

배아를 제거한 현미립내의 무기질의 분포

송보현 · 김동연* · 김성곤** · 김용두 · 최갑성

순천대학 식품가공학과, *전남대학교 식품가공학과, **단국대학교 식품영양학과

Distribution of Minerals within the Degermed Brown Rice Kernel

Bo-Hyeon Song, Dong-Youn Kim*, Sung-Kon Kim**,
Young-Du Kim and Kap-Seong Choi

Department of Food Science and Technology, Sunchon National University, Suncheon

*Department of Food Science and Technology, Chonnam National University, Kwangju

**Department of Food Science and Nutrition, Dankook University, Seoul, Korea

Abstract

The contents of minerals of the milled fractions of degermed Japonica and J/Indica brown rices were determined. The fraction I (about 4.4% of the kernel weight) contained 14.8 times as much sodium as did the original kernel; phosphorus, 5.7 times; potassium and iron, 5.4 times; magnesium, 4.2 times; calcium, 3.8 times; manganese, 3.7 times; Copper, 3.6 times; and Zinc, 2.3 times. Concentrations of these minerals were the lowest in the residual kernel, which contained less than the original brown rice. Sodium showed the most deepest concentration gradient, while iron was the most evenly distributed within the kernel in all samples.

머리말

배아를 제거한 현미립내의 성분 분포를 규명하기 위하여, 저자들은 일반성분¹⁾ 및 아미노산과 지방산²⁾의 분포에 대하여 보고하였다.

본 연구에서는 전보³⁾의 계속으로서 무기질의 분포에 대하여 보고하고자 한다.

재료 및 방법

재 료

일반계 3품종(천마벼, 서남벼 및 섬진벼)과 다수계 3품종(가야벼, 서남벼 및 이리 362호)을 사용하였으며, 이들 시료의 특징은 전보³⁾와 같다. 배아를 제거한 현미는 Satake시험 도정기로 무계비로 도정율이 평균 4.4%(분획 I), 4.7%(분획

II) 및 5.9%(분획 III)가 되도록 도정하였다.

분 석

무기질은 원자흡수분광광도계(Baird Alpha 4A-AS, England)로⁴⁾, 인은 비색법⁵⁾으로 정량하였다.

결과 및 고찰

무기질 함량을 분획별로 보면 표 1~3과 같다. 즉, 무기질의 종류에 관계없이 다같이 도정분획중 분획 I이 가장 높은 값을 보였으며, 잔유립은 가장 낮은 값을 보여 무기질은 현미의 외부층으로부터 내부로 갈수록 감소함을 보였다. 그러나 철(Fe)의 경우에는 분획 I 및 II의 함량이 큰 차이를 보이지 않았다(표 2).

무기질의 함량을 각 품종과 각 분획을 망라해서 가장 높은 값과 가장 낮은 값을 비교해 보면 인은 13.6배의 차이를 보였으며, 칼슘은 5.9배, 마그네슘은 6.6배의 차이를 보였다. 또 나트륨은 144.7배, 칼륨은 13.3배, 철은 24.6배, 망간은 6.1배,

1988년 2월 3일 수리

Corresponding Author: S.K. Kim

아연은 4.9배, 구리는 9.3배의 차이를 보였다. 따라서 무기질중 나트륨의 농도구배(concentration gradient)가 가장 심하였다.

배아를 제거한 현미에서 인의 평균함량은 267 mg/100g, 잔유립의 평균함량은 140mg/100g이었다. 분획 I의 인함량은 현미 자체보다 5.7배 높았으며, 잔유립은 현미중 인함량의 0.53배 정도이었다. 칼슘의 함량은 현미가 평균 14.1mg/100g, 잔유립이 평균 11.1mg이었으며, 분획 I, II 및 III이 각각 53.7, 26.3 및 23.9mg/100g이었다. 분획 I의 칼슘 함량은 현미에 비하여 3.8배 높았으며, 잔유립은 현미에 비하여 0.8배이었다. 마그네

슘의 함량은 현미가 평균 64.4mg/100g, 잔유립이 48.6mg/100g이었다. 분획 I은 현미에 비하여 마그네슘의 함량이 4.2배 높았으며, 잔유립은 0.8배 정도이었다. 현미에 대한 각 도정분획의 함량비를 보면 칼슘과 마그네슘은 비슷한 값을 보여 이 두 가지 무기질은 현미립내의 분포 양상이 서로 비슷함을 보였다.

나트륨의 함량은 현미가 4.1mg/100g, 분획 I이 61.0mg/100g, 잔유립이 0.59mg/100g으로서 분획 I은 현미에 비하여 14.8배 높았으며, 잔유립은 현미중 나트륨 함량의 0.14배에 지나지 않았다. 분획 I 및 잔유립중 나트륨의 차이는 103배

Table 1. Phosphorus, calcium and magnesium contents of milled fractions of degermed brown rice(mg/100g)

Variety	Whole kernel	Milled fraction			Residual kernel
		I	II	III	
Phosphorus					
Cheonmabyeo ^a	243.9	1378.9	1173.2	593.1	128.9
Seonambyeo ^a	267.9	1470.2	1367.1	608.4	140.8
Sumjinbyeo ^a	240.5	1323.2	1186.2	524.8	126.9
Kayabyeo ^b	264.5	1472.1	1305.1	606.0	137.4
Wonpoongbyeo ^b	291.9	1709.0	1383.9	658.8	154.9
Iri 362 ^b	292.0	1731.5	1394.6	676.7	151.4
Mean±SD	267±22	1514±169	1301±100	611±53	140±11
Calcium					
Cheonmabyeo	14.3	56.7	28.9	23.8	11.0
Seonambyeo	12.7	50.2	24.7	21.6	10.1
Sumjinbyeo	14.2	50.2	26.2	24.9	11.3
Kayabyeo	14.3	50.3	25.5	26.8	11.2
Wonpoongbyeo	15.1	59.3	27.5	23.9	12.1
Iri 362	13.7	55.5	24.7	22.6	10.7
Mean±SD	14.1±0.7	53.7±3.6	26.3±1.5	23.9±1.6	11.1±0.6
Magnesium					
Cheonmabyeo	59.9	259.2	120.8	108.3	43.3
Seonambyeo	59.9	260.8	121.9	101.9	45.0
Sumjinbyeo	59.7	256.9	123.1	105.1	44.4
Kayabyeo	70.7	274.8	127.3	102.9	54.6
Wonpoongbyeo	65.8	286.6	159.4	110.0	50.1
Iri 362	70.5	267.1	143.3	102.1	54.5
Mean±SD	64.4±5.3	267.6±10.4	132.6±15.5	105.1±3.4	48.6±5.1

a Japonica variety
b J/Indica variety

Table 2. Sodium, potassium and iron contents of milled fractions of degermed brown rice (mg/100g)

Variety	Whole kernel	Milled fraction			Residual kernel
		I	II	III	
Sodium					
Cheonmabyeo ^a	4.00	61.60	12.02	6.01	0.59
Seonambyeo ^a	4.99	75.24	16.32	6.44	0.70
Sumjinbyeo ^a	3.58	49.48	10.24	6.02	0.52
Kayabyeo ^b	3.80	54.26	11.07	6.05	0.54
Wonpoongbyeo ^b	4.08	65.24	14.42	6.04	0.59
Iri 362 ^b	4.17	60.22	14.86	6.24	0.61
Mean±SD	4.10±0.48	61.0±8.9	13.1±2.4	6.1±0.2	0.59±0.06
Potassium					
Cheonmabyeo	262.7	1448.3	1149.5	708.1	124.1
Seonambyeo	260.2	1333.5	1182.3	698.6	124.1
Sumjinbyeo	259.4	1466.8	1240.7	607.5	110.5
Kayabyeo	249.7	1312.2	1165.0	649.0	124.3
Wonpoongbyeo	268.1	1433.2	1255.4	761.7	135.4
Iri 362	260.7	1359.9	1204.3	676.7	130.9
Mean±SD	260±6	1392±65	1199±42	683±52	125±8
Iron					
Cheonmabyeo	2.46	13.39	13.50	10.50	0.73
Seonambyeo	1.88	9.45	9.70	8.51	0.61
Sumjinbyeo	2.06	10.10	9.80	8.66	0.68
Kayabyeo	2.50	13.74	14.05	9.70	0.75
Wonpoongbyeo	2.29	13.21	11.28	9.13	0.71
Iri 362	2.52	14.98	15.10	8.89	0.75
Mean±SD	2.3±0.3	12.5±2.2	12.2±2.3	9.2±0.7	0.70±0.50

a Japonica variety

b J/Indica variety

로서 다른 무기질에 비하여 나트륨은 특히 현미의 외부에 많이 존재하였다. 칼륨 및 철의 경우는 분획 I이 현미보다 모두 5.4배 높았으며, 잔유립은 칼륨이 0.5배, 철이 0.3배 정도이었다. 그러나 철은 칼륨과는 달리 분획 I 및 II 사이에 큰 차이를 보이지 않았으며, 분획 III도 현미보다 4배 높은 값을 보여, 분획 I~III에 비교적 균일하게 분포되고 있음을 볼 수 있었는데, 김과 최¹⁰도 추청벼와 밀양 23호 현미를 대상으로 비슷한 결과를 보고하였다.

망간의 함량은 현미가 5.2mg/100g, 분획 I이 19.1mg/100g으로서 분획 I이 3.7배 높았다. 잔

유립중 망간의 함량은 4mg/100g으로서 현미 자체에 비하여 0.8배 정도이었다. 아연의 함량은 현미가 2.4mg/100g, 분획 I이 5.5mg/100g으로서 분획 I이 2.3배 높았다. 잔유립은 현미 자체의 0.8배 정도의 아연을 함유하였다. 그러나 분획 II 및 III의 함량은 분획 I의 함량과 비슷하였다. 따라서 아연은 철과 마찬가지로 분획 I~III에 균일하게 분포되어 있었다. 구리의 함량은 현미가 0.62mg/100g, 분획 I이 2.23mg/100g, 잔유립이 0.44mg/100g이었다. 분획 I은 현미에 비하여 3.6배 높았으며, 잔유립은 0.7배 정도이었다.

표 1~3의 결과를 보면 품종간에 각 무기질의

Table 3. Manganese, zinc and copper contents of milled fractions of degermed brown rice (mg/100g)

Variety	Whole kernel	Milled fraction			Residual kernel
		I	II	III	
Manganese					
Cheonmabyeo ^a	4.61	18.1	9.82	6.72	3.50
Seonambyeo ^a	5.12	18.8	9.90	6.90	3.92
Sumjinbyeo ^a	4.93	18.7	10.1	6.67	3.73
Kayabyeo ^b	4.89	18.4	10.3	6.71	3.65
Wonpoongbyeo ^b	5.88	21.2	10.4	7.82	4.63
Iri 362 ^b	5.70	19.3	10.6	7.70	4.51
Mean±SD	5.2±0.4	19.1±1.0	10.2±0.3	7.1±0.5	4.0±0.4
Zinc					
Cheonmabyeo	3.01	6.86	6.42	6.61	2.31
Seonambyeo	1.99	3.95	4.01	3.97	1.50
Sumjinbyeo	1.78	3.62	3.69	3.78	1.39
Kayabyeo	2.87	6.78	5.14	5.93	2.21
Wonpoongbyeo	2.40	6.10	5.09	5.83	1.81
Iri 362	2.36	5.84	4.98	5.38	1.79
Mean±SD	2.4±0.4	5.5±1.4	4.9±1.0	5.2±1.1	1.8±0.4
Copper					
Cheonmabyeo	0.68	2.38	1.62	1.26	0.49
Seonambyeo	0.64	2.32	1.71	1.32	0.45
Sumjinbyeo	0.71	2.69	1.89	1.53	0.51
Kayabyeo	0.70	2.53	1.61	1.41	0.51
Wonpoongbyeo	0.55	1.96	1.50	1.39	0.39
Iri 362	0.44	1.82	1.21	1.10	0.29
Mean±SD	0.62±0.10	2.23±0.33	1.59±0.22	1.34±0.15	0.44±0.08

^a Japonica variety^b J/Indica variety

함량에 다소 차이를 보였으나 현미의 무기질 함량에 대한 각 도정분획의 무기질 함량의 비는 비교적 일정하였으며 품종간의 표준편차도 크지 않았다. 일반계 및 다수계품종간의 무기질 분포에 대하여는 큰 차이가 없었으므로 현미와 각 분획의 무기질 함량비를 6개 품종 평균값으로 나타낸 것은 그림 1과 같다. 그림에서와 같이 인과 칼륨, 마그네슘과 칼슘, 구리와 망간은 현미립내의 분포양상이 서로 비슷하였다. 철은 특히 분획 I 및 II, 아연은 분획 I~III이 비슷한 비를 보였다. 잔유립의 경우 철과 나트륨을 제외한 모든 무기질은 현미의 각 무기질 함량의 0.5~0.8배 정도의 함량을

가지고 있었다.

배아를 제거한 현미 및 각 도정분획의 무기질 함량, 각 무기질의 회분에 대한 백분율과 현미 자체에 대한 각 분획의 무기질의 백분율을 보면 표 4와 같다. 본 실험에서 분석한 9가지 무기질 원소는 전체 회분의 53~63%에 해당하였다. 이들 무기질은 현미중 회분의 55.5%, 도정분획의 55%, 잔유립의 62.1%를 차지하였다. 모든 분획에서 회분의 주를 이루는 무기질은 인과 칼륨이었다. 인과 칼륨은 모두 분획 II에서 회분에 대한 백분율이 가장 높았다. 현미 자체의 회분에 대한 백분율을 비교할 때, 마그네슘, 칼슘, 망간 및 구리는

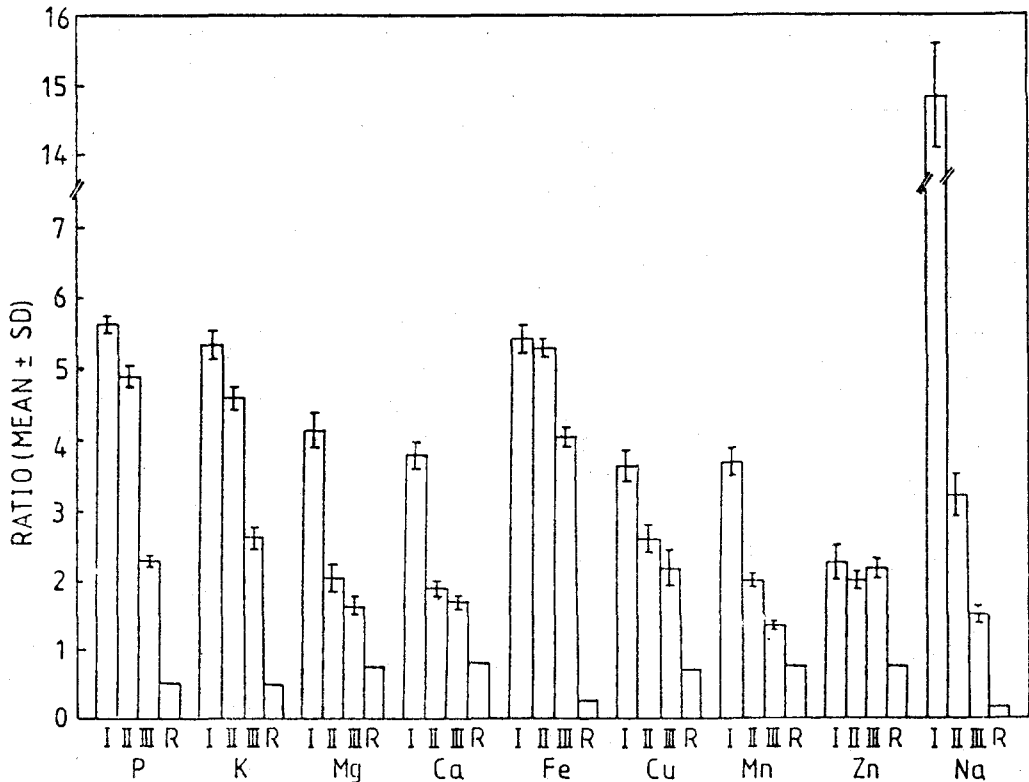


Fig. 1. Ratio and standard deviation of mineral contents in flours and residual kernel of six degermed brown rice with respect to those of the original whole kernel

분획 I ~ III에서 낮았고 잔유립에서 높은 반면, 나트륨과 철은 분획 I ~ II에서 높았고 잔유립에서 낮았다.

본 실험에서는 정량하지 않았으나 쌀에는 실리콘이 100g당 5~8mg 정도 함유되어 있는 것으로 알려져 있다.⁷⁾ 따라서 실리콘은 특히 분획 II의 일부 및 분획 III의 전체 회분의 일부를 구성하리라 생각된다.

현미에 대한 각 분획에 있어서 무기질의 분포율을 보면 분획 I 및 II(도정수율 9.1%)의 인은 48%, 칼륨은 44%, 마그네슘은 28%, 칼슘은 25%, 나트륨은 80%, 철은 48%, 망간은 25%, 아연은 20%, 구리는 28% 정도이었다(표 4). 현미에서 무게비로 8% 정도 도정한 것을 백미로 가정하면 분획 I 및 II는 겨와 쌀의 외부층 일부를 포함하며, 분획 III 및 잔유립은 과도정된 백미로 볼 수 있다. 따라서 현미의 무기질은 배유부에 인 및 칼륨이 최소한 55% 이상, 마그네슘 및 칼슘은 75% 이상, 망간, 아연 및 구리는 72% 이상 존재하는 것으로 볼 수 있다. 그러나 나트륨은 배유부

에 불과 20% 정도밖에 존재하지 않았으며, 철은 현미립내에 균일하게 분포되어 있었다.

초 록

배아를 제거한 일반계 및 다수계 각 3품종을 도정하고, 도정분획 및 잔유립의 무기질 함량을 분석하였다. 분획 I(무게비로 약 4.4%)은 현미에 비하여 나트륨이 14.8배, 인이 5.7배, 칼륨과 철이 5.4배, 마그네슘이 4.2배, 칼슘이 3.8배, 망간이 3.7배, 구리가 3.6배, 아연이 2.3배 높았다. 무기질의 농도는 잔유립에서 가장 낮았으며, 잔유립의 무기질 함량은 현미 자체보다 낮았다. 무기질 중 나트륨의 농도 구배가 가장 심하였고 철은 비교적 균일하게 분포되어 있었다.

참고문헌

1. 송보현, 김동연, 김성근, 김용두, 최갑성: 한국농화학회지, 31: 1(1988)
2. 송보현, 김동연, 김성근, 김용두, 최갑성: 한국농화학회지, 31: 7(1988)

Table 4. Summary of mineral components of milled fractions of degermed brown rice

Component	Whole kernel	Milled fraction			Residual Kernel
		I	II	III	
<u>Contents in samples</u>					
Ash(%)	2.2±0.2	12.7±1.2	9.1±0.4	5.5±0.8	1.1±0.1
P (mg/100g)	266±22	1514±169	1301±100	611±53	140±11
K (mg/100g)	260±6	1392±65	1199±42	683±52	125±8
Mg(mg/100g)	64±5	267±10	132±15	105±3	48±5
Ca(mg/100g)	14±0.6	53±3	26±1	24±2	11±1
Na(mg/100g)	4.1±0.5	61±9	13±2	6.1±0.2	0.59±0.06
Fe(mg/100g)	2.3±0.3	12±2	12±2	9.2±0.7	0.70±0.50
Mn(mg/100g)	5.2±0.4	19±1	10±0.3	7.1±0.5	4.0±0.4
Zn(mg/100g)	2.4±0.4	5.5±1.4	7.9±1.0	5.2±1.1	1.8±0.4
Cu(mg/100g)	0.62±0.10	2.2±0.3	1.6±0.2	1.3±0.2	0.44±0.08
<u>% Ash</u>					
P	24.0±1.0	23.8±1.4	28.8±2.6	22.4±2.4	26.2±2.2
K	23.6±1.8	22.2±2.8	26.4±2.2	25.0±3.2	23.4±2.4
Mg	5.4±1.4	4.2±0.2	3.0±0.4	3.8±0.6	9.0±1.0
Ca	1.2±0.2	0.80±0.06	0.61±0.04	0.80±0.16	2.0±0.2
Na	0.38±0.04	0.96±0.12	0.28±0.06	0.22±0.04	0.12±0.02
Fe	0.20±0.02	0.20±0.02	0.28±0.04	0.34±0.04	0.14±0.02
Mn	0.47±0.02	0.30±0.02	0.23±0.01	0.26±0.03	0.76±0.05
Zn	0.22±0.05	0.09±0.02	0.11±0.02	0.19±0.04	0.35±0.09
Cu	0.06±0.01	0.04±0.01	0.03±0.00	0.05±0.01	0.09±0.02
Total(mean)	55.53	52.59	59.74	53.06	62.06
<u>% in fraction based on whole kernel</u>					
Ash	100	25.0±0.9	19.1±2.3	14.5±1.2	41.8±3.6
P	100	24.7±1.1	22.8±0.8	13.4±0.4	44.6±0.5
K	100	23.3±1.1	21.6±0.9	15.7±0.8	40.7±2.6
Mg	100	18.2±1.0	9.6±0.8	9.6±0.9	64.0±1.6
Ca	100	16.7±1.0	8.5±0.6	9.9±0.6	66.9±1.1
Na	100	64.7±2.1	14.9±1.2	8.8±0.6	12.3±0.2
Fe	100	23.7±1.6	24.9±2.3	26.1±1.6	26.3±1.2
Mn	100	16.1±0.8	9.3±0.8	8.0±0.2	65.2±1.5
Zn	100	9.9±0.8	9.6±0.6	12.3±0.6	64.7±1.0
Cu	100	16.2±1.3	12.0±0.7	12.8±1.7	59.9±2.0
Milled fraction(%)	100	4.4±0.2	4.7±0.1	5.8±0.2	85.0±0.3

3. 송보현 : 한국농화학회지, 30 : 141(1987)
4. Perkin-Elmer Corporation: Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry (1968)
5. Charlot, G.: Colorimetric Determination of Elements, p.344. Elsevier Publishing Co., New York, N.Y. (1964)
6. 김성곤, 최홍식 : 한국식품과학회지, 11 : 122 (1979)
7. McCall, E.R., Jurgens, J.F., Hoffpauir, C.L., Pons, W.A., Jr., Strak, S.m., Jr., Cucullu, A.F., Heinzelman, D.C., Cirino, V.O. and Murray, M.D.: J. Agr. Food Chem., 1 : 993 (1953)