

大豆たん白質に対するメチオニン補足の栄養生理学的考察—特に食塩嗜好について—

NUTRITIONAL-PHYSIOLOGICAL CONSIDERATION FOR THE SUPPLEMENTARY EFFECT OF METHIONINE TO THE DIETARY SOY-BEAN PROTEIN—ESPECIALLY FOR THE SALT PREFERENCE—

木村修一・森松文毅・伊藤道子（東北大学農学部）

Shuichi KIMURA, Fumiki MORIMATSU and Michiko ITOH
Faculty of Agriculture, Tohoku University, Sendai 981

ABSTRACT

To clear whether all kind of proteins had reducing effects on sodium chloride intake, the effects of dietary protein source on appetite or preference for sodium chloride were studied. It was found that the reducing effect depends not only on dietary levels, but also on the protein sources. In both SHR and Wistar-slc rats, cumulative NaCl intake of soybean protein groups was significantly higher than that of animal protein diet groups. However, the supplement of methionine to soybean protein led to reduce NaCl intake. In this experiment, it was shown that glutamic acid, one of the Umami substances, in free amino acids of soybean protein diet was considerably lower than that of meat protein diet. Since Umami substances have the reducing effect for NaCl intake, it may be one of the reason for low reducing effect of soybean protein diet group for preference to NaCl. On the other hand, in our previous study, it was found that the serum free amino acid patterns were affected by the dietary protein level. We found that the rats fed a low protein diet showed a higher concentration of glutamic acid in serum as compared with that of the groups given high protein diets. In this study, it was observed that glutamic acid level in serum from rats fed soybean protein isolate (SPI) was considerably higher than that of meat protein (MP) and purified egg protein groups. However, glutamic acid level of methionine added SPI group showed a significantly lower than that of SPI group. These facts suggest that the supplement of methionine to SPI leads to the recovery of this serum free amino acid pattern, especially glutamic acid level. These observations also lead to speculation that the high concentration of glutamic acid in the serum of rats induced by some nutritional status such as low protein diet feeding is a reason why the rats fed low protein diet did not choose monosodium L-glutamate solution. It should be emphasized that the serum glutamic acid level is an important signal for central nervous system. We need further studies to prove meaningful informations. *Nutr. Sci. Soy Protein, Jpn.* **12**, 102-106, 1991.

われわれは、これまで、分離大豆たん白質（soybean protein isolate: SPI）に対するメチオニンの補足効果を主として脂質代謝の面から検討し、本研究会でも報

告してきた。

一方、これまで、われわれはラットを用いた実験で、食塩に対する嗜好が遺伝的要因だけでなく栄養条件、

とくに食餌中たん白質レベルで異なることを見いだし¹⁾, このことは人間でもみられる可能性を指摘した²⁾。

しかし, この食餌中たん白質の減塩効果がたん白質の量に依存していることはこれまでの実験結果から明らかであるが, たん白質の質によってはどうかということについては明らかではなかった。植物たん白質として大豆たん白の減塩効果は果してどうか? という疑問が生ずる。事実, 国民栄養調査をもとに, 食塩摂取がどのような食品群摂取と関連するかを統計的にみた柴田らの報告では, 食塩摂取と正の相関を示すもののなかに大豆製品があり, 負の相関を示すものの中に卵や肉製品があげられており, たん白質の質による効果の違いが示唆されている。

本研究は, SPI を用いて, たん白質の質によって, 食塩摂取にたいする減塩効果が異なるのか否かを検討するとともに, もしも異なるのであれば, それはどのようなメカニズムによるかを知る目的で行われたものである。

実験方法

分離大豆たん白質 (soybean protein isolate; SPI フジプロ-P 不二製油KK) を植物性たん白質の代表とし, 脱脂豚肉たん白質 (defatted pork meat protein; MP) を動物性たん白質の代表として, また対照としてこれまで食塩嗜好に関する実験に用いてきた全卵たん白 (purified egg protein; PEP) を使用した。また, 大豆たん白質の第1制限アミノ酸であるメチオニンを添加したときの影響をみるため, L-methionine (L-Met) を用いた。実験動物としては食塩嗜好の強い SHR (spontaneously hypertensive rats) ならびに食塩嗜好の弱い Wistar-slc の体重約60 g の雄ラットを用いた。動物は1週間市販の固形飼料で飼育後, 食餌中たん白質の異なる4種の実験食にきりかえて飼育した。

すなわち, 食餌たん白質として, (1) PEP, (2) SPI, (3) SPI+L-Met, および(4) MP を含む実験飼料で飼育した。実験群分けを Table 1 に, 食餌組成を Table 2 に示した。

Table 1. Experimental groups

Strains	Groups	n	Proteins
SHR	SHR-PEP	5	10 % Purified egg protein
	SHR-SPI	5	10 % Soy protein
	SHR-Met	5	10 % Soy protein+0.3 % L-methionine
	SHR-MP	5	10 % Pork protein
Wistar-slc	Slc-PEP	5	10 % Purified egg protein
	Slc-SPI	5	10 % Soy protein
	Slc-Met	5	10 % Soy protein+0.3 % L-methionine
	Slc-MP	5	10 % Pork protein

Table 2. Diet composition

Ingredients	PEP	SPI	Met	MP
Purified egg protein	10	—	—	—
Soy protein	—	10	10	—
Pork protein	—	—	—	12.5
L-methionine	—	—	0.3	—
Corn starch	74	74	73.5	71.5
Soybean oil*	5	5	5	5
Salt mixture**	4	4	4	4
Vitamin mixture***	2	2	2	2
Cellulose powder	5	5	5	5

* Vitamin D (20 IU/g) is added. ** According to Harper's *** Oriental mixture, Oriental Yeast Co, Ltd.

蒸留水ならびに0.5, 0.9, および1.4%の食塩水溶液を目盛りつき給水瓶に入れてならべ、選択実験を行った。食餌ならびに水は自由摂取として8日間飼育した。8:00 am から8:00 pm までを明期とし、8:00 pm から8:00 am までを暗期とし、室温 $24 \pm 2^\circ\text{C}$ の環境で飼育した。

結果と考察

Fig. 1 に SHR の食塩水溶液にたいする選択の結果を示した。図から明らかなように、PEP 群および MP 群では最も好まれた食塩水濃度は0.9%であったが、SPI 群では1.4%と食塩嗜好が強いことが分かる。すな

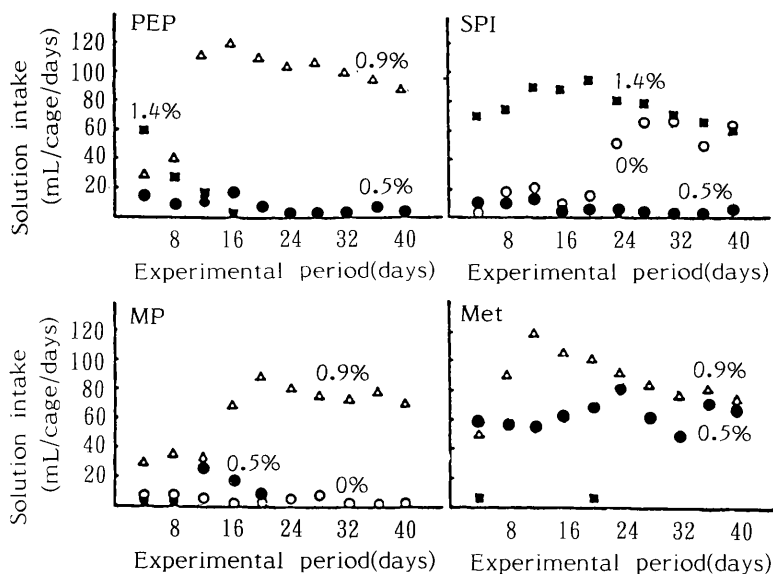


Fig. 1. Preference for various concentration of NaCl solution in SHR fed four varieties of diets.

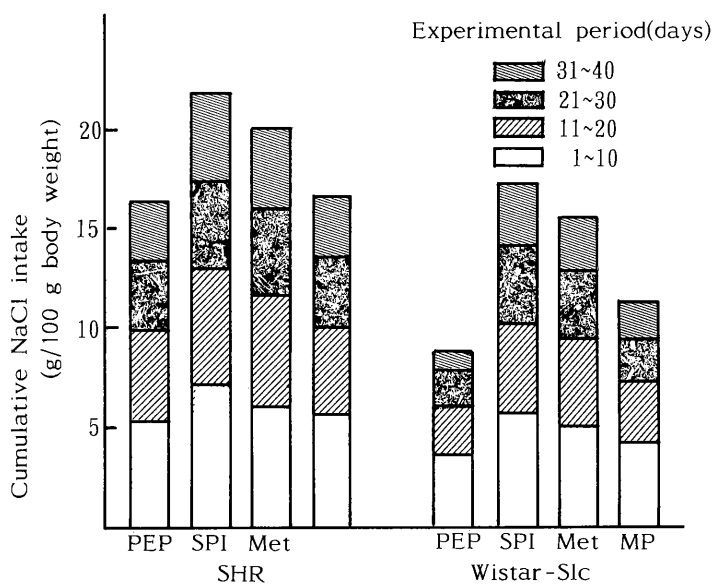


Fig. 2. Changes in cumulative NaCl intake of SHR and Wistar-slc rats fed four varieties of dietary proteins.

わち、食塩嗜好は食餌たん白質の質の違いによって異なることを示す結果を得た。そして、植物性たん白質のほうが動物性たん白質に比較して、食塩嗜好を下げる効果が薄いことが分った。一方、大豆たん白質に methionine を添加した SPI+Met 群では0.9%が最も好まれていることは注目すべき現象である。

Met 添加によって SPI のたん白価があがり、動物たん白質に近づくことはよく知られているが、上の事実はたん白質のアミノ酸組成が食塩嗜好の修飾に重要であることを示唆していることになる。

同様の傾向は Wistar-slc の場合にも観察された。

食塩摂取の積算量を Fig. 2 に示した。SHR および Wistar-slc の両ラットとも SPI 群は PEP 群および MP 群に比べて食塩摂取積算量が多く、また、SPI 群の場合、Met の添加で減少することが示された。

食餌たん白質の種類により、このような差の得られた理由を知る目的で、実験食餌のアミノ酸組成ならびに遊離アミノ酸組成を検討した結果が Table 3 である。大豆たん白質食では Met 含量の低いことが示されている。一方、食餌中遊離アミノ酸が著しく低いことも分かる。すでにこれまでのわれわれの研究で、うま味成分（例えばグルタミン酸）が食塩摂取を低下させることを示してきたが、Table 3 にみるように、本実験

に用いた実験食餌中の遊離アミノ酸中とくにグルタミン酸の含量を比較してみてもその差の大きいことから、本実験で得られた大豆たん白質の食塩摂取量減少効果の低い理由の一つは、遊離アミノ酸とくにグルタミン酸などの少ないことにありと推測される。

さて、以前にわれわれは、低たん白質食のラットの血漿中遊離アミノ酸パターンを高たん白質食ラットのそれと比較した場合、グルタミン酸など非必須アミノ酸含量が高いことを観察している。そこで本実験においても、血漿中遊離アミノ酸パターンを検討した。その結果を Table 4 に示す。この表から明らかなように、大豆たん白質食投与ラットでは脱脂豚肉たん白質や全卵たん白質など動物たん白質食投与ラットと比較して、グルタミン酸量が有意に高い値を示している。また、Met 添加のラットではこの値が有意に減少しており、食餌たん白質中の必須アミノ酸パターンが血漿遊離アミノ酸パターン、とくにグルタミン酸に大きく影響していることを示している。

これらの観察と、さきに述べた低たん白質食ではグルタミン酸ソーダを選択しないという現象とを考え合わせると、血液中の高グルタミン酸濃度が味蕾でのグルタミン酸を感受する閾値を高めている可能性を示唆するものと考えられる。いずれにしても、食餌中のた

Table 3. Amino acid contents and free amino acid pattern of experimental diets

	Meat		Soybean	
	Contents	FAA	Contents	FAA
Asp	629.0	2.57	692.2	—
Thr	297.7	5.64	284.0	—
Ser	226.8	4.39	347.1	—
◆Glu	1135.2	5.66	1159.9	0.11
Pro	297.1	1.59	442.1	0.03
Gly	349.4	3.73	273.2	—
Ala	403.2	8.83	263.9	—
Cys	88.9	—	83.0	—
Val	353.6	4.31	326.3	1.04
◆Met	171.9	5.94	75.4	1.21
Ile	335.6	4.41	315.7	0.76
Leu	561.3	14.94	473.9	—
Tyr	212.4	7.05	242.1	0.13
Phe	270.0	7.27	347.4	0.25
His	214.0	90.16	157.6	9.13
◆Lys	553.3	5.91	452.6	0.21
NH ₃	73.6	1.27	94.6	1.32
Arg	399.6	6.13	413.9	2.21

— : Not detected.

(mg/100 g)

Table 4. Influence of dietary protein sources on serum amino acid pattern

	SPI	Met	MP
Asp	4.89±0.41	6.25± 1.02	5.12±0.63
Thr	72.23±2.12	58.31±10.53	76.04±8.69
Ser	13.80±1.33	12.96± 1.41	11.35±0.68
◆Glu	64.24±2.06	49.98± 5.44**	40.13±5.29***
Pro	10.95±1.58	9.60± 0.98	8.84±1.28
Gly	10.23±2.01	11.25± 1.99	10.49±2.13
Ala	21.25±3.09	18.69± 2.96	20.14±3.65
Val	10.06±0.81	12.17± 3.97	10.99±1.52
◆Met	4.18±0.73	6.26± 1.46*	5.36±1.49
Ile	4.19±0.41	6.81± 0.17	3.67±1.06
Leu	11.53±0.38	13.12± 1.09	10.87±0.93
Tyr	5.69±0.98	6.25± 0.87	4.32±1.21
Phe	4.95±1.00	6.11± 1.52	4.96±1.07
◆His	12.56±1.10	8.22± 0.79*	9.46±0.34*
Lys	23.94±2.63	29.05± 5.26	26.72±4.53
NH ₃	3.01±0.29	3.56± 0.67	3.14±0.63
Arg	18.27±0.97	18.27± 2.44	16.18±0.82

* Significant difference at the 5% level ** Significant difference at the 1% level *** Significant difference at the 0.1% level

ん白質が血液中のアミノ酸パターンに影響を与え、その血液中アミノ酸パターンは、また何等かのかたちで情報を神経中枢に送ることにより、味覚を介して栄養素を選択摂取するしくみの存在が示唆される³⁾。この点についてはさらに検討が必要であろう。

文 献

- 1) Kimura, S., Yokomukai, Y. and Komai, M. (1987): Effects of dietary protein level and Umami on taste preference for sodium chloride. In Umami: a basic taste, Y. Kawamura and M. R. Kare (Eds). Marcel Dekker, New York, NY, pp. 611-634.
- 2) Kimura S., Yokomukai Y. and Komai M. (1987): Salt consumption and nutritional state especially dietary protein level. *Am. J. Clin. Nutr.*, **45**, 1271-1276.
- 3) Kimura S., Kim C. H., Ohtomo I. M., Yokomukai Y., Komai M. and Morimatsu F. (1991): Nutritional studies of the roles of dietary protein levels and Umami in the preference response to sodium chloride for experimental animals. (in press)