

현미와 백미의 품종별 무기질 함량

- 연구노트 -

김미숙 · 양혜란 · 정은화[†]

단국대학교 식품영양학과

Mineral Contents of Brown and Milled Rice

Meesook Kim, Hye-Ran Yang and Yoonhwa Jeong[†]

Dept. of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul 140-714, Korea

Abstract

The objectives of this study were to analyze mineral contents of brown and milled rice of five varieties (*Kwangan, Daeon, Daejin, Sura, Hwaseong*) and to compare those with Korean recommended dietary allowance. The ash contents of brown rice ranged from 1.28 to 1.45% and those of milled rice ranged from 0.51 to 0.62%. The mineral contents of brown rices were P, 270.8~327.2 mg/100 g; K, 216.0~249.0 mg/100 g; Mg, 102.0~111.0 mg/100 g; Ca, 11.8~13.2 mg/100 g. The major minerals of milled rices were P, 125.3~153.2 mg/100 g; K, 96.5~118.6 mg/100 g; Mg, 34.7~40.0 mg/100 g; Ca, 6.0~9.4 mg/100 g. Contents of phosphorus from average daily rice consumption (215.9 g) correspond to 90.7% of Korean RDA of phosphorus in brown rice while 42.3% in milled rice.

Key words: brown rice, milled rice, mineral, calcium, phosphorus

서 론

세계 3대 곡물 중의 하나로서 우리나라 국민이 주식으로 가장 많이 소비하고 있는 쌀의 2001년도 1인당 공급량은 254.2 g이며(1), 2001년도 국민건강·영양조사 결과 보고서(2)에 의하면 1인 1일 쌀 섭취량은 215.9 g이었다. 쌀의 무기질 함량은 다른 영양소에 비해 많지는 않지만 한국인의 식생활에 있어서 쌀이 차지하는 비중이 크므로 무기질의 공급면에서 쌀의 역할이 중요하다. 특히 인과 철은 쌀로부터 가장 많이 공급되는데, 인은 25.7%(299.4 mg)를, 그리고 철은 9.2%(0.9 mg)가 공급된다. 또한 쌀은 아홉번째 칼슘 공급원으로 전체 섭취량의 1.8%(8.7 mg)를 차지한다(2). 쌀은 왕겨만을 제거한 현미의 형태로 저장되고, 이를 걸썩질과 쌀눈을 포함하여 전체 무게의 약 8%를 도정하여 백미로 가공을 하게 된다(3,4).

쌀의 무기질은 품종과 계통, 그리고 토양의 조건에 따라 상당한 차이가 있고, 도정도가 높아감에 따라 무기질의 변화가 있다고 알려져 왔다(5). 쌀의 무기질 조성은 자라는 토양의 영양 이용성에 상당히 의존한다. 따라서 쌀의 무기질 함량은 여러 연구보고 간에 상당한 차이를 보여 왔다.

우리나라 쌀의 무기질에 대하여는 무기질의 함량(6,7), 무기질의 분포(8,9), 도정도에 따른 무기질의 변화(10) 등 많은 연구가 있으나, 이는 대부분이 1970년에서 1990년도 사이에

재배된 쌀을 대상으로 이루어진 것으로 최근에 생산되고 있는 쌀에 대한 연구는 많지 않다. 따라서 본 연구에서는 현미와 백미의 무기질 함량을 분석 비교하고, 쌀이 주식인 한국인의 식생활에 있어서의 쌀로부터 섭취하는 무기질의 양과 권장량에 대한 비율을 알아보려고 하였다.

재료 및 방법

실험재료

농촌진흥청 작물시험장에서 표준 경작법으로 재배한 2000년산 광안벼(KA, 중생종), 대안벼(DA, 중만생종), 대진벼(DJ, 준조생종), 수라벼(SR, 중생종), 화성벼(HS, 중생종)를 제공받아 사용하였다. 벼는 Satake Grain Testing Mill(Satake Engineering Co. Ltd., Tokyo, Japan)을 이용하여 왕겨를 제거하여 현미로 사용하였다. 현미는 Rice Whitening & Caking Machine(MCM-250, Satake Engineering Co. Ltd., Tokyo, Japan)을 이용하여 10분도로 도정하여 백미로 사용하였다. 분석용 쌀은 분쇄기(Super Mill 1500, Newport Scientific, Warriewood, Australia)로 분쇄하여 60 mesh 체에 걸러서 사용하였다.

조회분 분석

AOAC 방법(11)에 의하여 수분함량은 상압가열건조법, 회분은 건식 회화법을 이용하였다(12).

[†]Corresponding author. E-mail: yjeong@dku.edu
Phone: 82-2-709-2472, Fax: 82-2-792-7960

무기질 분석

시료를 도가니에 담아 예비 탄화하고 500°C에서 완전 회화한 후 염산(1→2) 10 mL에 용해하고 수욕상에서 증발 건조시킨 후, 다시 염산(1→4) 10 mL에 녹여 가열한 다음 0.5 N 질산 용액에 녹여 25 mL로 정용한 용액을 atomic absorption spectrophotometer(Hitach Model Z-5700)로 분석하였다. 인은 Molybdenblue법으로 비색하여 흡광도 650 nm에서 측정하였다. 각 무기질별 기기의 분석조건은 Table 1과 같다.

통계처리

시료 중 무기질 함량은 각 시료당 3회 반복 실험을 하였으며 실험 결과의 통계처리는 Excel 프로그램을 이용하여 평균값과 표준편차를 구하였다.

결과 및 고찰

조회분 함량

현미와 백미의 조회분을 분석한 결과는 Table 2와 같다.

수분 함량은 현미가 7.61~8.28%, 백미가 7.55~9.18%이었다. 조회분 함량은 현미에서 1.28~1.45%, 백미에서는 0.51~0.62%로 현미가 백미보다 2배 이상 높았다. 이는 도정에 의하여 현미의 무기질 함량이 50%이상 감소되는 것으로 보인다. 일반적으로 무기질은 쌀의 바깥층에 많으며 도정도가 증가할수록 감소된다(6).

무기질 함량

현미와 백미의 무기질 함량은 Table 3과 같다. 현미와 백미의 무기질 함량은 인>칼륨>마그네슘>칼슘>아연>망간>철의 순으로 Kim 등(7)의 연구결과와 유사한 경향을 보였다. 그러나 Choe 등(13)의 연구에서는 현미와 백미 모두에서 칼륨의 함량이 인 함량보다 많았다. 쌀에 가장 많이 함유되어 있는 인의 경우는 전체 무기질에 대하여는 현미와 백미 모두에서 46%가 함유되어 있었고, 현미가 294.12 mg/100 g으로 백미의 137.05 mg/100 g보다 2배 이상 많이 함유되었다. 현미와 백미 모두에서 망간은 품종 간에 변이차가 크게 나타나

Table 1. Analytical conditions of atomic absorption spectrophotometer

Parameters	Ca	Mg	K	Fe	Zn	Mn
Elements						
Flame type	Absorption Air-C ₂ H ₂	Absorption Air-C ₂ H ₂	Absorption Air-C ₂ H ₂	Absorption Air-C ₂ H ₂	Absorption Air-C ₂ H ₂	Absorption Air-C ₂ H ₂
Wave length (nm)	422.7	285.2	404.4	248.3	213.9	213.9
Slit width (nm)	1.3	1.3	1.3	0.2	1.3	1.3
Fuel flow (L/min)	2.4	2.2	2.4	2.0	2.0	2.0
Oxidant flow (L/min)	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0
Standard curve range (mg/L)	0.5~2.0	0.1~0.4	50~200	0.5~4.0	0.5~1.0	0.5~2.0
Lamp current (mA)	9.0	9.0	12.0	15.0	0.5	6.5
Remark	0.1% La.soln.added	-	-	-	-	-

Table 2. Moisture and crude ash contents

(%)

	Brown rice						Milled rice					
	KA ¹⁾	DA	DJ	SR	HS	Mean	KA	DA	DJ	SR	HS	Mean
Moisture	8.27	8.12	7.61	7.61	8.28	7.98	9.18	8.90	7.55	8.52	9.18	8.67
Crude ash	1.29 (1.41) ²⁾	1.30 (1.41)	1.45 (1.57)	1.45 (1.57)	1.28 (1.40)	1.35	0.62 (0.68)	0.51 (0.56)	0.60 (0.65)	0.53 (0.58)	0.59 (0.65)	0.57

¹⁾KA: Kwangan. DA: Daeon. DJ: Daejin. SR: Sura. HS: Hwaseong.

²⁾Dry weight basis.

Table 3. Mineral contents of brown and milled rice

(mg/100 g rice)

	Ca	P	Mg	K	Fe	Zn	Mn	Cr
Brown rice	KA ¹⁾	12.17	270.80	101.99	226.64	1.07	2.19	0.02
	DA	13.25	287.20	106.33	225.98	1.47	2.21	0.05
	DJ	11.81	327.20	110.94	249.03	1.57	2.71	0.04
	SR	13.01	309.40	110.16	234.19	1.22	2.22	0.03
	HS	12.75	276.00	102.76	215.91	1.25	2.50	0.04
	Mean	12.60	294.12	106.44	230.35	1.32	2.37	0.04
	SD	0.60	23.71	4.11	12.30	0.20	0.23	0.01
Milled rice	KA	8.63	137.08	37.26	118.61	1.05	1.57	0.04
	DA	9.02	130.76	36.46	104.84	0.40	1.60	0.03
	DJ	9.44	153.18	39.99	114.53	1.02	1.98	0.05
	SR	6.03	138.90	38.47	110.36	0.49	1.53	0.05
	HS	8.45	125.32	34.70	96.49	1.06	1.75	0.03
	Mean	8.31	137.05	37.38	108.97	0.80	1.69	0.04
	SD	1.33	10.50	2.00	8.64	0.33	0.18	0.01

¹⁾KA: Kwangan. DA: Daeon. DJ: Daejin. SR: Sura. HS: Hwaseong.

무기질은 품종이나 토양의 영양 이용성 등 환경의 영향에 상당히 의존한다는 것을 알 수 있다(5). 망간은 현미가 2.25 mg/100 g, 백미가 0.92 mg/100 g, 칼륨은 현미가 230.35 mg/100 g, 백미가 108.97 mg/100 g, 그리고 마그네슘은 현미가 106.44 mg/100 g, 백미가 37.38 mg/100 g으로 2배 이상 많이 함유하였다. 이처럼 현미의 함량이 백미보다 월등히 많은 인, 망간, 칼륨, 마그네슘 등이 쌀의 도정 시에 많이 제거되기 때문에 백미의 무기질 함량이 현미에 비해 50% 이상 감소하는 것이라고 생각된다. 쌀에서는 미량으로 발견되는 철은 현미에서 1.32 mg/100 g, 백미에서 0.80 mg/100 g이었다. 쌀의 미량 무기질인 크롬은 현미에서 0.04 mg/100 g, 백미에서 0.04 mg/100 g으로 같은 함량을 나타내었다. 다른 연구보고(6-9)에 의하면 인은 현미에 201.3~386.4 mg/100 g, 백미에 102.3~250.8 mg/100 g, 칼슘은 현미에 1.2~17.5 mg/100 g, 백미에 5.1~19.3 mg/100 g, 망간은 현미에 2.3~6.4 mg/100 g, 백미에 0.7~2.8 mg/100 g, 칼륨은 현미에 180.8~328.8 mg/100 g, 백미에 70.4~188.5 mg/100 g, 마그네슘은 현미에 88.0~134.3 mg/100 g, 백미에 24.2~59.1 mg/100 g, 철은 현미에 1.3~6.3 mg/100 g, 백미에 0.5~1.4 mg/100 g 그리고 아연은 현미에 1.2~4.8 mg/100 g, 백미에 1.2~2.2 mg/100 g이 함유되고 있는 것으로 보고되어 있어 상당한 차이를 나타내었다(6-9).

분석치의 영양권장량 대비

측정한 무기질을 2001년도 국민영양조사의 전국 평균 1인 1일당 쌀 섭취량 215.9 g(2)을 기준으로 하여(Table 4), 쌀에서 섭취할 수 있는 양을 한국인 성인 무기질 권장량(14)과 비교해 보면 Table 5와 같다.

인은 쌀에 풍부하게 함유되어 있는 무기질로서 현미의 경우 20세 이상의 성인의 권장량 700 mg의 90.7%이었다. 그러나 백미는 현미의 인 함량의 46.6%가 감소되어 권장량에 대한 비율도 42.3%가 감소되었다. 아연은 현미 섭취를 통하여 여자의 경우 권장량의 51.2%를 남자의 경우 권장량의 42.6%를 충족시킬 수 있었으며, 백미섭취를 통하여 여자는 36.5%를 남자는 30.4%를 충족시킬 수 있었다. 칼슘은 권장량 700 mg에 대해 현미가 3.9%, 백미가 2.6%이었으며, 철은 성인 남성의 권장량 12 mg에 대해 현미는 23.7%, 백미는 14.4%이었고, 성인 여성의 권장량 16 mg에 대해 현미는 17.8%, 백미는 10.8%이었다. 이는 칼슘의 비율이 8.2%, 철의 비율이 84%로 보고한 Han의 연구결과(15)에 비해 상당히 낮은 결과를 보였다. 이 차이는 분석에 사용된 쌀의 품종별, 생산지별에 따른 차이와 1985년도의 연구보고라는 점에서 영양권장량이 시대에 따라 다르게 책정되고, 또한 당시 쌀 섭취량이 360.7 g이었다는 사실에 기인한다고 생각된다.

쌀의 무기질 함량을 한국인 영양권장량에 대비시켜 본 결

Table 4. Mineral contents from daily consumption on 2001 Korean health and nutrition survey (mg/215.9 g rice)

		Ca	P	Mg	K	Fe	Zn	Mn	Cr
Brown rice	KA	26.28	584.66	220.20	489.32	2.31	4.73	5.66	0.04
	DA	28.61	620.06	229.57	487.89	3.17	4.77	4.64	0.11
	DJ	25.50	706.42	239.52	537.66	3.39	5.85	5.96	0.09
	SR	28.09	667.99	237.84	505.62	2.63	4.79	4.36	0.06
	HS	27.53	595.88	221.86	466.15	2.70	5.40	3.65	0.09
	Mean	27.20	635.01	229.80	497.33	2.85	5.12	4.86	0.09
	SD	1.30	51.19	8.87	26.56	0.43	0.50	0.95	0.02
Milled rice	KA	18.63	295.96	80.44	256.08	2.27	3.39	2.31	0.09
	DA	19.47	282.31	78.72	226.35	0.86	3.45	1.99	0.06
	DJ	20.38	330.72	86.34	247.27	2.20	4.27	2.35	0.11
	SR	13.02	299.89	83.06	238.27	1.06	3.30	1.77	0.11
	HS	18.24	270.57	74.92	208.32	2.29	3.78	1.53	0.06
	Mean	17.94	295.89	80.70	235.27	1.73	3.65	1.99	0.09
	SD	2.87	22.67	4.32	18.65	0.71	0.39	0.35	0.02

¹⁾KA: Kwangan. DA: Daean. DJ: Daejin. SR: Sura. HS: Hwaseong.

Table 5. Ratio of mineral contents on daily rice consumption and Korean RDA²⁾ (%)

	Sex	RDA (mg)	Brown rice							Milled rice				
			KA	DA	DJ	SR	HS	Mean	KA	DA	DJ	SR	HS	Mean
Ca	M/F	700	3.8	4.1	3.6	4.0	3.9	3.9	2.7	2.8	2.9	1.9	2.6	2.6
P	M/F	700	83.5	88.6	100.9	95.4	85.1	90.7	42.3	40.3	47.2	42.8	38.7	42.3
Fe	M	12	19.3	26.4	28.2	21.9	22.5	23.7	18.9	7.2	18.4	8.8	19.1	14.4
	F	16	14.4	19.8	21.2	16.5	16.9	17.8	14.2	5.4	13.8	6.6	14.3	10.8
Zn	M	12	39.4	39.8	48.8	39.9	45.0	42.6	28.2	28.8	35.6	27.5	31.5	30.4
	F	10	47.3	47.7	58.5	47.9	54.0	51.2	33.9	34.5	42.7	33.0	37.8	36.5

¹⁾KA: Kwangan. DA: Daean. DJ: Daejin. SR: Sura. HS: Hwaseong.

²⁾Data were based on 2001 recommended dietary allowance.

Table 6. The ratio of Ca to P

Brown rice						Milled rice					
KA ¹⁾	DA	DJ	SR	HS	Mean	KA	DA	DJ	SR	HS	Mean
0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.06	0.07	0.06	0.04	0.07	0.06

¹⁾KA: Kwangan. DA: Daeon. DJ: Daejin. SR: Sura. HS: Hwa-seong.

과 현미와 백미 모두 칼슘은 권장량에 대해 5% 이내, 철은 27% 이내를 충족시켜 이들 무기질 공급원으로 미흡하다는 사실을 확인할 수 있었다.

칼슘/인 비율

무기질의 흡수 이용에는 자체 함량뿐만 아니라 다른 무기질과의 상호작용 및 다른 영양소도 영향을 주고, 특히 칼슘의 경우 인과의 비율이 흡수이용에 영향을 준다(16-18). 일반적으로 이상적인 칼슘과 인의 섭취 비율이 1:1인 것에 비하여, 쌀 무기질 분석치의 칼슘과 인의 비율을 보면 현미는 0.04~0.05, 백미는 0.04~0.07로서 매우 불균형을 이루고 있다(Table 6). 이는 한국인 식생활의 주식인 쌀에 인의 함량이 많은 것이 주요한 이유로 여겨지며, 이러한 영양적 불균형을 해소하기 위해 부식에서 많은 양의 칼슘을 보충해 주어야 하겠다.

요 약

본 연구는 표준 경작법으로 재배한 육성 품종 5종(광안, 대안, 대진, 수라, 화성)의 현미와 백미의 무기질 함량을 분석 비교하고, 한국인 식생활에 있어서의 쌀로부터 섭취하는 무기질의 양과 권장량에 대한 비율을 알아보고자 하였다. 회분 함량은 현미에서는 대진·수라(1.45%)>대안(1.30%)>광안(1.29%)>화성(1.28%) 순이었고, 백미에서는 광안(0.62%)>대진(0.60%)>화성(0.59%)>수라(0.53%)>대안(0.51%) 순이었다. 현미의 무기질 함량은 인이 270.8~327.2 mg/100 g, 칼륨이 216.0~249.0 mg/100 g, 마그네슘이 102.0~111.0 mg/100 g, 그리고 칼슘이 11.8~13.2 mg/100 g이었다. 반면에 백미의 무기질 함량은 인이 125.3~153.2 mg/100 g, 칼륨이 96.5~118.6 mg/100 g, 마그네슘이 34.7~40.0 mg/100 g, 칼슘이 6.0~9.4 mg/100 g이었다. 국민영양조사 결과와 비교해서 주식인 쌀로부터 섭취할 수 있는 무기질의 비율은 현미에서 인이 평균적으로 90.7%로 가장 많았고, 칼슘이 3.9%, 철이 남성의 경우 23.7%, 여성의 경우 17.8%, 아연이 남성의 경우 42.6%, 여성의 경우 51.2% 이었다. 또한 백미에서는 인은 42.3%, 칼슘은 2.6%, 철은 남성의 경우 14.4%, 여성의 경우

10.8%, 아연은 남성의 경우 30.4%, 여성의 경우 36.5%이었다.

감사의 글

본 연구는 2003학년도 단국대학교 대학연구비에 의해 수행되었습니다.

문 헌

1. Korea Rural Economic Institute. 2002. 2001 Food Balance Sheet. p 35.
2. Korea Health Industry Development. 2002. Report on 2001 national health and nutrition survey-Nutrition survey (I). Ministry of health and welfare. p 94, 202-206.
3. 송재철, 박현정. 1999. 최신식품가공학. 유림문화사, 서울. p 20-21.
4. 김동연, 양희천, 김우정, 이영춘, 김성곤. 1990. 농산가공학. 영지문화사, 서울. p 21-24.
5. Juliano BO. 1985. The rice grain and its gross composition. In *Rice: Chemistry and technology*. 2nd ed. Juliano BO, ed. AACC, Minnesota.
6. Kim SK, Han YI, Kim ES. 1990. Mineral contents of Japonica and J/Indica brown and milled rices. *J Korean Soc Food Nutr* 19: 285-290.
7. Kim SK, Kim IW, Han YI, Park HH, Lee KH, Kim ES, Cho MH. 1984. Calorie, mineral content and amino acid composition of Korean rice. *J Korean Soc Food Nutr* 13: 372-376.
8. 김종규, 정덕화. 1981. 한국산 쌀의 식품학적 연구. 제1보. 일반성분 및 무기질에 관하여. 경상대논문집 20: 427-435.
9. Kim SK, Choi HS. 1979. Radial distribution of calcium, phosphorus, iron, thiamine and riboflavin in the degermed brown rice kernel. *Korean J Food Sci Technol* 11: 122-125.
10. Kim MC, Shim KH, Chung DH, Cho KT. 1980. Heavy metal contents in different bran layers of rice. *J Korean Agri Chem Soc* 23: 141-149.
11. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of official analytical chemists, Washington DC. p 788.
12. Korea Food Industry Association. 2001. *Food Code*. p 539-564.
13. Choe JS, Ahn HH, Nam HJ. 2002. Comparison of nutritional composition in Korean rices. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 31: 885-892.
14. The Korean Nutrition Society. 2000. *Recommended Dietary Allowances for Koreans*. 7th ed. p 2.
15. Han YI. 1985. Food and nutritional studies on Korean rice varieties. *PhD Dissertation*. Dankook University.
16. O'Dell BL. 1989. Mineral interactions relevant to nutrient requirement. *J Nutr* 119: 1832-1833.
17. Spencer H. 1986. Mineral and mineral interactions in human beings. *J Am Diet Assoc* 86: 864-867.
18. Wise MB, Ordoveza AL, Barrick ER. 1963. Influence of variations in dietary calcium: phosphorus ratio on performance and blood constituent of calves. *J Nutr* 79: 79-84.

(2003년 9월 29일 접수; 2004년 1월 20일 채택)