

배아를 제거한 현미립내의 아미노산과 지방산의 분포

송보현 · 김동연* · 김성곤** · 김용두 · 최갑성

순천대학 식품가공학과, *전남대학교 식품가공학과, **단국대학교 식품영양학과

Distribution of Amino Acids and Fatty Acids 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, Suncheon 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 degermed Japonica and J/Indica brown rices were successively milled to give 4.4%(fraction I), 4.7%(fraction II) and 5.9%(fraction III) yield of flour, with the remaining as residual kernel. The amino acid composition of the protein in the milled fractions was similar, except serine and histidine. With some amino acids, particularly phenylalanine, glycine and isoleucine, differences among varieties were much greater than among fractions of the same rice. The content of lysine was the highest in fractions I and II, whereas isoleucine showed the opposite trend to lysine. The first and second limiting amino acids of all fractions were lysine and threonine, respectively. No varietal differences in the distribution of fatty acids within the kernel were observed.

서 론

우리나라의 일반계 및 다수계 벼 품종의 영양성분에 대한 연구는 미미한 실정이다.^{1,2)} 저자들은 우리나라 벼 품종의 품질 특성을 이해하기 위한 연구의 하나로써 현미의 영양 성분³⁾ 및 배아를 제거한 현미립내의 일반성분의 분포⁴⁾에 대하여 보고하였다.

본 연구에서는 배아를 제거한 현미립내의 아미노산과 지방산의 분포에 대하여 보고하고자한다.

재료 및 방법

재 료

실험에 사용된 현미는 일반계 및 다수계 각 3품

1987년 12월 3일 수리

Corresponding author: S.K. Kim

종으로서 이들의 특징은 전보⁵⁾와 같다. 배아를 제거한 현미의 도정은 Satake 시험도정기로 하였으며, 각 도정분획의 수율은 전보⁶⁾와 같다.

분 석

아미노산은 아미노산자동분석기(LKB, AAA 4150)로, 지방산 조성은 가스크로마토그래프(Yanco G-180-GC)로⁵⁾ 분석하였다.

결과 및 고찰

아미노산의 분포

배아를 제거한 현미와 각 도정분획의 평균 아미노산 함량을 보면 표 1과 같으며, 천마벼의 아미노산 함량은 표 2와 같다. 대체적으로 도정분획의 단백질의 아미노산 조성은 천마벼의 아미노산 조

성과 아주 비슷하였다. 즉, 시료 6품종의 평균값과 표준편차를 보면 표준편차는 아주 작았으며, 평균값은 천마벼의 아미노산 함량과 비슷하였다.

일부 아미노산을 제외하면, 아미노산의 함량차이는 도정분획보다 품종간의 차이가 더욱 컸다. 아미노산 함량의 품종간의 차이는 페닐알라닌이 가장 커서 천마벼의 5.24g/16gN과 이리 362호의 3.94g/16gN과는 33%의 차이를 보였으며, 글리신의 경우는 월풍벼의 4.68g/16gN과 서남벼의 3.60g/16gN과는 30%의 차이를 보였다. 또한 이소로이신도 서남벼의 3.93g/16gN과 가야벼의 3.14g/16gN과는 25%의 차이를 보였다. 이들 아미노산을 제외하면 다른 14개 아미노산의 최고값과 최저값의 차이는 평균 14.5% 이었다.

도정분획의 아미노산 함량의 차이는 분획 I이 평균 9.8%, 분획 II가 평균 11.2%, 분획 III이 평

균 14.5%, 잔유립이 평균 11.6%이었다. 특히 분획 III의 경우 세린의 함량은 서남벼의 5.33g/16gN과 월풍벼의 4.09g/16gN과는 39%의 차이를 보였는데, 세린은 분획 I 및 II에서도 각각 27% 및 32%의 차이를 보였다. 한편 히스티딘은 분획 I에서 32%, 분획 II에서 41%, 분획 III에서 18%의 차이를 보였다.

배아를 제거한 현미와 도정분획의 리진, 이소로이신 및 트레오닌의 함량을 보면 표 3과 같다. 리진의 함량은 분획 I 및 II에서 높았으며 분획 III 및 잔유립에서는 현미에 비하여 낮은 함량을 보였다. 현미의 겨층에는 알부민(albumin)의 함량이 높으며, 알부민은 리진함량이 높고 글루탐산의 함량이 낮은 특징을 보이는 것으로 알려져 있다.⁶⁾ 따라서 분획 I 및 II에서 리진함량이 높은 이유는 알부민에 기인한다고 볼수 있다. 이소로이신은 분

Table 1. Average amino acid content of milled fractions of degermed brown rice

Amino acid	Amino acid content(g/16gN) ^a				
	Whole kernel	Milled fraction ^b			Residual kernel
		I	II	III	
Lysine	3.49±0.20	4.23±0.08	4.19±0.11	3.43±0.31	3.33±0.13
Histidine	2.32±0.19	2.09±0.17	2.10±0.21	2.45±0.17	2.34±0.09
Arginine	8.23±0.15	8.29±0.15	8.20±0.25	8.06±0.16	8.08±0.17
Aspartic acid	9.54±0.43	9.41±0.17	9.38±0.16	9.46±0.38	9.46±0.15
Threonine	3.81±0.19	3.56±0.09	3.54±0.18	3.55±0.21	3.64±0.48
Serine	5.15±0.16	5.01±0.41	5.14±0.30	5.11±0.54	4.76±0.36
Glutamic acid	19.06±1.08	16.61±0.12	16.84±0.18	19.49±0.51	19.47±0.32
Proline	4.16±0.19	4.20±0.07	4.31±0.07	4.52±0.38	4.63±0.33
Glycine	4.17±0.35	4.96±0.17	4.95±0.17	4.59±0.20	4.50±0.15
Alanine	4.56±0.34	7.22±0.08	7.3±0.19	5.14±0.18	5.08±0.24
Cystine	0.62±0.04	0.72±0.07	0.67±0.06	0.65±0.02	0.65±0.03
Valine	5.13±0.30	5.65±0.18	5.64±0.15	4.77±0.22	4.72±0.24
Methionine	2.10±0.16	1.98±0.07	1.99±0.07	2.09±0.19	2.11±0.10
Isoleucine	3.48±0.28	3.66±0.05	3.60±0.06	4.25±0.21	4.33±0.15
Leucine	7.99±0.25	7.65±0.18	7.67±0.18	7.68±0.21	7.62±0.20
Tyrosine	3.16±0.19	3.46±0.13	3.38±0.11	4.14±0.29	4.11±0.23
Phenylalanine	4.60±0.58	4.81±0.10	4.82±0.14	4.09±0.26	4.06±0.24
Recovery	96.2±0.4	98.5±0.7	98.8±0.7	98.2±0.8	97.3±1.1

^a Mean and standard deviation of six degermed brown rice samples.

^b The average yields for milled fractions I, II and III were 4.4, 4.7 and 5.9% by weight, respectively.

Table 2. Amino acid content of milled fractions of degermed brown rice, Cheonmabyeo variety

Amino acid	Whole kernel	Amino acid content(g/16gN)			Residual kernel
		Milled fraction			
		I	II	III	
Lysine	3.64	4.27	4.27	3.52	3.44
Histidine	2.47	2.22	2.25	2.60	2.30
Arginine	7.99	8.42	7.97	8.13	7.83
Aspartic acid	9.54	9.62	9.59	9.87	9.46
Threonine	3.84	3.47	3.39	3.66	4.02
Serine	5.15	4.89	4.86	5.24	4.58
Glutamic acid	17.17	16.64	16.92	19.50	19.72
Proline	4.49	4.13	4.28	4.10	4.23
Glycine	4.27	5.05	4.97	4.77	4.62
Alanine	4.88	7.14	7.06	5.11	5.32
Cystine	0.58	0.66	0.61	0.61	0.67
Valine	5.71	0.60	5.55	5.02	4.92
Methionine	1.98	1.93	2.02	1.90	2.15
Isoleucine	3.54	3.63	3.50	3.93	4.30
Leucine	7.77	7.74	7.61	7.62	7.93
Tyrosine	3.45	3.35	3.34	3.84	4.29
Phenylalanine	5.24	4.87	4.95	4.20	4.25

획 I 및 II보다 분획 III 및 잔유립에서 그 함량이 높아 리진과는 반대의 분포 경향을 보였다. 트레오닌은 모든 분획이 현미보다 그 함량이 다소 낮았으나 분획 I, II, III 및 잔유립에 고르게 분포되어 있었다.

배아를 제거한 현미의 아미노산 함량에 대한 도정분획의 아미노산 함량의 비를 보면 표 4와 같다. 앞에서 설명한 바와같이 리진은 분획 I 및 II에서 비가 높았으며, 글루탐산 및 이소로이신은 분획 III 및 잔유립에서 높았다. 알라닌도 리진과 같이 분획 I 및 II에서 높은 비를 보였다. 티로신은 이소로이신과 비슷한 결과를 보였다. 나머지 아미노산들은 도정분획간에 큰 차이를 보이지 않았으므로, 현미립내에 고르게 분포되어있는 것으로 생각된다.

각 도정분획의 아미노산 값을 보면 표 5와 같다. 배아를 제거한 현미의 제 1 제한 아미노산은 리진, 제 2 제한 아미노산은 이소로이신으로서, 현미와 같은 결과를 보였다. 그러나 분획 I, II, III 및 잔유립은 제 1 제한 아미노산은 모두 리진이었으나, 제 2 제한 아미노산은 모두 트레오닌이었으며, 제 2 제한 아미노산이 이소로이신인 현미의 경우와는

다른 결과이었다. 이러한 현상은 트레오닌은 비교적 현미립내에 균일하게 분포되어 있는 반면, 이소로이신은 현미립 내부(즉 배유)에 더 많이 분포되어 있기 때문으로 생각된다.

김 들²⁾은 백미 경우 제 2 제한 아미노산은 트레오닌이라고 보고하였는데, 이는 본 실험의 결과와 잘 일치하는 것이었다.

지방산의 분포

배아를 제거한 현미와 도정분획의 지방산 함량을 보면 표 6과 같다. 미리스트산(14:0), 팔미트산(16:0), 팔미트레산(16:1) 및 스테아르산(18:0)의 함량이 잔유립에서 가장 높은 값을 보였으나 리놀렌산(18:3)은 오히려 잔유립에서 가장 낮은 함량을 보였다.

Lugay와 Juliano³⁾는 거의 지방질은 백미의 지방질에 비하여 리놀레산(18:2) 및 리놀렌산(18:3)의 함량이 높은 반면, 팔미트산, 팔미트레산(16:1) 및 스테아르산의 함량이 낮다고 보고하였다. 표 6에서 분획 I 및 잔유립의 지방산 함량을 보면 대체로 Lugay와 Juliano³⁾의 결과와 비슷한 경향

Table 3. Lysine, isoleucine and threonine contents of milled fractions of degermed brown rice

Variety	Whole kernel	Milled fraction			Residual kernel
		I	II	III	
Lysine(g/16gN)					
Cheonmabyeo ^a	3.64	4.27	4.27	4.02	3.44
Seonambyeo ^a	3.18	4.27	4.20	3.35	3.32
Sumjinbyeo ^a	3.37	4.15	4.09	3.50	3.50
Kayabyeo ^b	3.76	4.17	4.19	3.21	3.32
Wonpoongbyeo ^b	3.49	4.17	4.06	3.19	3.21
Iri 362 ^a	3.51	4.35	4.35	3.31	3.17
Mean±SD	3.49±0.20	4.23±0.08	4.19±0.11	3.43±0.31	3.33±0.13
Isoleucine(g/16gN)					
Cheonmabyeo	3.54	3.63	3.50	3.93	4.39
Seonambyeo	3.93	3.66	3.63	4.26	4.26
Sumjinbyeo	3.24	3.62	3.61	4.21	4.21
Kayabyeo	3.14	3.68	3.66	4.58	4.61
Wonpoongbyeo	3.58	3.62	3.57	4.26	4.22
Iri 362	3.47	3.74	3.65	4.23	4.26
Mean±SD	3.48±0.28	3.66±0.05	3.60±0.06	4.25±0.21	4.33±0.16
Threonine(g/16gN)					
Cheonmabyeo	3.84	3.47	3.39	3.66	4.02
Seonambyeo	3.64	3.60	3.51	3.58	3.43
Sumjinbyeo	3.97	3.67	3.48	3.89	3.45
Kayabyeo	3.58	3.59	3.54	3.27	3.38
Wonpoongbyeo	3.77	3.61	3.48	3.42	3.58
Iri 362	4.07	3.42	3.41	3.49	3.39
Mean±SD	3.81±0.19	3.56±0.95	3.47±0.06	3.55±0.21	3.54±0.25

^a Japonica variety; ^b J/Indica variety

이었다.

초 록

배아를 제거한 일반계 및 다수계 현미 각 3품종을 평균 5%씩 3회 도정하고, 각 분획 및 잔유립의 아미노산과 지방산 조성을 조사하였다. 각 도정 분획별 아미노산의 분포는 품종간에 큰 차이를 보이지 않았다. 그러나 페닐 알라닌, 글리신 및 이소트라이신의 함량은 품종간에 25%이상의 차이를 보였으며, 이들 아미노산을 제외한 다른 아미노산의 최고값과 최저값의 차이는 평균 14.5%

이었다. 도정 분획간의 아미노산 함량의 차이를 보면 품종에 따른 차이는 9.8~14.5% 이었으며, 세린 및 히스티딘의 차이가 심하였다. 리진의 함량은 분획 I 및 II에서 가장 높았으며, 이소트라이신은 리진과는 반대로 분획 III 및 잔유립에서 그 함량이 높았다. 각 분획의 제 1제한 아미노산은 현미와 마찬가지로 리진이었으나, 제 2제한 아미노산은 트레오닌이었다. 각 도정 분획별 지방산의 분포는 품종간에 큰 차이를 보이지 않았다. 잔유립의 미리스트산(14:0), 팔미트산(16:0), 팔미트트레산(16:1) 및 스테아르산(18:0)의 함량은 분획 I~III보다 높았으며, 리놀렌산(18:3)은 다수

Table 4. Ratio of amino acid content in flours and residual kernel to that in original whole kernel

Amino acid	Milled fraction			Residual kernel
	I	II	III	
Lysine	1.21±0.08	1.20±0.07	0.98±0.10	0.96±0.07
Histidine	0.90±0.01	0.90±0.02	1.06±0.12	0.99±0.08
Arginine	1.01±0.03	0.99±0.27	0.98±0.03	0.97±0.01
Aspartic acid	0.99±0.05	0.99±0.05	0.99±0.03	0.98±0.03
Threonine	0.94±0.06	0.93±0.06	0.93±0.05	0.93±0.08
Serine	1.00±0.04	1.00±0.05	1.00±0.04	0.97±0.05
Glutamic acid	0.87±0.05	0.88±0.05	1.03±0.06	1.03±0.06
Proline	1.01±0.05	1.04±0.05	1.09±0.11	1.11±0.10
Glycine	1.19±0.08	1.19±0.09	1.11±0.11	1.07±0.09
Alanine	1.59±0.12	1.61±0.15	1.13±0.07	1.10±0.07
Cystine	1.15±0.16	1.08±0.13	1.05±0.06	1.03±0.10
Valine	1.10±0.08	1.10±0.08	0.93±0.04	0.92±0.04
Methionine	0.94±0.05	0.95±0.05	0.99±0.13	1.00±0.09
Isoleucine	1.06±0.09	1.04±0.09	1.23±0.14	1.25±0.13
Leucine	0.96±0.04	0.96±0.04	0.96±0.05	0.95±0.05
Tyrosine	1.08±0.08	1.06±0.06	1.29±0.21	1.27±0.19
Phenylalanine	1.06±0.13	1.06±0.11	0.89±0.10	0.90±0.08

Table 5. Amino acid score of milled fractions of degermed brown rice^a

Milled fraction	Lysine	Isoleucine	Threonine
Whole kernel	64.2±3.8	87.1±7.0	95.3±4.6
Fraction I	77.4±1.3	91.5±1.2	89.0±2.3
Fraction II	76.9±1.9	90.1±1.5	86.7±1.4
Fraction III	63.0±5.7	106.1±5.1	88.8±5.4
Residual kernel	61.2±2.4	108.7±3.8	88.5±6.1

^a Based on Provisional Amino Acid Scoring Pattern of FAO/WHO(1973)

Table 6. Average fatty acid content of milled fractions of degermed brown rice

Fatty acid	Fatty acid content(wt% of total acid) ^a					
	Whole kernel	Milled fraction			Residual kernel	All Fractions ^b
		I	II	III		
14 : 0	0.96±0.19	0.59±0.08	0.60±0.06	0.61±0.09	1.14±0.12	0.78±0.25
16 : 0	17.06±1.71	16.64±2.13	16.62±2.34	16.61±2.31	17.53±1.39	16.89±0.40
16 : 1	0.66±0.11	0.60±0.06	0.60±0.21	0.55±0.07	0.78±0.15	0.64±0.09
18 : 0	1.81±0.16	1.80±0.16	1.86±0.12	1.82±0.22	2.12±0.45	1.88±0.13
18 : 1	43.31±2.35	43.89±2.34	43.72±2.41	43.70±2.41	42.94±2.15	43.51±0.38
18 : 2	34.57±1.76	34.79±1.30	34.70±1.31	34.56±1.32	34.26±1.14	34.58±0.20
18 : 3	1.74±0.23	1.74±0.24	1.99±0.08	1.78±0.21	1.17±0.12	1.68±0.31

^b Mean and standard deviation of six degermed brown rice samples.

^a Mean and standard deviation of all determinations(n=30)

낮았다.

참 고 문 헌

1. 이춘영, 김성곤 : 한국식품연구문헌총람 (2). 한국식품과학회, p.1 (1977)
2. 김성곤 : 한국식품연구문헌총람(3). 한국식품과학회, p.1 (1983)
3. 송보현 : 한국농화학회지, 30 : 141 (1987).
4. 송보현, 김동연, 김성곤, 김용두, 최갑성 : 한국농화학회지, 31 : 1 (1988)
5. Christie, W.W.: Lipid Analysis, 2nd ed., Pergamon Press, Oxford (1982)
6. Juliano, B.O.: In 'Rice: Chemistry and Technology' D.F. Houston(ed.), Chap. 2, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, U.S.A. (1972)
7. 김성곤, 김일환, 한양일, 박흥현, 이규한, 김을상, 조만희 : 한국영양식량학회지, 13 : 372 (1984)
8. Lugay, J.C. and Juliano, B.O.: J. Am. Oil Chem. Soc., 41 : 273 (1964)