pISSN 1229-1153 *J. Fd Hyg. Safety*
Vol. 28, No. 1, pp. 1~6 (2013)

Journal of Food Hygiene and Safety
Available online at http://www.foodhygiene.or.kr

시판 유통 중인 고춧가루의 미생물 및 이화학적 품질 모니터링

정미선 · 안재준 · 카시프 아크람 · 김귀란 · 임정교[1] · 권중호*
경북대학교 식품공학부, [1]대구미래대학교 제과제코레이션과

Microbiological and Physicochemical Quality Characterization of Commercial Red Pepper Powders

Mi-Seon Jeong, Jae-Jun Ahn, Kashif Akram, Gui-Ran Kim, Jung-Gyo Im[1], and Joong-Ho Kwon*
School of Food Science & Biotechnology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
[1]Department of Confectionary Decoration, Daegu Mirae College, Gyeungsan 712-716, Korea
(Received July 19, 2012/Revised September 8, 2012/Accepted December 18, 2012)

ABSTRACT - Ten commercially available red pepper powders were investigated for their hygienic quality (total aerobic count, yeasts and molds, and coliforms) and physicochemical properties (moisture content, pH, Hunter's color values, American Spice Trade Association (ASTA) color and particle size). Microbial analysis resulted in 10^3-10^6 CFU/g of total aerobic count and same of yeasts & molds, where 2 samples were positive (10^3 CFU/g) for coliforms. The moisture contents (7.25% to 12.73%) were with in the range as described in the Korean Food Standards Codex. Noteworthy variations were observed in pH (4.97 to 5.15), Hunter's ΔE values (47.19 to 58.04) and ASTA color values (89.31 to 98.61). Although the color differences were evident among the samples, but the Hunter values were not in good correlations with ASTA color values. The average particle sizes of the all samples were comparable ranging from 605 μm to 1251 μm with few exceptions. There was a great variation in the key quality attributes of commercially available red pepper powders that should be considered for their various uses in food products.

Key words: Red pepper powder, Irradiation, Quality, Hygiene, Color

건고추는 홍고추를 수확하여 건조과정을 거쳐 저장한 것으로, 고춧가루의 형태로 가공되어 유통 및 이용된다. 고추는 16세기경 처음 우리나라에 도입된 이후, 고추 특유의 매운맛과 붉은 색으로 인해 우리 민족의 기호에 부합하여 고추장, 김치, 젓갈류 등에 널리 이용되기 시작하였을 뿐만 아니라, 조미용으로서 한국인의 식생활에 없어서는 안 될 중요한 조미료로서 자리 잡게 되었다[1]. 우리나라에서 생산된 고추의 일부는 생식용으로 이용되고 있으며, 신선고추의 상태로 분쇄하여 마늘, 설탕 등 기타의 향신료를 첨가하여 만든 다대기 등을 제외하면 대부분 건조 후 보관하면서 고춧가루로 만들어져 식품첨가용 향신료로 사용되고 있다[2]. 고추의 품질을 평가하는 요소는 크게 매운 맛을 결정짓는 capsaicin, 비타민 C, 유리당 및 유기산 등의 내적요인과 붉은 색을 나타내는 착색도 등의 외적요소로 구분되어 품질평가의 중요한 지표가 되고 있는데, 특히 고춧가루의 색택은 소비자가 상품을 선택하는데 가장 영향을 미치는 요인으로 작용하고 있다[3]. 고춧가루에 존재하는 대표적인 색소는 천연 색소인 carotenoid로서 자연계에 널리 분포하고 하고 있으며, 생체에 유해한 자유라디칼을 포집하거나 항산화 기능 및 암 예방 물질로의 기능성이 우수한 화합물로 알려져 있다[4,5]. 이밖에 고추의 색택과 관련되는 carotenoid성분은 capsanthin이며, 베타카로틴, 바이오잔틴, 크립토잔틴 등도 포함되어 있다[6]. 고추는 대부분 농가별로 그 경적면적이 소규모이고 고추 품종에 따라 또는 동일한 품종이라도 온도, 강수량, 토질, 시비조건 등의 재배 지역과 환경 그리고 건조, 저장 분쇄 등의 가공 조건에 의해 고춧가루의 품질이 크게 좌우 된다[7]. 우리나라는 고추의 연간 총생산량이 평균 15만 톤에서 18만 톤 정도로 세계 제 7위의 주요 고추 생산국이며 재배 면적은 채소 작물 전체의 약 25-30%를 차지하고 있다[8].

고춧가루는 수확 후 건조, 분쇄 및 유통 과정 중 미생물의 오염 가능성이 매우 높아 상품가치가 떨어질 수 있어 식품 위생상 큰 문제가 될 수 있다[9]. 일반적으로 풋고

*Correspondence to: Joong-Ho Kwon, School of Food Science & Biotechnology, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea
Tel: 82-53-950-5775, Fax: 82-53-950-6772
E-mail: jhkwon@knu.ac.kr

추의 건조 과정은 농가 단위로 행해지므로 위생적인 세척 과정이 배제되는 경우가 많다. 현행 식품공전에서는 고춧가루의 미생물 관련 기준으로서 곰팡이 수만을 규제하고 있으며, 하워드 곰팡이 계수장치에 의한 곰팡이 양성비율(%)을 20 이하로 규정하고 있다[10].

본 연구에서는 시중에 유통되고 있는 고춧가루 제품을 대상으로 총 호기성균, 대장균군, 곰팡이 및 효모 등 미생물 오염실태를 확인하고, 색도, pH, 입자 크기 등 이화학적 특성을 분석하여 시판 고춧가루의 품질 및 위생안전성에 대해 조사하고자 하였다.

재료 및 방법

실험재료

본 실험에 사용된 고춧가루는 시중에 유통 중인 고춧가루 제품 중 각기 다른 회사에서 생산된 10종 (국내산 8종, 중국산 2종)의 제품을 대구 대형마트에서 구입하여 실험재료로 이용하였다. 시료는 polyethylene (PE) film에 200-500 g 단위로 포장된 상태였으며, 이를 그대로 시험분석용 시료로 사용하였다.

미생물 분석

시료 5 g과 멸균된 펩톤수 45 mL를 균질화하여 1 mL를 단계적으로 펩톤수 9 mL에 희석하여 1 mL씩 취하였으며, 시료에 혼입된 호기성 총 세균은 APHA 표준방법[11]에 따라 plate count agar (Difco Lab, Sparks, MD, USA)를 사용하여 37ºC에서 1~2일간 배양한 후 계수하였다. 대장균군 측정은 desoxycholate agar (Difco Lab, Sparks, MD, USA)를 사용하여 37ºC에서 1~2일간 배양한 후 적색의 집락을 계수하였다[11]. 효모 및 곰팡이는 potato dextrose agar (Difco Lab, Sparks, MD, USA)를 사용하여 30ºC에서 3~4일간 배양한 후 계수하였다[11].

이화학적 분석

고춧가루의 수분함량 측정은 분말시료 약 1 g을 취하여 적외선 수분측정기(FD-240, Kett, Tokyo, Japan)을 이용하여 3회 반복하여 측정하였다. 고춧가루의 pH 측정은 고춧가루 검체 5 g에 pH를 7로 맞춘 45 mL의 증류수를 가하고 상온에서 3 시간 추출(200 rpm)한 후 Whatman No. 41로 여과한 후 pH meter (Orion 3 Star, Thermo electron corporation, San Jose, CA, USA)를 사용하여 3회 반복 측정하였다. 시판 고춧가루에 대한 기계적 색도는 색차계(CR-200, Minolta, Osaka, Japan)를 사용하여 Hunter's color value (L^*, a^*, b^*, ΔE)를 측정하였다. 이 때, 표준백판의 L, a, b 값은 각각 97.79, –0.38, 2.05 였다. 시판 고춧가루의 평균입자크기와 분포도를 알아보기 위하여 particle size analyzer (N5/LS-13320, Beckman Coulter, Brea, CA, USA)를 이용하여 분석하였다. 시판 고춧가루의 American Spice Trade Association (ASTA) 색도를 측정하기 위하여 시료 0.1 g을 acetone 100 mL에 넣고 16시간 동안 암실에 방치한 다음, Whatman No. 41로 여과한 후 460 nm에서 흡광도를 측정하였다[12].

$$\text{ASTA color} = \frac{\text{추출액의 흡광도} \times 16.4}{Sample(g)}$$

결과 분석

본 연구에서 측정한 결과는 Origin 8.0 software (Microcal Software Inc., Northampton, MA, USA)을 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

시판 고춧가루의 미생물 오염도

시판 고춧가루 검체별로 검출된 미생물 농도를 Table 1에 나타내었다. 시판 중인 10개의 고춧가루의 평균 총 호기성 균수는 1.30×10^6 CFU/g으로 나타났다. RP-6, RP-7과 RP-9 검체에서 $(1.84\text{-}5.85) \times 10^6$ CFU/g 으로 가장 높게 나타났으며, RP-3 검체에서 2.25×10^3 CFU/g 으로 가장 낮은 호기성 균수를 나타내었다. 곰팡이 및 효모 측정결과 역시 가장 높은 농도를 나타낸 검체는 $1.91\text{-}3.19 \times 10^6$ CFU/g 을 나타낸 RP-6, RP-7, RP-9 검체로 나타났으며, RP-3이 4.95×10^2 CFU/g 으로 가장 낮은 효모 및 곰팡이를 나타내었다. 대장균군수는 RP-4 및 RP-9 검체에서 가장 높은 농도를 나타내었으며, RP-3, RP-6, RP-7 및 RP-8 검체에서는 대장균군이 검출되지 않았다. 현행 식품공전[10]에는 고춧가루에 대한 대장균, 대장균군의 기준이 규정되어 있지 않지만, 식품의 오염 지표균으로서 고춧가루의 가공 유통과정 중 위생 상태를 알 수 있으므로 매우 중요한 지표

Table 1. Microbiological quality of various red pepper powders available in Korean market (unit : CFU/g)

Sample[1)]	Total aerobic count	Yeasts & molds	Coliforms
RP-1	3.60×10^5	2.01×10^5	2.00×10^1
RP-2	2.25×10^4	1.14×10^4	7.75×10^1
RP-3	2.25×10^3	4.95×10^2	ND[2)]
RP-4	8.50×10^4	8.83×10^4	1.65×10^3
RP-5	3.93×10^5	4.25×10^5	4.65×10^2
RP-6	4.40×10^6	3.03×10^6	ND
RP-7	5.85×10^6	3.19×10^6	ND
RP-8	4.05×10^5	2.66×10^5	ND
RP-9	1.84×10^6	1.91×10^6	8.20×10^3
RP-10	9.50×10^4	5.43×10^4	1.63×10^2

[1)]Commercial red peppers samples collected from the local Korean market.
[2)]Not detectable. (the minimum detection level as 20 CFU per g).

라 할 수 있다. Cho 등[13]에 의하면 시판 고춧가루에서 호기성 균수는 3.43×10^6 CFU/g 을 나타났다고 하였으며, 이는 본 실험결과와 유사한 결과를 나타내었다. 또한 조사선량에 따라 감마선 10 kGy에서 미생물을 완전 사멸할 수 있고, 5-7 kGy에서 조사처리를 하면 10^2-10^4 CFU/g 수준으로 호기성 균수의 조절이 가능하다고 하였다. 또한 EO (ethylene oxide) 가스를 이용하여 훈증처리하면 10^3 CFU/g 수준으로 호기성 균수의 농도 조절이 가능하다고 보고하였다. Moreira 등[14]은 브라질 상파울로 지역에서 구입한 향신료의 미생물 오염도를 스크리닝 한 결과, 본 실험에서 26%의 제품에서 10^6 CFU/g의 총균수를 나타내어 오염도가 높았고, 일부 향신료는 10^7 CFU/g을 초과하는 매우 높은 오염도를 나타내었다고 하였다. 또한 Witkowska 등[15]은 아일랜드 더블린 지역에서 구입한 30개 향신료 제품에 대해 미생물 오염도를 스크리닝 하였을 때, 6개 향신료 제품(20%)에서 10^6 CFU/g 이상으로 나타나 미생물 오염도가 높았고, 12개 제품(40%)에서 위생적으로 적합한 수준인 10^4 CFU/g 이하로 나타났다고 하였다. 본 실험에서 호기성 균수가 특이적으로 낮게 나타난 검체는 RP-3를 포함하여 RP-2, RP-4, RP-10 검체였으며, 이들은 모두 10^3-10^4 CFU/g의 호기성 분포를 나타내어 이들 검체들은 위생적으로 가공되었다고 판단되었다.

시판 고춧가루의 색도

고춧가루를 저장할 때 일어나는 탈색은 주로 산화 및 갈변반응에 기인하는 것으로 보고된 바 있다[16]. 고춧가루의 색을 결정하는 주요 색소로는 capsanthin(적색), β-carotenoid(황색), capsorubin(황색) 등이 있으며, 이 중 capsanthin의 함량에 의해 고춧가루의 주 색상 과 품질이 결정된다. 따라서 고춧가루의 품질 안정성과 저장성을 연장하기 위한 방법으로서 고추의 건조[17], 포장[18,19], 갈변[20] 등에 대해 다양한 연구가 수행되었다. Lease 등[21]은 고춧가루의 안전저장을 위하여 5°C 저장이 capsanthin 보존에 효과적이며, 저장온도는 광선 및 포장용기 조건에 비하여 고춧가루의 색상에 많은 영향을 미친다고 보고하였다.

시판 고춧가루의 기계적 색도를 측정한 결과, 평균 L값은 46.46, 평균 a값은 16.65, 평균 b값은 11.88로 나타났고, 각 항목의 범위는 L값 40.47-51.53, 평균 a값 12.33-25.25, 평균 b값 9.16-18.19로 제품에 따른 차이가 매우 큰 것으로 나타났다(Table 2). 각 고춧가루 검체의 ΔE 값을 비교하였을 때, RP-1과 RP-10이 45.87, 47.19로 가장 낮은 값을 나타내었고, RP-2와 RP-3은 57.40, 58.04로 가장 높은 값을 나타내었다. RP-10과 RP-2의 ΔE 값의 차이는 12 이상을 나타내어 제품에 따라 색상의 차이는 매우 크게 나타났다. 고춧가루의 색상 차이는 일조량, 수확시기 등 재배환경, 건조방법 및 품종에 따라 큰 차이를 나타낸다고 알려져 있다[22-24].

고춧가루의 붉은색의 정도를 확인하기 위하여 American Spice Trade Association (ASTA)에서 분석하고 있는 ASTA 색도를 측정하였다. 한국산업규격(KS)에서 고춧가루의 색상은 ASTA 색도 101~130 이면 보통등급, 131~160 이면 상급, 161 이상이면 특상으로 구분하고 있다[25]. 시판 고춧가루 10개 검체 중 ASTA 색도가 100이 넘는 검체는 없었으며, RP-4가 98.61로 가장 높은 ASTA 색도를 나타내었다(Fig. 1). 또한 기계적 색도는 RP-3이 명도와 적색도 모두 가장 높은 값을 나타내었으나, ASTA 색도는 89.31로 나타나, 기계적 색도와 ASTA 색도의 상관성은 높지 않은 것으로 판단되었다. 10개 검체의 평균 ASTA 색도는 61.10으로 ΔE 값과 마찬가지로 제품 간의 편차는 다소 큰 것으로 나타났다.

Table 2. Physicochemical qualities (moisture contents, pH and Hunter's color value) of various red pepper powders available in Korean market

Sample[1)]	Moisture (%)	pH	Hunter Parameter[2)]			
			*L**	*a**	*b**	*ΔE*
RP-1	9.78 ± 0.35[3)]	5.02 ± 0.02	41.97 ± 0.56	17.70 ± 0.64	12.29 ± 0.58	47.19 ± 0.64
RP-2	7.34 ± 0.33	5.05 ± 0.05	51.53 ± 0.50	21.41 ± 0.42	15.92 ± 1.18	58.04 ± 0.27
RP-3	7.25 ± 0.07	5.07 ± 0.06	48.17 ± 0.90	25.25 ± 1.47	18.19 ± 1.85	57.04 ± 0.56
RP-4	10.02 ± 0.05	5.04 ± 0.02	47.87 ± 0.96	17.76 ± 0.79	12.53 ± 1.27	52.60 ± 1.02
RP-5	10.04 ± 0.50	5.05 ± 0.05	47.57 ± 0.56	13.99 ± 0.64	9.16 ± 0.32	50.43 ± 0.59
RP-6	10.31 ± 0.49	5.02 ± 0.03	46.02 ± 0.61	13.03 ± 0.79	9.32 ± 1.20	48.75 ± 0.53
RP-7	11.59 ± 0.70	4.93 ± 0.01	46.82 ± 0.27	12.32 ± 0.38	9.56 ± 0.62	49.36 ± 0.37
RP-8	10.96 ± 0.67	4.98 ± 0.03	47.36 ± 1.11	14.36 ± 0.90	11.19 ± 1.44	50.82 ± 1.57
RP-9	10.38 ± 0.23	5.15 ± 0.03	46.83 ± 0.95	12.44 ± 0.67	9.36 ± 0.51	49.35 ± 1.03
RP-10	12.73 ± 1.32	4.97 ± 0.02	40.47 ± 0.46	18.31 ± 0.85	11.37 ± 0.81	45.87 ± 0.80

[1)]Commercial red peppers samples collected from the local Korean market.
[2)]L : degree of whiteness (white + 100 ↔ 0 black), a : degree of redness (red + 100 ↔ −80 green), b : degree of yellowness (yellow + 70 ↔ −80 blue), ΔE (color difference) = $\sqrt{L^2+a^2+b^2}$.
[3)]Means ± SD (n = 5).

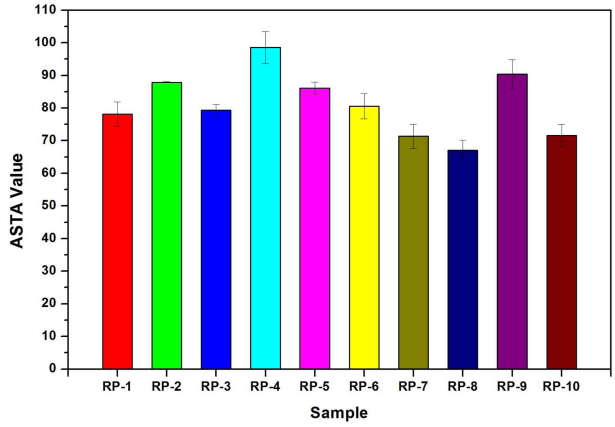

Fig. 1. ASTA values of various red pepper powders (RP-1~RP-10) available in Korean market.

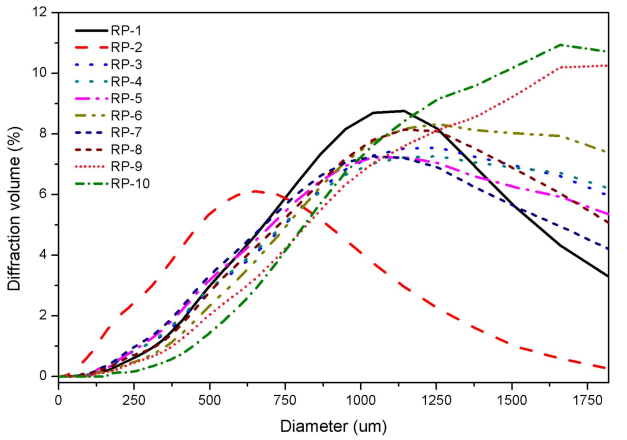

Fig. 2. Particle size of various red pepper powders (RP-1~RP-10) available in Korean market.

시판 고춧가루의 이화학적 품질평가

현행 식품공전에서는 고춧가루의 규격을 수분함량 15% 이하, 회분 7% 이하, 산불용성 회분 0.5% 이하, 위화물 (전분, 겨, 탄산염, 식염, 당류 등)과 타르색소는 불검출, 곰팡이 수 20% 이하 (하워드 곰팡이 계수)로 규정하고 있다[10]. 시판 유통 중인 10개의 고춧가루 검체에 대한 수분함량과 pH를 Table 2에 나타내었다. 시판 고춧가루의 평균 수분함량은 10.04% 였으며, 최소 7.25%, 최대 12.73% 로서 수분 범위의 차이는 5.48% 로 큰 차이를 나타내었다. 이러한 결과는 각 제조업체별로 고춧가루 제조 시 건조조건이나 건조방법이 상이하여 나타나는 결과로 생각되며, 식품공전 수분함량 규격(15% 이하)에는 모두 적합한 것으로 나타났다[10].

시판 고춧가루의 pH는 4.93-5.07의 범위로 나타났으며, 평균 pH는 5.02였다. 고추의 pH는 고추에 포함된 유기산과 밀접한 관련이 있을 것으로 판단되는데, 고추에 존재하는 유기산은 ascorbic acid, cis-aconitic acid, citric acid, malic acid, fumaric acid, shikimic acid, oxalic acid 등으로 알려져 있다[23]. 고추 내의 유기산은 건조과정 중 함량이 크게 변화하게 되는데, ascorbic acid, citric acid, oxalic acid는 건조 후 상당히 감소하는 반면, malic acid, fumaric acid, cis-aconitic acid는 건조 후 증가 한다[26]. 박 등[23]은 건조 후 고춧가루의 pH는 4.7-4.9 정도의 분포를 나타낸다고 하였으며, 저장 중 pH는 일부 유기산은 증가하고, 일부 유기산은 감소하므로 전체적인 pH의 변화는 크지 않다고 하였다. 정 등[27]은 건조방법별로 고춧가루의 malic acid의 함량변화를 관찰한 결과 열풍 건조시 가장 높은 함량을 나타내었고, 동결건조 및 실내건조고추에서 malic acid의 함량이 가장 낮았다고 보고하였다. 이로 미루어 볼 때, 유기산의 변화는 건조온도와 밀접한 관계가 있을 것으로 사료되며, 온도가 낮은 건조방법일수록 pH는 낮고, 온도가 높은 건조방법일수록 pH가 증가할 것으로 판단된다.

한국산업규격(KS)에서는 용도와 입도에 따라 김치 제조

Table 3. Particle size and cumulative size distribution of various red pepper powders available in Korean market

Sample[1)]	Average particle size (um)	Cumulative distribution									
		d_{10}		d_{25}		d_{50}		d_{75}		d_{90}	
		Average (um)	%	Average (um)	%	Average (um)	%	Average (um)	%	Average (um)	%
RP-1	1006.85 ± 421.27	458.4	9.09	690.0	13.69	992.6	19.69	1303.8	25.86	1596.2	31.66
RP-2	605.29 ± 361.83	173.5	5.81	323.0	10.82	557.6	18.68	825.1	27.64	1106.0	37.05
RP-3	1044.75 ± 473.69	412.5	7.86	673.0	12.83	1029.1	19.61	1409.9	26.87	1722.5	32.83
RP-4	1038.6 ± 480.89	400.6	7.67	659.9	12.64	1018.6	19.51	1412.8	27.05	1730.1	33.13
RP-5	1013.83 ± 465.22	408.9	8.03	644.5	12.66	982.5	19.29	1361.7	26.74	1694.4	33.28
RP-6	1125.55 ± 454.21	515.3	9.10	777.7	13.74	1116.1	19.71	1484.3	26.22	1768.3	31.23
RP-7	972.624 ± 458.72	379.9	7.79	613.1	12.57	940.9	19.29	1305.9	26.78	1637.2	33.57
RP-8	1045.67 ± 455.46	444.0	8.46	695.3	13.25	1034.6	19.71	1385.3	26.39	1689.2	32.19
RP-9	1189.38 ± 471.02	536.0	8.96	828.3	13.85	1202.0	20.1	1587.3	26.54	1826.4	30.54
RP-10	1251.20 ± 430.42	661.2	10.51	924.8	14.69	1262.8	20.07	1611.1	25.60	1833.7	29.14

[1)]Commercial red peppers samples collected from the local Korean market.

에 이용되는 굵은 고춧가루(8~14 mesh), 식품의 양념에 이용되는 보통 고춧가루(14~25 mesh), 고추장 및 젓갈 제조에 이용되는 고운 고춧가루(30~40 mesh) 등으로 구분하고 있다[25]. 본 연구에 사용된 고춧가루는 양념의 용도의 제품으로 생산된 것으로, 입자크기를 분석한 결과를 Table 3에 나타내었다. 시판 고춧가루의 입자크기는 605~1251 um(약 14-30 mesh)으로 나타났으며, 특히 RP-2 와 RP-4는 1000 um 이하(18 mesh)의 입자크기를 나타내었다[28]. 입자크기의 균일성은 고춧가루를 조리에 이용함에 있어 매우 중요한 품질 지표가 되는데[29], 본 실험에서 측정한 고춧가루검체의 경우 RP-1과 RP-2 검체가 가장 균일한 입자분포를 나타내었으며, RP-9 및 RP-10 검체에서 가장 고르지 못한 입자분포를 나타내었다(Fig. 2).

요 약

시판 유통 중인 고춧가루의 10종에 대해 미생물 (총 호기성균수, 대장균군, 효모 & 곰팡이), 이화학적 품질 (수분함량, pH, 기계적 색도 및 ASTA 색도, 입자 크기)을 확인하였다. 시판 유통 중인 미생물 농도 측정결과, 총 호기성균, 효모 및 곰팡이는 10^3-10^6 CFU/g 으로 나타났고, 대장균군은 2종의 검체에서 10^3 CFU/g의 분포를 나타내었다. 수분함량은 7.25-12.73%로 나타나, 10종 모두 식품공전의 기준규격에 적합하였다. pH는 4.97~5.15 범위를 나타내어 시판 고춧가루의 건조방법은 각각 다른 것으로 판단되었다. 색도 측정결과 기계적 색도의 *E* 값은 최저 47.19, 최고 58.04를 나타내었고, ASTA 색도는 최저 89.31, 최고 98.61로 나타나 제품별로 색도의 뚜렷한 차이가 나타났으나, 기계적 색도와 ASTA 색도의 상관성은 높지 않은 것으로 판단되었다. 고춧가루 10개 검체의 평균 입자크기는 605-1251 um로 나타났고, 분포도는 2종의 시료(RP-2, RP-3)는 매우 균일한 분포도를 나타낸 반면, RP-9, RP-10은 가장 고르지 못한 분포도를 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 2013년도 식품의약품안전청 용역연구개발과제의 연구개발비 지원(10162기후식995)에 의해 수행 되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. 장지현: 한국전래 발효식품사 연구. 수학사. 서울, p. 184 (1989).
2. Hwang, S.Y., Am, Y.H. and Shin, G.M.: A study on the Quality of commercial red pepper powder. *Korean J. Food & Nutr.* **14**, 424-428 (2001).
3. Lee, H.D. and Lee, C.H.: Studies on the quality evaluation of Korean red pepper by color measurement. *Korean J Dietary Culture* **7**, 105-112 (1992).
4. Pfander, H.: Carotenoid: An overview. *Meth. Enzymol*. **213**, 3-13 (1992).
5. Hong, S.P., Kim, M.H., Hwang, J.K.: Biological functions and production technology of carotenoids. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.* **27**, 1297-1306 (1998).
6. Shin, H.H. and Lee, S.R.: Quality attributes of Korean red pepper according to cultivars and growing areas. *Korean J. Food Sci. Technol.* **23**, 296-300 (1991).
7. Choi, S.M., Jeon, Y.S. and Park, K.Y.: Comparison of quality of red pepper powders produced in Korea. *Korean J. Food Sci. Technol.* **32**, 1251-1257 (2000).
8. 이삼섭, 정준호: 건고추 및 고춧가루 산업현황 및 농업가공사업에 시사점, 농업경제연구소 연구보고서 (2010).
9. Byun, M.W., Yook, H.S., Kwon, J.H. and Kim. J.O.: Improvement of hygienic quality long-term storage of dried red pepper by gamma irradiation. *Korean J. Food Sci. Technol.* **28**, 482-489 (1996).
10. KFDA: Food Code. pp. 5-21-6~5-21-7. Korean Food & Drug Administration. Seoul, Korea. (2011).
11. Harrigan, W.F. and Mccane, M.E.: Laboratory methods in food and dairy microbiology. Academic Press, London. pp. 25-146 (1976).
12. Hong, S.H.: The future of red pepper powder industry in Korea. *Food Ind. Nutr.,* **4**, 45-49 (1999).
13. Cho, H.O., Kwon, J.H., Byun, M.W., Kim, Y.J. and Yang, J.S.: Effects of ethylene oxide fumigation and gamma irradiation on the quality of ground red and black peppers. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **18**, 294-300 (1986).
14. Moreira, P.L., Lourencao, T.B., Pinto, J.P. and Rall, V.L. Microbiological quality of spices marketed in the city of Botucatu, Sao Paulo, Brazil. *J. Food Prot*., **72**, 421-424 (2009).
15. Witkowska, A.M., Hickey, D.K., Alonso-Gomez, M. and Wilkinson, M.G.: The microbiological quality of commercial herb and spice preparations used in the formulation of a chicken supreme ready meal and microbial survival following a simulated industrial heating process. *Food Control,* **22,** 616-625 (2011).
16. Philip, T. and Francis, F.J.: Isolation and chemical properties of capsanthin and derivatives. *J. Food Sci.,* **36**, 823-827 (1971).
17. Laul, M.S., Bhalerao, S.D., Rane, V.R. and Amla, B.L.: Studies on the sun drying of Chillies (*Capsicum annum Linn.*). *Ind. Food Packer*, **24**, 22-25 (1976).
18. Chang, K.S. and Kim, Z.U.: Studies on packaging of chillies (*Capsicum annum*) in flexible films, and their laminates. *J. Korean Agr. Chem. Soc.,* **19**, 145-154 (1976).
19. Kim, D.Y. and Rhee, C.O.: Color and carotenoid changes during storage of dried red pepper. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **12**, 53-58 (1980).
20. Kim, D.Y., Rhee, C.O. and Shin, S.C.: Color changes of red pepper by drying and milling methods. *J. Korean Agr. Chem. Soc.,* **25**, 1-7 (1982).
21. Lease, J.G. and Lease, E.J.: Factors affecting retention of red colour in peppers. *Food Technol*., **10**, 368-375 (1956).

22. Yun, H.K., Kim, K.Y., Kim, Y.C., Seo, T.C., Kim, I.S., Yoo, K.C. and Higashio, H.: Change of color and fruit component by temperature treatment after harvest of unripened fruit in hot pepper. *J. Kor. Soc. Hort. Sci.,* **43**, 289-292 (2002).
23. Park, S,H., Koo, H.J., Lim, H.S., Yoo, J.H., Hwang, S.Y., Sihn, E.H., Park, Y.H., Lee, J.H., and Cho, J.S.: 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 (2003).
24. Hwang, I.K., Kim, H.Y., Lee, J., Kim, H.R., Cho, M.C., Ko, I.B. and Yoo, S.M.: Quality characteristics of Cheongyang pepper (Capsicum annuum L.) according to cultivation region. *J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.,* **40**, 1340-1346 (2011).
25. Korean Standard Association: KS H2157:2008 - Red pepper ground (2008).
26. Lung, P.A., Ebbenhorst-Seller, T. and Rijk, T.: Effect of hot-air drying on flavour compounds of bell peppers (*Capsicum annuum*). *J. Sci. Food Agric*., **68**, 355-365 (1995).
27. Chung, K.M. and Hwang, J.M.: Quality of single-harvested red peppers by drying methods. *Korean J. Food Sci. Technol.,* **35**, 329-333 (2003).
28. Sigma-Aldrich. Particle Size Conversion. Avaliable from http://www.sigmaaldrich.com/chemistry/stockroom-reagents/learning-center/technical-library/particle-size-conversion.html. Accessed April 3, (2012).
29. Bae, T.J., Choi, O.S., Bahk, J.R., Kim, M.N. and Han, B.H.: Studies on oleoresin from spices - 1. Extraction of red pepper oleoresin. *J. Korean Soc. Food Nutr.,* **20***,* 603-608 (1991).