

成人男子における分離大豆たん白質 へのメチオニン補足効果

EFFECT OF SUPPLEMENTING METHIONINE TO SOY PROTEIN
ISOLATE ON THE PROTEIN UTILIZATION IN MALE ADULT
HUMANS

高橋徹三・山田哲雄（筑波大学体育科学系）

Tetsuzo TAKAHASHI and Tetsuo YAMADA

Institute of Health and Sports Sciences, University of Tsukuba,
Ibaraki 305

ABSTRACT

The effect of supplementing 1.0 or 1.5% of L-methionine to soy protein isolate on the protein utilization was examined by nitrogen balance method in five healthy young men. The nitrogen balance was improved by addition of methionine in four of the subjects, but one subject showed quite the opposite tendency. As to the effect of the amount of methionine supplemented, there was no significant difference between 1.0 and 1.5% in the improvement of nitrogen balance.

大豆たん白質の第一制限アミノ酸は含硫アミノ酸であり、大豆たん白質へのメチオニンの添加は大豆たん白質の栄養価を向上させることが期待される。この補足効果は成長期の動物を用いた実験では明らかに認められているが、成人では明確ではなく、確認することが必要である。そこで、徳島大学、大阪市立大学、女子栄養大学および筑波大学でのプロジェクト研究が行われた。研究方法は4大学でほぼ同じである。筑波大学で行われた実験の結果について報告する。

実 験 方 法

5人の健康な男子を被験者とした。被験者の年齢、身長、体重の変動を Table 1 に示した。大豆たん白質として分離大豆たん白質（SPI>フジプロ R）を用いた。SPI からの窒素摂取レベルは90mg/kg/日、メチオニンの添加量は SPI(N×6.25)の1.0%および1.5%とした。

1日無たん白食を与えて後、調整期としてほぼ90mg×6.25/kg/日のたん白質を含み一般食品を材料とする低たん白食を3日間与えた。ついで7日間実験食を与え

Table 1. Age, body height and body weight

Subject	Age (yrs)	Body height (cm)	Body weight (kg)					
			SPI period		SPI+1% Met period		SPI+1.5% Met period	
			Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final
A	27	171	59.75	58.70	59.30	58.60	60.40	59.65
B	28	170	64.85	64.15	63.95	63.50	65.70	64.10
C	24	175	73.80	74.30	74.50	74.30	73.80	73.35
D	22	174	74.10	74.40	74.20	73.00	73.90	72.40
E	23	172	74.70	74.35	75.80	73.70	75.80	75.10

た。この合計11日間の1組の実験を、たん白源としてSPIのみの場合、SPIに1.0%のL-メチオニンを添加した場合、SPIに1.5%のL-メチオニンを添加した場合の3回繰り返し行い、窒素出納値を比較してSPIへのメチオニンの補足効果を検討した。

実験食の材料は、SPIのほか、コーンスターチ、ショ糖、ショートニング、コーンオイル、マーガリン、しょうゆ、梅干し、CMC（カルボキシメチルセルロース）、ベーキングパウダーおよび食塩で、被験者によってはこのほかに寒天を摂取した。別に無機質混合物、総合ビタミン剤を与えた。実験食の1例をTable 2に示した。しょうゆ、梅干しも用いたが摂取量は非常に少なく、コーンスターチ、マーガリンなども含め、SPI以外に由来する窒素摂取量は約4 mg/kg/日であった。メチオニンはオブラートに包んで1日3回食事の際に服用させた。エネルギー摂取量は40kcal/kg/日であった。

実験期間中連日、朝食前排尿後の体重を測定し、24時間尿を採取した。糞は実験食投与期の2～6日目の5日間採取し、フリーザー中に保存し、実験終了後各採取分のホモジネートをつくり、一定の割合をとり、5日間分を混合して分析に供した。尿中クレアチニン、総窒素、尿素窒素、アンモニア窒素、糞中総窒素を測定した。尿素窒素、アンモニア窒素の測定にはウレアーゼ・インドフェノール法を用いた。総窒素はKjeldahl法により、クレアチニンはJaffeの反応により測定した。

結果および考察

体重は、Table 1にみられるように、SPI期の被験者C,Dを除いては減少の傾向を示したが、その程度はわずかであった。

実験食投与期の連日の尿中総窒素、尿素窒素、アンモニア窒素、クレアチニンの変動をTable 3～6に示

Table 2. Experimental diet composition (Subject A^a)
(g)

Soy protein isolate	208
Corn starch	270
Sucrose	178
Shortening	40
Corn oil	5
Margarine	11
Soy sauce	5
Umeboshi	15
NaCl	3
Baking powder ^b	8
Carboxymethylcellulose	2
Vitamin mixture ^c	3 tab.
Mineral mixture ^d	10

a: Body weight: 60 kg.

b: Baking powder (20.0 g) contained KHCO₃ 5 g, citric acid 3.2 g and starch 11.8 g.

c: One tablet of vitamin mixture contained retinol palmitate 1000 IU, ergocalciferol 100 IU, fursulthiamine 5 mg, riboflavin 2 mg, pyridoxine hydrochloride 3 mg, niacinamide 25 mg, cyanocobalamine 5 µg, ascorbic acid 75 mg, α-tocopherol acetate 5 mg, calcium pantothenate 15 mg, precipitated calcium carbonate 46.8 mg and dibasic calcium phosphate 34 mg.

d: Ten g of mineral mixture contained CaHPO₄·2H₂O 2 g, CaCO₃ 0.9 g, KH₂PO₄ 2 g, KHCO₃ 3.5 g, MgO 0.6 g, FeSO₄·7H₂O 60 mg, MnSO₄·4H₂O 3 mg, CuSO₄·5H₂O 8 mg, ZnCl₂ 5 mg, KI 0.2 mg, Na₂MoO₄·2H₂O 0.2 mg, Cr₂(SO₄)₃·15H₂O 1 mg, AlK(SO₄)₂·12H₂O 30 mg and Na₂SeO₃ 0.008 mg.

Table 3. Changes in urinary total nitrogen

(g/day)

Period	Subject	Day						
		1	2	3	4	5	6	7
SPI	A	5.31	6.46	6.78	6.43	6.33	6.44	5.47
	B	5.50	4.69	5.02	5.43	5.06	4.40	6.07
	C	6.42	6.65	7.10	8.00	7.32	6.43	6.02
	D	6.87	9.57	8.93	6.82	7.73	6.39	6.27
	E	7.62	7.26	8.02	8.21	8.26	7.86	7.47
	Mean	6.34	6.93	7.17	6.98	6.94	6.30	6.26
	±SD	0.96	1.76	1.47	1.15	1.27	1.23	0.74
SPI + 1.0% Met	A	5.50	5.54	5.91	5.57	5.38	5.71	5.25
	B	4.79	4.49	6.38	5.35	6.27	5.13	6.21
	C	7.43	5.48	8.53	6.96	6.05	6.33	6.79
	D	6.44	7.57	6.21	8.14	6.70	6.33	6.67
	E	7.29	7.32	7.22	7.09	7.02	5.66	7.49
	Mean	6.29	6.08	6.85	6.62	6.28	5.83	6.48
	±SD	1.14	1.32	1.06	1.16	0.63	0.51	0.83
SPI + 1.5% Met	A	4.68	4.49	4.80	4.98	5.74	6.05	5.35
	B	5.69	5.64	5.82	6.08	5.13	5.50	6.35
	C	3.52	5.25	5.79	5.57	6.29	6.58	6.98
	D	7.18	5.65	5.73	8.71	4.61	6.18	5.47
	E	7.95	7.09	6.86	6.65	6.80	7.17	7.17
	Mean	5.80	5.62	5.80	6.40	5.71	6.30	6.26
	±SD	1.80	0.95	0.73	1.43	0.88	0.62	0.84

Table 4. Changes in urinary urea-N

(g/day)

Period	Subject	Day						
		1	2	3	4	5	6	7
SPI	A	4.14	5.24	5.56	5.26	5.21	4.84	4.65
	B	4.22	3.42	4.09	4.63	4.06	3.49	4.76
	C	4.92	5.73	6.06	6.38	6.39	5.11	4.99
	D	5.34	8.56	7.57	5.50	6.15	4.82	5.29
	E	6.25	6.07	6.58	7.00	7.09	6.10	6.23
	Mean	4.97	5.80	5.97	5.75	5.78	4.87	5.18
	±SD	0.87	1.85	1.29	0.94	1.17	0.93	0.63
SPI + 1.0% Met	A	3.94	4.19	4.71	4.69	4.30	4.65	4.20
	B	2.79	3.45	4.20	4.13	5.01	4.27	4.31
	C	5.52	3.83	6.09	5.41	4.78	5.17	5.61
	D	4.41	6.17	4.61	6.71	5.31	5.29	4.64
	E	5.96	6.01	5.87	5.83	6.02	4.48	6.51
	Mean	4.52	4.73	5.10	5.35	5.08	4.77	5.05
	±SD	1.27	1.27	0.83	1.00	0.64	0.44	0.99
SPI + 1.5% Met	A	3.10	3.48	3.77	4.02	4.68	4.91	4.11
	B	5.06	4.56	5.08	4.75	4.13	4.44	4.77
	C	2.58	3.62	4.36	4.10	4.89	4.95	5.77
	D	5.19	4.57	4.29	6.58	3.34	4.38	4.06
	E	6.33	5.67	5.54	5.48	5.90	6.01	5.73
	Mean	4.45	4.38	4.61	4.99	4.59	4.94	4.89
	±SD	1.56	0.88	0.70	1.07	0.95	0.65	0.84

Table 5. Changes in urinary $\text{NH}_3\text{-N}$

(g/day)

Period	Subject	Day						
		1	2	3	4	5	6	7
SPI	A	0.179	0.140	0.086	0.066	0.081	0.105	0.096
	B	0.199	0.108	0.112	0.055	0.076	0.062	0.150
	C	0.194	0.074	0.043	0.040	0.051	0.058	0.034
	D	0.179	0.121	0.043	0.037	0.069	0.052	0.034
	E	0.144	0.031	0.038	0.027	0.025	0.062	0.037
	Mean	0.179	0.095	0.064	0.045	0.060	0.068	0.070
	$\pm$ SD	0.022	0.043	0.033	0.015	0.023	0.021	0.052
SPI + 1.0% Met	A	0.288	0.168	0.130	0.076	0.081	0.073	0.081
	B	0.164	0.063	0.076	0.120	0.086	0.119	0.110
	C	0.296	0.215	0.189	0.156	0.118	0.112	0.081
	D	0.123	0.138	0.104	0.076	0.086	0.084	0.118
	E	0.170	0.122	0.081	0.073	0.032	0.017	0.047
	Mean	0.208	0.141	0.116	0.100	0.081	0.081	0.087
	$\pm$ SD	0.079	0.056	0.046	0.037	0.031	0.041	0.028
SPI + 1.5% Met	A	0.246	0.118	0.055	0.065	0.053	0.107	0.085
	B	0.190	0.179	0.120	0.128	0.147	0.172	0.152
	C	0.110	0.164	0.150	0.114	0.120	0.081	0.112
	D	0.226	0.106	0.071	0.120	0.081	0.140	0.106
	E	0.160	0.115	0.081	0.046	0.031	0.069	0.040
	Mean	0.186	0.136	0.095	0.095	0.086	0.114	0.099
	$\pm$ SD	0.054	0.033	0.039	0.037	0.047	0.042	0.041

Table 6. Changes in urinary creatinine

(g/day)

Period	Subject	Day						
		1	2	3	4	5	6	7
SPI	A	1.46	1.70	1.63	1.65	1.58	1.46	1.48
	B	1.48	1.52	1.51	1.41	1.27	1.21	1.21
	C	1.90	1.91	1.78	1.90	1.75	1.79	1.69
	D	1.91	2.05	1.91	1.63	1.92	1.61	1.60
	E	1.95	1.76	1.80	1.83	1.85	1.63	1.91
	Mean	1.74	1.79	1.73	1.68	1.67	1.54	1.58
	$\pm$ SD	0.25	0.20	0.16	0.19	0.26	0.22	0.26
SPI + 1.0% Met	A	1.53	1.51	1.55	1.45	1.47	1.49	1.40
	B	1.21	1.21	1.62	1.39	1.26	1.36	1.31
	C	1.98	1.65	1.52	1.71	1.64	1.74	1.68
	D	1.75	1.84	1.67	1.88	1.67	1.67	1.71
	E	1.78	1.70	1.78	1.74	1.77	1.55	1.67
	Mean	1.65	1.58	1.63	1.63	1.56	1.56	1.55
	$\pm$ SD	0.29	0.24	0.10	0.21	0.20	0.15	0.19
SPI + 1.5% Met	A	1.55	1.57	1.69	1.55	1.53	1.58	1.55
	B	1.45	1.39	1.33	1.30	1.35	1.38	1.32
	C	1.82	1.88	1.85	1.53	1.64	1.83	1.92
	D	2.01	1.71	1.80	1.99	1.75	1.92	1.73
	E	1.91	1.82	1.67	1.86	1.70	1.63	1.79
	Mean	1.75	1.67	1.67	1.65	1.59	1.67	1.66
	$\pm$ SD	0.24	0.20	0.20	0.28	0.16	0.21	0.23

Table 7. Nitrogen balance data

(mg/kg/day)

Subject	Period	N intake			N output		N-balance
		SPI	Others	Total	Urine	Feces	
A	SPI	90.38	4.45	94.83	101.75	18.46	-25.38
	SPI+1.0% Met	91.06	4.49	95.55	91.86	8.24	-4.55
	SPI+1.5% Met	89.40	4.40	93.80	94.59	15.36	-16.15
B	SPI	90.21	4.36	94.57	79.81	12.32	2.44
	SPI+1.0% Met	91.48	4.42	95.90	91.79	12.28	-8.17
	SPI+1.5% Met	89.04	4.31	93.35	86.17	15.62	-8.44
C	SPI	90.24	4.10	94.34	89.30	12.99	-7.95
	SPI+1.0% Met	89.40	4.06	93.46	85.74	8.72	-1.00
	SPI+1.5% Met	90.24	4.10	94.34	89.64	10.78	-6.08
D	SPI	89.88	4.09	93.97	91.71	13.85	-11.59
	SPI+1.0% Met	89.76	4.08	93.84	88.52	10.02	-4.70
	SPI+1.5% Met	90.12	4.09	94.21	73.35	12.89	7.97
E	SPI	90.36	4.24	94.60	105.27	14.75	-25.42
	SPI+1.0% Met	89.05	4.18	93.23	88.70	14.67	-10.14
	SPI+1.5% Met	89.05	4.18	93.23	92.96	11.16	-10.89

した。尿中総窒素排泄量の日による変動の状況は被験者により異なり一定の傾向は認められなかった。窒素出納値計算のための期の代表値としては実験期の終りの3日間の平均値をとることにした。尿素窒素は総窒素と同様な動きを示したが、アンモニア窒素の動きには一定の傾向がみられなかった。クレアチニン排泄量の変動は被験者により異なるが、わずかながら減少傾向を示したものが多かった。

糞中窒素排泄量は Table 7 に示してある。真の消化吸収率を内因性糞中窒素排泄量10.2mg/kg/日を用いて計算した結果は全例 ($n=15$) の平均で $97.0 \pm 2.6\%$ であった。

窒素出納に関するデータをまとめて Table 7 に示した。窒素出納値は被験者Bをのぞく4名では、メチオニンの添加によって窒素出納値は改善されている。被験者Bが他の4名と逆の傾向を示した理由については不明である。メチオニン添加量の比較では、窒素出納

値は被験者B,Eは大差なく、Dは1.5%の方がよく、A、Cは1.0%の方がよく、一定の傾向はみられなかった。

要 約

5名の成人男子を被験者とし、窒素摂取量90mg/kg/日、エネルギー摂取量40kcal/kg/日の条件で、たん白源として、分離大豆たん白質のみを用いた場合、分離大豆たん白質には1.0%の割合でL-メチオニンを添加した場合、および分離大豆たん白質に1.5%の割合でL-メチオニンを添加した場合について窒素出納を比較して、分離大豆たん白質へのメチオニンの補足効果を検討した。

被験者5名中4名においてメチオニンの添加により窒素出納は改善され、メチオニンの補足効果が認められた。1名はこれとまったく逆の傾向を示した。メチオニンの添加量については1.0%と1.5%の間に差は認められなかった。