KOREAN J. FOOD COOKERY SCI.
Vol. 29, No. 2 April, 2013

ISSN 2287-1780(Print)
ISSN 2287-1772(Online)
http://dx.doi.org/10.9724/kfcs.2013.29.2.129

제분방법에 따른 찰수수 가루의 품질 특성

류복미 · 김창순[1†]
창원대학교 생활과학연구소, [1]창원대학교 식품영양학과

Impact of Milling Method on Quality Parameters of Waxy Sorghum Flour

Bog-Mi Ryu and Chang-Soon Kim[1†]
Research Institute of Human Ecology, Changwon National University, Gyeongnam 641-773, Korea
[1]Dept. of Food and Nutrition, Changwon National University, Gyeongnam 641-773, Korea

Abstract

The objective of this research was to investigate physicochemical properties of waxy sorghum flours by different milling methods (pin mill and ultra fine mill). Four different sorghum flours were used for the experiments ; PWS (pin milled whole sorghum flour), PS (pin milled sorghum flour without bran), UFWS (ultra fine milled whole sorghum flour), UFS (ultra fine milled sorghum flour without bran). The contents of crude ash and total dietary fiber were the highest in PWS. Amylose content of pin milled sorghum flour was higher than that of ultra fine milled flour. The mean particle size of pin milled flours was six times lager than ultra fine milled flours. The L values of UFS and UFWS were higher than those of PS and PWS, whereas a and b values were higher in PWS. The water binding capacity was highest in UFWS, and solubility was higher in PS and UFS. Swelling power of flours was highest in UFS. The damaged starch content was higher in PS and UFS, which means damaged starch of sorghum flours significantly affected by polishing than milling method. The pasting properties were higher in the pin milled flours. Initial pasting temperature of pin milled flour was ranging from 70.5 to 73.1℃, which are higher than ultra fine milled flour (68.6℃). The contents of total polyphenol were higher in PWS and UFWS than those of PS and UFS, there was no difference between the two milling methods. The results of this study indicate that physicochemical properties of sorghum flour were affected by milling methods as well as bran.

Key words : sorghum, milling methods, pin mill, ultra fine pulverizer, physicochemical properties

I. 서 론

수수(*Sorghum, Sorghum bicolor* L. Moench)는 외떡잎식물 벼목 화본과의 한해살이풀로 열대아프리카가 원산지로 건조지대에서 가장 많이 재배되고 있으며, 아시아, 아프리카 및 중미 지역에서 재배되고 있는 주요 식량자원이다(Chang HG와 Park YS 2005). 다른 곡물보다 가뭄이나 척박한 환경을 잘 견디어 수확량이 우수한 대표적 곡류이며 쌀, 보리, 밀, 옥수수에 이어 중요한 곡류로서(Suhendro EL 등 1998) 아프리카나 아시아 일부 국가의 많은 인구에게는 절대 필요한 곡물이지만 개발도상국가에서는 식품으로는 거의 사용되지 않고 주로 사료나 공업용품으로 사용되고 있다. 국외에서는 저개발국가의 식량자원으로 수수를 활용한 식품개발이 지역의 전통식품을 중심으로 이루어져 아프리카, 중남미, 중국, 인도 등지에서는 죽류, 발효빵, 비발효빵, 알코올음료, 스낵, 기타 제과제품으로 이용되고 있다(Subramanian V 등 1995). 최근 세계인구 증가와 함께 곡물가격은 날로 폭등하고 강수량은 세계적으로 감소하고 있어 수수는 미래 식품으로 대표될 수 있는 중요 곡물로 관심을 모으고 있다.

수수에는 tannins, anthocyanins, phytosterol, phenolic compounds 등의 유효성분이 다량 함유되어(Awika JM와 Rooney LW 2004), 콜레스테롤 저하 효과(Cho SH와 Ha TY

†Corresponding author : Chang-Soon Kim, Changwon National University, Sarim-dong, Changwon, Gyeongnam 641-773, Korea
Tel: +82-55-213-3512
Fax: +82-55-281-7480
E-mail: cskim@changwon.ac.kr

2003), 항산화 활성(Choi YM 등 2006), HMG-CoA reductase 저해 활성(Ha TY 등 1998), 항돌연변이성(Kwak CS 등 2004) 등의 생리적 기능이 있는 것으로 알려져 있다.

곡류는 제분방법에 따라 가루의 품질이 달라지는데 쌀가루를 이용하는 가공식품에서 가루의 품질은 쌀의 품종 외에도 쌀가루 제조 시 사용되는 제분기의 종류와 제분 방법 등에 큰 영향을 받는다(Arisaka M 등 1992, Nishita KD와 Bean MM 1982). 또한 쌀가루의 제분방법에 따라서 전분의 호화 및 노화도, 반죽의 물성, 수분흡수력 등과 같은 조리 특성에 차이가 있으며 최종 제품의 품질이 달라지게 된다(Kum JS 등 1993, Han MR 등 2007). Han MR 등(2009)은 초미세분쇄 처리한 옥수수전분의 경우 평균직경이 감소하였고 겔(gel)을 형성하였으나 분쇄과정에서 전분입자의 파괴와 옥수수전분의 분자량이 저분자화 되면서 겔 형성능력이 크게 저하되었다고 하였다. Seo MC 등 (2011)의 연구에서도 분쇄방법이 수수의 항산화 활성에 영향을 주며, 일반적인 분쇄방법은 분쇄과정에서 발생하는 마찰열에 의해 열에 불안전한 성분의 파괴가 일어날 수 있다고 하였다. 또한 제분과정에서 가루의 입자가 클 경우 최종 제품의 조직감이 거칠어지는 단점이 있을 수 있어 저온초미분쇄 방법을 이용하여 제분한 가루의 특성에 대한 연구가 필요하다고 본다. 이러한 연구 결과들로 보아 곡류는 분쇄방법에 따라 최종 제품의 물성과 조리 특성이 달라지므로 본 연구에서는 수수의 도정여부와 분쇄방법을 달리하여 제분한 수수가루의 물리 화학적 특성을 알아보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 재료

본 실험에 사용한 수수는 농촌진흥청 국립식량과학원에 의해 재배된 황금찰수수이며, 수수의 분쇄는 Seo MC 등(2011)의 방법으로 핀밀분쇄는 pin mill(DK201, Sejung Tech, Daegu, Korea)을 이용하여 4,600 rpm으로 분쇄하였고, 저온초미분쇄는 저온초미분쇄기(HKP-02, Korea Energy Technology, Seoul, Korea)를 이용하여 시료의 온도상승을 억제하기 위해 분쇄기의 온도는 -20℃로 설정하여 10,000 rpm으로 회전시켜 120 mesh의 필터를 장착하여 분쇄한 것을 국립식량과학원 기능성 작물부로부터 제공받아 사용하였다. 실험에 사용한 시료는 껍질 유무와 분쇄방법에 따라 분류하였는데, 핀밀로 분쇄하여 껍질이 함유된 통곡수수가루(PWS)와 껍질을 제거한 수수가루(PS), 초미분쇄기로 분쇄한 통곡수수가루(UFWS)와 껍질을 제거한 수수가루(UFS)로 분류하였다.

2. 이화학적 특성 측정

일반성분은 AOAC 방법(1996)에 따라 분석하였다. 수분함량은 105℃ 상압건조법으로 측정하였고, 조단백질 함량은 Kjeldahl법, 조지방 정량은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550℃의 직접회화법, 총 식이섬유는 Megazyme total dietary fiber kit(Megazyme, Wicklow, Ireland)를 이용하여 측정하였으며, 겉보기 아밀로오스 함량은 Juliano의 방법(Juliano BO 1971)인 비색법에 준하여 620 nm에서 흡광도를 측정하였다.

3. 입도분포 분석

수수가루의 입도분포는 수수가루 1 g을 50 mL의 증류수에 5분간 분산시킨 후 입도분석기(Malvern Inc., New York, USA)를 이용하여 측정하였으며, Mastersizer 2000 software를. 이용하여 입도분포를 입도크기(μm)에 따른 % 함량으로 나타내었다.

4. 색도 측정

시료의 색도는 색차계(CM-3500d, Minolta, Tokyo, Japan)를 사용하여 L(명도), a(적색도), b(황색도) 값으로 표현하였으며, 각 시료 당 3회 반복 측정한 평균값으로 나타내었다. 이때 사용된 표준 백판의 L값은 96.88, a값은 -0.21, b값은 -0.28이었다.

5. 전분손상도

수수가루의 전분손상도는 AACC법(76-31, 2011)에 따라 starch damage assay kit(Megazyme Pty, Ltd, Wicklow, Ireland)를 사용하여 측정하였다.

6. 수분결합력

수수가루 1 g(dry base) 에 증류수 40 mL를 가하고 실온에서 1시간 교반한 후 3,000 rpm으로 30분간 원심분리(UNION 5 KR, Hanil Science. Seoul, Korea)하였다. 원심분리 후 상등액을 제거한 다음과 같이 침전물의 무게를 측정하여 계산하였다.

$$\text{수분결합력}(\%) = \frac{\text{침전된 시료의 무게 (g)} - \text{처음 시료 무게 (g)}}{\text{처음 시료 무게 (g)}} \times 100$$

7. 팽윤력 및 용해도

수수가루의 팽윤력과 용해도는 Schoch의 방법(Schoch TJ 1964)을 변형하여 측정하였다. 수수가루 0.5 g을 30 mL의 증류수에 분산시켜 90±1℃의 항온수조에 30분간 가열하고 3,000 rpm으로 20분간 원심분리(UNION 5 KR, Hanil Science, Industrial, Korea)한 후 상등액은 120℃에서 4시간 건조시켜 무게를 측정하고 침전물은 그대로 무게를 측정한 후 팽윤력 및 용해도를 다음과 같이 각각 구하였다.

$$\text{팽윤력(swelling power, g/g)} = \frac{\text{원심분리 후 무게 (g)} \times 100}{\text{처음 시료 무게 (g)} \times (100\text{-용해도})}$$

$$\text{용해도(solubility, \%)} = \frac{\text{상등액을 건조한 고형물의 무게 (g)}}{\text{처음 시료 무게 (g)}} \times 100$$

8. 호화 특성 측정

수수가루의 호화특성은 Rapid visco analyzer(RVA-3D, Newport Scientific, Sydney, Australia)를 이용하여 측정하였다. 시료(3.0 g, 14% moisture basis)를 aluminum canister에 직접 넣어 측량한 후 총 중량이 28 g 되도록 증류수를 첨가하였다. 각 시료는 처음 1분 동안 50℃까지 가열 후 분당 12℃로 가열하여 95℃까지 상승시키고 95℃에서 2.5분 동안 유지하였다. 또한 50℃까지 분당 12℃로 냉각하여 2분 동안 유지시킨 다음 50℃로 냉각시켜 점도를 측정하였다. 시료의 최고점도(peak viscosity), 점도 붕괴도(breakdown viscosity), 호화온도(initial pasting temperature), 노화점도(setback viscosity), 최종점도(final viscosity)를 측정하였다.

9. 총 페놀 함량 측정

수수가루의 항산화 효과를 비교하기 위해 총 페놀 함량을 Folin-Ciocalteu법(Gutfinger T 1981)으로 측정하였다. 시료 1 g에 80% 메탄올을 100 mL 넣고 추출한 후 추출물 1 mL에 Folin's reagent를 가하고 혼합한 다음 실온에서 3분간 정치한 후 2% Na2CO3 1 mL를 가하고 실온에서 1시간 동안 반응시킨 후 760 nm에서 흡광도를 측정하였다. 표준물질로는 gallic acid를 이용하여 작성한 표준곡선으로부터 총 페놀 함량을 산출하였다.

10. 통계처리

실험결과는 SPSS 18.0 program을 이용하여 분산분석(ANOVA)을 실시하고 유의성 검정은 Duncan's multiple range test를 실시하여 시료간의 유의차를 검정하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 일반성분 및 총 식이섬유, 겉보기 아밀로오스 함량

제분 방법에 따른 찰수수가루의 일반 성분을 측정한 결과, 수분함량은 핀밀분쇄한 PS와 PWS가 미분쇄한 UFS와 UFWS보다 2배 정도 높았다(Table 1). 조단백질 함량은 건조중량(%)로 계산하였을 때 PS와 UFS에서 높았고, 조지방 함량은 껍질이 있는 PWS와 UFWS가 PS와 UFS보다 높았으며 핀밀분쇄보다 초미분쇄에서 더 높게 나타났다. 조회분 함량은 PWS에서 가장 높았다 총 식이섬유소 함량은 UFS<PS, UFWS<PWS로 핀밀분쇄한 수수가루에서 높았고, 도정하지 않은 PWS에서 가장 많았다. 수수가루 가공에서 식이섬유 함량을 높이기 위해서는 도정하지 않고 핀밀분쇄하는 것이 더 효율적일 것으로 보인다. 겉보기 아밀로오스 함량은 핀밀분쇄한 수수가루가 초미분쇄한 수수가루보다 높았으며 도정한 경우(PS, UFS) 아밀로오스 함량이 더 낮게 나타났다. 이러한 결과는 Lee YT과 Kim YU(2011)의 연구와 Kim RY 등(2009)의 연구에서 아밀로오스 함량이 적은 것이 가루 입자크기가 작아진 것으로 보아, 본 연구에서도 수수를 도정하여 초미분쇄하면 가루 입자가 더 작아지고(Table 2) 이것은 아밀로오스의 분해와 관련이 있을 것으로 보인다. 아밀로오스 함량이 높을수록 찰기 및 gel consistency가 감소하는 것으로 알려져 있으며(Kum JS 등 1996), 분쇄방법에 따라 찰수수가루의 아밀로오스 함량에 차이가 있으므로 제품에 응용 시 고려해야 할 것으로 보인다.

2. 평균 입도크기

수수가루의 평균입도와 입도분포는 Table 2에 나타내었다. 분쇄방법에 따라서 핀밀분쇄한 PS(98.4 ㎛)와 PWS(124.8 ㎛)는 초미분쇄한 UFS(15.1 ㎛)와 UFWS (21.3 ㎛)보다 평균 입도가 컸다. 도정한 핀밀분쇄(PS)와 초미분쇄 수수가루(UFS) 비교 시 평균 입도크기는 6배 정도 차이가 나타났다. 같은 핀밀분쇄 사용 시 도정하지 않은 수수가루(PWS)의 평균입도는 124.8 ㎛로 PS 98.4 ㎛보다 입자가 큰 것으로 나타나 평균 입도크기나 입도분포는 사용 분쇄기나 함유된 껍질에 의해 영향을 받는 것으로 나타났다. 흑미의 경우도 초미쇄하였을 때 쌀가루의 평균입도가 가장 작았으며, 건조방법보다는 제분방법이 쌀가루의 품질에 큰 영향을 주었다고 하였다(Choi BK 등 2006). 제품에 따라서 곡류가루 입자의 효과는 다르게 나타나는데 non-wheat 국수(쌀, 녹두, 고구마)의 경우 단백질이 아닌 전분이 그 구조를 형성하는 역할을 하게 된다. Suhendro EL 등(2000)은 수수가루 입도가 작은 분포의 비율이 높을수록 수화력이 증가하고 호화가 용이해지며 매끈한 표면의 국수가 만들어질 수 있다고 하여 제품의 특성에 맞는 분쇄방법이 제품에 중요한 영향을 줄 것으로 사료된다.

3. 색도

분쇄 방법에 따른 수수가루의 색도는 초미분쇄 수수가루가 핀밀 수수가루보다 높은 명도값을 보였다(Table 3). 시료 중에서 UFS의 L 값(명도)이 가장 높아 밝았으며 도정한 수수가루(PS, UFS)가 통곡수수(PWS, UFWS)보다 명도가 높았다. 이는 미세입도분포율이 높은 쌀가루일수록 백색도가 높다는 선행 연구결과(Park YK 등 1988, Choi BK 등 2006, Kim RY 등 2009)와 유사하며, 미세입자가 많으면 표면에서 빛의 반사량이 증가하기 때문인 것으로 보인다. 적색도(a 값)는 핀밀분쇄 수수가루가 초미분쇄보다 높았다. 이 중에서 PWS가 가장 높았으며 이는 붉은 색의 수수껍질이 상대적으로 많이 함유되었기 때문인 것으로 보인다.

Table 1. Componential characteristics of sorghum flours by milling methods (g/dry base 100 g)

Sorghum flours[1)]	Moisture	Crude protein	Crude fat	Crude ash	TDF[2)]	Apparent amylose
PS	11.81±0.07[b*]	11.35±0.02[a]	7.91±0.84[b]	1.87±0.06[c]	26.65±0.05[c]	9.00±0.38[b]
PWS	12.64±0.13[a]	11.09±0.11[b]	9.11±0.11[b]	2.61±0.03[a]	59.07±0.80[a]	9.42±0.31[a]
UFS	5.55±0.11[c]	11.34±0.05[a]	11.43±0.60[a]	2.03±0.07[b]	20.86±0.84[d]	8.64±0.15[d]
UFWS	4.91±0.09[d]	10.87±0.08[c]	12.30±0.60[a]	1.99±0.06[ab]	43.01±0.76[b]	8.78±0.38[c]

[1)]PWS : Pin-milled whole sorghum flour PS : Pin-milled sorghum flour without bran,
UFWS : Ultra fine pulverized whole sorghum flour UFS : Ultra fine pulverized sorghum flour without bran
[2)]TDF : Total dietary Fiber
[a-d]Different superscripts are significantly different within a column by Duncan's multiple range test at p〈0.05.

Table 2. Particle size distribution of sorghum flours by different milling methods (㎛)

Volume (%)	Sorghum flours[1)]			
	PS	PWS	UFS	UFWS
10	13.2	17.5	3.8	6.2
20	21.4	26.7	6.9	10.3
50	75.7	77.2	13.5	18.9
80	169.8	213.4	22.5	31.2
90	222.7	302.5	28.3	39.4
Mean diameter	98.4	124.8	15.1	21.3

[1)]Refer to Table 1.

Table 3. Hunter color values of sorghum flours by milling methods

Sorghum flours[1)]	L	a	b
PS	78.95±0.21[b]	5.19±0.02[c]	11.21±0.15[c]
PWS	67.94±0.43[d]	8.75±0.07[a]	13.94±0.07[a]
UFS	85.85±0.05[a]	3.12±0.05[d]	7.20±0.03[d]
UFWS	74.90±0.09[c]	7.48±0.09[b]	13.30±0.26[b]

[1)]Refer to Table 1.
[a-d]Different superscripts are significantly different within a column by Duncan's multiple range test at p〈0.05.

4. 수분흡수력, 용해도, 팽윤력, 전분손상도

수분결합력은 도정하지 않은 PWS와 UFWS가 도정된 PS와 UFS보다 높았으며 핀밀분쇄한 PWS보다 초미분쇄한 UFWS에서 수분결합력이 더 높았다(Table 4). 이러한 결과는 껍질 중의 섬유질이나 미세입자의 표면적 증가가 물결합력 상승에 영향을 미친 것으로 판단된다. 용해도와 팽윤력은 초미분쇄 UFWS와 UFS가 핀밀분쇄 PWS와 PS보다 높았으며 도정한 가루에서 더 높았다. 도정하지 않은 가루에서 수분결합력이 높은 것은 수수 껍질에 함유된 식이섬유소의 높은 수분결합력에 의한 것으로 보인다(Lee YH와 Moon TW 1994). 수분흡수는 전분입자 내부조직의 강도와 관련하며 전분입자의 무정형 영역(amorphous region)에서 일어나며 결정질 영역에 비해 무정형 영역이 많을수록 더 많은 수분이 흡수된다(Abd Allah MA 등 1987).

전분입자들은 제분과정 중 기계적인 손상을 받게 되고 손상 받은 전분들은 물 흡수력과 반죽성, 색깔, 조직 등의 여러 가지 면에서 다른 특성을 가지게 된다. 전분손상도가 클수록, 입도가 미세할수록, 수침시간이 증가할수록 수분흡수력이 증가하는데(Lee MK 등 2004, Kim RY 등 2009) 이는 물 분자와의 접촉면 증가와 전분입자의 결정구조 파괴에 의한 비결정구조의 증가에 기인하는 것으로 알려져 있다(Evers AD와 Stevens DJ 1985). 수수가루의 손상 전분 함량은 10.47~12.70% 범위로 나타났다. 껍질이 없는 PS와 UFS에서 전분 손상도가 컸으며 PS의 전분 손상도가 가장 높았다.

Table 4. Water binding capacity, solubility, swelling power and damage starch of sorghum flours

Sorghum flours[1)]	Water binding capacity (%)	Solubility (%)	Swelling power (g/g)	Damaged starch (%)
PS	160.06±0.26[c]	37.84±0.42[a]	23.15±1.66[bc]	12.70±0.10[a]
PWS	178.93±3.05[b]	23.26±1.56[b]	18.91±2.12[c]	10.47±0.15[b]
UFS	153.58±1.32[c]	39.14±2.16[a]	31.33±2.51[a]	12.00±0.95[a]
UFWS	222.01±4.57[a]	24.84±1.03[b]	25.31±0.37[b]	11.73±0.94[ab]

[1)]Refer to Table 1.
[a-c]Different superscripts are significantly different within a column by Duncan's multiple range test at p〈0.05.

5. 호화점도 특성

수수가루의 호화점도 특성에서 최고점도는 UFS〈UFWS〈PS〈PWS 순으로 높게 나타났으며, 밀가루(WH)와 비교했을 때 핀밀분쇄 PWS와 PS, 초미분쇄 UFWS는 밀가루(WH)보다 높았으나 UFS는 더 낮은 점도를 나타내었다(Table 5). 점도붕괴도(BD)는 초미분쇄 수수가루가 핀밀분쇄보다 낮았으며 최종점도(FV)는 수수가루 중에서 PWS가 가장 높게 나타났는데 아밀로오스 함량이 많을수록 최종점도가 높다는 연구들과 유사한 결과였다(Yamamori M과 Quynh NT 2000, Yanagisawa T 등 2004). 노화도를 나타내는 setback(SB) 점도는 밀가루가 61.67 RVU로 모든 수수가루 시료보다 2배 이상

Table 5. RVA pasting properties of sorghum flours prepared by milling methods

Sorghum flours[1)]	Viscosity (RVU)					Pasting temp. (℃)
	Peak viscosity	Trough viscosity	Break down	Final viscosity	Setback	
PS	133.0±2.21[a]	75.7±1.04[b]	57.4±1.24[a]	99.2±0.82[c]	23.5±0.84[c]	70.5
PWS	135.6±1.06[a]	85.1±1.40[a]	50.5±0.35[b]	115.8±0.75[b]	30.7±0.84[b]	73.1
UFS	75.5±2.18[d]	38.6±0.50[e]	36.9±1.72[d]	50.6±0.64[e]	12.0±0.21[e]	68.6
UFWS	112.8±1.28[b]	67.4±0.90[c]	45.4±0.55[c]	85.6±1.04[d]	18.2±1.29[d]	68.6
WH[2)]	99.84±3.77[c]	59.63±3.47[d]	40.21±0.30[d]	121.29±3.83[a]	61.67±0.35[a]	79.8

[1)]Refer to Table 1. WH[2)] : Wheat flour

[a-e]Different superscripts are significantly different within a column by Duncan's multiple range test at p〈0.05.

높았다. 핀밀분쇄가 초미분쇄보다 노화도가 높았는데 이것은 핀밀분쇄 시료의 아밀로오스가 높았던 것과 관련 있는 것으로 보인다. 전체적으로 초미분쇄 수수가루가 핀밀분쇄 수수가루에 비하여 낮은 호화점도를 나타내었다. 도정하지 않은 초미분쇄 수수가루 UFWS가 도정한 UFS에 비하여 높은 호화점도 곡선을 나타내었는데 이는 수수껍질에 함유된 식이섬유소의 높은 물결합력에 의한 것으로 보인다. 수수가루 시료의 호화개시 온도는 68.6~73.1℃로 밀가루 79.8℃에 비해 낮았으며 도정하지 않고 핀밀분쇄한 수수가루(PWS)에서 전체적으로 높은 호화점도 곡선을 보였다. Kim EM(2010)는 건식과 습식 제분에 따라 멥쌀가루의 특성을 조사하였는데, 수침한 경우 호화개시 온도가 낮아지며 peak viscosity는 높아지고 노화가 더딘 것으로 보고하여 제분방법이 호화점도에 영향을 주는 것으로 보인다.

6. 총 폴리페놀 함량

수수에 함유된 페놀성 화합물은 크게 phenolic acid와 flavonoids로 분류되며, 수수에서 분리된 tannin과 anthocyanin 등은 수수 자체나 수수로 만든 식품의 색깔과 외관, 영양성에 영향을 미친다(Afify AMR 등 2012). 수수에서 가장 풍부한 phenolic acid는 ferulic acid, ρ-coumaric acid, vanillic acid로 bran 층에 많이 함유되어 있다(Awika JM 등 2005). 본 연구에서 총 폴리페놀 함량은 핀밀분쇄 수수가루가 초미분쇄 수수가루보다 높았으며 도정하지 않은 수수가루에서 높게 나타났다(Fig. 1).

수수에 함유된 페놀화합물의 종류나 함유량은 품종이나 환경적 요인에 따라 달라진다(Dykes L과 Rooney LW 2006). 수수 품종 중에는 condensed tannin(polyphenol)을 함유한 것이 있으며, 흰색, 노란색, 붉은색, 갈색 과피를 갖는 여러 색의 수수 품종이 있다. 수수 중의 폴리페놀과 같은 유용한 항산화 성분을 얻기 위해서는 도정하지 않고 전곡으로 섭취하며 초미분쇄보다 핀밀분쇄하는 것이 더 유용할 것으로 판단된다.

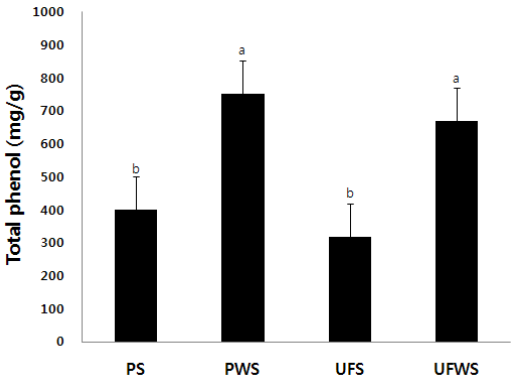

Fig. 1. Total polyphenol contents of sorghum flours by milling methods.

PS, PWS, UFS, UFWS : Refer to Table 1

[a-b] Different letters on top of each bar indicate significant difference by Duncan's multiple range test at p〈0.05.

Ⅳ. 요 약

분쇄방법(핀밀, 초미분쇄)을 달리하여 제분한 찰수수가루의 물리화학적 특성을 조사하였다. 조단백질 함량은 PS와 UFS에서 높았고, 조지방 함량은 핀밀분쇄보다 초미분쇄에서 더 높게 나타났다. 조회분과 총 식이섬유소 함량은 도정하지 않고 핀밀분쇄한 PWS에서 가장 높았다. 겉보기 아밀로오스 함량은 핀밀분쇄한 수수가루가 초미분쇄한 수수가루보다 높았으며 껍질이 없는 경우(PS, UFS) 아밀로오스 함량이 더 낮게 나타났다. 수수가루의 평균입도크기는 도정하지 않은 수수가루에서 컸으며 핀밀분쇄한 것이 초미분쇄보다 평균입도가 큰 것으로 나타났다. 수수가루의 색도는 초미분쇄 수수가루가 핀밀 수수가루보다 밝았으며 UFS의 L값이 가장 높았고, 도정한 수수가루(PS, UFS)가 통곡수수(PWS, UFWS)보다 명도가 높았다. 수분결합력은 초미분쇄 시료 UFWS에서 가장 높았으며 핀밀분쇄 PWS보다 높았다. 용해도와 팽윤력은 초미분쇄한 시료가 핀밀분쇄 시료에 비해 모두 높게 나타났으며 도정한 수수가루에서 높게 나타났다. 수수가루의 손상전분 함량은 핀밀분쇄하여 도정한 경우 손상도가 컸다. 수수가루의 호화점도 특성

에서 최고점도와 최종점도 PS와 PWS에서 높았고 UFS는 가장 낮은 점도를 나타내었다. 노화도를 나타내는 setback 점도 또한 PS와 PWS에서 높아 초미분쇄보다 노화도가 높게 나타났다. 핀밀분쇄한 통곡 수수가루(PWS)가 전체적으로 높은 호화점도곡선을 보였다. 총 페놀 함량은 핀밀분쇄 수수가루가 초미분쇄 수수가루보다 높았으며 통곡 수수에서 높게 나타났다. 이러한 결과들로 보아 수수는 도정 여부와 분쇄 방법에 따라 가루의 물리화학적 특성이 달라지므로 수수가루를 이용한 제품 개발 시 각 제품의 특성에 따른 적절한 제분방법이 필요하다고 할 수 있다.

참고문헌

AACC. 2000. International Approved Methods. 10th ed. American Association of Cereal Chemists. St. Paul. MN. USA

Abd Allah MA, Mahmoud RM, El-Kalyoubi MH, Abou Arab AA. 1987. Physical properties of starches isolated from yellow corn, sorghum, sordan and pearl millet. Starch 39(1):9-12

Afify AMR, El-Beltagi HS, Abd El-Salam SM, Omran AA. 2012. Biochemical changes in phenols, flavonoids, tannins, vitamin E, β-carotene and antioxidant activity during soaking of three white sorghum varieties. Asian Pac J Trop Biomed 2(3):203-209

AOAC. 1996. Official Method of Analysis of AOAC. International. 16th ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC. USA

Arisaka M, Nakamura K, Yoshii Y. 1992. Properties of rice flour prepared by different milling methods. J Japanese Soc Starch Sci 39:155-163

Awika JM, Rooney LW. 2004. Sorghum phytochemical and their potential impact on human health. Phytochem 65(9):1199-1221

Awika JM, McDonough CM, Rooney LW. 2005. Decorticating sorghum to concentrate healthy phytochemicals. J Agric Food Chem 53(16):6230-6234

Chang HG, Park YS. 2005. Effects of waxy and normal sorghum flours on sponge cake properties. Food Eng Prog 9(3):199-207

Cho SH, Ha TY. 2003. In vitro and in vivo effects of prosomillet and sorghum on cholesterol metabolism. Food Sci Biotechnol 12(5):485-490

Choi BK, Kum JS, Lee HY, Park JD. 2006. Physicochemical properties of black rice flours (BRFs) affected by milling condition. Korean J Sci Food Technol 38(6):751-755

Choi YM, Jeong HS, Lee JS. 2006. Antioxidant activity of methanolic extracts from some grains consumed in Korea. Food Chem 103(1):130-138

Dykes L, Rooney LW. 2006. Sorghum and millet phenols and antioxidants. J Cereal Sci 44(3):236-251

Evers AD, Stevens DJ. 1985. Starch damage, in "Advances in cereal science and technology" Vol. VII (Pomeranz, Y. ed.). American Association of Cereal Chemists Inc. St. Paul. Minnesota. pp 321-349

Gutfinger T. 1981. Polyphenols in olive oils. J Am Oil Chem Soc 58: 966-968

Ha TY, Cho IJ, Lee SH. 1998. Screening of HMG-CoA reductase inhibitory activity of ethanol and methanol extracts from cereals and legumes. Korean J Food Sci Technol 30(1):224-229

Han MR, Chang MJ, Kim MH. 2007. Investigation of physical property change in modified rice starch by ultra fine pulverization. J Korean Soc Appl Biol Chem 50(4):160-166

Han MR, Kim AJ, Chang MJ, Lee SJ, Kim HS, Kim MH. 2009. Investigation of physical property change in modified corn starch by ultra fine pulverization. Food Eng Prog 13(4): 335-340

Juliano BO. 1971. A simplified assay for milled rice-amylose. Cereal Sci Today 16: 334-338

Kim RY, Kim CS, Kim HI. 2009. Physicochemical properties of non-waxy rice flour affected by grinding methods and steeping times. J Korean Soc Food Sci Nutr 38(8): 1076-1083

Kim EM. 2010. The properties of rice flours prepared by dry and wet milling method. Korean J Food Cookery Sci 26(6):727-736

Kum JS, Lee SH, Lee HY, Kim KH, Kim YI. 1993. Effects of different milling methods on physico-chemical properties & products. Korean J Food Sci Technol 25(5):546-551

Kum JS, Lee SH, Lee HY, Lee C. 1996. Retrogradation behavior of rice starches differing in amylose content and gel consistency. Korean J Food Tech 28(6):1052-1058

Kwak CS, Lim SJ, Kim SA, Park SC, Lee MS. 2004. Antioxidative and antimutagenic effects of Korean buckwheat, sorghum, millet and job's tears. J Korean Soc Food Sci Nutr 33(6):921-929

Lee MK, Kim JO, Shin MS. 2004. Properties of nonwaxy rice flours with different soaking time and particle sizes. Korean J Food Sci Technol 36(2):268-275

Lee YH, Moon TW. 1994. Composition water-holding capacity and effects of starch retrogradation of rice bran dietary fiber. Korean J Food Sci Technol 26(3):288-294

Lee YT, Kim YU(2011). 2011. Physicochemical properties of brown rice flours differing in amylose content prepared by different milling methods. J Korean Soc Food Sci Nutr 40(12):1797-1801

Nishita KD, Bean MM. 1982. Grinding methods-their impact on rice flour properties. Cereal Chem 59(1):46-49

Park YK, Seog HM, Nam YJ, Shin DH. 1988. Physicochemical properties of various milled flours. Korean J Food Sci Technol 20(4):504-510

Schoch TJ. 1964. Swelling power and solubility of granular starches. In methods in carbohydrate chemistry. Whistler RL (ed). Academic Press. NY. pp 106-108

Seo MC, Ko JY, Song SB, Lee JS, Kang JR, Kwak DY, Oh BG, Yoon YN, Nam MH, Jeong HD, Woo KS. 2011. Antioxidant compounds and activities of foxtail millet, proso millet and sorghum with different pulverizing methods. Korean Soc Food Sci Nutr 40(6): 790-797

Subramanian V, Sambasiva Rao N, Jambunathan R, Murty DS, Reddy BVS. 1995. The effect of malting on the extractability of proteins and its relationship to diastatic activity in sorghum. J Cereal Sci 21(3):283-289

Suhendro EL, Kunetz CF, McDonough CM, Rooney LW, Waniska RD. 2000. Cooking characteristics and quality of noodles from food sorghum. Cereal Chem 77(2):96-100

Yamamori M, Quynh NT. 2000. Differential effects of Wx-A1,-B1, and-D1 protein deficiencies on apparent amylose content and starch pasting properties in common wheat. Theor Appl Genet 100(1):32-38

Yanagisawa T, Kiribuchi-Otobe C, Fujita M. 2004. Increase in apparent amylose content and change in starch pasting properties at cool growth temperatures in mutant wheat. Cereal Chem 81(1):26-30

2013년 1월 8일 접수; 2013년 1월 31일 심사(수정); 2013년 3월 25일 채택