

일반계 및 다수계 현미와 백미의 무기질 함량

김성곤 · 한양일* · 김을상

단국대학교 식품영양학과

*서원대학 식품영양학과

Mineral Contents of Japonica and J/Indica Brown and Milled Rices

Sung-Kon Kim, Yang-Il Han* and Eul-Sang Kim

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

**Dept. of Food and Nutrition, Seowon University, Cheongju, 360-742, Korea*

Abstract

The mineral contents of Japonica(34 varieties) and J/Indica(25 varieties) brown rices showed that phosphorus and magnesium contents were statistically different. However, iron and manganese contents were significantly different between Japonica and J/Indica milled rices. The coefficients of variance for minerals of brown and milled rices were lower in J/Indica than Japonica varieties. The contents of calcium, magnesium, iron, copper, manganese and zinc of Japonica brown rices were positively correlated with those of milled rices. On the other hand, J/Indica brown rices had a positive correlation with milled rices in calcium, copper, manganese and zinc, and a negative correlation in iron. Milled rices of both Japonica and J/Indica varieties showed similar results in terms of correlation among minerals.

서 론

우리나라 쌀의 무기질에 대하여는 백미의 무기질 함량¹⁻⁶⁾, 도정도에 따른 무기질의 변화⁷⁻⁹⁾, 현미¹⁰⁾ 및 배아를 제거한 현미의 무기질 분포^{11,12)} 등의 연구가 있다. 그러나 대부분의 연구가 일부 품종 및 무기질에 제한되어 쌀의 무기질 함량에 대한 폭넓은 자료를 얻기에는 어려움이 있다. 또한 일반계와 다수계 쌀에 대하여는 김 등⁶⁾ 및 송 등¹²⁾의 연구가 있을 뿐이다.

본 연구에서는 일반계(Japonica)와 다수계(Japonica/Indica) 쌀의 무기질 함량에 대한 기초자료를 얻기 위하여 현미와 백미를 대상으로 다량 무기질과 미량 무기질의 함량을 분석하였다.

재료 및 방법

재 료

실험에 사용한 현미는 작물시험장에서 표준 재배 조건으로 생산된 것으로서 일반계는 34품종, 다수계는 25품종이었다.

백미는 작물시험장의 도정방법에 따라 현미를 McGill 도정기 No. 2로 도정하여 얻었다.

분 석

무기질은 다량무기질로서 칼슘, 인, 마그네슘 및 칼륨을, 미량 무기질로서 철, 구리, 망간 및 아연을 원자흡수분광광도법¹³⁾으로 분석하였고, 인은 비색법¹⁴⁾으로 정량하였다.

결과 및 고찰

무기질 함량

현미와 백미의 무기질 함량은 Table 1과 같다. 대체로 최저 무기질 함량은 다수계 현미가 일반계 현미보다 높았으며, 무기질 함량의 범위도 철을 제외하면 일반계 현미보다 좁았다. 이러한 경향은 백미에서도 마찬가지였다.

현미의 경우 일반계와 다수계 품종간의 무기질 함량은 인과 마그네슘만이 유의적인 차이($p=0.05$)를 보였으며, 나머지 무기질은 차이를 보이지 않았다. 백미의 경우에는 철과 망간이 유의적인 차이를 보였다. 김 등⁶⁾은 일반계 4품종과 7품종을 대상으로 백미의 무기질 함량을 분석하였을 때 서로 유의적인 차이가 없었다고 하였다.

현미의 무기질 함량에 대한 백미의 무기질 함량의 비율을 보면 대부분이 50% 이하였으며 철을

제외한 기타 무기질은 일반계와 다수계 품종간에 유의적인 차이가 없었다. 이러한 결과는 도정에 의하여 현미의 무기질 함량은 50% 이상 감소된다는 것을 가리킨다. 그러나 구리의 경우 현미와 백미의 무기질 함량의 비율은 일반계가 106%, 다수계가 86%로서(Table 1) 구리는 쌀알에 비교적 균일하게 분포되어 있음을 가리킨다. 일반적으로 무기질은 쌀알의 바깥층에 많으며 도정도가 증가할수록 감소된다^{11,12,15)}.

무기질의 변이계수

무기질의 변이계수를 보면 Table 2와 같다. 현미의 경우 일반계 품종은 구리가 가장 높은 변이계수를 보였고 다음이 아연, 망간의 순이었다. 한편 다수계 현미는 철이 가장 높은 변이계수를 보였으며 다음이 아연, 구리의 순이었다. 다수계 현미의 무기질의 변이계수는 철을 제외

Table 1. Mineral content of brown and milled rices

	Japonica			J/Indica		
	Brown rice(A) ¹	Milled rice(B) ²	Ratio(B/A×100) ³	Brown rice(A) ¹	Milled rice(B) ²	Ratio(B/A×100) ³
Ca Range	10.80~16.90	5.06~9.75	38.65~64.72	11.20~17.50	5.55~8.08	39.93~55.80
Mean(SD)	13.95(1.46)	7.11(1.12)	50.99(6.10)	14.53(1.56)	6.87(0.77)	47.44(3.84)
P Range	201.30~386.40	102.30~250.80	30.85~92.29	285.00~371.60	108.80~192.50	32.76~57.58
Mean(SD)	301.43(43.87)	152.25(37.11)	51.86(16.35)	336.52(21.95)	143.85(24.82)	42.70(6.54)
Mg Range	88.30~128.30	24.20~59.10	24.56~53.45	118.90~134.30	30.70~49.20	24.91~40.31
Mean(SD)	107.57(12.04)	41.96(10.03)	38.95(8.08)	125.83(5.14)	41.70(6.13)	33.13(4.65)
K Range	180.80~328.80	70.40~188.50	25.82~89.63	216.50~289.20	84.20~128.30	31.20~55.88
Mean(SD)	241.95(38.83)	117.08(34.54)	49.18(15.57)	250.11(24.24)	105.25(13.55)	42.50(7.09)
Fe Range	1.28~4.36	0.55~1.36	23.10~66.49	1.38~6.35	0.50~1.11	8.72~78.72
Mean(SD)	2.76(0.59)	0.98(0.18)	36.45(8.63)	3.14(1.40)	0.80(0.18)	32.70(19.53)
Cu Range	0.21~0.84	0.20~0.90	67.44~158.62	0.29~0.66	0.25~0.56	50.90~104.34
Mean(SD)	0.40(0.18)	0.41(0.17)	106.89(22.27)	0.44(0.12)	0.37(0.08)	86.28(16.43)
Mn Range	2.33~6.35	0.75~2.76	25.67~63.88	2.37~4.47	0.85~1.42	25.07~40.50
Mean(SD)	3.42(0.87)	1.30(0.43)	37.95(7.65)	3.19(0.54)	1.05(0.14)	33.47(4.64)
Zn Range	1.20~4.47	1.00~1.92	37.93~89.94	1.73~4.77	1.13~2.22	38.66~81.50
Mean(SD)	2.39(0.74)	1.50(0.21)	66.26(13.38)	2.66(0.73)	1.44(0.25)	56.05(10.42)

¹Only P and Mg were significantly different with J/Indica brown rices($p=0.05$).

²Only Fe and Mn were significantly different with J/Indica milled rices($p=0.05$).

³All minerals except Fe were significantly different with J/Indica varieties($p=0.05$).

Table 2. Coefficient of variance of minerals

	Japonica		J/Indica	
	Brown rice	Milled rice	Brown rice	Milled rice
Ca	10.53	15.80	10.76	11.28
P	14.55	24.37	6.52	17.25
Mg	11.19	23.92	4.09	14.69
K	16.05	29.50	9.69	12.88
Fe	21.60	19.27	44.67	23.03
Cu	44.57	41.82	27.32	23.95
Mn	25.64	23.17	16.93	13.31
Zn	31.07	13.97	27.50	17.61

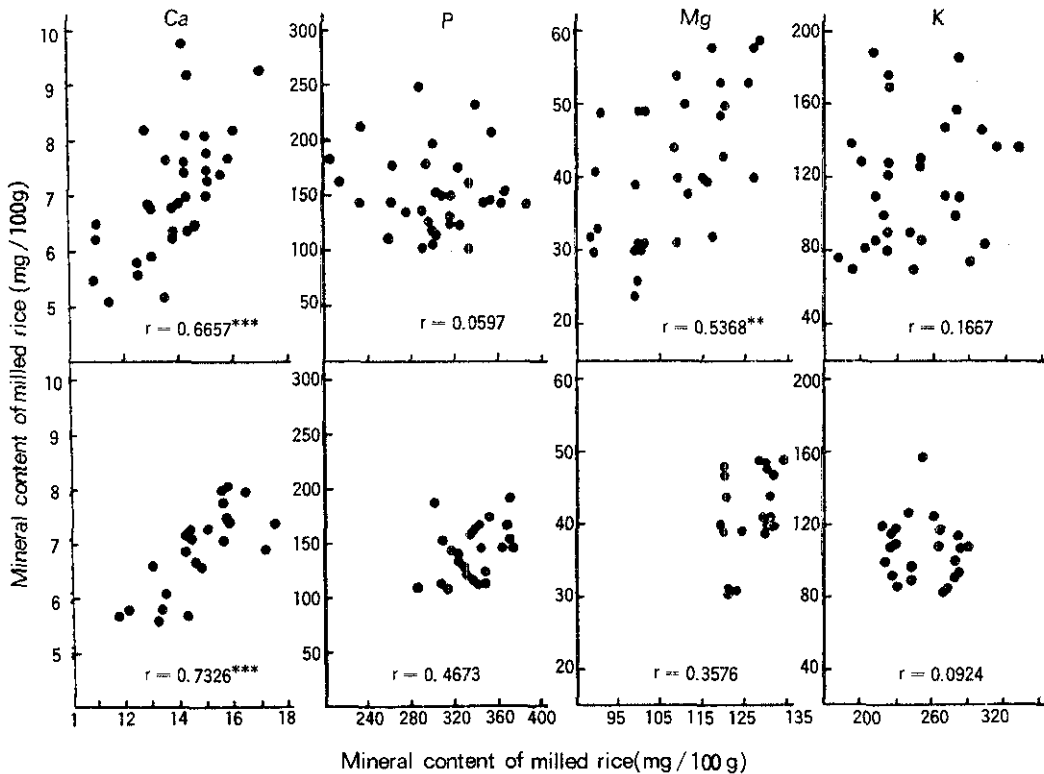


Fig. 1. Correlations of macromineral contents between Japonica(top) and J/Indica(bottom) milled and brown rices.

하고는 모두 일반계 현미보다 낮았다. 백미의 경우에도 현미와 비슷한 경향이였다. 현미와 백미 모두 다수계 품종이 일반계 품종보다 변이계수가 낮다는 것은 다수계 품종은 품종간의 무기질 함량의 차이가 크지 않으며 도정에 따른 무기질의 변이폭도 크지 않다는 것을 나타낸다.

백미의 무기질의 변이계수는 다량무기질의 경우에는 일반계와 다수계 모두 현미의 변이계수보다 높았으나, 미량무기질의 경우에는 반대로 낮은 결과를 보였다(Table 2). 이러한 결과는 다량무기질은 품종간에 겨층보다 배유에서의 함량의 차이가 크며, 미량무기질은 겨층에서의 함량의 차이가 크다는 것을 의미한다고 볼 수 있다.

현미와 백미의 무기질 함량의 상관관계

현미와 백미의 다량무기질 함량의 상관관계를

보면 Fig. 1과 같다. 칼슘은 일반계와 다수계 품종 모두 현미와 백미의 함량간에 높은 정의 상관관을 보였고, 마그네슘은 일반계만이 정의 상관관을 보였다. 인과 칼륨은 일반계와 다수계 모두 현미와 백미간에 유의적인 차이를 보이지 않았다.

미량무기질의 경우는 일반계와 다수계에 관계 없이 모두 현미와 백미간에는 높은 유의성을 보였다(Fig. 2). 그러나 다수계 품종의 경우 현미와 백미의 철의 함량은 부의 상관관을 보였다.

무기질간의 상관관계

현미의 무기질끼리의 상관관계를 보면 Table 3과 같다. 일반계 현미의 경우 칼슘은 인 및 마그네슘과, 망간은 칼슘과, 아연은 마그네슘 및 칼슘과 정의 상관관을 보였다. 그러나 다수계 현미의 경우는 마그네슘은 칼슘과, 망간은 칼슘,

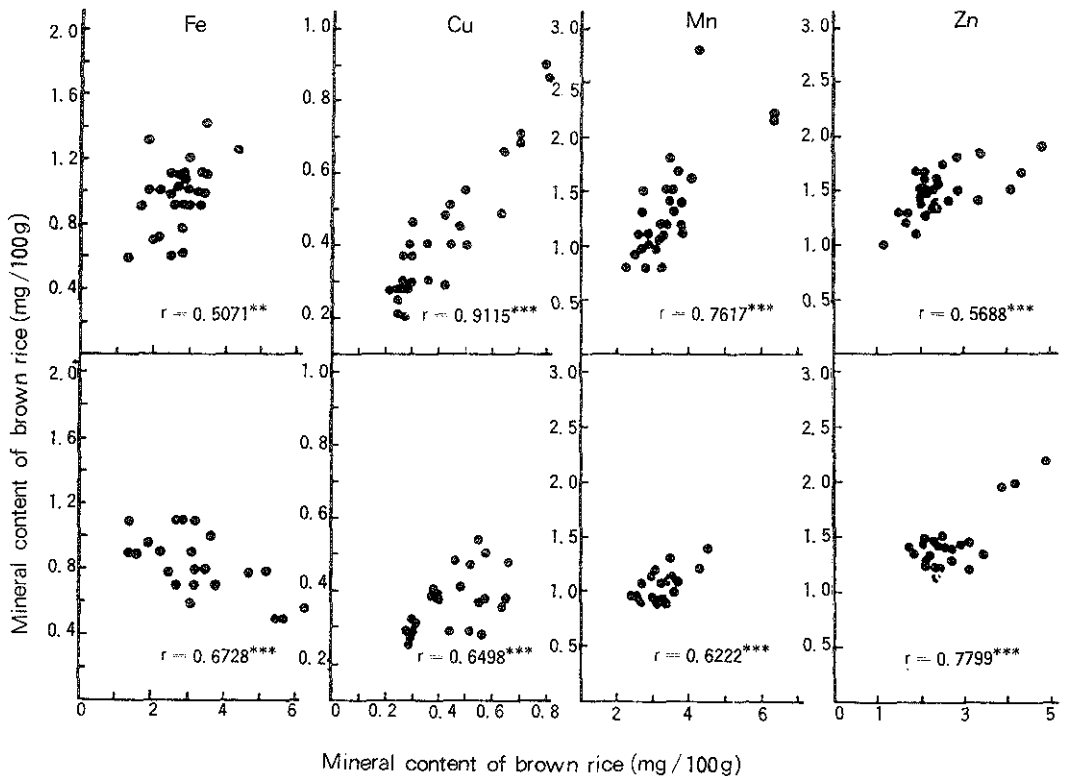


Fig. 2. Correlations of micromineral contents between Japonica(top) and J/Indica(bottom) milled and brown rices.

Table 3. Correlation coefficients among minerals of brown rices

Ca	1.000							
P	0.222	1.000						
Mg	0.187	0.611	1.000					
K	0.188	0.490**	0.504**	1.000				
Fe	-0.069	-0.166	0.078	-0.130	1.000			
Cu	-0.160	-0.036	-0.031	0.195	0.071	1.000		
Mn	0.383*	-0.200	0.201	0.064	0.194	-0.031	1.000	
Zn	-0.028	0.064	0.422*	0.442*	0.066	0.035	0.078	1.000
Japonica varieties								
Ca	1.000							
P	-0.251	1.000						
Mg	0.413*	-0.230	1.000					
K	0.127	0.022	0.298	1.000				
Fe	-0.356	0.042	-0.247	-0.295	1.000			
Cu	0.086	0.182	-0.011	-0.191	0.151	1.000		
Mn	0.555**	0.086	0.392*	0.446*	-0.553**	0.115	1.000	
Zn	-0.096	0.042	0.234	0.438*	-0.057	0.191	0.409*	1.000
J/Indica varieties								
Ca								
P								
Mg								
K								
Fe								
Cu								
Mn								
Zn								
Ca	P	Mg	K	Fe	Cu	Mn	Zn	

* significant at p=0.05

** significant at p=0.01

Table 4. Correlation coefficients among minerals of milled rices

Ca	1.000							
P	0.099	1.000						
Mg	0.343	0.708***	1.000					
K	0.304	0.315	0.423*	1.000				
Fe	0.247	0.166	0.210	0.064	1.000			
Cu	-0.078	0.021	-0.087	0.194	-0.238	1.000		
Mn	0.324	0.454	0.446*	0.525**	0.119	-0.060	1.000	
Zn	0.059	0.198	0.274	0.285	0.052	0.165	0.257	1.000
Japonica varieties								
Ca	1.000							
P	0.068	1.000						
Mg	0.403*	0.339	1.000					
K	0.271	0.298	0.671***	1.000				
Fe	0.078	0.172	0.259	0.117	1.000			
Cu	-0.055	0.033	-0.125	-0.290	0.067	1.000		
Mn	0.239	0.398*	0.454*	0.403*	0.245	0.197	1.000	
Zn	-0.464	0.039	0.054	0.053	0.092	0.131	0.067	1.000
J/Indica varieties								
Ca								
P								
Mg								
K								
Fe								
Cu								
Mn								
Zn								
Ca	P	Mg	K	Fe	Cu	Mn	Zn	

* significant at p=0.05

** significant at p=0.01

*** significant at p=0.001

마그네슘 및 칼륨과, 아연은 칼륨, 망간과 정의 상관율, 망간은 철과 부의 상관율을 보였다.

백미의 무기질끼리의 상관관계는 Table 4와 같다. 일반계 백미의 경우 칼슘은 다른 무기질과는 상관관계를 보이지 않았으나, 다수계 백미의 경우에는 칼슘은 마그네슘과 정의 상관율, 아연과는 부의 상관율을 보였다. 인은 일반계 백미의 경우에는 마그네슘 및 망간과 정의 상관율을 보였으나, 다수계는 망간만 정의 상관율을 보였다. 마그네슘은 일반계와 다수계 백미 모두 칼륨 및 망간과 정의 상관율을 보였다. 칼륨은 일반계와 다수계 백미 모두 망간과 정의 상관율을 보였다.

요 약

일반계(34품종)와 다수계(25품종) 쌀의 무기질 함량은 현미에서는 인과 마그네슘, 백미에서는 철과 망간만이 유의적인 차이를 보였다. 무기질의 변이계수는 현미와 백미 모두 다수계 품종이 일반계 품종보다 낮았다. 일반계 현미의 칼슘, 마그네슘, 철, 구리, 망간 및 아연의 함량은 백미와 높은 정의 상관율을 보였으나, 다수계 현미의 경우에는 칼슘, 구리, 망간 및 아연은 높은 정의 상관율을, 철은 낮은 부의 상관율을 보였다. 무기질끼리의 상관관계는 현미보다 백미에서 일반계와 다수계 품종간에 비슷한 결과를 보였다.

문 헌

- 오성래 : 한국산 쌀의 trace element에 관한 연구(제1보). 약학회지, 4(1), 17(1957)
- 이운영, Travesi, A. : 방사화 분석법에 의한 쌀속의 미량원소의 연구. 원자력연구논문집, 9(1), 23(1969)
- 홍영숙, 신정래 : 곡류중의 미량원소에 관한 연구. 한국영양학회지, 8, 39(1975)
- 박종식 : 한국상용 식품중의 무기질 함량에 대한연구(II), 곡류중의 sodium 및 potassium 함량에 대하여. 한국영양학회지, 8, 61(1975)
- 이동근, 임경택 : 경남일원의 논흙 및 쌀중의 중금속. 한국영양학회지, 6, 73(1977)
- 김성곤, 김일환, 한양일, 박홍현, 이규환, 김을상, 조만희 : 우리나라 쌀의 칼로리, 무기질 및 아미노산 함량. 한국영양학회지, 13, 372(1984)
- 저차미상 : 농산물검사소시험사업보고서, p. 133(1964)
- 노희방, 염강해 : 일반쌀, 통일쌀 성분 대비 분석. 농산물검사소시험사업보고서, p. 145(1975)
- 김명찬, 심기환, 정덕화, 조기택 : 미곡중 도정부위별 중금속 함량. 한국농화학회지, 23, 141(1980)
- 김종규, 정덕화 : 한국산 쌀의 식품학적 연구. 제1보. 일반성분 및 무기질에 관하여. 경상대논문집, 20, 427(1981)
- 김성곤, 최홍식 : 현미립내의 칼슘, 인, 철, 비타민 B₁ 및 B₂의 분포에 관한 연구. 한국식품과학회지, 11, 122(1979)
- 송보현, 김동연, 김성곤, 김용두, 최갑성 : 배아를 제거한 현미립내의 무기질의 분포. 31, 162(1988)
- Perkin-Elmer Corporation : Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. (1968)
- Charlot, G. : Calorimetric determination of elements, p. 344. Elsevier Publishing Co., N.Y. (1964)
- Kennedy, B.M. and Schelstraete, M. : Chemical, physical, and nutritional properties of high-protein flours and residual kernel from the overmilling of uncoated milled rice. III ; Iron, calcium, magnesium, phosphorus, sodium, potassium, and phytic acid. *Cereal Chem.*, 52, 173(1975)

(1990년 1월 17일 접수)