ia}	590.71 ± 15.38 ^{ka}
L-Methionine	469.79 ± 28.75 ^{jkA}	496.84 ± 17.94 ^{ia}	473.34 ± 46.42 ^{ia}
L-Histidine	320.10 ± 12.07 ^{klA}	339.69 ± 15.09 ^{ia}	332.52 ± 21.95 ^{mA}
L-Cystine	198.55 ± 31.86 ^{lA}	212.67 ± 14.44 ^{ia}	203.96 ± 2.97 ^{nA}
Total	23,375.93 ± 558.24 ^A	24,207.57 ± 642.24 ^A	24,063.29 ± 189.89 ^A
Total E.A.A. ²⁾	7,950.40 ± 38.90 ^A	8,082.48 ± 190.54 ^A	8,108.25 ± 145.82 ^A

¹⁾Means with different letters in a column (a-n) are significantly different according to Duncan's multiple range test ($p < 0.05$). Means with same letter in a row (A) are not significantly different according to Duncan's multiple range test ($p < 0.05$).

²⁾E.A.A.: Essential amino acid (Thr, Val, Met, Ile, Leu, Phe, Lys, His).

열풍에 의한 ascorbic acid의 산화에 기인하는 것이며, 반면 동결건조 시 비타민 C의 보존은 동결건조 공정이 매우 낮은 온도에서 진행되기 때문이다(30).

구성 및 유리아미노산

건조방법에 따른 매생이 분말의 구성아미노산을 분석한 결과는 Table 2와 같다. 열풍건조 시료 중 가장 많이 함유하고 있는 아미노산은 glutamic acid(2,781.85 mg%)로 전체의 11.90%를 차지하였고, 다음으로 proline(2,585.72 mg%)이 11.06%, aspartic acid(2,425.65 mg%)가 10.38% 순으로 나타났다. 동결건조 시료 역시 매우 유사한 결과를 나타내었으나, 진공건조 시료의 경우 glutamic acid(2,800.60 mg%)보다 proline(3,039.94 mg%)의 함량이 많은 것으로 나타났다. 이들 세 가지 구성아미노산의 합은 건조방법에 따라 전체 아미노산의 33.34~34.80%를 차지하고 있어 이들 아미노산이 건조 매생이의 주요 아미노산으로 판단된다. 한편 이들 아미노산의 분포는 Yang 등(1)이 보고한 생 매생이의 실험결과와 유사하였다.

또한 전체 아미노산에 대한 필수아미노산 함량 비율은 열풍건조 시료 34.01%, 진공건조 시료 33.39%, 동결건조 시료 33.70%로 나타나 FAO가 제시한 기준인 32.3%보다 높게 나타나 영양학적으로 우수한 것으로 판단된다(37). 한편 생 매생이의 경우 필수아미노산의 함량비율은 33.4%로 보고되어 본 연구결과와 일치하였다(1). 건조방법에 따른 구성아미노산 함량의 유의적인 차이는 발견되지 않았다($p > 0.05$).

건조방법에 따른 매생이 분말의 유리아미노산을 분석한

결과는 Table 3과 같다. 유리아미노산 및 아미노산 유도체가 총 30여종이 분석되었으며 총 유리아미노산 함량은 100 g 시료 중 열풍건조 시료가 3,060.23 mg, 진공건조 시료가 2,508.99 mg, 동결건조 시료가 2,922.57 mg으로 진공건조 시료가 다른 시료에 비해 총 유리아미노산 함량이 낮은 것으로 나타났다($p < 0.05$). 건조방법과 무관하게 분말시료에 가장 많이 함유되어 있는 아미노산은 proline으로 열풍건조 시료가 1,236.94 mg%, 진공건조 시료가 990.03 mg%, 동결건조 시료가 1,136.40 mg%를 함유하고 있는 것으로 나타났다. 다음으로 많이 함유되어 있는 유리아미노산은 건조방법에 관계없이 asparagine, glutamic acid 순으로 나타났다. 한편 총 아미노산에 대한 필수아미노산 함량은 열풍건조 시료가 227.44 mg%로 가장 높았고 다음으로 동결건조 시료가 170.87 mg%, 진공건조 시료가 149.22 mg%로 나타났다($p < 0.05$).

무기성분

건조방법에 따른 매생이 분말의 일부 무기성분을 분석한 결과는 Table 4와 같다. 매생이 건조방법별 무기성분 총 함량은 열풍건조 시료가 10,856.63 mg%, 진공건조 시료가 10,795.69 mg%, 동결건조 시료가 8,522.30 mg%로 나타나 열풍 및 진공건조 시료가 동결건조 시료보다 월등히 높은 함량의 해당 무기성분을 함유하고 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 이는 열풍 및 진공건조에 관련된 에너지 및 파장 등이 여러 무기성분의 용해능을 향상시킨 것으로 판단된다(38). 한편 로즈메리 잎의 경우 오븐건조된 시료의 무기성분은 생시료나 천일 또는 마이크로웨이브 건조된 시료보다 높

Table 3. Free amino acids composition of *C. fulvescens* powders as influenced by drying methods (Unit: mg/100 g)

Amino acids	Drying method		
	Hot air	Vacuum	Freeze
L-Proline	1,236.94±9.38 ^{aA1)}	990.03±39.31 ^{aB}	1,136.40±37.54 ^{aA}
L-Asparagine	394.65±0.05 ^{bB}	404.57±13.57 ^{bB}	450.73±10.04 ^{bA}
L-Glutamic acid	362.14±0.52 ^{cA}	297.95±3.64 ^{cC}	337.47±3.82 ^{cB}
L-Alanine	296.89±0.66 ^{dB}	272.80±2.44 ^{dC}	317.49±2.71 ^{dA}
Ammonium chloride	134.85±0.64 ^{eA}	116.80±1.34 ^{eC}	126.87±0.27 ^{eB}
L-Arginine	74.30±0.43 ^{fA}	58.14±0.37 ^{fC}	64.72±0.18 ^{gB}
Glycine	55.99±0.33 ^{gA}	43.36±1.00 ^{gC}	51.88±1.00 ^{gB}
L-Lysine	46.77±1.27 ^A	29.11±1.24 ^C	35.03±0.62 ^B
L-Sarcosine	45.21±6.52 ^B	0 ^C	93.78±17.50 ^{fA}
L-Valine	42.40±0.91 ^A	35.89±3.98 ^A	34.72±1.82 ^A
L-Cystine	42.20±0.30 ^A	36.53±7.22 ^A	32.23±1.74 ^A
L-Serine	37.68±1.71 ^A	28.18±4.25 ^A	33.03±4.61 ^A
L-Threonine	37.59±1.75 ^A	22.66±5.68 ^B	27.99±4.51 ^{AB}
L-Leucine	36.80±0.23 ^A	21.06±0.28 ^C	28.14±0.37 ^B
Cystathionine	35.32±0.90 ^A	29.79±4.87 ^A	29.62±0.16 ^A
L-Tyrosine	30.17±1.03 ^A	19.57±0.32 ^B	21.47±1.47 ^B
L-Phenylalanine	26.20±1.08 ^A	11.98±0.64 ^B	14.81±1.31 ^B
L-Isoleucine	21.37±0.35 ^A	14.63±0.05 ^C	17.84±0.19 ^B
γ-Amino-n-butyrac acid	18.25±0.11 ^A	9.86±0.71 ^C	12.06±0.00 ^B
Ethanolamine	16.93±0.94 ^A	12.51±0.16 ^B	13.50±0.06 ^B
β-Alanine	13.64±0.39 ^A	6.16±0.24 ^C	8.10±0.36 ^B
L-Methionine	10.20±0.18 ^A	10.50±1.24 ^A	7.27±0.47 ^B
D,L-β-Aminoisobutyric acid	9.64±1.28 ^A	0 ^B	2.05±2.90 ^B
L-Ornithine	9.11±0.82 ^A	7.16±0.54 ^B	8.68±0.40 ^{AB}
L-α-Amino-n-butyrac acid	6.99±0.04 ^A	0 ^B	5.21±2.22 ^A
L-Histidine	6.09±0.60 ^A	3.40±0.41 ^B	5.06±0.25 ^A
1-Methyl-L-histidine	5.39±0.33 ^A	3.05±0.18 ^C	4.48±0.18 ^B
L-Carnosine	2.46±0.28 ^A	0.79±1.12 ^A	1.95±0.04 ^A
L-Homocystine	2.33±0.25 ^A	0 ^B	0 ^B
3-Methyl-L-histidine	1.97±0.51 ^A	0 ^B	0 ^B
Total	3,060.23±2.74 ^A	2,508.99±51.24 ^B	2,922.57±96.08 ^A
Total E.A.A. ³⁾	227.44±4.46 ^A	149.22±7.17 ^B	170.87±9.54 ^B

¹⁾Means with different letters in a column (a-g) and a row (A-C) are significantly different according to Duncan's multiple range test (p<0.05).

²⁾E.A.A.: Essential amino acid (Thr, Val, Met, Ile, Leu, Phe, Lys, His).

Table 4. Mineral content of *C. fulvescens* powders as influenced by drying methods (Unit: mg/100 g)

Minerals	Drying method		
	Hot air	Vacuum	Freeze
Na	7,012.33±113.16 ^{aA1)}	5,345.00±148.62 ^{aB}	5,112.33±97.34 ^{aB}
K	1,725.67±12.10 ^{bB}	2,665.00±78.17 ^{bA}	1,465.67±8.33 ^{bC}
Mg	1,232.33±26.50 ^{cB}	1,532.00±10.44 ^{cA}	1,107.00±6.83 ^{cC}
Ca	512.53±3.13 ^{dB}	1,004.57±8.17 ^{dA}	488.87±1.56 ^{dC}
P	339.30±2.79 ^{eA}	170.37±1.39 ^{eC}	315.60±0.46 ^{eB}
Fe	31.34±0.12 ^{fB}	72.47±0.31 ^{fA}	29.51±0.16 ^{fC}
Mn	1.47±0.00 ^{fB}	4.12±0.02 ^{fA}	1.43±0.11 ^{fC}
Zn	0.87±0.02 ^{fB}	0.93±0.03 ^{fA}	0.40±0.01 ^{fC}
Cu	0.79±0.01 ^{fC}	1.24±0.01 ^{fB}	1.50±0.02 ^{fA}
Total cations	10,856.63±92.95 ^A	10,795.69±129.60 ^A	8,522.30±99.88 ^B

¹⁾Means with different letters in a column (a-f) and a row (A-C) are significantly different according to Duncan's multiple range test (p<0.05).

은 값을 나타내었다(38). 다량 함유하고 있는 무기성분은 건조방법과 무관하게 Na, K, Mg, Ca, P 순으로 나타났고 그 밖에 미량 무기성분으로 Fe, Mn, Zn, Cu 등을 함유하고 있는 것으로 나타났다. 이는 Jung 등(39)이 보고한 무기분석 결과와 일치하였고, 특히 상대적으로 높은 함량의 Na이 검출되

었는데 이는 시료의 세척정도에 따라 바닷물의 Na 성분이 유입된 정도의 차이에 기인하는 것으로 판단된다. 한편 매생이의 무기성분 함량은 육상 식용식물에 비해 높은 것으로 나타나(40) 성인의 다량 및 미량 무기성분 섭취를 위한 식품 보충물로 그 역할이 기대된다.

요 약

매생이를 열풍, 진공 및 동결건조법을 이용해 건조하고 이들 건조방법이 건조 매생이의 이화학적 성분에 미치는 영향을 조사하였다. 일반성분 중 가장 많이 함유하고 있는 성분은 건조방법과 무관하게 탄수화물(38.10~41.54%)이었으며, 다음으로 조지방(31.86~33.28%), 조단백질(17.46~23.03%), 수분(4.14~6.25%) 및 조지방(1.01~1.51%) 순으로 나타났다. 열풍건조 시료의 총당 함량이 19.53%로 가장 높게 나타났으며($p < 0.05$), 다음으로 진공건조 시료가 19.22%, 동결건조 시료가 18.18% 순으로 나타났다. 열풍건조 시료의 비타민 C 함량은 진공건조 시료와 유의적인 차이가 없었지만($p > 0.05$), 동결건조 시료보다는 유의적으로 낮은 값을 나타내었다($p < 0.05$). 열풍건조 시료 중 가장 많이 함유하고 있는 아미노산은 glutamic acid, 다음으로 proline, aspartic acid 순으로 나타났고, 이들 세 가지 구성아미노산의 함은 건조방법에 따라 전체 아미노산의 33.34~34.80%를 차지하고 있는 것으로 나타났다. 매생이 건조방법별 무기성분 총 함량은 열풍 및 진공건조 시료가 동결건조 시료보다 월등히 많은 무기성분을 함유하고 있는 것으로 나타났다($p < 0.05$). 또한 다량 함유하고 있는 무기성분은 건조방법과 무관하게 Na, K, Mg, Ca, P 순으로 나타났고 그 밖에 미량 무기성분으로 Fe, Mn, Zn, Cu 등을 함유하고 있는 것으로 나타났다.

감사의 글

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2009-0064504).

문 헌

1. Yang HC, Jung KM, Gang KS, Song BJ, Lim HC, Na HS, Mun H, Heo NC. 2005. Physicochemical composition of seaweed *fulvescens* (*Capsosiphon fulvescens*). *Korean J Food Sci Technol* 37: 912-917.
2. Lee JH, Lee YM, Lee JJ, Lee MY. 2006. Effects of *Capsosiphon fulvescens* extract on lipid metabolism in rats fed high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 402-409.
3. Jung BM, Shin TS, Kim DW, Chong KW. 2008. Physicochemical quality characteristics of tofu prepared with Mesangi (*Capsosiphon fulvescens*) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 691-698.
4. Kwon MJ, Nam TJ. 2006. Protective effects of Mesangi (*Capsosiphon fulvescens*) on hepatotoxicity in carbon-tetrachloride (CCl_4)-intoxicated rats. *J Life Sci* 16: 734-739.
5. Kwon MJ, Nam TJ. 2006. Effects of Mesangi (*Capsosiphon fulvescens*) powder on lipid metabolism in high cholesterol fed rats. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 530-535.
6. Lee JH, Lee YM, Lee JJ, Lee MY. 2006. Effects of *Capsosiphon fulvescens* extract on lipid metabolism in rats fed high cholesterol diet. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 35: 402-409.
7. Park HY, Lim CW, Kim YK, Yoon HD, Lee KJ. 2006. Immunostimulating and anticancer activities of hot water extract from *Capsosiphon fulvescens*. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 49: 343-348.
8. Kim HY, Kim IH, Nam TJ. 2009. Effects of *Capsosiphon fulvescens* extracts on essential amino acids absorption in rats. *J Life Sci* 19: 1591-1597.
9. Jeong KS, Lee NG. 2010. A study on physiological activity and antioxidative activity of maesangi (*Capsosiphon fulvescens*) extract. *J Environ Sci* 19: 407-414.
10. Park SJ, Joung YM, Choi MK, Kim YK, Kim JG, Kim KH, Kang MH. 2008. Chemical properties of barley leaf using different drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 37: 60-65.
11. Swami SB, Das SK, Maiti B. 2007. Convective hot air drying and quality characteristics of *bori*: A traditional Indian nugget prepared from black gram pulse batter. *J Food Eng* 79: 225-233.
12. Lee JH, Kim HJ. 2008. Vacuum drying kinetics of Asian white radish (*Raphanus sativus* L.) slices. *LWT-Food Sci Technol* 42: 180-186.
13. Irzyniec Z, Klimczak J, Michalowski S. 1995. Freeze-drying of the black currant juice. *Drying Technol* 13: 417-424.
14. Ratti C. 2001. Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review. *J Food Eng* 49: 311-319.
15. Lee JH, Kwak EJ, Kim JS, Lee YS. 2007. Quality characteristics of sponge cakes added with Mesangi (*Capsosiphon fulvescens*) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 23: 83-89.
16. Jung BM, Shin TS, Kim DW, Chong KW. 2008. Physicochemical quality characteristics of tofu prepared with Mesangi (*Capsosiphon fulvescens*) powder. *Korean J Food Cookery Sci* 24: 691-698.
17. An HL, Lee KS, Park SJ. 2008. Quality characteristics of white pan bread with (*Capsosiphon fulvescens*). *J East Asian Soc Dietary Life* 18: 563-568.
18. Hong SC, Choe SN. 2009. Studies on the manufacture and quality characteristics of bread made with *Capsosiphon fulvescens* powder. *J Fish Mar Sci Edu* 21: 28-42.
19. Jung BM, Park SO, Shin TS. 2009. Development and quality characteristics of rice noodles made with added *Capsosiphon fulvescens* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 25: 180-188.
20. Lee GW, Choi MJ, Jung BM. 2010. Quality characteristics and antioxidative effect of cookies made with *Capsosiphon fulvescens* powder. *Korean J Food Cookery Sci* 26: 381-389.
21. AOAC. 1997. *Official methods of analysis*. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, USA.
22. Kim JY, Sung KW, Bae HW, Yi YH. 2007. pH, acidity, color, reducing sugar, total sugar, alcohol and organoleptic characteristics of puffed rice powder added *Takju* during fermentation. *Korean J Food Sci Technol* 39: 266-271.
23. Mill MB, Daron CM, Roe JH. 1949. Ascorbic acid, dehydroascorbic acid and diketogluconic acid in fresh and processed foods. *Anal Chem* 29: 707-710.
24. Shin SR. 2004. Changes on the components of yam snack by processing methods. *Korean J Food Preserv* 11: 516-521.
25. Sousa RA, Baccan N, Cadore S. 2011. Determination of elemental content in solid sweeteners by slurry sampling and ICP OES. *Food Chem* 124: 1264-1267.
26. National Rural Living Science Institute, RDA. 2001. *Food Composition Table*. 6th rev. RDA, Suwon, Korea. p 156-157.
27. Fleurence J. 1999. Seaweed proteins: Biochemical nutritional aspects and potential use. *Trends Food Sci Technol*

- 10: 25-28.
28. Lee MJ, Seog EJ, Lee JH. 2007. Physicochemical properties of chaga (*Inonotus obliquus*) mushroom powder as influenced by drying methods. *J Food Sci Nutr* 12: 40-45.
 29. Kim HR, Seog EJ, Lee JH, Rhim JW. 2007. Physicochemical properties of onion powder as influenced by drying methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 36: 342-347.
 30. Lin TM, Durance TD, Scaman CH. 1998. Characterization of vacuum microwave, air and freeze dried carrot slices. *Food Res Int* 31: 111-117.
 31. Erenturk S, Gulaboglu MS, Gultekin S. 2005. The effect of cutting and drying medium on vitamin C content of rosehip during drying. *J Food Eng* 68: 513-518.
 32. Goula AM, Adamopoulos KG. 2006. Retention of ascorbic acid during drying of tomato halves and tomato pulp. *Dry Technol* 24: 57-64.
 33. Hawlader MNA, Perera C, Tian M, Yeo KL. 2006. Drying of guava and papaya: Impact of different drying methods. *Dry Technol* 24: 77-87.
 34. Qing-guo H, Min Z, Mujumdar AS, Wei-Hua D, Jin-Cai S. 2006. Effects of different drying methods on the quality changes of granular edamame. *Dry Technol* 24: 1025-1032.
 35. Youn KS, Choi YH. 1998. The quality characteristics of dried kiwifruit using different drying methods. *Food Eng Prog* 2: 49-54.
 36. Lee BY, Choi HS, Hwang JB. 2002. Analysis of food components of *Gastrodiae rhizoma* and changes in several characteristics at the various drying conditions. *Korean J Food Sci Technol* 34: 37-42.
 37. FAO. 1970. *Amino acid content of food and biological data on protein*. Rome, Italy.
 38. Arslan D, Özcan MM. 2008. Evaluation of drying methods with respect to drying kinetics, mineral content and colour characteristics of rosemary leaves. *Energy Convers Manage* 49: 1258-1264.
 39. Jung KJ, Jung CH, Pyeun JH, Choi YJ. 2005. Changes of food components in Mesangi (*Capsosiphon fulvescense*), Gashiparae (*Enteromorpha prolifera*), and Cheonggak (*Codium fragile*) depending on harvest times. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 34: 687-693.
 40. Ortega-Calvo JJ, Mazuelos C, Hermosín B, Sáiz-Jiménez C. 1993. Chemical composition of Spirulina and eucaryotic algae food products marketed in Spain. *J Appl Phycol* 5: 425-435.

(2011년 8월 23일 접수; 2011년 10월 26일 채택)