

分離大豆たん白質の制限アミノ酸とその補足効果 (その2)

LIMITING AMINO ACIDS OF SOY PROTEIN ISOLATE AND THEIR SUPPLEMENTARY EFFECTS (Part 2)

山口迪夫・岩谷昌子・宮崎基嘉 (国立栄養研究所)

Michio YAMAGUCHI, Masako IWAYA and Motoyoshi MIYAZAKI

National Institute of Nutrition

ABSTRACT

In the first experiment, the nutritive values of the soy protein isolate (SPI) each additionally supplemented with its limiting amino acids and all other essential amino acids were examined comparing with those of whole egg protein and casein in growing rats. Some serum components relating to protein and lipid metabolism were also examined.

The supplement of Met and Thr to SPI improved the body weight gain, protein efficiency ratio (PER) and biological value nearly upto the values of whole egg protein. But, further improvement was not observed by additional supplement of Lys and other essential amino acids. The data on serum albumin, A/G ratio, urea-N, leucine aminopeptidase and the total- and HDL-cholesterols gave favourable results to the Met and Thr supplement group on the whole.

In the second experiment, the supplemental effects of Met and Thr to SPI were also examined in adult rats. The body weight change, nitrogen balance, serum leucine amino peptidase and the total- and HDL-cholesterols were improved upto around the values of whole egg protein. The albumin, A/G ratio and urea-N, whose values of SPI itself were similar to those of whole egg protein and casein, remained unchanged.

前報¹⁾において、分離大豆たん白質は成長期ラットに対して栄養効果は劣るが、蒸煮原料脱脂大豆たん白質の場合と大差がなく、いずれも制限アミノ酸 (Met, Thr) の補足で栄養効果は著しく改善されることを明らかにした。また、分離大豆たん白質は蒸煮してももしくは栄養効果にほとんど差異はみられなかったため、今回からは蒸煮しない試料について試験を行うことにした。

初めに、成長期ラットを用い、分離大豆たん白質に Met, Thr, Lys および残りの必須アミノ酸全部を順次付加的に添加した場合の栄養価ならびにたん白質・脂質代謝に関連する血清成分を測定し、全卵たん白質・カゼ

インにおける値と比較した。次いで、成長期ラットでみられた Met と Thr の添加効果が成熟ラットにおいてもみられるか否かを明らかにする実験を行った。

実験方法

[実験1]

実験動物は Wistar 系雄ラット (平均初体重107g) を用い、各区5匹とし、Table 1 に示す実験飼料を2週間自由に摂取させた。アミノ酸添加区は各必須アミノ酸が NRC 必要量 (1972) を20%上廻るようにした。後半の1週間はさらに無たん白区を設け、11日目より4日間窒

Table 1. Composition of experimental diets
(g/100g diet, on dry basis)

	SPI* (S)	Egg**	Casein
Protein source	11.00	10.42	10.50
α -Corn starch	71.80	72.38	72.30
Soybean oil		8.00	
Cellulose powder		4.00	
Salt mix.***		5.00	
Vitamin mix.***		0.20	
Total		100.00	

* Soy protein isolate.

** Whole egg protein.

*** Identical with A.E. Harper's composition (1959).

素出納を測定し、たん白質の栄養価を算定した。実験期間の最終日に6時間絶食させた後、頸動脈より採血し血清成分を分析した。

測定項目は、増体重、たん白効率 (PER, protein efficiency ratio), NPR (net protein ratio), 真の消化率 (true digestibility), 生物価 (biological value), 血清アルブミン, A/G 比 (ビュレット・BCG 法, 尿素-N (ウレアーゼ・インドフェノール法), ロイシンアミノペプチダーゼ (LAP, L-ロイシン-p-ニトロアニリド法), 総コレステロール (T-CHO, 富士臓器製薬㈱ステロザイムM法), HDL-コレステロール (HDL-CHO, 同 HDL-ステロザイム法) について行った。

〔実験2〕

実験動物は Wistar 系雄ラット (7 ヶ月齢, 平均体重 550g) を用い, 各区 5 匹とした。実験飼料は Table 1 と同様な組成とし, 全卵たん白飼料で4日間飼育した後, 各実験飼料を14日間自由に摂取させた。ただし, 本

実験の必須アミノ酸添加区は Met と Thr を同時に添加したもの1区とした。

実験期間中の体重変化量および1日目より4日間の窒素出納を測定した。実験期間の最終日に6時間絶食させた後, エーテル麻酔下で心臓より採血し実験1と同様の血清成分を測定した。

結果および考察

〔実験1〕

Table 2 に増体重, PER, NPR, 真の消化率, 生物価の結果を示した。増体重は分離大豆たん白質そのものでは 1.0g/日と低かったが, Met と Thr の添加によって 6.3g/日まで上昇し, ほぼ最大値に達した。さらに Lys およびその他の必須アミノ酸を添加しても有意の上昇はみられず, これらの値は全卵たん白区と大差ない値であった。

PER は増体重とほとんど同じ傾向を示し, Met と Thr の添加によって全卵たん白区に匹敵する最大値が得られた。NPR でも同様の傾向が示されたが, その最大値は全卵たん白区には及ばなかった。

真の消化率は分離大豆たん白質とそのアミノ酸添加区のいずれにおいても 96~98% を示し, 分離大豆たん白質はカゼインに匹敵する高い消化性をもつといえる。

生物価は分離大豆たん白質そのものでは 67 と低かったが, Met の添加により 93, Thr の添加で 99 となり, ほぼ 100 に達する値が得られた。さらにこの値は Lys および他の必須アミノ酸の添加で若干上昇し, 全卵たん白質の 108 に近似した値を示した。生物価が 100 を超えたことは, 飼料中の必須アミノ酸レベルの全体的上昇に伴う内因性尿窒素排泄の減少によると推定されるので, 生物価本来の定義からすればこれらの値は 100 と解釈する方が妥当である。

血清成分のうちアルブミン, A/G 比を Fig. 1 に示した。いずれの値も制限アミノ酸の添加で上昇し, 概ね全

Table 2. Nutritive values of soy protein isolate with or without amino acid supplement, whole egg protein and casein

	Soy protein isolate (S)					Egg	Casein
	S	SM	ST	SL	SE		
Body weight gain(g/day)	1.0 $\pm$ 0.4	4.5 $\pm$ 0.3	6.3 $\pm$ 0.4	6.6 $\pm$ 0.4	6.2 $\pm$ 0.6	6.7 $\pm$ 0.5	2.8 $\pm$ 0.3*
PER	1.0 $\pm$ 0.3	3.1 $\pm$ 0.1	4.0 $\pm$ 0.2	4.1 $\pm$ 0.1	3.8 $\pm$ 0.2	4.3 $\pm$ 0.1	2.6 $\pm$ 0.1
Net protein ratio	4.6 $\pm$ 0.3	5.6 $\pm$ 0.3	6.1 $\pm$ 0.2	6.2 $\pm$ 0.1	5.9 $\pm$ 0.2	6.8 $\pm$ 0.2	6.0 $\pm$ 0.1
True digestibility (%)	97 $\pm$ 0	96 $\pm$ 0	97 $\pm$ 0	98 $\pm$ 0	96 $\pm$ 2	95 $\pm$ 1	99 $\pm$ 0
Biological value	67 $\pm$ 1	93 $\pm$ 0	99 $\pm$ 1	102 $\pm$ 1	107 $\pm$ 2	108 $\pm$ 1	86 $\pm$ 0

*: Mean $\pm$ SEM

+Met (SM), +Met, Thr (ST), +Met, Thr, Lys (SL), +All essential amino acids (SE)

卵たん白区のレベルにまで達した。このうちアルブミンは Met のみでは上昇せず、Thr によって著しく上昇したのが特徴的であった。この値は Lys 添加でさらに若干上昇したが、その他の必須アミノ酸の添加では逆に減少傾向を示したのは注目される。

次に尿素-Nと LAP の値を Fig. 2 に示した。尿素-N は Met と Thr の添加で下限値と考えられる値まで低下したが、全卵たん白区のレベルにはなお及ばなかった。LAP も制限アミノ酸の添加で低下したが、さらに Lys の添加で著しく低下したことは注目される。この酵素の活性はたん白質の栄養価とは負の相関を示すことが知られているので、この点でも制限アミノ酸の添加効果

は認められた。

T-CHO と HDL-CHO の値を Fig. 3 に示した。T-CHO は全般的にみて必須アミノ酸の添加で大きな変化はみられなかったのに対し、HDL-CHO は Met と Thr の添加で明らかに上昇した。これらの値を HDL-CHO/T-CHO(%) でみると制限アミノ酸の添加効果が一層顕著に示された。

以上の結果から、成長期ラットに対しては分離大豆たん白質に Met と Thr が補足されればほぼ全卵たん白質に匹敵する栄養価が得られることが明らかにされた。

[実験2]

体重変化と窒素出納の結果を Fig. 4 に示した。いず

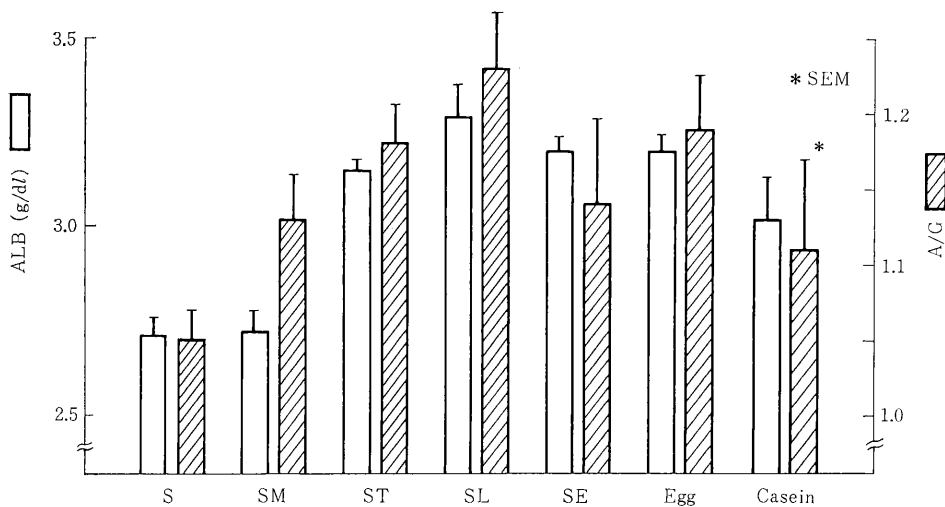


Fig. 1 Serum albumin and A/G ratio in growing rats

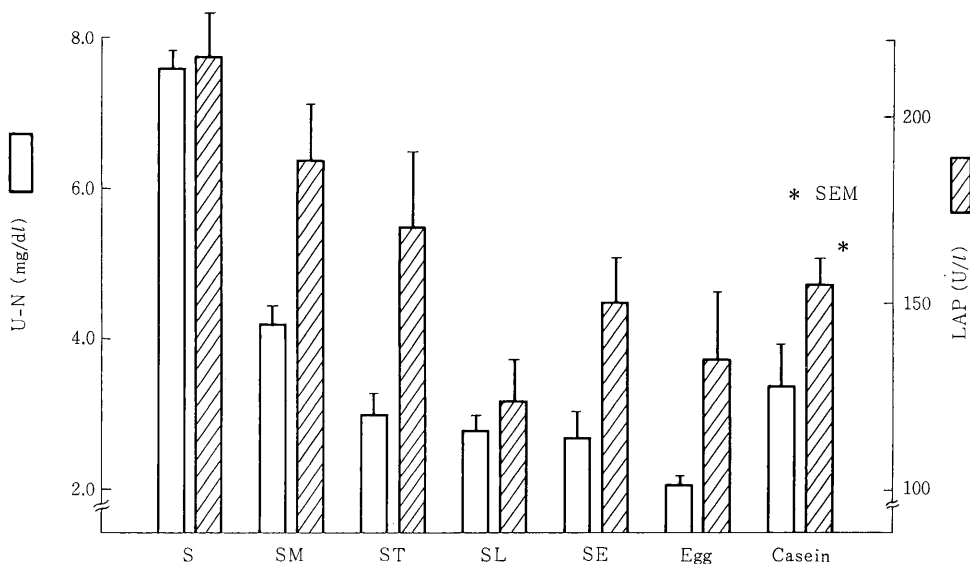


Fig. 2 Urea N (U-N) and leucine amino peptidase (LAP), in growing rats

れの値も分離大豆たん白質のみではマイナスを示したが、Met と Thr の添加で0近傍の値にまで増加し、全卵たん白質と大差がみられなくなった。

血清成分のうち、アルブミン、A/G 比、尿素-Nの値は4試験区で著しい差異がみられず、成長期ラットにおける結果とは相違した。しかし、LAP の値は Met と Thr の添加で明らかに減少し、成長期ラットと同様の結果を得た。

T-CHO と HDL-CHO の結果を Fig. 5 に示した。Met と Thr の添加で T-CHO は上昇したが、HDL-CHO も著しく上昇した。両者の増加量から明らかなように、T-CHO の上昇は HDL-CHO 上昇によるものであり、LDL-CHO, VLDL-CHO を含む画分はむしろ減

少していることが明らかである。このことは HDL-CHO/T-CHO(%) の著しい上昇によっても示される。分離大豆たん白区の T-CHO は全卵たん白区よりも若干低く、カゼイン区と同程度であったが、HDL-CHO はこれら対照たん白区よりも低かった。Met と Thr の添加により HDL-CHO およびその T-CHO に対する割合が対照たん白区を上廻ったことは CHO 代謝をむしろ改善したものと考えられる。

以上の結果から、成長期ラットでみられた分離大豆たん白質に対する Met と Thr の添加効果は、成熟ラットにおいても体重、窒素出納、血清 LAP, CHO の各値の変化などで認められた。

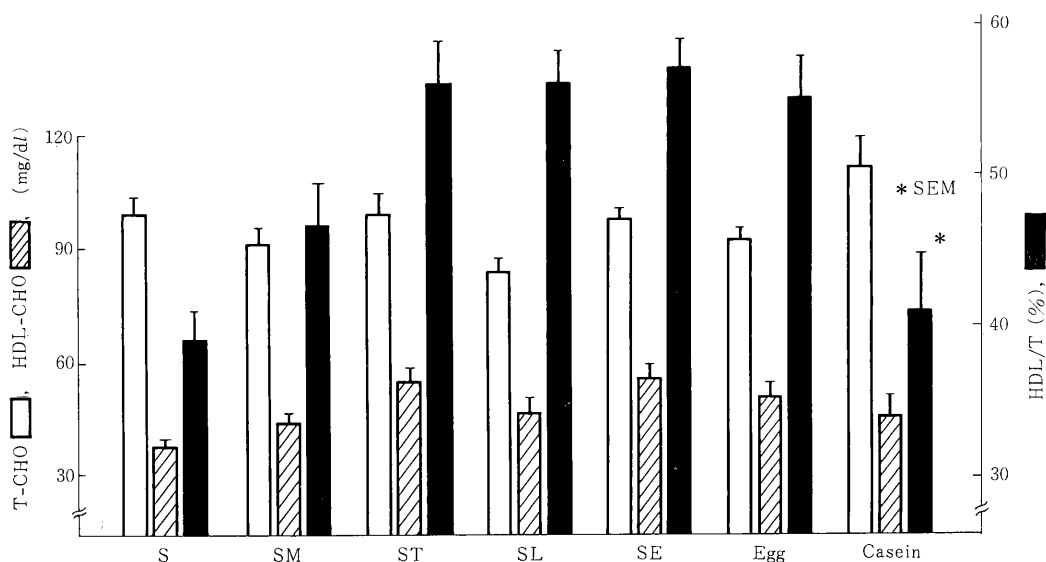


Fig. 3 Total cholesterol (T-CHO) and HDL cholesterol (HDY-CHO), in growing rats

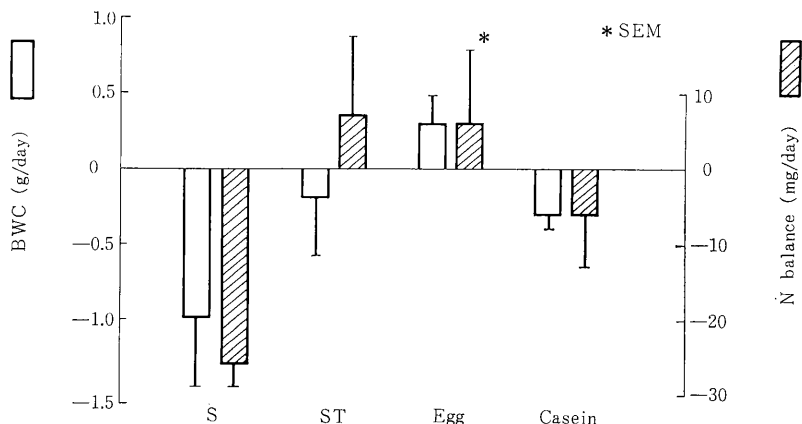


Fig.4 Body weightchange (BWC) and N balance in adult rats

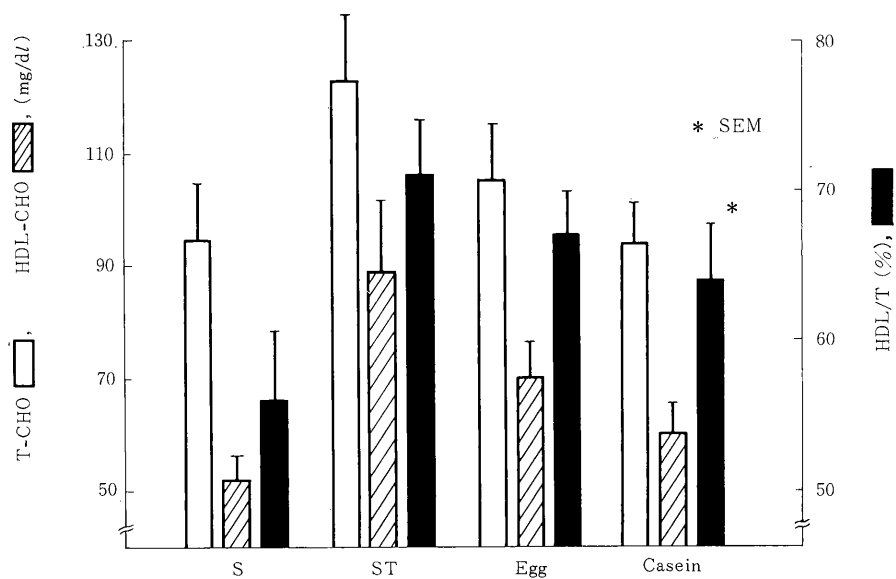


Fig. 5 Total cholesterol (T-CHO) and HDL cholesterol (HDL-CHO), in adult rats

文 献

ん白質の制限アミノ酸とその補足効果. 大豆たん白
質栄養研究会会誌, 1, 10-15.

- 1) 山口迪夫, 岩谷昌子, 宮崎基嘉(1980): 分離大豆た