

一般系 및 多收系 玄米의 理化學의 特性에 관한 研究

— 一般成分 —

宋 寶 鉉

順天大學 食品加工學科

(1987년 3월 9일 수리)

Physico-Chemical Properties of Japonica and J/Indica Brown Rice

— Chemical Composition —

Bo-Hyeon Song

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

Abstract

Chemical compositions of Japonica and J/Indica brown rices were compared. No significant differences were noted for amino acid composition of brown rice among varieties. The first and second limiting amino acids of brown rice were lysine and isoleucine, respectively. The major fatty acids of brown rice were palmitic, oleic and linoleic acid, which comprised of 96% of total fatty acid. The contents of saturated fatty acids were lower in Japonica varieties. The average value of calcium over phosphorus was 0.052.

緒 論

우리나라의 主食인 米穀은 1970年代 以後 多收系 品種이 育成, 普及됨에 따라 그 生産量이 크게 增加하였으나, 一般의으로 이들 多收系 쌀은 밥맛이 一般系 쌀에 비하여 다소 떨어지는 短點이 指摘되고 있다. 國際 米作研究所에서는 쌀의 밥맛을 炊飯中 容積 增加 및 吸水量, 粒子的 길이變化 등의 炊飯特性和 밥의 텍스처 그리고 아밀로스 含量, 알카리 붕괴도, gel consistency 와 같은 間接的인 方法 등의 세 가지로 나누어 評價¹⁾되었으나 이들 三者間의 相互關係를 正確히 糾明하는 것은 쉬운 일이 아니며, 각 나라마다 밥맛의 基準이 다르므로 一律의으로 適用하기에는 어려움이 뒤따르게 된다. 또 쌀의 品質을 이해하는데 있어 가장 기본적인 一般系 및 多收系 쌀의 營養成分에 대한 研究는 많지 않다^{2~4)}. 쌀알내의 營養成分 分布에 대

하여는 Kennedy 들^{5~8)}의 보고가 있으나, 國內 쌀에 대한 研究로는 胚芽를 除去한 玄米粒內의 칼슘, 인, 철, 비타민 B₁ 및 B₂의 分布에 대한 研究⁹⁾가 있을 뿐이다. 以上の 研究들은 주로 白米를 中心으로 이루어진 것으로서 試料에 따라 다를 뿐만 아니라 搗精度를 正確하게 결정하기 어려우므로 結果를 서로 比較하기에 어려운 점이 있다. 또한 벼의 育種實驗에서 얻어지는 試料는 小量일뿐 아니라 白米로 搗精하는 데 問題가 있으므로 玄米 自體로서 利用하는 方法이 要求된다. 이러한 觀點에서 玄米를 대상으로 一部 研究가 이루어지고 있다^{10,11)}. 또한 신¹²⁾은 多收系인 삼강벼 玄米의 貯藏中 物理化學的 變化를 調査하였다.

本 研究에서는 우리나라에서 栽培되는 一般系와 多收系 벼品種의 品質特性을 이해하기 위한 연구의 일환으로서 우선 玄米의 一般成分, 아미노산, 無機質 및 脂肪酸의 分析 結果를 보고하고자 하였다.

* 본 研究는 1986년도 문교부 학술연구조성비의 지원으로 수행되었으며 이에 謝意를 표합니다.

材料 및 方法

材 料

1985年度에 生産된 一般系 3品種(천마벼, 서남벼 및 섬진벼)과 多收系 3品種(가야벼, 원풍벼 및 이리 362號)을 全羅南道 農村振興院에서 提供받아 使用하였다.

試料 玄米는 Satake 製玄機를 利用하여 왕겨를 除去하여 얻었으며 玄米의 特徵은 表 1과 같다.

成分分析

一般成分은 AACC 標準方法¹³⁾으로, 肪酸酸組成은 gas liquid chromatography(Yanco G-180 GC)로 定量¹⁴⁾하였다. 無機質 元素는 原子吸收分光光度計(BAIRD, ALPHA 4 A.A.S.)로 分析¹⁵⁾하였으며, 磷은 比色法¹⁶⁾으로 定量하였다. 아미노酸은 아미노酸 自動分析機(LKB AAA 4150)를 使用하여 定量하였다.

結果 및 考察

一般成分

試料 玄米의 一般成分은 表 2와 같다. 蛋白質含量은 서남벼가 10.50%로 가장 높았으며, 섬진벼는 8.9%로 가장 낮았다. 脂肪質含量은 品種間에 큰 差를 보이지 않았다. 表 2의 結果를 보면 一般成分中 蛋白質含量은 品種間에 多少의 差를 보였으나, 脂肪質 및 灰分은 一般系와 多收系 玄米間에 큰 差異가 없었다. 이러한 結果는 玄米 6品種에 대한 韓⁴⁾의 報告와 대체로 같은 傾向을 보이고 있다.

아미노酸 組成

試料 玄米의 아미노산 組成은 表 3과 같다. 아

Table 1. Description of brown rice

Variety	Systematic name	Maturity	Kernel weight ^a (mg)
Japonica			
Cheonmabyeo	—	Early	2.13±0.15
Seonambyeo	Suwon 305	Medium	2.33±0.17
Sumjinbyeo	Iri 353	Late	2.35±0.17
J/Indica			
Kayabyeo	Milyang 54	Early	2.38±0.18
Wonpoongbyeo	Milyang 60	Medium	2.13±0.12
Iri 362	—	Late	2.48±0.19

^a Mean±standard deviation of 100 measurements

미노酸의 回收率은 96.0~97.2%로서 韓⁴⁾의 94.5~97.8%보다는 적은 차이를 나타내고 있다. 總아미노산의 含量은 섬진벼가 8552.2mg/100g으로 가장 낮았으며, 서남벼는 10180.9mg/100g으로 가장 높았다. 總아미노산의 含量은 蛋白質 含量과 密接한 關係를 보여 蛋白質 含量이 높을 수록 總아미노산의 含量도 높은 傾向을 보였다.

천마벼는 글루탐酸 含量이 다른 玄米에 비하여 가장 낮았으며, 서남벼는 아스파르트酸 및 글루탐酸 含量이 다른 品種보다 높았다. 섬진벼는 리진 및 아스파르트酸 含量이 가장 낮았다. 원풍벼는 리진의 含量이 全體平均의 365mg/100g보다 24mg/100g程度 높았으며 리진 含量이 가장 낮은 섬진벼에 비하여 약 18%程度 높은 값을 보였다.

試料 玄米의 아미노산 含量을 질소 16g當으로 表示하면 表 4와 같다. 아미노산의 含量은 品種間에 多少의 差異를 보였으나 그 差異는 크지 않았으며 一般系와 多收系 玄米間에도 뚜렷한 差異가 없었다. 따라서 表 4의 結果는 大部分의 아미노산은 蛋白質 含量에 相關없이 一定한 값을 보인다는 報告¹⁷⁾와 一致하는 것이었으며, 또한 韓⁴⁾의 報告

Table 2. Proximate composition of brown rice

Composition	Japonica variety			J/Indica variety			Mean±SD
	Cheonmabyeo	Seonambyeo	Sumjinbyeo	Kayabyeo	Wonpoongbyeo	Iri 362	
Moisture(%)	11.21	11.32	11.13	11.41	11.22	11.31	11.27±0.09
Protein ^a (%)	9.20	10.50	8.90	9.16	10.12	9.89	9.63±0.63
Fat(%)	2.19	2.26	2.12	2.11	2.31	2.20	2.20±0.08
Ash(%)	1.19	1.26	1.14	1.21	1.31	1.34	1.24±0.07

^a N×5.95

Table 3. Amino acid composition of brown rice (mg/100g)

Amino acid	Japonica variety			J/Indica variety			Mean±SD
	Cheonm-byeo	Seonam-byeo	Sumjin-byeo	Kayabyeo	Wonpoong-byeo	Iri 362	
Lysine	371.6	378.4	329.8	362.8	389.0	361.0	365.4±20.3
Histidine	225.9	232.2	201.5	252.3	266.4	232.5	235.1±22.4
Arginine	816.2	923.6	784.4	810.2	881.6	850.5	844.4±51.5
Aspartic acid	921.5	1,058.6	861.9	913.5	915.7	970.4	940.3±67.4
Threonine	392.4	422.5	363.2	355.8	386.5	416.1	389.4±27.0
Serine	517.8	567.0	451.8	507.6	557.7	534.5	522.7±41.5
Glutamic acid	1,684.0	2,130.7	1,830.9	1,754.6	2,030.5	2,014.0	1,907.5±176.3
Proline	382.3	467.4	386.6	375.1	489.8	425.9	421.2±48.4
Glycine	431.8	427.3	364.6	415.1	482.9	432.1	425.6±37.9
Alanine	492.8	537.4	455.1	460.3	455.6	428.6	471.6±38.2
Cystine	58.2	71.6	61.2	56.9	66.0	70.1	64.0±6.2
Valine	530.4	553.7	492.8	494.0	536.7	553.3	526.8±27.4
Methionine	199.0	257.2	190.0	192.4	254.2	232.5	220.9±31.0
Isoleucine	352.1	404.4	321.2	313.9	396.5	360.8	358.2±37.4
Leucine	746.7	864.5	728.4	725.3	871.8	851.7	798.1±71.4
Tyrosine	310.6	366.2	308.6	306.2	332.2	316.0	323.1±23.1
Phenylalanine	513.6	518.2	420.2	502.2	478.8	450.9	480.6±38.7
Total amino acid	8,986.9	10,180.9	8,552.2	8,797.2	9,791.9	9,500.9	
Recovery (%)	97.2	96.9	96.1	96.0	96.7	96.1	

와도 대체로 같은 경향이였다. 따라서 우리나라 玄米의 경우 一般系 및 多收系는品種에 相關없이 아미노산 含量에서 큰 差異를 보이지 않는 것으로 판단된다.

Juliano¹⁷⁾는 一般的으로 玄米는 白米에 比하여 리진의 含量의 높으며 글루탐酸的 含量이 낮은 경향을 보인다고 하였는데 이것은 玄米의 胚芽 및 겨 (bran)에 存在하는 리진의 含量이 白米보다 높으며, 글루탐酸的 含量은 낮기 때문이라고 하였다. 또한 白米의 경우에도 리진 含量은 蛋白質 含量과 負의 相關關係를 보인다^{18,19)}.

本實驗의 結果에서도 玄米의 리진 含量은 蛋白質 含量과 負의 相關($r=-0.5296$)을 보였으나 有意性은 없었다. 韓²⁾도 玄米의 리진 含量과 蛋白質 含量과는 有意的인 相關을 보이지 않는다고 報告하였다.

總아미노산에 대한 總必須아미노산의 比率를 보면 淸마벼가 34.7%로 가장 높았으나 其他 品種들은 서로 비슷한 값을 보였는데 이것은 FAO²⁰⁾의 32.3%보다 多少 높은 값이다. 그러나 淸소 1g 당

總必須아미노산 g (E/T ratio)의 비는 平均 1.94로 FAO²⁰⁾의 2.04보다 多少 낮았다. 이러한 結果는 韓²⁾의 報告와 비슷한 것으로 우리나라 玄米는 品種間에 必須아미노산의 比率, E/T ratio 등에 큰 差異를 보이지 않음을 알 수 있다.

玄米 蛋白質의 아미노산 값 (amino acid score)을 보면 表 5와 같다.

FAO/WHO의 標準構成²¹⁾과 比較할 때 第一制限 아미노산은 리진, 第二制限 아미노산은 원풍벽의 트레오닌을 除外하고는 모두 이소로이신 이었다. 金²²⁾은 우리나라 白米 12品種을 대상으로 第一制限 아미노산은 리진, 第二制限 아미노산은 트레오닌 이라고 報告한 바 있는데 玄米의 경우는 이것과 약간 다른 結果를 나타내었다.

脂肪酸 組成

試料 玄米의 脂肪酸 組成은 表 6과 같다. 玄米의 脂肪酸는 팔미트酸, 올레酸 및 리놀레酸이 主된 脂肪酸이었으며, 이들의 平均含量은 各各 19.3%, 40.3% 및 36.1%로 全體 脂肪酸의 95.7%를

Table 4. Amino acid content of brown rice (g/16 g N)

Amino acid	Japonica Variety			J/Indica Variety			Mean±SD
	Cheonma-byeo	Seonam-byeo	Sumjin-byeo	Kayabyeo	Wonpoong-byeo	Iri 362	
Lysine	3.84	3.43	3.53	3.77	3.66	3.47	3.62±0.17
Histidine	2.34	2.10	2.16	2.62	2.51	2.24	2.33±0.20
Arginine	8.45	8.37	8.34	8.42	8.30	8.19	8.35±0.09
Aspartic acid	9.54	9.60	9.22	9.49	8.61	9.34	9.30±0.37
Threonine	4.06	3.83	3.88	3.70	3.64	4.00	3.85±0.16
Serine	5.36	5.14	4.83	5.28	5.25	5.14	5.17±0.19
Glutamic acid	17.43	19.32	19.58	18.24	19.11	19.39	18.85±0.83
Proline	3.96	4.24	4.13	3.90	4.61	4.10	4.16±0.25
Glycine	4.46	3.87	3.90	4.31	4.54	4.16	4.20±0.28
Alanine	5.10	4.87	4.87	4.78	4.29	4.13	4.67±0.38
Cystine	0.60	0.65	0.65	0.59	0.62	0.67	0.63±0.03
Valine	5.49	5.02	5.27	5.13	5.05	5.33	5.22±0.18
Methionine	2.06	2.33	2.03	2.00	2.39	2.24	2.18±0.17
Isoleucine	3.64	3.67	3.44	3.26	3.73	3.47	3.53±0.18
Leucine	7.73	7.87	7.79	7.54	8.20	8.20	7.89±0.26
Tyrosine	3.21	3.32	3.30	3.17	3.13	3.04	3.20±0.11
Phenylalanine	5.31	4.70	4.49	5.22	4.51	4.34	4.76±0.41
Total AA	92.68	92.33	91.41	91.42	92.15	91.45	91.90±0.55
Total EAA ^a	32.13	30.85	30.43	30.62	31.18	31.05	30.95±0.64
EAA (%)	34.7	33.4	33.3	33.5	33.8	33.9	33.77±0.51
EAA/N (g/g)	2.01	1.93	1.90	1.91	1.95	1.94	1.94±0.04

^a Essential amino acid

Table 5. Amino acid score of brown rice

Variety	Lysine	Isoleucine	Threonine
Japonica			
Cheonmabyeo	70.6	86.4	101.2
Seonambyeo	62.9	91.6	95.6
Sumjinbyeo	64.9	86.0	96.8
J/Indica			
Kayabyeo	69.4	81.6	92.4
Wonpoongbyeo	67.4	93.2	91.2
Iri 362	63.8	86.8	100.0

차지하였다. 이러한 결과는 다른 研究者들^{13,17)}의 결과와 비슷한 경향이였다.

玄米의 脂肪酸中 飽和脂肪酸인 미리스트酸 및 팔미트酸의 含量은 一般系보다 多收系 玄米가 多少 높은 값을 보였으나, 올레산 含量은 一般系 品

種이 多收系 品種보다 多少 높았다.

一般系 玄米는 多收系 玄米에 比하여 飽和脂肪酸 含量이 낮았으나 不飽和脂肪酸 含量은 높았다.

不飽和/飽和脂肪酸의 比率(UFA/SFA)은 서남 벼가 4.09로 가장 높았고, 원풍벼는 3.13으로 가장 낮았다. SFA/MUFA/PUFA는 平均 0.58 : 1.07 : 1.00으로서 韓¹⁾의 報告와 비슷한 값을 보였다.

無機質 含量

試料 玄米의 無機質 含量은 表 7과 같다. 無機質 含量은 試料間에 상당한 差異를 보였으나, 大體로 品種間의 差異는 一般系 玄米가 심하였다. 이러한 경향은 玄米 試料 59 品種(一般系 34 品種 및 多收系 25 品種)에 대한 韓¹⁾의 報告와 대체로 같은 결과였다. 韓¹⁾은 磷, 마그네슘, 칼슘, 칼륨, 구리, 철 및 아연은 多收系 品種이 一般系 品種보

Table 6. Fatty acid composition of brown rice (weight % of total acid)

Fatty acid	Japonica Variety			J/Indica Variety			Mean±SD
	Cheonma-byeo	Seonam-byeo	Sumjin-byeo	Kayabyeo	Wonpoong-byeo	Iri 362	
14 : 0	0.43	0.33	0.50	0.87	0.53	0.69	0.56±0.19
16 : 0	17.90	17.23	17.68	20.61	21.72	19.17	19.25±2.49
16 : 1	0.12	0.14	0.18	0.12	0.14	0.12	0.14±0.02
18 : 0	1.81	2.04	2.39	1.99	1.94	2.59	2.13±0.30
18 : 1	43.45	40.98	41.15	38.06	38.66	39.79	40.35±1.95
18 : 2	34.23	37.19	36.18	36.35	35.10	35.42	36.08±1.71
18 : 3	2.05	1.90	1.91	1.99	1.90	2.19	1.99±0.12
SFA ^a	20.14	19.60	20.57	23.47	24.19	22.45	21.74±1.89
MUFA ^a	43.57	41.12	41.33	38.18	38.80	39.91	40.48±1.95
PUFA ^a	36.28	39.09	38.09	38.34	37.00	37.61	37.73±1.00
UFA ^a	79.85	80.21	79.42	76.52	75.80	77.52	78.22±1.86
SFA/MUFA/ PUFA ^b	0.56/ 1.20	0.50/ 1.05	0.54/ 1.08	0.61/ 0.99	0.65/ 1.05	0.60/ 1.06	0.58/1.07
PUFA/SFA	1.80	1.99	1.85	1.63	1.53	1.67	1.58±0.49
UFA/SFA	3.96	4.09	3.86	3.26	3.13	3.45	3.63±0.40

^a SFA : Saturated fatty acid; MUFA : Monounsaturated fatty acid;
PUFA : Polyunsaturated fatty acid; UFA : Unsaturated fatty acid.

^b Ratio of composition of SFA and MUFA with respect to that of PUFA (1.00)

Table 7. Mineral composition of brown rice (mg/100g)

Mineral	Japonica variety			J/Indica variety			Mean±SD
	Cheonma-byeo	Seonam-byeo	Sumjin-byeo	Kayabyeo	Wonpoong-byeo	Iri 362	
Ca	15.3	13.5	16.3	14.7	15.5	14.7	15.0±0.9
P	271.1	269.1	285.1	322.9	271.9	281.7	287.0±19
Mg	72.5	86.7	83.6	78.0	79.2	81.8	80.0±5
K	296.4	294.9	280.2	292.8	297.7	296.7	293.0±6
Na	4.81	6.12	3.92	4.18	4.49	4.97	4.75±0.78
Fe	3.05	2.11	2.69	3.04	2.94	2.71	2.76±0.35
Cu	0.73	0.75	0.81	0.75	0.61	0.49	0.69±0.12
Mn	4.62	5.50	5.02	4.90	5.95	5.72	5.28±0.52
Zn	3.82	2.27	1.96	3.04	2.72	2.64	2.74±0.65

다 함량이 多少 높은 경향을 보인다고 하였으나, 본 실험의 결과에서는 뚜렷한 경향을 볼 수 없었다.

서남벼는 칼슘, 인 및 철의 함량이 가장 낮았으나 마그네슘 및 나트륨의 함량은 가장 높았다. 섬진벼는 구리의 함량이 0.81mg/100g으로 가장 높았으나 나트륨과 아연의 함량은 가장 낮았다. 玄米의 無機質中 칼슘과 鎳의 比는 平均 0.052로서 韓¹⁰이 報告한 0.045보다는 多少 높은 값을 보였다.

要 約

一般系(천마벼, 서남벼 및 섬진벼) 및 多收系(가야벼, 원풍벼, 이리 362號) 玄米의 成分을 分析 比較하였다.

玄米의 蛋白質 含量(N×5.95)은 平均 9.63%로서 서남벼가 10.50%로 가장 높았고, 섬진벼는

8.90%로 가장 낮았다. 脂肪質(2.11 ~ 2.31%)과 灰分(1.14~1.34%) 含量은 各 品種間에 큰 差異를 보이지 않았다. 아미노酸의 含量은 一般系와 多收系 玄米間에 뚜렷한 差異를 보이지 않았으며, 品種間에도 큰 差異를 보이지 않았다. 玄米의 第 1 制限 아미노산은 리진(lysine)이었으며, 第 2 制限 아미노酸은 원풍벼의 트레오닌(threonine)을 除外하고는 모두 이소로이신(isoleucine)이었다. 玄米의 主된 脂肪酸은 팔미트酸(19.3%), 올레酸(40.3%) 및 리놀레酸(36.1%)으로서 全體 脂肪酸의 95.7%를 차지하였다. 一般系 玄米는 多收系 玄米에 比하여 飽和脂肪酸 含量이 낮았다. 玄米의 無機質 含量은 品種間에 큰 差異를 보였으며, 이러한 差異는 一般系 玄米가 심하였다. 玄米의 無機質中 칼슘과 磷의 比는 약 0.052이었다.

參 考 文 獻

1. Juliano, B.O.: in "Proceeding of the Workshop on Chemical Aspects of Rice Grain Quality," p.69. International Rice Research Institute, Los Banos, Laguna, Philippines (1979)
2. 李春寧, 金成坤: 한국식품연구문헌 총람(2). p. 1. 한국식품과학회(1977)
3. 金成坤: 한국식품연구문헌총람(3). p. 1. 한국식품과학회 (1983)
4. 韓良一: 檀國大學校 博士學位 論文 (1985)
5. Kennedy, B.M., Schelstraete, M. and del Rosario, A.R.: Cereal Chem., 51 : 435 (1974)
6. Kennedy, B.M. and Schelstraete, M.: Cereal Chem., 51 : 448 (1974)
7. Kennedy, B.M. and Schelstraete, M.: Cereal Chem., 52 : 173 (1975)
8. Kennedy, B.M., Schelstraete, M. and Tamai, K.: Cereal Chem., 52 : 182 (1975)
9. 김성곤, 최홍식: 한국식품과학지, 11 : 122 (1979)
10. 김광중, 변유량, 조은경, 이상규, 김성곤: 한국식품과학회지, 16 : 297 (1984)
11. 김광중, 변유량, 조은경, 이상규, 김성곤: 한국식품과학회지, 16 : 457 (1984)
12. 신명곤: 한국과학기술원 박사학위논문 (1986)
13. American Association of Cereal Chemists: Approved Methods of the AACC. The Association: St. Paul, MN (1969)
14. Christie, W.W.: Lipid Analysis, 2nd ed., Pergamon Press, Oxford (1982)
15. Perkin-Elmer Corporation: Analytical Methods for Atomic Absorption Spectrophotometry. Perkin-Elmer Corp.: Norwalk, Conn. (Rev. Sept. 1968).
16. Charlot, G.: Colorimetric Determination of Elements. p.344. Elsevier Publishing Co., New York, N.Y. (1964)
17. Juliano, B.O.: in "Rice: Chemistry and Technology," Houston, D.F. (ed.), Chap. 2, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, U.S.A., (1972)
18. Juliano, B.O., Bautista, G.M., Lugay, J.C. and Reyes, A.C.: J. Agr. Food Chem., 12 : 131 (1964)
19. 이춘영, 김성곤: 한국농화학회지, 20 : 156 (1977)
20. FAO: Amino Acid Content of Food and Biological Data on Protein. Food and Agriculture Organization, Rome (1970)
21. FAO/WHO: Energy and Protein Requirements, Report of a Joint FAO/WHO *ad hoc* Export Committee, Food and Agriculture Organization, Rome (1973)
22. 김성곤, 김일환, 한양일, 박홍현, 이규환, 김울상, 조만희: 한국영양식량학회지, 13 : 372 (1984)