

大豆たん白質の米への補足効果

●筑波大学 体育科学系…………… 高橋 徹三

米と大豆とを同時に摂取した場合のたん白質の栄養価の問題は、わが国の食習慣からしても重要である。

アミノ酸組成から計算により求めたアミノ酸スコア (FAO/WHO, 1973年) からみると、米たん白質への大豆たん白質の補足効果が期待でき、ラットを用いてえられた PER の値から米への分離大豆たん白質の補足効果が認められている。

これをヒトについて確認するため、さきに男子大学生を被験者として実験を行い、N摂取量とN出納値との相互関係を示す回帰直線を求めたところ、N出納を平衡に維持するに必要な最少N必要量は、各被験者の値、その平均値、全測定値から求めた値、いずれも白米のみの場合にくらべて白米に分離大豆たん白質を加えた場合の方が低く、この観点からは補足効果が認められた。

しかし、消化吸收率を考慮して零出納の維持に必要な最少の吸収N量を求めると、米のみと米に分離大豆たん白質を加えた時とで差がなく、上記の大豆たん白質補足による最少必要量の低下は分離大豆たん白質の方が米たん白質より消化吸収のよいことが主原因と考えられ、また、回帰直線の傾斜は米のみの時とそれに大豆たん白質を加えた時とで差がなかった。一方、米のみの場合の最少必要量は、さきに同一被験者についてえられた分離たん白質のみの値より低かった。そこで今回これらについて再検討するため、白米のみ、分離大豆たん白質のみ、この両者を混合した場合についてN出納値の比較検討を行った。

実験方法

健康な男子大学生5名を被験者とした (Table 1)。3つの実験期をおき、1日無たん白食を与えた後10日間をⅠ期、つづく8日間をⅡ期、さらに8日間をⅢ期とした。被験者により、各実験期に与えるたん白源の順序を変えた (Table 2)。

たん白源としては、白米のみを与える場合 (R)、分離

Table 1. Characteristics of subjects

Subjects	Age (years)	Height (cm)	Body weight (kg)
A	24	161.0	55.5
B	22	167.0	51.5
C	24	176.0	75.0
D	22	171.6	74.0
E	24	174.0	69.0

Table 2. Experimental schedule

	PFD (1 day)	Period I (10 days)	Period II (8 days)	Period III (8 days)
A	PFD	S	R	RS
B	PFD	R	RS	S
C	PFD	RS	S	R
D	PFD	R	S	RS
E	PFD	RS	R	S

PFD: Protein free diet

S : Protein was derived from soy protein isolate.

R : Protein was derived from rice.

RS : Protein was derived from rice and soy protein isolate (rice N : soy N=66 : 34).

大豆たん白質のみを与える場合 (S)、この両者を混合して与える場合 (RS) の3種であった。RSの場合のNの投与比率は白米より66%、分離大豆たん白質より34%とした。分離大豆たん白質は、ソーセージ様に加工したものをを用いた。その原料は分離大豆たん白質、デンプン、ショ糖、食塩である。エネルギー摂取量の調節にはデンプン、ショ糖、マーガリンを用いた。毎日ビタミン、無機質を補足した。

実験食組成の1例として被験者Aの場合を Table 3 に示した。Nの投与レベルは 80mg/kg/日として計画したが、実際には被験者によりわずかに異なり 78.4~80.5 mgであった。エネルギー摂取量は約 42kcal/kg/日であった (Table 4)。

Table 3. Composition of experimental diet (An example for subject A)

Ingredient (g)	Periods		
	R	S	R S
Rice	415	—	277
Soy-product	—	175	58
Corn starch	105	322	157
Sucrose	54	102	92
Corn oil	10	10	10
Margarine	15	40	25
Sodium chloride	7	7	7
Carboxy methyl cellulose	2-3	5-6	3-4
Baking powder*	20	20	20
Mineral supplement**			
Vitamin supplement***			

*: KHCO_3 5.0g, citric acid 3.2g, starch 11.8g

** : CaCO_3 1.1g, $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.9g, MgO 0.6g, $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 60mg, $\text{K}_2\text{Al}_2(\text{SO}_4)_4 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$ 15mg, KI 0.2mg, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 8mg, ZnCl_2 8mg, $\text{MnSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 7mg, $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 15\text{H}_2\text{O}$.1mg, $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.2mg, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0.2mg, Na_2SeO_3 0.008mg

***: Vitamin A 2500IU, vitamin D 200IU, α -tocopherol acetate 1.1mg, thiamin·HCl 2mg, riboflavin 2.5mg, niacinamide 10mg, pyridoxine·HCl 2.5mg, calcium pantothenate 5mg, folic acid 0.25mg, cyanocobalamin 1 μ g, ascorbic acid 57.5mg.

Table 4. Data of N intake and energy intake

Subjects (BW:kg)	Period	N intake				Energy intake	
		N derived from rice or soy (g)	N derived from rice or soy (mg/kg)	N derived from protein free diet (g)	Total N intake (g)	(kcal)	(kcal/kg)
A (55.5)	R	4.36	78.6	0.05	4.41	2327	41.93
	S	4.47	80.5	0.12	4.59	2313	41.68
	R S	4.39	79.1	0.07	4.46	2325	41.89
B (51.5)	R	4.05	78.6	0.04	4.09	2164	42.02
	S	4.14	80.4	0.11	4.25	2146	41.67
	R S	4.08	79.2	0.07	4.15	2140	41.55
C (75.0)	R	5.89	78.5	0.07	5.96	3146	41.95
	S	6.03	80.4	0.16	6.19	3165	42.20
	R S	5.95	79.3	0.10	6.05	3146	41.95
D (74.0)	R	5.81	78.5	0.07	5.88	3140	42.43
	S	5.95	80.4	0.16	6.11	3139	42.42
	R S	5.87	79.3	0.10	5.97	3131	42.31
E (69.0)	R	5.41	78.4	0.06	5.47	2900	42.03
	S	5.54	80.3	0.14	5.68	2890	41.88
	R S	5.42	78.6	0.09	5.51	2900	42.03

連日の24時間尿, 各実験期の終りの4日間の糞についてN量を測定した。また, 各実験期の終りの2日間の経皮N損失量をも測定した。

実験結果

体重は実験の進行とともに, わずかに減少の傾向がみられたが, ほとんど変化がなかったとみなしてもよい程度であった (Table 5)。

尿中N排泄量は全般的にみると, 第I期のはじめの2~3日間はやや高い値がえられたが, その後は大きな変動はないと考えられた。各実験期の代表値としては, すべて終りの4日間の平均値を用いることにした。

経皮N損失量は, 多少のばらつきはあるが S, R, RS で大差がなかった (Table 6)。全測定値の平均は2.66±0.46mg/kg/日で, 以前冬期に行った実験の結果に近似した値であるが, わが国における他の測定値にくらべて低い。この点に関しては再検討の必要があると思われる。

糞中N排泄量は S<RS<R の順であり, 白米たん白質より分離大豆たん白質の方が消化吸収率がよいことを示している (Table 7)。真の消化吸収率を求めてみると (Table 8), 米のみの場合87.3±2.6%, これに分離大豆たん白質を加えた場合91.7±7.0%で, 前の実験でのそれぞれ86.3%±4.9%, 90.4±4.7%にくらべてやや高い値がえられた。

N出納値の結果を Table 9 に示した。被験者B, C, Dにおいては S>RS>R であったが, 被験者Aでは RS>S>R, 被験者Eでは R>S>RS であり, 被験者によるちがいがみられた。

5名の被験者の平均をとると, N出納値は1日体重1kg あたり, R は -13.34mg, S は -8.97mg, RS は -10.44mg で, N出納値からみると, 個人差はあるが, 平均としては, 分離大豆たん白質が最もすぐれ, 米たん白質は最も劣り, 両者を同時に摂取した場合にはこの中間であるという傾向がみられた。

要 約

健康な男子大学生 5 名を被験者とし、N 投与レベル約 80mg/kg/日、エネルギー摂取量約 42kcal/kg/日の条件で、たん白源として米のみを与えた場合(R)、分離大豆

たん白質のみを与えた場合(S)、Nとして米66%、分離大豆たん白質34%の割合で同時投与した場合(RS)についてN出納値の比較検討を行った。N出納値は3名の被験者では S>RS>R、1名は RS>S>R、他の1名は R>S>RS で、5名の平均では S>RS>R であった。

Table 5. Changes in body weight (kg)

Days	Subject				
	A	B	C	D	E
P F D	55.5 (S)	51.5 (R)	75.0 (R S)	74.0 (R)	69.0 (R S)
1	55.6	51.2	74.9	74.0	69.0
2	55.7	51.4	74.8	74.4	69.0
3	55.5	51.4	74.5	74.3	69.0
4	55.8	51.6	74.5	74.3	69.2
5	55.7	50.9	74.5	74.3	69.0
6	55.5	51.3	74.3	74.0	69.1
7	55.5	51.3	74.2	74.3	69.0
8	55.7	51.4	74.4	74.3	69.2
9	55.6	51.3	74.5	74.0	68.9
10	55.5	51.3	74.5	74.0	69.0
Mean ± S D	55.6 ±0.11	51.3 ±0.18	74.5 ±0.21	74.2 ±0.17	69.0 ±0.10
	(R)	(R S)	(S)	(S)	(R)
1	55.5	51.1	74.5	74.7	68.8
2	55.5	51.3	74.0	74.5	69.3
3	55.3	50.6	74.0	74.5	69.2
4	55.2	50.9	74.5	74.3	69.2
5	55.2	50.9	74.0	74.0	68.8
6	55.5	51.3	74.0	73.8	68.5
7	55.4	50.8	73.9	73.5	68.5
8	55.5	50.6	74.0	73.7	68.3
Mean ± S D	55.4 ±0.14	50.9 ±0.28	74.1 ±0.24	74.1 ±0.44	68.8 ±0.38
	(R S)	(S)	(R)	(R S)	(S)
1	55.5	51.5	74.0	73.7	68.2
2	55.3	50.8	73.5	73.9	68.5
3	55.2	51.0	73.4	74.2	68.8
4	55.5	50.8	73.5	73.9	68.9
5	55.3	51.0	73.5	73.9	68.8
6	55.1	50.5	74.0	73.2	68.7
7	55.0	50.5	73.5	73.7	68.8
8	55.0	50.4	73.8	73.7	68.8
Mean ± S D	55.2 ±0.20	50.8 ±0.36	73.7 ±0.25	73.8 ±0.29	68.7 ±0.23

Table 6. Dermal nitrogen loss

(mg/day)	Subjects					Mean ± S D
	A	B	C	D	E	
S	113.4	139.2	153.7	260.1	150.8	163.4±56.3
R	128.5	157.7	157.8	236.7	171.9	170.5±40.2
R S	163.9	164.0	195.1	199.7	192.1	183.0±17.6
(mg/kg/day)	A	B	C	D	E	Mean ± S D
S	2.04	2.70	2.05	3.51	2.19	2.50±0.63
R	2.32	3.06	2.10	3.20	2.49	2.63±0.48
R S	2.95	3.18	2.60	2.70	2.78	2.84±0.23

Table 7. Fecal nitrogen output

(g/day)	Subjects					Mean $\pm$ S D
	A	B	C	D	E	
S	0.40	0.97	1.16	1.03	1.04	0.92 $\pm$ 0.30
R	0.97	0.97	1.57	1.70	1.42	1.33 $\pm$ 0.34
R S	0.43	1.17	1.10	1.47	1.25	1.08 $\pm$ 0.39
(mg/kg/day)	A	B	C	D	E	Mean $\pm$ S D
S	7.30	18.80	15.53	13.97	15.00	14.12 $\pm$ 4.22
R	17.45	18.82	20.88	22.97	20.60	20.14 $\pm$ 2.11
R S	7.70	22.76	14.72	19.93	18.12	16.65 $\pm$ 5.79

Table 8. True digestibility (%)

	Subjects					Mean $\pm$ S D
	A	B	C	D	E	
Rice	90.6	89.0	86.4	83.7	86.7	87.3 $\pm$ 2.6
Soy	102.9	89.3	93.4	95.3	96.3	95.4 $\pm$ 5.0
Rice+Soy	102.4	84.1	94.3	87.7	89.9	91.7 $\pm$ 7.0

Endogenous N output: 9.6mg/kg/day for subject A, 10.2mg/kg/day for the other 4 subjects.

Table 9. Nitrogen balance data

Subjects	Period	Total N intake	Urinary N	Fecal N	Dermal N	Total N excretion	Nitrogen balance	
		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g/day)	(mg/kg/day)
A	R	4.41	4.08	0.97	0.13	5.18	-0.77	-13.87
	S	4.59	4.75	0.40	0.11	5.26	-0.67	-12.07
	R S	4.46	4.14	0.43	0.16	4.73	-0.27	-4.86
B	R	4.09	4.39	0.97	0.16	5.52	-1.43	-27.77
	S	4.25	4.21	0.97	0.14	5.32	-1.07	-20.78
	R S	4.15	4.03	1.17	0.16	5.36	-1.21	-23.50
C	R	5.96	5.32	1.57	0.16	7.05	-1.09	-14.53
	S	6.19	5.80	1.16	0.15	7.11	-0.92	-12.27
	R S	6.05	5.82	1.10	0.20	7.12	-1.07	-14.27
D	R	5.88	5.05	1.70	0.24	6.99	-1.11	-15.00
	S	6.11	4.95	1.03	0.26	6.24	-0.13	-1.76
	R S	5.97	4.91	1.47	0.20	6.58	-0.61	-8.24
E	R	5.47	3.57	1.42	0.17	5.16	+0.31	+4.49
	S	5.68	4.35	1.04	0.15	5.54	+0.14	+2.03
	R S	5.51	4.16	1.25	0.19	5.60	-0.09	-1.30

SUPPLEMENTAL EFFECT OF SOY PROTEIN ISOLATE TO WHITE RICE

Tetsuzo TAKAHASHI

Institute of Health and Sport Science, The University of Tsukuba

ABSTRACT

Nitrogen balance measurements were made with five healthy young men, each of them consumed three different experimental diets for ten, eight and eight days in randomized order. The experimental diets provided approximately 42 kcal/kg/day of energy and 80 mg/kg/day of nitrogen, although different in nitrogen sources. White rice, soy protein isolate or white rice supplemented with soy protein isolate with the ratio of 66% rice N and 34% soy N was used as the nitrogen source. As the results, no significant supplemental effect of soy protein isolate to white rice on the nitrogen balance was observed, due to the large individual variation.