

마이크로웨이브 진공건조로 생산된 마늘, 고추 분말의 품질특성

김다인¹ · 여성순¹ · 신의철² · 송혁환³ · 김기화³ · 이형용⁴ · 정운화¹ · 김미숙¹ · 이영승¹

¹단국대학교 식품영양학과, ²경남과학기술대학교 식품과학부

³국가식품클러스터지원센터, ⁴유니온테크

Effect of Microwave Vacuum Drying on the Quality Characteristics of Garlic and Chili Pepper Powder

Dain Kim¹, Seoungsoon Yeo¹, Euicheol Shin², Hyukhwan Song³, Kihwa Kim³, Hyoungyong Lee⁴, Yoonhwa Jeong¹, Misook Kim¹, and Youngseung Lee¹

¹Department of Food Science and Nutrition, Dankook University

²Department of Food Science, Gyeongnam National University of Science and Technology

³Korea National Food Cluster

⁴Uniontech Co., Ltd.

ABSTRACT This study was conducted to compare and characterize the quality of garlic and chili pepper powders prepared by hot air drying (HD), freezing drying (FD), and microwave vacuum drying (MVD) methods. There was no significant difference in proximate analysis according to drying methods. The pH of HD dried garlic and chili pepper powder was 6.30 and 5.02 respectively, which were significantly lower than that of the MVD. The solubility of garlic powder was highest for FD, while the FD and MVD showed higher solubility of chili pepper powder. Both samples showed significantly lower values of vitamin B₁ and B₂ for HD and significantly lower values of vitamin C for MVD. There was no difference in the mineral contents of garlic powder according to the drying methods and the P, Mg, Mn, Cu, and Zn values of chili pepper powder were lowest for FD. The cohesiveness of HD powder was significantly higher in garlic powder, while the cohesiveness of MVD powder was significantly higher in chili pepper powder. Sensory evaluation showed no significant difference in characteristics when dry powder was applied to cooked food.

Key words: microwave vacuum drying, freezer drying, hot air drying, garlic powder, chili pepper powder

서 론

고추(*Capsicum Annum* L.)는 가지과에 속하는 1년생 초본으로 한국인의 식생활에서 필수적인 향신료이다. 국내에서 생산되는 고추는 대부분 건조 후 분말화시킨 고춧가루 형태로 이용된다(1). 마늘(*Allium sativum* L.)은 백합과에 속하는 인경작물로서 기원 이전부터 향신료 및 약용으로 널리 이용되었으며, 국내 대표적인 향신료 중 하나로 마늘 소비량의 96%는 가정에서 양념으로 사용되고 있다(2). 마늘은 다른 채소들에 비해 인, 칼륨, 비타민 B₁, 비타민 B₂ 등이 풍부하여 항균작용, 고혈압 예방 및 혈압강하 효과, 항암 효과, 세포의 항돌연변이 효과 등이 있다고 보고된다(3). 이처럼 마늘의 다양한 생리적인 기능성에도 불구하고 특유의 맛

이나 향 때문에 마늘을 이용한 가공식품은 대단히 미미한 실정이다(4). 마늘의 이용 증대와 간편성 증진을 위한 가공 방법 중의 하나로 마늘을 건조, 분말화하여 판매하는 방법이 있다.

향신료 및 채소의 건조는 저장기간을 증대시키기 위한 방법으로 많이 이용되는데 열풍건조, 동결건조가 대표적으로 사용된다(5). 열풍건조는 원료 처리가 비교적 단순하고 에너지 효율이 높아 경제적으로 장점이 있으나 건조 과정 중 높은 온도에 의하여 색, 영양성분, 맛 등이 손실되고 세포조직의 급격한 수축으로 인한 복원성의 문제점을 갖는다(6). 동결건조는 열풍건조의 단점을 보완하여 맛, 향기 성분, 기능성 성분, 조직 파괴 등의 손실이 상대적으로 적다(7). 그러나 에너지 효율이 낮아 저가 채소류에는 적합하지 않으며, 건조 시간이 길어 제한적으로 사용되고 있는 실정이다(8). 일본 등 일부 선진국에서 사용되고 있는 마이크로웨이브 진공건조 방법은 기존의 방법보다 초기 추가 설치비용은 증가하나 공정 시간 감소, 작업환경, 품질 우수성 증가 등 많은 장점을 가지고 있다(9).

Received 25 July 2018; Accepted 20 August 2018

Corresponding author: Youngseung Lee, Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, Cheonan, Chungnam 3116, Korea

E-mail: youngslee@dankook.ac.kr, Phone: +82-41-550-3476

마이크로파를 이용하여 식품을 건조할 경우에는 식품 중에 함유된 물 분자나 그 밖의 쌍극자 물질이 마이크로파의 전기장 교류에 따라 회전함으로써 마이크로파 에너지가 순간적으로 열에너지로 변화되는 내부 가열방식을 활용하므로 건조시간이 대폭적으로 짧아지고 품질손상을 최소화할 수 있는 이점이 있다(10). 열풍 및 동결 건조 방법을 비교한 연구로는 흑생강의 이화학적 특성 및 항산화 효과 비교 연구(11), 노란 파프리카의 품질특성 변화(12), 블랙베리 분말의 품질특성(13), 양파 분말의 품질특성(14), 버섯의 물리적 특성(15) 등 건조 농산물의 품질특성과 관련된 연구는 국내외 많이 보고되고 있으나 마이크로웨이브 진공건조에 의한 농산물 분말의 품질특성에 대한 연구는 미비한 상황이다. 따라서 본 연구의 목적은 열풍건조와 동결건조 방법과 비교하여 마이크로웨이브 진공건조에 의해 생산된 마늘, 고추 분말의 품질특성을 조사하는 것이다.

재료 및 방법

실험재료 및 분말의 제조

본 실험에서 사용한 원료는 마늘(제주도), 청양고추(강원도)를 일괄 구매하여 사용하였다. 원물을 세척 후 손으로 세절하여 각 건조 방법에 맞게 열풍건조기(Dry oven 1000, J-tech Co., Ltd., Dangiin, Korea), 동결건조기(Model LP20 (LCL), Ilsin BioBase Co., Ltd., Gyeonggi, Korea), 마이크로웨이브 진공건조기(V1400, UNION Tech Co., Ltd., Cheonan, Korea)를 이용하여 건조 및 분쇄하였다. 각 건조 방법의 건조 온도 및 시간은 예비실험을 통해 최적화 조건을 미리 설정하였다. 열풍건조는 건조온도 60°C에서 마늘 36 시간, 고추 16시간 건조하는 것으로 설정하였다. 동결건조는 -40°C로 예비동결 후 -80°C에서 제품을 동결건조 하였다. 건조시간은 마늘 48시간, 고추 18시간으로 설정하였다. 마이크로웨이브 진공건조는 건조온도 및 진공도를 50°C 및 50~60 Torr로 각각 설정하였다. 건조시간은 마늘 330분, 고추 250분으로 설정하여 분말제품을 생산하였다.

일반성분

수분 함량은 적외선수분측정기(XM-50, Precisa, Dietikon, Switzerland)를 이용하여 측정하였으며 조회분은 직접회화법을 이용하였다. 조단백은 킬달 질소 정량법을 이용하였고, 조지방은 조지방 추출기를 이용하여 분석하였다. 수분 함량, 조회분, 조지방, 조단백을 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

pH 분석

마늘, 고추 분말 각 10 g에 증류수 100 mL를 가하여 30분간 교반한 후 상등액을 pH meter(HI93163, Hanna Instruments, Woonsocket, RI, USA)를 이용하여 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다(16).

용해도 분석

용해도 분석을 위해 분말을 0.1 g micro centrifuge tube에 넣고 sodium phosphate buffer를 1 mL 첨가한 후 원심분리기(LABOGENE 1730R, Gyrozen, Seoul, Korea)에 의해 원심분리(13,000×g, 5 min) 하였다. 상등액을 제거하고 남은 불용성 성분을 향량될 때까지 건조한 후 중량을 측정하여 계산하였다(17).

$$\text{용해도}(\%) = \frac{[(\text{건조 전 분말의 무게(g)} - 60^\circ\text{C 진공건조 후 분말의 무게}) / \text{건조 전 분말의 무게(g)}]$$

색도

분말을 cuvette에 가득 채운 후 빛을 차단한 다음, Digital Colorimeter(Hand-Held Spectrocolorimeter LC100, New Lovibond, Salisbury, UK)를 이용하여 분말 제품의 L, a, b값을 측정하였다. 3회 반복 측정하여 평균값을 색도 값으로 설정하였다.

영양성분 분석

수용성 비타민 4종(B₁, B₂, B₃, C)과 무기질 11종(P, S, K, Mg, Ca, Fe, Zn, Na, Mn, Cu, Al)을 분석하였다. 수용성 비타민은 전처리 후 고속액체크로마토그래프로 각 조건에 맞춰 측정하여 계산하였다. 무기질 함량 분석은 microwave acid digestion(Titan MPS, Perkin Elmer Co., Waltham, MA, USA)을 이용하여 600 W 에너지를 가하여 시료를 분해하고 필터링하여 전처리를 시행하였고 분해된 샘플은 유도결합플라즈마 분광광도계(Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometer, 5300DV, Perkin Elmer Co.)를 이용하여 측정하였다.

$$\text{수용성 비타민 함량} = \frac{S \times a \times b}{(\text{mg/100 g}) \quad \text{검체 채취량(g)}} \times \frac{100}{1000}$$

S: 시험용액 중의 수용성 비타민의 농도

a: 시험용액의 전량(mL)

b: 시험용액의 희석배수

입도 분석

입자 크기 및 분포는 레이저 회절 원리를 이용한 레이저 회절 입도분석기(Partica LA-960, HORIBA, Kyoto, Japan)를 사용하였다. 측정영역은 0.1~3,000 μm로 분산 방식은 건식유동기류 분산인 Dry unit을 이용하여 입도를 분석하였다.

물성 측정

분말 물성 측정기(Powder Flow Tester, Brookfield, MA, USA)를 이용하여 standard quick flow function test (5 point) 방법으로 flow function과 powder characterize, bulk density, internal/wall friction을 분석하였다.

Table 1. Proximate analysis of vegetable powder using different type of drying (%)

Sample	Drying method ¹⁾	Moisture content	Crude ash content	Crude protein content	Crude fat content
Garlic	HD	2.15±0.96 ^{a2)}	4.81±2.53 ^a	19.08±0.53 ^a	1.70±0.02 ^b
	FD	1.96±0.19 ^a	3.50±0.15 ^a	19.60±0.16 ^a	2.25±1.01 ^b
	MVD	3.40±0.63 ^a	3.11±0.09 ^a	19.90±0.01 ^a	5.32±0.07 ^a
Chili pepper	HD	1.90±0.12 ^a	6.96±1.39 ^a	16.64±0.07 ^a	6.88±1.29 ^a
	FD	1.70±0.13 ^a	5.61±1.63 ^a	16.76±0.03 ^a	5.94±2.35 ^a
	MVD	2.01±0.09 ^a	5.75±0.21 ^a	16.87±0.00 ^a	7.02±1.10 ^a

¹⁾MVD: microwave vacuum drying, FD: freeze drying, HD: hot air drying.

²⁾Means with different letters within a column for each method are significantly different ($P<0.05$).

소비자 조사

본 연구는 단국대학교 기관생명윤리위원회에서 IRB 승인(승인번호: DKU 2017-09-005)을 받은 후 IRB 절차에 따라 진행되었다. 분말은 분말 자체의 특징과 조리식품에 적용했을 때의 특성 모두가 중요하다. 소비자 기호도 조사는 20대부터 60대로 구성된 일반 소비자 66명을 대상으로 분말 자체의 기호도 평가와 분말을 적용한 조리식품의 기호도를 평가하는 2개의 Session으로 나뉘어 평가하였다. 평가는 모두 단국대학교에서 진행하였으며 조리식품 평가 시 입 행굵을 물을 제공하여 시료 평가가 끝날 때마다 입을 행굵게 하였다. 분말은 그대로 제공하였으며 조리식품은 보온병에 보관하여 70 mL 일회용 컵에 랜덤하게 제공하였다. 조리식품은 콩나물국으로 선정했으며 콩나물국은 물 750 mL가 끓기 시작하면 콩나물 100 g을 넣어 콩나물을 익힌 후 소금을 3 g 넣고 3분 더 끓여주었다. 평가 시에는 육수만 사용하기 때문에 체로 걸러 육수만 덜어낸 후 마늘 분말 0.25 g과 고추 분말 0.05 g을 첨가하였다. 분말에 대해서는 전반적 외관과 향의 기호도 특성을 9점 척도로 평가하였고 색과 향의 강도는 3점 순위법으로 평가하였다. 또한 분말을 적용한 조리식품은 전반적인 기호도, 외관, 맛 3가지 기호도 특성을 9점 척도를 통해 평가하였다.

통계처리

이화학적 실험 결과는 평균±표준편차로 나타냈으며 분말마다 건조방법에 따른 각 시료의 유의성은 Minitab version 16(Minitab Inc., State College, PA, USA)을 사용하여 분산분석 후 Tukey 방법으로 사후 검정하여 5% 수준에서 유의성을 검정하였다. 소비자 기호도 데이터는 XLSTAT software version 2012 for windows(Addinsoft Inc., Paris, France)를 사용하였다.

결과 및 고찰

일반성분 및 pH

건조방법에 따른 마늘, 고추 분말의 일반성분 분석 결과는 Table 1과 같다. 마늘 분말은 건조방법에 따라서 수분 함량, 조회분의 유의적인 차이를 보이지 않았다. 조지방은 마이크로웨이브 진공건조를 한 마늘 분말에서 5.32로 유의

적으로 높은 값을 나타냈다. Hsu 등(18)의 연구에서도 열풍 건조 분말과 동결건조 분말의 조지방이 유의적인 차이가 없는 것으로 비슷한 결과를 보였다. 또한 Miranda 등(19)의 연구에 따르면 건조온도가 50°C일 때 지방 함량이 유의적으로 높게 나타났으며 건조 온도가 올라갈수록 지방산화가 일어나 지방함량이 감소한다고 보고하였다. 고추 분말은 건조 방법에 따른 일반성분 분석 결과 모든 값에서 유의적인 차이를 볼 수 없었다. 두 종류의 분말 모두 건조방법에 따른 일반성분의 차이가 미미하다는 것을 알 수 있었다. 이는 Kim 등(20)과 Ko 등(21)의 연구에서 건조방법 간 농산물 분말의 일반성분 함량은 유의적 차이가 없다는 결과와 유사하였다. Table 2와 같이 마이크로웨이브 진공건조 방법으로 건조한 마늘 분말의 pH는 6.58로 열풍건조 분말과 동결건조 분말의 6.30과 6.38 값보다 유의적으로 높은 값을 보였다. 고추 분말의 pH는 열풍건조 분말이 5.02로 유의적으로 낮은 값을 나타냈고 동결건조와 마이크로웨이브 진공건조가 각각 5.38과 5.44로 높은 pH 값을 보였다. 마늘 분말과 고추 분말 모두 열풍건조 분말의 pH가 유의적으로 낮고 마이크로웨이브 진공건조에서 높게 나타났다. 이는 열이 마일라드 반응을 일으켜 산성 성분과 단백질 변형으로 pH가 낮아지는 현상 때문인 것으로 추정된다(22). 따라서 상대적으로 낮은 열을 가한 동결건조 분말과 마이크로웨이브 진공건조 분말의 pH 값이 높게 나타났다.

용해도 평가

Table 3의 용해도 평가 결과 마늘 동결건조 분말은 7.58로 가장 높은 용해도를 보였고 열풍건조 분말은 6.31, 마이

Table 2. pH of vegetable powder using different type of drying

Sample	Drying method ¹⁾	pH
Garlic	HD	6.30±0.03 ^{b2)}
	FD	6.38±0.02 ^b
	MVD	6.58±0.04 ^a
Chili pepper	HD	5.02±0.01 ^b
	FD	5.38±0.06 ^a
	MVD	5.44±0.04 ^a

¹⁾MVD: microwave vacuum drying, FD: freeze drying, HD: hot air drying.

²⁾Means with different letters within a column for each method are significantly different ($P<0.05$).

Table 3. Solubility of vegetable powder using different type of drying

Sample	Drying method ¹⁾	Solubility (%)
Garlic	HD	6.31±0.40 ^{b2)}
	FD	7.58±0.25 ^a
	MVD	5.25±0.32 ^c
Chili pepper	HD	0.29±0.12 ^b
	FD	1.64±0.11 ^a
	MVD	1.41±0.25 ^a

¹⁾MVD: microwave vacuum drying, FD: freeze drying, HD: hot air drying.

²⁾Means with different letters within a column for each method are significantly different ($P<0.05$).

크로웨이브 진공건조 분말은 5.25로 유의적으로 낮은 용해도 값을 보였다. 고추 분말에서는 동결건조 분말과 마이크로웨이브 진공건조 분말이 각각 1.64, 1.41로 유의적으로 높은 값을 보였고, 열풍건조 분말이 0.29로 낮은 용해력을 보였다. 이는 Kim과 Lee(23)의 연구에서도 유사한 결과를 보였다. 동결건조 분말은 입자크기가 작으며 미세구조에서 수분 접근이 용이한 특징을 나타내 같은 양의 용매에서 용해되는 능력이 크기 때문이다. 마이크로웨이브 진공건조 분말 또한 입도분석 결과에서 동결건조 분말과 유의적인 차이가 없는 것으로 보아 용해도가 높게 나온 것으로 생각된다.

색도 분석

Table 4는 건조방법에 따른 마늘과 고추 분말의 색도 결과이다. 마늘과 고추 분말 모두 열풍건조 분말의 L값이 유의적으로 낮게 나타났다. 또한 적색도를 나타내는 a값과 황색도를 나타내는 b값은 높게 나타냈는데, 이는 Chang과 Kim

(24)의 연구에서도 열풍건조 분말의 갈변이 심하게 일어났으며 L값이 감소하는 경향을 보고하여 본 연구와 일치하는 결과를 보였다. 식품의 갈변은 수분 함량과 온도에 따라 영향을 받는 것으로 알려져 있다. 이는 Cui 등(25)이 보고한 결과와 유사하며 b값은 마일라드 반응과 관련이 있어 열풍건조 과정에서 마일라드 반응에 관여하는 수분이나 산소의 작용이 많이 일어나 갈변현상에 의해 밝기가 어두워지고 황색도가 높아진 것으로 보인다.

영양성분 분석

Table 5와 같이 마늘의 수용성 비타민 함량은 건조방법에 따라 유의적인 차이를 나타냈으나 일정한 경향을 나타내지는 않았다. 비타민 B₁과 B₂는 각각 0.93과 0.21로 동결건조 분말이 유의적으로 높게 나타난 것을 알 수 있고, 비타민 B₃와 C의 함량은 각각 24.54, 16.70으로 열풍건조 분말이 유의적으로 높은 값을 보였다. 고추 분말 또한 비타민 B₁과 B₂는 각각 1.49와 0.82로 동결건조 분말이 유의적으로 높게 나타났고, 비타민 B₃와 C의 함량은 각각 158.23, 43.28로 열풍건조 분말이 유의적으로 높은 값을 보였다. Choi 등(26)의 연구에 따르면 고추는 품종과 산지에 따라 비타민 C 함량의 차이가 나며 국내산 고춧가루의 총 비타민 C 함량은 12.4~26.3 mg으로 다양하게 나타났으며 본 실험과도 유사한 값을 나타내었다. 일반적으로 채소류의 비타민 C는 저장하거나 건조시키는 동안 급격히 파괴되는 것으로 알려져 있으나 마늘에 비해 고춧가루의 비타민 C 함량이 비교적 높은 것은 원재료인 고추의 비타민 함량이 높기 때문이다. Nicoletti 등(27)의 연구에 따르면 비타민 C 함량은 높은 열을 표면에 직접 가하여 건조할 때보다 식품 안쪽에서 지속적으로 열을

Table 4. Chromaticity analysis of vegetable powder using different type of drying

Sample	Drying method ¹⁾	L	a	b
Garlic	HD	86.16±1.23 ^{c2)}	3.83±0.15 ^a	14.70±0.62 ^a
	FD	91.96±0.55 ^a	0.10±0.00 ^c	12.26±0.20 ^b
	MVD	89.36±0.66 ^b	2.40±0.17 ^b	13.23±1.07 ^{ab}
Chili pepper	HD	58.66±0.60 ^b	3.36±0.05 ^a	26.16±0.47 ^c
	FD	67.70±0.43 ^a	-7.33±0.32 ^c	32.80±0.20 ^a
	MVD	67.53±0.30 ^a	-6.66±0.11 ^b	30.63±0.25 ^b

¹⁾MVD: microwave vacuum drying, FD: freeze drying, HD: hot air drying.

²⁾Means with different letters within a column for each method are significantly different ($P<0.05$).

Table 5. Vitamin content of vegetable powder using different type of drying

		(mg/100 g)			
Sample	Drying method ¹⁾	B ₁	B ₂	B ₃	C
Garlic	HD	0.55±0.01 ^{c2)}	0.08±0.01 ^b	24.54±0.02 ^a	16.70±0.17 ^a
	FD	0.93±0.01 ^a	0.21±0.01 ^a	3.47±0.02 ^c	14.98±0.06 ^b
	MVD	0.90±0.01 ^b	0.08±0.00 ^b	15.92±0.01 ^b	13.74±0.21 ^c
Chili pepper	HD	0.87±0.05 ^b	0.65±0.00 ^c	158.23±0.02 ^a	43.28±0.25 ^a
	FD	1.49±0.00 ^a	0.82±0.00 ^a	67.54±0.17 ^c	25.68±0.91 ^b
	MVD	1.58±0.03 ^a	0.74±0.00 ^b	69.70±0.12 ^b	16.51±3.83 ^b

¹⁾MVD: microwave vacuum drying, FD: freeze drying, HD: hot air drying.

²⁾Means with different letters within a column for each method are significantly different ($P<0.05$).

Table 6. Mineral content of vegetable powder using different type of drying (mg/100 g)

Sample	Drying method ¹⁾	P	S	K	Mg	Ca	Mn	Fe	Cu	Zn	Al	Na
Garlic	HD	504.61±31.42 ^{a2)}	10,998.55±476.76 ^a	1,554.84±136.83 ^a	72.21±2.30 ^a	29.27±1.42 ^a	0.84±0.03 ^a	2.74±0.05 ^a	0.33±0.02 ^a	2.29±0.05 ^a	5.85±1.09 ^a	63.49±14.88 ^a
	FD	535.54±0.03 ^a	11,407.98±193.02 ^a	1,616.53±19.24 ^a	73.38±1.09 ^a	30.26±0.65 ^a	0.87±0.02 ^a	2.85±0.10 ^a	0.29±0.01 ^a	2.35±0.07 ^a	4.02±0.48 ^a	45.84±4.84 ^a
	MVD	383.74±70.81 ^a	10,211.45±2,280.29 ^a	1,342.59±213.63 ^a	71.74±6.24 ^a	26.55±6.11 ^a	0.95±0.07 ^a	2.85±0.17 ^a	0.19±0.01 ^b	2.11±0.14 ^a	6.08±0.10 ^a	65.07±11.10 ^a
Chili pepper	HD	454.06±5.25 ^a	29,722.61±1,103.20 ^a	3,277.48±64.49 ^a	214.52±2.44 ^a	146.06±8.15 ^a	2.20±0.05 ^b	5.63±0.12 ^a	0.96±0.01 ^a	2.52±0.05 ^a	6.36±0.57 ^a	58.98±2.40 ^a
	FD	393.50±19.11 ^b	26,335.85±1,893.56 ^a	3,251.14±8.07 ^a	191.16±3.89 ^b	152.36±10.11 ^a	2.18±0.03 ^b	5.24±0.09 ^a	0.70±0.01 ^b	1.98±0.07 ^b	6.28±3.29 ^a	69.09±32.75 ^a
	MVD	422.44±10.14 ^{ab}	30,107.98±1,875.73 ^a	3,088.23±67.34 ^a	216.39±3.96 ^a	148.11±6.70 ^a	2.60±0.07 ^a	5.80±0.29 ^a	0.69±0.02 ^b	2.19±0.13 ^{ab}	6.53±1.26 ^a	88.21±11.03 ^a

¹⁾MVD: microwave vacuum drying, FD: freeze drying, HD: hot air drying.

²⁾Means with different letters within a column for each method are significantly different ($P<0.05$).

가했을 때 손실률이 높다고 보고하였다. 때문에 마이크로웨이브 진공 건조방법보다 열풍건조 방법으로 건조한 분말의 비타민 C 함량이 유의적으로 높은 것으로 보인다.

Table 6은 건조방법에 따른 마늘, 고추 분말의 무기질 함량을 나타내는데 마늘 분말에서는 마이크로웨이브 진공 건조 분말의 Cu 함량이 0.19로 다른 분말에 비해 유의적으로 낮은 값을 보여주는 것을 제외하고는 다른 무기질에서는 차이를 보이지 않았다. 이를 통해 마늘 분말에서는 건조방법에 따른 차이가 무기질 함량에는 영향을 주지 않는다는 것을 알 수 있다. 고추 분말의 무기질 함량은 건조방법에 따른 차이가 있는 것을 볼 수 있는데, 다른 건조방법에 비해 Mg, Mn, Cu, Zn의 함량이 동결건조 분말에서 유의적으로 낮은 값을 보이는 것을 확인할 수 있다. 나머지 무기질 함량은 건조방법에 따른 고추 분말의 무기질 함량에 유의적인 차이를 나타내지 않았다.

물성 및 입도 분석

Table 7은 건조방법에 따른 마늘 분말의 물성 결과이다. Flow function slope와 interception, index 모두 응집성의 정도를 보여주는 값으로 열풍 건조한 마늘 분말의 응집성이 다른 건조방법으로 만든 분말에 비해 유의적으로 높은 값을 보였다. 고추 분말의 물성 결과도 마찬가지로 건조방법에 따른 차이를 보였는데 마이크로웨이브 진공건조 분말이 다

른 분말에 비해 0.28, 0.36, 0.30으로 높은 값을 보여 응집성이 높다는 것을 알 수 있었다. 분말의 응집력은 입자와 입자 사이의 접촉 면적의 넓이 및 입자 사이의 액체가교의 형성 능력, 입자 사이의 접촉점의 수 등의 차이에 따라 영향을 받는다고 알려져 있다(28). 이에 따라 분말의 입도 크기가 작을수록 입자와 입자 사이의 접촉점이 많아져 응집력이 높게 나온 것으로 보인다. 마늘 분말의 입도크기는 412.8~489.9 μm 이고, 고추 분말은 609.0~756.0 μm 로 건조방법은 같아도 원물의 특성에 따라 입도크기가 다르게 나올 수 있다는 것을 알 수 있었다. 마늘 분말의 입도는 건조방법에 따른 유의적인 차이는 없는 반면에 고추 분말은 열풍건조 분말의 입도가 756.0으로 유의적으로 높아 다른 분말에 비해 입도가 큰 것으로 보인다.

소비자 조사

Table 8은 건조방법에 따른 분말 자체의 소비자 조사 결과로 마늘 분말의 외관과 향의 기호도는 건조방법에 따라 유의적인 차이가 없는 것으로 나타났다. 순위법으로 소비자 들이 느끼는 외관 색과 향의 강도를 조사한 결과 동결건조 마늘 분말이 유의적으로 외관이 밝고 향이 강하다고 나타났다. 이는 색도 분석 결과와 일치하며 마늘 분말의 향이나 외관이 소비자의 기호도에 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있었다.

Table 7. Flow function and grain size of vegetable powder using different type of drying

Sample	Drying method ¹⁾	Flow function slope	Flow function intercept	Flow index	Grain size (μm)
Garlic	HD	0.36±0.00 ^{a2)}	0.28±0.01 ^a	0.39±0.00 ^a	441.0±198.7 ^{a2)}
	FD	0.24±0.00 ^b	0.24±0.01 ^a	0.25±0.01 ^b	412.8±47.8 ^a
	MVD	0.25±0.00 ^b	0.20±0.03 ^a	0.26±0.00 ^b	489.9±103.4 ^a
Chili pepper	HD	0.22±0.00 ^c	0.28±0.00 ^b	0.24±0.00 ^b	756.0±51.6 ^a
	FD	0.24±0.00 ^b	0.38±0.01 ^a	0.26±0.01 ^b	609.0±48.4 ^b
	MVD	0.28±0.00 ^a	0.36±0.02 ^a	0.30±0.00 ^a	625.7±18.6 ^b

¹⁾MVD: microwave vacuum drying, FD: freeze drying, HD: hot air drying.

²⁾Means with different letters within a column for each method are significantly different ($P<0.05$).

Table 8. Consumer test of vegetable powder using different type of drying

Sample	Drying method ¹⁾	Appearance	Flavor	Appearance (ranking) ²⁾	Flavor (ranking)
Garlic	HD	6.2 ^{a3)}	5.6 ^a	169 ^a	113 ^b
	FD	6.0 ^a	5.4 ^a	93 ^c	175 ^a
	MVD	6.3 ^a	5.4 ^a	134 ^b	108 ^b
Chili pepper	HD	4.1 ^b	5.2 ^{ab}	162 ^a	138 ^a
	FD	6.2 ^a	5.4 ^a	112 ^a	113 ^a
	MVD	6.3 ^a	4.9 ^b	122 ^a	145 ^a

¹⁾MVD: microwave vacuum drying, FD: freeze drying, HD: hot air drying.

²⁾Rank indicates the sums over the assessors.

³⁾Means with different letters within a column for each method are significantly different ($P<0.05$).

Table 9. Consumer test of bean-sprout soup using different type of drying

Drying method ¹⁾	OL ³⁾	Appearance	Garlic taste	Chili pepper taste
HD	5.7 ^{a2)}	5.9 ^a	5.5 ^a	5.4 ^a
FD	5.9 ^a	5.9 ^a	5.7 ^a	5.6 ^a
MVD	5.6 ^a	5.8 ^a	5.4 ^a	5.3 ^a

¹⁾MVD: microwave vacuum drying, FD: freeze drying, HD: hot air drying.

²⁾Means with different letters within a column are significantly different ($P<0.05$).

³⁾OL: overall liking.

건조방법에 따른 고추 분말의 소비자 조사 결과는 외관과 향의 강도를 평가했을 때 건조방법 간에 유의적인 차이가 없었으나 기호도에는 차이가 있었다. 제품 외관의 경우 열풍 건조 분말의 기호도가 4.1로 유의적으로 낮게 나타났었는데 이는 색도 결과와 비교해봤을 때 열풍건조 방법을 사용하여 만든 분말이 동결건조 분말과 마이크로웨이브 건조 분말과 비교하여 외관의 차이가 유의적으로 크기 때문이라고 사료된다. 밝기가 어둡고 본연의 색인 초록색이 잘 나타나 있지 않기 때문이다. 고추 향은 동결건조 분말이 5.4로 유의적으로 높은 값을 보였다. 이는 동결건조 방법에 의해 생산된 제품의 향기 성분 손실이 작기 때문이다(26).

Table 9는 마늘 분말과 고추 분말을 콩나물국에 넣어 조리식품에 적용하였을 때 건조방법에 따른 분말의 차이점을 알아보기 위한 소비자 조사 결과이다. 조리식품에 적용하였을 때 평가항목으로 전반적 기호도와 외관, 마늘 향, 고추 향의 기호도를 각각 알아보았는데 건조 방법에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 따라서 건조방법이 다른 분말을 조리식품에 적용하였을 때는 소비자들에게 큰 영향을 끼치지 않는 것으로 생각된다.

요 약

이 연구는 열풍, 동결, 마이크로웨이브 진공 건조방법으로 생산한 마늘, 고추 분말의 품질을 비교하고 특성을 알아보는 것이 목적이었다. 일반성분에서는 건조방법에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 열풍 건조한 마늘, 고추 분말의

pH가 유의적으로 낮은 값을 보였고 동결건조 한 마늘, 고추 분말의 용해도가 유의적으로 높은 값을 보였고 원물의 색상을 가장 잘 나타냈다. 수용성비타민은 마늘, 고추 분말 모두 열풍건조에서 비타민 B₁, B₂의 값이 유의적으로 낮게 나왔고 마이크로웨이브 진공건조에서 비타민 B₃, C의 값이 유의적으로 낮게 나타났다. 마늘 분말은 건조방법에 따른 무기질 함량의 차이가 없었으나 고추 분말은 동결건조 분말의 P, Mg, Mn, Cu, Zn 값이 유의적으로 낮게 나타났다. 물성은 마늘 분말에서는 열풍건조 분말의 응집성이 유의적으로 높은 값을 보였고 고추 분말에서는 마이크로웨이브 진공건조 분말의 응집성이 유의적으로 높게 나타났다. 소비자 조사 결과 건조방법에 따른 분말의 외관 및 향 강도의 차이는 나타났으나 분말을 조리식품에 적용했을 때에는 소비자 기호도에 영향을 미치지 않았다.

감사의 글

본 연구는 국가식품클러스터 지원센터의 ‘2017년 기업공동 기술개발사업’에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- Yun H, Park K, Ryu KY, Kim SR, Yun JC, Kim BS. 2012. Effects of LED treatment on microbial reduction and quality characteristics of red pepper powder. *J Food Hyg Saf* 27: 442-448.
- Chung SK, Choi JU. 1990. The effects of drying methods on the quality of the garlic powder. *Korean J Food Sci Technol* 22: 44-49.
- Kwon OC, Woo KS, Kim TM, Kim DJ, Hong JT, Jeong HS. 2006. Physicochemical characteristics of garlic (*Allium sativum* L.) on the high temperature and pressure treatment. *Korean J Food Sci Technol* 38: 331-336.
- Cho JR, Kim JH, In MJ. 2007. Effect of garlic powder on preparation and quality characteristics of yogurt. *J Korean Soc Appl Biol Chem* 50: 48-52.
- Janjai S, Srisittipokakun N, Bala BK. 2008. Experimental and modelling performances of a roof-integrated solar drying system for drying herbs and spices. *Energy* 33: 91-103.
- Mazza G. 1983. Dehydration of carrots. Effects of pre-drying treatments on moisture transport and product quality. *J Food Technol* 18: 113-123.

7. Krokida MK, Maroulis ZB, Saravacos GD. 2001. The effect of the method of drying on the colour of dehydrated products. *Int J Food Sci Technol* 36: 53-59.
8. George JP, Datta AK. 2002. Development and validation of heat and mass transfer models for freeze-drying of vegetable slice. *J Food Eng* 52: 89-93.
9. Lee J, Kum JS. 2010. Effect of microwave treatment on Korean ginseng. *Korean J Food Nutr* 23: 405-410.
10. Kim SS, Kim SY, Noh BS, Chang KS. 1999. Microwave vacuum drying of germinated colored rice as an Enzymic Health Food. *Korean J Food Sci Technol* 31: 619-624.
11. Kim HH, Lee SJ, Chung YH, Kim SH, Sung NJ. 2018. Physicochemical properties and antioxidant activities from hot-air and freeze dried aged black ginger (*Zingiber officinale*). *J Life Sci* 28: 153-161.
12. Jung HA, Hong JY. 2017. Change in quality characteristics of yellow paprika according to drying methods. *Korean J Food Preserv* 24: 1079-1087.
13. Choi SR, Song EJ, Song YE, Choi MK, Han HA, Lee IS, Sin SH, Lee KK, Kim EJ. 2017. Quality characteristics of blackberry powder obtained by various drying methods. *Korean J Food Nutr* 30: 609-617.
14. Kang NS, Kim JH, Kim JK. 2007. Modification of quality characteristics of onion powder by hot-air, vacuum and freeze drying methods. *Korean J Food Preserv* 14: 61-66.
15. Ha YS, Park JW, Lee JH. 2001. Physical characteristics of mushroom (*Agaricus bisporus*) as influenced by different drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 33: 245-251.
16. Min SH, Lee BR. 2008. Effect of *Astragalus membranaceus* powder on yeast bread baking quality. *Korean J Food Cult* 23: 228-234.
17. Yim R, Kim BC, Kang SW, Jang JB, Choi SG. 2007. Physical properties of egg albumin powder at different moisture content. *Int J Adv Life Sci* 41: 41-45.
18. Hsu CL, Chen W, Weng YM, Tseng CY. 2003. Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods. *Food Chem* 83: 85-92.
19. Miranda M, Vega-Gálvez A, López J, Parada G, Sanders M, Aranda M, Uribe E, Scala KD. 2010. Impact of air-drying temperature on nutritional properties, total phenolic content and antioxidant capacity of quinoa seeds (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Ind Crops Prod* 32: 258-263.
20. 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.
21. Ko JW, Lee WY, Lee JH, Ha YS, Choi YH. 1999. Absorption characteristics of dried shiitake mushroom powder using different drying methods. *Korean J Food Sci Technol* 31: 128-137.
22. Sogi DS, Siddiq M, Greiby I, Dolan KD. 2013. Total phenolics, antioxidant activity, and functional properties of 'Tommy Atkins' mango peel and kernel as affected by drying methods. *Food Chem* 141: 2649-2655.
23. Kim HJ, Lee JH. 2009. Physicochemical properties of *Salicornia herbacea* powder as influenced by drying methods. *Food Eng Prog* 13: 105-109.
24. Chang Y, Kim J. 2011. Effects of pretreatment and drying methods on the quality and physiological activities of garlic powders. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 40: 1680-1687.
25. Cui ZW, Xu SY, Sun DW. 2007. Dehydration of garlic slices by combined microwave-vacuum and air drying. *Drying Technol* 21: 1173-1184.
26. Choi SM, Jeon YS, Park KY. 2000. Comparison of quality of red pepper powders produced in Korea. *Korean J Food Sci Technol* 32: 1251-1257.
27. Nicoletti JF, Silveira Jr V, Telis-Romero J, Telis VRN. 2007. Influence of drying conditions on ascorbic acid during convective drying of whole persimmons. *Drying Technol* 25: 891-899.
28. Yi YS, Kang HH, Chang KS, Chang YI. 1998. Effect of some anti-caking conditioners on the flowability of dried garlic powder. *Korean J Food Sci Technol* 30: 1357-1361.