

한국식 단의 식품배합을 통한 단백질의 질적상승효과

김성애*·이양자·이기열

충남대학교 이과대학 식품영양학과 *

연세대학교 가정대학 식품영양학과

A Study on the Enhancement of Protein Quality by Food Combinations in Korean Diet

Seong Ai Kim, Yang Cha Lee (Kim), and Ki Yull Lee

Dept. of Food & Nutrition, College of Natural Science, Chungnam University, Daejeon, Korea

Dept. of Food & Nutrition, College of Home Economics, Yonsei University, Seoul, Korea.

=ABSTRACT=

A study on the balance of essential amino acids in Korean diet and further investigation on quality of protein through optimum combination of foods using the least square method based on FAO/WHO (1973) provisional score patterns were carried out.

The results of the optimum gross combination are summarized as follows:

- 1) The first limiting amino acids of the Korean diet was found to be methionine and cysteine based on both whole egg and FAO/WHO (1973) provisional score patterns.
- 2) Weight ratios between rice and beef, chicken, pork, rabbit meat are 7:3, 4:1, 4:1, and 3:1. The amino acid score and the least amino acid are 100 (phe+tyr), 99 (thr), 111 (trp), and 109 (leu) for each combination. This result indicates that pork and rabbit meat can be high quality protein sources for the rice eating people.
- 3) Weight ratios between rice and anchovy, saury, ark shell, pollack, cuttle fish, tuna and herring are 2:1, 5:1, 3:2, 3:1, 3:1, 4:1, and 3:1.
- 4) Weight ratios between potato and rice, wheat flour are 8:1 and 24:1. Lysine, the limiting amino acid of rice and wheat flour can be complemented by combining these with potato.
- 5) It is possible to apply this idea on typical Korean dishes. For example, in case of soybean-sprout rice the optimum combinations of rice:soybean-sprout:pork and rice:soybean-sprout:beef are 4:1:1 and 11:1:5.

It is of utmost importance to pursue further more desirable combinations with more complex food items and transform the result obtained by the computer analysis into more practical terms for practical use.

서 론

우리나라의 고질화된 식습관인 곡류편식은 국민영양 상태 개선에 대한 문제로 많은 지목을 받아왔다¹⁾. 영양 향상의 하나로 단백질 급원식품의 개발과 그의 질적 상승은 오래전부터 학제의 관심을 끌어왔다. 점차적인 국민소득 증가와 더불어 서울을 비롯한 대도시를 중심으로 곡류편중의 식습관에서 동물성식품의 섭취증가를 포함한 균형된 식생활의 방향으로 개선되어 가고 있다²⁾³⁾. 그러나 우리나라 및 개발도상국들의 식품공급의 현실이 동물성 단백질식품의 생산증대에 의해 빠르게 호전될 가능성은 아직도 회박하다⁴⁾. 그러므로 현재 사용되고 있는 식물성 식품중 특히 곡류, 두류, 총밀류, 구근류등의 단백질 함량과 질을 상승시키기 위하여 이들 단일식품들의 상호 배합으로 단백질의 질과 양의 상승효과를 높이는 필요성이 강조된다.

식품배합에 의한 단백질의 상승효과에 관한 연구들을 살펴보면, 1967년 Evans 와 Bandemer⁵⁾가 대두와 침깨 단백을 1:1로, Boloorforooshan 과 Markakis⁶⁾는 강낭콩과 침깨 단백을 1:1로, Antunes 와 Markakis⁷⁾는 강낭콩과 Brazil nut 를 4:1로 혼합시켰을때 Protein Efficient Ratio (PER) 가 증가되어 우유단백과 유사한 수준까지 상승된다고 보고 하였다.

성과 강⁸⁾은 혼합비율을 쌀 70%, 보리 20%, 콩 10%로 이⁹⁾등은 쌀 80%, 보리 10%의 비율로 혼합한 것의 체중증가율이 가장 높았다고 하였다.

본 연구의 목적은 첫째로 우리식단의 필수 아미노산 조성조사를 통하여 제 1제한 아미노산을 산정하고, 둘째로 두가지와 세가지 식품의 배합시 단백질 보완의 최적 배합비율을 최소자승법에 의해 산출하여 동물과 인체실험의 기본자료로 사용할 수 있게 하며, 세째로 지금까지 우리나라 식단에서 사용되어지고 있는 식품의 배합을 보다 기초적이고 광범위하게 계산하여 각각의 아미노산가를 비교 분석해보고 이를 좀 더 효과적인 방향으로 이끌어 우리 식생활에 응용 가능성을 탐진해 보고자 하는데 있다.

연구자료 및 방법

1. 화학적 방법에 의한 필수아미노산의 균형상태 평가

1) 자료수집

기본자료수집은 1982년 3월부터 12월에 걸쳐 4계절별로 1주일씩 한국에너지연구소 대덕공학센터 (Daeduk Research Laboratory=DRL) 의 식단을 수집하였다. 이에 구매된 식품의 중량중 폐기량을 감안하여 조리전 중량을 측정한 후 이를 피급식자수로 나누어 각 식품의 1인당 섭취량으로 하였다.

2) 아미노산가 산출의 전산화

(1) 입력자료

1981년 한국농촌진흥청과 농촌영양개선 연수원에서 발표한 식품분석표¹⁰⁾ 제 2개정판에 수록된 식품중 149식품의 질소함량, 단백질함량, 필수아미노산함량의 B가 (mg amino acid/100g edible food) 그리고 각 식품의 제 1 및 제 2제한 아미노산과 그들의 아미노산가들을 각 식품별로 computer data base로 수록하였다. 두번째 압력자료는 계절별 각 1주간의 아침, 점심, 저녁 식단에 사용된 섭취량을 기록하였다.

(2) 화학가 및 아미노산가의 산출

각 식단에 사용된 식품들의 단백질함량과 필수 아미노산함량을 조사, 합계하여 동 식단의 단백질 함량이 100g 이 되도록 환산하여 수록하였다. 이를 계란 단백질 100g 중 함유된 필수아미노산함량¹¹⁾에 대한 백분율을 산출하여 각 아미노산의 화학가 (chemical score) 를 계산하고, FAO/WHO (1973) provisional amino acid score 패턴¹²⁾을 기준으로 하여 아미노산가 (amino acid score) 를 산출하였다. 이들중 가장 낮은 아미노산가의 아미노산을 각 식단의 제 1제한 (1st limiting amino acid, 1st LAA), 2번째 낮은것을 제 2제한 아미노산 (2nd limiting amino acid, 2nd LAA) 이라 하였다. 또한 100을 초과하는 경우 그중 가장 낮은 것을 최소 아미노산 (Least amino acid) 이라 하였다.

-한국식단의 식품배합을 통한 단백질의 질적상승효과-

(3) 통제분석 방법

각 계절의 제 1, 제 2제한 아미노산의 아미노산가(X), 화학가(Y) 간의 직선관계를 회귀방정식에 의하여 조사해 보았다. 또한 아미노산가와 화학가의 차이가 요일, 식사, 아미노산 종류간의 3 가지 요인에 의할수 있으므로 이를 3원 분산분석 하였다.

2. 단백질의 질적상승을 위한 식품배합 연구

1) 최소자승법 (least square method)¹³⁾을 사용한 두 식품의 최적배합 비율 :

쌀, 감자 및 밀가루를 제 1종식품(A), data base에 기록된 나머지 148 가지 식품을 제 2종(B)으로 하여 A식품중 하나와 B식품중 하나의 두식품 배합 444

총의 최적배합비율을 다음과 같이 산출하였다. 즉, 조사하는 두 식품들의 단백질 함량합계가 100g 이 되도록 환산하여 최소 자승법 프로그램으로 FAO/ WHO (1973) provisional amino acid score pattern과 가장 유사한, 즉 가장 이상적인 식품단백의 최적배합비율을 찾은후, 이를 다시 식품중량 비율로 환산하여 두 식품 비율의 대략치 (optimum gross ratio)를 산출하였다.

2) 최소자승법을 사용한 세 식품의 최적배합비율 :

우리식단에서 많이 사용하는 음식중 세가지 식품들의 배합율¹⁴⁾의 조리법중 밥류, 죽류, 탕류등 33종에 사용된 분량으로 최적배합 비율, 아미노산가, 제 1제한 아미노산을 조사하였다.

Table 1. Comparison of scores and 1st & 2nd limiting amino acids based on two different reference patterns at DRL¹⁵⁾ Spring menu

	Score Based on:			
	FAO/WHO (1973)		Whole Egg	
	1st LAA	2nd LAA	1st LAA	2nd LAA
Mon: B	80 Saa	86 Thr	51 Saa ²⁾	68 Val
L	91 Trp	98 Saa	54 Trp	63 Saa
S	105 (Thr, Saa)	114 (Val) ³⁾	68 Saa	82 Val
Tue: B	110 (Thr)	112 (Lys)	74 Saa	76 Trp
L	106 (Saa, Thr)	114 (Val)	68 Saa	71 Trp
S	102 (Val)	104 (Thr)	72 Saa	73 Trp, Val
Wed: B	94 Trp	103 (Ile)	55 Trp	68 Ile
L	103 (Saa)	110 (Lys)	66 Saa	74 Trp
S	92 Saa	108 (Lys)	59 Saa	79 Ile
Thu: B	85 Thr	89 Saa	57 Saa	80 Ile
L	91 Thr	97 Trp	58 Trp	71 P+T
S	61 Trp	95 Ile	36 Trp	63 Ile
Fri: B	116 (Thr)	117 (Saa)	75 Saa	80 Ile
L	89 Saa	93 Thr	57 Saa	71 Trp
S	106 (Saa)	110 (Leu)	68 Saa	75 Trp
Sat: B	85 Trp	111 (Thr, Saa)	50 Trp	71 Saa
L	78 Saa	86 Lys	50 Saa	61 Trp

B: Breakfast

L: Lunch

S: Supper

1) DRL: Daeduk Research Laboratory.

2) Saa indicates sulfur containing amino acids.

3) Amino acids in the parenthesis indicate the least amino acid.

결과 및 고찰

1) 대덕연구기관(DRL) 식단의 아미노산과 제 1 제한 아미노산

Table 1에 의하면 대덕연구기관 식단 분석 결과 제 1 제한 아미노산의 아미노산가는 화학보다 평균 31.3 높았다. 이는 동일한 1일 중 섭취식품의 필수아미노산 함량을 FAO/WHO(1973) provisional score보다 1.21 내지 1.69 배 높은 계란의 필수아미노산 함량으로 나누어 준 결과이었다. 또한 두 기준에 의해 동일한 제 1 제한 아미노산이 산정된 것은 17식 중 12식으로 70.5% 이었다.

4제절 중 각 필수아미노산이 제 1, 제 2 제한 아미노산으로 산정된 빈도수를 비교한 결과, 제 1 제한 아미노산은 함유형 아미노산으로 동일하였고, 제 2 제한 아미노산은 아미노산가의 경우 threonine, 화학자의 경우 tryptophan 이었다. 이는 1972년도 일본¹⁵⁾에서 제 1 제한 아미노산으로 발표된 것과 일치하였고, 김¹⁶⁾, 최¹⁷⁾ 들에 의한 lysine, threonine, tryptophan 등과는 일치하지 않

Table 2. Regression equations of amino acid score (X)¹⁾ to chemical score (Y)²⁾ of 1st & 2nd LAA at DRL³⁾

	Regression Equations	
	1st LAA	2nd LAA
Spring	$Y = -8.51 + 0.73X$	$Y = 28.77 + 0.42X$
Summer	$Y = -5.50 + 0.71X$	$Y = 30.91 + 0.40X$
Fall	$Y = 3.80 + 0.63X$	$Y = 35.53 + 0.35X$
Winter	$Y = 2.08 + 0.69X$	$Y = 50.32 + 0.21X$

1) Amino acid score(X) = Scores based on FAO/WHO (1973).

2) Chemical score(Y) = Score based on Egg.

3) DRL: Daeduk Research Laboratory.

Table 3. Analysis of variance for a week data at DRL

Source of variation	Sum of squares	DF	Mean square	F	Significance of F
Week	2136.552	5	427.310	1.154	.342
Meal	1344.777	2	672.389	1.816	.171
Amino acids	14359.735	7	2051.391	5.541	.001 *

* Significant difference at $p \leq 0.01$.
Refer to Table 1.

았다. 통제분석결과 각 계절 중 제 1, 제 2 제한 아미노산의 화학가(X)와 아미노산가(Y)간의 상관관계는 Table 2와 같다. 조사한 아미노산가들의 차이가 요일, 식사, 아미노산 종류 3가지의 요인에 의할 수 있으므로 이 자료에서 관찰되는 변동을 3원 분산 분석 방법을 사용하여 대덕연구기관의 봄철식단을 분석한 결과는 Table 3과 같다. 요일, 식사간에는 통제적으로 유의적 차이가 없었으나, 아미노산의 종류간에는 $P \leq 0.01$ level에서 유의적인 차이가 있었다. 이는 즉 아미노산가의 변동은 무슨 요일, 3식 중 어느 식사였던지 이들 요인의 영향은 받지 않았고, 아미노산의 종류에 의해서만 영향을 받았다.

2) 식품배합에 따른 단백질의 질적 상승효과

본 연구에서 시도한 두 식품의 444가지 배합중 수학적으로는 가능하지만 실제로 배합 불가능한 negative combination 85 가지는 조사에서 제외시켰다. 나머지 359 배합중 우리 식생활에 응용가능하다고 판단된 197 배합비율(쌀 중심의 87 가지, 감자 중심의 43 가지, 밀가루 중심의 67 가지)을 본 연구결과로 하였다.

(1) 쌀 중심의 최저배합비율

쌀 중심의 최적배합비율(대 랙치)과 배합시 아미노산 가 및 제 1 제한 아미노산은 Table 4와 같다.

쌀과 두류 및 두류제품의 배합은 쌀의 제 1 제한아미노산 lysine 이 두류제품에는 비교적 풍부하고, 반대로 두류의 제 1 제한 아미노산인 함유형 아미노산이 쌀에는 비교적 높으므로 두 식품간 단백질의 보완 관계(protein complementarity)가 성립된다¹⁸⁾. Table 4에 의하면 쌀과 대두 혼합시 최적배합비율은 72:28(약 3:1)로 이 때 아미노산가는 두 식품 각각의 아미노산가보다 높은 89로 상승되며 제 1 제한 아미노산은 함유형 아미노산으로 Fig. 1에 나타난 것과 같다.

위 등¹⁹⁾은 쌀과 대두의 5 가지 배합비율에 따른 동물실험 결과, 쌀과 대두의 최적비율은 80:20으로서 이때 PER 이 2.63으로 가장 우수하다 하였다. 이는 본 연구결과에

Table 4. Optimum gross ratio, amino acid scores and 1st limiting amino acid (LAA) of rice(A) combined with other foods(B)

Food Group	Food (B)	Optimum Gross Ratio	Amino acid score & 1st LAA
		A : B	A + B
Legume	Soybean	3 : 1	89 Saa
Vegetables	Mung bean sprouts	3 : 1	83 Saa
	Soybean sprouts	8 : 5	75 Saa
Seaweeds	Laver, dried	47 : 1	79 Lys
	Tangle	4 : 1	76 Lys
Meats	Beef	7 : 3	100 P + T
	Chicken	4 : 1	99 Thr
	Pork	4 : 1	111(Trp) ¹⁾
	Rabbit	3 : 1	109(Leu)
	Bacon	1 : 1	99(Saa)
	Ham	3 : 1	105(Saa, Thr)
Fish & Fish products	Sardine	3 : 1	117(Saa)
	Anchovy, raw	2 : 1	115(Thr)
	Saury	5 : 1	109(Thr)
	Ark shell, raw	3 : 2	108(Thr)
	Pollack, Alaska	3 : 1	105(Thr)
	Carp	3 : 1	109(Thr)
	Cuttle fish, raw	3 : 1	105(Thr, Val)
	Tuna	4 : 1	109(Thr)
	Herring	3 : 1	109(Trp)
	Mackerel, raw	4 : 1	106(Saa)
Milk	Milk, cow, dried	2 : 1	102(Thr)

1) Amino acids in the parenthesis indicate the least amino acid.

서 산출한 최적배합비율인 72:28과 유사하다. 또한 김 등²⁰⁾의 동물 실험을 통한 쌀과 전지분유와의 최적혼합 비율의 연구결과 60:40의 사료배합시 PER이 3.54로 가장 높았으며, 본 연구결과도 이와 유사한 68:32(약 2:1)이었다. 이와같은 쌀과 전지분유의 아미노산 최적배합 비율은 영유아의 이유식에 활용 가능성이 있다 하겠다. 쌀과 생완두는 7:4로 배합하여 아미노산가는 87로 상승되었고 숙주와 콩나물은 각각 3:1, 8:5로 배합하여 아미노산가는 83, 75이었다. 쌀과 해초류에는 쌀:김은 47:1, 쌀:미역은 4:1은 배합시 각각의 아미노산가는 79, 76이었다.

쌀과 과일의 배합결과 쌀과 풀, 딸기, 복숭아, 수박, 포도 등을 1:4, 1:2, 1:5, 1:3, 1:3으로 배합 각각의 아미노산가는 72 내지 86이었다. 쌀과 육류의 배합시

(Fig.2),쇠고기, 닭고기, 돼지고기, 토끼고기 등의 배합비율은 각각 7:3, 4:1, 4:1, 3:1로 배합시 그들의 아미노산가는 각각 100, 99, 111, 109이었다. 즉 쌀과 쇠고기 및 닭고기를 배합하면 아미노산가는 99, 100으로 유사하였고, 돼지고기, 토끼고기와의 배합시 쇠고기보다 적은양을 배합하여도 아미노산가는 111, 109로 더욱 높았다. 베이콘과 햄은 1:1, 3:1로 최적배합시 아미노산가는 99, 105로 경제적, 영양학적 관점에서는 돼지고기 보다 뒤떨어진다 하겠다. 쌀과 어류의 배합중 실제로 섭취 가능하며 아미노산가가 가장 높았던 식품은 정어리로 쌀:정어리를 3:1로 배합시 아미노산가는 117이었다. 이에 이어, 쌀과 멸치(생)의 2:1로 배합시 아미노산가는 115로 산출되었다. 그외에도 쌀과 모시조개, 꿩치, 고막, 동태, 잉어, 오징어, 참치, 청어 등의 배합시 아미노산가는

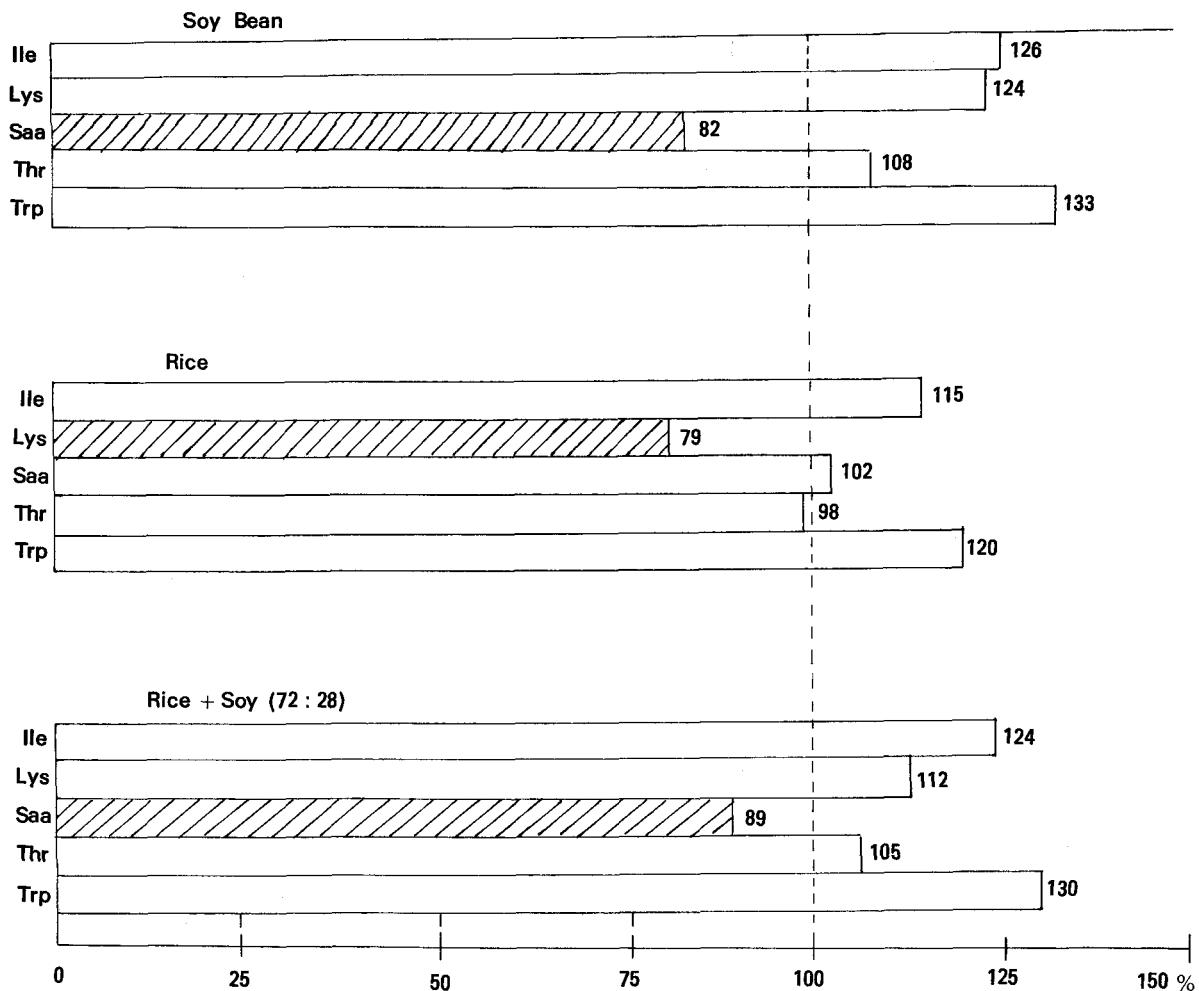


Fig. 1. Complementary effect between rice & soybean.
(shaded areas indicate 1st LAA scores)

105 이상으로 산출되었다. 위의 생선들은 비교적 가격이 저렴한 생선류로 우리나라 국민들의 단백질 공급원으로 크게 이바지한다 하겠다.

(2) 감자 중심의 최적 배합비율

감자의 아미노산가를 59라 할 때, 감자 : 보리를 11:2로 섞어주면 아미노산가는 80, 모밀가루, 쌀, 귀리, 호밀, 국수등과 각각 1:1, 8:1, 9:1, 7:5, 6:1 배합시 이들의 아미노산가도 67내지 84로 향상시킬 수 있었다. 즉 감자의 제 1제한 아미노산은 함유황 아미노산이고, lysine은 비교적 풍부한데 비해 반대로 곡류는 lysine이 제 1제한아미노산이고 함유황 아미노산은 비교적 풍부하므로 서로 보완하여 질을 높여준다²¹⁾.

본 연구결과 우리나라 산촌지역 식단의 제 1제한 아미노산은 lysine이므로 이 지역에서 분식과 더불어 감자를 많이 섭취함은 쌀에는 낮고 감자에는 비교적 높은 lysine을 보충시켜 주어 아미노산의 균형을 둡는다 하겠다. 감자와 두류는 두식품 모두 함유황 아미노산이 제 1제한 식품이므로 약간의 질적상승만 가능하였다. 종실류 와의 배합을 보면 곡류보다 훨씬 적은 함량의 첨가에도 유사한 보족효과를 기대할 수 있었다. 호박씨, 수박씨, 참깨 등을 3% 정도 첨가하여도 아미노산가는 감자 단독의 59에서 69내지 75로 향상되었다. 들깨, 잣과는 9:1, 11:1로 배합시 아미노산가는 75, 70이었다.

감자와 함유황 아미노산 함량이 비교적 높은 난류를 6

-한국식단의 식품배합을 통한 단백질의 질적상승효과-

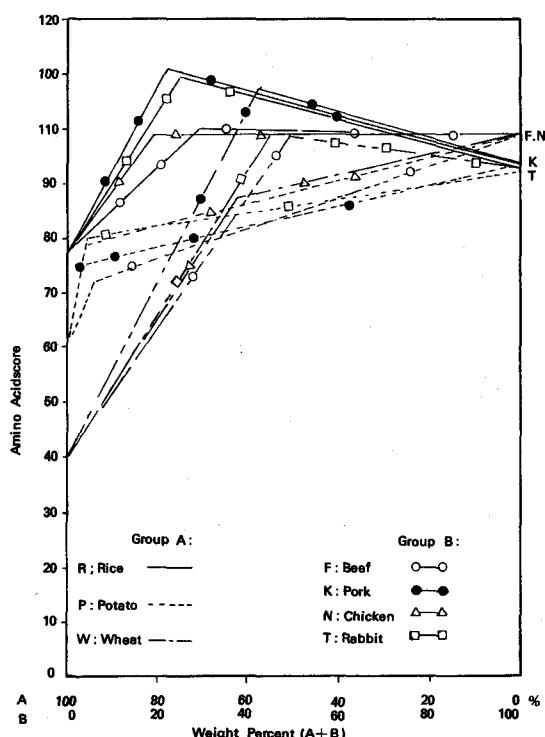


Fig. 2. Amino acid score variation of rice, potato and wheat flour combined with meats.

: 1의 비율로 배합시 아미노산가는 107이었다. 즉 감자 1개가 약 150g 정도라면 이에 25g 정도 계란즉제 란반개를 첨가하여 섭취한다면 이들 식품가격의 저렴성에 비하여 단백질섭취상태는 매우 좋다고 할 수 있겠다.

Kofrani와 Jekat²²는 대학생들을 대상으로 식품 및 다른 비례로 혼합된 두 식품들의 섭취시 질소균형유지를

위하여 필요한 최소의 단백질 함량을 측정하였는데 감자와 계란단백비율이 65:35로 섭취시킨 결과, 질소균형 유지를 위한 단백질 필요량이 최저이었다. 이는 본 연구의 최적단백비율 50:50(총량비율 86:14)과 다소 차이가 있었다.

(3) 밀가루 중심의 최적배합비율

밀가루의 제 1 제한 아미노산은 쌀과 같은 lysine이므로 배합에 의한 부식품군과의 보완효과는 쌀과 유사하였다. 밀가루와 육류의 최적배합비율(Fig. 2)을 보면, 쇠고기, 닭고기, 돼지고기, 토끼고기의 경우 약 1:1, 2:1, 7:5, 3:2이었다. 이는 쌀밥을 섭취할 경우 분식을 섭취할 때 보다 소량의 육류로 균형된 필수아미노산을 섭취할 수 있음을 알 수 있었다.

Table 5는 세종류의 주식품과 육류의 배합비율, 아미노산가, 제한 아미노산을 비교한 결과이다. 그러나 아미노산가가 100 이상인 경우 수치가 높을수록 아미노산의 질적상승 여부에 관한 문현 및 본 연구결과를 비교 검토할 수 있는 동물 및 인체실험에 대한 문현은 찾을 수 없었으므로 앞으로 쌀과 육류의 배합비율에 따른 동물실험연구의 필요성이 요구된다. 우리나라와 같이 동물성단백질의 생산량, 특히 쇠고기의 부족량에 대비하여 최근 쇠고기의 수입의존도가 높아져가고, 계절별 돼지고기의 가격저하 및 연중 50% 정도의 급격한 가격변동에 대비하여, 육류의 종류에 따른 과학적인 영양지식 및 국민의 기호도 변화 측구를 강조해야 되겠다.

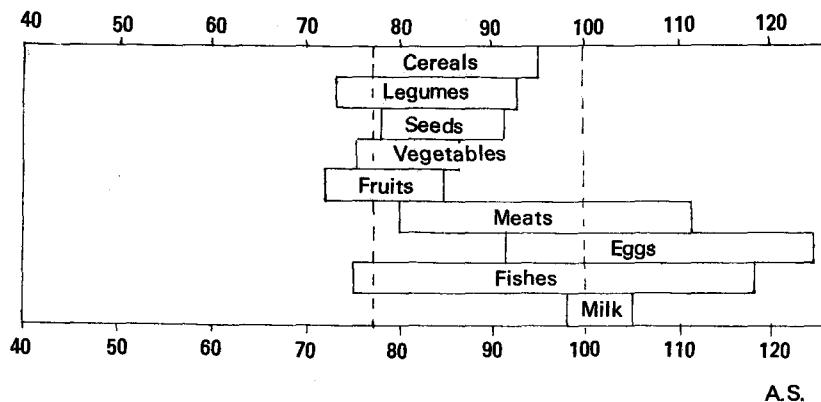
Fig. 2는 Table 5의 쌀, 감자 및 밀가루(A종)를 중심으로 육류(B종)와의 배합시 각각의 아미노산가 관계를 나타낸 것이다. 최적배합시 아미노산가는 대부분 80:20과 60:40 배합비율에 분포되어 있었다. Fig. 2에서는 최적배합비율 외에도 두 식품의 다른 비율 배합시 아미노산가도 쉽게 찾아볼 수 있었다.

Table 5. Optimum gross ratio, amino acid scores & 1st LAA of rice, potato & wheat flour(A) with meats (B)

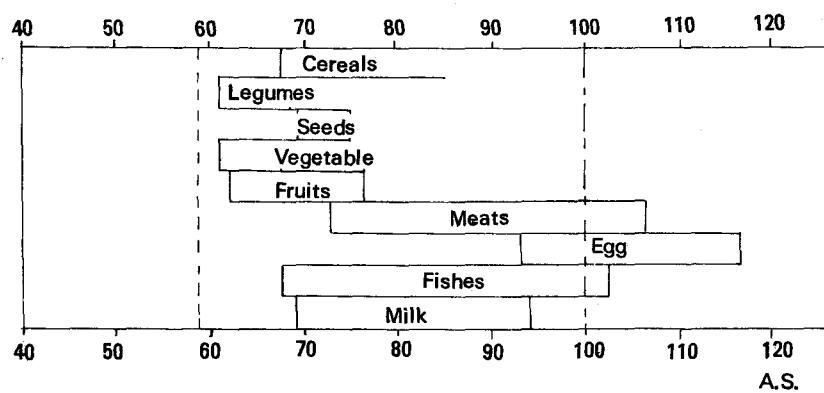
Food (B)	Food (A)	Optimal Gross Ratio (A : B)			Amino Acid Score (A + B)		
		Rice	Potato	wheat flour	Rice	Potato	wheat flour
Beef	7:3	16:1	1:1	100 P+T	72 Saa	99 Thr	
Chicken	4:1	27:1	2:1	99 Thr	79 Saa	87 Thr	
Pork	4:1	28:1	7:5	111 (Trp) ¹⁾	75 Saa	107 (Thr)	
Rabbit	3:1	23:1	3:2	109 (Leu)	80 Saa	99 (Leu)	

1) Amino acid in the parenthesis indicates the least amino acid.

Rice+Other Food Items



Potato+Other Food Items



Wheat Flour+Other Food Items

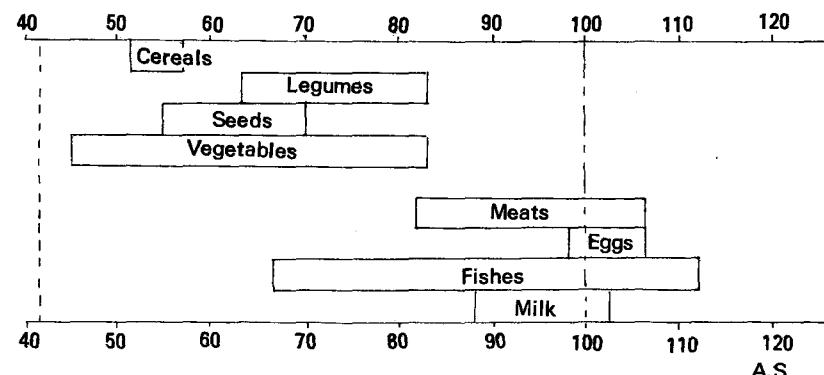


Fig. 3. Amino acid score ranges of optimum combination of rice, potato and wheat flour with other food items.

—한국식 단의 식품배합을 통한 단백질의 질적상승효과—

Table 6. Comparison of 1st LAA of Korean rice, gruel, soup cookery recipes¹⁴⁾ and optimum gross ratio by least square method

Name of Food	Proteing/ Serving	Ingredients	Ratio of Ingredients	1st LAA	Calculated optimum gross ratio	1st LAA
Rice :						
Red Bean Rice	10.6	Rice : Red Bean	10 : 1	85 Lys	2 : 1	89 Saa
Soybean Sprout Rice	12.7	Rice : Soybean sprouts	15 : 4	87 Saa	2 : 1	-
Oyster Rice	16.1	Rice : Oyster	15 : 6	96 Lys	2 : 1	98 Lys
Vegetable Rice	24.6	Rice : Carrots : Soybean sprouts : Soybean : Pork	15:1:2:2:4	101 (Saa) ¹⁾	- ²⁾	-
Bi Bim Rice	22.9	Rice : Soybean Sprouts : Spinach : Egg : Beef	4:1:1:2:3	107 Saa	-	-
Fried Rice	15.2	Rice : Carrots Burdock : Beef	15:2:1:3	98 Saa	-	-
Gruel :						
Mung Bean Gruel	14.7	Rice : Mung bean	4 : 15	73 Saa	7 : 1	92 Saa
Dried Ark – Shell Gruel	4.4	Rice : Dried ark – shell	8 : 5	108 (Thr)	3 : 2	108 (Thr)
Chestnut Gruel	2.2	Rice : Chestnut	2 : 5	65 Saa	2 : 3	73 Saa
Ta Rak Gruel	7.6	Rice : Milk	1 : 5	94 Saa	1 : 4	95 Saa
Soups :						
Yuk ke Jang	37.3	Beef : Egg : Sesame seed : Wheat flour	14:10:2:3	102 (Saa)	-	-
Kom Kuk	94.1	Beef : Intestine : Sesame seed	20:40:1	43 Trp	-	-
Green Onion – Soup	13.6	Beef : Egg	4 : 1	107 (Saa)	-	-
Chicken Soup	48.0	Chicken : Potato	7 : 2	98 Trp. Val	-	-
Yellow Tail Runner Soup	26.4	Fish : Chrysanthemum : Egg	10:1:3	106 (Trp)	-	-
Choo Eu Tang	50.0	Loaches : Chicken	2 : 1	81 Trp	-	-
Meat Ball Soup	14.0	Beef : Egg : Wheat flour	3:2:2	111 (Trp)	-	-

1) Amino acids in the parenthesis indicate the least amin acid.

2) Impractical ratios are omitted.

Fig. 3은 식품과 식품군과의 최적배합비율시 아미노산가의 범위를 도표화 한 것이다. 감자의 아미노산가는 59로 쌀의 77보다 낮으므로, 타식품군과의 배합시에도 아미노산가의 범위는 약 60 내지 115, 쌀과 배합시에는 75 내지 125이었다. 단, 감자와 난류를 배합시켰을 때는 약 90 내지 125와 유사하게 높았다. 또한 함유량 아미

노산이 제한 아미노산인 유제품과 감자의 배합시 아미노산가는 63 내지 93으로 쌀이나 밀가루와 같이 lysine과 함유량 아미노산의 보완 작용이 없이 쌀과 유제품 배합의 98 내지 105와 밀가루와 유제품 배합시의 90 내지 103보다 낮았다. 밀가루와 곡류의 배합시 아미노산가는 약 50 내지 60으로 상승효과가 미비하였고, 아미노산가

의 범위는 약 40 내지 110으로 분산되어 있었다.

(4) 한국음식 중 식품배합을 응용한 단백질의 질적상승 효과

Table 6은 윤¹⁴⁾에 의한 밥류, 죽류, 탕류 등 33 가지 한국음식의 단백질 함량, 식품증량 비율, 아미노산가 및 제 1제한 아미노산, 산출된 최적식품 증량비율, 아미노산가 및 제 1제한 아미노산 17 가지를 요약하였다.

최적배합비율을 산출결과 밥류에 응용이 용이한 것은, 즉 현재 사용하는 조리법에 의한 식품배합비율과 큰 차이가 없어 맛, 경제적요인의 큰 변동없이 식품비율의 교정에 의한 아미노산가의 개선이 가능한 것은 콩나물 밥의 경우 쌀 : 콩나물 비율은 15:4로 조리시 아미노산가는 87이고 산출된 최적배합비율은 쌀 : 콩나물 : 돼지고기 4:1:1로 이때 아미노산가는 104로 상승되었다. 한편 돼지고기 대신 쇠고기 사용시 쌀 : 콩나물 : 쇠고기의 최적 배합비율은 11:1:5이고 아미노산가는 97이었다. 이는 콩나물밥에 돼지고기를 넣은 우리의 식습관 및 조리방법의 과학성을 증명해 준다 하겠다.

죽류들의 아미노산가 산정에서 쌀 : 흥합을 8:5 비율로 배합시킨 혼합죽의 아미노산가는 108로 가장 높았다. 그외 타락죽(쌀 : 우유가 1:5인 경우)의 아미노산가는 94, 팔죽, 녹두죽, 콩죽, 짓죽, 호두죽, 밥죽 등의 아미노산가는 65와 85 사이이었다.

이들 죽류중 단백질 함량이 가장 높은 것은 콩죽으로 1인 1회분 31.2g이고 녹두죽은 14.7g이었다. 산출된 최적배합비율을 살펴보면 윤¹⁴⁾의 조리법에 의한 쌀 : 녹두의 배합 4:15에 의하면 아미노산가는 73이었으나 이를 7:1로 배합시 92로 상승되었다. 녹두의 비율을 이와 같이 낮게함은 경제적으로도 바람직하나 녹두의 독특한 맛, 향기는 약간 저하된다 하겠다.

우리 식생활에서 많이 애용되는 탕류 17 가지의 분석 결과, 완자탕의 최적 아미노산가는 111로 가장 높았고, 그 외에 육계장, 실파장국, 조기탕, 동태국, 애탕국, 깻국탕 등도 102, 107, 106, 104, 106, 106의 아미노산가로 나타났다. 배추국의 아미노산가는 50, 함유황 아미노산이 제 1제한 아미노산이었다. 조사된 17 가지 중 함유황 아미노산이 제 1제한 아미노산인 탕류는 9 가지로 가장 빈도 수가 높았고, 그 다음이 tryptophan이었다.

본 연구의 결과중 아미노산가는 상대적인 숫자로서 타 결과들과 비교할 수 있지만 아미노산가 몇 이상이 필수 아미노산의 최적균형상태이고, 몇 이하가 불균형상태인지에 대한 기준설정방법은 단백질의 생물학적 평가 방법과 더불어 앞으로 연구되어져야 할 것으로 생각된다.

결론

본 연구는 아미노산가 및 제 1제한 아미노산의 산정으로 우리식단의 필수 아미노산 조성의 균형여부를 파악하고 이를 개선하기 위하여 쌀, 감자, 밀가루 등 주식으로 사용하고 있는 식품과 타식품과의 최적배합비율을 조사하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1) 기존식단의 아미노산가 및 제 1제한 아미노산의 산정

한국에너지연구소 식단의 제 1제한 아미노산은 계란과 FAO/WHO(1973) provisional score 패턴 기준시 모두 함유황 아미노산이었다.

제 2제한 아미노산은 FAO/WHO(1973) 패턴 기준시 threonine, 계란 기준시 tryptophan이었다.

산촌 식단의 제 1제한 아미노산은 FAO/WHO(1973) provisional score 패턴 기준시 lysine, 계란 기준시 함유황 아미노산이었다.

저가 식단(low cost menu)의 제 1제한 아미노산은 FAO/WHO(1973) provisional score 패턴 기준시 threonine, 계란 기준시 함유황 아미노산이었다.

2) 식품의 최적 가상배합비율

(1) 쌀과 육류와의 배합시 쇠고기, 돋고기, 돼지고기 및 토끼고기와의 최적배합비율은 7:3, 4:1, 4:1, 3:1이며 각각의 아미노산가는 100, 99, 111, 109로 산출되어 우리식단에서 돼지고기와 토끼고기의 경제적, 영양학적 중요성을 제시해 주었다.

(2) 쌀과 어패류의 최적배합은 쌀과 정어리를 3:1로 배합시, 아미노산가는 117로 모든 어패류중 가장 높았다. 쌀과 멸치, 꼬치, 고막, 동태, 오징어, 참치 및 청어의 배합비율은 각각 2:1, 5:1, 3:2, 3:1, 3:1, 4:1, 3:1이고 각각의 아미노산가는 115, 109, 108, 105, 105, 109, 109로 산출되었다. 이들 생선들은 비교적 가격이 저렴하여 우리나라 국민들의 단백질 공급원으로 쌀과 함께 배합시 식품의 질적향상에 크게 이바지 할 것으로 판단된다.

(3) 쌀과 대두 혼합시 최적배합비율은 약 3:1로 이때 아미노산가는 두 식품 각각보다 높은 89로 상승되며 제 1제한 아미노산은 함유황 아미노산이었다.

(4) 감자와 쌀, 밀가루를 배합하여 섭취하면 쌀, 밀가루의 제 1제한 아미노산인 lysine을 보완해준다. 감자와 쌀의 최적배합비율은 8:1, 아미노산가는 71이었다. 감자와 총실류(호박씨, 수박씨, 참깨등)를 3% 정도 첨

-한국식단의 식품배합을 통한 단백질의 질적상승효과-

가하여도 아미노산가는 69 내지 75로 향상되었다. 둘째, 잣과는 9:1, 11:1로 배합시 아미노산가는 75, 70이었다.

(5) 밀가루와 육류의 최적배합율을 보면 쇠고기, 닭고기, 돼지고기 및 토키고기와의 배합비율은 1:1, 2:1, 7:5 및 3:2 일때 아미노산가는 각각 99, 87, 107, 99이었다. 이는 쌀밥 섭취시 분식 섭취시보다 소량의 육류 섭취로도 균형된 필수 아미노산의 섭취를 할 수 있음을 보여준다.

3) 단백질의 질적상승효과

(1) 콩나물밥의 경우 쌀:콩나물 : 돼지고기를 4:1:1의 배합과 쌀:콩나물 : 쇠고기를 11:1:5의 배합시에 아미노산가는 104 및 97로 산출되어, 이는 콩나물밥에 돼지고기를 넣는 우리의 조리방법이 과학적임을 증명해 준다.

(2) 우리가 즐겨먹는 밥류중 쌀과 두가지 이상의 식품과 배합한 밥류, 즉 야채밥, 비빔밥, 오곡밥 등의 아미노산가는 100 내지 110 인데 비해 두가지 곡식의 혼식에 의한 밥류(보리밥등)는 아미노산가가 70 내지 80정도로 쌀의 제 1체한 아미노산인 lysine을 크게 보완시키지 못하였다.

앞으로 식품배합을 통한 필수아미노산의 보완효과에 대하여 여러 다른 조건에서 동물과 인체를 중심으로 연구되어져야 하겠으며, FAO/WHO(1973) provisional score pattern이 여러계층의 한국인에 적합한 필수아미노산 패턴이 될 수 있는지를 재검토해 볼 필요성이 있다고 판단된다. 또한 이 방법을 근거로 보완된 실질적이고 새로운 한국음식의 조리법 및 식품개발이 계속되어져야 하겠다.

REFERENCES

- 1) 권태완 · 이용현 : 우리나라 식량공급 구상의 수량적 고찰. 한국식품과학회지, 4(2) : 140-150, 1972
- 2) 이기열 · 김숙희 : 한국인의 식생활 향상을 위한 종합연구. 연세대학교, 이화여자대학교 출판부, 1974
- 3) 박태현 : 한국인의 영양섭취 실태추이분석 - 국민영양조사를 중심으로. 서울대학교 보건대학원, 1-58, 1981.
- 4) Pellet, P.L. & Young, V.R.: *Nutritional Evaluation of Protein Foods. The United Nations University, P.XI*, 1980.
- 5) Evans, R.J. & Bandemer, S.L.: *Nutritive value of Some Oil Seed Proteins. Cereal Chem.* 44: 4-7, 1967.
- 6) Boloorforooshan, M. & Markakis, P.: *Protein Supplementation of Navy Beans with Sesame. J. Food Sci.* 44: 390-391, 1979.
- 7) Antunes, A.J. & Markakis, P.: *Protein Supplementation of Navy Beans with Brazil Nuts. J. of Agric. Food Chem.* 25: 1096-1098, 1977.
- 8) 성낙웅 · 강희원 : 한국산 곡류 단백질의 아미노산 조성비율에 관한 연구. 한국영양학회지, 3: 113-117, 1970.
- 9) 이 열 · 김영국 · 김상옥 · 성낙웅 : 혼합비율에 따른 각종 곡류의 영양가에 대하여. 한국영양학회지, 5: 135-140, 1972.
- 10) 농촌진흥청, 농촌영양개선 연수원 : 식품분석표. 제2개정안, 1981.
- 11) *FAQ, U.N. & U.S. Dept Health, Education & Welfare, Food Composition Table for Use in East Asia*, 1972.
- 12) *Report of a Joint FAO/ WHO Ad Hoc Expert Committee, Energy & Protein Requirements, FAO of U.N., Rome*. 1-118, 1973.
- 13) Franklin, J.N.: *Matrix Theory. Series in Applied Mathematics*. 1-19, 1968.
- 14) 윤서석 : 한국음식 역사와 조리. 수학사, 1-433, 1980.
- 15) 松野信郎 :日本人の必須アミノ酸攝取量について 제8보. 국립영양연구소 연구보고, 제 22호, 1972.
- 16) 김갑영 : 한국인의 필수아미노산 공급량과 그 화학가. 대한가정학회지, 15: 49, 1977.
- 17) 최홍식 · 유정희 · 주진순 · 권태완 : 한국인의 일상식 품 단백질의 필수아미노산 구상에 관한 연구. 한국영양학회지, 12: 11, 1979.
- 18) Swaminathan, M.: *Essentials of Food & Nutrition - Fundamental Aspects. Ganesh and Company, Madras* - 17(1): 95, 1974.
- 19) 위관영 · 김영옥 · 신형태 : 백미에 대두 첨가가 흰쥐의 성장 및 단백질 대사에 미치는 영향. 성균관대학교 낙농학과 석사논문, 1981.
- 20) 김영옥 · 위관영 · 신형태 : 백미에 전지분유 첨가가 흰쥐의 성장 및 단백질 대사에 미치는 영향. 성균관대학교 낙농학과 석사논문, 1981.
- 21) Markakis, P., Freeman, T. & Hart, W.: *Method of Producing a Chip Type Product. U.S. Patent 3, 027, 258, 1968.*
- 22) Kofrani, E. & Jekat, F.: *The biological value of potato Protein. Forschber. Landes Nrhein-Westf.* No. 1582, 1965.