

## 저온질소순환 건조방법에 의해 제조된 고춧가루의 품질 특성

김정희 · 류승희 · 이민자 · 백종원 · 황홍철<sup>1</sup> · 문갑순\*

인제대학교 바이오헬스 소재 연구센터, 식품과학연구소 및 식품생명과학부, <sup>1</sup>(주)황홍철 바이오식품

### Characteristics of Red Pepper (*Capsicum Annuum* L.) Powder Using N<sub>2</sub>-Circulated Low Temperature Drying Method

Chung-Hee Kim, Seung-Hee Ryu, Min-Ja Lee, Jong-Won Baek,  
Hong-Cheol Hwang<sup>1</sup>, and Gap-Soon Moon\*

Biohealth Products Research Center, Food Science Institute, and School of Food and Life Science, Inje University  
<sup>1</sup>Hwang Hong Cheol BIO FOOD

Characteristics of good-quality red pepper powder produced using N<sub>2</sub>-circulated low-temperature drying method were compared with those made through conventional sun and hot-air drying methods. Kimchi and kochujang were prepared with different types of red pepper powder, and their physicochemical and sensory properties were compared. Results revealed Hunter L (lightness), a (redness), and b (yellowness) values of N<sub>2</sub>-circulated low temperature-dried red pepper were highest. Absorbance of crude capsanthin in hot air-dried red pepper powder (0.584 ± 0.001) was significantly lower than sun-dried (0.848 ± 0.001) and N<sub>2</sub>-circulated low temperature-dried products (0.832 ± 0.002). Use of N<sub>2</sub>-circulated low-temperature drying method resulted in the highest amounts of reducing sugar and total vitamin C. Capsaicin content of N<sub>2</sub>-circulated low temperature-dried products were higher than hot air-dried ones. The aL values of kochujang made with sun- and low temperature-dried red peppers were higher than that of kochujang made with hot-dried red peppers. Physicochemical and sensory evaluation results showed red pepper powders made using N<sub>2</sub>-circulated low-temperature drying method have the best quality among all samples tested.

**Key words:** N<sub>2</sub>-circulated low temperature drying method, red pepper powder, hunter values, capsanthin, capsaicin

### 서 론

고추(*Capsicum annuum* L.)는 가지과(Solanaceae)에 속하는 1년초 단일작목으로 우리나라 농업 총생산의 4.5%, 채소류 생산액의 30%를 차지하고 있는 중요한 원예작물이며(1), 김치, 고추장, 조미용 짓갈류 및 직접 조미료의 형태로 국민 1인당 연간 약 2.5kg을 소비하고 있는 가장 대표적인 향신료이다(2). 고추의 수확시기는 8월초에서 10월초에 집중되며 기상조건이 고온 다습하기 때문에 생고추 상태로 장기저장 할 수 없고 설령 생고추를 저장할 수 있는 우수한 저장시설을 갖추고 있다하더라도 함수율이 대단히 높고, 부패하기 쉬운 연한 조직을 가지고 있어 장기간 저장을 기대하기 어렵다(3). 따라서 생산 고추의 대부분은 수확 후 농가에서 건고추로 건조되어 저장·유통되며, 이를 식용으로 소비할 때에는 대부분 분말상태인 고춧가

루로 이용되고 있다(4). 고추의 품질을 좌우하는 요소는 색도와 맛 성분으로 고추에 대한 선호도는 이들 색소와 맛 성분에 의해 영향을 받는 것으로 보고되고 있다(5). 고추의 붉은 색소는 주로 캡산틴이고, β-카로틴, 루테인(leutein), 크립토크산틴(cryptoxanthin) 등이 있으며, 고추의 맛 성분 중 가장 중요한 성분은 매운맛을 가진 지용성 무색성분인 캡사이신(trans-8-N-vanillyl-6-nonenamide)이 있다(6). 고추의 품질 척도가 될 수 있는 캡사이신 및 캡산틴 등의 함량은 품종이나 재배지역 뿐만 아니라 건조방법에 따라서도 크게 달라지는 것으로 알려져 있다(6). 그 중에서도 고춧가루의 일차적인 품질 관정은 매운 맛 성분보다는 주로 외관인 적색소에 의해 평가된다. 따라서 고추 본래의 선명한 적색을 보유하는 태양초는 김치나 고추장의 재료로서 가장 선호되고 있지만, 건조 시간이 오래 걸리고 자연 기후조건에 절대 의존적이며, 인건비가 많이 들어 현재 일손 부족이 심각한 우리나라의 농가 실정에는 맞지 않는 방법이다. 한편, 화초는 태양초에 비해 짧은 시간에 제품을 만들 수 있어 실용적인 방법으로 널리 채택되고 있지만, 색깔이 어둡고 가혹한 가열조건 때문에 영양가의 손실이 많이 일어나는 문제점이 있다. 이런 이유로 좋은 빛깔을 띠는 태양초는 화초에 비해 근당 1,000원 정도의 가격을 더 받고 있으며 이로 인해 화초가 태양초로 둔갑하여 소비자들이 피해를 입는 사례도 보고(2)되

\*Corresponding author : Gap-Soon Moon, School of Food & Life Science, Inje University, 607 Obang-Dong, Gimhae, Gyungnam, 621-749, Korea  
Tel: 82-55-320-3234  
Fax: 82-55-321-0691  
E-mail: fdsnmoon@inje.ac.kr

고 있으므로 기존의 고추 건조방법의 단점을 보완할 새로운 건조방법의 개발이 요구되고 있는 실정이다. 건조방법 중 재료의 변화를 가장 최소화하는 방법은 동결건조방법이며 이는 건조하고자 하는 재료를 동결시킨 다음 진공장치 내에서 액체 상태를 거치지 않고 기체상태의 증기로 승화시켜 건조하게 되고 낮은 온도에서 건조가 일어나므로 열적 변성 및 향기 성분의 손실이 적은 잇점이 있다(7). 그러나 건조속도가 일반 건조방법보다 매우 느리고 고가이므로(7) 본 연구에서는 고추 본래의 붉은 색택을 유지하면서 유용 성분의 손실을 최소화 할 수 있는 새로운 건조방법인 저온질소순환방식(8)에 의해 고춧가루를 제조한 후 기존 건조방법으로 제조한 태양초 및 화초의 색도와 비타민 C, 환원당, 캡사이신 함량 등을 비교·분석하였다. 아울러 본 저온질소순환 방식으로 건조한 고춧가루를 김치 및 고추장 제조에 적용한 후 관능검사 등을 통하여 기존 방식으로 건조된 고춧가루 첨가 제품과 품질 특성을 비교하고자 하였다.

## 재료 및 방법

### 고춧가루의 제조

본 실험에 사용된 고추의 품종은 세계1호(2001년산)로 다음과 같은 건조방법을 사용하여 고춧가루를 제조하였다. 태양초는 일광조건에서 14일간(335시간) 건조하였고, 화초는 열풍건조기를 사용하여 60°C에서 65시간 건조하는 기존의 방법을 이용하였다. 건조된 태양초 및 화초의 수분함량은 각각 8.82%와 8.93%였으며 저온초의 건조조건은 저온질소순환 공법을 적용하여 수분함량을 기존 제품과 유사하도록 35°C에서 30시간 건조하였다. 이때 수분함량은 8.45%였다. 건조장치는 질소를 조절할 냉동식 제습건조장치로 건조실 내부에 냉동기가 설치되어 있고 건조실로 질소를 유입시킨 후 35°C로 유지된 건조한 기체가 계속적으로 건조실 내부를 순환하면서 시료를 건조시키는 원리로 이루어져 있다(8). 이때 건조기 내부의 기압은 0.005 kgf/cm<sup>2</sup>로 조절되었고, 건조실 내부의 질소가스 농도는 98%가 유지되도록 하였으며 질소가스 하에서 농·수산물을 건조시킴으로 산화변질을 최소화하면서 단시간 안에 건조가 완료될 수 있도록 하였다. 각각의 방법으로 건조된 고추는 분쇄기로 분쇄한 다음 40 mesh체를 통과시킨 후 냉동고에 보관하면서 각종 분석실험에 사용하였다.

### 김치 및 고추장의 제조

제조된 고춧가루를 이용하여 김치와 고추장을 제조하고 색도 측정 및 관능검사를 수행하여 고춧가루 건조방법에 따른 품질 차이를 비교하였다. 배추김치는 배추를 10% 소금물에서 6시간 절인 후 흐르는 물에 3회 씻은 다음 5시간 탈수한 배추 1kg당 고춧가루 25g과 무, 마늘 생강 등의 부재료를 첨가하여 버무린 다음 실온에서 24시간 둔 후 5°C에서 4주간 숙성시키면서 실험에 이용하였다. 고추장은 식혜액을 사용하는 순창지역의 재래식 방법에 따라 제조하였는데(9), 식혜액은 찹쌀을 침지하여 분쇄한 후 미리 추출한 엿기름과 혼합하여 65°C에서 7시간동안 당화시켰고 식혜액을 끓여 농축한 후 고춧가루, 고추장용 메주가루, 식염을 각각 15.27, 6.98, 8.02% 혼합하여 제조하였다.

### 색도의 측정

색도는 Hunter 색차계(Minolta CT-310, Japan)를 사용하여 고춧가루와 고추장의 명도(L값), 적색도(a값) 및 황색도(b값)를 각각 측정하였다. 이때 색도는 시료자체를 사용하여 측정하였고,

다음의 식에 의해 태양초를 기준으로 색차값을 계산하여 비교하였다(10).

$$\text{색차값 } \Delta E_{ab} = \{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2\}^{1/2}$$

### Crude capsanthin 함량의 측정

Crude capsanthin은 Chun과 Park의 방법(11)에 따라 측정하였다. 즉, 시료 0.1g에 벤젠 10mL를 첨가하여 현탁하고, 30분간 진탕기에서 추출한 후 상등액은 여과한 다음 정용 플라스크에 담고, 잔사는 벤젠 10mL를 넣어 위와 동일한 과정으로 3회 반복 추출하였다. 여과한 상등액을 모두 합하여 50mL로 정용한 후 462nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 환원당의 정량

환원당의 함량은 Somogy-Nelson법(12)으로 측정하였다. 즉, 시료 1g을 취해서 100mL 탈이온수에 현탁하여 여과한 후 시료 1mL에 cupric sulfate pentahydrate(CuSO<sub>4</sub> · 5H<sub>2</sub>O)가 혼합된 시약 1mL를 시험관에 각각 취하고, 20분간 항온수조에서 가열하여 산화제1동(Cu<sub>2</sub>O)을 생성시켰다. 여기에 몰리브덴 용액 1mL를 가하여 발색시킨 다음 회색하여 520nm에서 흡광도를 측정하였다. 정량을 위해 말토오스로부터 표준검량선을 작성하고 시료의 환원당 함량을 환산하였다.

### 총 비타민 C의 정량

총 비타민 C의 함량은 hydrazin 비색법(13)으로 측정하였다. 즉, 시료 중의 환원형 ascorbic acid를 산화시켜 산화형 dehydro-ascorbic acid로 만들고 여기에 DNP(2,4-dinitro phenyl hydrazine)용액을 가해 생성된 osazone을 비색시켜 540nm에서 흡광도를 측정하여 총 비타민 C 함량을 정량하였다.

### Capsaicinoids의 정량

건조방법을 달리한 고춧가루의 capsaicinoids 분석은 Chai 등(14)의 방법에 따라 HPLC를 이용하여 capsaicin 및 dihydrocapsaicin 함량을 정량하였다. 분말 고추 1g에 아세톤 10mL를 첨가하여 1시간 동안 초음파분해 시킨 후 여과지(Whatman filter No. 5)를 이용하여 여과하였다. 잔사에 아세톤 20mL를 가해 1시간 동안 다시 초음파분해 시킨 후 동일한 방법으로 여과하고 얻어진 여액을 감압증류시켜 건조시킨 뒤 2mL 아세톤에 재용해시켜 0.22µm 나일론 실린지 필터로 여과하였다. HPLC(Agilent, USA) 분석 조건은 ZORBAX SB C<sub>18</sub> 칼럼을 사용하여 칼럼 오븐 온도 30°C에서 UV photodiode array 검출기로 280nm에서 검출하였고 이때 이동상은 acetonitril/1% acetic acid (40:60)를 이용하여 1.5mL/min의 유속으로 분석하였다. Capsaicin과 dihydrocapsaicin 표준시약은 Sigma에서 구입하여 사용하였으며 피크의 면적을 이용하여 고춧가루 g당 캡사이신 함량으로 나타내었다.

### 관능검사

김치의 색깔에 대한 관능검사는 1주, 2주, 3주 발효시킨 시료를, 고추장은 0주, 2주, 4주째의 시료를 관능검사요원 10명이 정량적 묘사분석방법(QDA, quantitative descriptive analysis)으로 비교하였다. 이때 윤기의 경우 가장 강한 것을 7, 가장 약한 것을 0로 채점하였고, 색깔은 가장 밝은 것을 7, 가장 어두운 것을 0로, 전체적인 외관은 가장 좋다는 7, 가장 나쁘다는 0로 하여 채점하였다.

## 통계처리

통계 분석은 SPSS Ver. 10.0 package program을 이용하여 각 군의 평균과 표준편차를 산출하고 군간의 차이 유무를 one-way ANOVA로 분석한 뒤  $\alpha=0.05$ 에서 유의한 차이가 있는 경우 Turkey법을 이용하여 사후검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 고춧가루의 색도

건조방법을 달리하여 제조한 세계1호 고춧가루의 색도를 Hunter value에 의해 비교하였다(Table 1). 태양초의 L값(명도), a값(적색도), b값(황색도)은  $41.97 \pm 0.01$ ,  $22.80 \pm 0.01$ ,  $19.31 \pm 0.04$ 로 측정되었고 밝은 적색을 나타내는 aL값은 956.92로 나타났다. 열풍건조기로  $60^\circ\text{C}$ 에서 65시간 건조한 화초의 L, a, b값은 가장 낮은  $40.94 \pm 0.02$ ,  $18.45 \pm 0.11$ ,  $17.52 \pm 0.04$ 였고, aL값은 755.34로 전체적으로 어두운 색상을 나타내었다. 태양초와의 색차는 4.82로 크게 나타났다. 저온질소순환 방식으로  $35^\circ\text{C}$ 에서 30시간 건조된 저온초의 경우 L, a, b값이  $43.58 \pm 0.03$ ,  $24.18 \pm 0.01$ ,  $22.51 \pm 0.03$ 으로 세 군 중에서 가장 높게 나타나 가장 밝고 붉은 색과 황색이 많이 함유되어 있는 것으로 나타났다. 저온초의 aL값은 1053.76으로 태양초에 비해 더 밝았으며, 색차값은 3.84로 나타났다. 본 실험의 결과를 확인하기 위해 거창과 군위에서 재배된 고추로 화초와 저온초를 제조한 뒤 색도를 측정하였을 경우에도 저온질소순환방법에 의해 제조되어진 고춧가루는 전반적으로 밝은 적색을 띄고 화초의 색보다 우수한 것으로 나타났다(Data not shown).

고추는 대부분 수확 후 건조시켜 건조고추의 상태로 저장, 유통되며 이를 식용으로 소비할 때에는 분말상태인 고춧가루로 가공되어진다(2). 이때 고추의 주요색소인 capsanthin에 의한 적색도가 외적인 요소로 중요하게 여겨지며(15), Kim(2)은 일광 건조한 고추보다 열풍건조한 고추의 L값, a값 및 b값이 낮았음을 보고하였고 이는 본 실험결과와 동일하였다. 국내산 고추

와 수입산 고추의 색도를 비교한 Son 등(16)의 연구에서도 햇볕을 이용하여 건조시킨 국내산 고추의 L, a, b 값이 수입산에 비해 유의적으로 높게 나타났고, 관능검사 결과 검사자들이 전체적으로 밝고 빨간 정도와 노란 정도가 강한 색깔을 선호하여 수입산보다는 국내산 고춧가루에 더 높은 기호도를 나타내었다. 즉, 우리나라 사람들이 보편적으로 선호하는 고춧가루는 밝은 적색을 띄는 상품으로 이의 제조를 위해 태양초와 유사하거나 그 이상의 품질을 유지할 수 있는 저온질소순환장치를 이용한 건조방법을 사용하는 것이 유리한 것으로 나타났다.

### Crude capsanthin의 함량

건조방법에 따른 고춧가루의 crude capsanthin 함량은 Table 2에 나타내었다. 태양초의 capsanthin 함량은 저온초와 유사하게 높았으나, 화초는 태양초나 저온초에 비해 30%나 낮은 것으로 나타났다. 고춧가루의 주요색소는 capsanthin이고, 양질의 고춧가루일수록 capsanthin 함량이 높아 이것이 고추의 품질판정에 기준이 된다(11). Kim과 Rhee(17)는 건조고추 저장 중의 변색에 관한 연구에서 여러 가지 조건하에서 capsanthin 함량의 변화를 조사하였는데 저온 저장과 질소 가스내에서는 capsanthin의 감소가 거의 없었다고 하였다. 또한 Kim 등(18)의 연구에서도 상대습도가 높은 건조방법의 경우 고추의 색이 부분적으로 탈색되는 현상과 고추가 많았음을 보고하였고 따라서 저온질소순환 건조장치의 경우 건조한 질소가 순환하여 상대습도가 낮아지므로 고추의 탈색이 방지되어진 것으로 보여진다. 즉, 본 실험에서 태양초, 저온초에 비해 화초의 경우  $60^\circ\text{C}$  정도의 높은 온도에서 건조시키는 과정에서 capsanthin의 급격한 감소가 일어난 것으로 여겨지며, 양질의 고춧가루 제조를 위해 열풍건조 보다는 저온에서 질소공기 존재하에서 건조하는 것이 태양초와 유사한 품질의 고춧가루를 제조하는데 적합할 것으로 여겨진다.

### 환원당 함량

태양초의 환원당 함량은  $13.74 \pm 0.22\%$ 로 가장 낮은 값을 나

Table 1. Hunter values of red pepper powders prepared with different drying methods

Products	Hunter values					$\Delta E_{ab}^{(2)}$
	L	a	b	aL <sup>(1)</sup>		
Sun drying	$41.97 \pm 0.01^b$	$22.80 \pm 0.01^b$	$19.31 \pm 0.04^b$	956.92	-	
Hot-air drying	$40.94 \pm 0.02^a$	$18.45 \pm 0.11^a$	$17.52 \pm 0.04^a$	755.34	4.82	
N <sub>2</sub> -circulated low temp. drying	$43.58 \pm 0.03^c$	$24.18 \pm 0.01^c$	$22.51 \pm 0.03^c$	1053.76	3.84	

Values are mean  $\pm$  S.D.

<sup>(1)</sup>aL=a value  $\times$  L value.

<sup>(2)</sup> $\Delta E_{ab} = \{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2\}^{1/2}$ .

<sup>(a-c)</sup>Values in the same column not sharing a common superscript are significantly different at  $\alpha=0.05$  by Turkey's multiple range test.

Table 2. Crude capsanthin, reducing sugar, total vitamin C and capsaicinoids contents of red pepper powders prepared with different drying methods

	Sun drying	Hot-air drying	N <sub>2</sub> -circulated Low temp. drying
Crude capsanthin (Abs 462 nm)	$0.848 \pm 0.001^c$	$0.584 \pm 0.001^a$	$0.832 \pm 0.002^b$
Reducing sugar (%)	$13.74 \pm 0.22^a$	$14.62 \pm 0.31^b$	$15.46 \pm 0.23^c$
Total vitamin C (mg%)	$235.00 \pm 1.00^a$	$267.67 \pm 0.58^b$	$294.00 \pm 1.00^c$
Capsaicinoids			
Capsaicin (mg%)	$6.03 \pm 0.02^b$	$5.29 \pm 0.01^a$	$10.80 \pm 0.02^c$
Dihydrocapsaicin (mg%)	$4.24 \pm 0.01^a$	$4.24 \pm 0.01^a$	$6.28 \pm 0.02^b$

Values are mean  $\pm$  S.D.

<sup>(a-c)</sup>Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at  $\alpha=0.05$  by Turkey's multiple range test.

타내었고, 화초는  $14.62 \pm 0.31\%$ , 저온초는  $15.46 \pm 0.23\%$ 로 나타났다(Table 2). 고추의 맛은 매운맛과 단맛, 진미 및 다른 맛 성분이 혼합되어 나타나며 그 중에서 환원당인 glucose와 fructose는 고춧가루의 단맛에 관여한다. Park과 Lee(19)는 신선한 상태에서  $164.88 \text{ mg}\%$ 였던 총 유리당이 일광건조시  $101.33 \text{ mg}\%$ 로 감소하였고,  $60^\circ\text{C}$ 와  $90^\circ\text{C}$ 에서 건조하였을 때에는  $81.26 \text{ mg}\%$ 와  $65.40 \text{ mg}\%$ 로 크게 감소하였음을 보고하였다. Chung과 Hwang(20)은 수확시기 및 품종을 달리한 고추의 건조방법별 당 함량을 측정, 비교하였는데 동결건조한 경우 당 함량이 24.2-25.0%로 모두 가장 높았던 반면 일광건조와 열풍건조의 환원당 함량은 이보다 낮았고 경우에 따라 일광건조한 고추의 당이 열풍건조의 것보다 높거나 혹은 그 반대로 나타나 일관된 경향을 보이지 않았으며 저온으로 건조하는 것이 환원당의 손실을 막는 건조방법임을 알 수 있었다. 본 실험에서 고춧가루 제조방법에 따른 환원당 함량은 저온초에 비해 화초의 환원당 함량이 유의적으로 감소하였으며, 이는 화초의 색이 태양초나 저온초에 비해 어두워지는 것과 관련이 있는 것으로 여겨진다. 즉, 가열된 고추에 있어서 변색은 갈변물질의 생성에 기인되다는 것과 환원당이 갈변반응에 잘 이용된다(21)는 점으로 미루어 고온으로 건조하는 화초의 경우, 고추의 환원당을 이용한 Maillard 반응에 의해 갈변반응이 유도되고 이에 따라 저온초와의 색도차가 확연하게 나타나는 것으로 여겨진다.

### 총 비타민 C 함량

건조방법에 따른 고춧가루의 총 비타민 C 함량은 태양초의 경우  $235 \pm 1 \text{ mg}\%$ 로 가장 낮은 값을 나타내었고, 화초의 경우  $267.67 \pm 0.58 \text{ mg}\%$ , 저온초는  $294 \pm 1 \text{ mg}\%$ 로 나타나 환원당의 결과와 유사한 경향을 보였다(Table 2).

고추는 품종과 산지에 따라 비타민 C 함량의 차이가 나타나며 Choi 등(22)의 실험에 따르면 국내산 고춧가루의 총 비타민 C 함량은  $124-263 \text{ mg}\%$ 로 다양하게 측정되었고 본 실험과도 유사한 값을 나타내었다. 일반적으로 채소류의 비타민 C는 저장하거나 건조시키는 동안 급격히 파괴되는 것으로 알려져 있으나 고춧가루의 비타민 C 함량이 비교적 높은 것은 원재료인 고추가 채소류 중에서 비타민 C가 가장 많은 것 중의 하나이기 때문이다. Park(23)은 일광에서 15일간 건조한 고추는 건조 전에 비해 비타민 C 함량이 약 76% 감소하였고,  $60^\circ\text{C}$ 에서 49시간,  $90^\circ\text{C}$ 에서 8시간 건조시킨 것은 약 89%의 감소를 보고하여 열 뿐만 아니라 빛에 의해서도 상당한 손실이 일어남을 보고하였다. 본 실험에서도 세 가지 건조방법으로 제조한 고춧가루의 총 비타민 C의 함량은 저온초, 화초, 태양초의 순으로 높게 나타나 높은 온도 또는 장시간 건조하는 화초 및 태양초는 비타민 C의 손상이 크게 일어남을 알 수 있었고, 태양초의 비타민 C 함량이 화초에 비해 더 낮았던 것은 태양초 건조과정 중 열 뿐만 아니라 빛에 의해 노출되었으므로 이에 기인한 것으로 여겨진다. 저온질소순환건조방법은 비타민 C 파괴를 어느 정도 지연시킬 수 있는 좋은 건조방법으로 여겨지며 이는 제습된 공기가 계속적으로 순환하고 또한 진공상태에서 건조가 이루어지므로 수분이동에 대한 확산 저항이 감소됨(24)으로써 단시간내의 건조가 가능하기 때문이다. 즉, 이러한 건조시간의 단축이 여러 성분들의 분해를 막는데 도움을 준 것으로 보여진다.

### Capsaicin 및 dihydrocapsaicin의 함량

고춧가루의 capsaicin 및 dihydrocapsaicin을 HPLC로 정량한

결과는 Table 2에 나타난 바와 같다. Capsaicin 함량의 경우 태양초는  $6.03 \pm 0.02 \text{ mg}\%$ , 화초  $5.29 \pm 0.01 \text{ mg}\%$ , 저온초  $10.80 \pm 0.02 \text{ mg}\%$ 로 측정되었고, dihydrocapsaicin은 태양초  $4.24 \pm 0.01 \text{ mg}\%$ , 화초  $4.24 \pm 0.01 \text{ mg}\%$ , 저온초  $6.28 \pm 0.02 \text{ mg}\%$ 로 태양초 보다는 화초의 capsaicin의 파괴가 더 많이 일어나며 저온초의 경우는 적게 손실되는 것으로 나타났다. 균위 및 거창산 고추로 확인실험 하였을 때에도 화초에 비해 저온초의 capsaicinoids 함량은 각각 129%와 68% 유의적으로 높은 값을 나타내어(Data not shown) 저온질소순환방식에 의한 건조방법은 고추의 매운 맛성분을 파괴하지 않는 방법으로 여겨진다. 산지 및 품종별 고춧가루의 capsaicinoids의 함량을 분석한 Chai 등(14)의 연구에 따르면 그 함량이  $7.0-57.4 \text{ mg}\%$ 로 광범위하였으며, 시중 유통 고춧가루의 경우에도  $25.2-75.9 \text{ mg}\%$ 로 나타났다. 같은 품종이라 하더라도 지역에 따라 capsaicinoids의 함량은 큰 차이를 나타내었으며 고추의 생육단계 중 과피의 30%가 적색으로 변하는 단계까지는 capsaicinoids의 함량이 증가하여 최고에 달한 후 점차적으로 감소하여 100%가 적색으로 변하는 단계에서는 낮아진다고 한다(25). 본 실험에 사용한 고춧가루의 capsaicin 함량은  $5.29-10.80 \text{ mg}\%$ 로 Park 등(26)이 보고한  $3-33 \text{ mg}\%$ 에 비해 순한 맛에 속함을 알 수 있었다.

외관, 색도와 더불어 고추의 품질을 결정하는 가장 중요한 요소인 capsaicin은 건조온도에도 큰 영향을 받는다고 알려져 있는데, 일광건조와  $60, 90^\circ\text{C}$  전열 건조기에서 건조시킨 고춧가루의 capsaicin 농도를 비교한 결과 일광건조시 가장 높았고,  $60^\circ\text{C}$ 와  $90^\circ\text{C}$ 에 건조시킨 고춧가루의 capsaicin은 감소하는 것으로 보고 되었다(23). Capsaicin은 매운 맛을 내는 기호적인 측면 뿐만 아니라 식욕증진, 식염섭취 저하, 혈관확장 및 수축, 타액분비 촉진, 위산분비 및 장관운동 항진, 콜레스테롤 저하, 생리활성 peptide 방출(27), 에너지 대사항진(28,29), 혈중 지질 개선효과 및 항산화 비타민류의 혈중 항상성 유지에도 영향을 미치는 것으로 보고되어 있다(30). 이러한 측면에서 고추의 capsaicin을 손실 없이 고춧가루로 만드는 것은 매우 중요한 것으로 여겨지며, 본 실험에서 적용한  $35^\circ\text{C}$ 에서 건조하는 저온질소순환건조방법은 고추의 품질을 높임과 고추의 생리기능성을 살릴 수 있는 유용한 건조 방법으로 사료된다.

### 고추장의 색도

건조방법을 달리한 고춧가루를 식품에 실제 적용시켰을 때 어떠한 차이를 나타내는지 확인하기 위해 고춧가루가 제품의 특성에 중요한 역할을 하는 고추장을 제조·저장하면서 색도(Table 3-5) 및 관능검사에 의한 차이(Table 6, 7)를 조사한 결과는 다음과 같다. 고추장의 품질평가 기준으로 가장 중요한 항목인 색도 측정 결과 제조 직후 고추장은 건조방법에 관계 없이 L값은 큰 차이가 없었으나, a값 및 b값은 태양초 및 저온초 첨가 고추장에서 화초 첨가 고추장에 비해 매우 높게 나타내었고, 밝은 적색을 나타내는 aL값도 태양초, 화초, 저온초 첨가 고추장에서 각각 455.11, 294.46, 470.02로 나타났다(Table 3). 태양초 고추장과 화초의 경우 7.08로 매우 컸으며, 저온초의 경우 1.51로 나타나 태양초와 저온초는 비슷한 색도를 나타낸 반면 화초는 차이가 있었다. 2주와 4주 동안 숙성시킨 고추장의 L값, a값 및 b값은 제조 직후와 큰 차이가 없었으며(Table 4, 5) 화초 첨가 고추장의 aL값이 가장 낮아 어두운 것을 알 수 있었다. 이때 태양초와 저온초로 만든 고추장의 색도차는 1.20과 0.91로 낮아 두 고추장의 색이 유사한 것으로 나타났다. 고추장의 색택은 발효과정 중 상당한 변화가 일어나

**Table 3. Hunter values of *kochujang* made with red pepper powders prepared with different drying methods after preparation**

Hunter values	L	a	b	aL <sup>1)</sup>	$\Delta E_{ab}$ <sup>2)</sup>
<i>Kochujang</i>					
Sun drying	30.24 ± 0.04 <sup>b</sup>	15.05 ± 0.06 <sup>b</sup>	16.95 ± 0.06 <sup>b</sup>	455.11	-
Hot-air drying	29.27 ± 0.17 <sup>a</sup>	10.06 ± 0.21 <sup>a</sup>	12.02 ± 0.24 <sup>a</sup>	294.46	7.08
N <sub>2</sub> -circulated low temp. drying	29.45 ± 0.12 <sup>a</sup>	15.96 ± 0.14 <sup>c</sup>	17.69 ± 0.13 <sup>c</sup>	470.02	1.51

Values are mean ± S.D.

<sup>1,2,a-c)</sup>See the legend of Table 1.**Table 4. Hunter values of *kochujang* made with red pepper powders prepared with different drying methods during fermentation (2 weeks)**

Hunter values	L	a	b	aL <sup>1)</sup>	$\Delta E_{ab}$ <sup>2)</sup>
<i>Kochujang</i>					
Sun drying	29.34 ± 0.01 <sup>a</sup>	15.16 ± 0.05 <sup>b</sup>	15.85 ± 0.05 <sup>b</sup>	444.79	-
Hot-air drying	29.49 ± 0.01 <sup>b</sup>	13.65 ± 0.01 <sup>a</sup>	15.64 ± 0.03 <sup>a</sup>	402.54	1.53
N <sub>2</sub> -circulated low temp. drying	29.81 ± 0.02 <sup>c</sup>	15.98 ± 0.07 <sup>c</sup>	16.57 ± 0.07 <sup>c</sup>	476.36	1.20

Values are mean ± S.D.

<sup>1,2,a-c)</sup>See the legend of Table 1.**Table 5. Hunter values of *kochujang* made with red pepper powders prepared with different drying methods during fermentation (4 weeks)**

Hunter values	L	a	b	aL <sup>1)</sup>	$\Delta E_{ab}$ <sup>2)</sup>
<i>Kochujang</i>					
Sun drying	29.72 ± 0.01 <sup>b</sup>	15.54 ± 0.02 <sup>b</sup>	16.28 ± 0.09 <sup>b</sup>	461.85	-
Hot-air drying	29.33 ± 0.00 <sup>a</sup>	13.45 ± 0.04 <sup>a</sup>	16.06 ± 0.04 <sup>a</sup>	394.49	2.13
N <sub>2</sub> -circulated low temp. drying	29.70 ± 0.19 <sup>b</sup>	15.63 ± 0.01 <sup>c</sup>	17.19 ± 0.04 <sup>c</sup>	464.21	0.91

Values are mean ± S.D.

<sup>1,2,a-c)</sup>See the legend of Table 1.

는데 L값이 감소하여 흑변하는 경향을 나타내고 a와 b 값도 감소하는 것으로 보고되어 있으며(31), 장기간 저장해서 사용하는 고추장의 경우 밝으면서도 붉은 색을 띄는 고춧가루를 사용하는 것이 고추장의 변색을 최소화하는데 도움을 줄 것으로 여겨진다.

### 김치 및 고추장의 관능검사 결과

건조방법의 차이에 의한 고춧가루 첨가 김치의 관능적 특성을 파악하고자 고춧가루를 제외한 다른 양념은 동일하게 하여 김치를 담근 후 발효기간(1주, 2주, 3주)에 따라 색깔, 윤기, 전체적인 외관 등을 조사한 결과를 Table 6에 나타내었다. 김치즙의 색도는 여러 가지 부재료의 사용으로 고춧가루에서의 값과 다른 경향을 나타내었으며, 이는 저온초와 태양초의 경우 고춧가루의 색이 밝으면서 연한 경향을 띄어 다른 부재료들의 색도가 더 큰 영향을 미친 것으로 여겨진다(Data not shown). 숙성 1주에는 외관적 특성에 대한 김치간 관능적 차이는 나타나지 않았으나, 숙성 기간이 증가함에 따라 저온초 및 태양초 첨가 김치는 윤기가 강할 뿐만 아니라 색깔이 밝아서 전체적인 외관이 좋은 것으로 나타났다. 일반적으로 태양초는 화초에 비해 윤기가 강하며 따라서 고춧가루의 윤기가 김치에도 잘 반영되어지는 것으로 보여진다.

Table 7에는 건조방법이 다른 세계1호 고춧가루 첨가 고추장의 숙성기간별(0주, 2주, 4주) 관능검사 결과를 나타내었다. 고추장의 관능검사 결과도 김치와 비슷한 경향으로 저온초 첨가 고추장이 가장 윤기가 강하고 색깔 또한 밝아 전체적인 외관에서 높은 선호도를 나타내었으며 고추장의 숙성 기간에 따른

차이는 크게 나타나지 않았다. 이상의 관능검사 결과를 종합할 때, 김치와 고추장의 제조에 저온질소순환 방식으로 건조한 고춧가루를 첨가하는 것은 제품의 기호도를 상승시킬 수 있다고 사료된다.

## 결 론

고춧가루의 품질고급화를 위해 저온질소순환 방식으로 35°C에서 30시간 건조하는 새로운 방법을 고추 건조 공정에 적용하여 고춧가루를 제조하였고, 이 제품과 기존 건조법인 일광으로 14일간 건조한 태양초와 60°C에서 65시간 건조한 화초의 이화학적 특성을 분석하여 비교한 결과 저온질소순환 방식으로 건조한 세계1호 저온초의 Hunter value는 태양초 및 화초보다 L값(명도), a값(적색도) 및 b값(황색도)이 가장 높았다. Crude capsanthin 함량은 저온초와 태양초에서 월등히 높았으며 화초는 낮은 것으로 나타났고 환원당 및 총 비타민 C의 함량은 저온초>화초>태양초의 순으로 높았다. Capsaicin 함량은 저온초에서 높게 나타났고, 화초 제조시 감소하였다. 고추장의 L값은 건조방법에 따른 제품간 큰 차이가 없었으나, a값 및 b값은 태양초 및 저온초 첨가 고추장에서 높아졌고 밝은 적색을 나타내는 aL값도 화초에 비해 태양초와 저온초로 제조한 고추장에서 높았다. 건조방법을 달리한 고춧가루를 이용하여 제조한 김치와 고추장의 관능검사 결과, 저온초와 태양초 간에는 유사하였으나 화초로 제조한 제품의 경우 윤기와 밝기 등 외관적 특성에 있어 선호도가 현저히 낮았다. 이상의 이화학적 및 관능적 결과로 미루어 볼 때, 저온질소순환 방식으로 건조한 고춧

**Table 6. Sensory evaluation of kimchi made with red pepper powders prepared with different drying methods during fermentation**

	Items	Sun drying	Hot-air drying	N <sub>2</sub> -circulated low temp. drying
1 week	Gloss	4.85 ± 1.38 <sup>b</sup>	3.85 ± 1.20 <sup>ab</sup>	3.15 ± 1.63 <sup>a</sup>
	Color	4.55 ± 1.54 <sup>a</sup>	3.65 ± 1.38 <sup>a</sup>	5.15 ± 0.82 <sup>b</sup>
	Overall appearance	4.90 ± 1.22 <sup>NS</sup>	3.65 ± 1.38	3.65 ± 1.29
2 week	Gloss	4.29 ± 0.76 <sup>b</sup>	2.00 ± 1.00 <sup>a</sup>	6.14 ± 3.78 <sup>c</sup>
	Color	4.57 ± 1.13 <sup>b</sup>	3.00 ± 1.41 <sup>a</sup>	6.00 ± 0.58 <sup>b</sup>
	Overall appearance	4.57 ± 0.98 <sup>b</sup>	2.29 ± 0.95 <sup>a</sup>	6.57 ± 0.54 <sup>c</sup>
3 week	Gloss	6.00 ± 1.00 <sup>b</sup>	3.86 ± 1.07 <sup>a</sup>	5.86 ± 0.69 <sup>b</sup>
	Color	6.43 ± 0.79 <sup>b</sup>	4.00 ± 1.53 <sup>a</sup>	5.43 ± 0.79 <sup>ab</sup>
	Overall appearance	6.43 ± 0.79 <sup>b</sup>	3.71 ± 1.60 <sup>a</sup>	5.57 ± 1.40 <sup>b</sup>

Values are mean ± SD of 10 sensory scores.

<sup>a-c)</sup>Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at  $\alpha=0.05$  by Turkey's multiple range test.

<sup>NS)</sup>Values in the same row are not different.

**Table 7. Sensory evaluation of kochujang made with red pepper powders prepared with different drying methods during fermentation**

	Items	Sun drying	Hot-air drying	N <sub>2</sub> -circulated low temp. drying
0 week	Gloss	5.29 ± 0.95 <sup>b</sup>	3.57 ± 0.54 <sup>a</sup>	5.14 ± 0.90 <sup>b</sup>
	Color	5.29 ± 1.11 <sup>b</sup>	2.29 ± 0.76 <sup>a</sup>	5.14 ± 1.14 <sup>b</sup>
	Overall appearance	5.43 ± 1.27 <sup>b</sup>	2.71 ± 0.49 <sup>a</sup>	5.00 ± 0.58 <sup>b</sup>
2 week	Gloss	4.38 ± 1.41 <sup>b</sup>	2.88 ± 1.13 <sup>a</sup>	5.63 ± 0.74 <sup>b</sup>
	Color	4.63 ± 1.30 <sup>b</sup>	2.38 ± 1.06 <sup>a</sup>	5.88 ± 1.36 <sup>b</sup>
	Overall appearance	4.75 ± 1.58 <sup>b</sup>	2.63 ± 1.19 <sup>a</sup>	5.63 ± 1.06 <sup>b</sup>
4 week	Gloss	5.33 ± 1.12 <sup>b</sup>	3.56 ± 1.01 <sup>a</sup>	5.56 ± 1.13 <sup>b</sup>
	Color	5.00 ± 1.00 <sup>b</sup>	2.67 ± 0.87 <sup>a</sup>	5.89 ± 1.05 <sup>b</sup>
	Overall appearance	5.33 ± 1.12 <sup>b</sup>	2.88 ± 0.84 <sup>a</sup>	5.44 ± 1.24 <sup>b</sup>

Values are mean ± SD of 10 sensory scores.

<sup>a-c)</sup>Values in the same row not sharing a common superscript are significantly different at  $\alpha=0.05$  by Turkey's multiple range test.

가루는 기존의 일광 및 화건으로 제조한 고춧가루 보다 상품성이 우수하여 궁극적으로 고춧가루 및 관련 식품의 품질고급화에 기여할 수 있으리라 생각된다.

## 감사의 글

본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 지역협력연구센터인 인제대학교 바이오헬스 소재 연구센터(Biohealth Products Research Center)의 일부 연구비 지원으로 수행되었고 이에 감사드립니다.

## 문헌

1. Ministry of agricultural and forestry of republic Korea. Statistical yearbook of agriculture, forestry and fisheries, Sam Jong Co. Ltd., Seoul, Korea. p. 237, (1996)
2. Kim MH. Color development of whole red peppers during drying. Food Engineering Progress. 1: 174-178 (1997)
3. Jang YJ. Young-yang red pepper. Available from: <http://www.kochutown.co.kr>. Accessed May 28, 2003.
4. Chung SK, Keum DH, Lee DS. Process optimization of red pepper drying for the improvement of drying efficiency. Korean J. Food Sci. Technol. 24: 428-439 (1992)
5. Lee HD, Kim MH, Lee CH. Relationships between the taste components and sensory preference of Korean red peppers. Korean J. Food Sci. Technol. 24: 266-271 (1992)
6. Shin HH, Lee SR. Quality attributes of Korean red pepper according to cultivars and growing areas. Korean J. Food Sci. Technol. 23: 296-300 (1991)
7. Park NH. General outline and status of application for freeze-drying. J. of Air-Conditioning and Refrigerating Engineers of Korea 24: 338-345 (1995)
8. Hwang HC. Instrument of N<sub>2</sub>-circulated low temperature freezing dryer. Korean Patent 2002-0070701 (2002)
9. Shin HJ, Shin DH, Kwak YS, Choo JJ, Kim SY. Changes in physicochemical properties of kochujang by red ginseng addition. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 760-765 (1999)
10. Francis FJ, Clydesdale FM. Food colorimetry: Theory and applications. The AVI Pub. Co. Inc., Westport, CN, USA. pp. 25-35 (1975)
11. Chun JK, Park SK. Color measurement of red pepper powder and its relationship with the quality. J. Korean Agri. Chem. Soc. 22: 18-23 (1979)
12. Somogy M, Nelson N. Notes on sugar determination. J. Biol. Chem. 195: 19-23 (1952)
13. The Korean Society of Food Science and Nutrition. Handbook of experiments in food science and nutrition. Hyoil Press, Seoul, Korea. pp. 258-259 (2000)
14. Chai JY, Kim MS, Han IK, Lee SY, Yeo IH. Relationships between the content and sensory evaluation of pungent principles in red pepper. J. Korean Soc. Anal. Sci. 7: 541-545 (1994)
15. Kim KS, Roh SM, Park JR. Effect of light quality (red, blue) on the major components of hot pepper fruit. Korean J. Food Sci. Technol. 11: 162-165 (1979)
16. Son SM, Lee JM, Oh MS. A comparative study of nutrients and taste components in Korean and imported red peppers. Korean J.

- Nutr. 28: 53-60 (1995)
17. Kim DY, Rhee CO. Color and carotenoid changes during storage of dried red pepper. Korean J. Food Sci. Technol. 12: 53-58 (1980)
  18. Kim JY, Keum DH, Park JH, Kang WW, Han CS, Lee YK. Evaluation of quality of red pepper with variations in drying methods. Korean J. Post-harvest Sci. Technol. Agri. Products 3: 137-143 (1996)
  19. Park CR, Lee KJ. A study on the influence of drying methods upon the chemical changes in red pepper. 2. Changes of free amino acid, free sugar. Korean J. Nutr. 8: 173-177 (1975)
  20. Chung KM, Hwang JM. Quality of single-harvested red peppers by drying methods. Korean J. Food Sci. Technol. 35: 329-333 (2003)
  21. Kim DY, Rhee CO, Shin SC. Color changes of red pepper by drying and milling methods. J. Korean Agri. Chem. Soc. 25: 1-7 (1982)
  22. Choi SM, Jeon YS, Park KY. Comparison of quality of red pepper powders produced in Korea. Korean J. Food Sci. Technol. 32: 1251-1257 (2000)
  23. Park CR. A study on the influence of drying methods upon the chemical changes in red pepper. 1. Changes of carotenoids, capsaicin and vitamin C. Korean J. Nutr. 8: 167-172 (1975)
  24. Choe SY. A study on the thermal characteristics of agriculture products in the process of low temperature vacuum drying (With cayenne as the object product for drying). J. Korean Soc. Power System Eng. 5: 44-49 (2001)
  25. Yun HK, Kim KY, Kim YC, Lee JW, Kim IS, Yoo KC, Higashio H. Change of some constituents along with the fruit maturity in *Capsicum* species. J. Korean Soc. Hort. Sci. 43: 39-42 (2002)
  26. Park JS, Kim MH, Yu RN. Approximate amounts of capsaicin intakes determined from capsaicin contents in powdered soups of Korean instant noodles and hot peppers. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 28: 501-504 (1999)
  27. Buck SH, Burks TF. The neuropharmacology of capsaicin: review of some recent observations. Pharmacol. Rev. 38: 773-775 (1979)
  28. Watanabe T, Kawada T, Iwai K. Enhancement by capsaicin of energy metabolism in rat through secretion of catecholamine from adrenal medulla. Agric. Biol. Chem. 51: 75-79 (1987)
  29. Kim KM, Teuro K, Kengo I, Kazuo I, Tohu F. Swimming capacity of mice is increased by oral administration of a nonpungent cap analog, stearyl vanillyamide. J. Nutr. 128: 1978-1983 (1998)
  30. Yu RN, Kim JM, Han IS, Kim BS, Lee SH, Kim MH, Cho SH. Effect of hot taste preference on food intake pattern, serum lipid and antioxidative vitamin levels in Korean college students. J. Korean Soc. Food Nutr. 25: 338-345 (1996)
  31. Lim SB, Jwa MK, Mok CK, Park YS. Quality changes in *kochujang* treated with high hydrostatic pressure. Korean J. Food Sci. Technol. 33: 444-450 (2001)

---

(2003년 7월 16일 접수; 2003년 12월 4일 채택)