

## 한국 식품중의 아미노산 조성에 관한 연구 (I)

(쌀 다수확 장려품종의 아미노산 조성)

김을상 · 임경자 · 박 훈\* · 전승규\*\*

임상영양연구소 · 농촌진흥청 농업기술연구소\* · 생활개선과\*\*

(1978년 9월 7일 수리)

## Studies on Amino Acid Composition of Korean Foods (I)

(Amino Acid Composition of Rice Varieties Recommended to Raise)

Eul-Sang Kim, Kyung-Ja Im, Hoon Park\* and Sung-Kyu Chun\*\*

Clinical Nutrition Research Center, Institute of Agricultural Science\* and

Home Improvement Division,\*\* Office of Rural Development

(Received September 7, 1978)

### Abstract

The analysis on the amino acid composition of rice varieties including one Japonica line(Jinheung) and five other Indica-Japonica breedings (Tongil, Suwon, Iri, Ushin, Milyang) recommended to raise, have been carried out to evaluate the quality and quantity of protein of them.

- 1) The protein contents of 5 breedings showing higher than 8.16 % of Jinheung were 9.63% in 23-Milyang, 9.45% in 326-Iri, 9.36% in 264-Suwon, 8.88% of Ushin and 8.77% of Tongil.
- 2) The gram of total essential amino acid per gram of total nitrogen (E/T ratio) have been 2.11 in Iri, 2.10 in Tongil, 2.04 in Suwon, 2.01 in Ushin, 1.92 in Milyang and 1.83 in Jinheung.
- 3) The chemical scores of proteins (A/E) were 84.8 in Tongil, 83.2 in Suwon, 80.8 in Ushin, 78.4 in Iri, 89.5 in Milyang and 94.9 in Jinheung.
- 4) The most limiting amino acid in Jinheung was isoleucine, while that in Tongil, Suwon, Ushin, Iri and Milyang was lysine.

35.7%를 차지하고 있는 혼편이다.

### I. 서 론

우리나라 국민이 주식으로서 가장 많이 소비하고 있는 쌀은 1976년도 식품수급표<sup>(1)</sup>에 의하면 1일 1인당 330.6g이 공급되며 이에 합유된 단백질량은 21.5g으로서 단백질 공급량 73.5g의 29.3%를 차지하고, 1973년도 한국인 식품영양조사<sup>(2)</sup>에 의하면 1일 1인당 쌀 379.4g을 섭취하며 이 중 단백질 함량은 26.6g으로

이는 동물성 식품에서 섭취하는 단백질량 15.5g에 비해서도 상당히 높은 량을 차지하고 있다. 이렇듯 섭취단백질의 많은 부분을 차지하는 쌀의 단백질에 관하여는 오래전부터 국내외에서 많이 연구되어 그 함량에 있어서도 전조증량으로서 혼미가 7~8%, 백미가 6~7%라고<sup>(3)</sup> 보고 있으나 계통과 그 품종에 따라, 그리고 지역에 따라 상당한 차이가 있는 것으로 알려져 있다.

李<sup>(4)</sup> 등은 1968년도 장려품종중에서는 6.4~10.0%로 보고하고 있으며 현미에 대하여 水稻보다 陸稻가 멘쌀보다 찹쌀이 단백질 함량이 약간씩 높다고 하였다. <sup>(5)</sup> 이러한 품종간의 단백질 함량의 차이는 현행 식품분석표에 나타나 있는 수치(백미 6.5%, 현미 7.2%)<sup>(6)</sup>를 일률적으로 적용하기는 어려우며 또 동일품종 간에도 지역별 차이가 있다고 한다.<sup>(7)</sup>

그러므로 저자들은 현재의 다수화 장려품종이 재래종보다 식품영양학적인 면에서 어떠한 차이가 있는지 살펴보고자 그 단백질의 아미노산 조성을 분석하였기에 보고하는 바이다.

## II. 재료 및 방법

1) 실험재료 ; 다수화 장려품종인 통일(T), 수원 264호(S), 유신(U), 이리 326호(I), 밀양 23호(M) 및 기존 장려품종인 진홍(J) 등을 동일포장에서 일반경작법에 준하여 재배하고 수확후 건조 현미화하여 시료로 사용하였다.

2) 조단백질 정량 ; AOAC<sup>(8)</sup>의 micro-kjeldahl법으로 총질소를 정량하여 쌀의 질소계수인 5.95를 곱하여 산출하였다.

3) 아미노산 정량 ; 분말시료 20mg(protein으로서 1.4~1.6mg 해당량)을 경질시험판에 취하고 2-mercaptopethanol이 0.04% 합유된(일본국립영양연구소분석방법) 6N-HCl 10ml를 넣고 탈기 후 밀봉하여 110°C±1°C 오븐에서 24시간 가수분해 후 rotary evaporator에서 감압전고하고 pH 2.2 구연산 완충액 5ml에 용해 후 아미노산 분석기(Hitachi KLA-5)로 정량하였다.<sup>(9)</sup>

이 때 정량표준액은 Ajinomoto amino acid calibration mixture를 사용하였으며 tryptophan은 DAB 법<sup>(10)</sup>으로 정량하였다.

## III. 결과 및 고찰

1. 조단백질 함량 ; 쌀의 각 품종별 조단백질의 함량은 표 1에서 보는 바와 같이 밀양이 9.63%로 가장 높고 기존장려품종인 진홍은 8.16%였으며 노<sup>(11)</sup> 등이 보고한 재래종인 아끼바레(A) 7.3%보다는 모두 높았다.

한편 암모니아를 포함한 총아미노산은 표 2에서와 같으며 그것을 정량된 단백질량으로 나눈 백분율을 아미노산 회수율로 보면 통일, 수원, 유신, 이리, 진홍, 밀양에서 각각 101.7%, 101.6%, 96.7%, 104.0%, 92.0%, 97.2%였으며 FAO<sup>(12)</sup>의 현미에 대한 아미노산 회수율 계산에서 106.3%나 이<sup>(13)</sup> 등의 분석치

Table 1. Protein content of rice varieties

Varieties	% Moisture	% Protein
Milyang 23	10.5	9.63(10.8)
Iri 326	9.2	9.45(10.4)
Suwon 264	10.0	9.36(10.4)
Ushin	9.7	8.88 (9.8)
Tongil	9.9	8.77 (9.7)
Jinheung	10.7	8.16 (9.1)
Akibare <sup>(11)</sup>	13.0	7.30 (8.4)

( ) : dry weight basis.

104.2%와 비슷한 수치였으나 진홍의 92.0%는 약간 낮은 회수율이었다. 그러나 박<sup>(14)</sup> 등의 보고는 Tyr, Phe, Try을 제외한 회수율은 63.0~91.7%였다.

그리고 개개의 아미노산에서 환산한 질소함량은 표 2에서와 같으며 Kjeldahl법으로 정량한 질소로 나눈 백분율을 질소회수율로 보면 각각 81.5%, 82.3%, 77.7%, 83.1%, 75.6%, 78.8%였으며 아미노산 회수율보다는 낮게 나타났다.

한편 FAO<sup>(12)</sup>의 분석치와 이<sup>(13)</sup>, 박<sup>(14)</sup> 등의 보고에서 계산해 보면 각각 87.3%, 85.9%, 69.8~85.8%를 나타내고 있어 본 분석치에서 약간 낮은 회수율을 보인다.

이와같이 Kjeldahl법에 의한 질소량과 계산치간에 정확히 맞지 않는 것은 아미노산 중 Arg, His 등의 염기성 아미노산이나 질소함량 비율이 높은 Gly, Ala 등의 중성아미노산 비율과 암모니아 외의 비단백성 질소함량에 관계되는 것 같으며 chromatogram상의 미확인 ninhydrin 양성 물질 peak를 찾아보면 Met과 Ile사이 Pro과 Glu사이 등 몇개의 Peak를 찾아 볼 수 있으며 이러한 질소계산과 회수율은 그 계수 5.95의 정확성 여부와 함께 추후 좀더 연구해 볼 필요가 있다고 생각된다.

2. 아미노산 함량 ; 각 품종별 쌀 100g중 아미노산의 mg를 나타낸 것은 표 2에서 보는 바와 같으며 총아미노산량을 보면 진홍이 가장 낮고 또 총필수 아미노산에 있어서도 같은 경향을 나타내고 있다.

그러나 lysine에 있어서는 유신보다 약간 높으며 다른 필수 아미노산들은 장려 품종에 비해 진홍이 현저히 낮은 것으로 나타나고 있다.

이러한 단백질함량이나 총필수 아미노산에 대한 lysine의 비율이 저단백질 품종인 진홍에서 높은 것은 IRRI의 보고<sup>(15~17)</sup>에서와 같으며 본 실험에서도 그림 1의 회기적선과 같이 단백질 함량이 높을수록 lysine 함량은 낮으며 상관계수는 -0.666으로 부의 상관관계

Table 2. Amino acid composition of rice varieties (mg/100 g brown rice)

Amino acid	Varieties	T	S 264	U 326	I	J	M 23	FAO
Lysine		327.0	333.7	302.5	328.1	305.6	348.3	299
Histidine		218.7	214.8	198.4	216.9	199.3	224.2	197
Tryptophan		82.6	90.5	75.4	93.4	73.3	86.2	
Arginine		732.1	798.0	691.1	787.8	702.4	823.6	650
Aspartic acid		797.6	738.0	707.4	784.3	653.5	743.4	808
Threonine		300.3	329.2	305.3	331.7	239.6	317.1	307
Serine		388.4	462.6	375.6	435.8	323.2	429.5	427
Glutamic acid		1676.0	1761.0	1614.8	1927.8	1361.2	1781.3	1622
Proline		456.4	494.2	426.5	504.3	403.0	479.5	369
Glycine		345.0	492.3	395.4	448.0	345.6	436.0	393
Alanine		502.4	548.8	479.5	559.3	404.8	533.7	474
Cystine		78.9	94.2	84.2	100.9	62.3	87.9	84
Valine		605.9	657.4	571.0	670.3	449.2	620.1	433
Methionine		194.5	231.3	206.7	248.8	152.7	216.9	183
Isoleucine		365.7	409.4	357.8	422.9	306.7	390.2	300
Leucine		720.7	615.3	702.7	690.7	577.4	611.1	648
Tyrosine		402.7	457.6	391.3	466.8	352.5	443.0	275
Phenylalanine		500.8	539.1	472.5	561.3	400.4	522.5	406
Ammonia		224.2	244.1	227.0	246.4	196.6	269.8	
Total amino acids		8919.9	9511.5	8585.1	9825.5	7509.3	9364.3	7973
Total-N by Kjeldahl method		1474.0	1573.1	1492.4	1588.2	1371.4	1618.5	1260
Total-N calculated from A.A.		1201.6	1293.8	1158.7	1319.8	1037.0	1276.0	1099.9
A.A. recovery(%)		101.7	101.6	96.7	104.0	92.0	97.2	106.3
Nitrogen recovery(%)		81.5	82.3	77.7	83.1	75.6	78.8	87.3

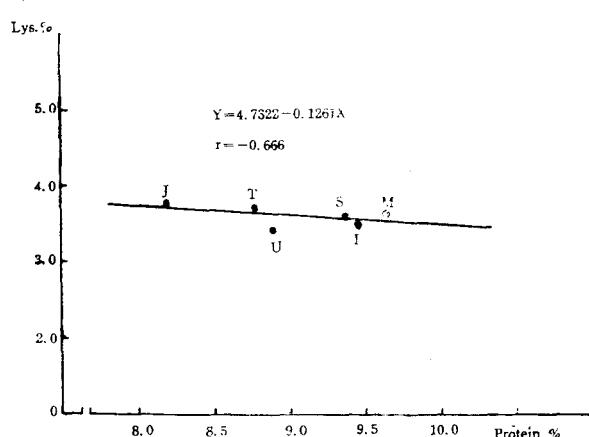


Fig. 1. Relationship between lysine and protein content of rice varieties

를 보인다.

이는 고단백질 품종일수록 쌀의 4가지 단백질 중 glutelin(oryzenin)이 비례적으로 증가되며 lysine 함량

이 더 낮은 prolamin과 globulin이 약간씩 증가하는 경향이 있으며<sup>(16,17)</sup> lysine의 함량이 상대적으로 높은 albumin은 오히려 미강에 globulin<sup>(18)</sup>과 어울려 물려있기 때문이라 한다.

그러므로 육종에 있어서 albumin량을 증가 시킬 수 있는 방법이 개발된다면 쌀 단백질의 질적 양적인 면에서 우수한 품종을 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

3. 질소 1g당 각 아미노산 조성; 질소당 각 아미노산 조성은 표 3에서와 같으며 수원, 이리, 진홍, 밀양 등 4품종은 Glu>Arg>Asp 순위로 높았고 통일과 FAO<sup>(12)</sup>는 Glu>Asp>Arg 순위였으며 유신은 Glu>Asp>Leu 순위였고 이<sup>(13)</sup>의 분석치는 Glu>Leu>Asp의 순위로 그 이후는 모두 그 함량 순위가 차이가 있었다.

한편 총아미노산에 대한 총필수아미노산의 비율은 표 3에서와 같이 통일, 수원, 유신, 이리, 진홍, 밀양에 있어서 각각 34.7%, 33.7%, 34.9%, 34.1%, 33.4%, 33.2%로 모두 FAO<sup>(12)</sup>의 32.3%보다 약간 높았으며

Table 3. Amino acid pattern in rice varieties (mg/g N brown rice)

Amino acid	Varieties	T	S 264	U	I 326	J	M 23	FAO
Lysine		221.8	212.1	202.7	206.6	222.8	215.2	237.3
Histidine		148.4	136.5	132.9	136.6	145.3	138.5	156.3
Tryptophan		56.0	57.5	50.5	58.8	53.4	53.3	
Arginine		496.7	507.3	463.1	496.0	512.2	508.9	515.9
Aspartic acid		541.1	469.1	474.0	493.8	476.5	459.3	641.3
Threonine		203.7	209.3	204.6	208.9	174.7	195.5	243.7
Serine		263.5	294.1	251.7	274.4	235.7	265.4	338.9
Glutamic acid		1137.0	1119.4	1082.0	1213.8	992.6	1100.6	1287.3
Proline		309.6	314.2	285.8	317.5	293.9	296.3	292.9
Glycine		234.1	312.9	264.9	282.1	252.0	269.4	311.9
Alanine		340.8	348.9	321.3	352.2	295.2	329.7	376.2
Cystine		53.5	59.9	56.4	63.5	45.4	54.3	66.7
Valine		411.1	417.9	382.6	422.1	327.5	383.1	343.7
Methionine		132.0	147.0	138.5	156.6	111.3	134.0	145.2
Isoleucine		248.1	260.3	239.7	266.3	223.6	241.1	238.1
Leucine		488.9	391.1	470.9	434.9	421.0	377.6	514.3
Tyrosine		273.2	290.2	262.2	293.9	257.0	273.7	218.3
Phenylalanine		339.8	342.7	316.6	353.4	292.0	322.8	322.2
Ammonia		152.1	155.2	152.1	155.1	143.4	166.7	
T.A.A.		6551.5	6046.3	5752.5	6186.6	5474.4	5785.8	6327.8
T.E.A.A.		2101.4	2038.0	2006.1	2107.5	1826.1	1923.0	2044.4
E.A.A. %		34.7	33.7	34.9	34.1	33.4	33.2	32.3
E/T ratio (g/g)		2.10	2.04	2.01	2.11	1.83	1.92	2.04

총질소 1g당 총필수 아미노산 g(E/T ratio)<sup>(19)</sup>는 각각 2.10, 2.04, 2.01, 2.11, 1.83, 1.92으로 FAO<sup>(12)</sup>의 2.04와 비슷했으나 진홍과 밀양이 약간 낮았다.

그리고 FAO/WHO<sup>(19)</sup>의 amino acid score를 내기 위한 기준 pattern의 E/T ratio는 2.25였고 whole egg protein의 그것은 2.80<sup>(21)</sup>이였다.

한편 Nalivko<sup>(20)</sup> 등도 E/T ratio가 생물가와 잘 일치한다고 하여 이를 표시하였는데 쌀이 2.61이었으나 이는 arginine과 histidine을 포함시킨 것 같으며 본 분석에서 그들을 합하면 통일 2.74, 수원 2.68, 유신 2.60, 이리 2.74, 진홍 2.48, 밀양 2.57로 그와 비슷했으며 진홍이 가장 낮았다.

#### 4. A/E비 화학가(Chemical Score: A/E)

이는 1965년 FAO/WHO단백질 공동위원회<sup>(19,21)</sup>로부터 장려하고 있는 식품단백질의 질적 비교방법으로서 식품단백질의 총 필수아미노산 중 각 필수아미노산 비(A/E)를 계란의 A/E와 비교하는 방법(식품 A/E × 100)으로서 이 값이 가장 낮은 아미노산을 제 1제한 아미노산(first limiting amino acid)이라 하고 이에 대

한 score를 나타낸 것이다.

이 A/E비 화학가는 표 4에서 보는 바와 같이 그 제 1제한 아미노산이 lysine인 통일, 수원, 유신, 이리, 밀양에서는 각각 84.8, 83.2, 80.8, 78.4, 89.5로 이리가 가장 낮았으며 FAO의 보고에 나타난 쌀에 있어서의 A/E비화학가 76<sup>(21)</sup>보다는 모두 높았다.

한편 진홍에 있어서는 제 1제한 아미노산이 다른 품

Table 4. Chemical score of protein in rice varieties

Rice varieties	Score		First limiting amino acid
	A/E	A/T	
Milyang 23	89.5	53.4	lysine
Tongil	84.8	55.0	lysine
Ushin	80.8	50.3	lysine
Suwon 264	83.2	52.6	lysine
Iri 326	78.4	51.3	lysine
Jinheung	94.9	53.9	Isoleucine
FAO (rice) <sup>(12)</sup>	76.0	57.0	Isoleucine

종과는 달리 isoleucine이었고 그 값은 94.9였다.

그러므로 화학가에 있어서는 다수화 장려품종보다 기존장려 품종이 높은 것으로 나타났다.

이러한 현상도 역시 단백질 함량이 높은 쌀 품종에서 lysine의 함량이 낮다는 보고와<sup>(15, 16, 17)</sup> 일치하는 것이다.

그러나 우리의 일상 식생활에서 쌀만 섭취하는 것이 아니고 혼식 및 여러가지 부식을 같이 섭취하는 것으로 식생활에서의 보조효과(supplementary effect)를 고려한다면 단백질 함량이 높고 lysine의 절대량이 많은 장려품종이 유리하다고 말할 수 있다.

한편 쌀의 품종별 제 2제한 아미노산은 모두 tryptophan이고 제 3제한 아미노산은 isoleucine이었으며 진홍만은 threonine이었다.

#### 5. A/T비 화학가(Chemical Score: A/T)

A/T비화학가는 계란단백질의 필수아미노산에 대한 시료 필수아미노산의 각각의 비율로 표 4에서 보는 바와 같이 통일, 수원, 유신, 이리, 진홍, 밀양에 있어서 각각 55.0, 52.6, 50.3, 51.3, 53.9, 53.4였으며 이 때 제 1제한 아미노산도 진홍은 isoleucine이었고 그 외 5종은 모두 lysine이었다.

FAO의 쌀 분석치<sup>(21)</sup>에 있어서 A/T비화학가는 57.0이었으나 이는 isoleucine이었으므로 진홍의 5종류의 isoleucine에 대한 A/T비 화학가를 구하면 모두 57보다 높게 나타난다.

#### IV. 요 약

쌀 다수화 장려품종의 단백질의 양적 및 질적 평가를 위해 기존장려품종 1종(Jinheung)과 장려품종 5종(Tongil, Suwon 264, Ushin, Iri 326, Milyang 23)의 아미노산 조성을 분석하였다.

진홍, 통일, 수원, 유신, 이리, 밀양 등의 단백질 함량은 각각 8.16%, 8.77%, 9.36%, 9.43%, 9.63%이고 E/T ratio는 각각 1.83, 2.10, 2.04, 2.01, 2.11, 1.93이었으며 A/E비 화학가는 각각 94.9, 84.8, 83.2, 80.8, 78.4, 89.5이었으며 제 1제한아미노산은 진홍은

isoleucine이었고 그외 모두는 lysine이었다.

#### References

- 1) 食品需給表：農水產部, FAO韓國協會 p. 32 (1976).
- 2) 安富浩, 柳彥浩, 鄭碩教, 金乙祥, 洪性愛, 徐德揆 : 인간과학, 1, 3 (1977).
- 3) 李春寧 : 한국식품과학회지, 2, 31 (1970).
- 4) 李春寧, 邊時明 : 韓國農化學會誌, 10, 15 (1968).
- 5) 李春寧, 金秀一, 金成坤 : 韓國農化學會誌, 12, 13 (1969).
- 6) FAO한국협회 : 韓國人營養勸獎量(제2改正), (1975).
- 7) Kik, M. C.: *J. Agr. Food Chem.*, 4, 170 (1956).
- 8) Method of Analysis of A.O.A.C. 12th. (1975).
- 9) Instruction Manual for the Hitachi Model KLA-5 Amino Acid Analyzer (1975).
- 10) Spies, J. R. & Chamber, D. C.: *Anal. Chem.* 20, 30 (1948).
- 11) 노희방, 염경해 : 농산물 검사소 사업보고서 p. 145 (1975).
- 12) FAO: *Amino acid content of food and biological data on protein*, Rome, Italy (1970).
- 13) 李春寧, 李泰寧, 權泰完 : 韓國農化學會誌, 2, 41 (1961).
- 14) 朴 薫 : 한국식품과학회지, 6, 12 (1974).
- 15) Juliano, B. O.: IRRI, Philippines p. 48 (1966).
- 16) Juliano, B. O.: *Philippines Journal of Nutrition* 250-258. Oct. Dec. (1965).
- 17) IRRI Annual Report p. 53-56 (1967).
- 18) Campang, G. B.: *Cereal Chem.*, 43, 145 (1966).
- 19) 井上五郎 : Energy 및 蛋白質必要量, 醫齒藥出版, 東京 p. 15-17 (1973).
- 20) Nalivko, G. V. Potibskaya, V. S. and Dzyuba, O. M.: *Prikl. Biokhim. Mikrobiol.*, 11, 565 (1975).
- 21) WHO Tech. Rep. Ser. No. 301: Protein Requirements, Geneva (1965).