

## 분쇄방법에 따른 고려홍삼분말의 품질특성

서창훈\* · 이종원<sup>†</sup> · 도재호 · 김나미 · 양재원 · 장규섭\*\*

KT&G중앙연구원

\*한국인삼공사

\*\*충남대학교 식품공학과

## Quality Characteristics of Korean Red Ginseng Powder with Different Milling Methods

Chang-Hoon Seo\*, Jong-Won Lee<sup>†</sup>, Na-Mi Kim, Jae-Ho Do\*  
Jae-Won Yang\* and Kyu-Seob Chang\*\*

KT&G Central Research Institute, Daejeon 305-805, Korea

\*Korea Ginseng Corp., Chungnam 323-810, Korea

\*\*Dept. of Food Science and Technology, Chungnam National University, Daejeon 305-764, Korea

### Abstract

Cell cracking method using a non-collision was evaluated for the possibility of new red ginseng grinding technique. Based on particle size distribution analysis by size shaker, the ratios of 100 mesh penetrated particles were 94.9% for hammer mill (group A) and 95.6% for cell crack (group B). The ratio of 120 mesh penetrated particle of group A was higher than that in group B. The particle size distributions for 100 mesh non-penetrated powder between 2 groups were not significantly different, and particle size distribution analysis by laser scattering analyzer showed that the particle size ranges were 0.77~128.07  $\mu\text{m}$  for group A and 4.24~180.07  $\mu\text{m}$  for group B. The particle size distribution in group A was more broad than that in group B. The mean particle size in group B was larger than that in group A, while the standard deviation of particle size distribution in group B was less than that in group A. Structural surface characteristics, in group A, particle size distribution was broad and the distribution curve was amorphous. The structure of individual particles was similar to unequal stone which was roughly grinded and had soft cotton-like surface. In the contrary, in group B, particle size distribution was relatively narrow and also individual size particles were ubiquitously distributed. The structure of individual particles was unequal cut stone shape.

**Key words:** red ginseng, histological characteristics, electron microscope, specific surface area

### 서 론

식품의 분말에 대한 연구는 모형 식품분말의 흡습특성 등 (1-3) 지난 20여 년 동안 국, 내외에서 활발하게 진행되었으나, 분쇄가공 기술에 대한 연구는 Park 등(4), Lee 등(5), Kum 등(6)이 분쇄기 종류를 달리한 후 식품의 이화학적 특성을 조사 보고한 정도이다. 홍삼분말은 정선한 홍삼을 건조한 후 분쇄하여 제조하는데, 홍삼의 조직이 단단하고 구성성분도 호화전분이 대부분으로 분쇄 적성이 좋지 않아 최근까지 홍삼분쇄에는 hammer mill 분쇄기가 주로 사용되어 왔다. 그러나 분쇄과정에서 마찰열에 의한 영양성분의 파괴와 수분감소, texture 및 색상의 변화, 향기성분의 손실, 특히 mill이 마모될 때 혼입되는 쇳가루 등으로 품질 저하가 수반되고 있어 이러한 한계를 극복할 수 있는 새로운 가공기술의 개발이 절

실히 요구되고 있는 실정이다(6).

분쇄를 하는 공정에서는 보통 동력의 98% 이상이 분쇄장치에 운전과 분쇄조업에서 생기는 마찰열과 소음으로 소모되고, 불과 2% 미만이 분쇄물의 표면적 증가에 기여하므로, 이때 발생하는 마찰열에 의하여 품온이 상승하게 되고 열에 불안정한 성분의 파괴가 일어날 수 있으며 열에 민감한 성분의 연화(softening) 또는 용해 현상이 일어날 수 있다(7,8). 따라서 분쇄기를 선정하는 경우에는 원료의 크기와 특성, 분쇄 후의 입자 크기, 입도 분포, 분쇄 온도 등과 같은 품질 요소와 소음, 분진, 제조원가 등과 같은 부가적인 요소 등도 함께 고려하여야 한다.

식품분야에서 압력을 이용한 제조공정을 보면 1기압 정도의 증류장치, 물의 비등점을 높일 목적으로 사용하는 2기압 전후의 압력솥(autoclave)과 3~5기압 정도의 레토르트(re-

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: jwlee@ktng.com  
Phone: 82-42-866-5322. Fax: 82-42-866-5419

tort), 50기압 정도의 압출성형기와 CO<sub>2</sub> cell cracker, 탄산가스의 액체를 얻기 위한 75기압 정도의 초임계유체 추출장치 그리고 1,000기압 정도의 homogenizer 등이 있다(9).

CO<sub>2</sub> cell cracker는 독일 등 일부 선진국에서 뿌리, 열매, 양념 등의 분쇄에 적용하고 있는 비충격 분쇄방식으로 압축된 이산화탄소를 이용하여 식품에 압력을 가한 후 확장(expansion)시킴으로서 제품을 분쇄하는 시스템이다. 이 시스템의 장점은 이산화탄소 같은 비활성 기체를 사용함으로써 산소접촉이 적어 산화방지에 효과가 있고 상온에서 작업이 이루어지므로 마찰열이 발생하지 않아 수분감소 방지, 향기 및 맛의 손실을 최소화할 수 있으며 또한 밀폐식 구조로 되어 있어 위생적인 작업이 가능하다. 특히 분쇄 도중 칩가루의 혼입 등을 근원적으로 막을 수 있어 곡물류 외에도 열과 산화에 민감한 건조야채류, 진공건조 장류의 분쇄, 의약품개발 등 고부가가치제품에 적용할 수 있다(10).

본 연구는 분말제품의 품질에 큰 영향을 미치는 분쇄방법을 개선하여 고품질 홍삼분말 제품을 얻고자 수행하였다. 분쇄장치는 기존의 충격식 hammer mill과 신기술인 비충격식 CO<sub>2</sub> cell cracker를 이용하였으며, 분쇄방법에 따른 분말제품의 입도, 비표면적 및 표면구조 등을 조사하여 두 방법의 차이를 규명하여, CO<sub>2</sub> cell cracker의 실용화 가능성에 대한 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

### 재료 및 방법

#### 실험재료

본 실험에 사용한 홍삼은 한국인삼공사에서 1999년도에 수매한 6년근 수삼을 홍삼제조규정에 준하여 홍삼으로 제조하였고, 시료 개체간의 차이를 줄이기 위하여 크기와 굵기가 비슷한 것을 선별하여 홍삼분말용 시료로 사용하였다.

#### Hammer mill을 이용한 홍삼분말의 시료제조

홍삼시료 250 kg을 수세, 건조, 조쇄(粗碎)한 후 Fig. 1과 같이 연속적으로 3단 배열된 hammer mill을 이용하여 Table 1과 같은 조건으로 건식(乾式) 분쇄한 후 시료로 사용하였다. 수세는 정제수를 이용하여 살수 세척하였고, 건조는 송풍건조기(55~60°C, 72시간)에서 수분함량 10.2%까지 건조하였으며, 조쇄는 hammer mill(3,540 RPM, 25 mesh screen, Dae Ga Machine Co., Korea)을 이용하였다.

#### CO<sub>2</sub> cell cracker를 이용한 홍삼분말의 시료제조

홍삼시료 250 kg을 수세, 건조, 조쇄(粗碎)한 후 Fig. 1의 CO<sub>2</sub> cell cracker(CC 300-60, Hydro, German; 이하 Cell cracker로 함)를 이용하여 Table 1과 같은 조건으로 건식(乾式) 분쇄한 후 시료로 사용하였다. 기타 처리조건은 hammer mill 방법과 같다.

#### 입도 조사

**표준체에 의한 입도조사**: 홍삼분말 100 g을 정밀하게

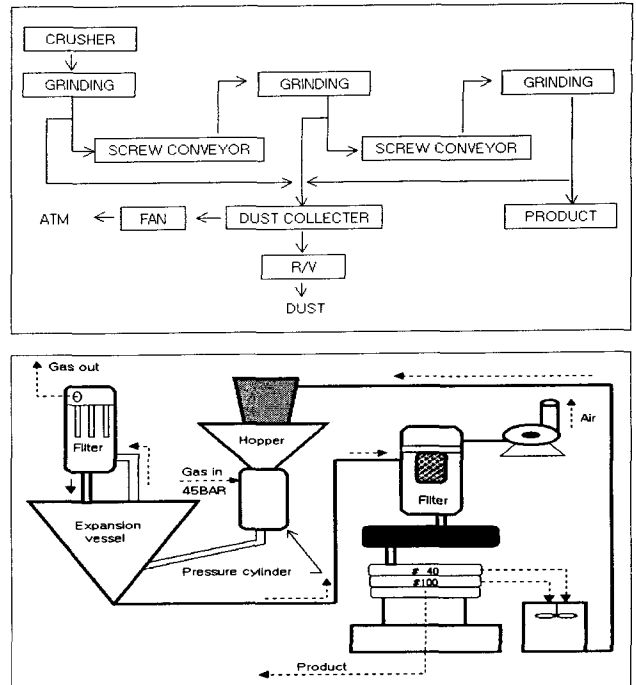


Fig. 1. Flow diagram of hammer mill (top) and cell cracker (bottom).

Table 1. Operating conditions of milling machines

Milling methods	Operating conditions
Hammer mill	Grinder (1 step): 3,540 RPM, 0.9 mm screen Grinder (2 step): 3,540 RPM, 0.5 mm screen Grinder (3 step): 3,540 RPM, 0.3 mm screen Throughput: 33 kg/h
Cell cracker	Pressure cylinder: 60 L Pressure: 45 BAR Holding time: 2 min Screen: 40 mesh (top), 100 mesh (bottom) Throughput: 37 kg/h

취하여 60, 80, 100, 120 mesh의 체(sieve)가 네 층으로 쌓여 있는 Sieve shaker(V-2, Japan)에 놓고 10분간 진탕한 후 각 체에 잔류된 홍삼분말의 무게를 평량하여 입도분포를 구하였다.

**Laser 회절법에 의한 입도분석**: 홍삼분말 0.2 g을 분산매(ethanol) 100 mL에 희석한 후 초음파(50W)로 분산시켜 Laser scattering particle size analyzer(SALD-2000, Japan)를 사용하여 홍삼분말 개개의 입자크기를 측정하여 입도분포를 구하였다(11).

**비표면적(Specific surface area) 조사**: 홍삼분말 약 0.5 g을 취하여 비표면적분석기(ASAP 2000, Micromitics, USA) 내부에 장착된 시험관에 투입한 다음 헬륨(He)으로 충전하고 80°C에서 48시간 건조하여 수분을 완전히 제거한 후 분석한 후 비표면적을 구하였다(11).

#### 표면구조적 특성

홍삼분말의 표면구조는 홍삼분말을 stage에 carbon 양면

tape를 이용하여 접착시킨 후 고진공증착기(Polaron SC 502 sputter coater)에서 gold coating한 후 주사현미경(Scanning Electron Microscope, DSM960A, Zeiss, Germany)을 이용하여 50배, 200배 및 500배로 확대하여 관찰하였고, 또한 입자가 고르게 분포된 부분을 선택하여 1,000배로 확대하여 관찰하였다(11).

**Table 2. Particle size distribution of red ginseng powder measured by sieve shaker** (unit: %)

Milling methods	Mesh					
	+60	-60/+70	-70/+80	-80/+100	-100/+120	-120
Hammer mill	0.3	0.4	1.2	3.2	4.5	90.4
Cell cracker	0.3	0.5	1.1	2.5	7.3	88.3

**Table 3. Particle size distribution of red ginseng powder measured by laser scattering analyzer** (unit: %)

Size (Mic.)	Milling methods			
	Hammer mill		Cell cracker	
	Accumulation (%)	Fraction (%)	Accumulation (%)	Fraction (%)
0.77	-	0.18	-	-
0.92	0.18	0.39	-	-
1.09	0.57	0.67	-	-
1.29	1.24	1.10	-	-
1.53	2.34	1.60	-	-
1.81	3.94	2.04	-	-
2.15	5.98	2.20	-	-
2.55	8.18	2.27	-	-
3.02	10.45	2.34	-	-
3.58	12.79	2.52	-	-
4.24	15.31	2.79	-	0.32
5.03	18.10	3.12	0.32	0.69
5.97	21.22	3.47	1.01	1.06
7.07	24.69	3.84	2.07	1.46
8.39	28.53	4.19	3.53	1.89
9.95	32.72	4.51	5.42	2.34
11.79	37.23	4.79	7.76	2.81
13.98	42.02	5.06	10.57	3.36
16.58	47.08	5.31	13.93	3.97
19.66	52.39	5.54	17.90	4.65
23.31	57.93	5.77	22.55	5.39
27.64	63.70	5.96	27.94	6.17
32.78	69.66	6.04	34.11	6.92
38.86	75.70	5.86	41.03	7.60
46.08	81.56	5.40	48.63	8.20
54.64	76.96	4.66	56.83	8.64
64.79	91.62	3.67	65.47	8.78
76.82	95.29	2.53	74.25	8.38
91.09	97.82	1.45	82.63	7.32
108.01	99.27	0.62	89.95	5.38
128.07	99.89	0.11	95.33	3.14
151.86	100.00	-	98.47	1.29
180.07	-	-	99.76	0.24
213.51	-	-	100.00	-
Mean size	18.23 μm		47.46 μm	
Standard deviation	2.99		2.18	

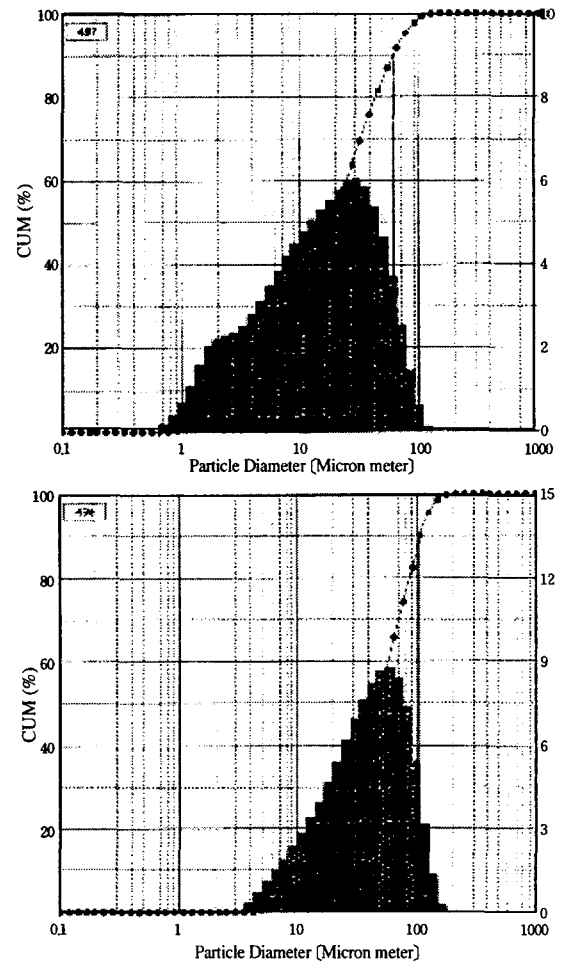
**결과 및 고찰**

**표준체를 이용한 입도분석**

분쇄방법에 따른 홍삼분말의 입도분포를 sieve shaker로 분석한 결과는 Table 2와 같다. Hammer mill과 cell cracker로 분쇄한 홍삼분말의 100 mesh 이하의 입도분포는 거의 비슷하였으며, 120 mesh 이상은 각각 90.4%와 88.3%로 hammer mill로 분쇄한 홍삼분말이 약 2.1%로 높게 나타나 상대적으로 작은 입자가 많음을 알 수 있는 반면에 100 mesh 부근에서는 cell cracker로 분쇄한 홍삼분말이 높게 나타나 큰 차이는 아니지만 분포도가 약간 집중화가 되어있으며, hammer mill로 분쇄한 분말은 작은 입자에서부터 큰 입자까지 분포도가 넓게 나타났다. 그 밖의 각 mesh 별 입도분포는 큰 차이를 나타내지 않았다.

**Laser 회절법에 의한 입도분석**

Sieve shaker방법의 정확도를 알기 위해서 laser scattering analyzer을 이용하여 입자크기를 분석한 결과는 Table 3과 Fig. 2에 나타내었다. Hammer mill로 분쇄한 홍삼분말의 경



**Fig. 2. Particle size distribution as cumulative percentage of red ginseng powder prepared by a hammer mill (top) and a cell cracker (bottom).**

우 평균 입자크기는 18.23  $\mu\text{m}$ , 표준편차는 2.99이며, 입자크기는 최소 0.77  $\mu\text{m}$ 에서 최대 128.07  $\mu\text{m}$ 으로 완전한 포물선을 그리며 폭넓게 분포하고 있었으며, 반면에 cell cracker로 분쇄한 홍삼분말의 경우 입자크기는 최소 4.24  $\mu\text{m}$ 에서 최대 180.07  $\mu\text{m}$ 으로 4.24  $\mu\text{m}$  미만의 작은 입자가 나타나지 않고 분포가 집중됨을 알 수 있었다. 또한 평균입자 크기는 47.46  $\mu\text{m}$ 으로 상대적으로 큰 입자크기를 가졌으며, 표준편차는 2.18로 분포의 간격이 비교적 작음을 알 수 있었어, 이런 결과들은 표준체를 이용한 입도분석 결과를 입증해 주고 있다. 따라서 cell cracker로 분쇄한 홍삼분말의 경우 품질관리 측면 및 홍삼분말을 이용한 제품개발시 효율성이 좋을 것으로 판단된다.

**비표면적 분석**

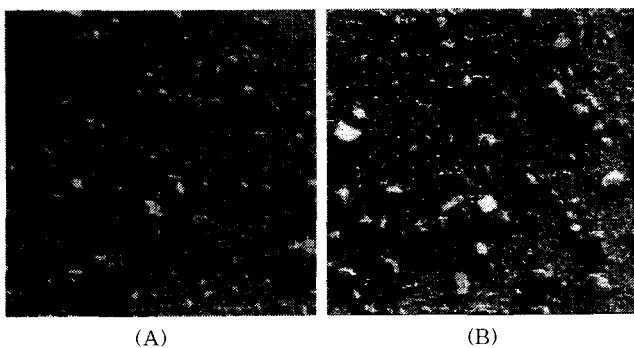
분쇄방법에 따른 홍삼분말의 비표면적을 분석한 결과는 Table 4와 같다. Hammer mill과 cell cracker로 분쇄한 홍삼분말의 비표면적은 각각 1.42  $\text{m}^2/\text{g}$ , 0.59  $\text{m}^2/\text{g}$ 으로 hammer mill로 분쇄한 홍삼분말이 높게 나타났는데 이는 두 가지 시료의 입도결과와 밀접한 관계가 있음을 시사해준다. 분체의 표면적은 분체의 입도, 입도분포, 분체의 입자모양 및 분체 입자의 내부기공구조 유무에 따라서 달라지며 반응속도, 분체 생성물의 표면에너지, 분체 에너지의 소요량 등에 영향을 준다(8). 즉, 입자가 크면 표면적이 적어서 다른 물체와 접촉하는 부분이 적으므로 반응정도, 용해정도가 작지만, 작은 입자는 큰 입자에 비하여 많은 반응표면적을 가지게 되므로 다른 물질과 활발한 접촉을 할 수 있기 때문이다(12).

**전자현미경을 이용한 표면구조적 분석**

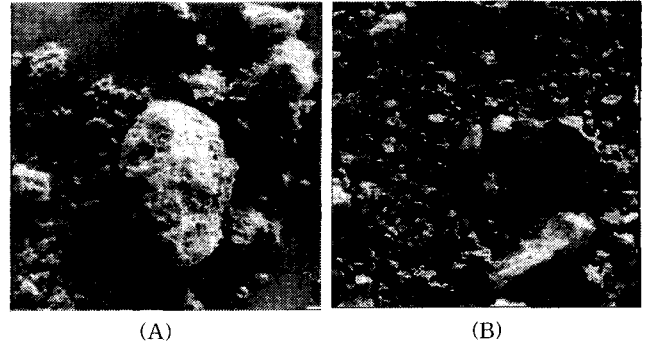
분쇄방법에 따른 홍삼분말의 표면구조적 특성을 측정한 결과는 Fig. 3, 4, 5, 6과 같다. 분말을 50배로 확대하여 관찰한 결과 hammer mill로 분쇄한 홍삼분말은 cell cracker로 분쇄

**Table 4. Specific surface area of red ginseng powder**  
(unit:  $\text{m}^2/\text{g}$ )

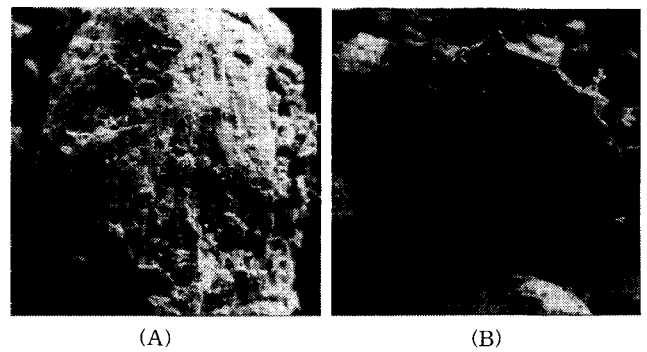
	Milling methods	
	Hammer mill	Cell cracker
Specific surface area	1.42	0.59



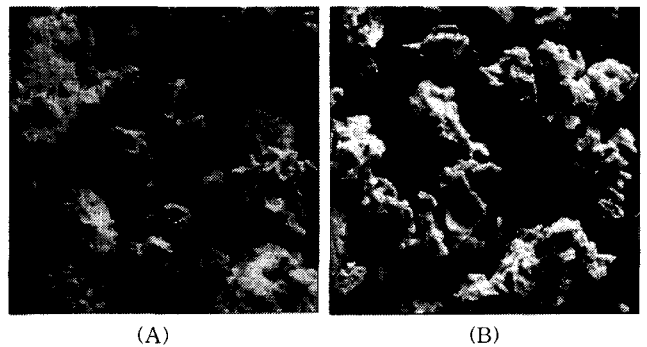
**Fig. 3. Microstructure of red ginseng powder prepared by a hammer mill (A) and a cell cracker (B): Image analyzer ( $\times 50$ ).**



**Fig. 4. Microstructure of red ginseng powder prepared by a hammer mill (A) and a cell cracker (B): Image analyzer ( $\times 200$ ).**



**Fig. 5. Microstructure of red ginseng powder prepared by a hammer mill (A) and a cell cracker (B): Image analyzer ( $\times 500$ ).**



**Fig. 6. Microstructure of red ginseng powder prepared by a hammer mill (A) and a cell cracker (B): Image analyzer ( $\times 1,000$ ).**

한 홍삼분말보다 크고 작은 입자가 불균일하게 분포하고 있으며, cell cracker로 분쇄한 홍삼분말은 상대적으로 고른 입도분포를 하고 있었다. 그리고 이중 입자가 가장 큰 개별입자를 중심으로 다시 100배로 확대하여 관찰한 결과 hammer mill로 분쇄한 홍삼분말이 cell cracker로 분쇄한 홍삼분말보다 불균일한 입도분포를 하고 있으며, 개별입자의 형태는 부등형의 거칠게 연마된 돌 모양에 가깝고 표면은 작고 부드러운 솜털모양을 하고 있는 반면에, cell cracker로 분쇄한 홍삼분말은 입자크기가 상대적으로 고르게 분포하고 있으며 개별입자의 형태는 부등형의 조각난 돌 모양의 형태로 관찰되

었다. 개별입자형태를 좀더 자세히 관찰하기 위하여 이것을 500배, 1000배로 확대하여 관찰한 결과 상기와 같은 입자 형태를 더욱더 선명하게 볼 수 있었다. 이러한 결과들은 Laser 회절법에 의한 입도분석에서 cell cracker로 분쇄한 홍삼분말 입자가 균일성 있게 나타나 품질관리 측면에서 좋을 것으로 사료된다.

## 요 약

홍삼 분쇄의 신 가공 기술로서 비충격 분쇄방식인 cell cracker의 공장 적용 가능성을 제시하고 홍삼분말의 품질고급화에 기초자료로 활용하고자, 기존의 hammer mill(충격 분쇄방식)과 cell cracker에 의한 분쇄방식으로 홍삼분말을 제조한 후 물성, 표면구조적 특성 및 관능적 특성을 측정하였다. 입도분석에서 sieve shaker로 분석한 결과, 100 mesh 이상은 모두 95%수준으로 비슷한 분포를 나타냈고 120 mesh 이상은 hammer mill로 분쇄한 홍삼분말이 높았으며 그 밖의 각 mesh 별 입도분포는 큰 차이를 나타내지 않았다. Laser scattering analyzer로 분석한 결과 hammer mill로 분쇄한 홍삼분말의 입도분포는 최소 0.77  $\mu\text{m}$ 에서 최대 128.07  $\mu\text{m}$ 으로, cell cracker로 분쇄한 홍삼분말 4.24~180.07  $\mu\text{m}$ 보다 분포가 넓었으며, 평균 입자 크기는 cell cracker로 분쇄한 홍삼분말이 크고 표준편차는 hammer mill로 분쇄한 홍삼분말이 크게 나타났다. 비표면적은 hammer mill로 분쇄한 홍삼분말이 1.42  $\text{m}^2/\text{g}$ 로 cell cracker로 분쇄한 홍삼분말 0.59  $\text{m}^2/\text{g}$ 보다 높게 나타났고, 표면구조적 특성은 hammer mill로 분쇄한 홍삼분말은 크고 작은 입자가 불균일하게 분포하고 있으며, 개별입자의 형태는 부등형의 거칠게 연마된 돌 모양에 가깝고 표면은 작고 부드러운 솜털모양을 하고 있는 반면에, cell cracker로 분쇄한 홍삼분말은 입자크기가 상대적으로 고르

게 분포하고 있으며 개별입자의 형태는 부등형의 조각난 돌 모양의 형태로 관찰되었다.

## 문 헌

1. Kim DW, Chang KS, Lee UH, Kim SS. 1996. Moisture sorption characteristics of model food powders. *Korean J Food Sci Technol* 28: 1146-1150.
2. Park DJ, Ku KH, Kim SH. 1996. Characteristics and application of defatted soybean meal fractions obtained by microparticulation/air-classification. *Korean J Food Sci Technol* 28: 497-505.
3. 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.
4. Park YK, Seong HM, Nam YJ, Shin DH. 1988. Physico-chemical properties of various milled rice flours. *Korean J Food Sci Technol* 20: 504-510.
5. Lee YT, Seog HM, Cho MK, Kim SS. 1996. Physicochemical properties of hull-less barley flours prepared with different grinding mills. *Korean J Food Sci Technol* 28: 1078-1083.
6. Kum JS, Lee SH, Lee HY, Kim KH, Kim YI. 1993. Effect of different milling methods on physico-chemical properties and products. *Korean J Food Sci Technol* 25: 546-551.
7. Song JC, Park HJ. 1997. *New food processing*. Yulim Publishing, Seoul, Korea. p 105-120.
8. Kang SH. 1995. *Powder technology*. Sci Tech Media, Seoul. p 160-167.
9. Shon TH, Sung JH, Kang UW, Mun KD. 1997. *New food processing*. Hyungseul publishing, Seoul, Korea. p 31-41.
10. KWD Kohlensaurewerk Deutschland GmbH. 1995. The documentation of cell cracking plant 60/300. Chapter 1~2. Germany. p 300.
11. Lee JW, Kim CS, Char SY, Yang JW, Do JH. 2001. Histological characteristics of normal and inferior parts in Korean red ginseng. *J Ginseng Res* 25: 82-88.
12. Song JC, Park HJ. 1995. *Food rheology*. Publishing by University of Ulsan, Ulsan. p 63-79, 216-237.

(2002년 9월 19일 접수; 2003년 4월 3일 채택)