

건조방법에 따른 고춧가루의 품질특성

— 연구노트 —

임용래¹ · 경예나¹ · 정현상¹ · 김혜영² · 황인국³ · 유선미³ · 이준수^{1*}

¹충북대학교 식품공학과

²용인대학교 식품영양학과

³농촌진흥청 국립농업과학원 농식품자원부

Effects of Drying Methods on Quality of Red Pepper Powder

Yongre Lim¹, Yena Kyung¹, Heon Sang Jeong¹, Hae Yong Kim²,
In Guk Hwang³, Seon Mi Yoo³, and Junsoo Lee^{1*}

¹Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

²Dept. of Food Science and Nutrition, Yong In University, Gyeonggi 449-714, Korea

³Korean Food & Culture Division, Rural Development Administration, Gyeonggi 441-853, Korea

Abstract

Red pepper (*Capsicum annuum* L.) powder is widely used as a spice and flavor ingredient in the food industry. It is well known that during the drying process red pepper undergoes physico-chemical and nutritional changes. The objective of this study was to investigate the quality of red pepper powder according to drying method. Red pepper was dried by far-infrared drying, hot air drying, and polyethylene (PE) house drying. Average moisture content of dried red pepper powder from the three different drying methods was $12.5 \pm 0.3\%$. The pH level slightly increased from 4.93 before drying to 5.00~5.54 after drying. Contents of capsaicinoids were highest (224.40 mg/100 g) in the PE house drying method and lowest (191.87 mg/100 g) in the hot air drying (70°C) method. However, capsaicinoid contents were not significantly different among the various drying methods. Vitamin C content decreased as temperature increased. Drying conditions, particularly temperature, lead to loss of vitamin C in red pepper, resulting in quality degradation. Taken together, these results demonstrate that the content of vitamin C, one of the major factors affecting pepper powder quality, was affected by drying temperature.

Key words: red pepper powder, capsaicinoids, vitamin C, drying methods

서 론

남아메리카 지역이 원산지인 고추(*Capsicum annuum* L.)는 가지과에 속하는 다년생 초본으로(1), 우리나라에는 약 400년 전에 도입된 것으로 알려져 있다. 고추는 매운 맛과 붉은 색을 지니고 있어 가장 많이 소비되는 향신료 중 하나이며, 대부분의 고추는 건조된 상태로 저장하며 고춧가루 형태로 가공되어지고 있다(2).

고춧가루 품질을 평가하는 매운맛 및 영양성분으로는 크게 capsaicin과 vitamin C 등이 있으며, 이러한 성분들이 고춧가루 구매 시 매우 중요한 요소로 작용하는데 일반적인 품질로 내적인 요소에는 capsaicinoids와 vitamin C, 외적인 요소에는 착색도가 매우 중요한 지표가 되고 있다고 보고되어지고 있다(3). 이중 고춧가루에서 나타나는 붉은색 색도는 소비자가 상품을 선택하는데 가장 영향을 미치는 요인으로 작용하고 있다(4). 고춧가루의 매운맛 성분인 capsaicin(8-

methyl-N-vanillyl-6-nonenamide)은 무색이고 지용성이며 동족체에는 dihydrocapsaicin, nordihydrocapsaicin, homocapsaicin, homodihydrocapsaicin 등의 12종이 알려져 있다. 이 중 capsaicin과 dihydrocapsaicin이 고추 매운맛의 대부분을 차지하고 있다(5). Capsaicin의 생리활성에는 항균, 통증완화, 항암 및 에너지대사향진, 혈중 지질 개선 등이 보고되어 있다(6-8). 또한 다른 향신료에 비해 고춧가루에 많이 함유되어 있는 vitamin C는 항암효과와 활성산소를 제거하는 항산화 작용 등의 생물학적 활성을 갖는 기능적, 영양학적 화합물이다(9).

고추의 유통형태가 원형상태에서 고춧가루로 전환되면서 자연그대로의 색깔을 가진 우수한 고춧가루를 생산할 수 있는 건조방법이 요구되어진다. 현재 고추의 주된 건조방법은 일광건조인 polyethylene(PE) house와 열풍건조, 원적외선 건조가 있으며, 건조된 고추의 품질은 건조방법과 건조온도와 같은 건조조건에 좌우된다. 고추를 적당히 일광건조하면

*Corresponding author. E-mail: junsoo@chungbuk.ac.kr
Phone: 82-43-261-2566, Fax: 82-43-271-4412

고추의 품질이 좋아진다고 보고되었으나(10), 건조시간이 오래 걸리고 기상 조건에 따라 고추의 품질에 상당한 영향을 주며, 일부 고추는 시간이 오래되면서 썩게 된다(11). 이와 같이 고추의 건조조건에 따른 품질과 위생상의 중요성 때문에 고추의 건조조건에 따른 많은 연구가 진행되어 왔다(12). 따라서 고춧가루의 매운맛 및 영양성분을 유지하고 고품질 생산에 부흥하기 위해서는 고춧가루 제조 시보다 합리적인 고추의 건조방법에 대한 연구가 필요하다고 판단되어진다.

본 연구에서는 충북 청주지역의 재래시장에서 구입한 청양품종의 고추를 PE House 건조, 열풍건조 및 원적외선 건조 방법을 이용하여 고춧가루를 제조하고 품질특성의 변화를 비교 검토하였다.

재료 및 방법

재료 및 시약

본 연구에 사용된 청양품종의 고추는 충북 청주지역의 재래시장에서 구입하였으며 구입한 시료는 분석을 위해 세척한 후 고추의 꼭지와 씨를 제거 후 과피를 2~3등분 절단하여 건조하였다. 건조방법으로는 PE House 건조, 열풍건조(60°C, 70°C, 80°C), 원적외선 0.6 m/s(60°C, 70°C, 80°C)로 나누어 건조하였으며, 건조된 고추는 분쇄기를 이용하여 분쇄하여, 500 µm 체를 통과시켜 시료를 제조하였다. Capsaicinoids 측정에 이용된 표준물질은 capsaicin과 dihydrocapsaicin의 혼합물로 Sigma Chemical Co.(St. Louis, MO, USA)에서 구입하였으며 acetonitrile, methanol, water는 J.T. Baker(Phillipsburg, NJ, USA)로부터 HPLC 등급을 사용하였다.

수분함량 측정

고춧가루의 수분함량은 시료를 용기에 2 g씩 취한 후 105°C의 dry oven을 이용하여 Sung 등(13)의 방법에 따른 상압 가열 건조법을 이용하여 측정하였다.

pH 측정

고춧가루의 pH는 Hwang 등(14)의 방법을 이용하여 측정하였다. 고춧가루 1 g에 100 mL 증류수를 가하고 상온 조건에서 200 rpm으로 5분간 교반추출 하였다. 추출액은 Toyo No. 1 filter paper(Advantec, Toyko, Japan)를 사용하여 여과하였으며 pH meter(Istek Inc., Seoul, Korea)를 사용하여 측정하였다. 모든 시료는 3회 반복 측정하여 평균값을 구하였다.

매운맛 함량 분석

Capsaicin 및 dihydrocapsaicin 함량은 Jeon과 Lee(15)의 방법을 이용하여 측정하였다. 건조된 고추시료 1 g을 methanol 50 mL와 혼합하며 homogenizer(Ultra Turrax T25 IKA labortechnik Co., Staufen, Germany)로 2분간 균질화 하였다. Toyo No. 2 filter paper를 이용하여 여과하였으며 100 mL mask flask에 methanol로 정용하였다. 정용 후 1

mL를 0.45 µm membrane filter로 여과하여 HPLC(Jasco, Tokyo, Japan)로 분석하였다. 분석 칼럼은 Luna 5 µ C18(2) 100 Å column(5 µm, 4.6×250 mm)을 사용하였으며 형광 검출기를 이용하여(Exλ=280 nm, Emλ=320 nm) 두 이성체를 검출하였다. 이동상은 acetonitrile : water : glacial acetic acid(60:39:1, v/v/v)로 유속은 1.0 mL/min이었으며 시료의 일회 주입량은 20 µL였다.

Vitamin C 함량 분석

Ascorbic acid의 함량은 Wang 등(16)의 방법을 이용하여 측정하였다. 건조된 시료 0.2 g에 3% metaphosphoric acid 용액 50 mL를 가하고 homogenizer로 2분간 균질화 시킨 후 100 mL mass flask에 3% metaphosphoric acid로 정용하였다. 정용 후 원심분리기를 이용하여 12,000 rpm에서 2분간 원심분리 하여 얻은 상등액 1 mL를 0.45 µm membrane filter로 여과하여 HPLC로 분석하였다. 분석 칼럼은 CrestPak C18S(5 µm, 4.6×150 mm)를 사용하였고 유속은 0.8 mL/min이었으며 이동상은 water : trifluoroacetic acid(99:1, v/v)를 사용하였다. 시료의 주입량은 20 µL였으며 UV detector를 사용하여 254 nm에서 ascorbic acid를 정량하였다.

ASTA(American Spice Trade Association) value 측정

시료 0.1 g에 acetone 100 mL를 가하여 shaker를 이용하여 200 rpm에서 30분간 교반추출 하였으며 Toyo No. 2 filter paper로 여과하였다. 추출물의 흡광도는 분광광도계를 이용하여 460 nm에서 붉은색을 측정하였다(17).

$$\text{ASTA value} = \frac{\text{Absorbance} \times 16.4}{\text{Sample weight (g)}}$$

결과 및 고찰

수분함량 및 pH

시중에 판매, 유통되어지고 있는 고춧가루의 수분함량은 품질규격 기준에 해당하는 15% 이하로 보고되어져 있다(18). 본 연구에서는 건조 후 고춧가루의 수분함량이 12.05~14.01%를 나타내었으며(Table 1), 이는 건조 시간, 온도에

Table 1. Influence of drying methods on proximate composition in red pepper (*Capsicum annuum* L.) powder¹⁾

Drying method	Temperature (°C)	Moisture (%)	pH
Control (raw)		85.08±0.47	4.93±0.09
Polyethylene House drying	35	12.97±1.60	5.54±0.04
Hot air drying	60	12.71±0.33	5.08±0.02
Hot air drying	70	14.01±1.07	5.28±0.01
Hot air drying	80	12.02±0.60	5.06±0.01
Far-infrared drying	60	13.89±0.68	5.15±0.02
Far-infrared drying	70	12.05±0.84	5.00±0.04
Far-infrared drying	80	13.61±0.27	5.21±0.05

¹⁾All samples were assayed in triplicate.

기인한 것으로 보고되어지고 있다(12). pH는 고춧가루에 포함된 산 성분들과 밀접한 관련이 있는 것으로 사료되어지며 (19), 본 연구에서는 건조 후 고춧가루의 pH가 건조 전 생고추인 4.93보다 다소 높은 5.00~5.54를 나타내었다. 하지만 건조 방법 및 조건에 따른 고춧가루 pH의 유의적인 차이는 보이지 않았다.

매운맛 함량 분석

고춧가루 특유의 매운 맛을 내는 매운맛성분은 고춧가루 품질 평가기준으로서 매우 중요하다. 고춧가루의 매운맛 성분은 capsaicin과 dihydrocapsaicin 등의 여러 가지 포화 및 불포화 아마이드 화합물의 혼합체로 이루어진 capsaicinoids이다. 이러한 성분들이 복합적으로 함유되어 매운 맛을 결정하는 것으로 알려져 있다(20,21). 본 연구에서의 건조 방법 및 조건에 따른 고춧가루의 capsaicinoids 함량을 비교한 결과는 Fig. 1에 나타내었다. Capsaicin의 함량 범위는 145.06~171.01 mg/100 g이고 dihydrocapsaicin 46.56~54.50 mg/100 g이었다. 선행 연구 결과 보고에 의하면 건조 온도에 따른 고춧가루의 capsaicin 함량 변화는 크지 않았으며, 또한 PE House 건조가 다른 건조방법에 비해 capsaicin의 감소량이 적었으나 큰 유의적 차이를 나타내지 않았다(22). 본 연구 결과에서도 이전 보고된 결과와 마찬가지로 건조 방법 및 조건에 따른 고춧가루의 capsaicinoids 함량이 유의적 차이를 나타내지 않았다.

Vitamin C 함량 분석

고춧가루에 함유된 수용성 vitamin C는 활성산소를 제거하는 항산화 작용 및 임파조직 강화 등의 기능이 있다고 알려져 있다(23). 이러한 vitamin C 함량은 건조 중에 상당량이 파괴 손실되며, 가열처리 과정 중 열에 약한 성질 때문에 가공식품의 품질을 결정하는 지표로 여겨지고 있다(24). 본 연구에서의 건조 방법 및 조건에 따른 고춧가루의 vitamin

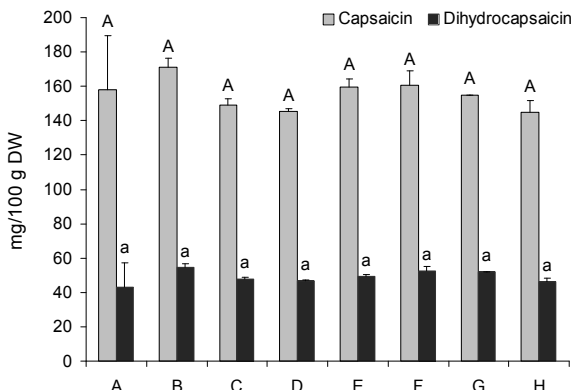


Fig. 1. Comparison of capsaicinoids in red pepper powder (*Capsicum annuum* L.) by different drying method. A, Control (raw); B, PE House drying; C, Hot air drying 60°C; D, Hot air drying 70°C; E, Hot air drying 80°C; F, far infrared drying 0.6 m/s 60°C; G, far infrared drying 0.6 m/s 70°C; H, far infrared drying 0.6 m/s 80°C. Means with different letters on the same bar are significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

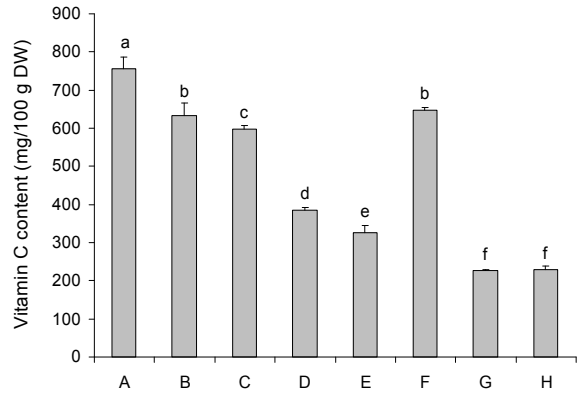


Fig. 2. Comparison of vitamin C in red pepper powder (*Capsicum annuum* L.) by different drying method. A, Control (raw); B, PE House drying; C, Hot air drying 60°C; D, Hot air drying 70°C; E, Hot air drying 80°C; F, far infrared drying 0.6 m/s 60°C; G, far infrared drying 0.6 m/s 70°C; H, far infrared drying 0.6 m/s 80°C. Means with different letters on the same bar are significantly ($p<0.05$) different by Duncan's multiple range test.

C 함량을 비교한 결과는 Fig. 2에 나타내었다. 분석 결과 건조 후 고춧가루의 vitamin C 함량은 건조 전 고추인 754.74 mg/100 g에 비하여 227.55 mg/100 g~612.77 mg/100 g으로 감소하였다. 높은 온도(70°C, 80°C)에서 원적외선 건조한 고춧가루의 vitamin C 함량이 다른 건조방법에 비하여 가장 손실이 크게 나타났고, 다음으로는 원적외선 건조와 마찬가지로 고온(70°C, 80°C)에서 건조한 열풍건조에서 vitamin C 함량의 손실이 크게 나타났다. 이는 vitamin C의 열에 대한 낮은 안정성 때문에 높은 온도에서는 파괴가 잘 일어나는 것으로 추정된다(25). 또한 vitamin C의 함량은 비교적 낮은 온도 건조 조건인 PE House, 열풍 60°C과 원적외선 60°C에서 596.60~648.31 mg/100 g으로 높은 수준을 나타내었다. 하지만 PE House 건조의 경우 부대시설의 비용이 저렴하지만 건조과정 중 일기의 영향을 받으며, 오랜 건조기간이 필요하다. 또한 건조과정 중에 자연 상태로 노출되어 있어 오염 등으로 인한 변질이 되기 쉽다(26). 따라서 건조기간을 단축시킬 수 있을 뿐 아니라 오염에 대한 단점을 보완하며, PE House 건조와 유사한 수준의 vitamin C 함량 손실을 나타내는 열풍건조 60°C와 원적외선 건조 60°C가 효과적인 건조방법으로 판단되어진다.

ASTA value 측정

고춧가루 추출액의 색도(ASTA color) 값은 고춧가루의 색소 함량을 나타내는 지표로 품질평가 및 상품가치에 주요한 영향을 미치며, 미국향료무역조합(American Spice Trade Association)에서 지정하여 국제적으로 고춧가루의 색을 표현할 때 사용하는 단위이다. ASTA color 값이 90 이하를 1등급이라 하며, 90~110까지를 2등급, 110 이상을 3등급이라 하며 등급번호가 높을수록 붉은 색소함량이 많아진다고 하였다(27). 본 연구에서는 여러 건조에 따른 고춧가루의 ASTA color 값의 변화는 Fig. 3에서 보는 바와 같이 126.68

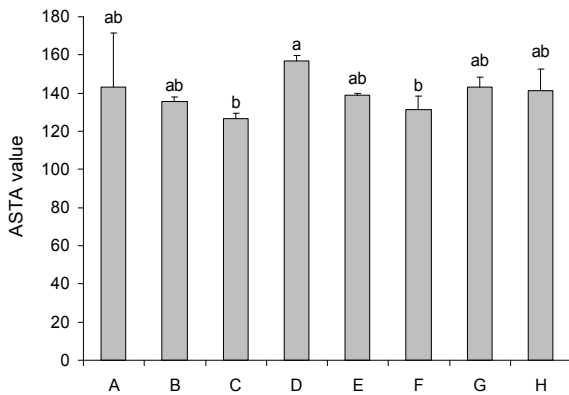


Fig. 3. ASTA value with different dry condition of red pepper powder (*Capsicum annuum* L.). A, Control (raw); B, PE House drying; C, Hot air drying 60°C; D, Hot air drying 70°C; E, Hot air drying 80°C; F, far infrared drying 0.6 m/s 60°C; G, far infrared drying 0.6 m/s 70°C; H, far infrared drying 0.6 m/s 80°C. Means with different letters on the same bar are significantly ($p < 0.05$) different by Duncan's multiple range test.

~156.77로 모두 3등급 이상으로 나타났다. 선행 연구 결과 보고에 의하면 ASTA color 값이 열풍건조 90°C에서 가장 낮았으며, 열풍건조 50~80°C에서는 큰 유의적 차이를 나타내지 않았다(28). 본 연구 결과에서도 이전 보고된 결과와 마찬가지로 건조조건에 따른 고춧가루의 ASTA color 값이 유의적 차이를 나타내지 않았다. ASTA color 값은 capxanthine, capsorubin, β -carotene 같은 carotenoids로부터 주로 기인된다(29). 이는 높은 온도에 의해 변색되며, 효소적, 비효소적 갈변현상과 밀접한 관련이 있다고 알려져 있다(30). 본 연구에서의 ASTA color 값은 건조온도 조건 대한 영향을 크게 받지 않아 갈변현상이 심하게 일어나지 않은 것에 기인하는 것으로 판단된다.

고추의 건조방법에 따른 품질특성의 변화를 비교하기 위하여 한 가지 품종의 청양 고추를 PE House 건조, 열풍건조(60°C, 70°C, 80°C), 원적외선 0.6 m/s(60°C, 70°C, 80°C)로 나누어 건조하였다. 건조 후 고춧가루의 수분함량은 15% 이하를 함유하였으며, pH와 ASTA value 및 capsaicinoid의 함량은 건조방법에 따른 유의적인 차이를 보이지 않았다. 하지만 vitamin C의 함량은 비교적 낮은 온도 건조조건인 PE House, 열풍 60°C과 원적외선 60°C에서 가장 높게 나타났다.

요 약

본 연구에서는 건조방법에 따른 고춧가루의 품질 변화를 비교하기 위하여 한 가지 품종의 고추를 PE House 건조, 열풍건조, 원적외선 방법을 이용하여 건조한 다음, 건조조건별로 고춧가루의 수분함량 변화, pH, ASTA value 및 capsaicinoids와 vitamin C의 함량을 조사하였다. 건조 후 고춧가루의 수분함량은 12.05~14.01% 함유한 것으로 나타났으며, pH는 건조 전 생고추인 4.93보다 다소 높은 5.00~5.54를 나타내었다. 고춧가루의 매운맛을 나타내는 총 capsaici-

noids의 함량은 PE House 건조에서 224.40 mg/100 g으로 가장 높게 나타났으며, 열풍 70°C 건조에서 191.87 mg/100 g으로 가장 낮게 나타났다. 하지만 건조방법에 따른 capsaicinoids 함량이 유의적 차이를 보이지 않았기 때문에, 매운맛 함량의 변화는 큰 차이를 나타내지 않았다. 고춧가루의 대표적 항산화제인 vitamin C 함량은 다른 건조방법 및 조건에 비해 PE House, 열풍 60°C과 원적외선 60°C에서 596.60~648.31 mg/100 g으로 높은 수준의 함량을 나타내었다. 소비자가 고춧가루를 선택하는데 중요한 요소로 작용하는 ASTA value는 126.68~156.77로 건조방법 및 조건에 따른 유의적 차이를 나타내지 않았다. 따라서 고추의 건조방법 및 조건을 낮은 온도 조건에서의 열풍, 원적외선 건조방법으로 결정한다면 고춧가루의 vitamin C의 손실을 최소화하고 PE House 건조에 비해 신속하며 오염을 예방하는 고품질의 고춧가루 제품을 생산할 수 있을 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 농촌진흥청의 연구비 지원(과제번호 PJ007805 및 PJ007524)에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

문 헌

- Kim DY, Rhee CO, Shin SH. 1982. Color changes of red pepper by drying and milling methods. *J Korean Agr Chem Soc* 25: 1-7.
- Ku KH, Kim NY, Park JB, Park WS. 2001. Characteristics of color and pungency in the red pepper for Kimchi. *Korean J Food Sci Technol* 33: 231-237.
- Chun JK, Suh CS. 1980. The relationship between the storage humidity and the sorption rate of red pepper powder. *J Korean Agric Chem Soc* 23: 1-6.
- Hornero-Mendez D, Minguez-Mosquera MI. 2001. Rapid spectrophotometric determination of red and yellow isochromic carotenoid fractions in paprika and red pepper oleoresins. *J Agric Food Chem* 49: 3584-3588.
- Chiang GH. 1986. HPLC analysis of capsaicins and simultaneous determination of capsaicins and piperine by HPLC-ECD and UV. *J Food Sci* 51: 499-503.
- Zhang WY, Po ALW. 1994. The effectiveness of topically applied capsaicin. *Eur J Clin Pharmacol* 46: 517-522.
- Mori A, Lehman S, O'Kelly J, Kumagai T, Desmond JC, Pervan M, McBride WH, Kizaki M, Koeffler P. 2006. Capsaicin, a component of red pepper, inhibits the growth of androgen-independent, p53 mutant prostate cancer cells. *Cancer Res* 66: 3222-3229.
- Hsu CL, Yen GC. 2007. Effects of capsaicin on induction of apoptosis and inhibition of adipogenesis in 3T3-L1 cells. *J Agric Food Chem* 55: 1730-1736.
- Topuz A, Ozdemir F. 2007. Assessment of carotenoids, capsaicinoids and ascorbic acid composition of some selected pepper cultivars (*Capsicum annuum* L.) grown in Turkey. *J Food Compos Anal* 20: 596-602.
- Park CR. 1975. 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: 167-173.

11. Kim KH, Chun JK. 1975. The effects of the hot air drying of red pepper on the quality. *Korean J Food Sci Technol* 7: 69-73.
12. Joo HK, Kim SS, Sa TM. 1995. Effect of drying condition on the colors and flavors change of fresh pepper. *J Oriental Bot Res* 8: 115-125.
13. Sung JM, Han YS, Jeong JW. 2010. Quality characteristics of semi-dried red pepper during frozen storage. *Korean J Food Preserv* 17: 1-8.
14. Hwang SY, An YH, Shin GM. 2001. A study on the quality of commercial red pepper powder. *Korean J Food & Nutr* 14: 424-428.
15. Jeon G, Lee J. 2009. Comparison of extraction procedures for the determination of capsaicinoids in peppers. *Food Sci Biotechnol* 18: 1515-1518.
16. Wang HF, Tsai YS, Lin ML, Ou AS. 2006. Comparison of bioactive components in GABA tea and green tea produced in Taiwan. *Food Chem* 96: 648-653.
17. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, USA. p 1017-1978.
18. Ku KH, Park JB, Park WS. 2004. Effects of red peppers on the its pungency and color during Kimchi fermentation. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 33: 1034-1042.
19. Park SH, Lee JH, Koo HJ, Cho JS, Lim HS, Yoo JH, Hwang SY, Sihm EH, Park YH, Lee JH, Cho JS. 2003. The physicochemical changes during storage of red pepper powder dried in hot-air by various processing methods. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 32 : 876-881.
20. Iwai K, Suzuki T, Fujiwake H, Oka S. 1979. Simultaneous microdetermination of capsaicin and its four analogues by using high-performance liquid chromatography and gas chromatography-mass spectrometry. *J Chromatogr* 172: 303-311.
21. Muller-Stock FA, Joshi RK, Buchi J. 1971. Study of the components of capsaicin. Quantitative gas chromatographic determination of individual homologs and analogs of capsaicin in mixtures from a natural source and of vanillyl p-largonic amide as adulteration. *J Chromatogr* 63: 281-287.
22. Kim JY, Keum DH, Park JH, Kang WW, Han CS, Lee YK. 1996. Evaluation of quality of red pepper with variations in drying methods. *Korean J Post-Harvest Sci Technol Agric Products* 3:137-143.
23. Chung BS, Kang KO. 1985. The changes of capsaicin contents in fresh and processed red pepper. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 14: 409-418.
24. Lee DS, Kim HK. 1989. Carotenoid destruction and non-enzymatic browning during red pepper drying as functions of average moisture content and temperature. *Korean J Food Sci Technol* 21: 425-429.
25. Jung MR, Hwang Y, Kim HY, Jeong HS, Park JS, Park DB, Lee JS. 2010. Analyses of capsaicinoids and ascorbic acid in pepper (*Capsicum annuum* L.) breeding lines. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 39: 1705-1709.
26. Kim CF, Li H, Han CS, Park JS, Lee HC, Cho SC. 2007. Drying characteristics of oak mushroom using stationery far infrared dryer. *J Biosys Eng* 32: 6-12.
27. Yoon WM, Lee JY. 2004. Effect of drying method on the fruit and powder color of red pepper. *J Nat Sci* 15: 97-109.
28. Vega-Gálvez A, Scala KD, Rodriguez K, Lemus-Mondaca R, Miranda M, Lopez J, Perez-Won M. 2009. Effect of air-drying temperature on physico-chemical properties, antioxidant capacity, colour and total phenolic content of red pepper (*Capsicum annuum* L. var. Hungarian). *Food Chem* 117: 647-653.
29. Vega-Gálvez A, Lemus-Mondaca R, Bilbao-Sáinz C, Fito P, Andrés A. 2008. Effect of air drying temperature on the quality of rehydrated dried red bell pepper (var. Lamuyo). *J Food Eng* 85: 42-50.
30. Rodriguez-Amaya DB, Kimura M, Godoy HT, Amaya-Farfan J. 2008. Updated Brazilian database on food carotenoids: Factors affecting carotenoid. *J Food Compos Anal* 21: 445-463.

(2012년 5월 22일 접수; 2012년 8월 6일 채택)